令和５年度

アジア地域原子力協力に関する調査
報告書

令和６年３月

公益財団法人　原子力安全研究協会

本報告書は、内閣府からの委託調査として、（公財）原子力安全研究協会が実施した令和 5 年度「アジア地域原子力協力に関する調査」の成果を取りまとめたものです。
本報告書の著作権は内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められた時を除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行う時は、内閣府の承認手続きが必要です。

第 24 回大臣級会合（於タイ・バンコク）（ハイブリッド形式）
対面参加者集合写真（上）、オンライン参加者（下）

2023 上級行政官会合（オンライン会合）集合写真

2023 スタディ・パネル（於日本・東京）（ハイブリッド形式）の様子

第 23 回コーディネーター会合（於日本・東京）（ハイブリッド形式）の様子

はじめに

日本原子力委員会は、近隣アジア諸国との原子力分野の協力を一層効率的に、かつ効果的に推進するために、1990 年 3 月に「第 1 回アジア地域原子力協力国際会議（ICNCA）」を開催して以来、地域間協力の進め方について原子力開発利用を担当する大臣級が率直に意見を交換する会合として「アジア地域原子力協力国際会議」の開催を重ね、同時に特定テーマについての実務的協力を実施してきた。その後 1999 年 3 月に開催された「第 10 回アジア地域原子力協力国際会議」において、効果的かつ組織的な協力活動への移行を目的とした新たな枠組である「アジア原子力協力フォーラム（FNCA）」への移行が合意された。

こうして 2000 年より、我が国は「アジア原子力協力フォーラム（FNCA）」を主導し、参加国の大臣級が協力方策・原子力政策について討議を行う「大臣級会合」、大臣級会合に向けた、テーマ設定及び予備的議論を行う「上級行政官会合」、各国 1 名の選任されたコーディネーターによりプロジェクトの導入・改廃・調整・評価等を討議する「コーディネーター会合」、原子力利用に係わる各種の課題の検討を行う「スタディ・パネル」を開催している。

現在、参加国はオーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの 12 ヵ国で構成されている。

上記会合の他、「原子力技術の平和目的に限定した、かつ安全な使用において、積極的な地域のパートナーシップを通じて、社会経済の発展に貢献する」という理念の下、（1）放射線利用開発（産業・環境利用及び健康利用）、（2）研究炉利用開発、（3）原子力安全強化、（4）原子力基盤強化、の 4 分野において 8 つの協力活動（プロジェクト）を進めている。

本報告書は、FNCA の概要、本年度に開催された大臣級会合、上級行政官会合、スタディ・パネル及びコーディネーター会合に関連し、会合概要、また会合に先立ち議論に資する目的で実施した FNCA 加盟国の原子力政策の動向や関心事等に関する調査結果をまとめたものである。

1. 第 24 回大臣級会合
   2023 年 11 月 28 日（火）開催　於：タイ・バンコク（ハイブリッド形式）
2. 2023 上級行政官会合
   2023 年 7 月 19 日（水）開催　於：オンライン会合
3. 第 23 回コーディネーター会合
   2023 年 6 月 21 日（水）開催　於：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）
4. 第 24 回コーディネーター会合

2024 年 3 月 12 日（火）、13 日（水）開催　於：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）

5. 2023 スタディ・パネル
   2023 年 6 月 20 日（火）開催　於：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）
6. 2024 スタディ・パネル
   2024 年 3 月 11 日（月）開催　於：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）

目次

はじめに i

第 1 章　FNCA 概要

I　FNCA の設立趣旨 1
II　FNCA の活動概要 3
III　2023 年度の事業目的 15
IV　2023 年度の事業計画 16

第 2 章　第 24 回大臣級会合

I　第 24 回大臣級会合概要 19
II　英文サマリー 22
III　アジア原子力協力フォーラム（FNCA）の活動方針に関する共同声明 26
IV　Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA) Joint Communique on the New Direction of the FNCA 30
V　第 24 回大臣級会合プログラム 35
VI　第 24 回大臣級会合参加者リスト 37
VII　挨拶 46

第 3 章　2023 上級行政官会合

I　2023 上級行政官会合概要 51
II　Outcomes of the FNCA SOM 2023 54
III　アジア原子力協力フォーラム（FNCA）2023 上級行政官会合プログラム 56
IV　2023 上級行政官会合参加者リスト 57

第 4 章 ① 第 23 回コーディネーター会合

I　第 23 回コーディネーター会合概要 61
II　英文サマリー 66
III　結論と提言 71
IV　Conclusions and Recommendations 75
V　第 23 回コーディネーター会合プログラム 79
VI　第 23 回コーディネーター会合参加者リスト 81

② 第 24 回コーディネーター会合

I　第 24 回コーディネーター会合プログラム 87
II　第 24 回コーディネーター会合参加者リスト 89

第 5 章 ① 2023 スタディ・パネル

I　2023 スタディ・パネル概要 95
II　英文サマリー 100

III　2023 スタディ・パネルプログラム 105
IV　2023 スタディ・パネル参加者リスト 107
② 2024 スタディ・パネル
I　2024 スタディ・パネルプログラム 113
II　2024 スタディ・パネル参加者リスト 115
第 6 章　調査結果
I　第 24 回大臣級会合事前調査 123
II　2023 上級行政官会合事前調査 273
III　第 23 回コーディネーター会合事前調査 320
IV　第 24 回コーディネーター会合事前調査 347
V　2023 スタディ・パネル事前調査 380
VI　2024 スタディ・パネル事前調査 419
関連資料
FNCA コーディネーターリスト 445

第 1 章

FNCA 概要

Ⅰ FNCA の設立趣旨

我が国は 1978 年、国際原子力機関（IAEA）「原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）」に加盟し、アジア諸国との原子力協力活動を開始した。1987 年には原子力委員会による「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」の中で、「近隣地域の代表者が参加する国際的な検討の場を設ける等により、これらの諸国のニーズを的確に把握し、計画策定段階からの協力を行うとともに（略）、放射線利用・研究炉の利用等に関する地域協力体制についての検討等を行うものとする」との提言がなされた。

そのため原子力委員会は、近隣アジア諸国との原子力分野の協力を一層効率的かつ効果的に推進するために、1990 年 3 月、「第 1 回アジア地域原子力協力国際会議（ICNCA）」を開催した。以来、地域間協力の進め方について、原子力開発・利用を担当する各国の大臣級が率直に意見交換を行う場として、ICNCA は開催を重ね、特定のテーマに関する実務的協力を実施してきた。その後、1999 年 3 月に開催された第 10 回 ICNCA において、効果的かつ組織的な協力活動への移行を目的に、新たな枠組である「アジア原子力協力フォーラム（FNCA）」への移行が合意された。

こうして 2000 年より、我が国は FNCA を主導し、参加各国の大臣級が原子力政策・協力方策について討議を行う「大臣級会合」、大臣級会合に向けテーマ設定及び予備的議論を行う「上級行政官会合」、各国 1 名の選任されたコーディネーターにより個別プロジェクトの導入・改廃・調整・評価等を討議する「コーディネーター会合」、原子力発電に関わる課題「スタディ・パネル」を開催している。

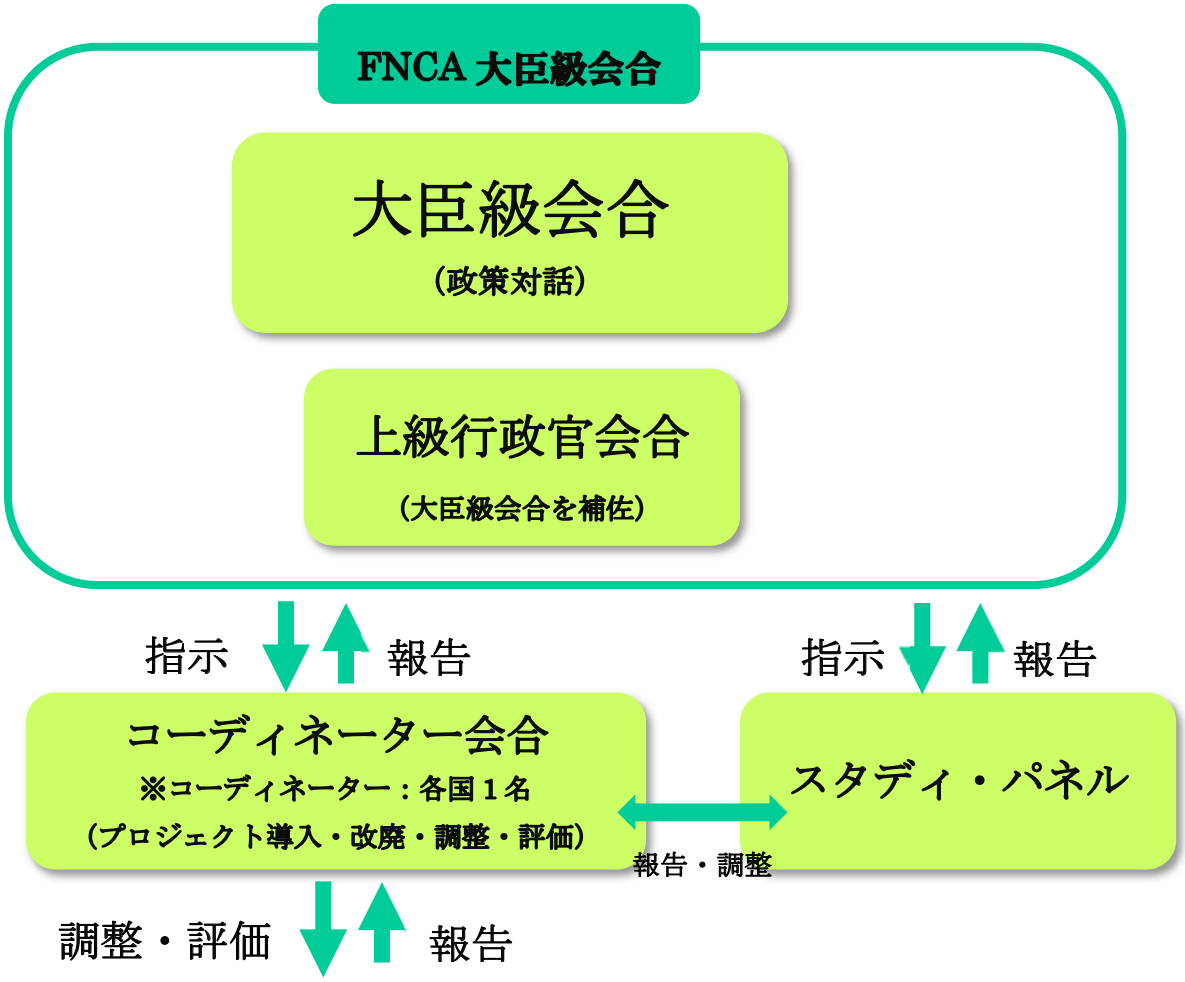
現在、参加国はオーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの 12 ヵ国で構成されている。

上記の会合の他、「原子力技術の平和目的に限定した、かつ安全な使用において、積極的な地域のパートナーシップを通じて、社会経済の発展に貢献する」という理念の下、以下の 4 分野において 8 つの協力活動（FNCA プロジェクト）を進めている。

- 放射線利用開発（産業・環境・健康利用）
- 研究炉利用開発
- 原子力安全強化
- 原子力基盤強化

FNCA の構成は図 1 の通りである。

図 1　FNCA の構成



FNCA プロジェクト

プロジェクトリーダー

放射線利用開発

産業利用・環境利用

- 放射線育種プロジェクト
- 放射線加工･高分子改質プロジェクト
- 食品産地偽装防止プロジェクト
- 気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクト

健康利用

- 放射線治療プロジェクト

研究炉利用開発

- 研究炉利用プロジェクト

原子力安全強化

- 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

原子力基盤強化

- 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

Ⅱ FNCA の活動概要

2000 年から現在までの会合開催実績、8 つの FNCA プロジェクトの活動経緯は以下の通りである。なお、過去の会合の結果については、FNCA ウェブサイト（https://www.fnca.mext.go.jp/index.html）において詳細を公開している。

1. 会合開催実績

（1）大臣級会合

大臣級会合では、参加 12 ヵ国の原子力科学担当大臣他が、原子力の平和利用に関する地域協力推進を目指し、年一度、政策対話を行っている。

回	開催日/場所	円卓討議テーマ
第 1 回	2000 年 11 月 10 日、13 日 タイ・バンコク	原子力利用の推進、原子力安全、原子力協力の進め方
第 2 回	2001 年 11 月 29 日 日本・東京	持続可能な発展と原子力･放射線利用分野における協力の在り方
第 3 回	2002 年 10 月 31 日 韓国・ソウル	次世代のための原子力、持続可能な発展と原子力エネルギー、人材養成戦略
第 4 回	2003 年 12 月 3 日 日本・沖縄	放射線・アイソトープ利用の社会・経済的効果の増大、持続可能な発展と原子力エネルギー
第 5 回	2004 年 12 月 1 日 ベトナム・ハノイ	原子力科学技術のための人材養成に関する地域協力、FNCA の今後の在り方
第 6 回	2005 年 12 月 1 日 日本・東京	アジアにおける人材養成、科学技術と原子力
第 7 回	2006 年 11 月 27 日 マレーシア・クアンタン	アジアの持続的発展における原子力エネルギーの役割、原子力エネルギーの広報
第 8 回	2007 年 12 月 18 日 日本・東京	FNCA の今後の活動、「持続的発展に向けた原子力エネルギーの平和利用に関する FNCA 共同コミュニケ」採択
第 9 回	2008 年 11 月 28 日 フィリピン・マニラ	原子力発電の基盤整備のための協力、放射線利用のさらなる促進のための協力
第 10 回	2009 年 12 月 16 日 日本・東京	原子力エネルギー利用促進のためのさらなる協力、放射線・アイソトープ応用促進のためのさらなる協力
第 11 回	2010 年 11 月 18 日	原子力エネルギー利用促進のためのさらなる協力、放射

回	開催日/場所	円卓討議テーマ
	中国・北京	線・アイソトープ応用促進のためのさらなる協力
第 12 回	2011 年 12 月 16 日 日本・東京	東京電力福島第一原子力発電所事故に関する特別セッション、今後の基盤整備（人材育成と広報）、放射線・アイソトープ応用促進のためのさらなる協力
第 13 回	2012 年 11 月 24 日 インドネシア・ジャカルタ	FNCA の役割
第 14 回	2013 年 12 月 19 日 日本・東京	FNCA プロジェクトの成果の活用、核セキュリティ文化の醸成
第 15 回	2014 年 11 月 19 日 オーストラリア・シドニー	多目的研究炉の活用のための戦略
第 16 回	2015 年 12 月 8 日 日本・東京	気候変動と原子力技術の役割、FNCA の改革、「アジア原子力協力フォーラムの新たな役割に関する共同声明」採択
第 17 回	2016 年 11 月 30 日 日本・東京	放射性廃棄物及び発電･非発電分野での原子力技術利用に関連したステークホルダー･インボルブメントについて
第 18 回	2017 年 10 月 11 日 カザフスタン・アスタナ	環境保全への原子力科学技術の応用
第 19 回	2018 年 12 月 6 日 日本・東京	アジア農業への放射線技術を利用した貢献 ・ 持続可能な農業 ・ 食品安全 ・ 気候変動と農業
第 20 回	2019 年 12 月 5 日 日本・東京	健康・医療への放射線技術の利用 ・ 放射線医療分野の政策と課題 ・ 放射線腫瘍治療の先端技術状況 ・ FNCA 発のがん治療法を含む放射線医療技術の現状と問題
第 21 回	2020 年 12 月 10 日 オンライン会合	・IAEA における新型コロナウイルス感染症（COVID-19）への取り組み ・COVID-19 流行下での原子力活動関連状況と COVID-19 に対応する原子力技術開発状況について
第 22 回	2021 年 12 月 9 日	・研究炉、加速器とその関連技術の利用拡大

回	開催日/場所	円卓討議テーマ
	オンライン会合	・原子力活動関連状況と COVID-19 におけるそれらの対応について
第 23 回	2022 年 10 月 31 日 モンゴル・ウランバートル（ハイブリッド形式）	・アジア地域における放射線がん治療の強化
第 24 回	2023 年 11 月 28 日 タイ・バンコク（ハイブリッド形式）	・人間の健康と医療福祉における原子力科学の貢献

(2) 上級行政官会合

上級行政官会合では、参加国の原子力科学担当省庁・機関の局長級が出席し、大臣級会合の予備的議論を行っている。なお 2015 年より、上級行政官会合は年 2 回開催されていたが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、2020 年度、2021 年度、2022 年度は開催を年 1 回とし、2023 年度より年 2 回の開催が再開された。

回	開催年	開催日	開催場所
第 1 回	2000 年	11 月 10 日、14 日	タイ・バンコク
第 2 回	2001 年	11 月 28 日	日本・東京
第 3 回	2002 年	10 月 30 日	韓国・ソウル
第 4 回	2003 年	12 月 2 日	日本・沖縄
第 5 回	2004 年	11 月 30 日	ベトナム・ハノイ
第 6 回	2005 年	11 月 30 日	日本・東京
第 7 回	2006 年	11 月 25 日	マレーシア・クアンタン
第 8 回	2007 年	12 月 17 日	日本・東京
第 9 回	2008 年	11 月 27 日	フィリピン・マニラ
第 10 回	2009 年	12 月 15 日	日本・東京
第 11 回	2010 年	11 月 17 日	中国・北京
第 12 回	2011 年	12 月 15 日	日本・東京
第 13 回	2012 年	11 月 23 日	インドネシア・ジャカルタ
第 14 回	2013 年	12 月 18 日	日本・東京
第 15 回	2014 年	11 月 18 日	オーストラリア・シドニー
第 16 回	2015 年	8 月 4 日～5 日及び 12 月 7 日	日本・東京
第 17 回	2016 年	7 月 12 日～13 日及び 11 月 29 日	日本・東京

回	開催年	開催日	開催場所
第 18 回	2017 年	7 月 19 日～20 日 及び 10 月 10 日	日本・東京（7 月）及び カザフスタン・アスタナ（10 月）
第 19 回	2018 年	7 月 19 日及び 12 月 5 日	日本・東京
第 20 回	2019 年	7 月 19 日及び 12 月 5 日	日本・東京
	2020 年	8 月 6 日	オンライン会合
	2021 年	6 月 30 日	オンライン会合
	2022 年	6 月 29 日	オンライン会合
	2023 年	7 月 19 日及び 11 月 27 日	オンライン会合（7 月）及び タイ・バンコク（ハイブリッド形式）（11 月）

(3) コーディネーター会合

コーディネーター会合では、原子力各分野のプロジェクト活動を統括する各国 1 名のコーディネーターが集まり、各プロジェクトの活動状況の把握と、成果や評価、今後の具体的な方策等について討議を行っている。

回	開催日	開催場所	概要
第 1 回	2000 年 3 月 7 日～8 日	日本・東京	研究炉利用※、放射線育種、放射線治療、原子力広報、放射性廃棄物管理、原子力安全文化、人材養成の 7 プロジェクト開始。
第 2 回	2001 年 3 月 14 日～16 日	日本・東京	新規プロジェクト提案（「原子力とエネルギー」「電子加速器利用」「生態系改善」）について討議。
第 3 回	2002 年 3 月 6 日～8 日	日本・東京	バイオ肥料プロジェクト、電子加速器利用プロジェクト開始。
第 4 回	2003 年 3 月 5 日～7 日	日本・沖縄	9 プロジェクトの成果報告。
第 5 回	2004 年 3 月 3 日～5 日	日本・東京	「原子力発電に関する検討パネル」（スタディ・パネルの前身）及び医療用 PET/サイクロトロンプロジェクト開始。
第 6 回	2005 年 3 月 30 日～4 月 1 日	日本・東京	10 プロジェクトの成果報告、うち 8 プロジェクトの評価。
第 7 回	2006 年 3 月 1 日～3 日	日本・東京	10 プロジェクトの成果報告、うち 3 プロジェクトの評価。
第 8 回	2007 年 2 月 7 日～9 日	日本・東京	研究炉利用プロジェクトの中の「99mTc ジェネレータープロジェクト」が終了。

回	開催日	開催場所	概要
第 9 回	2008 年 3 月 10 日～11 日	日本・東京	放射線廃棄物管理プロジェクトより放射線安全・廃棄物管理プロジェクトに改編。
第 10 回	2009 年 3 月 11 日～13 日	日本・東京	原子力安全文化プロジェクト終了。原子力安全マネジメントシステムプロジェクト開始。
第 11 回	2010 年 3 月 11 日～12 日	日本・東京	放射線育種プロジェクトの中の「ラン耐虫性育種サブプロジェクト」が終了。
第 12 回（中止）	2011 年 3 月 11 日～12 日（当初予定）	日本・福井（当初予定）	東日本大震災発生のため中止。後日、研究炉利用プロジェクトの中のサブプロジェクト「研究炉基盤技術プロジェクト」及び原子力広報プロジェクト、医療用 PET サイクロトロンプロジェクト終了。また研究炉利用プロジェクトのサブプロジェクト「研究炉ネットワークプロジェクト」及び核セキュリティ・保障措置プロジェクト開始。
第 13 回	2012 年 3 月 7 日～9 日	日本・福井	バイオ肥料プロジェクト及び電子加速器利用プロジェクトが評価され、3 年の延長が決定。
第 14 回	2013 年 3 月 11 日～12 日	日本・東京	10 プロジェクトの成果報告、うち 8 プロジェクトの評価。
第 15 回	2014 年 3 月 11 日～12 日	日本・東京	10 プロジェクトの成果報告、うち 7 プロジェクトの評価。
第 16 回	2015 年 3 月 4 日～5 日	日本・東京	バイオ肥料プロジェクト及び電子加速器利用プロジェクトが評価され、3 年の延長が決定。中性子放射化分析プロジェクトは 1 年延長が決定。
第 17 回	2016 年 3 月 8 日～9 日	日本・東京	放射線育種プロジェクトは 2 年、中性子放射化分析プロジェクトは 3 年延長が決定。
第 18 回	2017 年 3 月 7 日～8 日	日本・東京	原子力安全マネジメントシステムプロジェクト及び人材養成プロジェクト終了。気候変動科学プロジェクト開始。また中性子放射化分析プロジェクトと研究炉ネットワークプロジェクトが統合。
第 19 回	2018 年 3 月 22 日	日本・東京	バイオ肥料プロジェクトと電子加速器利用プロジェクトが統合し、「放射線加工・高分

回	開催日	開催場所	概要
			子改質プロジェクト」となる。
第 20 回	2019 年 3 月 6 日	日本・東京	7 プロジェクトの成果報告。
第 21 回（延期）	2020 年 3 月 4 日（当初予定）	日本・東京（当初予定）	新型コロナウイルス感染症（COVID-19）流行の影響のため開催を延期。Ad-Hoc 会合を 7 月末に文書開催し、「放射線育種」「放射線加工・高分子改質」「気候変動科学」の 3 プロジェクトについて活動期間を 1 年間延長、3 年フェーズ最終年度にあたる「放射線治療」、「研究炉利用」、「放射線安全・廃棄物管理」「核セキュリティ・保障措置」の 4 プロジェクトの新規フェーズの開始を 1 年延期し、ベトナムから提案があった新規プロジェクト評価及び次年度活動予定に関しては次回会合へ評価持ち越しすることを決定した。
第 21 回（延期）	2021 年 3 月 3 日（当初予定）	オンライン会合（当初予定）	COVID-19 流行の影響のため開催を延期。2021 年 6 月開催予定の上級行政官会合と併せて開催予定。
第 21 回	2021 年 6 月 30 日	オンライン会合	2021 上級行政官会合と併せて開催。7 プロジェクトにおける 2021 年度の活動内容が報告された。ベトナムから新規提案されたプロジェクト 2 件は、評価フレームワークの条件を満たさないため不採用としつつ、既存の「放射線治療」及び「研究炉利用」内で扱うことが提案された。
第 22 回	2022 年 6 月 29 日	オンライン会合	2022 上級行政官会合と併せて開催。7 プロジェクトにおける 2022 年度の活動内容が報告された。オーストラリアから新規提案された「食品産地偽装防止プロジェクト」が採択された。
第 23 回	2023 年 6 月 21 日	日本・東京（ハイブリッド形式）	2023 スタディ・パネルと併せて開催。日本から新規提案された気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクトが採択された。また、韓国から新規提案された、Performance Management Program(PMP) of Research Reactors for

回	開催日	開催場所	概要
			Continued Operation は、研究炉プロジェクトのワークショップにおいて議論することが推奨された。
第 24 回	2024 年 3 月 12 日～13 日	日本・東京（ハイブリッド形式）	2024 スタディ・パネルと併せて開催。

※研究炉利用プロジェクトには、サブプロジェクトとして現在「中性子放射化分析」「研究炉ネットワーク」が存在し、過去には「研究炉基盤技術」「^{99m}Tc ジェネレーター」が存在した。

(4) スタディ・パネル

スタディ・パネルでは、FNCA 参加国におけるエネルギー安定供給及び地球温暖化防止の意識の高まりを受け、原子力発電の役割や原子力発電の導入に伴う課題等について討議する場として、2004 年以降年次開催されており、原子力発電に関する情報交換や経験共有等を行っている。2004 年から 2014 年までは、一定期間をフェーズで区切り、同一テーマについて議論した。各フェーズの期間及びテーマは以下の通りである。

フェーズ	期間	テーマ
第 1 フェーズ	2004 年度～2006 年度	「アジアの持続的発展における原子力エネルギーの役割」
第 2 フェーズ	2007 年度～2008 年度	「アジアの原子力発電分野における協力に関する検討パネル」
第 3 フェーズ	2009 年度～2014 年度	「原子力発電のための基盤整備に向けた検討パネル」

2015 年度以降、スタディ・パネルのテーマは上級行政官会合及び大臣級会合において検討され、コーディネーター会合と同時期に開催されていたが、COVID-19 の感染拡大の影響で、2021 年度、2022 年度別々に開催し、2023 年度は再び同時期に開催された。

回	年	開催日程	開催場所	フェーズ/テーマ
第 1 回	2004 年	10 月 20 日～21 日	日本・東京	第 1 フェーズ
第 2 回	2005 年	12 月 1 日	日本・東京	
第 3 回	2006 年	11 月 1 日～2 日	日本・敦賀	
第 4 回	2007 年	10 月 30 日～31 日	日本・東京	第 2 フェーズ

回	年	開催日程	開催場所	フェーズ/テーマ
第 5 回	2008 年	9 月 1 日～2 日	日本・東京	
第 6 回	2009 年	7 月 30 日～31 日	日本・東京	第 3 フェーズ
第 7 回	2010 年	7 月 1 日～2 日	韓国・ソウル	
第 8 回	2011 年	7 月 5 日～6 日	インドネシア・ジャカルタ	
第 9 回	2012 年	7 月 26 日～27 日	タイ・バンコク	
第 10 回	2013 年	8 月 22 日～23 日	日本・東京	
第 11 回	2014 年	8 月 26 日～27 日	ベトナム・ハノイ	
	2016 年	3 月 10 日	日本・東京	「原子力への信頼性とステークホルダーの参加、一般社会とのコミュニケーション」
	2017 年	3 月 8 日	日本・東京	「原子力損害賠償制度」
	2018 年	3 月 23 日	日本・東京	「原子力安全及び公衆参加に関する法的枠組」
	2019 年	3 月 7 日	日本・東京	「法的、及び規制的枠組から観た原子力に関わる環境影響評価」
	2020 年	3 月 5 日 （当初予定）	日本・東京 （当初予定）	新型コロナウイルス感染症流行の影響のため開催中止。当初予定していたテーマの「原子力同位体技術と気候変動」は 2021 年度スタディ・パネル（2021 年 3 月予定）のテーマとした。
	2021 年	3 月 3 日～4 日	オンライン会合	「原子力同位体技術と気候変動」
	2022 年	3 月 9 日	オンライン会合	「原子力科学・技術に対する国民信頼の構築」
	2023 年	6 月 20 日	日本・東京（ハイブリッド形式）	第 23 回コーディネーター会合と併せて開催。「SMR（小型モジュール）炉を含む次世代炉の展望」
	2024 年	3 月 11 日	日本・東京（ハ	第 24 回コーディネーター会合

回	年	開催日程	開催場所	フェーズ/テーマ
			イブリッド形式）	と併せて開催。「医療用放射性同位元素（RI）の製造と需要」

（5）FNCA プロジェクト活動

① 放射線育種プロジェクト

本プロジェクトは、ガンマ線やイオンビームによる放射線誘発突然変異を利用した品種改良技術により、イネ、バナナ、ダイズ、ソルガム、ラン等のアジア地域でニーズの高い作物において、優れた性質を付加した新品種を作出し、アジア地域の食糧増産および農作物の高品質化に貢献することを目的として活動を行ってきた。近年では、世界的に関心の高まっている「持続可能型農業」及び「気候変動」に焦点を当て、化学肥料や農薬の投入が少ない低投入条件下での栽培に適した品種や、高/低温、干ばつ、洪水、病虫害、塩害といった気候変動による様々な環境ストレスへの耐性を有する作物品種の開発を目指している。

② 放射線加工・高分子改質プロジェクト

工業･農業分野等における放射線加工技術のより広範な利用を目指し、参加国間における情報交換や共同研究を通じて実験データを共有することにより、参加国に利益をもたらす製品の実用化促進に資することを目的としている。本プロジェクトは 2018 年度に電子加速器利用プロジェクトとバイオ肥料プロジェクトが統合されたものであり、農業、環境、医療応用のための放射線加工と高分子改質をテーマにプロジェクト活動を展開し、参加国のニーズに沿った農業、環境、医療分野等への多様な応用について研究開発を推進し、技術移転を目指している。

③ 食品産地偽装防止プロジェクト

アジア諸国は世界の食糧生産において重要な役割を担っており、各国経済成長の基盤としても食品と農産物の輸出が行われているが、複雑な市場サプライチェーンを介した食品の輸出入において「食品産地偽装」といった不正行為が起きている。食品の原産地を突き止めることは、サプライチェーンの透明性、バイオセキュリティ、消費者の安全確保を支援する上で極めて重要である。本プロジェクトでは、市場のサプライチェーンにおける不正行為を軽減するために、放射性同位体及び核分析技術を用いて食品産地を証明する技術プラットフォームの確立を目指している。オーストラリア主導の下、2022 年度に開始した。

④ 気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクト

自然界の土壌は 1~2 兆トンもの炭素を有機物として蓄えているとされており、これが絶えず分解して二酸化炭素（CO_2）が大気中に放出されている。土壌は炭素の貯留機

能を持っており、大気中の CO_2 濃度の安定化に非常に大きく貢献していると考えられている。気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクトは ^{14}C（炭素 14）分析に基づくアプローチにより、森林土壌の土壌有機炭素（SOC）特性に関するアジア規模のデータベースと土壌 CO_2 排出モデルの構築を目指している。また、森林土壌の炭素貯留量や放出量を測定し、地球温暖化や気候変動にどのように関与しているかを評価することを目的としている。

⑤ 放射線治療プロジェクト

放射線を用いた標準治療手順（プロトコール）を確立することにより、アジア地域における放射線治療の成績向上と普及を目的としている。アジア地域で罹患率の高いがんに対し、放射線治療の共同臨床研究を行い、副作用や生存率等について追跡調査を実施し、その有効性の科学的立証を進めている。

⑥ 研究炉利用プロジェクト

各国が保有する研究炉の特徴や利用状況等の情報を共有し、FNCA 参加国の研究者・技術者の研究基盤や技術レベルを効果的に向上させることを目的としている。サブテーマとして、中性子放射化分析を利用し、試料の分析結果を評価し、社会経済の発展に活用することを目指している。

⑦ 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

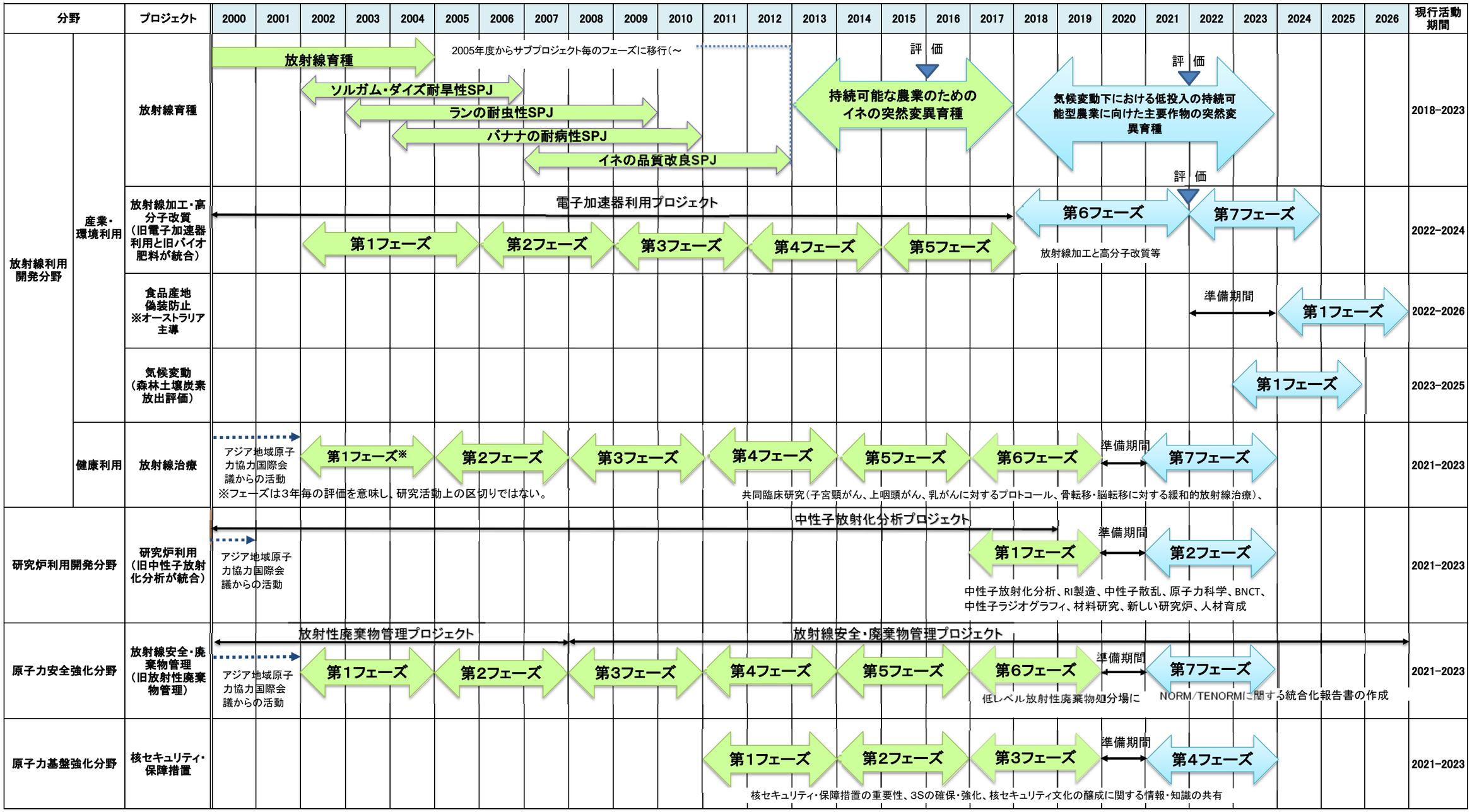
FNCA 参加国間において、放射線安全及び放射性廃棄物管理に関する情報や、経験により得られた知見を交換･共有することにより、アジア地域における放射線安全・放射性廃棄物管理の安全性の向上に資することを目的としている。

⑧ 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

核セキュリティ･保障措置について参加各国の認識を高め、経験・知識・情報の共有や人材育成協力の推進等を通じて、アジア地域における核セキュリティ･保障措置の強化を図ることを目的としている。

なお現行の FNCA8 プロジェクトの活動経緯は、別表の通りである。

FNCAプロジェクト活動経緯



（公財）原子力安全研究協会

Ⅲ 2023 年度の事業目的

我が国は、地政学的にも経済的にも密接な関係にある近隣アジア地域との間で、原子力の平和利用の分野においてリーダーシップを発揮すべく、アジア原子力協力フォーラム（Forum for Nuclear Cooperation in Asia：FNCA）の枠組みを利用して、参加国による積極的なイコールパートナーシップによる研究協力を、その前身を含め 30 年以上行ってきた。本調査は、2023 年度（令和 5 年度）に開催する大臣級会合、コーディネーター会合、スタディ・パネル会合、上級行政官会合での議論に資するため、調査対象国の原子力政策の動向や関心事等について予備的な調査を行い、これら会合の円滑な運営等を行うことを目的とする。

Ⅳ 2023 年度の事業計画

1. 業務の概要

本事業では、2023 年度における大臣級会合、コーディネーター会合、スタディ・パネル会合、上級行政官会合の開催スケジュールに応じ、以下の業務を行う。

※2022 年度のスタディ・パネル及びコーディネーター会合は、
例外的に 2023 年度に開催する。（調査業務は 2022 年度内に実施済み）

（1）調査業務

- 参加国の原子力政策動向等の調査（大臣級会合及び上級行政官会合事前調査）
- FNCA 個別プロジェクト実施状況等の調査（コーディネーター会合事前調査）
- 各国の原子力発電及び非発電の両領域での政策課題、技術課題への取り組みの動向調査（スタディパネル事前調査）

（2）会合運営業務

- 大臣級会合（FNCA の枠組みでの協力方策の討議、決定）
- 上級行政官会合（大臣級会合に向けた準備会合）
- コーディネーター会合（各プロジェクトの成果発表及び活動の評価）
- スタディ・パネル会合（原子力発電及び非発電の領域での政策や技術課題に関する意見交換）

  上記の大臣級会合、コーディネーター会合及びスタディ・パネル会合に係る各会合の企画及び国内外関係者の招聘、会合の運営、参加国へ会合の成果の周知、上級行政官会合に係る会合の運営及び連絡調整等

2. 業務の細部計画

（1）調査業務

内閣府原子力政策担当室から具体的なテーマ及び調査事項（内容）の提示を受け、大臣級会合及び上級行政官会合、コーディネーター会合、スタディ・パネルの各会合に資するための以下の事前調査を行う。各会合 1 ヵ月前を目途に調査報告書を内閣府原子力政策担当室に提出する。また、調査内容は成果報告書に掲載する。

① 参加国の原子力政策動向等の調査（大臣級会合及び上級行政官会合事前調査）

- 調査対象国の基礎調査

  提示された基礎調査
- カントリーレポートの議論のための予備的な調査

  内閣府原子力政策担当室が作成するカントリーレポートの予備調査、論点整理
- 大臣級会合の円卓討議に係る事項の調査

上級行政官会合で決定された大臣級会合の円卓会議に係るテーマに合わせて内閣府原子力政策担当室から提示された項目で、公表資料の調査を実施し、整理する。

② FNCA 個別プロジェクト実施状況等の調査（コーディネーター会合事前調査）

文部科学省が実施する FNCA の個別プロジェクトについて実施状況等の事前調査を行い、各プロジェクトの活動状況や成果を把握し、整理する。

③ 各国の原子力発電及び非発電の両領域での政策課題、技術課題への取り組みの動向調査（スタディ・パネル事前調査）

上級行政官会合で決定されたテーマに合わせて内閣府原子力政策担当室から提示された項目で、2022 年度の本委託事業の調査結果を基に、公表資料の調査を実施し、整理する。

(2) 会合の運営業務

会合運営にあたっては、FNCA の事務局として、調査対象国及び内閣府原子力政策担当室、日本コーディネーターと十分緊密な連絡調整を行い、より効果的な運営を目指し、内閣府原子力政策担当室と協議しつつ、以下の業務を行う。

※新型コロナウイルス感染症等の状況により実施不可能な業務がある場合は、内閣府原子力政策担当室に相談する。また、会合の中止あるいはオンライン開催とする可能性がある。その場合は別途、内閣府から通知を受け、通知の内容に従い適切に業務を実施する。

① 業務の企画及び各会合の業務

内閣府原子力政策担当室から各会合日程等の提示を受け、会合運営に係る作業スケジュールを作成した上で内閣府原子力政策担当室に提出し、内閣府原子力政策担当室の承諾を得る。招聘者の選定については、日本コーディネーター及び内閣府・原子力政策担当室と協議する。海外招聘者については各国との調整の上決定され、招聘状は、内閣府原子力政策担当室が作成する。招聘に必要な事務手続きは内閣府原子力政策担当室と協議して実施する。

a) 大臣級会合

調査対象国から原子力担当大臣級及び上級行政官等が参加し、国内からは日本コーディネーター等を招聘し、大臣級会合（1 日）を開催する。タイで開催予定である。

b) コーディネーター会合及び c) スタディ・パネル会合（2023 年度は 2 回実施。各会合 1 日）

調査対象国から上級行政官等を招聘し（オーストラリア、韓国、中国は当該国で費用負担）、国内からは日本コーディネーター、各プロジェクトリーダー等を招聘し、コーディネーター会合及びスタディ・パネル会合を開催する。日本（東京）で開催予定である。

d）上級行政官会合

国内からは日本コーディネーター等を招聘し、上級行政官会合を開催する。日本（東京）でオンラインにて開催予定である。

② 各会合共通の業務

大臣級会合、上級行政官会合、コーディネーター会合の各会合に共通する業務として、海外招聘者のフライト及び宿泊手配、ケータリングの手配、その他業務（移動手配、会場手配、会合事前準備資料の作成、会場設営、当日配布物の制作、会合資料の取りまとめ、当日運営、会場 OA 機器の手配、会合サマリー・決議案等の作成、写真撮影、音声記録の作成、その他会場運営に必要な業務及び物品の手配）を行う。また、各会合については、日英通訳（必要に応じて通訳機材）を手配する。その他の会合については必要に応じ手配する。

③ 会合の成果の周知

会合でのプレゼン資料や成果文書等について、電子媒体にして各国参加者やコーディネーター等に会合終了後、メール等にて配布する。また、FNCA のホームページ（http://www.fnca.mext.go.jp）に結果概要等を掲載する。

(3) 報告書の作成・公開

大臣級会合、上級行政官会合、コーディネーター会合での討論結果を踏まえ、現状及び問題点とその対策、アジア地域での原子力分野の方策等を整理し、まとめて、内閣府原子力政策担当室に提出する。FNCA ホームページ上で公開することを念頭に、FNCA 各会合、各プロジェクト活動についてわかりやすく伝える工夫をする。記述内容については内閣府原子力政策担当室と協議する。電子媒体 1 部、製本版 8 部を期限までに内閣府原子力政策担当室に提出する。

第 2 章

第 24 回大臣級会合

Ⅰ 第 24 回大臣級会合概要

第 24 回大臣級会合（MLM）が、内閣府原子力委員会主催、タイ原子力技術研究所（TINT）共催で、2023 年 11 月 28 日（火）、FNCA 加盟 12 ヵ国が参加して、タイのバンコクで行われた。本会合はオンラインでの出席者を交えたハイブリッド形式で開催された。大臣級会合は加盟国の原子力科学担当大臣他が、原子力の平和利用に関する地域協力推進を目指し、年に一度、政策対話を行うものである。本会合は「人の健康と医療福祉における原子力科学の貢献」をテーマとし、国際原子力機関（IAEA）原子力科学応用局局長のナジャット・モクタール氏及び原子力科学応用局ヒューマンヘルス部長のメイ・アブデル・ワハブ氏が「IAEA の Rays of Hope Initiative：原子力利用によるがん治療への機会の拡大」、TINT 原子力技術研究開発センター長のカノクポーン・ブーンシリチャイ氏が「タイにおける放射性医薬品開発の現状」と題した基調講演を行った。また、日本及びベトナムからのリードスピーチを中心とした円卓会議が行われた。続いて各国参加の代表から、最近の原子力行政や事業の進捗、及び放射線緩和治療の状況について報告が行われた。

続いて FNCA 活動結果、今後の予定が玉田正男日本 FNCA コーディネーターと事務局より報告された。

最後に、新型コロナウイルスの世界的なパンデミックを経て、FNCA プロジェクト活動正常化への努力、放射線による緩和ケアを含むがん治療の促進、アジア地域における放射線腫瘍学の取り組みの推進、小型モジュール炉（SMR）を含む次世代炉に関する情報共有、ジェンダーバランス及び世代の多様性等を通じて、原子力科学・技術分野におけるジェンダー平等の達成を追求すること等に言及した「共同コミュニケ」がまとめられた。

会合の結果概要は以下の通りである。

1. 開会セッション

会合冒頭に、ペルムスーク・スッチャピワート タイ高等教育・科学・研究・イノベーション省事務次官より、開会挨拶、高市早苗内閣府特命担当大臣（科学技術政策）の挨拶（上坂充原子力委員会委員長より代読）が行われた。高市大臣の挨拶では、COVID-19 のパンデミックを経て、FNCA の活動が以前と同じように活発さを取り戻していることに敬意を表した上で、以下の点に言及した。

- FNCA が 1999 年の発足以来、原子力科学・技術の平和利用が促進されていること
- 本日の人の健康と医療福祉における原子力科学の貢献を含む FNCA の政策討議をプロジェクト活動に反映し、その活動成果を地域社会へ普及展開すること
- 原子力科学・技術の恩恵が、世界、とりわけアジアを中心とした地域で幅広く共有されることを祈念すること

2.　基調講演

①「IAEA の”Rays of Hope” Initiative：原子力利用によるがん治療への機会の拡大」（IAEA　ナジャット・モクタール氏、メイ・アブデル・ワハブ氏）

“Rays of Hope” Initiative では、がん治療を最も必要とする低中所得国に住む人々のアクセスを増やすことに取り組んでおり、また、必要な機器の提供等により、各国が放射線治療施設を新設または改良する支援をしているとの説明があった。がんの診断や治療について、世界の地域、国家間に存在する不平等の解消を目指し 2022 年 2 月に IAEA が立ち上げたプロジェクトで、IAEA 加盟国にある既存の技術的、経済的なリソースを連携させた包括的ながん医療後進国への支援構想であり、先進的な医療サービスへのアクセス、関連教育やトレーニングの拡充を通じた人材開発、高度な放射線治療を行うための基盤構築に貢献することを目的としていることが説明された。

②「タイにおける放射性医薬品開発の現状」（TINT　カノクポーン・ブーンシリチャイ氏）

タイでは、医学及び科学分野向けのサービスとして、放射性同位元素と放射性医薬品を提供しており、そのための設備・施設には、TINT の 2MWt 研究炉（TRR-1／M1）や病院設置のサイクロトロンがあること、また、現在、TINT で 30MeV のサイクトロトンが建設されており、TINT は RI の主要な供給者だけでなく、新しい放射性医薬品の研究開発も行っていることが説明された。

3.　円卓会議

上坂委員長がセッション議長となり、本会合の主題である「人間の健康と医療福祉における原子力科学の貢献」について、緩和的放射線治療に関するリードスピーチが行われ、質疑応答と対話がなされた。スピーチの概要は以下の通りである。

①「アジア諸国における緩和的放射線治療の現状」（量子科学技術研究開発機構　若月優氏）

アジア諸国における緩和的放射線治療の現状が紹介され、放射線緩和治療の目的・効果等の説明、中低所得国は放射線治療設備数や病院へのアクセスが限られること等の理由があり、高所得国の治療とは異なることが説明された。

②「緩和的照射－ベトナムにおける現状の概観」（ベトナム国立がん病院　ブー・スアン・ホイ氏）

ベトナムのがん患者の緩和ケアにおける放射線療法の役割、ベトナム国立がん病院における緩和的放射線治療の適用事例、ベトナムにおける緩和的放射線治療へのアクセスが説明された。また、放射線治療設備が限られた都市部にしかなく、既にがん患者の治療で埋まっている状況であることが説明された。

4.　国別報告

各国代表から、昨今の原子力行政や事業の進捗、及び放射線緩和治療の状況について報告がなされた。我が国からは、徳増審議官より、①原子力利用に関する基本的考え方、②原子力に関する研究開発・イノベーションの動向、③GX 実現に向けた基本方針、④医療用ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン、⑤原子力・科学分野における人材育成と確保の取り組みについて報告が行われた。

5.　FNCA 活動報告

玉田正男 FNCA 日本コーディネーターより、2023 年 6 月に開催された第 23 回コーディネーター会合結果の概要として、「2023 年度終了プロジェクト」、「新規プロジェクトの決定と評価」、「既存プロジェクトの評価と活動状況」について報告された。また、事務局よりコーディネーター会合と併せて開催された 2023 スタディ・パネルの結果概要として、次世代炉に関する 2 件の基調講演、ケーススタディでの発表と議論、参加者の反応等について報告された。さらに、前日（11 月 27 日）に開催された上級行政官会合を受け、FNCA25 周年記念行事（案）、ジェンダーバランス・ジェネレーションバランスに関する FNCA の取り組み、新規加盟国に向けた運営規定の改正が報告された。また、2024 年の会合スケジュールとして、2024 年 11 月もしくは 12 月に第 25 回大臣級会合が日本で開催される等の説明があった。

6.　共同コミュニケ

COVID-19 の世界的なパンデミックを経て、FNCA プロジェクト活動正常化への努力、放射線による緩和ケアを含むがん治療の促進、アジア地域における放射線腫瘍学の取り組みの推進、小型モジュール炉（SMR）を含む次世代炉に関する情報共有、ジェンダーバランス及び世代の多様性等を通じて、原子力科学・技術分野におけるジェンダー平等の達成を追求すること等を確認し、会合でのコメントを調整して、会合終了後の加盟国の確認後、文書が取りまとめられた。

7.　閉会セッション

共同議長の上坂委員長による会合における出席者の協力への謝辞、タワッチャイ・オンジュン TINT 所長による閉会の辞で会合は閉会した。

II 英文サマリー

The Cabinet Office and the Japan Atomic Energy Commission (JAEC) held the 24th FNCA Ministerial Level Meeting (MLM) on November 28, 2023, jointly hosted by the Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT). MLM has been held to give the ministers responsible for nuclear science and related fields from 12 FNCA member countries an opportunity to engage in policy discussions once a year with the aim of promoting regional cooperation related to the peaceful use of nuclear energy.

The main subject of this meeting was "Nuclear Science Contribution in Human Health and Medical Well-Being (& Rays of Hope)", with keynote speeches on "IAEA Rays of Hope Initiative: Increasing Access to Cancer Care through Nuclear Applications" by Dr. Najat Mokhtar, Deputy Director General, Department of Nuclear Science and Applications, and Dr. May Abdel-Wahab, Director of Division of Human Health, International Atomic Energy Agency (IAEA), and "Current Status of Radiopharmaceuticals Development in Thailand" by Dr. Kanokporn Boonsirichai, Manager of Nuclear Technology Development Centre, TINT, respectively.

Then, a round table discussion was held on the main subject of the meeting with lead speeches made by the representatives from Japan and Vietnam. Country reports were given on the nuclear energy policies, progress of the nuclear related activities and status of the domestic situation regarding palliative radiotherapy in the member countries.

The results of FNCA activities in 2023 and future plans were reported by Dr. Tamada Masao, FNCA Coordinator of Japan, and the Secretariat.

The meeting was concluded with the adoption of the Joint Communique, which addresses efforts to normalize the FNCA project activities, promote cancer treatment including palliative care with radiation, promote radiation oncology efforts in the Asian region, share information on next-generation reactors including small modular reactors (SMRs), and seek to achieve gender equality in nuclear science and technology through gender balance and generational diversity. and others.

(1) Opening

At the beginning of the meeting, Mr Permsuk Sutchaphiwat, Permanent Secretary, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation delivered an opening speech and Ms. Takaichi Sanae, the Minister of State for Science and Technology Policy, Japan, delivered remarks (read out by Dr. Uesaka Mitsuru, Chairperson of JAEC). In her remarks, she expressed her highest respect to the fact that FNCA activities have returned to the same level of activity as before following the worldwide COVID-19

pandemic, and noted a) FNCA has made outstanding achievements in all important areas of peaceful uses of nuclear energy since its establishment in 1999, b) Today's polity discussion including Nuclear Science Contribution in Human Health and Medical Well-Being (& Rays of Hope) should be reflected in FNCA project activities, of which results should also be disseminated to the local communities, c) The benefit of nuclear science and technology will be shared worldwide, in particular in Asian region, and concluded by d) Wish for the early and complete revival of the FNCA project activities, which have been stagnated due to the COVID-19 pandemic.

(2) Keynote Speeches

Dr. Najat Mokhtar, Deputy Director General, Department of Nuclear Sciences and Applications, International Atomic Energy Agency (IAEA) who is in charge of "Rays of Hope" and Dr May Abdel-Wahab, Director of Division of Human Health, IAEA gave the first speech. Then, Dr. Kanokporn Boonsirichai Manager of Nuclear Technology Development Centre, TINT followed.

1. Dr. Najat Mokhtar, Deputy Director General, Department of Nuclear Sciences and Applications, IAEA: "IAEA Rays of Hope Initiative: Increasing Access to Cancer Care through Nuclear Applications"

"Rays of Hope" Initiative is working to increase access to cancer treatment for people living in low-and middle-income countries where the treatment is most needed, and is also helping countries build or upgrade radiotherapy facilities by providing necessary equipment. The project was launched by the IAEA in February 2022 with the aim of reducing inequalities in cancer diagnosis and treatment between regions and countries around the world. The project aims to contribute to human resource development through the expansion of relevant education and training, and to develop infrastructure for advanced radiotherapy.

2. Dr. Kanokporn Boonsirichai, Manager of Nuclear Technology Development Centre, TINT: "Current Status of Radiopharmaceuticals Development in Thailand"

In Thailand, TINT provides radioisotopes and radiopharmaceuticals as a service to the medical and chemical sectors, and its equipment and facilities include a 2 MWt research reactor (TRR-1/M1) at TINT and a cyclotron at a hospital installation. In addition, a 30 MeV cyclotron is currently being built at TINT. TINT is not only a major supplier of Radioisotopes, but also conducts research and development of new radiopharmaceuticals.

(3) Round Table Discussion

Dr. Uesaka chaired the discussion, and Japan and Vietnam made lead speeches on the main topic of this meeting, "Nuclear Science Contribution in Human Health and Medical Well-Being (& Rays of Hope)" followed by Q&A sessions and discussions. The lead speeches are summarized as follows;

1) Dr. Wakatsuki Masaru, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST), Japan introduced the current status of palliative radiotherapy in Asian countries. He explained the purpose and effectiveness of palliative radiotherapy, explaining that low-and middle-income countries differ from those in high-income countries due to the limited number of radiotherapy facilities and access to hospitals.

2) Dr. VU Xuan Huy, Radiation Oncologist, Deputy Head of the Radiotherapy Department of Gastrointestinal and Genitourinary Cancers, Vietnam National Cancer Hospital (NCH), explained the role of radiation therapy in palliative care for cancer patients in Vietnam, the application of palliative radiation at the Vietnam National Cancer Hospital, and the access to palliative radiation therapy in Vietnam. He also explained how radiotherapy facilities are only available in limited urban areas and are already filled with cancer patients.

(4) Country Reports

The representatives from each country reported about progress of their recent nuclear energy policies and nuclear related activities, as well as status of the palliative radiotherapy. As for Japan, Mr. Tokumasu Shinji, Deputy Director General for Science, Technology and Innovation Policy, Cabinet Office of Japan (CAO) presented a report about a) basic policy for nuclear energy, b) current status of research, development and innovation on the nuclear energy, c) basic policy for green transformation (GX), d) action plan for promotion of production and utilization of medical radioisotopes, and e) human resource development.

(5) Reports for FNCA Activities

Dr. Tamada Masao, FNCA coordinator of Japan, reported on the overview of the 23rd Coordinators Meeting held in June 2023 and "mid-term evaluation and end-of-project in 2023", "determination and evaluation of new projects" and "evaluation of the on-going projects and the status of those project activities".

Then, the Secretariat reported 2 keynote speeches on the small modular reactors (SMRs) and presentations and discussions on the case studies from the FNCA member countries, as an outline of 2023 Study Panel (2023SP) which was held back-to-back the 23rd

Coordinators Meeting. The meeting participants' reactions and comments were also introduced.
Next, the Secretariat reported on the FNCA 25th Anniversary Commemorative Events (draft), FNCA's efforts on gender and generation balance, and the amendment to Terms of Reference (TOR) of the for new member countries, following the Senior Officials Meeting (SOM) held on the previous day (November 27).
Lastly, the Secretariat explained the schedule for the 2024 meeting, including the 25th Ministerial Level Meeting to be held in Japan in November or December 2024.

(6) Joint Communique

The meeting confirmed contents of Joint Communique, which include efforts to normalize FNCA project activities after the worldwide pandemic of COVID-19, promote cancer treatment including palliative care with radiation, promote radiation oncology efforts in the Asian region, share information on next generation reactors including small modular reactors (SMRs), and pursue the achievement of gender equality in nuclear science and technology through gender balance and generational diversity.
The communique was adopted after adjustments reflecting some comments.

(7) Closing

The meeting co-chair Dr. Uesaka Mitsuru thanked the participants for their cooperation at the meeting. Another co-chair, Dr Tawatchai ONJUN, Executive Director of TINT, concluded the meeting with his closing remarks.

III アジア原子力協力フォーラム（FNCA）の活動方針に関する共同声明

我々、FNCA加盟国であるオーストラリア連邦、バングラデシュ人民共和国、中華人民共和国、インドネシア共和国、日本、カザフスタン共和国、大韓民国、マレーシア、モンゴル国、フィリピン共和国、タイ王国及びベトナム社会主義共和国の代表は、

積極的な地域のパートナーシップを通じて、原子力技術の平和的で安全な利用を進め、地域の社会的・経済的発展を促進するとともに、加盟国の社会的・経済的充実につながる研究開発、知識と情報の共有及び能力の構築が、とりわけFNCAの主要な役割と活動目的であることを想起し、

原子力エネルギーには潜在的価値があり、エネルギーミックスに関する解決策や、温室効果ガスの排出削減及び/又は回避に寄与する可能性があることに注目し、

原子力科学技術分野及び放射線利用分野における必要な人材確保の重要性、ジェンダーバランス及びジェンダー平等を促進すること並びに若年層／多様な専門家等を惹きつけることを通じて知識を継承することの重要性を認識し、

大臣級会合での議論を通じて「人の健康と医療福祉における原子力科学の貢献」に関連する活動を展開させていくことの意義を共有し、

シンガポールがMLMにオブザーバー参加したことを歓迎し、FNCAが将来の加盟を希望する国に対して開かれた組織となることを期待し、

FNCAが来年、創立25周年を迎えることに鑑み、記念行事に加盟国が協力することを確認し、

持続可能な農業発展、食品安全、環境に配慮した工業開発、気候変動への影響軽減、自然生態系保護などの分野における放射線利用や関連するFNCAのプロジェクトの価値を認め、

2023年6月のコーディネーター会合（CDM）において新たに決定された気候変動対策プロジェクトの有用性及び、研究炉のパフォーマンス管理プログラム（PMP）の新たな提案プロジェクトの将来的な可能性を認識し、

新型コロナウイルスの世界的なパンデミックを経て、FNCAのプロジェクトが対面とオンラインを組み合わせたハイブリッド形式の活用を通して再開し、農業、工業、医療、分析及び環境においてFNCAの活動の進展を確認したこと高く評価し、

2023年6月のスタディ・パネル（SP）における「SMRを含む次世代炉の展望」に関する議論を通して再認識された、当該分野における加盟国間の連携強化の必要性を認め、

2024 年のスタディ・パネル（SP）のトピックが「医療用放射性同位元素（RI）の製造と需要」であることを確認し、

IAEAが2022年2月に発足した、放射線によるがん治療（全ての人のためのがん治療）の確立・拡大を支援する「Rays of Hope」の考えを共有し、FNCAと、IAEA、OECD／NEA、IFNEC等の原子力関連国際機関との連携の重要性を認識し、これらの機関との連携/協働の可能性を視野に入れることに合意し、

次のことに取り組むことを決定した。

1. 医療分野でのFNCAとIAEAの将来的連携

人獣共通感染症対策において、既存の事業に重複しない形で、IAEAがFAOやWHOを含む関連国際機関との調整を行うことを期待し、将来的にZODIACプロジェクトでのFNCAとIAEAとの協力の可能性を探求する。

また、FNCAの関連プロジェクトにより確立されるがん治療のプロトコルが、IAEA が立ち上げた「Rays of Hope」の枠組みにおいて十分に活用され得ることを期待し、「Rays of Hope」に関連したIAEAとFNCA との将来的な連携を模索する。

2. 放射線技術を用いたがん治療の促進

FNCAの放射線治療プロジェクトをより活性化を図るため、各加盟国の方針を踏まえ、アジア地域の緩和的治療を含むがんの放射線治療の促進、またはその活動の充実を図るとともに、プロジェクトリーダーの主導の下、アジア地域における放射線を利用したがん治療への取組を促進させる。

また、関連国際機関との革新的な放射線治療技術の進展や普及に向けた取組を強化し、継続する。

3. 環境保護及び気候変動対策における協力

近年の世界的な異常気象の多発に鑑み、加盟国に対し、環境保護、学術調査、及び気候変動対策に関する政策を補強し、これらの取組に向けた協力を継続して推進することを奨励する。原子力技術の利用及び研究開発は、当該努力において有用となる可能性がある。

4. SMRを含む次世代炉に関する情報共有

2023の年のスタディ・パネル（SP）での「SMR を含む次世代炉の展望」に関する議論に基づき、加盟国は関連する課題の情報交換を促進する。また、新しいタイプの原子炉の開発状況を加盟国間で共有するため、技術面、安全面、経済面に関する可能性と展望についての情報交換を重視する。

5. 研究成果の普及

加盟国に対して、放射線育種、放射線加工、研究炉利用、アイソトープ製造及び中性子放射化分析等に関するプロジェクトの成果を、加盟国の社会的・経済的な充実に、より効果的な貢献ができる商業化の可能性も考慮しつつ、最終ユーザーによる利用を促進することを奨励する。

6. 持続可能な農業の発展と食品安全、環境保護、医療と健康、及び原子力安全・セキュリティ文化

持続可能な農業の発展と食品安全、環境保護、医療、及び原子力安全・セキュリティ文化のための基盤開発に関連する原子力科学・技術、放射線利用の応用分野における活動を引き続き拡大する。実行に際し、既存の研究開発分野を促進するとともに、将来を見据え、加盟国が幅広く関心を持ち、持続可能な発展に寄与する研究開発の分野を先取りして採択する。

7. 原子力科学・技術分野と放射線利用における人材育成の協力

各加盟国の必要性や状況に応じ、組織的な人材交流や人材基盤の充実に関する取組について、対面のセミナーやワークショップ、ウェビナーやオンラインワークショップ等を開催し、情報交換を促進させる。FNCA のプロジェクト及び活動への参加、リーダーシップ及び代表の多様性は重要である。加盟国は、労働力におけるジェンダーバランス及び世代の多様性の促進等を通じて、原子力科学・技術分野におけるジェンダー平等の達成を追求

する。ジェンダーや年代など細分化されたデータを報告し実用に役立てる。

8. パブリック・コミュニケーション及び広報機能の拡大

加盟国及びアジア地域における原子力科学・技術に対する国民の信頼の構築に引き続き取り組む。また、FNCA のウェブサイトや加盟国で開催される公開講座等を通じた広報機能の拡大に努めるとともに、IAEA、OECD／NEA、IFNEC 等の関係国際機関との連携を強化する。

9. その他

1) FNCAへの新規参加への対応

今後、FNCAへの加盟を希望する国がある場合には、加盟国間での円滑な意思疎通を図るとともに、迅速な合意形成に努める。

2) FNCAの創立25周年に向けて

FNCA は 2024 年に創立 25 周年を迎える。節目の記念式典に向け、FNCA の活動に関する重要なプログラムや行事を加盟国は連携して準備する。

IV Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA)
Joint Communique on the New Direction of the FNCA

We, the heads of delegation of countries participating in the FNCA: the Commonwealth of Australia, the People's Republic of Bangladesh, the People's Republic of China, the Republic of Indonesia, Japan, the Republic of Kazakhstan, the Republic of Korea, Malaysia, Mongolia, the Republic of the Philippines, the Kingdom of Thailand and the Socialist Republic of Vietnam,

Recalling that the FNCA's objective is to promote social and economic development through active regional partnerships for the peaceful and safe utilization of nuclear technology, and that R&D, knowledge, information sharing, and capacity building are, inter alia, the main roles and activities of the FNCA, which will lead to social and economic well-being of the member countries,

Noting the potential value of nuclear energy, which can contribute to energy mix solutions, and to reducing and/or avoiding emissions of greenhouse gas,

Acknowledging the importance of securing required human resources in the nuclear science and technology field, and radiation utilization field and the importance of succession of knowledge, including through promoting gender balance and gender equity, as well as attracting younger generation/diverse professionals,

Sharing significance of developing activities related to "Contribution of nuclear science in human health and medical welfare," through discussions at the MLM,

Welcoming Singapore's participation in the MLM as an observer, hoping FNCA will become a forum open to those who wish to join,

Taking into account that FNCA will mark the 25th anniversary of its founding, confirming that member countries will collaborate on commemorative events,

Recognizing value of radiation use and related FNCA projects in areas such as sustainable agricultural development, food safety, eco-friendly industrial development, mitigation of the effects of climate change, and conservation of natural ecosystems,

Noting usefulness of the newly decided project at CDM in June, 2023, on tackling climate change, and potential future availability of newly proposed project on performance management program (PMP) of research reactors,

Highly appreciating the fact that after the worldwide COVID-19 pandemic, FNCA projects have been reactivated through hybrid meetings applying in-person and online methods, confirming progress of FNCA activities in agriculture, industry, medicine, analysis and environment,

Noting the need for reinforcing cooperation among the member countries in the related field, acknowledged through the discussion on "Outlook on next generation reactors including SMR" at June 2023 Study Panel,

Confirming that the topic for the 2024 Study Panel is "Production and demand of medical radioisotope",

Sharing the idea of the initiative "Rays of Hope" launched by IAEA in February 2022 to support establishing and expanding cancer therapy by radiation (cancer care for all), and recognizing the importance of cooperation between FNCA and nuclear-related international organizations such as IAEA, OECD/NEA and IFNEC, having agreed to put in perspective potential cooperation/collaboration with such bodies,

Have decided to work towards:

1. Future cooperation between the FNCA and the IAEA in the area of human health

Anticipating that the IAEA will make necessary coordination with the relevant international organizations including the WHO and FAO without duplicating existing mandates in combating zoonotic diseases, explore possible collaboration between the FNCA and the IAEA on the ZODIAC project in the future,

Seek future cooperation between the IAEA and the FNCA on "Rays of Hope" project, expecting that protocols for cancer treatment to be established by the relevant project of FNCA could be put to full use in the "Rays of Hope" framework.

2. Promotion of cancer treatments with radiation technology

Based on each member country's policy to facilitate cancer treatment including palliative cares in Asia, or enhancing such activities, promote effort for radiation oncology in Asian region under leadership of project leaders, in order to further activate FNCA's radiation oncology project.

Enhance and continue initiatives to advance and disseminate innovative radiation therapy technology with related international organizations.

3. Cooperate in addressing issues of environmental protection and countermeasures to climate change

In view of frequent occurrence of extreme weather worldwide in recent years, encourage the member countries to reinforce their policies on environmental protection, scientific investigation and measures against climate change, and to continuously promote cooperation toward the issues.
The use of the nuclear technology and research development can be helpful in this effort.

4. Share information on next generation reactors including SMR

In accordance with the discussion on "The Outlook of Next Generation Reactor including SMR, at the 2023 Study Panel, promote information exchange with related issues, and in order to share development status on new type reactors among member countries, put importance on information exchange about potentialities and outlook on technical, safety, and economic aspects.

5. Spread of the R&D results

Encourage the member countries to facilitate uses of the outcomes of projects on mutation breeding, radiation processing, research reactor utilization, isotope production and neutron activation analysis and so on, by end-users, taking into account the possibility of their commercialization, which can more effectively contribute to the member countries' socio-economic well-being,

6. Sustainable agriculture development and food safety, environmental protection, medical care and human health, nuclear safety and security culture

Continue to expand our activities in the application fields of nuclear science and technology and radiation utilization related to the development of sustainable agriculture and food safety, environmental protection, medicine, and the development of infrastructure for nuclear safety and conservation culture. In doing so, we will promote existing research and development fields, and with an eye to the future, proactively adopt research and development fields that are of broad interest to member countries and that contribute to sustainable development.

7. Cooperation in Human Resource Development (HRD) of the nuclear science and technology field, and radiation use

Depending on the needs and circumstances of each member country, we will hold face-to-face seminars and workshops, as well as webinars and online workshops, on initiatives related to systematic personnel exchange and enhancement of human resources infrastructure, so that we can promote information exchange. Diversity in participation, leadership and representation in FNCA projects and activities is important. We will seek to achieve gender equality in the nuclear science and technology field, including through promoting gender balance and age diversity in the workforces. We will report disaggregated data, including by gender and age, to assist our implementation.

8. Expanding public communication and public relations functions

Continuously work on building up public trust on nuclear science and technology in the member countries and the Asian region, and endeavor to expand public relations functions through FNCA website and open lectures held in the member states, and enhance cooperation with relevant international organizations such as IAEA, OECD/NEA and IFNEC,

9. Other items

1) Response to new participation in FNCA

In the future, if any countries wish to join the FNCA, we will ensure smooth communication between member countries and make effort to promptly build consensus.

2) Towards FNCA's 25th anniversary

FNCA will celebrate its 25th anniversary in 2024. In preparation for the milestone jubilee, we will prepare significant programs and events related to FNCA's activities in cooperation among member countries.

V 第 24 回大臣級会合プログラム

日時：2023 年 11 月 28 日（火）
場所：タイ、バンコク（ハイブリッド形式）
主催：内閣府原子力委員会
共催：タイ原子力技術研究所（TINT）
使用言語：英語

09:00～09:40	セッション 1：開会セッション　【プレス公開】 ・　開会宣言、歓迎挨拶 タイ王国代表（ペルムスーク・スッチャピワート　高等教育・科学・研究イノベーション省事務次官） 日本代表（高市早苗内閣府特命担当大臣（科学技術政策））※上坂原子力委員会委員長による代読 ・　参加者自己紹介 ・　アジェンダの採択 ・　集合写真
09:40～10:30	セッション 2：基調講演及び関連質問 基調講演 1：講演者：ナジャット・モクタール （国際原子力機関（IAEA）事務次長、原子力科学・応用局局長） メイ・アブデル・ワハブ （IAEA 原子力科学・応用局ヒューマンヘルス部部長） 基調講演 2：講演者：カノクポーン・ブーンシリチャイ （TINT 原子力技術研究開発センター長）
10:30～10:50	休憩
10:50～12:00	セッション 3：円卓会議「人の健康と医療福祉における原子力科学の貢献（Rays of Hope を含む）」 リードスピーカー （1）若月優（量子科学技術研究開発機構） （2）ブー・スワン・ホイ（ベトナム国立がん病院） 議論

12:00～13:00　昼食
13:00～14:10　セッション 4：国別状況報告 I

14:10～15:20　セッション 5：国別状況報告Ⅱ

15:20～15:40　休憩

15:40～16:10　セッション 6：FNCA 活動報告及び議論

- 第 23 回コーディネーター会合：プロジェクトの活動状況
  （玉田正男 FNCA 日本コーディネーター）
- 2023 スタディ・パネル（SP2023）
- 前日の上級行政官会合の報告
- 2024 年の会合スケジュール
  a. 第 24 回コーディネーター会合
  b. 2024 年スタディ・パネル（SP2024）
  c. 上級行政官会合
  d. 第 25 回大臣級会合

16:10～16:30　セッション 7：ジョイント・コミュニケに関する議論

16:30～16:40　セッション 8：閉会セッション

閉会挨拶（タワッチャイ・オンジュン TINT 所長）

VI 第 24 回大臣級会合参加者リスト

オーストラリア
Mr. Alan Brindell（アラン・ブリンデル）
オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）
協力業務部長

Ms. Natascha Spark（ナタスチャ・スパーク）
オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)
国際関係シニアオフィサー

Ms. Pippa Ainley（ピッパ・アインリー）
オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）
国際関係シニアアドバイザー
FNCA オーストラリアコーディネーター

バングラデシュ
Prof. Ashoke Kumar Paul（アショク・クマル・パウル）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
委員長

中国
Mr. HUANG Ping（ファン・ピン）
中国国家原子能機構（CAEA）
国際協力部
副部長
FNCA 中国コーディネーター

Mr. TAN Julong（タン・ジュンロン）
中国国家原子能機構（CAEA）
シニアエンジニア

Dr. XU Xiuaoting（シュウ・シャオティン）
蘇州大学付属第一病院
放射線治療部

副部長

インドネシア
Dr. Mego PINANDITO（メゴ・ピナンディト）
国立研究革新庁（BRIN）
開発政策担当
副長官

Mr. Totti Tjiptosumirat（トッティ・ジプロスミラット）
国立研究革新庁（BRIN）
インドネシア国際原子力機関
事務局長
FNCA インドネシアコーディネーター

カザフスタン
Mr. Mursalova Gulmira（グルミラ・ムサノバ）
カザフスタンエネルギー省
原子力・産業局
副局長

Mr. Sergey Berezin（セルゲイ・ベレジン）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
副総裁

韓国
Mr. Sunhak CHO（チョ・ソンハク）
韓国科学技術情報通信部（MSIT）
研究開発政策室
巨大公共研究政策官

Ms. Doyeon LEE（イ・ドヨン）
韓国科学技術情報通信部（MSIT）
研究開発政策室　巨大公共研究協力課
事務官

Mr. Cheonkyeong PARK（パク・チョンギョン）

韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
国際協力室
室長

Ms. Jieun LEE（イ・ジウン）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
国際協力室
研究員

マレーシア
Dr. Rosli Bin Darmawan（ロスリ・ビン・ダルマワン）
マレーシア原子力庁（Nuclear Malaysia）
長官

Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin（ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン）
マレーシア原子力庁
副長官（R&D プログラム）
FNCA マレーシアコーディネーター

モンゴル
Mr. Manlaijav GUNAAJAV（マンライジャフ･ガンアジャフ）
モンゴル原子力委員会（NEC）
セクレタリー、事務局長

Mr. Chadraabal MAVAG（チャドラーバル･マヴァグ）
モンゴル原子力委員会（NEC）事務局
原子力技術部長
FNCA モンゴルコーディネーター

フィリピン
Dr. Renato Umali Solidum, Jr.（レナート･ウマリ･ソリダム・ジュニア）
フィリピン科学技術省（DOST）
大臣

Dr. Lucille V. ABAD（ルシル･V･アバッド）

フィリピン原子力研究所（PNRI）
原子力研究部 部長
FNCA フィリピンコーディネーター

タイ
Mr. Permsuk Sujjaphiwat（ペルムスーク・スッチャピワート）
高等教育・科学・研究イノベーション省
事務次官

Dr. Thawatchai ONJUN（タワチャイ・オンジュン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
所長

Ms. Kanchalika DECHATES（カンチャリカ・デチャテス）
タイ原子力技術研究所（TINT）
管理部長
FNCA タイコーディネーター

Dr. Kanokporn Boonsirichai（カノクポーン・ブーンシリチャイ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力技術研究開発センター
マネージャー

Dr. Somsak Dangtip（ソムサク・ダングティプ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
先進工学・原子力技術センター
マネージャー

Ms. Napatsorn Varatornsinchai（ナパトソム・ヴァラトムシンチャイ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
総務部長

Dr. Kanokrat Tiyapun（カノクラット・ティヤプン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
FNCA 研究炉利用プロジェクトリーダー

Ms. Chatchawan Mansaithong （チャチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力担当者

Ms. Chotika Dararatana（チョティカ・ダララタナ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Dr. Yaowalak Chansilpa（ヤワラ・チャンシルパ）
マヒドン大学医学部シリラジ病院
FNCA 放射線治療プロジェクトリーダー

Mr. Apichart Noenplab（アピチャート・ノエンプラブ）
米作局
FNCA 放射線育種プロジェクトリーダー

Ms .Malinee Janwan（マリニ・ジャンワン）
米作局

Ms. Harinate Mungpayaban（ハリネート･ムングパヤバン）
タイ原子力庁（OAP）
安全規制技術支援局
FNCA 核セキュリティプロジェクトリーダー

Ms. Areerak Rueanngoen（アリラク・ルエアンゴエン）
タイ原子力庁（OAP）
原子力科学者

ベトナム
Dr. TRAN Chi Thanh（チャン・チ・タン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
所長

Dr. TRAN Ngoc Toan（チャンゴック・トアン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
副所長

FNCA ベトナムコーディネーター

Dr. VU Xuan Huy （ブー・スアン・ホイ）
ベトナム国立がん病院（NCH）
消化器がん放射線治療部門
副部長／放射線腫瘍医

国際機関
Dr. Najat MOKHTAR（ナジャト・モクタール）
国際原子力機関（IAEA）
事務次長兼原子力科学・応用局長

Dr. May ABDEL-WAHAB（メイ・アブデル・ワハブ）
国際原子力機関（IAEA）
原子力科学・応用局
ヒューマンヘルス部
部長

シンガポール
Mr. Wong Kang Jet（ウォン・ガンジェット）
シンガポール共和国環境庁（NEA）
長官

Ms. ANG Zuo Jin（アン・ジュオ・ジン）
シンガポール共和国持続可能性・環境省
エネルギー・気候政策部
シニア・アシスタント・ディレクター

Mr. Daryl Alphonsus Gomes（ダリル・アルフォンサス・ゴメス）
シンガポール共和国環境庁（NEA）
国際協力副部長

Mr. Calvin Hoo Tian Ern（ケルビン・フ・ティアン・アーン）
シンガポール共和国環境庁（NEA）
エンジニア

日本
若月　優
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
QST 病院　治療診断部
部長

玉田　正男
FNCA 日本コーディネーター

和田　智明
FNCA 日本アドバイザー

河原　卓
文部科学省
研究開発局
企画官（原子力国際協力担当）

小畠　亨司
文部科学省
研究開発局
環境エネルギー課核融合開発室室長補佐（併）研究開発戦略官付（核融合・原子力国際担当）（併）研究開発局企画課
室長補佐

熊谷　耕一
文部科学省
研究開発局
研究開発戦略官（核融合・原子力国際担当）付
調査員

中原　里紗
文部科学省
研究開発局
研究開発戦略官（核融合・原子力国際担当）付
行政調査員

南　健太郎
外務省
国際原子力協力室
室長

林田　明子
外務省
国際原子力協力室
課長補佐

上坂　充
原子力委員会委員長

岡田　往子
原子力委員会委員

徳増　伸二
内閣府
原子力政策担当室
科学技術・イノベーション推進事務局
審議官

山田　哲也
内閣府
原子力政策担当室
科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官

佐久間　晃
内閣府
原子力政策担当室
科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付
参事官補佐

棚田　瑞枝
内閣府

原子力政策担当室
科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付
政策企画調査官

山田　勝己
内閣府
原子力政策担当室
科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付
政策企画調査官

Ⅶ 挨拶

VII-1 開会宣言・歓迎挨拶

ペルムスーク・スッチャピワート
タイ高等教育・科学・研究・イノベーション大臣

各国大臣並びに親愛なる参加者の皆様、

おはようございます、そして、タイへようこそ。

何よりもまず、タイを信頼していただき、この地で第24回FNCA大臣級会合を主催させていただきましたことにつきまして、大変光栄であり心より感謝申し上げます。主催国としてのこの名誉ある役割におきまして、タイは皆様のご支援とご協力の下で、今回の議事及び協議から本会合の素晴らしい結論を導き出すことに全力を尽くす所存です。

原子力科学技術の平和利用は、今ここにいるアジア太平洋の12ヵ国を代表する私たち全員を含め、多くの国々の発展にとって不可欠です。この技術を適切に利用することで、私たちが考えつくよりもさらに多くの方法で人々を助けることのできる、計り知れないメリットがもたらされます。いくつか例を挙げると、貧困や飢餓の削減、エネルギー供給の改善、気候変動への対応、水資源の管理、そして最後になりましたが重要なこととして人々の健康の増進です。世界の一部の地域において軍事衝突が続いている中で、原子力科学技術の平和利用の重要性を強調することが、かつてないほど重要になっていると私は確信しています。私が皆様に確信を持って言えることは、タイはFNCAだけにとどまらず、原子力エネルギーの平和利用に向けた努力を前進させ促進する全ての人々も心から支持するということです。

参加者の皆様、

この大臣級会合は、しばしば数々の問題についての議論を課せられる、ハイレベルな戦略的会合の役割を果たします。上級幹部の皆様には、研究開発に関する政策はもとより原子力技術の応用についても議論して、12のFNCA加盟国の間での協力を促進するチャンスがあるでしょう。また会合の中では、「人間の健康と医療の健全性（及びRays of Hope）における原子力科学の貢献」というトピックに焦点を当てた討論会も行われる予定です。

ある方々は来年に向けたFNCAの日常的活動に取り組むことになり、別の方々は自分たちの業務の技術的側面の強化を目指し、そのほかの皆様はFNCAの運営方法に関する将来の方向性について影響すら及ぼすかもしれません。私たちは様々な見解を聞くことになります。その中には共通の見解もあれば、異なる見解もあるでしょう。しかし私はそれらを障害とは見なさず、私たちの「フォーラム」の精神を例示し、バランスの取れた合意に基

づく結果への到達に向けてそれぞれの外交手腕を発揮する大きな機会と見なしています。私たちのコミュニティの大義のためにご自分の時間を犠牲にしてこの会合に参加してくださっていることに、各国代表としての皆様全員に私から賛辞を贈らせていただきます。私は、皆様全員と緊密に協力して、この会合が成功裏に終わることを期待しています。

会合中はお忙しくなると思いますが、皆様には、少しお時間を見つけて屋上からチャオプラヤー川の全景を楽しんでいただくことをお勧めします。というのも、それが今回このホテルが選ばれた理由の1つだからです。昨日（11月27日）は、国民的祝祭である「ロイクラトン祭り」の日でしたので慌ただしい1日でしたが、今日（11月28日）と明日（11月29日）は景色を楽しんでいただく絶好の機会となるでしょう。

もし皆様が長い会合の日を終えた後もまだ元気旺盛で、バンコクを探険してみたいご気分でしたら、私たちスタッフや皆様のタイの同僚が喜んで、皆様がご興味を持ちそうな場所やアクティビティをお勧めします。

改めまして、第24回FNCA大臣級会合の主催国である私たちを支えてくださり、どうもありがとうございます。

皆様全員がタイでの滞在を楽しまれますことを願っております。

タイへようこそ。

VII-2 日本代表挨拶

高市早苗
内閣府特命担当大臣（科学技術政策）

本日ご出席の皆様、

第 24 回 FNCA 大臣級会合に参加される 12 ヵ国と、オブザーバー参加のシンガポールの代表の方々。皆様を心より歓迎いたします。

世界的なコロナパンデミックを経て、FNCA の活動が以前と同じような活発さを取り戻していることは喜ばしい限りです。FNCA 加盟国代表の方々はそれぞれの機関の活動の発展にご尽力なさっており、そのリーダーシップに深く敬意を表します。

FNCA は、加盟国間におけるイコールパートナーシップのもと、原子力科学・技術の平和的で安全な利用の推進に貢献するための協力枠組みとして、1999 年に発足し、第 1 回の大臣級会合が 2000 年に、ここバンコクで開催されました。FNCA は本年で 24 年目を迎えます。

その間、農業、医療、工業、環境等の分野において、原子力科学・技術の利用が促進されていることは注目に値します。これらの分野における FNCA の活動は、非常に有益であり、とりわけ、共同プロジェクト活動を通じて得られた研究成果は、実際にアジア地域の持続的発展に貢献しています。

本日の円卓会議テーマは、「人間の健康と医療福祉における原子力科学の貢献」です。この議論を経て、今後、放射線治療に対する意識が更に高まり、関連プロジェクトの活動の成果が幅広く社会に普及することを期待します。併せて、IAEA のプロジェクト「Rays of Hope」に関連した連携の可能性にも期待するところです。

また、昨今は、国際社会が 1 つになって解決しなければならない課題として、地球温暖化の抑制と、カーボンニュートラル社会の早期実現が挙げられています。それぞれの国で事情は異なるものの、エネルギー源が多様化する中、原子力の役割と責任がますます重要性を増すものと考えます。FNCA の活動が、今後、この重要な課題についても解決の一助となることを希望します。

FNCA の共同プロジェクト活動は、各国のコーディネーターとプロジェクトリーダーの強いリーダーシップの下、着実な進歩を重ねていると伺っています。皆様の活動がいかに意義深いものであるかを再確認する次第です。また、FNCA が、新しい多様な人材が幅広く活躍できる場となる可能性を秘めているのではないかと期待しております。

最後になりましたが、世界的に困難な状況が散見される現在においても、皆様の健康と安

全、福祉が継続されることを願っています。併せて、全ての加盟国の強いコミットメントを通じて、原子力科学・技術の恩恵が、世界、とりわけアジアを中心とした地域で幅広く共有されることを祈念して、結びと致します。ご清聴ありがとうございました。

第 3 章

2023 上級行政官会合

Ⅰ 2023 上級行政官会合概要

2023 上級行政官会合（SOM）が 2023 年 7 月 19 日（火）に内閣府主催で開催され、FNCA 加盟 11 ヵ国が参加した。本会合は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）拡大を理由に世界的に渡航制限が行われていることから、昨年度に続きオンライン形式で行った。SOM は FNCA 参加国の原子力科学担当省庁・機関の局長級が出席し、FNCA の最上位会合である大臣級会合（2023 年 11 月 28 日開催）の予備的議論を行う場として位置付けられている。

会合では FNCA 加盟 11 ヵ国（オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、日本、韓国、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナム）の代表により、本年度の第 24 回大臣級会合における円卓討議の議題及びスタディ・パネルのテーマの決定、FNCA 活動や機能に対する評価及び本年度の FNCA 賞綬章の有無等について討議が行われた。また、第 24 回大臣級会合について、ホスト国であるタイより会合日程、開催場所等の関連情報が紹介された。

会合の結果概要は以下の通りである。

1. 開会

本会合議長である徳増伸二内閣府科学技術・イノベーション推進事務局審議官の開会宣言により開会し、本会合のプログラム（案）が採択された。

2. 第 23 回大臣級会合評価と第 24 回大臣級会合

（1）第 23 回大臣級会合の評価

第 23 回大臣級会合（MLM2022）は、2022 年 10 月 31 日にモンゴル（ハイブリッド形式）で開催され、円卓会議のトピック「アジア地域での放射線がん治療の拡大」、基調講演等について、評価ポイント「アジェンダ」、「成果」、「進行」及び「円卓会議」でサーベイした結果、いずれの評価も前回同様に良い結果であったことが報告された。

（2）第 24 回大臣級会合開催形式について

2023 年大臣級会合のホスト国のタイより、以下の会合概要が示され了承された。

・開催日時　（本会合）2023 年 11 月 28 日（火）10:00-17:00（現地時間）
・開催場所　Sukosol Bangkok Hotel（タイ、バンコク市内）
・開催方式　ハイブリッド形式

（3）第 24 回大臣級会合円卓会議トピックについて

事務局より、MLM2023 の円卓会議のトピックについて、各国のサーベイの集計結果の

発表があり、各国から述べられた意見を踏まえ、多数決を取った結果以、下のトピックに決定した。

「Nuclear Science Contribution in human health and medical well-being (&Rays of Hope)」

3. 2023 スタディ・パネル（SP2023）評価と 2024 スタディ・パネル（SP2024）

（1）2023 スタディ・パネル（SP2023）評価

2023 年 6 月にオンライン形式で開催され、トピック「SMR を含む次世代原子炉の展望」に関する討議が行われた。基調講演、各国からの社会的要請に係るケーススタディ等について、サーベイした結果、高い評価結果であったことが報告された。さらに、議論の深化のため、同トピックでの継続討議の要請が参加者から多く出されたとの報告もあった。

（2）2024 スタディ・パネル（SP2024）のトピック

事務局より、スタディ・パネルのトピックについて、各国のサーベイの集計結果の発表を行い、各国からの意見を踏まえ、多数決を取った結果、「The production of radioisotope for medical use and demand」に決定された。

4. FNCA の活動と機能評価

FNCA の活動と評価機能について、サーベイした結果、全体として FNCA の基本的方針に沿った活動が続けられており、実施中の 7 プロジェクトの活動については、全加盟国から強いサポートが得られている。機能に関しては、研究開発促進の補完機能、人材育成の補完機能、組織との情報交換や治験の共有に役立っているとの高い評価結果が報告された。2023 年度末に最終評価時期を迎えるプロジェクトの評価と、2024 年度以降に立ちあげる新規プロジェクトの募集のスケジュールについて、関係者で情報共有した。その他一般事項として、第 24 回コーディネーター会合（2023 年 6 月 21 日開催）で国際原子力機関（IAEA）／原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）から提案のあった協力申し出に対し、加盟国の意見聴取を行った。国際機関との協力強化について、加盟国にアンケートを送付し、意見を確認することで合意した。

5. FNCA 賞実施の有無について

事務局より、FNCA 賞の実施の有無について、サーベイ集計の報告がなされた。FNCA 賞を再開すること、大臣級会合で表彰することの説明があり、2024 年の大臣級会合で表彰することが合意された。

6. 成果文書について

事務局が作成した会合成果文書「Outcomes of 2023 SOM（Draft）」が読み上げられ、本文書は会合後、各参加者からのコメントを調整後、最終版としてまとめられた。

徳増議長による閉会宣言を以て本会合は閉会した。

II Outcomes of the FNCA SOM 2023

1. Overview

The FNCA SOM 2023 was held on 19 June 2023 by remote conferencing, in which the summary and key findings of the Survey on Preparation for 2023 SOM were shared, and the following points were discussed and agreed.

2. Review of MLM 2023

MLM 2022 was reviewed and appreciated in the three aspects i.e. Agenda, Outcomes and Conduct.

Two keynote speeches were favourably received.

Topic for the Roundtable Discussion was "Enhancing Radiation Cancer Therapy in Asian Region". Three lead speeches were presented making the subsequent discussions very active.

3. Preparation of MLM2023

1) Schedule, Venue and the meeting mode

- Meeting schedule: 28 November, 2023, 10:00～
- Venue: Sukosol Bangkok Hotel
- Meeting mode: hybrid meeting

2) The topic of the Round Table Discussion of the MLM 2023

"Nuclear science contribution in human health and medical well-being (& Rays of Hope)"

4. Review of SP2023

The meeting was actively developed under the topic "Outlook on Next Generation Reactors including SMRs". Major comments include; the meeting was very informative and provided a precious occasion for MCs to learn the current situation concerning the topic. It was also noted that there were many voices from the participants for requesting continuation of this topic to deepen discussions.

5. Preparation for SP2024

1) Schedule, venue and meeting mode

- Meeting schedule: February, 2024 (tentative)

● Meeting mode: hybrid meeting

6. Review of FNCA general functions and activities

The survey indicated that all the activities are in conformity with the FNCA policy. Support from the 12 MCs remains strong each project. MCs acknowledge the important roles and functions of FNCA in particular in information exchange (network formulation), technology and knowledge sharing, as well as advancing R&D projects, and HRD or improvement of training.

7. New project proposal schedule and other general matter

In order to prepare for the 24th CDM (temporarily planned to be held in February 2024), schedules for inviting, submitting, implementing Ex-ante Evaluation, and summarizing the evaluation result, all regarding the new project proposals were shared. Schedule for final evaluation on some projects was shared. In the meantime, views were exchanged on strengthening of cooperation with international organizations including RCA/ The Secretariat will send Questionnaire to Member Countries to collect further views and opinions on the issue and consider the results for further reference.

8. FNCA Award

FNCA Award will be resumed. The implementing schedule was proposed and agreed that the next award presentation will take place in 25th MLM (2024).

Ⅲ アジア原子力協力フォーラム（FNCA）2023 上級行政官会合

プログラム

日時：2023 年 7 月 19 日（水）13:30～16:30

場所：オンライン会合（日本会場：中央合同庁舎 8 号館 5 階共用 A 会議室）

主催：内閣府原子力委員会

会合議長：徳増伸二

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局審議官

使用言語：英語

13:30 - 13:45　セッション 1：開会セッション

- 開会の辞
- 出席者自己紹介
- アジェンダ案採択

13:45 - 14:30　セッション 2：大臣級会合準備

- 2022 年度大臣級会合レビュー
- 2023 年度大臣級会合準備
  日程、ホスト国、他
  円卓会議トピックの協議と決定

14:30 - 15:15　セッション 3：2022 スタディ・パネル（SP）

- SP2023 のレビュー
- SP2024 に関して

15:15 - 15:30　休憩

15:30 - 16:00　セッション 4：FNCA 機能と活動全般のレビュー

- FNCA 活動のレビュー
- プロジェクト評価
- その他

16:00 - 16:10　セッション 5：FNCA 賞

16:10 - 16:25　セッション 6：成果文書確認

16:25 - 16:30　セッション 7：閉会の辞

Ⅳ 2023 上級行政官会合参加者リスト

オーストラリア
Ms. Natascha Spark（ナタスチャ・スパーク）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
国際業務シニアマネージャー

Ms. Pippa Ainley（ピッパ・アインリー）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
国際協力プログラムアドバイザー

バングラデシュ
Prof. Dr. Ashoke Kumar PAUL（アショク・クマル・パウル）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
委員長

中国
Mr. LONG Maoxiong（ロン･マオション）
中国核能行業協会（CNEA）副事務局長

インドネシア
Mr. Totti TJIPTOSUMIRAT（トッティ・ジプロスミラット）
インドネシア国立研究革新庁（BRIN）
原子力研究機関
IAEA、RCA、FNCA 連絡調整官

Dr. Muhammad Abdul Kholiq（ムハンマッド・アブドル・コリク）
インドネシア国立研究革新庁（BRIN）
環境・海洋・天然資源・原子力政策部長

カザフスタン
Prof. Erlan Batyrbekov（エルラン･バティルベコフ）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
総裁

韓国
Ms. Jieun Lee（イ・ジウン）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
研究員

モンゴル
Mr. Chadraabal MAVAG（チャドラーバル･マヴァグ）
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力技術部 部長

フィリピン
Dr. Lucille V. ABAD（ルシル･V・アバッド）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
原子力研究ディビジョン長

タイ
Assoc. Prof. Thawatchai Onjun（タワッチャイ・オンジュン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
所長

Ms. Napatsorn Varatornsinchai（ナパトソム・ヴァラトムシンチャイ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
総務部長

Ms. Chatchawan Mansaithong（チャッチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力員

ベトナム
Dr. Tran Ngoc Toan（チャン･ゴック･トアン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
副所長

Ms. Tran Ngoc Hoan（チャン･ゴック･ホアン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
国際協力部職員

Ms. Pham Thanh Huong（ファン・タン・フォン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
国際協力部職員

日本

徳増　伸二	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局審議官
進藤　和澄	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官
山田　哲也	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官
笹川　綾香	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付参事官補佐
佐久間　晃	内閣府原子力政策担当室イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付参事官補佐
棚田　瑞枝	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官
山田　勝己	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官
江川　弘和	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官
深野　桂子	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付上席政策調査員
佐藤　政文	文部科学省研究開発局原子力課廃炉技術開発企画官
奥山　千香子	文部科学省研究開発局（核融合･原子力国際協力担当）付係長
小畠　享司	文部科学省研究開発局 環境エネルギー課核融合開発室（併）研究開発戦略官付（核融合・原子力国際協力担当）付（併）研究開発局企画課室長補佐
中原　里紗	文部科学省研究開発局 研究開発戦略官（核融合･原子力国際協力担当）付行政調査員

熊谷　耕一　　文部科学省研究開発局 研究開発戦略官（核融合･原子力国際協力担当）付調査員

玉田　正男　　FNCA 日本コーディネーター

和田　智明　　FNCA 日本アドバイザー

第 4 章 ①

第 23 回コーディネーター会合

I 第 23 回コーディネーター会合概要

第 23 回 FNCA コーディネーター会合が、2023 年 6 月 21 日（水）、内閣府・原子力委員会の主催、文部科学省の共催により東京で開催された。FNCA 日本コーディネーターである玉田正男氏が会合議長を務めた。

会合には FNCA 参加 12 ヵ国及び IAEA/RCA 地域オフィスから代表が出席し、2022 年度の FNCA プロジェクトにおける活動の総括、また、本年度及び今後の活動予定について議論が行われた。

会合における 9 セッションの結果概要については以下の通りである。

1. 開会セッション

前回の当該会合以降、バングラデシュ及びマレーシアのコーディネーターが交替されたことから、日本の和田智明前コーディネーター及び玉田正男新コーディネーター、バングラデシュのシャミン・モムタズ・フェルドウシ・ベグム氏、マレーシアのムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン氏よりそれぞれ自己紹介が行われた。続いて玉田 FNCA 日本コーディネーターの開会宣言に続き、会合プログラム（案）が採択された。

2. セッション 2：2022 年度第 23 回大臣級会合の報告

2022 年 10 月 31 日に開催された第 23 回大臣級会合の概要が報告された。

円卓会合のトピック「アジア地域における放射線治療によるがん治療の強化」に基づき、基調講演では国際原子力機関（IAEA）のフア・リウ氏による「がん治療における格差について」、及びモンゴル国立がんセンターのウランチメグ・ツェグメド氏による「モンゴルにおける LINAC に基づく新技術の開発」の報告及び質疑応答が行われた。その後、円卓会議として、放射線治療プロジェクトより実施状況の報告と議論が行われた。

3. セッション 3-1：放射線利用開発分野プロジェクト（産業・環境利用）活動成果報告

(1) 放射線育種プロジェクト

本プロジェクトは、気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種を主題としている。参加国においては、特に高収量、早生、高品質、様々な生物・非生物ストレス耐性に着目した新品種の開発を試みている。新たにコメ 10 品種及びダイズ 5 品種が発表されたこと、新品種が経済効果や持続可能な農業に貢献することを期待していること等が報告された。高度な／潜在的な突然変異系統の農業形質を検証するため圃場試験を継続すると共に、突然変異品種の利用を拡大し、さらなる影響を生み出す。

(2) 放射線加工・高分子改質プロジェクト

本プロジェクトは、放射線加工と高分子改質の農業、医療及び環境への応用を主題と

しており、①放射線分解したキトサンの動物飼料用応用、②ハイドロゲルの医療応用、③環境修復、④植物生長促進剤（PGP）、超吸水材（SWA）及びバイオ肥料（BF）の相乗効果、⑤PGP、SWA（プロセス開発を含む）、⑥ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種、⑦放射線による滅菌及び浄化、⑧リサイクルプラスチックの8テーマを課題として活動が行われた。2022年度ワークショップでは研究成果及び情報共有が行われ、基本的な調査研究及び社会実装に関する問題解決に関する議論が行われた。

(3) 食品産地偽装防止プロジェクト

本プロジェクトは、食品産地偽装におけるトレーサビリティの課題を軽減するため、FNCA加盟国間における情報共有、知見の移転及び科学的能力の向上、fingerprintデータベースや技術プラットフォームの構築を目的にしている。準備期間2年目である令和5年度は、協力者等の選択、分析する食品アイテムの選択及び分析体系の確立を目指す。

4. セッション 3-2：放射線利用開発分野プロジェクト（放射線の健康利用）活動成果報告

(1) 放射線治療プロジェクト

本プロジェクトは、アジア地域で罹患率の高い3つのがん（子宮頸がん、上咽頭がん、乳がん）について共同臨床試験を実施し、アジア人の体格、経済事情を考慮したプロトコール（標準治療手順）確立を目的としている。現フェーズではこれら3種類のがんに対する臨床試験を継続実施し、良好な治療結果が得られた。この結果に基づき、FNCA加盟国において前述の3つのがんに関する標準治療プロトコールが確立された。さら子宮頸がんの品質保証（QA）／品質管理（QC）の監査が行われた結果、加盟国における放射線治療の質の向上が認められた。3次元画像誘導小線源治療（3D-IGBT）に関するオープンレクチャーやハンズオン・トレーニングが行われた。

5. セッション 4：研究炉利用開発分野プロジェクト活動成果報告

(1) 研究炉利用プロジェクト

本プロジェクトは、研究炉の利用、開発について、FNCA加盟国の研究者、技術者の資質や能力、及び研究基盤レベルの向上に寄与することを目的として、今後の研究炉利用の可能性をまとめることにより、中性子放射化分析（NAA）等の研究炉利用の可能性を促進するものである。研究炉利用（RRU）領域では、ワークショップのトピックスとして、新しい放射性同位元素（RI）を含むRI製造、新しい研究炉、中性子散乱の研究が取り上げられた。環境サンプルに焦点が当てられた。環境サンプルは、大気中の粒子状物質や環境に関連した広い範囲のサンプル（地質サンプル、土壌、食品等）を取り上げた。研究炉が稼働していない一部の加盟国においては、サンプルの分析方法として、NAAグループにおいてデータの比較と検証を行えるように、誘導決同プラズマ質量分析（ICP-MS）等の方法が推奨されることが示された。

6. セッション 5：原子力安全強化分野プロジェクト活動成果報告

(1) 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

本プロジェクトは、情報と経験から得られた知見を交換・共有することにより、参加国の原子力/放射線関連施設における放射線の安全性の向上、及び放射性廃棄物管理活動の充実を図っており、現行フェーズの活動では、自然起源放射性物質及び人為的に濃度が高められた自然起源放射性物質（NORM/TENORM）に関する各国の状況を理解、要約し、それを各国の関連活動の中で活用することを目的としている。2022年度ワークショップにおいてNORM/TENORMに関する統合化報告書（NORMの特性評価、法律及び規制面での考察、処分場、及びステークホルダーとの対話等）について話し合いが行われた。最終フェーズである2023年度に統合化報告書の準備作業が進められる。

7. セッション 6：原子力基盤強化分野プロジェクト活動成果報告

(1) 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

本プロジェクトは、核セキュリティに関する協力・連携の強化、訓練等の共同実施を通して、加盟国の能力向上に資すること、保障措置の追加議定書（AP）の良好事例集をより一層拡充させ、参加国のAP実施に反映させることを目的とする。2022年度ワークショップでは、IAEA及び欧州委員会共同研究センター（EC-JRC）が核鑑識実施に関わる地域協力の発表、核セキュリティに関するステークホルダーマトリックスについて、現時点で7つの加盟国が作成し、課題及び良好な実践状況を共有した。

8. セッション 7：国際原子力機関（IAEA）／原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）の活動に関する報告

原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）は、FNCA 加盟国（カザフスタンを除く）に加え、インド、ニュージーランド等合計 22 ヵ国が参加する地域協力協定である（事務局は韓国）。RCA の活動概況、FNCA との協力に関して、緊密な協力関係を通してシナジーが生み出され、アジア地域により大きな便益がもたらされる可能性があると説明された。

9. セッション 8：プロジェクトの今後の活動について

(1) 新規提案プロジェクトの評価について

日本と韓国からそれぞれ、新規プロジェクト計 2 件が提案された。プロジェクト概要は以下の通りである。

1) Radiocarbon-based approach to evaluation the CO_2 emission from forest soils in Asia（日本提案）

JAEA 等は、気候変動について、森林土壌からの CO_2 排出に関し、加盟国と共同でデータベースの構築を目指す。以前、ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）主導による気候変動科学プロジェクトにおいて行われた JAEA の研究を、アジア地域

に展開させる。データベースはアジア地域での土壌有機炭素（SOC）の特性及び土壌 CO_2 排出モデルの開発や、地域温暖化に関する気候モデル及び他の施策利用に繋がることを目指す。

2) Performance and Lifetime Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation（韓国提案）

韓国原子力研究所（KAERI）の提案は、炉型や目的が様々である研究炉で、老朽化対策プログラム（AMP）は、情報やデータベースが発電炉に比べ少ないことから、体系的に、また包括的にできない。今回の PMP は、研究炉の安全かつ安定した創業に貢献する。また、研究炉の信頼性及び利用を強化する。

新規プロジェクト 2 件について、評価ガイドラインに基づき、全てのコーディネーターが妥当性、効果性、効率性、影響力及び持続性の観点から評価した結果、日本提案の 1)については、2023 年度にプロジェクトと開始することとされた。韓国提案の 2)については、研究炉利用プロジェクトにおいて、次回ワークショップで議論することが推奨された。

(2) 既存プロジェクトの評価について

2022 年度は、ほとんどのワークショップがハイブリッド形式で行われ、オンライン開催では実施困難であった諸活動（施設見学や実地研修等）が行われた。2023 年度は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）防止対策を、体験も可能なハイブリッド形式でワークショップを行うことが推奨された。各プロジェクトの評価は以下の通りである。

1) 放射線育種プロジェクト

新たにコメ 10 品種、ダイズ 5 品種が発表された。さらなる新品種が経済効果や持続可能な農業に貢献することが期待される。

2) 放射線加工・高分子改質プロジェクト

放射線分解したキトサンの動物飼料用応用、ハイドロゲルの医療応用等、ユーザーのニーズに応える高分子の特定の改質は継続されるべきであり、その結果、農業、環境及び医療分野への応用を促進する。

3) 食品産地偽装防止プロジェクト

fingerprint データベース及び技術プラットフォームの開発に関する調査研究は、バイオセキュリティの課題に関するトレーサビリティを軽減することが期待される。

4) 放射線治療プロジェクト

放射線治療の安全性及び有効性を向上させるために、アジア地域における 3 つの代表的ながんに関するプロトコールの最良化を継続すべきである。放射線治療の調査研究を効果的に実施するために、IAEA/RCA とのさらなる連携が求められる。

5) 研究炉利用プロジェクト

放射性同位元素（RI）の生産は、実用化への新たな要望に対応するために継続するべきである。同様の観点から、環境サンプル（大気中の粒子状物質、土壌、食品等）

を中性子放射化分析の対象とするべきである。

6) 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

NORM/TENORM リポジトリの現状に関する情報共有を継続し、法律及び規制面での考察、廃棄方法、及びステークホルダーとの関係を示唆した統合化報告書をまとめることが求められる。

7) 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

核セキュリティ及び保障措置への認知度の重要性を高めるべきである。核鑑識に関する机上演習や核セキュリティに関するセミナー等は極めて重要な活動である。

最後に、各プロジェクトの 2023 年度ワークショップの開催予定が発表された。

10. セッション 9：閉会セッション

議長の玉田 FNCA 日本コーディネーターより、会合決議事項「Conclusion and Recommendations of the 22nd FNCA Coordinators Meeting (Draft)」が紹介され、本決議事項は、各コーディネーターからのコメントを調整後、最終版としてまとめられた。玉田議長による閉会宣言を以って本会合は閉会した。

II 英文サマリー

The 23rd FNCA Coordinators Meeting (CDM) was held in Tokyo on June 21, 2023, hosted by the Cabinet Office of Japan (CAO) and the Japan Atomic Energy Commission (JAEC), and co-hosted by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) of Japan. Chairperson of the Meeting was Dr. TAMADA Masao, FNCA Coordinator of Japan. The Meeting was attended by delegates from 12 member countries; Australia, Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Republic of Korea, Malaysia, Mongolia, the Philippines, Thailand, Viet Nam, with the Regional Cooperation Agreement for Research, Development and Training Related to Nuclear Science and Technology for Asia and the Pacific (RCA) Regional Office participated to the meeting as an observer.
The summary of the nine sessions of the Meeting is as follows:

Session 1: Opening Session
After the last Ministerial meeting, FNCA coordinator of Japan, Bangladesh, and Malaysia has changed. So, self-introduction was made by Mr. WADA Tomoaki (a former FNCA coordinator of Japan), Dr. TAMADA Masao, the newly assigned FNCA coordinator of Japan, and Dr. Shamim Momtaz Ferdousi Begum of Bangladesh, and Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin of Malaysia.
Opening remarks from Dr. TAMADA was made then the meeting agenda was adopted without any amendments.

Session 2: Report of the 22nd MLM
Secretariat reported overview of the 23rd MLM which was held in-person and online in October 2022. Based on the topic of roundtable discussion "Enhancing Radiation Cancer Therapy in Asian Region", keynote speeches were made by Mr. Hua LIU, Deputy Director General Department of Technical Cooperation, IAEA, and Dr. Uranchimeg Tsegmed, Chief of Operation Officers Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology, National Cancer Center of Mongolia. After those presentations, lead speeches by FNCA Radiation Oncology member were delivered for the roundtable discussion.

Session 3-1: Report of project activities and outcomes on Radiation Utilization Development (Industrial Utilization / Environmental Utilization)

Mutation Breeding

This project aims to develop new crop varieties, which contribute to the sustainable agriculture in Asian countries by using mutation breeding techniques. Particularly, the member countries are trying to develop new varieties that show high yield, early maturity, high quality, and tolerance to biotic and abiotic stresses. In this meeting, the progress of the member countries related to the activities of the project was highlighted. It was reported that 10 rice varieties and 5 soybean varieties have been released so far in line with the purpose of this project, and that the released new varieties are expected to bring a significant economic impact and greatly contribute to the sustainable agriculture.

Radiation Processing and Polymer Modification for Agricultural, Environmental and Medical Applications

This project currently aims to promote development and practical use of new products through a wide utilization of radiation processing in the fields of agriculture, environment and medical care. In this meeting, activities of this phase were reported on the eight R&D subjects, namely "Degraded Chitosan for Animal Feed", "Hydrogel for Medical Application", "Environmental Remediation", "Synergistic Effect among Plant Growth Promoters (PGP), Super Water Absorbents (SWA) and Biofertilizer (BF)", "PGP and SWA, inclusive of Process Development", "Mutation Breeding of Microbe using radiation", "Sterilization and sanitization using radiation", and "Recycle plastic".

Combating Food Fraud using Nuclear Technology

This project aims to sharing of information, transfer of knowledge and improving scientific capacity across FNCA member countries, and establishment of a federated fingerprint database and development of provenance technology platform to comply with traceability requirements for trade. As a two-year preparation period, the project aims to selection of collaborators, and selection of food items for analysis and establishment of analytical frameworks in this fiscal year.

Session 3-2: Report of project activities and outcomes on Radiation Utilization Development (Healthcare Utilization)

Radiation Oncology

This project aims to improve the level of radiation therapy in the Asian region by establishing optimal treatment protocols for uterine cervix cancer, nasopharyngeal cancer, and breast cancer, all of which are highly prevalent in the region. Member countries conduct international multi-center clinical studies, assignments required for

physical Quality Assurance and Quality Control (QA/QC) of radiotherapy and educational activities.
In this meeting, report was made that standard treatment protocols related to these three cancers were established, QA/QC audits of 3D-IGBT were conducted then the audits have improved quality of radiotherapy in FNCA countries, and open lecture session and hands-on training for 3D-IGBT were held during the workshop.

Session 4: Report of project activities and outcomes on Research Reactor Utilization Development

Research Reactor Utilization
This project shares information such as the characteristics and the utilization status of research reactors among the member countries with the aim of improving the common research infrastructure and the technical skills of their researchers and engineers. It was reported that Research Reactor Utilization (RRU) group is currently working on activities with the topics such as "RI production including new isotopes" and "new research reactor" based on the survey to the member countries. In the Neutron Activation Analysis (NAA) group, it was introduced that the group is focusing on "environmental monitoring" in the current phase, and environmental samples for the monitoring are to include not only "ordinary" environmental samples such as air particulate matters but also a variety of substances extensively such as soil and even food. It was recommended that analytical methods other than NAA like ICP-MS be applied to these sample when research reactor are temporally or permanently not in operation for some member countries so that data comparison and validation can be done within the NAA group.

Session 5: Report of project activities and outcomes on Nuclear Safety Strengthening

Radiation Safety and Radioactive Waste Management
This project aims to promote radiation safety at nuclear facilities and activities related to the radioactive waste management among the member countries through exchanging and sharing information as well as experience-based knowledge.
The purpose of the ongoing phase is to understand and summarize the current situation of each member country related to Naturally Occurring Radiative Materials and Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM/TENORM), and to make it useful for their further activities in future. In this meeting, it was introduced that discussion about a consolidated report for the

NORM/TENORM (characterization of NORM, legal and regulatory considerations, disposal methods, and relationships with stakeholders) was made during the workshop.

Session 6: Report of project activities and outcomes on Nuclear Infrastructure Strengthening

Nuclear Security and Safeguards

This project has been strengthening nuclear security and safeguards of the member countries by sharing knowledge and information as well as through cooperation in developing human resources to promote peaceful use of nuclear energy. In this meeting, it was introduced that there were special lectures about regional cooperation for nuclear forensics from the IAEA and European Commission/Joint Research Center (EC/JRC) during the workshop, and that 7 FNCA member countries have already created stakeholder matrix for nuclear safety, and that they shared challenges and good practices through this activity.

Session 7: IAEA/RCA Presentation

RCA is an intergovernmental agreement for the Asia-Pacific region, under the auspices of the IAEA, in which the Government Parties undertake, in cooperation with each other and with the IAEA to promote and coordinate cooperative research, development and training related to nuclear science and technology. Currently 22 member countries (including 11 FNCA member countries and 11 non-FNCA member countries (such as India, Pakistan, Sri Lanka) participate in the RCA. Mr. Pill Hwan Park, Director of the RCA Regional Office, attended this meeting and presented activities of the RCA and current cooperation between FNCA and RCA.

Session 8: Discussion on Future Activities of FNCA Projects

1. Introduction of a new project proposal by Japan and Korea

A new project proposed by Japan aims to construct the database about climate change related to CO_2 emission from forest soils. This project follows the previous project which was led by Australia, and aims to expand the JAEA's research into Asian scale. The project aims to development of the Asian-scale database of soil organic carbon (SOC) characteristics and a soil CO_2 emission model, to be used in the climate models and other measures for the global warming.

A new project proposed by Korea aims to safe and continued operation of research reactors, and to enhance reliability and utilization of research reactors. The project was proposed because there are much less information and database for AMP (Aging Management Program) for research reactors than NPPs, and AMP for research reactors is not systematic and comprehensive.
Based on the evaluation guidelines, every coordinator discussed each proposal's validity, effectiveness, efficiency, influence, and sustainably, then recommendation was made that proposal 1 will start in this fiscal year as a new project, and that proposal 2 will be discussed in the next workshop of Research Reactor Utilization Project.

2. Review of project
It was reported that, in the last fiscal year, almost all workshop was held in a hybrid manner (in-person and online) and some activities, such as technical visit and hands-on training which were difficult to hold in online, were actually held. As for this fiscal year, it was recommended to hold each workshop in a hybrid manner, with taking infection control measures, that can enable to have a hands-on experience.

Session 9: Closing
Draft of Conclusions and Recommendations of the meeting was provided by Dr. TAMADA. The Conclusions and Recommendations was confirmed after discussion and adopted by all member countries after the meeting.

III 結論と提言

1. コーディネーター会合（以下「会合」）は、FNCA第23回大臣級会合（23rd MLM）の共同コミュニケに基づき、農業発展、環境保護、食料安全保障、健康利用、核セキュリティ及び人材育成に関する FNCA 活動を更に加速することに合意した。また、FNCA プロジェクト活動と通常の会合を、コロナウイルス感染症の現状下、各加盟国の健康政策に沿いつつ、正常に戻すために最大限の努力をすることに合意した。

2. 今回の会合では、プロジェクトの中間評価や、最終評価の対象はない。第24回コーディネーター会合（CDM）において、以下の5プロジェクトについて最終評価が行われる：放射線育種、放射線治療、研究炉利用、放射線安全・放射性廃棄物管理、及び核セキュリティ・保障措置。過去3年間、会合はコロナウイルス感染症の影響によりスケジュールを変更した。次回の会合はパンデミック前のスケジュールに戻される予定であり、2024年の2月または3月に開催予定である。

3. 第17回MLMで合意されたプロジェクト評価手順（改訂）に沿って、日本及び韓国からの2つの新規プロジェクト提案について、妥当性、有効性、効率、効果及び継続性の観点から、全FNCAコーディネーターが、事前評価を行った。
   (1)「Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia」（日本）
   (2)「Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation （韓国）
   これらのプロジェクトに関する主なコメントを以下項目4及び5に述べる。

4. 新規提案プロジェクトに関する主なコメント

(1)「Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia」

・気候変動プロジェクトは、FNCA第23回MLMの共同コミュニケに記載された国や地域の開発政策に大いに関連している。
・このプロジェクトでは、^{14}C分析に基づくアプローチを用いた森林土壌CO_2排出量のデータベースの構築に有効である。
・このようなデータベースは、気候変動における土壌CO_2排出量の理解を深め、気候モデリングや政策立案に活用されると考えられる。
・全ての加盟国がこのプロジェクトへの参加に興味を示した。

(2)「Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued

Operation」

・このプロジェクトは、研究用原子炉の体系的かつ包括的な老朽化管理プログラムの開発と、それに伴う国家開発政策、及び安全な原子力管理に貢献する。
・研究炉に関するPMPでは、その運用により、持続的な同位体生産及びその他の用途に貢献できる。
・新たなプロジェクトを開始する前に、PMPを確立するための詳細な仕様や手法は、参加に関心のある国ごとに原子炉の種類や目的が異なるため、調整が必要である。
・提案国が本事業の予算を確保していないため、事業実施に対する財政支援を検討する必要がある。

5. 新規提案プロジェクトに関する最終評価

(1)「Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia」（日本）

このプロジェクトの評価平均は89点で、全ての加盟国が興味を示した。したがって、このプロジェクトは反対意見なしで採用される。会合は、このプロジェクトを2023年度から立ち上げることで合意した。

(2)「Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation」（韓国）

このプロジェクトは、評価平均は83点と高かったものの、2か国から低い評価が寄せられた。原則として、このプロジェクトは考慮されない。しかし、会合では、仕様の詳細な調整、PMPを確立するための手法、プロジェクト実施のための財政支援についてさらに議論することが提案された。これらの懸案事項については、進行中の研究炉利用プロジェクトのワークショップ（2023年10月17～19日）において議論されることが奨励された。

6. 会合は、継続中の7つのプロジェクトについて議論を行った。プロジェクトは以下の通りである： 射線育種、放射線加工・高分子改質、食品産地偽造防止、放射線治療、研究炉利用、放射線安全・廃棄物管理、及び核セキュリティ・保障措置。

会合では、加盟国の協力により、プロジェクトが首尾よく実施されたことを確認した。2022 年は、ほぼ全てのプロジェクトにおいてハイブリッド形式でワークショップを行い、情報共有及び能力開発の更なる促進のために、ウェブ会合では実施困難だった、テクニカルビジット、実地研修、机上演習等、直接的な活動が実施された。

各プロジェクトに関するコメントは以下の通りである。

a) 放射線育種

今フェーズにおいてコメ10品種及びダイズ5 品種が発表された。更なる新品種は、経済

効果や、持続可能な農業に貢献することが期待される。

b) 放射線加工と高分子改質

放射線分解したキトサンは家畜用飼料として応用され、天然ポリマーより止血剤ハイドロゲルが作られた。このプロジェクトでは、ユーザーのニーズを満たす特定の高分子改質を継続する必要がある。それにより、農業、環境及び医療分野への応用、その後エンドユーザーへの技術転用が促進される可能性がある。

c) 食品産地偽装防止

federated fingerprint データベース及び技術プラットフォームに関する研究は、バイオセキュリティ問題に関するトレーサビリティの課題を軽減すると期待される。

d) 放射線治療

このプロジェクトでは、放射線治療の安全性及び有効性を向上させるため、アジアにおける主要な3種類のがんに関するプロトコールの最適化が継続されるべきである。放射線治療に関する研究を効果的に実施するために、IAEA/RCAとの更なる連携が求められる。

e) 研究炉利用

放射性同位元素（RI）の実用化への継続的な要請に応えるため、新規のRI を含むRI 製造は継続されるべきである。同様の観点から、大気中の粒子状物質、地質サンプル、土壌、食品サンプルなどの環境に関連したサンプルも、中性子放射化分析の対象とされるべきである。

f) 放射線安全・放射性廃棄物管理

NORM/TENORMリポジトリに関する情報交換の継続や、法律及び規制面の考察、処分方法、ステークホルダーとの関係の観点から統合された報告書を作成することが推奨される。

g) 核セキュリティ・保障措置

このプロジェクトは、能力構築として、核セキュリティと保障措置に対する認識を高めることが重要である。核鑑識に関する机上演習、及び核セキュリティに関するセミナーは極めて重要な活動である。

7. 会合では、FNCAがIAEA/RCAとの協力を促進することで、FNCAとRCAが相乗効果を発揮し、より幅広い経験を共有できることを期待することで合意した。

8. 会合では、2023年度のプロジェクト・ワークショップは、以下のように各加盟国政府が開催することで合意された。2023年度のワークショップは、対面参加者が実体験するハイブリッド形式で行われることが奨励される。コロナウイルス感染症の世界的流行は収束傾向にある一方で、健康への脅威は過小評価できない。開催地は、ワークショップ開催中、コロナウイルス感染予防の対策を講じることが推奨される。対面参加者は、開催時の自らの健康状態に留意し、必要に応じて、マスク着用等の感染防止対策を講じることが望

ましい。

Project	Implementation period	Venue
Nuclear Security & Safeguards	Aug. 1～ 3,2023	Indonesia
Mutation Breeding	Sep. 26～28,2023	Japan
Research Reactor Utilization	Oct. 17～19,2023	Thailand
Radiation Oncology	Oct. 25～28,2023	Japan
Radiation Safety & Radioactive Waste Management	Nov. 7～9,2023	Malaysia
Radiation Processing & Polymer Modification	Jan. 23～26,2024	The Philippines
Combating Food Fraud using Nuclear Technology	TBD	TBD
Climate Change (Evaluating the Carbon Emission from Forest Soils)	TBD	Web

IV Conclusions and Recommendations

1. Based on the Joint Communiques of the 23rd FNCA Ministerial-Level Meeting (MLM) on the new course of FNCA, the Coordinators Meeting ("the meeting") agreed to further accelerate FNCA activities related to agricultural development, environmental preservation, food security, human health, nuclear security, and human resource development. The meeting also agreed to maximize efforts to promptly normalize the FNCA project activities and the regular meetings in response to the national health policies of the respective member countries under the current circumstances of COVID-19.

2. There is no project that corresponds to mid-term evaluation and project for final evaluation at this 23rd coordinators meeting. In the 24th coordinators meeting, five projects; mutation breeding, radiation oncology, research reactor utilization, radiation safety and radioactive waste management, and nuclear security and safeguards will be evaluated through their final evaluation process. Over the past three years, meeting schedules were shifted by the impact of COVID-19. The meeting is planned in the previous schedule before the pandemic and will be held in February-March, 2024.

3. With improved procedures endorsed at the 17th MLM for evaluating project proposals, all FNCA coordinators performed ex-ante evaluation of two new project proposals submitted by Japan and Korea from viewpoints of relevance, effectiveness, efficiency, impact, and sustainability.

   (1) Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia (Japan)
   (2) Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation (Korea).

   Major comments of the projects and final evaluation are shown under item 4 and 5 respectively.

4.Major comments on the newly proposed projects

(1) Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia

Climate change projects are highly relevant to national and regional development policies described in the 23rd FNCA MLM Joint communique.

・This project is effective in database development for forest soil CO_2 emissions using14C analysis-based approach through information sharing in workshops.
・The database will make better understand of soil CO_2 emissions in climate change and will be useful for climate modeling and policy development.
・All member countries have expressed interest in participating in this project.

(2) Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation

・This project will contribute to development of a systematic and comprehensive aging management program for research reactors and consequent national development policies and safe nuclear management.
・On PMP for research reactors, their operation can contribute to sustainable isotope production and other applications.
・Coordination of detail specifications and approaches establishing PMP is necessary due to the various reactor types and purposes before initiative of the new project for countries having interest in participation.
・As the budget for the project has not been secured by the proposed country, it is necessary to consider financial support of the project implementation.

5. Final evaluation of new projects

(1) Radiocarbon-based approach to evaluating the CO_2 emission from forest soils in Asia (Japan)This project was scored 89 on average and interested by all FNCA countries. Accordingly, this project is adopted without any objections. The meeting agreed to launch the new project from JFY 2023.

(2) Performance Management Program (PMP) of Research Reactors for Continued Operation (Korea)This project was scored low by two countries although made relatively high average score of 83. Principally this project is not be considered. However, meeting suggested the further discussion on detail coordination of specifications and approaches establishing PMP and financial support for the project implementation. It is encouraged that these concerns will be discussed in the on-going research reactor utilization project workshop which will be held in Oct.17-19, 2023 in Thailand as a specific topic.

6. The meeting discussed the progress of seven ongoing projects: “Mutation Breeding”, “Radiation Processing and Polymer modification”, “Combatting Food Fraud using Nuclear Technology”, “Radiation Oncology”, “Research Reactor Utilization", “Radiation Safety and Radioactive Waste Management”, and “Nuclear Security and

Safeguards". The meeting acknowledged that the projects were successfully implemented with the effective cooperation of the member countries.

In 2022, almost all projects held workshops in a hybrid manner and conducted firsthand activities to further facilitate information sharing and capacity building such as technical visits, hands-on training, and table-top exercises that would have been difficult in a web meeting.

Comments on each project is as follows:

a) Mutation Breeding In this phase this project released 10 rice varieties and 5 soybean varieties. Further new varieties are expected for contribution to economic impact and sustainable agriculture.

b) Radiation Processing and Polymer modification Degraded chitosan was applied for as feed supplement for live stocks and a hemostat hydrogel was created by a natural polymer. This project should continue specific modification of polymers meeting to users' needs which can promote their applications to agricultural, environmental, and medical fields and subsequent technology transfer to end-users.

c) Combatting Food Fraud using Nuclear Technology Research on the development of federated fingerprint database and a technology platform is expected to mitigate traceability challenges for biosecurity issues.

d) Radiation Oncology This project should continue the optimization of the protocols for the major three kinds of cancers in Asia to improve the safety and efficacy of radiotherapy. Further cooperation with IAEA/RCA is requested to conduct the research of radiation oncology effectively.

e) Research Reactor Utilization Production of radioisotopes, including new ones should be continued to meet continuous request for their practical use. From the same viewpoint, environmental samples such as air particulate matters, geological samples, soil and even food should be targeted for neutron activation analysis.

f) Radiation Safety and Radioactive Waste Management It is recommended that information of the current states of NORM/TENORM repositories keep exchanged and a consolidated report is compiled in terms of legal and regulatory considerations, disposal methods, and relationships with stakeholders.

g) Nuclear Security and Safeguards

This project should raise important awareness of nuclear security and safeguard as capacity building. Table top exercises of nuclear forensics and seminar on nuclear security are extremely essential activities.

7.The meeting agreed that the FNCA should encourage its cooperation with the IAEA/RCA which hopefully can lead to a synergy and more wide experience sharing among FNCA and RCA.

8.The meeting agreed that project workshops would be hosted by the respective member governments in JFY2023 as shown below. It is encouraged that the 2023 workshops will be held in a hybrid manner which allows in-person participants to have real experiences. While global COVID-19 pandemic tends to subside, its health threat cannot be underestimated. It is recommended that hosts must take adequate measures of COVID-19 infection prevention during the workshop. Face-to-face participants should pay attention to their health conditions at the time of the meeting, and are recommended wearing masks and other infection prevention measures as necessary.

Project	Implementation period	Venue
Nuclear Security & Safeguards	Aug. 1～ 3,2023	Indonesia
Mutation Breeding	Sep. 26～28,2023	Japan
Research Reactor Utilization	Oct. 17～19,2023	Thailand
Radiation Oncology	Oct. 25～28,2023	Japan
Radiation Safety & Radioactive Waste Management	Nov. 7～9,2023	Malaysia
Radiation Processing & Polymer Modification	Jan. 23～26,2024	The Philippines
Combating Food Fraud using Nuclear Technology	TBD	TBD
Climate Change (Evaluating the Carbon Emission from Forest Soils)	TBD	Web

.

V 第 23 回コーディネーター会合プログラム

日時：2023 年 6 月 21 日（水）

場所：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）

主催：内閣府原子力委員会

共催：文部科学省

会合議長：玉田正男 FNCA 日本コーディネーター

使用言語：英語

11:00～11:25	セッション 1：開会セッション	※プレス公開
	1-1　コーディネーターの交替	
	1-2　開会	
	・　開会挨拶	
	・　歓迎挨拶	
	・　参加者自己紹介	
	・　プログラム採択	
11:25～11:35	セッション 2：第 23 回大臣級会合報告	
	・　大臣級会合報告	

11:35～12:20　セッション 3-1：放射線利用開発プロジェクト（産業･環境利用）の成果報告

- 放射線育種＋質疑応答
- 放射線加工･高分子改質＋質疑応答
- 食品産地偽装防止＋質疑応答

12:20～13:20　＜昼食＞

13:20～13:35　セッション 3-2：放射線利用開発プロジェクト（健康利用）の成果報告

- 放射線治療＋質疑応答

13:35～13:50　セッション 4：研究炉利用開発プロジェクトの成果報告

- 研究炉利用＋質疑応答

13:50～14:05　セッション 5：原子力安全強化プロジェクトの成果報告

- 放射線安全・廃棄物管理＋質疑応答

14:05～14:20　セッション 6：原子力基盤強化プロジェクトの成果報告

- 核セキュリティ･保障措置＋質疑応答

14:20～14:35　セッション 7：IAEA/RCA の発表

- 発表＋質疑応答

14:35～15:20　セッション 8：FNCA プロジェクトの今後の活動について

8-1：プロジェクト提案の評価と確認

・新規プロジェクト提案

8-2 : 既存プロジェクトに関するコメント、2023 年度のプロジェクト活動計画

15:20～15:35　　＜休憩＞

15:35～16:00　　セッション 9 : 閉会セッション

・　結論と提言の採択

・　閉会挨拶

VI 第 23 回コーディネーター会合参加者リスト

オーストラリア
Ms. Pippa Anley（ピッパ・アインリー）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）国際協力プログラムアドバイザー
*FNCA オーストラリアコーディネーター

Dr. Debashish Mazumder（デバシシュ・マズムデール）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
主任研究員
*FNCA 食品産地偽装防止プロジェクトリーダー

Ms. Natascha Spark（ナタスチャ・スパーク）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
国際関係シニアオフィサー

バングラデシュ
Prof. Dr. Shamim Momtaz Ferdousi Begum（シャミン・モムタズ・フェルドウシ・ベグム）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
委員（計画）

中国
Mr. LONG Maoxiong（ロン･マオション）
中国核能行業協会（CNEA）
副事務局長

Prof. ZHNAG Ruifu（ジャン・ルイフー）
中国農業科学院（CAAS）
農業資源・農業区画研究所
教授

Prof. MA Hongjuan（マ・ホンジュアン）
上海大学
環境与化学工程学院
上海応用放射線研究所

Mr. AN Hongxiang（アン・ホンシャン）
中国輻射防護研究院（CIRP）
戦略的計画部
副部長

Prof. LI Jianlong（リ・ジェンロン）
中国原子能科学研究院(CIAE)
部副主任エンジニア／主任エンジニア
*FNCA 研究炉利用プロジェクトリーダー

Prof. CAO Jianping（ツァオ・ジャンピン）
蘇州大学
放射線医学防護院
副院長
*FNCA 放射線治療プロジェクトリーダー

Dr. GONG Zhijun（ゴン・ジジュン）
東華理工大学
教員／准教授

インドネシア
Dr. Rohadi Awaludin（ロハディ・アワルディン）
インドネシア国立研究革新庁（BRIN）
理事長

カザフスタン
Prof. Erlan Batyrbekov（エルラン・バティルベコフ）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
総裁
*FNCA カザフスタンコーディネーター

韓国
Mr. Hyung Kyoo KIM（ヒョンギュ・キム）
韓国原子力研究院
上席研究員

Mr. Byoungwoo KANG（ビョンウ・カン）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
グローバル協力室
研究員

Ms. Jieun LEE（ジウン・イ）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
グローバル協力室
研究員

マレーシア
Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin（ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン）
マレーシア原子力庁（Nuclear Malaysia）
副長官（技術プログラム）
*FNCA マレーシアコーディネーター

モンゴル
Dr. Davaa Suren（ダヴァア・シュレン）
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力技術部
シニアオフィサー

フィリピン
Dr. Lucille V. Abad（ルシル・V・アバッド）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
原子力研究部　部長
*FNCA フィリピンコーディネーター

タイ
Ms. Kanchalika Dechates（カンチャリカ･デチャテス）
タイ原子力技術研究所（TINT）
管理部長
*FNCA タイコーディネーター

Ms. Napatsorn Varatornsinchai（ナパトソム・ヴァラトムシンチャイ）
タイ原子力技術研究所（TINT）

総務部長

Ms. Chatchawan Mansaithong（チャッチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

Ms. Natchaya Thipsorn（ナッチャヤ・チフソン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

ベトナム
Dr. Tran Ngoc Toan（チャン･ゴック･トアン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
副所長
*FNCA ベトナムコーディネーター

Dr. Pham Nhu Viet Ha（ファム・ヌー・ベト・ハー）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
原子力科学技術研究所（INST）
原子力センター　センター長

IAEA/RCA
Mr. Pill Hwan PARK（ピルファン・パク）
RCA 地域事務所
所長

Ms. Jaehee CHUNG（ジェヒ・チョン）
RCA 地域事務所
プロジェクトマネージャー

日本
上坂　充　　内閣府原子力委員会委員長

佐野　利男　　内閣府原子力委員会委員

岡田　往子　　内閣府原子力委員会委員

玉田　正男　　FNCA 日本コーディネーター

和田　智明　　FNCA 日本アドバイザー

長谷　純宏　　量子科学技術研究開発機構 量子技術基盤研究部門 高崎量子応用研究所
量子バイオ基盤研究部 上席研究員
*FNCA 放射線育種プロジェクトリーダー

田口　光正　　量子科学技術研究開発機構 量子技術基盤研究部門 高崎量子応用研究所
先端機能材料研究部　次長
併　プロジェクト「先進バイオデバイス」リーダー
*FNCA 放射線加工・高分子改質プロジェクトリーダー

加藤　眞吾　　埼玉医科大学 国際医療センター 放射線腫瘍科 教授
*FNCA 放射線治療プロジェクトリーダー

海老原　充　　東京都立大学　名誉教授
*FNCA 研究炉利用プロジェクトリーダー

松江　秀明　　日本原子力研究開発機構
部門横断組織 JAEA イノベーションハブオープンイノベーション推進課
技術主席・課長
*FNCA 研究炉利用プロジェクトリーダー

小佐古　敏荘　東京大学 名誉教授
*FNCA 放射線安全・廃棄物管理プロジェクトリーダー

直井　洋介　　日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
上級技術専門官
*FNCA 核セキュリティ・保障措置プロジェクトリーダー

永井　晴康　　日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門
原子力基礎工学研究センター副センター長
*FNCA 気候変動科学プロジェクトリーダー

佐藤　政文　　文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室原子力課廃炉技術
開発企画官

熊谷　耕一　　文部科学省研究開発局 研究開発戦略官（核融合･原子力国際協力担当）付
調査員

中原　里紗　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合･原子力国際協力担当）付行
政調査員

林田　明子　　外務省軍縮不拡散･科学部国際原子力協力室　課長補佐

覺道　崇文　　内閣府大臣官房審議官（科学技術・イノベーション担当）

進藤　和澄　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官

山田　哲也　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官

笹川　綾香　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官付　参事官補佐

佐久間　晃　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官付　参事官補佐

棚田　瑞枝　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官付政策企画調査官

山田　勝己　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官付政策企画調査官

江川　弘和　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
参事官付政策企画調査官

深野　桂子　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）
上席政策調査員

第 4 章 ②

第 24 回コーディネーター会合

I 第 24 回コーディネーター会合プログラム（最終案）

日時：2024 年 3 月 12 日（火）～3 月 13 日（水）
場所：日本・東京（三田共用会議所）（ハイブリッド形式）
主催：内閣府原子力委員会
共催：文部科学省
会合議長：玉田正男 FNCA 日本コーディネーター
使用言語：英語

3 月 12 日（火）

※プレス公開

11:00～11:20　セッション 1：開会セッション
- 開会挨拶
- 歓迎挨拶
- 参加者自己紹介
- プログラム採択

11:20～11:35　セッション 2：第 24 回大臣級会合の概要報告

11:35～14:40　セッション 3：プロジェクト活動の成果報告（フェーズ終了プロジェクト）

11:35～12:25　放射線利用開発分野
- 放射線育種＋質疑応答
- 放射線治療＋質疑応答

12:25～13:25　＜昼食＞

13:25～13:50　研究炉利用開発分野
- 研究炉利用＋質疑応答

13:50～14:15　原子力安全強化分野
- 放射線安全・廃棄物管理＋質疑応答

14:15～14:40　原子力基盤強化分野
- 核セキュリティ･保障措置＋質疑応答

14:40～15:00　＜休憩＞

15:00～16:15　セッション 4：既存プロジェクトの活動報告
放射線利用開発分野
- 放射線加工・高分子改質＋質疑応答
- 食品産地偽装防止＋質疑応答
- 気候変動（森林土壌炭素放出評価）＋質疑応答

16:15～16:35　セッション 5：シンガポールの発表（シンガポールにおける原子力エネル

ギーの開発と利用－現状と将来計画）

3 月 13 日（水）

11:00～12:10　セッション 6：FNCA プロジェクトの今後の活動に向けた評価について

・モニタリング（現行プロジェクトの評価）

・終了プロジェクトの評価と事前評価

・プロジェクト活動全般の評価

・2024 年度プロジェクト活動計画

12:10～13:10　＜昼食＞

13:10～13:40　セッション 7：FNCA25 周年記念イベント基本計画（案）について

13:40～14:10　セッション 8：IAEA／RCA の発表

※プレス公開

14:10～14:25　セッション 9：FNCA 賞について

14:25～14:45　＜休憩＞

14:45～15:15　セッション 10：結論と提言

15:15～15:20　セッション 11：閉会セッション

II 第 24 回コーディネーター会合参加者リスト（最終案）

オーストラリア
Ms. Pippa AINLEY（ピッパ・アインリー）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
国際関係アドバイザー
*FNCA オーストラリアコーディネーター

Dr. Debashish MAZUMDER（デバシシュ・マズムデール）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
主任研究員
*FNCA 食品産地偽装防止プロジェクトリーダー

バングラデシュ
Prof. Dr. Shamim Momtaz Ferdousi Begum（シャミン・モムタズ・フェルドウシ・ベグム）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
委員（計画）

中国
Mr. WANG Yibo（ワン・イーボー）
中国核能行業協会（CNEA）
国際協力部
主任スタッフ

Prof. CAO Jianping（ツァオ・ジャンピン）
蘇州大学
放射線医学防護院
副院長
*FNCA 放射線治療プロジェクトリーダー

インドネシア
Mr. Totti Tjiptosumirat（トッティ・ジプロスミラット）
インドネシア国立研究革新庁（BRIN）
国際原子力機関
事務局長

*FNCA インドネシアコーディネーター

カザフスタン
Prof. Erlan Batyrbekov（エルラン・バティルベコフ）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
総裁
*FNCA カザフスタンコーディネーター

Dr. Viktor BAKLANOV（ヴィクトル・バクラノフ）
国立カザフスタン原子力センター(NNC)
原子力研究所（IAE)
第一副所長

Ms. Natalya KOSHNENKO（ナターリャ・コシュネンコ）
国立カザフスタン原子力センター(NNC)
総務部　部長

韓国
Ms. Naheun Kim（ナフン・キム）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
研究員

マレーシア
Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin（ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン）
マレーシア原子力庁（Nuclear Malaysia）
副長官（技術プログラム）
*FNCA マレーシアコーディネーター

モンゴル
Mr. Chadraabal Mavag（チャドラーバル・マヴァグ）
モンゴル原子力委員会（NEC）事務局
原子力技術部　部長
*FNCA モンゴルコーディネーター

Prof. Davaa Suren（ダヴァア・シュレン）
モンゴル原子力委員会(NEC)事務局

原子力技術部　シニアオフィサー

Ms. Enkhtsetseg Lkhaashid（エンクツェツェグ・ルハーシド）
原子力技術部　職員
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力技術部　職員

フィリピン
Mr. Neil Raymund Diaz Guillermo（ネイル・レイマンド・ディアズ・ギレルモ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
主幹科学研究スペシャリスト
*FNCA フィリピンコーディネーター

タイ
Ms. Kanchalika Dechates（カンチャリカ･デチャテス）
タイ原子力技術研究所（TINT）
管理部長
*FNCA タイコーディネーター

Ms. Chatchawan MANSAITHONG（チャッチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

Ms. Worada Jarupoonphol（ウォラダ・ジャルプーンフォル）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

ベトナム
Dr. CAO Dong Vu（カオ・ドン・ヴ）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
ダラト原子力研究所
所長
*FNCA ベトナムコーディネーター

Dr. Pham Thanh Minh（ファム・タン・ミン）

ベトナム原子力研究所（VINATOM）
ダラト原子力研究所
RI 研究製造センター
センター長

IAEA/RCA
Mr. Dae Ki KIM（デギ・キム）
RCA 地域事務所
所長

Ms. Jaehee CHUNG（ジェヒ・チョン）
RCA 地域事務所
プロジェクトマネージャー

シンガポール
Mr. Ang Kok Kiat（アン・コック・キアット）
シンガポール国家環境庁
グループディレクター

Mr. Say Yueyang, Symus（セイ・ユエヤン、シムス）
シンガポール国家環境庁
エンジニア

Prof. CHUNG Keng Yeow（チュン・ケン・イェオウ）
シンガポール国立大学
原子力研究安全イニシアティブ
ディレクター

Dr. Wang Lian Chek Michael（ワン・リアン・チェック・マイケル）
シンガポール国立がんセンター
放射線腫瘍部
部長

Ms. Ang Zuo Jin（アン・ジュオ・ジン）
シンガポール共和国持続可能性・環境省

日本

上坂　充　　内閣府原子力委員会委員長

直井　洋介　　内閣府原子力委員会委員

岡田　往子　　内閣府原子力委員会委員

玉田　正男　　FNCA 日本コーディネーター

和田　智明　　FNCA 日本アドバイザー

長谷　純宏　　量子科学技術研究開発機構 量子技術基盤研究部門 高崎量子応用研究所
量子バイオ基盤研究部 上席研究員
*FNCA 放射線育種プロジェクトリーダー

田口　光正　　量子科学技術研究開発機構 量子技術基盤研究部門 高崎量子応用研究所
先端機能材料研究部　次長
併　プロジェクト「先進バイオデバイス」リーダー
*FNCA 放射線加工・高分子改質プロジェクトリーダー

永井　晴康　　日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門
原子力基礎工学研究センター副センター長
*FNCA 気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクトリーダー

加藤　眞吾　　埼玉医科大学 国際医療センター
放射線腫瘍科 教授
*FNCA 放射線治療プロジェクトリーダー

海老原　充　　東京都立大学　名誉教授
*FNCA 研究炉利用プロジェクトリーダー

小佐古　敏荘　　東京大学 名誉教授
*FNCA 放射線安全・廃棄物管理プロジェクトリーダー

堀　雅人　　日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
上級技術専門官
*FNCA 核セキュリティ・保障措置プロジェクトリーダー

河原　卓　　文部科学省研究開発局企画官（原子力国際協力担当）

奥山　知香子　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際担当）付
係長

小畠　亨司　　文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室室長補佐 （併）研究開発戦略官付（核融合・原子力国際担当）（併）研究開発局企画課室長補佐

熊谷　耕一　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付調査員

中原　里紗　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付行政調査員

徳増　伸二　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局審議官

山田　哲也　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官

笹川　綾香　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付　参事官補佐

佐久間　晃　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付　参事官補佐

棚田　瑞枝　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官

山田　勝己　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官

江川　弘和　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付政策企画調査官

深野　桂子　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付上席政策調査員

能登　浩子　　内閣府原子力政策担当室科学技術･イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官（原子力担当）付上席政策調査員

第 5 章 ①

2023 スタディ・パネル

Ⅰ 2023 スタディ･パネル概要

2023 スタディ・パネルが、2023 年 6 月 20 日（火）に、内閣府・原子力委員会の主催で東京会場及びオンラインにて開催された。会合には、FNCA 加盟 12 ヵ国（オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナム）からの代表者に加え、基調講演者が国際原子力機関（IAEA）並びに日本原子力研究開発機構（JAEA）から招待された。

スタディ・パネルは、加盟国の地球温暖化対策及びエネルギー安定供給に対する意識の高まりを受け、原子力発電の役割や原子力発電の導入に伴う課題等について討議する場として、2004 年に導入された。以降、継続開催を通じ、原子力発電に関する参加国間の情報交換や経験共有を行ってきた。

本スタディ・パネルでは「SMR（小型モジュール炉）を含む次世代炉の展望」をテーマに、基調講演として次世代炉の研究開発、実用化に向けた世界の活動状況の把握、ケース・スタディとして加盟国からの発表による情報交換と議論を以下の通り行った。

1. セッション報告概要、質疑応答等

(1) 基調講演

1) 新型炉の開発と第 4 世代原子力システム国際フォーラムの活動

日本原子力研究開発機構（JAEA）上出 英樹 氏

今世紀初めから国際協力で、次世代革新炉の開発を進めている「第 4 世代原子力システム国際フォーラム（Generation IV International Forum、略称 GIF）」について紹介があった。GIF は、開発目標として、持続可能性、安全性・信頼性、経済性、核拡散抵抗性・核物質防護を掲げ、2002 年に 6 つの次世代革新炉を選定し、技術ロードマップを策定した。これらの炉は、高速炉と熱中性子炉があり、冷却材として液体金属／水／ガス／溶融塩を使用する。いずれも炉心出口温度を 500℃以上とし、現行水冷却炉の出口温度（約 300℃）より大幅に高くして発電効率を向上させている。さらに、水素製造、熱供給、放射性廃棄物の消滅処理等、多目的利用を念頭に置くシステムもある。

GIF では、これらの技術開発と並行して共通技術（例えば、経済性モデル、リスク安全評価手法等）の開発も進めている。また、IAEA や経済協力開発機構／原子力機関（OECD／NEA）等の国際機関、加盟国の産業界とも協力している。研究開発の成果を基に、ウェビナーの開催や刊行物の発行により、若い世代の教育や情報発信にも努めている。最近では、GIF で開発した技術と SMR 技術とのシナジー効果を狙う開発も進めている。

2) SMR：世界の開発状況と IAEA の活動

国際原子力機関（IAEA）ドヒー・ハーン氏

IAEA のデータによれば、現在、32 ヵ国が原子力発電を行っており、約 30 ヵ国が導入に興味を持っている。原子力は、気候変動対策とエネルギー安全保障の観点から注目されているが、全発電力に占める割合は 9.8%であり、他の低炭素発電技術である水力は 16%、太陽光・風力は 9%である（2021 年のデータ）。原子力発電の利用をさらに拡大するためには、イノベーションが鍵となり、SMR はその候補の一つである。SMR には、入手の容易性（初期投資が少ない）、短い建設工期、サイトの柔軟性等の利点がある。こうした背景のもと、世界中で様々な SMR の技術開発が進んでいる。既に運用中・建設中のものもいくつかあるが、その後に何十もの開発プロジェクトが続いている。用途についても、発電だけでなく、非発電分野についても検討されている。IAEA 加盟国においても、いくつものプロジェクトが進められている。

IAEA では、SMR 開発とその応用について、既に様々な活動を開始していたが、加盟国の支援活動を統合して行うため、SMR プラットフォームを立ち上げた。加盟国からの個別の要望に対応すると同時に、SMR に関する国際会議・シンポジウムの開催等を通して、加盟国間の情報交換を促進している。

(2) ケース・スタディ

1) 次世代炉に寄せられている社会的な期待について

マレーシア、オーストラリア、タイより、主に次世代炉に対する社会的な期待の観点から発表があった。

マレーシア原子力庁のムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン氏からは、国内での原子力技術の利用状況について発表があった。マレーシアは、現在、原子力発電は政策に入っていないが、国民との対話は進めている。ユニークな点は、原子力関係者が直接、国民と対話することはせず、第三者である情報庁の専門家を介して行うようにしている。パブリック・アクセプタンス（Public Acceptance）、リスク認知（Risk Perception）とステークホルダー・エンゲージメント（Stakeholder Engagement）の重要性が強調された。

オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）のマーク・ホウ氏 は、SMR を導入した場合の電力料金への影響を評価した結果について発表があった。オーストラリアは、現在、原子力発電を行っておらず、その計画もないが、将来、温室効果ガスの大幅な削減が必要になると、太陽光・風力発電は安価になっているものの電力の安定性に欠けるため、バックアップ設備が必要になる。モデル計算の結果では、電力料金が大幅に上昇する可能性があり、SMR を導入すれば、上昇は小幅に抑えられることが分かった。

タイ原子力技術研究所（TINT）のカノクラット･ティヤプン氏から、タイで現在の電源開発計画に原子力発電が含まれていないが、改訂中の同計画では、SMR をスマートグリッドに繋ぐことを検討しているとの紹介があった。IAEA のマイルストーン文書に従い導入の準備を進めていることやタイで SMR を導入する場合の基準・要求について

説明があった。課題として、パブリック・アクセプタンスやステークホルダー・エンゲージメントが指摘された。また、国の方針・政策の確立、法律・規制の整備が必要である。

2) 次世代炉に求められる技術的な要件について

ベトナム、インドネシア、韓国より、主に次世代炉の技術的要件に関する観点からの発表があった。

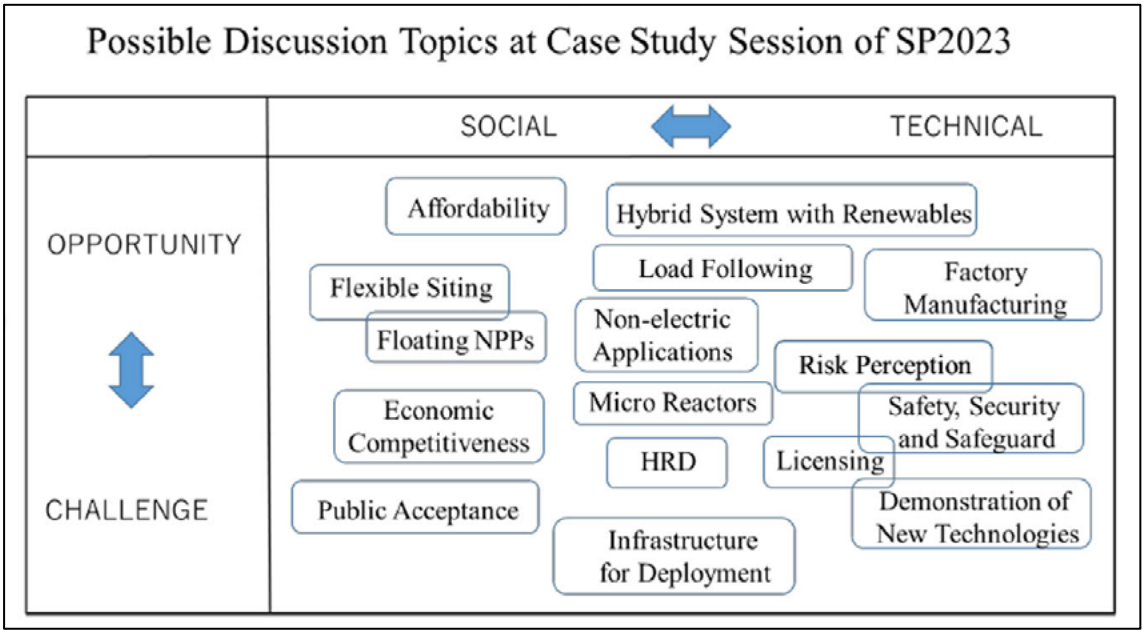
ベトナム原子力研究所（VINATOM）のファム・ヌー・ベト・ハー氏は、ベトナムの改良炉導入の見通しについて発表があった。ベトナムは、一旦、原子力発電の導入を決めてフィージビリティ・スタディまで行ったが、2016 年に導入延期を決定した。その後、COP26 で 2050 年までに炭素排出のネット・ゼロを実現することをコミットし、2040 年代までに石炭火力を止める必要がある。現在、再生エネルギーを補完する形で、2030 年代の大型改良炉の導入、2040 年代の SMR 導入に向けた計画を次期電源開発計画に組み入れる動きがある。

インドネシア国立研究革新庁（BRIN）のトーリス・ジョジョ・スルヨノ氏は、インドネシアにおいて SMR の潜在的なニーズがあることが説明された。用途は、発電だけでなく、非発電分野（海水淡水化、水素製造）にもあり、特に離島では浮体式原子力発電の需要等も考えられる。SMR は、需要の分散しているインドネシアに適した原子力技術であるが、課題は、技術的には多数ある SMR から最適の技術を選ぶこと、社会的にはパブリック・アクセプタンスと政府の決断を得ることがある。

韓国原子力研究所（KAERI）のソンウォン・イム氏は、韓国で開発した SMR の一つである、SMART100 の技術要件について発表があった。一体型 PWR で、電気出力は 100～110 MWe を想定している。設計においては、安全性と経済性に特に重点を置いた。主として、苛酷事故まで想定した、詳細な安全上の要件が説明された。開発者の立場から、ユーザーとしては配備目標（いつ、どこで、何に使うのか）・経済性目標・安全性目標を明確にすることが推奨された。

(3) 議論：ユーザーから見た次世代炉の社会的期待及び技術的要件

冒頭、スタディ・パネル以前に実施された事前調査、当日の基調講演及びケース・スタディでの発表を基に、SMR を含む次世代炉を導入する場合に議論すべきトピックスの案を事務局で整理した図（次頁の図参照）を示した。横軸に社会的・技術的観点、縦軸に利点・課題の観点でマッピングした（例えば、”Affordability”は、社会的利点と考えられる）。



次に、ユーザーとして自国に次世代炉を導入するとしたら何を重視するかを議論した。セッション議長の指名により、各国の参加者から、以下のような考えが示された。
韓国は、「安全性」と「経済的競争力」を重視すること、さらに導入国の「用途（何に使うのか）」が重要であるとの発言があった。インドネシアは、「経済的競争力」、特に現在主力となっている石炭火力との比較が重要であること、多島国として、「立地の柔軟性」が重要であることが述べられた。ベトナムは、経済の急成長を背景に、安定した大電力源として大型軽水炉以上の提案があるのかが鍵になる。SMR も検討されているが、2040 年代以降になるであろう。モンゴルは、国は大きいが人口密度が小さいため、SMR が有利になると考えている。2022 年、政府がワーキング・グループを作り、IAEA とロードマップ作成作業を開始した。フィリピンは、エネルギー省がリーダーシップをとって原子力発電の導入を検討しているが、まだ規制もできておらず、実際に導入するのは先になるだろう。マレーシアは、国民を説得できるかどうかが鍵で、廃棄物の管理方法や使用する燃料に関して原子力防災対策区域（EPZ）等の情報が必要である。

以上のように、どの加盟国も原子力発電の有用性は認識しており、特に SMR を含む次世代炉に対する期待は大きい。しかし、その国の置かれた地理的（国土面積、人口、島嶼国か内陸国か）・政治的（原子力政策、パブリック・アクセプタンス等）・経済的（経済規模、経済成長率等）状況等により、各国のプライオリティには大きな隔たりがある。国情に合わせた検討が必要であることは明らかである。一方で、パブリック・アクセプタンスやステークホルダー・エンゲージメント等、いくつかの共通の課題も存在していることが分かった。

最後に、セッション議長より「もし最初から SMR を導入するとした場合のメリット／デメリットは何か？」との質問があった。JAEA の上出氏より「サプライ・チェーンと燃料の違いによるだろう。現行炉（大型軽水炉）では、サプライ・チェーンが構築されてい

るが、革新的なSMRになると新たに構築しなければならない。一方で、SMRは工場でパッケージとして製造できる可能性がある。燃料も現行の燃料棒集合体方式であれば課題は少ないが、例えば、ペブルベッド型（球状燃料）になると製造・検査方法を確立する必要がある」との回答があった。

2. まとめ

会議議長の佐野利男原子力委員会委員より、会議をまとめて、「SMRを含む次世代革新炉には多くのメリットがある。しかし、同時に課題もある。SMRを含む革新炉は、原子力技術の歴史の中でゲーム・チェンジャーともなり得る。その『機会の窓』は今、大きく開いている。しかし、それは長くは開いていないかも知れない。今こそ革新をもたらすための尽力が必要な時である」との所感が述べられた。

最後に、議長より発表者及び参加者に感謝の言葉があり、閉会が宣言された。

II 英文サマリー

The 2023 Study Panel of Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA) was held in a hybrid manner on 20th June 2023, Tokyo, Japan, hosted by Japan Atomic Energy Commission (JAEC), Cabinet Office of Japan (CAO). The Panel was attended by representatives from 12 FNCA member countries (Australia, Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Korea, Malaysia, Mongolia, The Philippines, Thailand and Vietnam) as well as the invited keynote speakers from International Atomic Energy Agency and Japan Atomic Energy Agency.

1. Background of Study Panel

With the growing concern over the issues of energy security and global warming in the member countries, the Panel was started in 2004 to serve as a forum to discuss the roles and challenges of nuclear power generation. Since then, the Panel has continued contributing to the exchanging and sharing of information among the member countries. The main theme of this Panel was "Outlook on Next Generation Reactors including Small Modular Reactors (SMRs)". In the meeting, keynote speeches were delivered related to development and deployment of next generation reactors and related global activities, and case-study presentations were made by six member counties. Based on the keynotes and the case studies, some discussion was held on social and technical requirements for next generation reactors, and useful information was exchanged.

2. Objectives of 2023 Study Panel

The Study Panel aims at sharing knowledge, good practices and experiences to promote safe and peaceful use of nuclear science and technology among the member countries.

3. Summary of 2023 Study Panel

(1) Key-note speeches

1) "Advanced Reactor Developments and GIF Activities"

Dr. Hideki KIMIDE, Fellow, JAEA (the former Chair of the GIF Policy Group)

Introduction about Generation IV International Forum or GIF, which is framework of international cooperation and is promoting development of next generation reactors, was held.

GIF has set development goals as sustainability, safety & reliability, economics, and proliferation resistance & physical protection, then selected 6 most promising reactor concepts in 2002 and released technology roadmap. These reactors include fast reactors

and thermal neutron reactors, and use liquid metal, water, gas, and molten salt as coolant. Power generation efficiency is improved with high core outlet temperature (>500 degree C), which is much higher than those of current water-cooled reactors (around 300 degree C). In some reactors, it is also possible to use for hydrogen production, heat supply, and transmutation of radioactive waste.

Furthermore, GIF is also developing common technologies, such as economics modelling, and risk & safety assessment. Also, cooperation is taking place with international organizations (IAEA and OECD/NEA) and industries of member countries. Based on the achievement of R&D, GIF has been providing education of younger generation and information dissemination through holding webinar and publishing several kinds of documents.

Recently, GIF also aims at synergy effects between technologies developed by GIF and SMR technologies.

2) "SMR: Global Status and IAEA Activities",

Dr. Dohee HAHN, SMR Platform Coordinator, IAEA

According to data of IAEA, 32 countries around the world are already operating nuclear power plants and 30 other countries are interested in introducing nuclear power plants. Using of nuclear power is gathering attention in terms of climate change mitigation and energy security, but nuclear power accounted only for 9.8% of total electricity production (data of 2021). Other low-carbon energy, such as hydro and solar/wind power accounted for 16% and 9%, respectively. In order to expand the use of nuclear energy, innovation would be a key, and SMRs would be one of the candidates for it. SMR technologies are developed around the world, because of the advantage of SMRs, i.e., affordability, short-term construction, and flexibility of site-selection. Against the background, many kinds of SMR technologies are developed around the world. There are several SMRs which are already operating or under construction, and there are lots of SMR developing projects around the world. The aims of these SMRs include not only power generation but also non-power utilizations. There are a number of IAEA Member States which are proceeding with SMR projects.

In order to provide coordinated support and expertise from across the entire Agency, the IAEA has launched SMR Platform. The IAEA continuously responds to request from Member States, and facilitates Member States exchange information through international conferences and symposia of SMRs.

(2) Case Studies

1) "Social Requirements for Next Generation Reactors"

Three presentations were made by Malaysia, Australia, and Thailand with the theme of social requirements for next generation reactors.

Dr. Muhammad Rawi BinMohamed Zin of Malaysian Nuclear Agency made a presentation about domestic situation of usage of nuclear technologies. Malaysia has not introduced nuclear power generation into their energy policy yet, but dialogue is underway with their general public. In the dialogue, nuclear-related personnel would not contact with public directly but contact through third-party expertise who belongs to information agency. In this presentation, it was stressed that the importance of public acceptance, risk perception, and stakeholder engagement.

Dr. Mark Ho of Australian Nuclear Science and Technology Organisation or ANSTO made a presentation about result of evaluation of influence to electricity charge in the case that Australia would introduce SMRs. Australia has not introduced nuclear power generation yet and have no plan to introduce it. But in order to reduce greenhouse gas emissions near future, the country needs backup facilities. Because, solar and wind power are cheap way to generate, but those sources don't have stability. If SMRs are introduced, cost increase might be reduced.

Dr. Kanokrat Tiyapun of Thailand Institute of Nuclear Technology made a presentation about Thailand power development plan or PDP, which doesn't include nuclear power generation. But in current PDP which is under revision, it is considered to connect SMRs to small grid. Explanation was made about preparation works that were made through IAEA Milestones Documents, and standards and requirements in order to introduce SMR in Thailand. Public acceptance and stakeholder engagement are pointed out as a future challenge. Also, it was pointed out that it is necessary to establish national policy, laws, and regulation for SMRs.

2) "Technical Requirements for Next Generation Reactors"

Three presentations were made by Vietnam, Indonesia, and Korea with the theme of technical requirements for next generation reactors.

Dr. Pham Nhu Viet Ha of Vietnam Atomic Energy Institute or VINATOM made a presentation about future prospects for introduction of advanced reactor in Vietnam. Vietnam has decided introduction of nuclear power plant and has conducted feasible study, but the plan was postponed in 2016. Under the commitment to COP26, Vietnam aims to realize net-zero emissions by 2050, and phasing out from coal power plant by 2040. In the next power development plan, implementation of first nuclear power plant by 2030, and implementation of first SMR by mid-2040 might be considered.

Dr. Tulis Jojok Suryono of National Research and Innovation Agency of Indonesia made

a presentation about potential needs for SMR in Indonesia. The technology is used not only power generation but also another non-electrical application, such as desalination and hydrogen production. In the islands area, a floating nuclear power plant is also considered. Indonesia needs to choose suitable SMR technology, and needs to get public acceptance and commitment and consensus from government.
Mr. Sung Won LIM of Korea Atomic Energy Research Institute or KAERI made a presentation about technical requirement related to SMART-100, which is one of the SMRs that Korea has developed. SMART-100 is an integral PWR, and its electric power is 100-110 MWe. In its design, safety and commercial effectiveness are emphasized. In this presentation, safety-related requirements including severe accidents are explained. As a consideration points for users, it was recommended to clarify of deployment target (schedule, site, application), economics target, and safety target.

(3) Discussion: Requirements for Next Generation Reactors from Potential Users
Depending on the survey which was conducted before the meeting, and presentation of key-note speech and case study, secretariat complied discussion topics related to next generation technologies including SMRs, then showed the mapping of some selected topics. The map consists of two axes; social vs. technical, and opportunity vs. challenge (for example, affordability of SMRs is a social opportunity).

Then, participants discussed what is important for member countries when each country introduces the next generation reactor. According to the facilitation by the chairpersons, the following opinion were expressed.
It is important to focus on safety and economic competitiveness, and purpose for use in the country (Korea). Economic competitiveness, especially comparison with coal fired power generation is very important. The site-flexibility is also important as a country with lots of islands (Indonesia). With the high economic growth, it is important to show whether new technology have possibility as a source of electricity like large-scale commercial reactor or not. SMR technology is under consideration, but introduction of the technology would be after 2040s (Vietnam). As a country with large land area and few populations, SMR technology is very promising. Government established working group in 2022, then started to make road map with IAEA (Mongolia). Department of Energy leads the plan of introduction of nuclear energy. But there is no regulation in the country, so it would take some time to introduce nuclear power station (The Philippines). It is a key whether it is possible to convince people or not. We need to decide how to manage radioactive waste, and need information related to Emergency Planning Zone about nuclear fuel (Malaysia).

As described above, each member country recognizes the importance of nuclear energy, and there are lots of expectation for next generation reactor including SMR. But because of geological (land area, population, terrain), political (nuclear policy, public acceptance, etc.), and economical (economic scale, economic growth rate, etc.) reasons, there are a wide range of differences among each country's priority. So, we need consider this issue depending on each country's situation. And it is understood that there are several common topics among member countries, e.g., public acceptance, stakeholder engagement.

At the last part of session, the chairperson asked the advantage and disadvantage when introducing SMR technology directly. Dr. KAMIDE of JAEA answered "It depends on differences of supply chain and nuclear fuel. There is still existing supply chain when it comes to large-scale commercial reactor, but as for new technology or SMR, they need to build a new supply chain. On the other hand, SMR has the advantage that the system is made in factory as a package. As for the nuclear fuel, there are quite a few problems in current fuel-assembly style, but in the case of new type fuel, it is necessary to establish the way how to make and inspect the fuel".

4. Closing

Mr. SANO Toshio, commissioner of JAEC concluded the meeting, saying "There are lots of merits in next generation reactor including SMR, but also there are some challenges. The SMRs or innovative reactors can be a game changer in the history of nuclear energy. And the window of opportunities seems to be wide open now. But that window may not keep open for a long time. I look forward to further efforts by the countries concerned and international organizations to achieve innovation in the nuclear domain."

Lastly, the chairperson expressed his gratitude to the presenters and attendees, and then the meeting was closed.

III 2023 スタディ・パネルプログラム

日時：2023 年 6 月 20 日（火）
場所：日本・東京（三田共用会議所）兼オンライン
主催：内閣府原子力委員会
会合議長：佐野利男原子力委員会委員
議題：「SMR を含む次世代の展望」

11:00～11:20	セッション 1：開会セッション	※プレス公開
	・ 歓迎・開会挨拶（上坂充原子力委員会委員長）	
	・ 参加者自己紹介	
	・ アジェンダ採択	
	・ 記念撮影	
11:20～12:40	セッション 2：基調講演	
	基調講演-I：新型炉の開発と第 4 世代炉国際フォーラムの活動	
	講演者：上出 英樹氏（日本原子力研究開発委機構（JAEA）フェロー）	
	基調講演-II：SMR：世界の開発状況と IAEA の活動	
	講演者：ドヒー・ハーン氏（国際原子力機関（IAEA）SMR プラットフォーム・コーディネーター）	

12:40～13:40 昼食

13:40～16:20 セッション 3：ケース・スタディ

3-1: 次世代炉に寄せられている社会的な期待について

ケース・スタディ（マレーシア）
講演者：ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン氏
マレーシア原子力庁副長官（技術プログラム）
FNCA マレーシアコーディネーター

ケース・スタディ（オーストラリア）
講演者：マーク・ホウ氏
オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）
熱水理学専門家

ケース・スタディ（タイ）
講演者：カノクラット・ティヤプン氏
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子炉センター　マネージャー

3-2: 次世代炉に求められる技術的な要件について

ケース・スタディ（オーストラリア）

講演者：ファム・ヌー・ベト・ハー氏

ベトナム原子力研究所（VINATOM）

原子力科学技術研究所（INST）

原子力センター　センター長

ケース・スタディ（インドネシア）

講演者：トーリス・ジョジョ・スルヨノ氏

国立研究革新庁（BRIN）

原子炉技術研究センター

研究員

ケース・スタディ（韓国）

講演者：ソンウォン・イム氏

韓国原子力研究所（KAERI）

主席研究員

休憩

3-3: ディスカッション

16:20～16:30　<u>セッション 4：閉会セッション</u>

・　閉会挨拶

Ⅳ 2023 スタディ・パネル参加者リスト

オーストラリア
Ms. Pippa Ainley（ピッパ・アインリー）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
*FNCA オーストラリアコーディネーター

Dr. Mark Ho（マーク・ホウ）
ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）
熱水理学専門家

バングラデシュ
Engr. Ashraful Haque（アシュラフル・ハク）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
チーフエンジニア・プロジェクトダイレクター

中国
Mr. LONG Maoxiong（ロン・マオション）
中国核能行業協会（CNEA）
副事務局長

インドネシア
Dr. Rohadi Awaludin（ロハディ・アワルディン）
インドネシア国立研究革新庁（BRIN）
理事長

Mr. Tulis Jojok Suryono（トーリス・ジョジョ・スルヨノ）
国立研究革新庁（BRIN）
原子炉技術研究センター
研究員

カザフスタン
Dr. Vladimir Vityuk （ウラジミール・ビチュク）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
副総裁

Mr. Arman Miniyazov（アルマン・ミニヤゾフ）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
原子力エネルギー研究所
核融合材料試験室　室長

韓国
Mr. Sung Won LIM（ソンウォン・イム）
韓国原子力研究院
主席研究員

Mr. Jun Ho SHIN（ジュンホ・シン）
韓国原子力協力財団（KONICOF）
事務総長

Mr. Cheonkyeong PARK（チョンギョン・パク）
韓国原子力協力財団（KONICOF）
グローバル協力室　室長

Mr. Byoungwoo KANG（ビョンウ・カン）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
グローバル協力室　研究員

Ms. Ji Yun PARK（ジユン・パク）
韓国原子力国際協力財団（KONICOF）
GIF 韓国連絡事務局チーム長

マレーシア
Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin（ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン）
マレーシア原子力庁（Nuclear Malaysia）
副長官（技術プログラム）
*FNCA マレーシアコーディネーター

モンゴル
Dr. Davaa Suren（ダヴァア・シュレン）
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力技術部

シニアオフィサー

Mr. Boldsaikhan Purevsuren（ボルドサイカン・プレウスレン）
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力クリーンエネルギー担当者

フィリピン
Dr. Lucille V. Abad（ルシル・V・アバッド）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
原子力研究部　部長
*FNCA フィリピンコーディネーター

Mr. Neil Raymund Diaz Guillermo（ネイル・レイマンド・ディアズ・ギレルモ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
主幹科学研究スペシャリスト

Dr. Alvie Asuncion-Astronomo（アルヴィー・アスンシオン・アストロノモ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
副研究員

Mr. Ryan Uy Olivares（ライアン・ウィ・オリヴァレス）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
主幹科学研究スペシャリスト

Mr. Jeffrey D. Tare（ジェフリー D. タレー）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
上席科学研究スペシャリスト

Mr. Dan Benneth C. Magulabnan（ダン・ベネス・C.マングラブナン）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
科学研究専門家 II

Ms. Marinell B. Palangao（マリエル　B. パランガオ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
原子炉稼働セクション
科学研究専門家 II

タイ
Assoc. Prof. Thawatchai Onjun（タワチャイ・オンジュン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
所長

Dr. Kanokrat Tiyapun（カノクラット･ティヤプン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
研究炉センター　マネージャー

Dr. Saensuk Wetchagarun（セーンスック・ウェチャガルン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
研究炉センター　原子力エンジニア

Ms. Kanchalika Dechates（カンチャリカ･デチャテス）
タイ原子力技術研究所（TINT）
管理部長
*FNCA タイコーディネーター

Ms. Napatsorn Varatornsinchai（ナパトソム・ヴァラトムシンチャイ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
総務部長

Ms. Chatchawan Mansaithong（チャチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

ベトナム
Dr. Tran Ngoc Toan（チャン･ゴック･トアン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
副所長
*FNCA ベトナムコーディネーター

Dr. Pham Nhu Viet Ha（ファム・ヌー・ベト・ハー）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
原子力科学技術研究所（INST）
原子力センター　センター長

国際機関

Dr. Dohee HAHN（ドヒー・ハーン）

国際原子力機関（IAEA）

SMR プラットフォーム・コーディネーター

日本

上出　英樹　　日本原子力研究開発機構（JAEA）フェロー

玉田　正男　　FNCA 日本コーディネーター

和田　智明　　FNCA 日本アドバイザー

林田　明子　　外務省国際原子力協力室室長

佐藤　政文　　文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室原子力課廃炉技術開発企画官

熊谷　耕一　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付調査員

中原　里紗　　文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付行政調査員

櫻井　あずさ　　原子力規制庁原子力規制部実用炉審査部門安全審査官

藤田　達也　　原子力規制庁技術基盤グループ技術審査課原子力規制専門職

皆川　武史　　原子力規制庁技術基盤グループシステム安全研究部門技術研究調査官

末永　憲吾　　原子力規制庁核物質防護対策官核セキュリティ部門

上坂　充　　原子力委員会委員長

佐野　利男　　原子力委員会委員

岡田　往子　　原子力委員会委員

覺道　崇文　　内閣府大臣官房審議官（科学技術・イノベーション担当）

進藤　和澄　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官

山田　哲也　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官

笹川　綾香　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付参事官補佐

佐久間　晃　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 参事官補佐

棚田　瑞枝　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 政策企画調査官

深野　桂子　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）上席政策調査員

山田　勝己　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 政策企画調査官

江川　弘和　　内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 政策企画調査官

第 5 章 ②

2024 スタディ・パネル

Ⅰ 2024 スタディ・パネルプログラム（最終案）

日時：2024 年 3 月 11 日（月）
場所：日本・東京（三田共用会議所）兼オンライン
主催：内閣府原子力委員会
会合議長：直井洋介原子力委員会委員
議題：「医療用放射性同位元素の製造と需要」

11:00～11:20	セッション 1：開会セッション	※プレス公開
	・ 開会挨拶（直井洋介原子力委員会委員）	
	・ 歓迎挨拶（上坂充原子力委員会委員長）	
	・ 参加者自己紹介	
	・ プログラム採択	
	・ 記念撮影	
11:20～12:00	セッション 2：基調講演-I	
	基調講演：日本における医療用アイソトープの生産と利用のアクションプラン	
	講演者：東達也氏（量子科学技術研究開発機構　量子生命・医学部門） 量子医科学研究所　分子イメージング診断治療研究部　部長）	

12:00～13:00　昼食

13:00～15:20　セッション 3：ケース・スタディ

3-1:加盟国による発表（1）

ケース・スタディ（ベトナム）
講演者：ファム・タン・ミン氏
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
ダラト原子力研究所
ラジオアイソトープ研究製造センター　センター長

ケース・スタディ（タイ）
講演者：タネト・ドウンタ氏
タイ原子力技術研究所（TINT）
ラジオアイソトープ生産課　課長

ケース・スタディ（マレーシア）
講演者：ノル・サリタ・ビンティ・アリ氏
保健省（MOH）
核医学部
副部長、核医学専門医

3-2: 加盟国による発表（2）

ケース・スタディ（韓国）

講演者：チュンモ・カン氏

韓国原子力医学院（KIRAMS）

主任研究員

ケース・スタディ（カザフスタン）

講演者：ナターリャ・コシュネンコ氏

国立カザフスタン原子力センター（NNC）

総務部　部長

ケース・スタディ（インドネシア）

講演者：マルリナ氏

インドネシア国立研究革新庁（BRIN）

主任研究員

休憩

※プレス公開

15:40～16:20　<u>セッション４：基調講演-II</u>

基調講演：医療用放射性同位元素と放射性医薬品の動向及び IAEA の役割

講演者：メリッサ・デネケ氏（国際原子力機関（IAEA）原子力科学・応用局・物理・科学部部長）

16:20～16:50　<u>セッション５：ディスカッション</u>

16:50～17:00　<u>セッション４：閉会セッション</u>

- 閉会挨拶（直井洋介原子力委員会委員）

II 2024 スタディ・パネル参加者リスト（最終案）

オーストラリア
Ms. Pippa Ainley（ピッパ・アインリー）
オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)
国際関係シニアアドバイザー
*FNCA オーストラリアコーディネーター

バングラデシュ
Dr. Md Mustafizur Rahman（Md.ムスタフィズール・ラフマン）
バングラデシュ原子力委員会（BAEC）
シャバール原子力研究所（AERE）
原子力科学技術研究所（INST）
ラジオアイソトープ生産課
課長／主任研究員

中国
Mr. LONG Maoxiong（ロン・マオション）
中国核能行業協会（CNEA）
副事務局長

Mr. WANG Yibo（ワン・イーボー）
中国核能行業協会（CNEA）
国際協力部
主任スタッフ

インドネシア
Mr. Totti Tjiptosumirat（トッティ・ジプロスミラット）
インドネシア国立研究革新庁(BRIN)
国際原子力機関
事務局長
FNCA インドネシアコーディネーター

Dr. Marlina（マルリナ）
インドネシア国立研究革新庁(BRIN)
主任研究員

カザフスタン
Prof. Erlan Batyrbekov（エルラン・バティルベコフ）
カザフスタン国立原子力センター（NNC）
総裁
*FNCA カザフスタンコーディネーター

Ms. Natalya KOSHNENKO（ナターリャ・コシュネンコ）
国立カザフスタン原子力センター（NNC）
総務部　部長

韓国
Dr. Choong Mo Kang（チュンモ・カン）
韓国原子力研究院（KIRAMS）
主任研究員

Dr. Kyo Chul Lee（ギョチョル・イ）
韓国原子力医学院（KIRAMS）
RI 応用科学部長／主席研究員

Ms. Naheun Kim（ナフン・キム）
韓国原子力協力財団（KONICOF）
研究員

マレーシア
Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin（ムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン）
マレーシア原子力庁（Nuclear Malaysia）
副長官（技術プログラム）
*FNCA マレーシアコーディネーター

Dr. Nor Salita Binti Ali（ノル・サリタ・ビンティ・アリ）
保健省（MOH）
核医学部
副部長、核医学専門医

モンゴル

Ms. Enkhtsetseg Lkhaashid（エンクツェツェグ・ルハーシド）
モンゴル原子力委員会（NEC）
原子力技術部　職員

Ms. Khulan Gantumur（フーラン・ガンツムール）
モンゴル保健省
医療ケアサービス部
職員

Ms. Uyanga Tugsuu（ウヤンガ・ツグスー）
モンゴル第二国立中央病院
核医学センター
放射線化学者

フィリピン
Mr. Neil Raymund Diaz Guillermo（ネイル・レイマンド・ディアズ・ギレルモ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
主幹科学研究スペシャリスト
*FNCA フィリピンコーディネーター

Ms. Maria Teresa L. Borras（マリア･テレサ・L.・ボラス）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
シニア科学研究スペシャリスト

Ms. Rizalina G. Osorio（リザニア・G.・オソリオ）
フィリピン原子力研究所（PNRI）
科学研究スペシャリスト

タイ
Mr. Moleephan Dangprasert（モリーファン・ダンプラサート）
タイ原子力技術研究所（TINT）
ラジオアイソトープセンター
マネージャー

Mr.Sanguansak Hykunya（サンクアンサク・ヒュクニャ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Ms. Suppamat Makjan（スパマット・マカン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Mr. Thanete Doungta（タネト・ドウンタ）
タイ原子力技術研究所（TINT）
ラジオアイソトープ生産課
課長

Mrs. Thidarat Kohud（ティダラット・コフド）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Mr. Veerawit Piamvimol（ヴィーラウィット・ピアムヴィモル）
タイ原子力技術研究所（TINT）
薬剤師

Ms. Anchisa Suratanachaigarn（アンチサ・スラタナチャイガーン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Mr. Chotiwid Wiriyachailerd（チョティウィッド・ウィリヤチャイラード）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Ms. Hasana Laewoharn（ハサナ・ラウェオハーン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Ms. Kanyapat Lumyong（カニャパット・ラムヨン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
原子力科学者

Ms. Krittika Somruedee（クリティッカ・ソムルエディー）
タイ原子力技術研究所（TINT）
品質保証薬剤師

Ms. Chatchawan Mansaithong（チャチャワン・マンサイトン）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

Ms. Worada Jarupoonphol（ウォラダ・ジャルプーンフォル）
タイ原子力技術研究所（TINT）
国際協力部
国際協力職員

ベトナム
Dr. CAO Dong Vu（カオ・ドン・ヴ）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
ダラト原子力研究所
所長
*FNCA ベトナムコーディネーター

Dr. Pham Thanh Minh（ファム・タン・ミン）
ベトナム原子力研究所（VINATOM）
ダラト原子力研究所
RI 研究製造センター
センター長

シンガポール
Mr. Ang Kok Kiat（アン・コック・キアット）
シンガポール国家環境庁
グループディレクター

Mr. Say Yueyang, Symus（セイ・ユエヤン、シムス）
シンガポール国家環境庁
エンジニア

Prof. CHUNG Keng Yeow（チュン・ケン・イェオウ）
シンガポール国立大学
原子力研究安全イニシアティブ
ディレクター

Dr. Wang Lian Chek Michael（ワン・リアン・チェック・マイケル）
シンガポール国立がんセンター
放射線腫瘍部
部長

Ms. Ang Zuo Jin（アン・ジュオ・ジン）
シンガポール共和国持続可能性・環境省
エネルギー・気候政策部
シニア・アシスタント・ディレクター

Mr. Low En Zuo Joel（ロウ・エン・ズオ・ジョエル）
シンガポール総合病院
医学物理士

国際機関
Ms. Melissa Denecke（メリッサ・デネケ）
国際原子力機関（IAEA）
原子力科学・応用局 物理・科学部
部長

日本

東　達也	量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子医科学研究所 分子イメージング診断治療研究部　部長
玉田　正男	FNCA 日本コーディネーター
和田　智明	FNCA 日本アドバイザー
河原　卓	文部科学省研究開発局企画官（原子力国際協力担当）
奥山　知香子	文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際担当）付係長
小畠　亨司	文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室室長補佐　（併）研究開発戦略官付（核融合・原子力国際担当）　（併）研究開発局企画課室長補佐

熊谷　耕一	文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付調査員
中原　里紗	文部科学省研究開発局研究開発戦略官（核融合・原子力国際協力担当）付行政調査員
上蓑　義朋	公益社団法人日本アイソトープ協会
井上　貴之	公益社団法人日本アイソトープ協会
植竹　修士	公益社団法人日本アイソトープ協会
迫田　幸子	公益社団法人日本アイソトープ協会
稲毛　寿光	公益社団法人日本アイソトープ協会学術振興部
上坂　充	原子力委員会委員長
直井　洋介	原子力委員会委員
岡田　往子	原子力委員会委員
畑澤　順	原子力委員会参与（公益社団法人日本アイソトープ協会専務理事）
徳増　伸二	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局審議官
山田　哲也	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局参事官（原子力担当）
笹川　綾香	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付参事官補佐
佐久間　晃	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 参事官補佐

棚田　瑞枝	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）付 政策企画調査官
深野　桂子	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）上席政策調査員
山田　勝己	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 政策企画調査官
江川　弘和	内閣府原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局（原子力担当）参事官付 政策企画調査官
能登　浩子	内閣府　原子力政策担当室科学技術・イノベーション推進事務局 参事官（原子力担当）付 上席政策調査員

第 6 章

調査結果

I 第 24 回大臣級会合事前調査

第 24 回大臣級会合における議論に資するため、FNCA 参加国における原子力関連活動の動向についての「I-1 基礎調査」と、「I-2 円卓討議議題に係る事前調査」を行った。

両調査の対象国は、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの 11 ヵ国である。

「I-1 基礎調査」の内容の基本構成は以下の通りである。

1. 基礎データ
2. エネルギー政策と原子力
3. 原子力関連の顕著な出来事
4. 原子力発電
5. 研究開発（研究炉含む）
6. 核燃料サイクル、放射性廃棄物
   1) 政策動向
   2) 関連施設
7. 安全規則
   1) 法規・体制、等
   2) IAEA/IRRS 等の実施状況等
8. 国際協力
9. 特記事項
10. 原子力関連組織体制

「I-2 円卓討議議題に係る事前調査」は、第 24 回大臣級会合の円卓討議のテーマ「原子力科学の健康・医療福祉への貢献（“Rays of Hope”を含む）」（Nuclear science contribution in human health and medical well-being (& Rays of Hope)）に合わせた調査目標「放射線によるがんの緩和的放射線療法に関する FNCA 加盟国の動向」についてまとめた。

「I-1 基礎調査」は、これまでの調査内容を基に、インターネット上の公開情報を新たに収集し、内容に変更がある場合には適宜、追記・修正を行った。また、それらの情報の出典については脚注に示した。「2. 円卓討議議題に係る事前調査」については、インターネット上の公開情報を探索すると同時に FNCA 放射線治療プロジェクトの専門家から得た情報並びにアメリカ国立衛生研究所（NIH）の文献検索サイト「PubMed」からの文献における情報を参考にまとめた。

I-1 基礎調査

1）オーストラリア

1. 基礎データ

【別添資料 A】参照

2. エネルギー政策と原子力

(1) 基本政策

オーストラリアは「エネルギー白書（Energy White Paper）2015」[1]において、エネルギー政策に関する政府の優先事項として、①エネルギー価格を低く抑えることを目的として、市場がより競争的なものとなるように市場改革等を行うこと、②エネルギーの生産性を高めること、③オーストラリアのエネルギー部門へ投資すること等を挙げている。

2019 年にオーストラリア政府が発表した「エネルギー政策青写真」（Energy Policy Blueprint）では、「エネルギーにおける公正な取引」（a fair deal on energy）を掲げ、2030 年までに温室効果ガス排出量の削減量を 2005 年レベルから 26～28%とする目標が提示されている。

2020 年 5 月 21 日、産業科学エネルギー資源省（DISER：Department of Industry, Science, Energy and Resources）は、「技術投資ロードマップに関する討論書－低排出技術の促進のための枠組み」（Technology Investment Roadmap Discussion Paper－A framework to accelerate low emissions technologies）を公表した[2]。この討論書の中では、主要技術課題と機会について、2030 年までに揚水発電や大規模バッテリー等の蓄電技術のコスト削減に向けた政府投資を行い、2030 年以降に利益を生み出すとしている。また、小型モジュール炉（SMR）等の最新原子力技術について「将来性がある」と評価しながらも、研究開発や建設までのロードマップが必要であるとしている。

2021 年 11 月に開かれた国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議（COP-26）で、多くの国が石炭火力発電を段階的に廃止し、新たな石炭火力発電へは支援をしないという共同声明に署名した。しかし、オーストラリアは、中国や米国等他の主要な石炭使用国と共に、署名しなかった。石炭等化石燃料の主要な輸出国であるオーストラリアは、2030 年までに温室効果ガス排出量を 2005 年比で 26～28%削減すると共に、二酸化炭素（CO_2）の排出量を 2050 年までに実質ゼロにすることを目指すものの、石炭の使用を廃止することはないとしている。先進国の多くは、発電方法を再生可能エネルギーに切り替えているが、オーストラリアは依然として総発電量の約 53%を石炭に依存している。

(2) 原子力政策

国家の基本政策として、エネルギー源としての原子力を利用しない方針を取っている。

---

[1] https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2015/04/apo-nid54017-1214596.pdf (2023.08.20 閲覧)

[2] https://storage.googleapis.com/converlens-au-industry/industry/p/prj1a47c947e19c97e172db4/public_assets/technology-investment-roadmap-discussion-paper.pdf (2023.08.20 閲覧)

ニューサウスウェールズ州及びヴィクトリア州の州法、及びオーストラリア連邦法により、原子炉燃料製造、原子力発電、ウラン濃縮、燃料再処理に関する施設の建設は禁止されている。その一方で、ウラン生産・輸出と原子力科学技術開発は積極的に進められている。

しかし、2019 年 8 月 2 日に、アンガス・テイラーエネルギー大臣が、議会下院の環境・エネルギー常任委員会のテッド・オブライエン委員長に対し、核燃料サイクルや原子力発電に関する調査報告の実施を要請した。オーストラリアで原子力利用に関する調査が行われるのはこの 10 年以上で初であり、また、議会による調査は前例がない[3]。

調査結果として、環境・エネルギー常任委員会は、12 月 13 日に報告書「あなたの合意のもとで：オーストラリアにおける原子力技術への道」（Not without your approval: a way forward for nuclear technology in Australia）を公表した。この報告書では、小型モジュール炉（SMR）等の新興原子力技術の導入を可能にするため、現在の原子力モラトリアムの部分的解除の検討が提言されている[4]。

2021 年 10 月 6 日、オーストラリアの鉱物資源の探鉱・採掘、製錬関係企業等を代表するオーストラリア鉱物評議会（MCA : Minerals Council of Australia）は、報告書「オーストラリアにおける小型モジュール炉（Small Modular Reactors in the Australian Context）」を発表し、SMR のような先進原子力技術の利用を真剣に検討するよう訴えた[5]。現在、米国等で規制承認手続き中の 3 つの SMR 設計（ニュースケール社のニュースケール・パワー・モジュール、GE 日立・ニュークリア・エナジー（GEH）社の BWRX 300、テレストリアル・エナジー社の一体型溶融塩炉（IMSR 400））を取り上げ、これらの強化された安全性や利用可能性を同報告書で紹介している。

ANSTO は、第 4 世代原子炉国際フォーラム（GIF）に参加しており、積極的に活動している。

2023 年 5 月 2 日、ANSTO は創設 70 周年を迎えた。1953 年 4 月に原子力法が施行され、ANSTO の前身であるオーストラリア原子力委員会（AAEC）の設立以来、オーストラリアの原子力の最前線に立ってきた。ANSTO は、原子力の国家的専門センターとして、研究用原子炉を運営してきており、研究炉の HIFAR は約 50 年間、MOATA は 34 年間運転し、そして 2007 年からは、このクラスでは世界で最も先進的で効率的かつ近代的な研究用原子炉の 1 つであり多目的研究炉である OPAL を運転している。オーストラリアは、1957 年、国際原子力機関（IAEA）が設立される際にも重要な役割を果たし、IAEA と長年にわたり良好な関係を維持している[6]。

---

[3] https://www.tedobrien.com.au/article/inquiry-whether-nuclear-energy-feasible-and-suitable-australia（2023.08.28 閲覧）

[4] https://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Committees/House/Environment_and_Energy/Nuclearenergy/Report（2023.08.28 閲覧）

[5] https://www.minerals.org.au/news/small-modular-reactors-should-be-part-australia%E2%80%99s-energy-mix（2023.08.28 閲覧）

[6] https://www.ansto.gov.au/news/australia%E2%80%99s-nuclear-age-celebrates-70-years（2023.08.28 閲覧）

3. 原子力関連の顕著な出来事

1953 年　原子力法成立

1953 年　オーストラリア原子力委員会（AAEC）設立

1958 年　最初の研究炉 HIFAR 臨界達成

1969 年　原子力発電所建設を開始したが、基礎工事段階で中止

1987 年　AAEC を改組、研究部門を分離しオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）設立

1998 年　放射線防護・原子力安全法成立、オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）設立

2006 年　研究炉 OPAL 臨界達成

2007 年　研究炉 HIFAR 運転停止

4. 原子力発電

原子力発電をエネルギー政策の選択肢に含めるべく、何度か提言が出されているが、政策として採用されるに至っていない。

5. 研究開発

(1)　主な研究機関

産業科学資源省（Department of Industry, Science and Resources）の下に、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）が置かれ、千人以上のスタッフにより、原子力技術の活用を目的として多岐にわたる研究が実施されている。また放射線防護・原子力安全に係わる研究開発は、保健・高齢者福祉省に属するオーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）が担当している。

(2)　研究炉及びその利用

ANSTO は 3 基の研究炉（HIFAR、MOATA、OPAL）を所有しているが、現在運転されている炉はプール型多目的研究炉の OPAL 炉のみである。

設置研究炉の諸元は以下の通りである。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
OPAL	ANSTO	プール型 2 万 kWt	研究、RI 製造、中性子放射化分析、中性子ラジオグラフィ、核変換、教育訓練	運転中	2006 年
HIFAR	ANSTO	プール型	照射研究、RI 製造、放射	運転停止	1958 年

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
		1 万 kWt	化分析、核変換、教育訓練	（廃止措置準備中）	
MOATA	ANSTO	Argonaut 型 100kWt	研究、放射化分析、中性子ラジオグラフィ、医療照射、教育訓練	廃止措置（2010 年完了）	1961 年

(3) 加速器及びその利用

ANSTO の加速器研究センターでは以下の 4 基の加速器を有し、研究開発を進めている。

- 10MV タンデム加速器（ANTARES）: 1991 年に稼働開始した加速器研究センター最大の加速器で、イオンビーム利用と加速器質量分析の研究に用いられる。
- 2MV タンデム加速器（STAR）: イオンビーム利用と加速器質量分析に用いられる。
- 低エネルギー複数イオン加速器（VEGA）: ^{14}C（炭素 14）やアクチノイド系の核種を用いた高精度の加速器質量分析に用いるために設計された。
- 中エネルギータンデム加速器（SIRIUS）: 6MV のタンデム加速器であり、加速器質量分析、イオンビーム利用及びイオンビーム照射のための施設が備えられている。
- オーストラリアン・シンクロトロン : 様々な物質の原子・分子の状態を調べることが可能であり、医療、環境、バイオ・ナノ技術、農業、材料科学、考古学研究等幅広い分野に用いられる。同シンクロトロンに 8 つのビームラインを設置する ANSTO の大規模プロジェクトが進行中で、2022 年 6 月、新しいビームライン MEX-1 が「ファーストライト」の発生に成功した[7]。「ファーストライト」とは、シンクロトロン光をシンクロトロンの蓄積リングから放出し、初めてビームラインに送ることに成功したことを示すプロセスである。

2022 年 11 月 10 日、ANSTO は放射線・原子力技術を利用した肥料改良プロジェクトを発表した。ANSTO の OPAL 研究炉で製造した亜鉛（Zn）の放射性同位元素を含む微量栄養素を植物に散布し、ラジオグラフィ技術（吸収された亜鉛の量と、亜鉛が塗布された場所から穀物を含む植物体内のどこに移動したかを把握する技術）を使ってその植物生体内分布の追跡調査をした。微量栄養素には、3 つの異なる亜鉛製剤（塩化亜鉛という可溶性のもの、亜鉛イオノフォアという脂溶性分子で亜鉛を結合させ、植物の細胞境界を越えて移動させるもの、亜鉛をカプセル化したメソポーラス・シリカナノ粒子を使ったもの）を使用する。亜鉛の分布追跡にはシンクロトロンの蛍光 X 線顕微鏡ビームラインを使用する。これまでのところ、メソポーラス・シリカナノ粒子は他の 2 つの形態の亜鉛よりも迅速に亜鉛を移動させるのに役立つとのことである[8]。

[7] https://www.ansto.gov.au/news/first-synchrotron-light-a-milestone-for-new-instruments-at-ansto%E2%80%99s-australian-synchrotron （2023.08.28 閲覧）

[8] https://www.ansto.gov.au/news/using-nuclear-techniques-to-track-micronutrients-applied-to-wheat-crops （2023.08.28 閲覧）

(4) ANSTO における核医学プラント（ANM 施設）新設

核医学診断に用いる ^{99}Mo（モリブデン 99）の増産に向け、ANSTO は ANM 施設（ANM Facility：ANSTO Nuclear Medicine Facility）を新設し、ARPANSA による操業許可を取得した。このプラントは 6 日間あたり 3,500Ci の ^{99}Mo を生産する能力がある最新の設計がなされている。

6. 核燃料サイクル・放射性廃棄物

(1) 政策動向

オーストラリアにおける放射性廃棄物の分類は、オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）が 2010 年に刊行した安全指針「放射線防護シリーズ（RPS：Radiation Protection Series）No.20 放射性廃棄物における分類」（RPS No.20 Classification of Radioactive waste）により規定されている。この安全指針によれば、オーストラリアにおける放射性廃棄物は放射能レベル及び半減期によって下記の通り分類される[9]。

① 規制免除廃棄物（EW：Exempt Waste）
② 極短寿命廃棄物（VSLW：Very Short Lived Waste）
③ 極低レベル廃棄物（VLLW：Very Low Level Waste）
④ 低レベル廃棄物（LLW：Low Level Waste）
⑤ 中レベル廃棄物（ILW：Intermediate Level Waste）
⑥ 高レベル廃棄物（HLW：High Level Waste）

オーストラリアは OPAL 炉を所有しているが、OPAL 炉の使用済み燃料は廃棄物として扱われておらず、国外での永久貯蔵もしくは再処理のために輸送されるまでは ANSTO において保管される。ANSTO が過去に所有していた研究炉の使用済み燃料は、既に国外で再処理をされ、ILW としてオーストラリアに返送されている。また、国外からの放射性廃棄物の輸入も禁止されている。このため、オーストラリアにおいて HLW は発生せず、貯蔵も処分も行われることはないとされている。

オーストラリア国内には約 4,250 m^3 の放射性廃棄物が存在するとされている。研究炉や医療用、産業用施設から発生する放射性廃棄物が毎年 45 m^3 発生しており、内訳は ILW が 5 m^3、LLW が 40 m^3 である[10]。これらの放射性廃棄物は各施設において保管されているが、長期保管設備が整っていないことから、オーストラリア政府は長期貯蔵または処分のための施設を建設し、国内の放射性廃棄物を一括管理する方針を立てている。

放射性廃棄物管理のため「2012 年国家放射性廃棄物管理法」（National Radioactive

[9] https://www.arpansa.gov.au/regulation-and-licensing/regulatory-publications/radiation-protection-series/guides-and-recommendations/rps20 （2023.08.20 閲覧）
[10] https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/radiation-sources/more-radiation-sources/radioactive-waste-safety/frequently-asked-questions (2023.08.20 閲覧)

Waste Management Act 2012）が制定された。この法律に基づき放射性廃棄物を一括管理する施設として、国立放射性廃棄物管理施設（NRWMF：National Radioactive Waste Management Facility）の建設計画が進められることとなった[11]。

NRWMF は約 40 ヘクタールの広さの施設敷地、及び約 100 ヘクタールの緩衝地帯で構成され、サイト全体では約 160 ヘクタール規模となることが予定されている。NRWMF において、LLW は最終処分が行われ、ILW は貯蔵施設に納められた後、最終処分方法が決定するまで保管される[12]。NRWMF の設置は DISER が主体となって進めてきたが、2020 年 7 月からは新設のオーストラリア放射性廃棄物庁（ARWA：Australian Radioactive Waste Agency）が担当している[13]。

NRWMF のサイト選定プロセスは 2015 年から開始され、28 の地域から立候補があり、2020 年 1 月に連邦政府はこれらのうち南オーストラリア州キンバ近郊のナパンディー（Napandee）を NRWMF サイトとして選定していた[14]。

しかし、2023 年 8 月 11 日にオーストラリア政府は、「南オーストラリア州キンバ近郊のナパンディーには低・中レベル放射性廃棄物処分施設（L&ILW）を建設しない、即ち、2021 年ナパンディーを施設建設予定地とする宣言を却下した連邦裁判所の決定に対し、政府は上訴しない」と発表した。これにより、オーストラリアの全ての放射性廃棄物を管理し、NRWMF を実現するために 2020 年に設立された ARWA は、別の用地を探査しなければならず、また、ANSTO は、専用施設が建設されるまでの間、放射性廃棄物の十分な保管容量を確保するために必要な措置を講じ続けなければならない[15]。

なお、オーストラリアは原子力発電を実施していないため、核燃料サイクルや再処理施設建設の計画はない。

(2) 関連施設

ANSTO がシンロック（Synroc）という放射性廃棄物固化技術を用いた廃棄物処理施設の建設を進めている。完成した折には、ANSTO の ANM 施設における ^{99}Mo（モリブデン 99）生産過程で発生した廃棄物を Synroc 固化により処理するとしている[16]。2021 年 12 月に施設の建設が完了した。今後はコールド試験とホット試験を経て、規制機関の運転許可が下り次第、稼働することとなる[17]。

---

[11] https://www.legislation.gov.au/Details/C2012A00029 (2023.08.20 閲覧)
[12] https://www.industry.gov.au/sites/default/files/nrwmf-infopack/nrwmf-facility-concept-design.pdf (2023.08.20 閲覧)
[13] https://www.industry.gov.au/news-media/australian-radioactive-waste-agency-news/a-new-agency-to-manage-radioactive-waste (2023.08.20 閲覧)
[14] https://www.industry.gov.au/news-media/national-radioactive-waste-management-facility-news/napandee-identified-to-host-the-national-radioactive-waste-management-facility (2023.08.20 閲覧)
[15] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Search-resumes-for-site-for-Australian-radwaste-fa (2023.08.20 閲覧)
[16] https://www.ansto.gov.au/business/products-and-services/ansto-synroc-waste-treatment-technology (2023.08.21 閲覧)
[17] https://www.ansto.gov.au/products/ansto-synroc/ansto-synroc-treatment-facility (2023.08.21 閲覧)

7.　安全規制・体制等

(1) 法規・体制等

「1998 年オーストラリア放射線防護・原子力安全法」（ARPANS 法：Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Act 1998）の成立に伴い、放射能の影響から国民の健康や安全、環境の保護を行う政府機関として、1999 年に ARPANSA が設置された。ARPANSA は、保健・高齢者福祉省所管の政府機関であり、政府機関による放射性物質の利用、輸送及び処分を規制している。ARPANSA に対して勧告を行う機関として、放射線保健・安全顧問団（RHC）、原子力安全委員会（NSC）が設立されている。

また、原子力関連施設等の建設・廃止措置やウラン鉱山開発に関する許認可発給を行っているのは環境省である。二国間協定や保障措置の適用、査察等は、外務省のオーストラリア保障措置・核不拡散局（ASNO：Australian Safeguards and Non-proliferation Office）が担当している。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

2007 年 6 月に IRRS ミッションを、2011 年 11 月に IRRS フォローアップミッションを受け入れた。2018 年 11 月には IRRS ミッションを改めて受け入れている[18]。

8.　国際協力

(1) 国際機関

- 国際原子力機関（IAEA）：1957 年 7 月 29 日加盟
- 経済協力開発機構（OECD）原子力機関（NEA）：1973 年 10 月 1 日加盟

(2) 二国間原子力協力

オーストラリアからウランを輸入する国は、オーストラリアとの間で二国間原子力協力協定を結ばなければならない。

相手国	協定	日付
UAE	原子力平和利用に関する協力協定	2014 年 4 月 14 日発効
	二国間保障措置協定	2014 年 4 月 14 日発効
	ウラン供給に関する協定	2014 年 4 月 14 日発効
アルゼンチン	原子力平和利用に関する協力協定	2005 年 1 月 12 日発効
インド	原子力平和利用に関する協力協定	2015 年 11 月 13 日発効
英国	核物質の移転に関する協定	1979 年 7 月 24 日発効
エジプト	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	1989 年 6 月 2 日発効

[18] https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-mission-says-australia-committed-to-strengthening-nuclear-and-radiation-safety-sees-areas-for-enhancement (2023.08.21 閲覧)

相手国	協定	日付
オランダ	研究炉に関連する情報交換に焦点を当てた協力了解覚書（MOU）	2018 年 9 月 19 日署名
カナダ	原子力平和利用に関する協力協定	1981 年 3 月 9 日発効
	原子力平和利用に関する了解覚書（MOU）	2019 年 5 月 2 日署名
韓国	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	1979 年 5 月 2 日発効
スイス	原子力平和利用に関する協力協定	1988 年 7 月 27 日発効
タイ	原子力平和利用に関する了解覚書（MOU）	2019 年 5 月 1 日署名
チェコ	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	2002 年 5 月 17 日発効
中国	原子力平和利用に関する協力協定及び核物質の移転に関する協定	2007 年 2 月 3 日発効
ドイツ	科学技術研究開発に関する協力協定	1976 年 10 月 25 日発効
日本	原子力平和利用に関する協力協定	1982 年 8 月 17 日発効
ニュージーランド	ウランの移転に関する協定	2000 年 5 月 1 日発効
ハンガリー	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	2002 年 6 月 15 日発効
フィリピン	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	1982 年 5 月 11 日発効
フィンランド	100Bq／kg 核物質の移転に関する協定	1980 年 2 月 9 日発効
フランス	核物質の移転に関する協定	1981 年 9 月 12 日発効
米国	相互防衛目的のための原子力情報に関する協力協定	1957 年 8 月 14 日発効
	国際保障措置のための核物質計量管理、検認、防護、先進封じ込め監視技術の研究開発に関する協定	1998 年 9 月 15 日発効
	原子力規制問題における協力と非機密情報の交換に関する覚書	2003 年 9 月 8 日発効
	原子力規制問題における協力・情報交換に関する協力取決め	2008 年 9 月 30 日発効
	原子力平和利用に関する協力協定	2010 年 12 月 22 日発効
ベトナム	相互協力強化のための了解覚書（MOU）	2018 年 10 月 9 日署名

相手国	協定	日付
メキシコ	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	1992 年 7 月 17 日発効
ユーラトム・欧州連合	原子力平和利用に関する協力協定	2012 年 1 月 1 日発効
ロシア	原子力平和利用に関する協力協定	2010 年 11 月 10 日発効

(3) 多国間協力

以下の国際的協力枠組に参加している。

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- 国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC）
- IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）
- 国際熱核融合実験炉（ITER）：非加盟であるが、2016 年 9 月にオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）が技術協力に合意した。
- 第 4 世代原子炉国際フォーラム（GIF）：2017 年 9 月に加入

9. 特記事項

オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）では新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策として職員のリモート勤務等が実施されているが、原子力関連施設の基本的な運用は維持されている。OPAL 炉では RI 製造が継続されている他、オーストラリアン・シンクロトロンを活用した COVID-19 関連研究が行われている[19, 20]。オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）は光刺激ルミネッセンス（OSL：Optically Stimulated Luminescence）モニタの医療機関への提供や、ラドン研究室による空気中微粒子の特性評価への貢献等を通じて COVID-19 対策に関与している[21]。

2021 年 3 月、ANSTO と国際原子力機関（IAEA）は、最近の環境問題に対応して持続可能な環境に貢献するために、同位体、加速器、研究炉ベースの技術を含む高度な原子力技術の利用を強化するための共同作業を実施することに合意した。この協定により、ANSTO は IAEA から 2025 年まで IAEA 協働センターに再指定され、両機関は、地下水、海洋環境、大気汚染等の分野で共同研究プログラムを実施する予定である[22]。

2023 年 4 月に ANSTO は、ティム・エアーズ製造貿易大臣補佐官を ANSTO に迎え、水産物の産地証明プロジェクト（food provenance project）に関する円卓会議を行った。エアーズ補佐官は、政府の立場から原産国表示について説明し、この産地証明の信頼性向上技術

[19] https://www.ansto.gov.au/news/important-updates-on-covid-19 (2023.08.21 閲覧)

[20] https://www.ansto.gov.au/news/australia%E2%80%99s-nuclear-science-capabilities-have-been-central-to-our-fight-against-covid-19 (2023.08.21 閲覧)

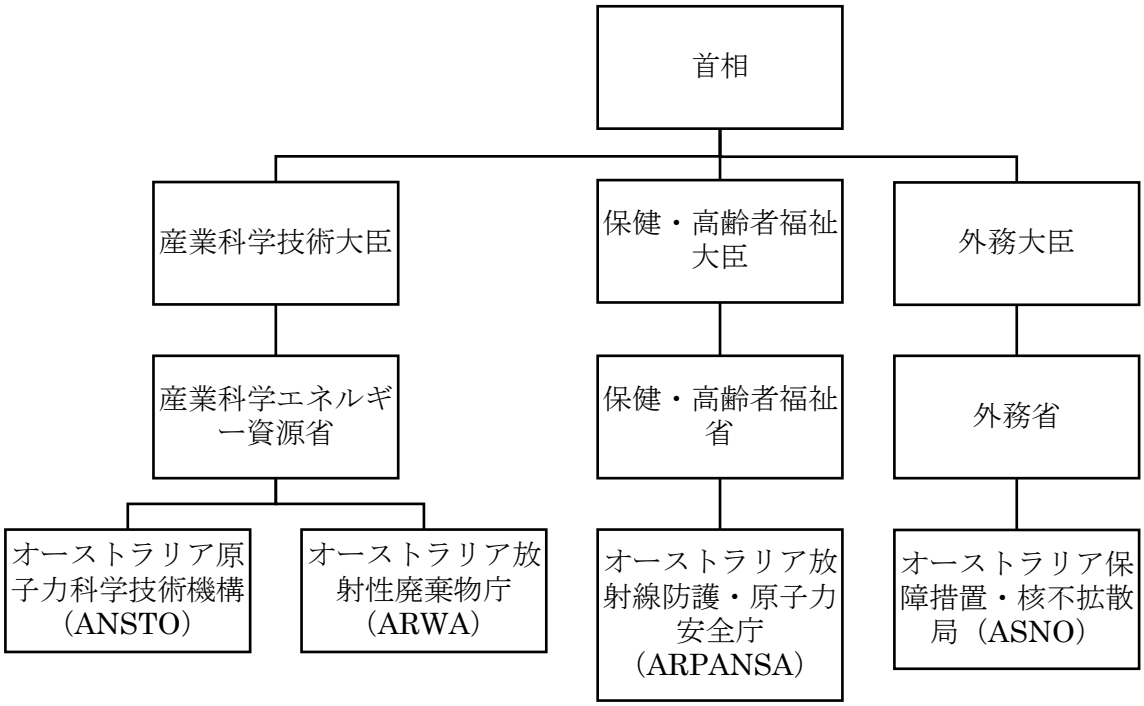
[21] https://www.arpansa.gov.au/news/arpansas-radon-laboratory-contributes-fight-against-covid-19 (2023.08.21 閲覧)

[22] https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-australian-nuclear-science-and-technology-organisation-to-work-together-on-sustainable-environment (2023.08.21 閲覧)

がオーストラリア国内及び地域の経済的回復力を高めることができることを強調した。会議では、研究室ベースのアイソトープ技術と携帯型の蛍光 X 線スキャン法を紹介するビデオの上映と共に、産地証明研究に対する ANSTO のコミットメントの確認、共同研究の成功、バイオセキュリティ・リスクを軽減するための産地証明の必要性、サプライチェーン全体の透明性向上等について意見が交わされた。将来的には、水産物データベースを全国に拡大することに重点を置き、また、貿易やバイオセキュリティ緩和のためのトレーサビリティー要件に準拠するため、農業部門全体がこれらの技術をより広く採用するための協力関係を促進する予定である[23]。

[23] https://www.miragenews.com/broad-support-continues-for-anstos-food-1027648/ （2023.08.24 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月現在）



2）バングラデシュ

1.　基礎データ

【別添資料 B】参照

2.　エネルギー政策と原子力

バングラデシュでは豊富な天然ガス資源がエネルギー供給の中心を担っていたが、エネルギー需要の拡大により、天然ガス開発の促進や代替エネルギーの利用拡大が課題となっている。2015 年公表の第 7 次 5 ヵ年計画（2016～2020 年）では、発電設備容量を 2,300 万 kWe まで増強し、安定した電力供給範囲を全世帯の 96%に拡大する等の目標が掲げられた。

2016 年 9 月に公開された「電力システムマスタープラン 2016」（Power System Master Plan 2016）では、2041 年までの包括的なエネルギーと電力の開発計画を盛り込んだ経済発展度等の想定に基づき、5 つのシナリオが用意されている。その内のベース・シナリオでは、2041 年時点の発電電源構成の目標として、天然ガスによる火力発電が 35%、石炭による火力発電が 35%、再生可能エネルギー等による発電が 15%、原子力による発電が 10%、石油による火力発電が 5%とされている[24]。

2020 年 12 月公表の第 8 次 5 ヵ年計画（2021～2025 年）では、第 7 次 5 ヵ年計画に引き続き、電力部門は最優先事項とされ、原子力発電はこの期間内に開始される見込みであり、建設中のルプール原子力発電所は政府の最優先プロジェクトの 1 つとされている[25]。

また、バングラデシュは気候変動による影響が深刻な国の 1 つとされている。この脅威に対応するため、バングラデシュは原子力発電導入だけでなく、農業分野等における放射線技術の活用にも取り組んでいる[26, 27]。

2021 年 11 月国連気候変動枠組条約第 26 回会議（COP-26）において、シェイク・ハシナ首相は、バングラデシュが 120 億ドルに相当する火力発電所 10 基の導入計画を中止したことを明らかにした。代わりに、再生可能エネルギーによる発電を強化し、2041 年までにエネルギーの 40%を再生可能エネルギー源から調達したいとの考えを示した[28]。

3.　原子力関連の顕著な出来事

1963 年　ルプール地区が原子力発電所サイトとして選定される

1972 年　パキスタンより独立

1973 年　バングラデシュ原子力委員会（BAEC）設立

1975 年　シャバール原子力研究所（AERE）設立

---

24 文部科学省「2019 年度原子力平和利用確保調査成果報告書」(2023.08.18 閲覧)

25 https://oldweb.lged.gov.bd/UploadedDocument/UnitPublication/1/1166/8FYP.pdf (2023.08.18 閲覧)

26 https://www.iaea.org/newscenter/news/construction-progresses-on-bangladeshs-first-nuclear-power-plant (2023.08.18 閲覧)

27 https://www.iaea.org/newscenter/news/bangladeshs-crop-scientists-find-an-ally-to-better-cope-with-climate-change (2023.08.18 閲覧)

28 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BANGLADESH_cop26cmp16cma3_HLS_EN.pdf (2023.08.18 閲覧)

1993 年　原子力安全・放射線管理法（NRSC）制定

2010 年　ルプール地区における原子力発電所導入計画が国会に承認される

2011 年　100 万 kWe の VVER 2 基を導入することについて、ロシアとの間で政府間協定締結

2012 年　バングラデシュ原子力規制法国会通過
原子力及び放射線利用における相互協力協定（ロシア連邦環境・技術・原子力管理庁－バングラデシュ科学技術省（MOST））

2013 年　バングラデシュ原子力規制機関（BAERA）設立

2016 年　バングラデシュ国家経済評議会執行委員会（ECNEC）がルプール原子力発電所（RNPP）の建設計画を承認

2017 年　RNPP の建設が正式に開始

4.　原子力発電

(1) 基本的考え方・政策（発電炉導入予定国）

バングラデシュにおける原子力発電所建設計画の発端は 1961 年まで遡るが、1971 年のバングラデシュ独立や 1980 年の資金調達失敗等により、計画は行き詰っていた。その後、2000 年に原子力行動計画を採択し、国際原子力機関（IAEA）の協力の下で原子力発電所導入に向けた環境整備が進められた。

バングラデシュ初の原子力発電所建設サイトは、ガンジス川沿いのルプール（首都ダッカから北西に約 160km）が選定された。これは 1963 年に実施されたフィージビリティスタディの結果を踏まえたものである[24]。

2011 年 11 月、バングラデシュ政府は、ルプールにロシア製原子力発電所 2 基を建設することでロシアと協定を締結した。当初は VVER-1000 の導入を予定していたが、2015 年 10 月に VVER-1200 の設置を決定した。2016 年 12 月にはバングラデシュ国家経済評議会執行委員会（ECNEC）によりルプール原子力発電所（RNPP）建設計画が承認された。総工費についてはロシアが 9,104 億タカを、バングラデシュが残りの約 2,205 億タカをそれぞれ拠出することとなった。RNPP の建設はバングラデシュ原子力委員会（BAEC）が実施機関となって進められている[24]。

また、第 2 の原子力発電所建設計画も検討されている。2016 年 9 月の報道によれば、南部 5 地域 8 ヵ所が候補サイトとして選定されたという。BAEC はこの建設計画について日本と協議中であり、韓国・中国も関心を示している[24]。

なお、バングラデシュでは企業による投資を呼び込み経済成長を達成するための基盤整備が行われている。そのような成長の基盤となる（growth-generating）大規模プロジェクトは「メガ・プロジェクト」と呼ばれ、首相の特別な監督下に置かれている。RNPP 建設事業は、橋や鉄道の建設事業と並び、このメガ・プロジェクトの 1 つに数えられている[29]。

[29] https://mof.portal.gov.bd/sites/default/files/files/mof.portal.gov.bd/page/b29661b6_927f_4012_9f83_5ac47dbd6ebd/Speech_EN_18_19.pdf (2023.08.19 閲覧)

(2) ルプール原子力発電所（RNPP）建設計画の現状

	原子力発電所	炉型（モデル）	容量（(万 kWe)	商用運転開始
1	ルプール 1 号機	VVER-1200	120 万 kWe	2023 年
2	ルプール 2 号機	VVER-1200	120 万 kWe	2024 年

2017 年 3 月、バングラデシュはロシアとの間で、RNPP 用燃料は全てロシアのロスアトム社が支給し、使用済み燃料は全てロシアに返還するとした予備合意に署名した。これはロシアの核燃料支給の標準的方式であり、供給量は 1 基当たり 22.5t/年（燃料集合体 42 体分）[30]とされる。その後、2019 年 8 月には BAEC とロシアの燃料製造会社 TVEL 社との間で、RNPP 用燃料供給に関する契約が締結され、TVEL 社が燃料供給事業者として指定された。

2017 年 4 月、BAEC がインドの原子力エネルギー・パートナーシップ・グローバルセンター（GCNEP）に RNPP の建設及び運転のコンサルテーションに関する支援を要請した。なお、GCNEP はインドの原子力エネルギー研究開発施設部であり、ロシアから強力な支援を受けている。また、2017 年 3 月にインドは、IAEA との間で GCNEP への専門家派遣・訓練支援に合意している[31]。

2017 年 11 月 4 日、バングラデシュ原子力規制機関（BAERA）は RNPP 1 号機の建設許可を発給し、同月 30 日に 1 号機の最初のコンクリート打設及び記念式典が行われた[32]。2018 年 7 月 8 日には 2 号機の建設許可も発給され、同月 14 日にコンクリート打設及び記念式典が行われた[33]。ロスアトム社によると、建設工事は予定通り順調に進んでおり、2019 年 1 月末に 1 号機、2019 年 8 月に 2 号機のタービン建屋の基礎工事が完了した[34]。また、RNPP 1 号機に携わる原子力関係者がロシアのノボボロネジ原子力発電所（RNPP と同じ VVER-1200）においてインターンシップを受けており、2022 年までに延べ約 1,500 名が参加するということである[35]。

2020 年 3 月 17 日には、ロシアとバングラデシュが原子力発電分野における協力を進めるための複数の文書に署名した。署名された一連の文書のうち、バングラデシュにおける原子力発電所建設に関する政府間協定の改正議定書では、RNPP に関連する運転・管理・修理の支援、また設備や消耗品等の供給の他、運転・管理員向け訓練サービスの提供において、ロシア関係機関による長期的な関与が確認された。

2021 年 12 月、ルプール 1 号機において原子炉圧力容器と 4 台の蒸気発生器の搬入設置

[30] http://www.thefinancialexpress-bd.com/2017/06/09/73223/Russia-to-take-back-45-tonnes-of-spent-fuel-every-year/print (2023.08.19 閲覧)
[31] http://www.world-nuclear-news.org/NP-Bangladesh-India-sign-cooperation-agreements-1004177.html (2023.08.19 閲覧)
[32] http://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/first-concrete-poured-at-the-constructed-rooppur-npp-site-bangladesh/ (2023.08.19 閲覧)
[33] http://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/main-construction-of-the-2nd-unit-of-rooppur-npp-begins-with-the-first-concrete-ceremony/ (2023.08.19 閲覧)
[34] https://ase-ec.ru/en/for-journalists/news/2019/aug/the-concrete-works-for-the-unit-no-2-turbine-hall-foundation-slab-completed-at-the-rooppur-npp-site/ (2023.08.19 閲覧)
[35] http://www.rosenergoatom.ru/en/for-journalists/news/30925/ (2023.08.19 閲覧)

工事が完了し、一次冷却系配管の溶接工事が開始された。原子炉容器と蒸気発生器を接続する一次系配管は、直径 85cm、厚さ 7cm の鋼管を手作業で 28 ヵ所、継ぎ目溶接し、長さ 160m、重量 260t の配管系に組み上げる[36]。ルプール 2 号機については、格納容器の据付・設置工事が予定より早く進捗しており、5 番目の最終リングを 12 月 24 日にコンクリートで固定した[37]。内側格納容器ドームのコンクリート工事は 2022 年 8 月に開始した[38]。

2023 年 6 月 26 日、バングラデシュは、ロシアから供給されるルプール原子力発電所の 2024 年の商業運転開始に向けて準備を進めており、9 月には最初の燃料の引き渡しを受ける予定であることを明らかにした。なお、使用済み燃料は使用後全てロシアに送還されることになる[39]。

2023 年 7 月 19 日、バングラデシュ原子力規制機関（BAERA）は、2023 年後半にルプール原子力発電所へ納入予定の核燃料のライセンス発行を記念する公式式典を開催した。ライセンスのクラス B は核物質の購入、所有、取り扱い、保管を、クラス D はロシアの輸送会社に核物質の輸送を、クラス E は核物質の輸入を許可するものである[40]。

2023 年 8 月 10 日、ルプール原子力発電所用の初装荷用燃料が、ロシアのノボシビルスク化学濃縮工場（NCCP）での検査を経て、原子力委員会（BAEC）に正式に受領された。今後のステップは、燃料の出荷、引き渡し（納入）となる[41]。

5. 研究開発

(1) 主な研究機関

バングラデシュ原子力委員会（BAEC）が研究開発を総括する機関となっている。BAEC は 1975 年に原子力研究所（AERE）を設立し、ダッカの原子力センター（AEC）等と共に原子力研究の拠点とした[42]。AERE・AEC を含め、下記の研究所が設置されている。

- 原子力研究所（AERE）：研究炉 TRIGA MARK II、3MV タンデム加速器、^{60}Co（コバルト 60）照射装置を所有
- 原子力センター（AEC）
- 国立核医学周辺科学研究所（NINMAS）
- ビーチサンド鉱物調査センター（BSMEC）

---

36 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Primary-circuit-welding-starts-at-Rooppur-1 (2023.08.19 閲覧)

37 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/VVER-units-take-shape-in-Russia-and-Bangladesh (2023.08.19 閲覧)

38 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Inner-dome-concreting-under-way-at-Rooppur-2(2023.08.19 閲覧)

39 https://world-nuclear-news.org/Articles/Bangladesh-gearing-up-for-Rooppur-graduation （2023.08.24 閲覧）

40 https://world-nuclear-news.org/Articles/License-confirmed-for-Rooppur-nuclear-fuel （2023.08.24 閲覧）

41 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Rooppur-fuel-passes-inspection-as-onsite-work-prog （2023.08.24 閲覧）

42 http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/bangladesh.aspx (2023.08.19 閲覧)

(2)　研究炉及びその利用

BAEC の AERE が研究炉 BTRR（TRIGA MARK II）を有しており、中性子物理、原子炉物理、原子力化学、RI 生産（^{99m}Tc（テクネチウム 99m）、^{131}I（ヨウ素 131）等）、運転員の訓練、放射線管理等に利用されている。また、加速器は各種の物理実験に利用されている他、^{60}Co（コバルト 60）照射装置は食品照射・バイオテクノロジーによる品質改良等の研究に利用されている。詳細は以下の通りである[24]。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
TRIGA Mark II	BAEC	TRIGA MARK II 3,000kWt	RI 製造、放射化分析、中性子ラジオグラフィ、教育訓練	運転中	1986 年

2021 年 7 月、BAEC は韓国原子力研究所（KAERI）と BTRR へのデジタル計装及び制御システムを導入する契約（388 万ドル）を締結した（作業は 2023 年 1 月完了予定）。また、両者は、2022 年 5 月 25 日に原子力研究開発技術協力に関する了解覚書（MOU）に調印した。主な協力分野は、研究炉開発、研究炉利用と改善、放射性同位元素の生産と利用、放射線技術開発、材料及び中性子科学、放射性廃棄物管理等である[43]。

6.　核燃料サイクル、放射性廃棄物

(1) 政策動向

放射性廃棄物は、国際原子力機関（IAEA）基準の指針並びに原子力安全・放射線管理法（NSRC：Nuclear Safety and Radiation Control）法と同規則の要件に従って収集と処理を行い、中央放射性廃棄物処理施設（CWPSF：Central Radioactive Waste Processing Facility）の中間貯蔵施設にて貯蔵している。サイト内（廃棄物の発生場所）における一次管理と CWPSF における集中管理の両者を組み合わせた制度となっている[44, 45]。

なお、バングラデシュにウラン鉱はない。

(2) 関連施設

短半減期の放射性核種のみを含有する固体廃棄物については減衰貯蔵し、その後処分される。また、医療用・産業用の一部の使用済み線源はサイト内で貯蔵されるが、一部は CWPSF 内の遮へいされた格納場所に貯蔵される。圧縮可能な軟質廃棄物と圧縮不能な硬質廃棄物は、分類ボックスを用いて分離し、軟質廃棄物は圧縮しそのまま貯蔵される。硬質廃

[43] https://www.kaeri.re.kr/board/view?pageNum=2&rowCnt=10&no1=1162&linkId=10272&menuId=MENU00326&schType=0&schText=&boardStyle=Image&categoryId=&continent=&country=&schYear= (2023.08.19 閲覧)

[44] http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/34/016/34016275.pdf (2023.08.19 閲覧)

[45] https://www-legacy.iaea.org/nuclearenergy/nuclearpower/Downloadable/Meetings/2012/2012-03-20-23-TM-Vienna/25.pdf (2023.08.19 閲覧)

棄物はドラム式セメントミキサーを用いてコンディショニング後、セメントグラウトを用いて固形化され、最終処分まで中間貯蔵される[44]。

現在、放射性廃棄物の最終処分のための浅地中処分施設の建設を計画している[30]。

(3) 使用済み燃料、高レベル放射性廃棄物（HLW）、再処理

ルプール原子力発電所（RNPP）で使用する燃料はロシアのロスアトム（ROSATOM）社が提供し、発生する使用済み燃料はロシアに返却され、貯蔵と処理が行われることになっている[31]。2020 年 3 月 17 日には、ロスアトム社の燃料部門である TVEL 社とバングラデシュ原子力委員会（BAEC）の間で、RNPP の燃料サイクル全体に対する燃料供給契約が締結された。

7. 安全規制

(1) 法規・体制等

安全規制はバングラデシュ原子力規制機関（BAERA）が担当している。2013 年 2 月の大統領令により、バングラデシュ原子力委員会（BAEC）から規制部門が独立する形で設置された。BAERA 設置の法的根拠は 2012 年 6 月制定の原子力規制法（BAER Act：Bangladesh Atomic Energy Regulatory Act of 2012）に求められる。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

バングラデシュは 2022 年 10 月に IAEA/IRRS ミッションの受け入れを予定している[46]。

なお、過去に IRRS 受け入れの記録はない。

8. 国際協力

(1) 国際機関

- 国際原子力機関（IAEA）：1972 年 9 月 27 日加盟

(2) 二国間協力

バングラデシュと日本は原子力平和利用に関する協力協定を締結していない。一方、中国・ロシア・インドと下記の協定及び合意を結んでいる[24]。

相手国	協定	日付
インド	原子力の平和利用に関する協力協定	2017年4月8日署名（科学技術省とインドのDAE）
	技術情報交換及び原子力安全規制と放射線防護規制での協力に関する合意	2017年4月8日署名（BAERAとインドのAERB）
	機関間合意（バングラデシュでの原子力発電	2017年4月8日署名（BAECと

[46] https://www.iaea.org/node/34715 (2023.08.19 閲覧)

相手国	協定	日付
	所建設プロジェクトでの協力)	DAE傘下の世界原子力パートナーシップセンター（GCNEP）)
中国	原子力平和利用に関する協力協定	2005 年 4 月 7 日署名
ロシア	ルプール原子力発電所プロジェクトに関する枠組協力協定	2010年5月21日署名、同日発効
	原子力発電所の建設に関する政府間協定	2011年11月2日締結

(3)　多国間協力

・アジア原子力協力フォーラム（FNCA）

・IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）: 1978 年 8 月 24 日批准

・IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）

9.　特記事項

ルプール原子力発電所（RNPP）の建設は、世界的なコロナ禍の中でも続けられており、2021 年 7 月時点で作業の約 40%が完了しており、1 号機用原子炉建屋の内部格納容器の第 6 層目（直径 44m、重量 185 トンの金属構造物）が設置された[47]。

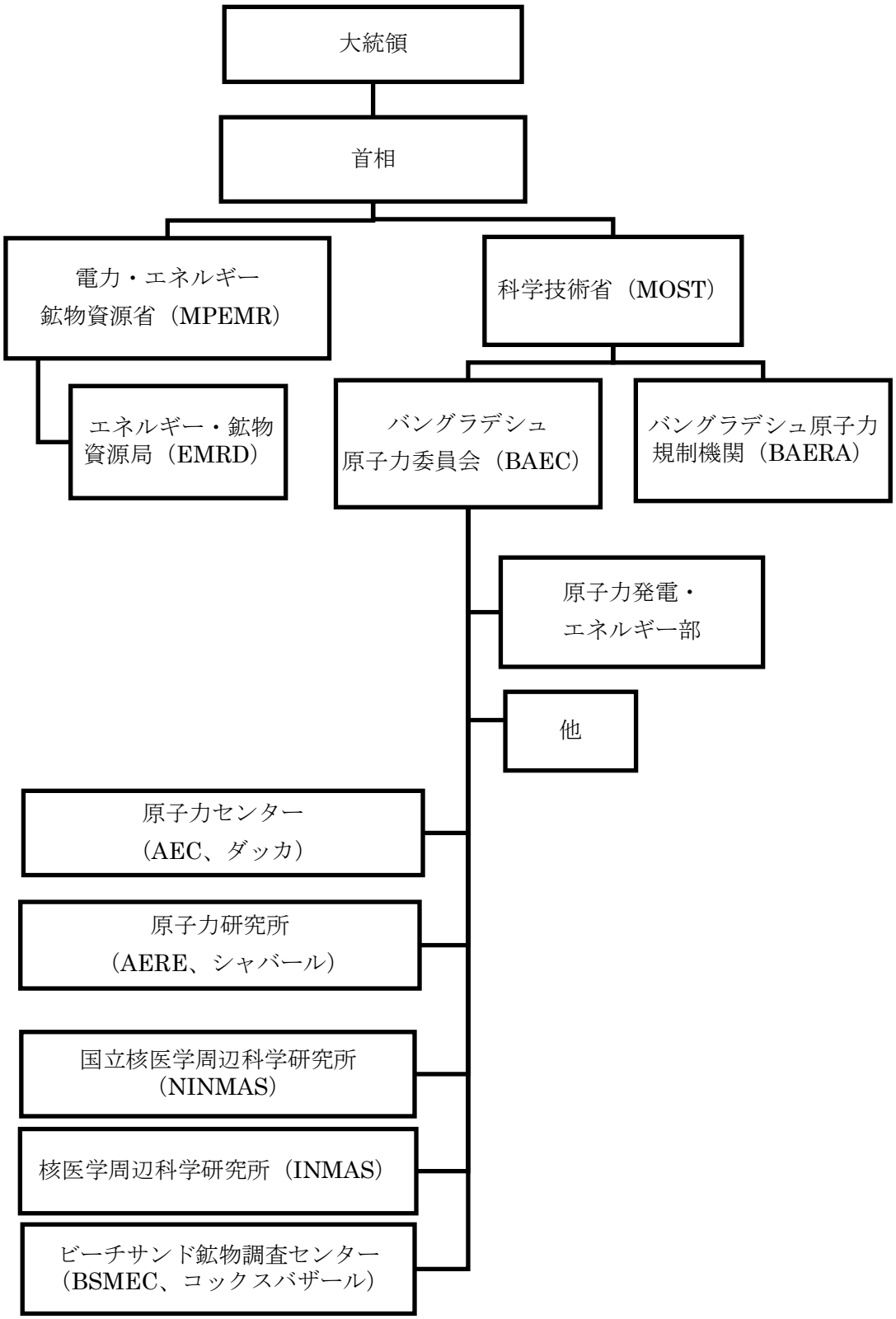
また、バングラデシュでは、2022 年中に 5 億ドル内外の予算規模で 1～2 万 kW 級の高出力多目的研究炉（HPRR： High Power Research Reactor）を新たに導入する計画が報道されたが、まだ詳細は明らかにされていない[48]。この HPRR は、現在建設中のルプール原子力発電所のインフラ構築、医療用 RI の供給等に活用されるという[49]。

[47] https://www.bangladeshpost.net/posts/rnpp-construction-work-progressing-fast-65116 (2023.08.19 閲覧)

[48] https://kaeri.re.kr/board/view?pageNum=1&rowCnt=10&no1=1071&linkId=9260&menuId=MENU00326&schType=0&schText=&boardStyle=Image&categoryId=&continent=&country=&schYear (2023.08.19 閲覧)

[49] https://kaeri.re.kr/board/view?linkId=8119&menuId=MENU00326 (2023.08.19 閲覧)

10.　原子力関連組織体制（2022 年 9 月時点）



3）中国

1. 基礎データ

【別添資料 C】参照

2. エネルギー政策と原子力

(1) エネルギー基本政策

2016 年 3 月、全国人民代表大会において「第 13 次 5 ヵ年計画（2016～2020 年）」が承認され、環境汚染の深刻化に対処し、かつ二酸化炭素（CO_2）排出量を削減するため、エネルギー供給構造の最適化、エネルギー利用効率の向上、クリーンな低炭素社会の建設、安全でクリーンな高効率エネルギーシステムが基本方針として示された[50]。

2017 年 4 月、国家発展改革委員会（NDRC）は「エネルギー供給と消費革命戦略（2016～2030 年）」を発表し、「第 13 次 5 ヵ年計画（2016～2020 年）」による 2020 年までのエネルギー政策と目標に加え、2030 年までに一次エネルギー消費量を 60 億 TCE（石炭換算トン）以内に抑え、エネルギーミックスの非化石燃料の占める割合を 20%以上とする等の目標を設定している[51]。

近年、習近平国家主席は、「中国は 2030 年までに CO_2 排出量をピークアウトさせ、2060 年までにカーボンニュートラル（炭素中立）を実現することを目指す」と宣言し続けてきた。

2021 年 3 月に全国人民代表大会において承認された「第 14 次 5 ヵ年計画（2021～2025 年）」では、食糧、エネルギーといった分野における「安全保障」への対応能力の強化が新たに優先課題として位置づけられ、食糧の総合生産能力が 6.5 億トン以上、エネルギー総合生産能力が 46 億 TCE という具体的目標が定められている[52]。新しいエネルギー源の開発を大いに推進し、2025 年までに非化石燃料がエネルギー使用量の 20%を占めるようにする計画である[53]。

「第 14 次 5 ヵ年計画」実行のための後続計画も続いて発表されており、中国国務院は 2022 年 1 月 24 日、「第 14 次 5 ヵ年計画（2021～2025 年）における省エネ・炭素排出削減に関する総合的取り組み方案の通知」（2021 年 12 月 28 日発行）を発表し、省エネ・炭素排出削減のための主要目標や 10 大重点プロジェクト等を示した。10 大重点プロジェクトとして、鉄鋼やセメント産業等の重点業種における省エネ・炭素排出削減を目的とした設備改良、既存建築物の省エネ化等、都市部におけるグリーン・省エネ化の推進、農村における風力や太陽光等再生可能エネルギーの活用、公共施設・機関における冷暖房や照明設備等の省エネ対応の加速化等が挙げられている[54, 55]。

---

50 http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000219.pdf (2023.08.16 閲覧)
51 http://beta.iea.org/policy/energy-supply-and-consumption-revolution-strategy-2016-2030 (2023.08.16 閲覧)
52 https://www.rieti.go.jp/users/china-tr/jp/210415kaikaku.html (2023.08.16 閲覧)
53 https://www.hkstrategies.com/en/chinas-14th-five-year-plan-2021-2025-report/ (2023.08.16 閲覧)
54 http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/24/content_5670202.htm (2023.08.16 閲覧)
55 https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/02/233444044bcf8763.html (2023.08.16 閲覧)

また、NDRC は、2022 年 3 月 22 日に「第 14 次 5 ヵ年計画（2021～2025 年）期間の現代エネルギーシステム計画」（2022 年 1 月 29 日発行）を発表した[56]。同計画はエネルギー関連政策の方針を示したものであり、基本原則として、(1) エネルギー供給の安全保障、グリーン・低炭素化の推進、(2) イノベーションに基づきスマート化、高効率化を推進、(3) 改革深化と開放拡大、(4) 民生優先、発展共有を挙げている。

(2) 原子力政策

2016 年 3 月の「第 13 次 5 ヵ年計画（2016～2020 年）」で示された目標は、三門及び海陽原子力発電所における 4 基の AP-1000 の完成、福清及び防城港原子力発電所における華龍一号（HPR-1000）*モデル事業の建設推進、石島湾原子力発電所における CAP-1400 モデル事業の着工、内陸部の原子力発電所について積極的な準備、2020 年末までに原子力発電容量を 5,800 万 kWe とし、その時点での建設中の発電容量を 3,000 万 kWe とすること等が含まれている[57]。

* 改良第 3 世代炉 ACPR-1000 技術と中国核工業集団公司（CNNC）自主開発の第 3 世代炉 ACP-1000 技術を融合した炉。

2016 年 11 月 7 日、国家能源局（NEA）と国家発展改革委員会（NDRC）は、「電力発展第 13 次 5 ヵ年計画」（2016～2020 年）を共同で公表した。計画概要（2020 年時点の目標）は、電力供給能力 6 兆 8,000 億～7 兆 2,000 億 kWh（年平均増加率 3.6%～4.8%）、総発電設備容量 20 億 kWe（年平均増加率 5.5%）である。

第 14 次 5 ヵ年計画（2021～25 年）では、原子力発電容量を 2025 年までに 70GW とする目標が設定されている [53]。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1950 年　中国近代物理研究所（現原子能科学研究院）設立、原子力研究開始
1964 年　高濃縮ウラン生産成功、原子爆弾実験成功
1968 年　水素爆弾実験成功
1984 年　民生用原子力の安全監督組織となる国家核安全局（NNSA）設立
1988 年　核工業部廃止、行政機能を持つ国営企業として中国核工業総公司（CNNC）設立
1994 年　政府の原子力対外機関として、国防科学技術工業局（SASTIND）傘下に中国国家原子能機構（CAEA）を設置
1994 年　中国初の原子力発電所である秦山 1 号機の営業運転開始
1998 年　国家核安全局（NNSA）、国家科学技術委員会から国家環境保護部（MEP）へ移転

[56] https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/03/076127dfa2b3bc2f.html (2023.08.16 閲覧)
[57] http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx (2023.08.16 閲覧)

1999 年　中国核工業総公司（CNNC）民営化、中国核工業集団公司（新 CNNC）と中国核工業建設集団公司（CNEC、建設及び原子力以外の部門担当）へ分割

4.　原子力発電

(1) 原子力発電所の現状

中国は 1994 年に最初の発電炉が稼働して以来、諸外国の技術導入及び自主開発によって、積極的に原子力発電の開発を進めてきた。長期的には、現在は熱中性子炉（軽水炉）を中心に開発を進め、将来は高速増殖炉、核融合炉に移行するという方針が示されている。2023 年 9 月現在、運転中の原子力発電所（軽水炉）は 53 基で、建設中の原子炉は 21 基である。

中国では、中国核工業集団公司（CNNC）と中国広核集団有限公司（CGN）が中心となり、大型発電炉（CNP シリーズ、CPR シリーズ、華龍一号（HPR-1000）、CAP）、小型モジュール炉（SMR）（玲龍一号（ACP-100）、ACPR-100 等）、浮揚式原子力発電所（ACP-100S、ACPR-50S）等を研究開発・導入を進めている。

また、海外への原子炉輸出にも積極的に取り組んでおり、華龍一号については、初の輸出事例としてパキスタンのカラチ原子力発電所において 2 号機（2021 年 5 月運転開始）と 3 号機（2022 年 4 月運転開始）が稼働中であり、英国のブラッドウェル B 原子力発電所でも建設計画が進行中で、2022 年 2 月には、英国原子力規制庁（ONR）から CGN の華龍一号（UK HPR-1000）の設計承認を取得した。また、アルゼンチンのアトーチャ 3 号機においても華龍一号の採用が決定している。

建設中の原子炉

大型発電炉については、2020 年 9 月に、国務院が新たに 4 基の華龍一号の建設を承認した。この内、2020 年 12 月に CGN により浙江省の三澳（San'ao）1 号機が着工した。2021 年 3 月、CNNC により昌江 3 号機が着工した。更に、2021 年 12 月、三澳 2 号機と昌江 4 号機がそれぞれ着工した。

2022 年 2 月に江蘇省の田湾 8 号機が着工した。田湾 7 号機は 2021 年 5 月から建設中で、両炉は共にロシア型 PWR（VVER-1200）である。

2022 年 3 月に福清 6 号機が、2022 年 6 月 23 日には紅沿河 6 号機（ACPR-1000）が商業運転を開始した。紅沿河原子力発電所では、2015 年に第 II 期として 5、6 号機（共に ACPR-1000）の建設が開始し、5 号機は 2021 年 7 月 31 日に商業運転を開始した*。

* 紅沿河原子力発電所では、第 I 期（1～4 号機）として 4 基の CPR-1000 が建設され、2013 年から 2016 年にかけてそれぞれ商業運転を開始した。

2022 年 4 月 20 日、国務院はさらに浙江省の三門（Sanmen）3、4 号機、山東省の海陽（Haiyang）3、4 号機、広東省の陸豊（Lufeng）5、6 号機の合計 6 基の建設を承認した。三門及び海陽サイトでは、それぞれウェスチングハウス（WH）社製の AP-1000 が 1、2 号

機として運転中で、両発電所の第 II 期にあたる 3、4 号機については CAP-1000 の建設が承認されている。陸豊 5、6 号機については、華龍一号が採用される予定である。なお、陸豊サイトでは 4 基の CAP-1000 の建設が既に提案されており、すでに国家発展改革委員会（NDRC）の承認を得ている。しかし、国務院はこれら 4 基の CAP-1000 については建設を承認していない。

2022 年 5 月に、遼寧省でロシアのロスアトム（ROSATOM）社が建設中の徐大堡（Xudapu）4 号機で、最初のコンクリートが打設された。同発電所ではロシア製の VVER-1200 が 3、4 号機として建設されており、2027 年から 2028 年にかけての商業運転開始を予定している[58]。

2022 年 6 月 28 日に、CNNC により浙江省の三門 3 号機（CAP-1000）が着工した[59]。海陽 3 号機（CAP1000）は、2022 年 7 月 7 日に着工した。CGN が建設する陸豊 5 号機（HPR-1000）は、2022 年 9 月 8 日に着工した。

2023 年 1 月 11 日、CGN は、中国広西チワン族自治区にある防城港（Fangchenggang）3 号機が電力網に初めて接続したことを明らかにした。同発電所 3 号機は、実証炉である「華龍一号（Hualong-1）」（HPR-1000）2 基のうちの 1 基であり（118 万 kWe）で、2023 年後半に商業運転を開始する予定である[60]。

2023 年 4 月 25 日、山東省の海陽（Haiyang）4 号機（CAP-1000）では、最初のコンクリート打設を 4 月 22 日に開始し、24 日に完了した。なお、4 号機は 2027 年に運開予定である[61]。

2023 年 6 月 21 日、三門（Sanmen）原子力発電所は、浙江省、栄生台州（Rongsheng Taizhou）新材料プロジェクトに蒸気を供給するための協力覚書を締結した。これは、国内最大の原子力蒸気供給プロジェクトで、CNNC の子会社である三門核電公司、泰州海東集団、臨海市政府、三門県政府、浙江省、栄生台州新材料有限公司が調印した。三門原子力発電所は、プロジェクトの第一段階に毎時 1,800 トン、年間 1,000 万トンの高品質工業用蒸気を供給する。プロジェクトは 2026 年末までに完成予定であり、これにより年間 333 万トンの二酸化炭素排出量削減が可能となる[62]。

2023 年 8 月 1 日、中国国務院は、福建省（Fujian）の寧徳（Ningde）5・6 号機、山東省（Shandong）の石島湾（Shidaowan）1・2 号機、遼寧省（Liaoning）の徐大堡（Xudabao）1・2 号機の、計 6 基の原子力発電所の建設を承認した。寧徳 5・6 号機には、中国設計の加圧水型原子炉である華龍一号（Hualong One）が採用される[63]。

小型モジュール炉（SMR）については、2019 年 7 月に、CNNC が昌江（Changjiang）

---

58 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Construction-of-Xudapu-4-under-way (2023.08.16 閲覧)

59 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Construction-starts-on-second-phase-of-Sanmen-plan (2023.08.16 閲覧)

60 https://world-nuclear-news.org/Articles/CGN-s-first-Hualong-One-reactor-starts-supplying-e (2023.08.16 閲覧)

61 https://world-nuclear-news.org/Articles/Construction-begins-of-fourth-Haiyang-unit (2023.08.16 閲覧)

62 https://world-nuclear-news.org/Articles/Sanmen-plant-to-supply-steam-to-industrial-park (2023.08.16 閲覧)

63 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Six-reactors-approved-for-construction-in-China (2023.08.16 閲覧)

サイトの北西側において、玲龍一号（ACP-100）の実証炉建設プロジェクトを着手し、2021年7月に建設を開始している。総工期は58か月を予定している。Linglong Oneとも呼ばれる玲龍一号（ACP-100）は、12万5,000kWeの加圧水型軽水炉（PWR）で、2010年から開発が行われ、2016年4月にSMR設計として初めて、国際原子力機関（IAEA）の「包括的原子炉安全レビュー（GRSR）」に合格しており、玲龍一号は世界で初めて陸上で建設されるSMRとなる[64]。2022年5月には、基礎スラブのコンクリート打設が行われ、建設が本格化している。

2023年8月10日、CNNCは、ACP-100について、原子炉建屋内に炉心モジュールを設置したと発表した。炉心モジュールは、原子炉圧力容器、蒸気発生器、主ポンプを一体化しており、主配管を設けていない。原子炉圧力容器と蒸気発生器は、現地搬入前に工場でその接合部を溶接した[65]。

浮揚式原子力発電所（FNPP）の建設計画も進められており、CGNは開発中のFNPP用SMRであるACPR-50S（20万kWt）を用い、2016年11月、CGNは国内初となるFNPPの建設開始を発表し、2019年運転開始を目指すとしていた。しかし、本計画は遅延しており、詳細は明らかにされていない。

山東石島湾（Shandong Shidaowan）で建設中のペブルベッド型モジュール式高温ガス炉（HTR-PM）実証プラント（ツインタイプで合計電気出力21.1万kW）2基の内1基が、2021年9月に初めて臨界を達成した。更に2基目も11月に臨界を達成した。2基は共に、2021年12月20日に送電網に接続された[66]。

2022年12月9日、HTR-PM実証プラントが、「1基2炉」モードでの安定運転により、当初の全出力を達成した[67]。

高速中性子炉については、CNNCの福建省霞浦県（Xiapu）のナトリウム冷却プール型高速中性子炉（CFR-600）が建設中であり、2023年1月4日、TVEL燃料会社は、CFR-600の最初の炉心装荷のための燃料を中国に発送した、合計3バッチの初回炉心装荷用の燃料集合体と初回燃料交換給用の燃料集合体の他に、原子炉制御・保護装置も含まれている。燃料は、始めは混合酸化物製で燃焼度100GWd/tで、その後は金属製に変更し、燃焼度100-120GWd/tで、増殖比約1.1、運転寿命40年を目標とする。なお、プラントは2023年頃に送電開始を目指する予定であり、原子炉出力は60万kWe（熱出力150万kWt）、2ナトリウム冷却ループで480℃の蒸気を発生し、能動的及び受動的な炉停止系と受動的な崩壊熱除去系を備えている[68]。

なお、中国の高速炉開発は1964年に始まり、ロシアの支援で北京近郊の中国原子能科学

---

[64] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Foundation-completed-for-Chinese-SMR-turbine-build (2023.08.16閲覧)

[65] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Core-module-installed-at-Chinese-SMR (2023.08.16閲覧)

[66] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Demonstration-HTR-PM-connected-to-grid (2023.08.16閲覧)

[67] https://world-nuclear-news.org/Articles/China-s-demonstration-HTR-PM-reaches-full-power (2023.08.16閲覧)

[68] https://world-nuclear-news.org/Articles/Fuel-for-Chinese-fast-reactor-dispatched-from-Russ (2023.08.16閲覧)

研究院（CIAE）で建設された実験高速炉 CEFR（2 万 kWe）は、2010 年 7 月に初臨界に達して 2011 年 7 月に系統へ接続された。CFR-60 は CEFR をベースにした設計され、建設は 2017 年に開始されている[69]。

2023 年 8 月現在、運転中の原子力発電所は以下の通りである。

	原子力発電所	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	商業運転開始年
1	昌江 1 号機（Changjiang-1）	PWR（CP-600）	60.2	2015 年
2	昌江 2 号機（Changjiang-2）	PWR（CP-600）	60.2	2016 年
3	大亜湾 1 号機（Daya Bay-1）	PWR（M-310）	94.4	1994 年
4	大亜湾 2 号機（Daya Bay-2）	PWR（M-310）	94.4	1994 年
5	防城港1号機（Fangchenggang-1）	PWR（CPR-1000）	100	2016 年
6	防城港2号機（Fangchenggang-2）	PWR（CPR-1000）	100	2016 年
7	方家山 1 号機（Fangjiashan-1）	PWR（CP-1000）	101	2014 年
8	方家山 2 号機（Fangjiashan-2）	PWR（CP-1000）	101	2015 年
9	福清 1 号機（Fuqing-1）	PWR（CPR-1000）	102	2014 年
10	福清 2 号機（Fuqing-2）	PWR（CPR-1000）	102	2015 年
11	福清 3 号機（Fuqing-3）	PWR（CPR-1000）	100	2016 年
12	福清 4 号機（Fuqing-4）	PWR（CPR-1000）	100	2017 年
13	福清 5 号機（Fuqing-5）	PWR（Hualong-1）	100	2021 年
14	福清 6 号機（Fuqing-6）	PWR（Hualong-1）	115	2022 年
15	海陽 1 号機（Haiyang-1）	PWR（AP-1000）	117	2018 年
16	海陽 2 号機（Haiyang-2）	PWR（AP-1000）	117	2019 年
17	紅沿河 1 号機（Hongyanhe-1）	PWR（CPR-1000）	106.1	2013 年
18	紅沿河 2 号機（Hongyanhe-2）	PWR（CPR-1000）	106.1	2014 年
19	紅沿河 3 号機（Hongyanhe-3）	PWR（CPR-1000）	106.1	2015 年
20	紅沿河 4 号機（Hongyanhe-4）	PWR（CPR-1000）	106.1	2016 年
21	紅沿河 5 号機（Hongyanhe-5）	PWR（ACPR-1000）	108	2021 年
22	紅沿河 6 号機（Hongyanhe-6）	PWR（ACPR-1000）	108	2022 年
23	嶺澳 1 号機（Ling Ao-1）	PWR（M-310）	95	2002 年
24	嶺澳 2 号機（Ling Ao-2）	PWR（M-310）	95	2003 年
25	嶺澳 3 号機（Ling Ao-3）	PWR（CPR-1000）	100.7	2010 年
26	嶺澳 4 号機（Ling Ao-4）	PWR（CPR-1000）	100.7	2011 年
27	寧徳 1 号機（Ningde-1）	PWR（CPR-1000）	101.8	2013 年
28	寧徳 2 号機（Ningde-2）	PWR（CPR-1000）	101.8	2014 年

[69] https://www.fepc.or.jp/smp/library/kaigai/kaigai_topics/1260332_4815.html (2023.08.16 閲覧)

	原子力発電所	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	商業運転開始年
29	寧徳 3 号機（Ningde-3）	PWR（CPR-1000）	101.8	2015 年
30	寧徳 4 号機（Ningde-4）	PWR（CPR-1000）	101.8	2016 年
31	秦山 I-1 号機（Qinshan 1）	PWR（CNP-300）	29.8	1994 年
32	秦山 II-1 号機（Qinshan 2-1）	PWR（CNP-600）	61	2002 年
33	秦山 II-2 号機（Qinshan 2-2）	PWR（CNP-600）	61	2004 年
34	秦山 II-3 号機（Qinshan 2-3）	PWR（CNP-600）	61.9	2010 年
35	秦山 II-4 号機（Qinshan 2-4）	PWR（CNP-600）	61	2011 年
36	秦山 III-1 号機（Qinshan 3-1）	PHWR（CANDU-6）	67.7	2002 年
37	秦山 III-2 号機（Qinshan 3-2）	PHWR（CANDU-6）	67.7	2003 年
38	三門 1 号機（Sanmen-1）	PWR（AP-1000）	115.7	2018 年
39	三門 2 号機（Sanmen-2）	PWR（AP-1000）	115.7	2018 年
40	台山 1 号機（Taishan-1）	PWR（EPR）	166	2018 年
41	台山 2 号機（Taishan-2）	PWR（EPR）	175	2019 年
42	田湾 1 号機（Tianwan-1）	PWR（VVER-1000）	99	2007 年
43	田湾 2 号機（Tianwan-2）	PWR（VVER-1000）	99	2007 年
44	田湾 3 号機（Tianwan-3）	PWR（VVER-1000）	104	2018 年
45	田湾 4 号機（Tianwan-4）	PWR（VVER）	104	2018 年
46	田湾 5 号機（Tianwan-5）	PWR（ACPR-1000）	100	2020 年
47	田湾 6 号機（Tianwan-6）	PWR（ACPR-1000）	100	2021 年
48	陽江 1 号機（Yangjian-1）	PWR（CPR-1000）	100	2014 年
49	陽江 2 号機（Yangjian-2）	PWR（CPR-1000）	100	2015 年
50	陽江 3 号機（Yangjian-3）	PWR（CPR-1000）	100	2015 年
51	陽江 4 号機（Yangjian-4）	PWR（CPR-1000）	100	2017 年
52	陽江 5 号機（Yangjian-5）	PWR（ACPR-1000）	100	2018 年
53	陽江 6 号機（Ynagjian-6）	PWR（ACPR-1000）	100	2019 年

また、2023 年 9 月現在、以下の原子力発電所が着工し、建設中である。

	原子力発電所の名称	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	建設開始年
1	防城港 3 号機（Fangchenggang-3）	PWR（Hualong-1）	118	2015 年
2	防城港 4 号機（Fangchenggang-4）	PWR（Hualong-1）	118	2016 年
3	山東石島湾（Shandong Shidaowan）	HTGR（HTR-PM）	21.1	2012 年
4	石島湾 1 号機（Shidaowan-1）	PWR（CAP-1400）	150	2019 年

	原子力発電所の名称	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	建設開始年
5	石島湾 2 号機（Shidaowan-2）	PWR（CAP-1400）	150	2020 年
6	太平嶺 1 号機（Taipingling-1）	PWR（Hualong-1）	120	2019 年
7	太平嶺 2 号機（Taipingling-2）	PWR（Hualong-1）	120.2	2020 年
8	田湾 7 号機（Tianwan-7）	PWR（VVER-1200）	120	2021 年
9	田湾 8 号機（Tianwan-8）	PWR (VVER-1200)	120	2022 年
10	漳州 1 号機（Zhangzhou-1）	PWR（Hualong-1）	121	2019 年
11	漳州 2 号機（Zhangzhou-2）	PWR（Hualong-1）	121	2020 年
12	昌江 3 号機（Changjiang-3）	PWR（Hualong-1）	120	2021 年
13	昌江 4 号機（Changjiang-4）	PWR（Hualong-1）	120	2021 年
14	昌江 SMR1 号機（Changjiang SMR-1）	SMR（ACP-100）	12.5	2021 年
15	徐大堡 3 号機（Xudabao-3）	PWR（VVER-1200）	120	2021 年
16	徐大堡 4 号機（Xudabao-4）	PWR（VVER-1200）	120	2022 年
17	三澳（San'ao-1）	PWR（Hualong-1）	115	2020 年
18	三澳（San'ao-2）	PWR（Hualong-1）	115	2021 年
19	三門 3 号機（Sanmen-3）	PWR（CAP-1000）	115.7	2022 年
20	海陽 3 号機（Haiyang-3）	PWR（CAP-1000）	117	2022 年
21	陸豊 5 号機（Lufeng-5）	PWR（Hualong-1）	120	2022 年

また、2023 年 9 月現在、以下の原子力発電所の建設が計画されている。

	原子力発電所の名称	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	建設開始年
1	渤海（Bohai Shipyard FNPP）	PWR（ACPR-50S）	6	計画中
2	膠東（Jiaodong Shipyard FNPP）	PWR（ACP-100S）	12.5	計画中
3	白龍 1 号機（Bailong-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
4	白龍 2 号機（Bailong-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
5	昌江 SMR2 号機（Changjiang SMR-2）	SMR（ACP-100）	12.5	計画中
6	防城港 5 号機（Fangchenggang-5）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
7	防城港 6 号機（Fangchenggang-6）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
8	連江 1 号機（Lianjiang-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
9	連江 2 号機（Lianjiang-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
10	陸豊 1 号機（Lufeng-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
11	陸豊 2 号機（Lufeng-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
12	陸豊 3 号機（Lufeng-3）	PWR（CAP-1000）	125	計画中

	原子力発電所の名称	炉型（モデル）	容量（万 kWe）	建設開始年
13	陸豊 4 号機（Lufeng-4）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
14	陸豊 6 号機（Lufeng-6）	PWR（Hualong-1）	120	計画中
15	寧徳 5 号機（Ningde-5）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
16	寧徳 6 号機（Ningde-6）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
17	海陽 3 号機（Haiyang-3）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
18	海陽 4 号機（Haiyang-4）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
19	海興 1 号機（Haixing-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
20	海興 2 号機（Haixing-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
21	彭澤 1 号機（Pengze-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
22	彭澤 2 号機（Pengze-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
23	三門 4 号機（Sanmen-4）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
24	桃花江 1 号機（Taohuajiang-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
25	桃花江 2 号機（Taohuajiang-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
26	桃花江 3 号機（Taohuajiang-3）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
27	桃花江 4 号機（Taohuajiang-4）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
28	台山 3 号機（Taishan-3）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
29	台山 4 号機（Taishan-4）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
30	咸寧 1 号機（Xianning-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
31	咸寧 2 号機（Xianning-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
32	徐大堡 1 号機（Xudabao-1）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
33	徐大堡 2 号機（Xudabao-2）	PWR（CAP-1000）	125	計画中
34	庄河 1 号機（Zhuanghe-1）	PWR（Hualong-1）	115	計画中
35	庄河 2 号機（Zhuanghe-2）	PWR（Hualong-1）	115	計画中

5.　研究開発

(1) 主な研究機関

①　中国核工業集団公司（CNNC）

中国における原子力平和利用に係る原子力研究開発は現在、中央企業と位置付けられている CNNC が中心となって進めている。CNNC は数多くの研究所や施設を有しており、原子力発電、核燃料、放射性廃棄物管理、ウラン資源探査等、広範囲に研究を実施し

ている[70, 71]。なお、CNNC は研究活動だけでなく原子力発電に係る活動も多く実施している[72, 73]。CNNC は、下記の研究所を傘下に有する[74, 75]。

- 中国核動力研究設計院（NPIC）: CNP-1000 等の新型国産発電炉の設計研究、安全研究、燃材料照射研究、医療用放射性同位体（RI）製造等を行っている。また、カナダ原子力公社（AECL）と共同して CANDU 炉を利用して行う燃料リサイクル技術開発を実施している。
- 中国原子能科学研究院（CIAE）: 2009 年に初臨界を達成した中国高速実験炉（CEFR）を運転中である。また中国先進研究炉（CARR）を用いて、中性子照射、中性子散乱等の研究を行っている[76]。
- 煙台原子力研究センター：2016 年 11 月 29 日、4 機関（CNNC、中国広核集団有限公司（CGN）、国家電力投資集団公司（SPIC）、煙台市台海集団有限公司（Yantai Taihai Group））の共同建設で開設され、国内の原子力プロジェクト（原子力エネルギーの利用や放射線防護、エネルギー貯蔵と核廃棄物処理、国産の第三世代炉プロジェクトにおける大量製造の技術的問題等）に関する研究・開発を行っている[77]。
- 核工業西南物理研究院（SWPI）
- 中国輻射防護研究院（CIRP）
- 核工業北京地質研究院（BRIUG）
- 核動力運行研究院（RINPO）
- 燃料材料研究開発センター（Research Center for Nuclear Fuels and Materials）: 2018 年 11 月新設。燃料・材料研究分野におけるイノベーションのプラットフォーム構築を目的に設置された。

② 清華大学 原子力新エネルギー技術研究所（INET）

これまで 3 基の研究炉を建設し、原子力研究開発を進めてきた。2000 年に 1 万 kWt の高温ガス冷却実験炉（HTR-10）の初臨界を達成し、発電用の高温ガス炉（HTGR）設計のための基礎データの収得、燃料開発研究、安全特性確認、発電・熱利用のための技術開発等を進めている[78]。

---

70 https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/China/China.htm (2023.08.16 閲覧)
71 https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/China/China.htm (2023.08.16 閲覧)
72 https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/China/China.htm (2023.08.16 閲覧)
73 https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/China/China.htm (2023.08.16 閲覧)
74 https://en.cnnc.com.cn/cnncresearchinstitutes.html (2023.08.16 閲覧)
75 http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-fuel-cycle.aspx (2023.08.16 閲覧)
76 http://www.ciae.ac.cn/eng/Researchprograms/index.htm (2023.08.16 閲覧)
77 http://www.ecns.cn/2016/11-29/235790.shtml?COLLCC=3976719739& (2023.08.16 閲覧)
78 http://www.inet.tsinghua.edu.cn/publish/ineten/5696/index.html (2023.08.16 閲覧)

③　その他

・　中国科学院上海応用物理研究所（SINAP）：産業の発展を促進するためのビーム応用利用、原子力科学技術における包括的な研究を行っている。上海張江ハイテクパークと嘉定地区に 2 つのサイトがあり、上海シンクロトロン放射線施設（SSRF）、中国科学院（CAS）の重点核分析技術研究室等を有する[79]。

・　中国放射線防護研究所（NIRP : National Institute for Radiological Protection）：国の放射線防護に関する規制のベースになる研究が進められている。

(2)　研究炉及びその利用

設置研究炉の諸元、機能、特徴は以下の通りである[74, 80]。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
HFETR	中国核動力研究設計院（NPIC）	タンク型 12 万 5,000kWt	燃料・材料照射、RI 製造、核変換、教育訓練	運転中	1979 年
SPR IAE	中国原子能科学研究院（CIAE）	プール型 3,500kWt	RI 製造、核変換、材料照射	運転中	1964 年
MNSR IAE	中国原子能科学研究院（CIAE）	MNSR（Miniature Neutron Source Research Reactor）、27kWt	放射化分析、教育訓練	運転中	1984 年
PPR PULSING	中国核動力研究設計院（NPIC）	プール型 1,000kWt/定出力運転 3,420MWt/パルス出力運転	不明	運転中	1990 年
HFETR CRITICAL	中国核動力研究設計院（NPIC）	臨界実験装置 0kWt	臨界実験装置	運転中	1979 年
SPRR-300	西南核物理化学研究院（SWIP）	プール型 3,000kWt	中性子ラジオグラフィ、核変換、教育訓	運転中	1979 年

[79] http://english.sinap.cas.cn/ (2023.08.16 閲覧)

[80] https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx (2023.08.16 閲覧)

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
			練		
NHR-5	清華大学	プロトタイプ熱供給炉 5,000kWt	不明	運転中	1989 年
ESR-901	清華大学	プール型 2 炉心 1,000kWt	核変換、教育訓練	運転中	1964 年
MJTR	中国核動力研究設計院（NPIC）	プール型、 5,000kWt	RI 製造、核変換、教育訓練	運転中	1991 年
MNSR-SZ	深圳大学	MNSR、30kWt	不明	運転中	1988 年
CARR	中国原子能科学研究院（CIAE）	タンク型 6 万 kWt	燃料・材料照射、RI 製造、中性子ラジオグラフィ、放射化分析、核変換	運転中	2010 年
HTR-10	清華大学原子力新エネルギー技術研究所（INET）	高温ガス炉 1 万 kWt	高温ガス炉実証研究	運転中	2000 年
CEFR	中国原子能科学研究院（CIAE）	高速増殖炉 6 万 5,000kWt	高速炉発電実証、燃料・材料照射	運転中	2010 年
IHNI-1	北京技術開発会社	プール型 30kWt	中性子ラジオグラフィ、医療照射、放射化分析、訓練	運転中	2009 年
VENUS-1	中国原子能科学研究院（CIAE）	加速器駆動炉 0kWt	加速器駆動原子炉（ADS）実験装置	運転中	2005 年
TFHR Thorium Pebble Bed	中国科学院（CAS）	トリウム ペブルベッド型 2,000kWt	トリウム原子炉開発研究	計画中	
TMSR-SF1	中国科学院上海応用物理研	固体燃料型 トリウム溶融塩炉	トリウム原子炉開発研究	建設中	

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
	究所 （SINAP）	10,000 kWt			
TMSR-LF1	中国科学院上海応用物理研究所 （SINAP）	液体燃料型 トリウム溶融塩炉 2,000kWt	トリウム原子炉開発研究	計画中	
ZPR FAST	中国原子能科学研究院 （CIAE）	臨界実験装置 0.05kWt	不明	長期停止	1970 年
ZERO POWER REACTOR	中国核動力研究設計院 （NPIC）	臨界実験装置 0kWt	臨界実験装置	恒久停止	1966 年
HWRR-II	中国原子能科学研究院 （CIAE）	重水減速研究炉 1 万 5,000kWt		恒久停止	1958 年

6. 核燃料サイクル・放射性廃棄物

(1) 政策動向

① 基本政策、法令等

法体系としては、基本法として 2003 年施行の「放射性汚染防止法（Act of Protection and remedy of Radioactive Contamination）」があり、この下に 2011 年施行の「放射性廃棄物安全管理条例（Regulations on Safety Management of Radioactive Wastes）」があり、さらに、政令、指針等で細目が規定されている[81, 82]。

1995 年に制定の「放射性廃棄物の分類」（国家規格）では、放射性廃棄物を気体、液体及び固体に分類し、このうち気体及び液体の放射性廃棄物は、放射能濃度によって低レベル、中レベル、高レベルに分類している。固体放射性廃棄物は、核種の半減期の長さ（含まれる核種の中で最長のもの）や比放射能等により、基準を定め分類している（アルファ廃棄物を除く）。2008 年制定の「核科学技術術語第 8 部分：放射性廃棄物管理」（国家規格）によると、高レベル放射性廃棄物を「使用済み燃料を再処理した際の高レベル放射性廃液及びその固化体、廃棄物と認められた使用済み燃料または同様の放射性の特徴を有するその他の廃棄物」と定義している。

[81] http://www2.rwmc.or.jp/hlw:cn (2023.08.17 閲覧)
[82] http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_3497219_po_02520006.pdf?contentNo=1&alternativeNo= (2023.08.17 閲覧)

使用済み放射線源については、放射性廃棄物安全管理条例（第 2 章、第 10 条）によると、貯蔵機関等による集中貯蔵、または処分機関等への直接引き渡しを行い処分することとしている。

② 関係機関

原子力の安全に責任を負う国の機関として、生態環境部（MEE）の下に国家核安全局（NNSA）が設置されている。同局の下部組織として、放射線源安全規制部（中国語：辐射源安全监管司）が置かれており、放射性廃棄物の処理、貯蔵及び処分を行う各施設の安全に関する監督・管理を職務としている[82]。

放射性廃棄物の処理、貯蔵、処分の各施設の建設、管理等の業務は、国務院直属の国有企業である中国核工業集団公司（CNNC）傘下の中核清原環境技術工程有限責任公司等が実施している[82]。

(2) 低・中レベル放射性廃棄物

低・中レベル放射性廃棄物については、浅地中処分を行うことになっている。甘粛省の北西部サイト、広東省の北龍（ベイロン）サイト、四川省の飛鳳山（フェイフェンシャン）サイトの 3 つの処分施設がある。更に、詳細は不明だが、4 サイトが建設認可を取得し建設中である[83]。

低・中レベル放射性廃棄物処分場の各サイトの詳細は以下の通りである[84, 85]。

サイト名	所在地	運営体	計画貯蔵量（m^3）	操業開始	機能
北西処分場	甘粛省	中核清原環境技術工程有限責任公司	200,000	2011 年	現地軍施設からの廃棄物を含む
北龍処分場	広東省	広東大亜湾核電環保有限公司	240,000	2011 年	大亜湾と嶺澳サイト廃棄物専用
飛鳳山処分場	四川省	中核清原環境技術工程有限責任公司	180,000	2016 年	試験場として使用

(3) 使用済み放射線源

2004 年に全国調査が実施され、新たなセキュリティ要件を満たすように、使用済み線源及びその他の非核燃料サイクル廃棄物の貯蔵施設の改善が実施されてきているが、放射線源の処分については未だ決定しておらず、複数の処分オプションが検討中である。

---

83 https://www.fnca.mext.go.jp/mini/report/22/SS5-3_2021MLM_CHN_Country%20Report.pdf (2023.08.17 閲覧)

84 https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-fuel-cycle.aspx (2023.08.17 閲覧)

85 https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/library/2020/2fy_kaigai_low.pdf (2023.08.17 閲覧)

(4)　使用済み燃料

中国では、使用済み燃料を再処理する場合と直接処分する場合がある。軽水炉の使用済み燃料は再処理の対象であり、再処理後に抽出される高レベル放射性廃液はガラス固化体にして処分される。一方、重水炉の使用済み燃料は、再処理せずに直接処分される。

(5)　高レベル放射性廃棄物（HLW）

高レベル放射性廃棄物、使用済み燃料及びアルファ廃棄物については再処理を行い、高レベルの廃液をガラス固化した後、深地層処分を行う事となっている。

1985 年に旧核工業部科技核電局（現 CNNC）より「高レベル放射性廃棄物地層処分研究発展計画」が策定された。サイトの選定と評価が 1986 年以来行われており、甘粛省が候補地に絞られ、2020 年までにサイト選定を完了するとされた。地下研究室を 2015～2020 年に建設し、20 年間の作業の後、三段階目に 2040 年から最終処分場を建設し、検証実験を行う予定であった。研究開発については、CNNC の核工業北京地質研究院（BRIUG）を中心に進めているとされたが、計画が遅れた。

国家原子能機構（CAEA）は 2021 年 6 月、甘粛省酒泉市北山で、高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分に関する研究開発のため、地下研究所の建設を開始したと発表した。建設には 7 年ほどかかると見込まれ、50 年間の運営を予定している。研究が成功してサイトが適切であれば、2050 年までに研究所付近に HLW の地下処分場が建設される[86]。

一方で、2021 年 9 月 11 日に、中国初の高レベル放射性廃液ガラス固化施設が四川省広元市で正式に稼働を開始した[87]。

(6)　再処理施設

民間のバックエンド施設のほとんどは甘粛省にある。最初の工業規模施設として、2015 年 3 月設立の CNNC Longrui Technology 社により、甘粛省の Gansu Nuclear Technology Industrial Park に 200t/年規模のデモプラントが建設中である。この技術開発をベースに、800～1,000t/年規模の商用施設の建設が計画されており、2020 年の稼働開始を目指していたが、その後の新情報はない。ただし、現実にはアレバ社の 800t/年プラントの建設が先行し、その次に国産プラントの建設が続くものと予想されている。

2015 年 11 月、CNNC とフランスのアレバ社の間で再処理プラントを含む核燃料サイクルについての合意がなされた。アレバ社再編後は、2017 年 2 月、CNNC とニューアレバ社（当時、現オラノ（Orano）社）で核燃料サイクルに関する活動協力に関する新たな枠組合意に署名、さらに 2018 年 1 月に了解覚書（MOU）の署名がなされた[74]。その後の新情報はない。

7.　安全規制・体制等

---

[86] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/China-starts-building-underground-lab (2023.08.17 閲覧)
[87] https://spc.jst.go.jp/news/210903/topic_1_05.html (2023.08.17 閲覧)

(1) 法規・体制等

① 主な法律

中国の法規制の整備状況は以下の通りである。

1986 年　中華人民共和国民生用原子力施設に係る安全監督管理条例

1987 年　中華人民共和国核物質管理条例

1989 年　環境保護法

1989 年　放射性同位元素と放射線装置に係る放射防護条例（改正 2005 年）

1993 年　原子力発電所の原子力事故のための緊急時管理条例

2003 年　放射能汚染防止及び回復に関する法

2008 年　中国原子力法規集、中国核科学技術データ・経済研究院編纂（改革開放以来、全人代常務委員会、国務院、関係省委員会局の公布した原子力関係の法律、法規、各部門の規定等をまとめたもの。法律、法規、規程は 155。16 冊、600 頁超）

2011 年　放射性廃棄物安全管理条例

2017 年　原子力安全法

② 原子力安全規制

安全規制を原子力推進組織とは独立した機関により実施することを基本方針としている。生態環境部（MEE）の下の国家核安全局（NNSA）が独立した安全規制権限を持ち、全ての原子炉及び原子力関連施設の建設許可権限を有し、安全評価、検査、運転管理、核物質輸送、廃棄物管理、放射線管理に関わる安全規制を実施している。

2019 年 9 月には中国初となる原子力安全白書「中国における原子力安全」（Nuclear Safety in China）が刊行された[88]。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/ 総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況等

2010 年 7 月 18 日～30 日にかけて、原子力安全に関する中国の規制枠組をレビューするために、IAEA チームが 2 週間の IRRS ミッションを実施した。さらに 2016 年 9 月、10 日間にわたる MEE 及び NNSA を対象とした IRRS が完了した[89]。2010 年のミッション以降の MEE/NNSA の原子力安全規制に対する取組では、IAEA 安全基準、ミッションの勧告と提言、及び国際的な良好事例を踏まえ、最初に行われた勧告のほとんどが実施され改善成果を上げている。ただし、原子力発電所の長期運転の管理や廃棄物管理等の分野でさらなる作業が必要であるとされた。

なお、中国政府は世界最高水準の原子力安全の達成を目標に掲げており、各原子力発電所は IAEA による運転安全評価チーム（OSART）ミッションや世界原子力発電事業者協会

[88] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/China-issues-white-paper-on-nuclear-safety (2023.08.17 閲覧)

[89] https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-mission-says-chinas-nuclear-regulator-effective-should-continue-to-enhance-safety-programme (2023.08.17 閲覧)

（WANO）等の外部チームによるピアレビューを年 1 回受けることとしている。2020 年 11 月に中国核工業集団公司（CNNC）の所有する原子力発電所 15 基が、WANO によるピアレビューを受けた[90]。

8. 国際協力

(1) 国際機関

国際原子力機関（IAEA）：1984 年 1 月 1 日加盟

(2) 二国間協力

二国間協力として、中国は以下の 25 の国と地域（アルゼンチン、インドネシア、エジプト、オーストラリア、英国、カナダ、韓国、カンボジア、ケニア、サウジアラビア、スイス、タイ、台湾、チェコ、トルコ、日本、パキスタン、ハンガリー、ブラジル、フランス、米国、ベルギー、南アフリカ共和国、モンゴル、ルーマニア）との間に原子力協力協定を締結している。

(3) 多国間協力

以下の国際的協力枠組に参加している。

- 革新的原子炉・核燃料サイクルに関する国際プロジェクト（INPRO）
- 第 4 世代原子炉国際フォーラム（GIF）
- 国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC）
- 国際熱核融合実験炉（ITER）
- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）

9. 特記事項

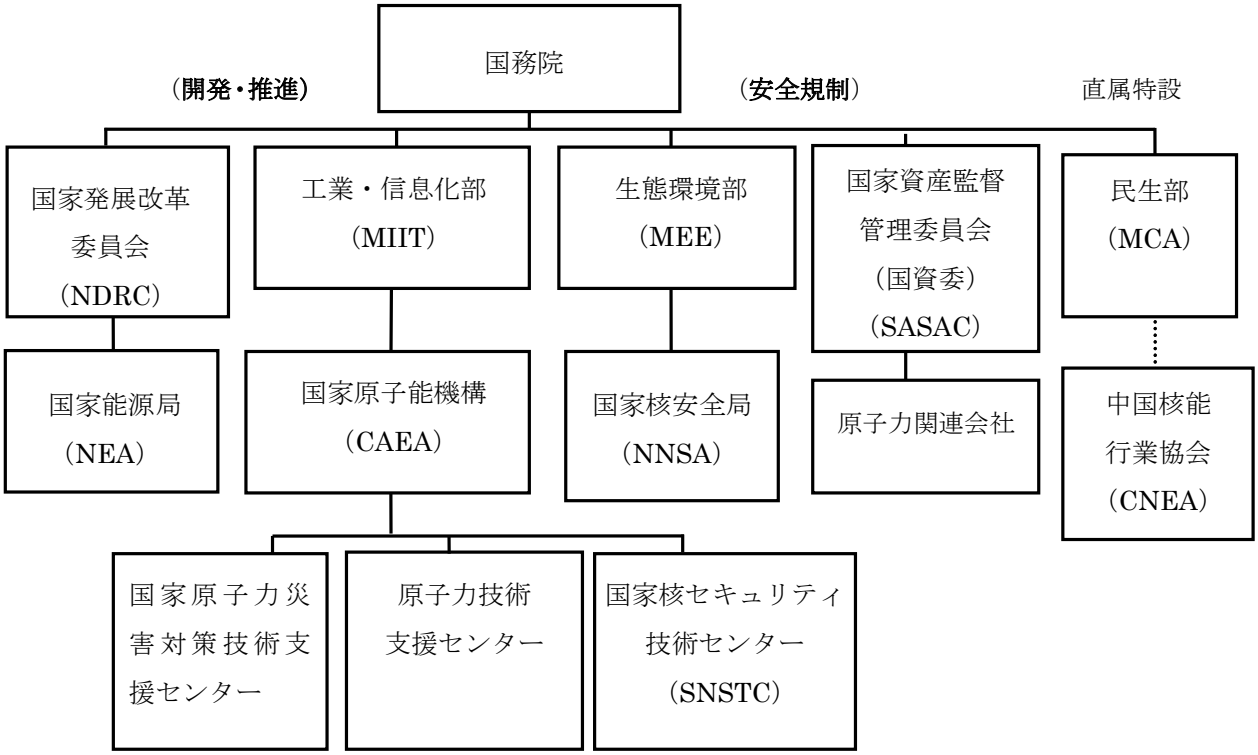
フランス製第 3 世代原子炉である EPR として 2018 年 12 月に世界初となる商業運転を開始した台山原子力発電所 1 号機において、2021 年 6 月に燃料棒破損により 1 次系における希ガス濃度の上昇が発見されメンテナンスに入ったが、2022 年 8 月 15 日に送電網に再接続した。中国広核集団有限公司（CGN）は、燃料破損の原因を調査し、欠陥のある燃料棒を交換したと説明したが、その詳細は明らかにしていない[91]。

---

[90] https://en.cnnc.com.cn/2020-12/23/c_576892.htm (2023.08.17 閲覧)

[91] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Chinese-EPR-resumes-power-supply-after-extended-ou (2023.08.17 閲覧)

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月現在）



4）インドネシア

1. 基礎データ

【別添資料 D】参照

2. エネルギー政策と原子力

2015 年 3 月発行の「2050 年までの国家エネルギー開発政策に関する白書」では 2025 年までに原子力による 5GWe の電力供給を見込まれていたが、2017 年 3 月にジョコ・ウィドド大統領が署名した「2050 年までの国家エネルギー総合計画（RUEN：Rencana Umum Energi Nasional）」では、石油、ガス、再生可能エネルギーによる発電容量を増加させ、原子力は大幅に減らしている[92]。

インドネシアの今後 10 年間における電力供給に関する事業計画は、国営電力会社（PLN）が電力の供給と利用に関する政令の規定に基づき毎年策定しており、2019 年 2 月にエネルギー・鉱物資源大臣が承認した「2019-2028 電力供給事業計画（RUPTL）」では、2028 年までに建設される電力設備が 56.6GW と設定されている。電源構成に占める再生可能エネルギーの割合は 23 %、石炭火力 54 %、ガス 22 %となっている。

2021 年 10 月に承認された「2021-2030 電力供給事業計画」においては、電力需要伸び率が鈍化傾向にあることを見込み、今後 10 年間で約 40.6GW の発電容量追加へと目標を縮小する一方で、電源構成に占める再生可能エネルギーの割合は約 50 %（21 GW）へ大幅に引き上げ、且つ気候変動問題に対応するために 2060 年までに温室効果ガス排出量の実質ゼロ（カーボンニュートラル）を達成すること等が盛り込まれている[93, 94]。

原子力利用については、選択肢として残しており、PLN が現在、電力需要が低い地域で使用するために小型モジュール炉（SMR）の利用に関する調査を行っているという。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1958 年　原子力研究所設立

1965 年　国内初の研究炉 TRIGA MARK II 完成

1964 年　原子力法（Law No.31）施行により、原子力研究所がインドネシア原子力庁（BATAN = 現、BRIN））に昇格

1997 年　原子力法改定（Act No.10）により、規制部門独立。原子力規制庁（BAPETEN）設立

2010 年　大統領命令第 1 号（President Instruction No.1/2010）が公布され、エネルギー・鉱物資源省（ESDM）に新・再生可能エネルギー及びエネルギー保全総局（EBTKE）を設置

---

92 http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/indonesia.aspx (2023.08.14 閲覧)

93 https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf (2023.08.14 閲覧)

94 https://www.oecd.org/environment/cc/cefim/indonesia/RUPTL-2021-30-PLN-steps-up-ambitions-to-accelerate-clean-energy-investments-in-Indonesia.pdf (2023.08.14 閲覧)

2021 年　国立研究革新庁（BRIN）に関する大統領規則第 33 号（Presidential Regulation No.33/2021）に署名、48 の省庁及び研究機関の統合計画を開始

2022 年 1 月　国立研究革新庁（BRIN）が関係組織との統合を完了し、大統領直属の特別な政府機関として始動[95]

2021 年 5 月 5 日、ジョコ・ウィドド大統領は、インドネシア科学院（LIPI）、インドネシア技術評価応用庁（BPPT）、インドネシア原子力庁（BATAN）、インドネシア国立航空宇宙研究所（LAPAN）の 4 つの研究機関を事実上 1 つに統合した国立研究革新庁（BRIN）に関する大統領規則第 33 号（Presidential Regulation No.33/2021）に署名した。合併には最低 2 年の期限を設定していたが、2021 年 8 月から 48 の省庁及び研究機関からの人材、予算等のリソース統合が進められ、2022 年 1 月 30 日には、完全に統合された単一の組織として BRIN がスタートした[95]。

なお、BRIN は、2019 年に科学技術国家システムに関する法律が成立した後、研究技術省（Kemenristek）の下に設立されていた[96]。

4.　原子力発電

エネルギー・鉱物資源省（ESDM）は、2015 年 3 月にバンカ・ブリトゥン島におけるフィージビリティスタディが完了し、カリマンタン島では作業中であることを明らかにした。政府が今まで建設サイトとして考慮した場所は 10 数ヵ所であり、既にフィージビリティスタディが完了したところもあるが、政府の政策方針転換や地元の反対等により原子力政策は進捗していない状況である[92]。

2016 年 1 月にインドネシア原子力庁（BATAN）は大型発電炉の 2025 年運転開始を目標に、2016 年に原子力発電計画実施機関（NEPIO）を設立する予定であると発表したが[92]、未だ設立されていない[97]。

インドネシアは原子力発電の導入にあたって、これまで、日本、米国、韓国、ロシアの企業からの提案を検討してきた。さらに、近年は中国からのアプローチも多くなっている[92, 98]。2016 年 8 月、BATAN と中国核工業建設集団公司（CNEC）はインドネシアで高温ガス炉（HTGR）を共同開発するための協力協定に調印した[99]。2018 年 4 月、インドネシアと中国は HTGR の開発に合意した。2018 年 8 月には BATAN 原子炉技術・安全センターと中国の清華大学原子力新エネルギー技術研究所（INET）が HTGR に関する共同研究室プログラムの実施に合意した[100]。

---

95 https://www.brin.go.id/en/page/6/profil (2023.08.14 閲覧)
96 https://en.tempo.co/read/1459596/presidential-regulation-merges-4-institutions-into-brin (2023.08.14 閲覧)
97 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2018/countryprofiles/Indonesia/Indonesia.htm (2023.08.14 閲覧)
98 http://www.world-nuclear-news.org/NN-China-and-Indonesia-to-jointly-develop-HTGR-0408165.html (2023.08.14 閲覧)
99 http://www.world-nuclear-news.org/Articles/China-and-Indonesia-to-jointly-develop-HTGR (2023.08.14 閲覧)
100 http://www.world-nuclear-news.org/Articles/Indonesia-extends-nuclear-cooperation-with-China (2023.08.14 閲覧)

小型モジュール炉（SMR）関連では、2020 年 9 月 18 日に、BATAN がウェビナー「小型モジュール炉の技術成熟及び安全性」（Technology readiness and safety of small modular reactors）を開催した。ウェビナーでは、ロシアのロスアトム（ROSATOM）社、米国の NuScale 社、韓国原子力技術所（KAERI）、フランス電力会社（EDF）、中国核工業集団公司（CNNC）により、各社が開発している SMR についてプレゼンテーションが行われた[101]。

また、トリウム溶融塩炉（TMSR：Thorium Molten Salt Reactor）の建設計画も持ち上がっており、2019 年 7 月には、艦船の建造を行うインドネシア国有会社 PT PAL Indonesia と米国 ThorCon International（ThorCon）社との間で、50 万 kWe 規模のトリウム溶融塩炉 TMSR-500 の研究開発・建設に関する契約が交わされている[102]。ThorCon 社が開発した TMSR-500 は浮揚式プラントに搭載する設計となっており、その船舶（バージ）は韓国の大宇造船海洋（Daewoo Shipyard & Marine Engineering）が建設する予定である。2022 年 1 月、TMSR-500 の建設計画を推進させるため、ThorCon 社と技術提携したスペインのエンジニアリング会社 Empresarios Agrupados（EA）社が、設計エンジニアリング会社として指名されたが、具体的工程は発表されていない[103]。しかし、ThorCon 社によると、建設開始から送電開始まで、24 ヵ月しかかからないという。

一方、インドネシアの国防省（Defense Ministry）が、2020 年 7 月 22 日に ThorCon 社と発電もしくは船舶の動力用を目的とした小型のトリウム溶融塩炉の開発研究に関する了解覚書（MOU）に署名した。国防省防衛研究開発庁（Defense Research and Development Agency）のアンネ・クスマヤティ長官は、国防省の発電計画はエネルギー・鉱物資源省（ESDM）の政策に沿ったものであるとしている。

5. 研究開発

(1) 主な研究機関

国立研究革新庁（BRIN）（旧：インドネシア原子力庁（BATAN））には、傘下にスルポン原子力研究センター、原子力技術研究センター（バンドン）、ジョグジャカルタ原子力研究センター、アイソトープ・放射線利究センター（ジャカルタ・パサジュマ地区）の 4 つの研究施設と 3 基の研究炉を所有する[92, 104, 105]。

各センターにおいては、研究炉を用いた活動に加え、以下の活動が行われている。

- スルポン原子力研究センター：原子炉安全研究、廃棄物処理に関する研究

[101] https://rosatom.ru/en/press-centre/news/rosatom-participated-in-the-international-webinar-technology-readiness-and-safety-of-small-modular-r/ (2023.08.14 閲覧)
[102] https://www.reuters.com/article/us-indonesia-nuclearpower/pal-indonesia-thorcon-sign-deal-to-build-12-billion-nuclear-reactor-idUSKCN1UD0D0 (2023.08.14 閲覧)
[103] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Empresarios-Agrupados-contracted-for-first-ThorCon (2023.08.14 閲覧)
[104] http://www.batan.go.id/index.php/en/ (2023.08.15 閲覧)
[105] http://www.fnca.mext.go.jp/mini/13_minister_c.html (2023.08.15 閲覧)

・ 原子力技術研究センター：研究炉利用、RI・標識化合物・素材研究開発、放射化分析、放射線安全・環境防護管理
・ ジョグジャカルタ原子力研究センター：加速器を用いた研究（物理・化学・放射線安全関連）
・ アイソトープ・放射線利用研究センター：^{60}Co（コバルト 60）ガンマ線照射装置、電子ビームを用いた RI 利用、放射線利用研究開発、放射線安全研究、教育訓練

(2) 研究炉及びその利用

設置研究炉の諸元、機能、特徴は以下の通りである。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
Kartini Reactor	ジョグジャカルタ原子力研究センター（BRIN）	プール型 TRIGA 炉 100 kWt	燃材料照射、RI 製造、中性子ラジオグラフィ、放射化分析、教育訓練	運転中	1979 年
G. A. Siwabessy Reactor（RSG-GAS）	スルポン原子力研究センター（BRIN）	プール型多目的研究炉 30,000 kWt	RI 製造、中性子ラジオグラフィ、放射化分析、核変換、教育訓練	運転中	1987 年
TRIGA Mark II Reactor	原子力技術研究センター（BRIN）	プール型 TRIGA 炉 2,000 kWt	RI 製造、中性子ラジオグラフィ、放射化分析、教育訓練	運転中	1964 年

6. 核燃料サイクル・放射性廃棄物

(1) 政策動向

低・中レベル放射性廃棄物が研究、工業、農業、医療の分野から発生するが、主要なものは国立研究革新庁（BRIN）（旧：インドネシア原子力庁（BATAN））が所有する 3 基の研究炉の運転に伴うものである[106]。

原子力発電所の建設と運転に関する規制の策定作業が行われており、その規制においては、放射性廃棄物に関する条項が盛り込まれる予定である。自然起源放射性物質（NORM）や人為的に濃度が高められた自然起源放射性物質（TENORM）に対する規制が策定されている。一方、原子力法（法律 1997 年第 10 号。Act No. 10/1997 on Nuclear Energy）では、放射性廃棄物管理のための基本的な取決めについても言及されている[106]。

[106] http://www.fnca.mext.go.jp/english/rwm/news_img/rwm_cr03-03_r004.pdf (2023.08.15 閲覧)

インドネシアは放射性廃棄物等安全条約を批准している。

(2) 低・中レベル放射性廃棄物

低・中レベル廃棄物については 1989 年から BATAN の放射性廃棄物管理ステーション（RWMS）に集約して管理を行っている。RWMS は蒸発装置、圧縮装置、焼却炉、セメント固化システム並びに埋め込み廃棄物中間貯蔵施設及び高レベル廃棄物中間貯蔵施設で構成されている[106]。

放射性廃棄物の最終処分場の立地調査はジャワ島、特にトゥバン、セラン、スメダン及びジェパラ地域の付近を中心に行っている。2011～2014 年には、さらにバンカ・ブリトゥン島でも行われ、BATAN の計画ではスルポン地域にデモンストレーションの処分施設を建設する計画で、2016 年にはスルポン地域の候補地の下部帯水層の地下水流動についての研究が行われた[107]。

(3) 使用済み燃料、高レベル放射性廃棄物（HLW）、再処理

インドネシアは原子力発電を導入していないため、具体的な計画はない。

7. 安全規制・体制等

インドネシアの原子力に関する法体系は、上位から「1945 年インドネシア共和国憲法」「法令」「政府規則」「大統領令」「関係長官規則」「関係長官ガイドライン」がある。1996 年 2 月に原子力法改正法案の審議が開始され、1997 年 4 月、大統領署名をもって新原子力法（法律 1997 年第 10 号）が制定された。同法は、原子力発電導入にあたり安全性を確保することを目的にしたものである。同法に基づき、インドネシア原子力庁（BATAN）に一元化されていた原子力関連の安全規制業務を切り離し、新たに「インドネシア原子力規制庁（BAPETEN）」を設置することが決定され、1998 年 5 月の大統領署名をもって正式に発足した。BAPETEN は、原子力関連の安全・規制業務の監督を行うために、企業等商業活動実施機関への許認可発行や調査を実施している。また、原子力発電実用化に向けた規制の準備と策定も担当している[92, 108]。インドネシアは原子力安全・核セキュリティ・核保障措置・緊急時対応準備を盛り込んだ原子力法の改正手続きを進めており、2020 年中の議会通過が見込まれている[109]。この改正法案には、政府による原子力エネルギー関連活動を監督する機関の設置も含まれているという[110]。

(1) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況等

インドネシアは IAEA/IRRS ミッションを 2015 年 8 月 2～14 日にインドネシア原子力規

---

107 http://jurnal.batan.go.id/index.php/eksplorium/article/view/3073 (2023.08.15 閲覧)
108 文部科学省「2019 年度平和利用確保調査成果報告書」(2023.08.15 閲覧)
109 https://www.iaea.org/sites/default/files/19/09/gc63-indonesia.pdf (2023.08.15 閲覧)
110 https://www.thejakartapost.com/news/2020/02/20/this-company-wants-to-build-indonesias-first-commercial-nuclear-power-plant.html (2023.08.15 閲覧)

制庁（BAPETEN）で受けており、規制を強化するためのいくつかの勧告が示されたが、良好事例として人材の訓練及び能力開発に関し二国間及び多国間協力を行っている点や、職業被ばく線量の登録等に関する包括的なデータベース管理を策定した点等が挙げられた[111, 112]。

8. 国際協力

(1) 国際機関

国際原子力機関（IAEA）：1957 年 8 月 7 日加盟

2022 年 12 月 27 日、IAEA は、インドネシアの放射性廃棄物及び使用済み核燃料の廃炉・貯蔵プログラムに関するピアレビューの最終報告書を発表した。この報告書は、2022 年 10 月の 10 日間ミッションの成果に基づくもので、国立研究革新庁（BRIN）に提出されたものである。審査は、BRIN のスルポン、バンドン、ジョグジャカルタの 3 研究用原子炉施設と、放射性廃棄物及び使用済み燃料の廃炉・貯蔵計画用施設に対し、研究炉の廃炉準備、放射性廃棄物の長期保管、使用済み燃料の当初設計よりも長い保管に関連する BRIN の活動に対するものであった[113]。

(2) 二国間協力

日本と「原子力平和利用に関する協力協定」は結んでいない。二国間協力の主な状況は以下の通りである[108]。

相手国	協定	日付
アルゼンチン	原子力平和利用に関する協力協定	1993 年 3 月 9 日発効
オーストラリア	原子力科学技術に関する協力協定	1997 年 11 月 11 日署名
カナダ	原子力平和利用に関する協力協定	1983 年 7 月 14 日発効
韓国	原子力平和利用に関する協力協定	2011 年 10 月 24 日発効
ドイツ	原子力平和利用に関する協力協定	1977 年 2 月 24 日発効
日本	原子力分野の協力文書	日本の経済産業省とインドネシアのエネルギー鉱物資源省が 2007 年 11 月 22 日に署名、本文書に基づく協力の期間は 2008 年 12 月末（両者の合意により延長可能）
米国	原子力平和利用に関する協力協定	1981 年 12 月 30 日発効、2004 年 2 月 20 日改正・延長

111 https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-mission-reviews-indonesias-regulatory-framework-nuclear-and-radiation-safety (2023.08.15 閲覧)

112 http://www-ns.iaea.org/downloads/actionplan/IRRS%20Indonesia%20Mission%20Report.pdf (2023.08.15 閲覧)

113 https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-delivers-final-peer-review-report-to-indonesia-on-decommissioning-and-radioactive-waste-management (2023.08.15 閲覧)

相手国	協定	日付
	原子力安全問題についての技術情報交換と協力の合意	1998 年 9 月 23 日発効、2008 年 10 月 1 日再発効
ロシア	原子力平和利用に関する協力協定	2015 年 6 月 2 日署名（BATAN とロスアトム社）
	原子力科学・放射線安全及び核セキュリティに関する了解覚書	2017 年 3 月 31 日署名（BAPETEN と Rostechnadzor）

2023 年 3 月 20 日、米国は、インドネシアがエネルギー安全保障と気候変動に関する目標を達成するために小型モジュール炉（SMR）技術の導入を支援し、原子力プログラム開発を支援するための戦略的パートナーシップ協定を発表した。この協定は、「公正なエネルギー転換パートナーシップ（JETP）」の目標を前進させるもので、先進的で安全・安心な原子力技術の導入に関して、ASEAN 地域におけるインドネシアのリーダーシップを強化し、2060 年までにインドネシアの CO_2 排出量をネットゼロにするという目標に向けて取り組みを支援するものである。インドネシア電力は、NuScale Power 社の 462MWe の SMR 技術を選定した。

ジャカルタの米国大使館は、「このプロジェクトは、インドネシアとインド太平洋地域における気候変動対策とクリーンエネルギーへの導入を促進し、数千人の雇用を創出し、SMR プロジェクト推進に道を開き、原子力の安全性、安全保障、不拡散の最高水準を維持する可能性を秘めている」と述べた[114]。

2023 年 5 月 23 日から 26 日にかけて、インドネシアの代表団がロシアを訪問し、大規模及び小規模原子力発電所の建設におけるロスアトムの能力を理解し、原子力分野における二国間協力の展望について話し合った。代表団は、レニングラード原子力発電所を訪問、VVER 技術に基づく第 3 世代発電ユニットの特徴、バルト造船所では、原子力砕氷船の建造工程を視察し、ロシアのロスアトム（ROSATOM）社の小規模海上浮揚式原子力発電所（FNPP）プロジェクトの説明を受けた[115]。

(3)　多国間協力

以下の国際的協力枠組に参加している。

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- アジア原子力地域協力協定（RCA）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
- 国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC、オブザーバー参加）

[114] https://world-nuclear-news.org/Articles/USA,-Indonesia-announce-partnership-on-SMRs (2023.08.15 閲覧)

[115] https://www.rosenergoatom.ru/en/for-journalists/news/43750/ (2023.08.15 閲覧)

9.　特記事項

2019 年 7 月、第 4 世代炉であるトリウム溶融塩炉の研究開発及び建設に関する契約が、インドネシア国有の造船会社である PT PAL Indonesia と、米国に基盤を置く ThorCon International（ThorCon）社の間で結ばれた。ThorCon 社が開発している 50 万 kWe 規模のトリウム溶融塩炉 TMSR-500 は、船舶に搭載する設計となっている。ThorCon 社は、インドネシアにおける TMSR-500 の建設のために 12 億ドルの投資を行うことを表明している[102]。2022 年 1 月、TMSR-500 の建設計画を推進させるため、米国の ThorCon 社と技術提携したスペインのエンジニアリング会社 Empresarios Agrupados（EA）社が、設計エンジニアリング会社として指名された。

2021 年 6 月 2 日～5 日、国際原子力機関（IAEA）の協力を得て、インドネシア原子力学会、BATAN、ガジャマダ大学の主催で、高温ガス炉技術に関する国際トピック会議 2021 がオンラインで開催された[116]。

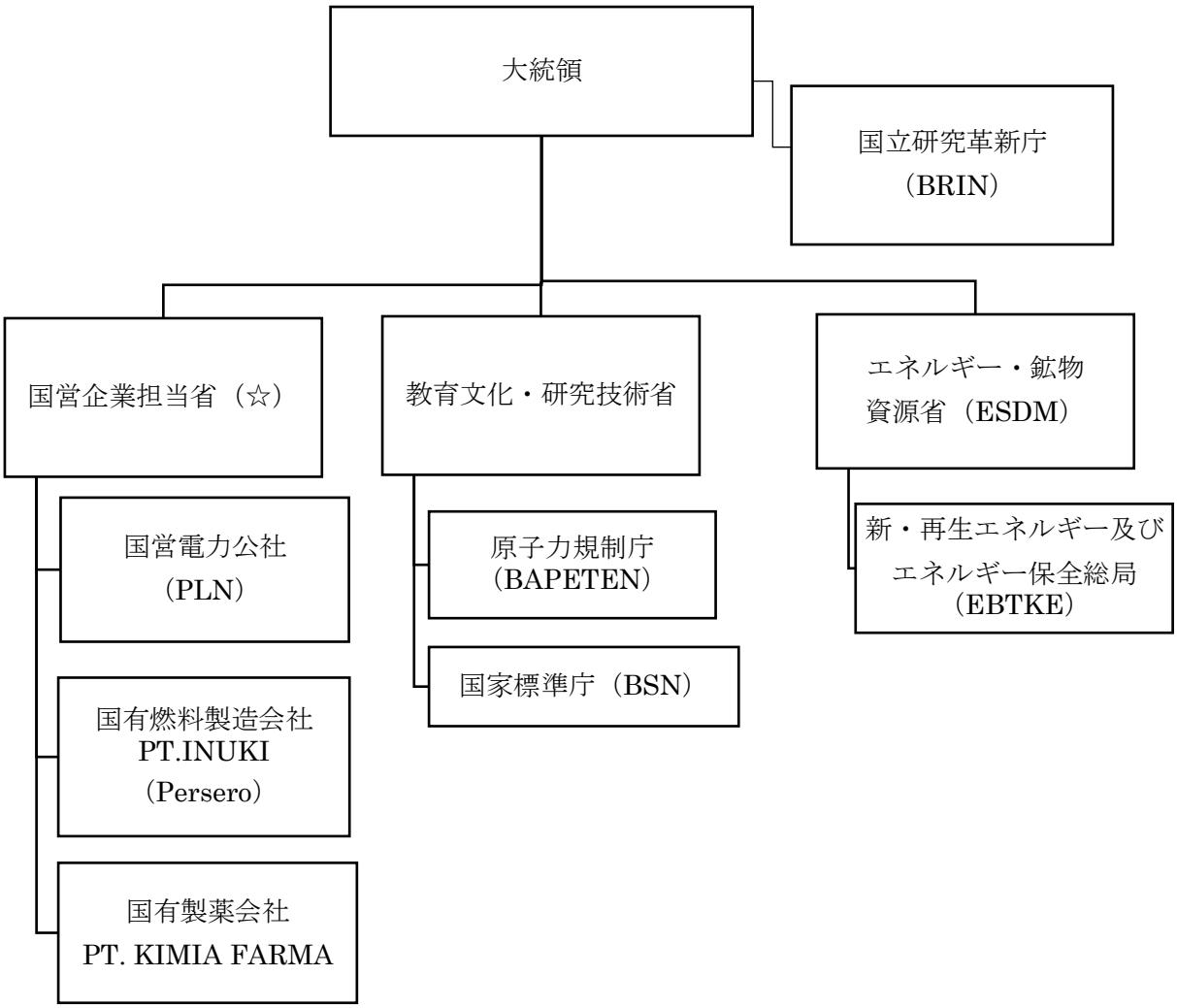
2023 年 5 月 19 日、デンマーク企業とインドネシア企業は、トリウム溶融塩小型モジュール炉（SMR）を動力源とするアンモニア製造施設をインドネシアに建設するための運転・規制条件の共同研究を行うことを発表した。デンマーク企業は、コペンハーゲン・アトミクス社（溶融塩 SMR）、オールボー社（溶融塩用ボイラー）、アルファ・ラバル社（電解プロセス用の超純水を生成する脱塩装置）、トプソー社（固体酸化物電解槽（SOEC））の 4 社で、インドネシア企業は、ププク・カリマンタン・ティムール社（アンモニア製造会社）とプルタミナ・ニュー＆リニューアブル・エナジー社（発電会社）の 2 社である。両者はボルネオ島東岸の東カリマンタン州/ボンタン市に当該施設の建設計画を検討する覚書に調印した。この施設は 2028 年に運開予定で、年間 100 万トンのアンモニアを生産し、投資額は 40 億ドルと見積もられている。なお、原子力発電所部分は、合計 1GW の SMR モジュール 25 基で構成される[117]。

---

116 https://hall.htr2020.org/files/Booklet-HTR2021-Ver-01.4.pdf（2023.08.15 閲覧）

117 https://world-nuclear-news.org/Articles/SMRs-considered-for-Indonesian-fertiliser-plant（2023.08.15 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月現在）



(☆) Ministry とは別の位置づけを持つ State Ministry

5）カザフスタン

1.　基礎データ

【別添資料 E】参照

2.　エネルギー政策と原子力

カザフスタンは、石油、天然ガス、石炭等の天然資源に恵まれている資源大国で、世界最大のウラン産出国でもある。石炭火力による発電所が多く、老朽化も深刻な状況である。

カザフスタン政府は、2012 年に長期国家戦略である「カザフスタン 2050 戦略」を策定した。2013 年には、2050 年までにエネルギーミックスにおいて、代替及び再生可能エネルギーが 50%を占めるという意欲的な「グリーン経済への移行に向けた 2050 年までの国家コンセプト」（National Concept for Transition to a Green Economy up to 2050）が採択された。旧来のインフラを廃止し、天然ガス、原子力、再生可能エネルギーのような代替エネルギーの利用を増大させ、効率の良いエネルギー技術の導入と高度な生態学的基準に適合させるとしている。なお、2016 年 1 月に「原子力エネルギー利用について」の法律が改訂されている[118]。現在の法律では、政府の決議があれば、原子力発電所が建設されることになっている[119]。

政府は、カーボンニュートラルを達成するためには複数の原子力発電所の建設は不可欠だとし、大型原子力発電所の建設や小型モジュール炉（SMR）の導入を視野に入れて原子力発電導入計画を進めている。国内初となる原子力発電所の建設候補地としてアルマティ州のウルケン（Ulken）が 2022 年 6 月に最終決定された。建設事業者は検討中で、2022 年末もしくは 2023 年初め頃に決定されるという[120]。

3.　原子力関連の顕著な出来事

1991 年　カザフスタン独立

1992 年　国立原子力センター（NNC）設立

1997 年　原子力利用に関する法律制定

1998 年　放射線安全に関する法律制定

1999 年　（旧ソ連時代に建設された）商業用高速増殖炉 BN-350 運転停止

2002 年　2002～2030 年におけるウラン産業と原子力発電の開発に関する構想

2007 年　許認可に関する法律制定

2010 年　原子力安全条約、使用済み核燃料と放射性廃棄物管理に関する統合条約等の国際条約を締結

2011 年　2010～2020 年における原子力部門の開発計画

---

118 http://www.world-nuclear-news.org/NP-Kazakhstan-presents-draft-atomic-energy-law-amendments-16011501.html　（2023.08.10 閲覧）

119 http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx（2023.08.10 閲覧）

120 https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx（2023.08.10 閲覧）

2014 年　新たにエネルギー省設置（石油ガス省、産業・新技術省、環境保護省の 3 省の機能と権限が統合した。同省は電力及び原子力分野の推進と規制も担当する）

2016 年　原子力エネルギー利用に関する法令の改訂（安全に関する基本要件を国際基準に合わせる等を含む）

2017 年　ウルバ冶金工場に国際原子力機関（IAEA）-低濃縮ウラン（LEU）バンク完成

核セキュリティ訓練センター（NSTC）開設

2019 年　ウルバ冶金工場に IAEA-LEU バンクが初のウラン受入開始

4.　原子力発電

現在運転中の商業炉はない。

2016 年 10 月に国際原子力機関（IAEA）の総合原子力基盤レビュー（INIR）を受けており、原子力発電計画実施機関（NEPIO）の設置準備を進める等、原子力発電の導入に向けた基盤整備を進めてきた[121, 122]。2016 年 12 月には、原子力発電所の建設候補地として 5 か所のサイト調査を行っていることが報じられた[123]。

2019 年 5 月に、カザフスタンの原子力発電所建設計画に参加するための事業提案書を、韓国水力原子力発電会社（KHNP）が提出した。KHNP によれば、同社はカザフスタンの新規原子炉建設事業の発注者である KNPP（Kazakhstan Nuclear Power Plants）社から事業への参加要請を受けたという。なお建設計画には、KHNP の他、ロシアのロスアトム（ROSATOM）社、中国の中国核工業集団公司（CNNC）、米国の NuScale 社、フランス電力（EDF）と日本の三菱重工業によるコンソーシアム等が参加する意向を示していた。

2021 年 9 月にカシム＝ジョマルト・トカエフ大統領は、1 年以内に安全な原子力エネルギーを開発する可能性を模索するための調査を政府及び政府系ファンドサムルク・カズィナに命じた。KNPP 社と米国 NuScale Power 社は、2021 年 12 月、カザフスタン国内において NuScale 社製小型モジュール炉（SMR）の VOYGR の設置を検討するための覚書（MOU）に署名したと発表した[124]。

原子力発電所の建設候補地は、クルチャトフ（Kurchatov）とアルマティ州のウルケン（Ulken）に絞られ、2022 年 6 月 9 日に、トカエフ大統領は、第 34 回外国投資家評議会の総会において、原子力発電所の建設地としてウルケンを決定したと発表した。ウルケンは旧ソ連時代に火力発電所が建設される予定だった場所とされる[125]。原子炉の発注先候補とし

---

121 https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/inir-mission-to-kazakhstan-october-2016.pdf（2023.08.10 閲覧）

122 http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1704_web.pdf（2023.08.10 閲覧）

123 文部科学省「令和 2 年度平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.10 閲覧）

124 https://www.nuscalepower.com/en/news/press-releases/2021/nuscale-signs-mou-with-knpp-to-explore-smr-deployment-in-kazakhstan　（2023.08.10 閲覧）

125 https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/06/7693e58ce95b0687.html　（2023.08.10 閲覧）

て、米国 NuScale Power 社、GE 日立ニュークリア・エナジー社、KHNP、CNNC、ロスアトム社、EDF 等 6 社が挙げられていたが[126]、6 月に、エネルギー省が米国と日本から提案されている炉型は建設実績がないため発注先候補から排除したとの報道があった[127]。その後、8 月に Smailov 首相が、カザフスタン初の原子力発電所を建設するため、韓国、フランス、中国、ロシアの技術を検討すると述べた[128]。政府は、導入する技術及び建設事業者を 2022 年末もしくは 2023 年初め頃に最終決定するとしている。

2022 年 6 月 28 日に、KNPP 社と政府系ファンドサムルク・カズィナは、KHNP と MOU を締結した。両者は、新しい原子力発電所の開発、原子力技術の応用、人材育成等の分野で協力していくことで合意した[127]。

一方で、第 2 番目の原子力発電所を建設するためのサイトとしてクルチャトフのエルティシ川（Irtysh River）周辺及びバルハシ湖が検討されていると、エネルギー省副大臣が 2022 年 8 月に明らかにしている[120]。

5. 研究開発

(1) 主な研究機関

原子力研究開発は以下の研究機関において実施されている。

① 国立原子力センター（NNC）[129]：4 つのサブ研究機関から構成され、研究炉 IGR 及び EWG1（IVG.1M）を所有している。それぞれの研究開発内容は以下の通りである。

- 原子力研究所（IAE）：カザフスタンの原子力発電所開発を支援する研究開発活動、特定のサイトに原子力発電プラントを建設するためのフィージビリティスタディ、熱核融合と原子力発電の安全性、宇宙発電炉施設、固体・放射線物理、原子炉材料試験
- 放射線安全生態学研究所（IRSE）：旧核実験場や原子力施設の放射生態学及び放射線モニタリング、放射能汚染地域の除染、放射線の環境影響の観点からの医学的、生物学的研究
- バイカル企業体（旧ソ連から移設）：応用研究、技術・工学施設の運転、放射性廃棄物貯蔵
- 国立爆破作業研究・生産センター：産業用の爆破を利用した研究開発等

② 核物理研究所（INP）[130]：基礎核物理、応用核物理、固体物理、放射線生態学、原子力安全と原子炉物理、原子力技術の開発と応用に関する研究及び RI 製造等を行

---

126 https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx （2023.08.10 閲覧）

127 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Kazakh,-Korean-companies-to-cooperate-in-nuclear-p （2023.08.10 閲覧）

128 https://www.neimagazine.com/news/newskazakhstans-first-npp-to-be-an-international-project-9966996/ （2023.08.10 閲覧）

129 https://www.nnc.kz/en （2023.08.10 閲覧）

130 https://inp.kz/ru/novosti （2023.08.10 閲覧）

っている。研究炉 VVR-K Almaty 及び臨界集合体 VVR-K CF を所有している。その他、INP では、核物理、応用物理等の研究用として、また、工業・産業用への利用、材料特性や構造の分析等のための電子加速器や、重粒子加速器等（U-150M、UKP-2-1、ELV-4、DC-60、Cyclone-30、ILU-10 等）を備えている[131]。

③ 核セキュリティ訓練センター（NSTC）：米国国家核安全保障局（NNSA）の支援を受け、2017 年 5 月に開設した。核物質防護システム、核物質の計量管理システム、対抗武力、安全輸送等の分野における内外の原子力関連組織の職員の訓練を行う[132]。

④ その他：加速器についてはナザルバエフ大学（NU）においても大電流パルスイオン加速器 INURA（400keV）が稼働している[133]。

(2) 研究炉及びその利用

設置研究炉の諸元、機能、特徴は以下の通りである[119, 134, 135]。

名称	所有者	出力、タイプ	用途	稼働状況	初臨界年
VVR-K Almaty	核物理研究所（INP）	6,000kWt、プールタイプ	材料・燃料照射試験、RI 製造等	運転中（2014 年 9 月から低濃縮化、2016 年 5 月 24 日臨界、再稼働）	1967 年
IGR	国立原子力センター（NNC）	黒鉛減速パルス	材料・燃料照射試験、放射化分析等	運転中	1960 年
EWG1（IVG.1M）	国立原子力センター（NNC）	7.2 kWt[136]、PWR	材料・燃料照射試験、中世散乱	運転中	1972 年
VVR-K CF	核物理研究所（INP）	0.1kWt、臨界集合体	VVR クラス炉の中性子分布特性	運転中	1972 年

131 https://inp.kz/en/bazovye-ustanovki （2023.08.10 閲覧）
132 http://www.world-nuclear-news.org/RS-Kazakhstan-opens-nuclear-security-training-centre-1605177.html （2023.08.10 閲覧）
133 https://nu.edu.kz/news/nazarbayev-university-presented-inura-pulse-high-current-ion-accelerator （2023.08.10 閲覧）
134 https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx （2023.08.10 閲覧）
135 https://www.iaea.org/newscenter/news/kazakhstan-removes-stockpile-fresh-high-enriched-uranium-research-reactor-fuel （2023.08.10 閲覧）
136 https://ansn.iaea.org/Common/topics/OpenTopic.aspx?ID=18370（2023.08.10 閲覧）

2020 年 9 月 22 日に、カザフスタンに残っていた最後の未照射高濃縮ウラン（HEU）バッチである、研究炉 IGR の未照射 HEU 燃料 2.9 kg の除去が完了したことが明らかになった。この取り組みは 2019 年の国際原子力機関（IAEA）総会におけるカザフスタンと米国の合意に基づいており、カザフスタンエネルギー省（Ministry of Energy）と米国エネルギー省（DOE）国家核安全保障局（NNSA）の協働による。除去された HEU 燃料はウルバ冶金工場（Ulba Metallurgical Plant）において研究炉で利用可能な濃縮度 19.8%の低濃縮ウラン（LEU）燃料へとダウンブレンドされた。なお、両国は 2020 年の IAEA 総会において、研究炉 IVG.1M について将来の HEU 除去を見据えた HEU 燃料から LEU 燃料への転換に取り組むとする共同声明に署名している[137]。

2022 年 3 月 31 日に、LEU を使用した最初の燃料チャネルが、IVG.1M に無事に装荷され、5 月初めに LEU 燃料を用いての物理的起動（physical start-up）に成功したことが発表された。作業は 2022 年から 2023 年まで実施されるという[138]。

(3) カザフスタン材料試験トカマク装置（KTM）

カザフスタン東部のクルチャトフ市の NNC 内の研究所にはカザフスタン材料試験トカマク装置（KTM）があり、ロシアのクルチャトフ研究所の支援により 2010 年 9 月に最初のプラズマを発生させた。KTM での標準システム（standard systems）等の機能試験を目的とした作業（physical start-up）が 2017 年 6 月 9 日に完了し、16 日の週に 10kA のパルス放電プラズマ生成を達成したと研究者が報告した[139, 140]。なお、KTM は国際熱核融合実験炉（ITER）プロジェクトに材料試験を提供している。2021 年 7 月、ロシアのロスアトム社主催で KTM での科学研究プログラムに関するセミナーが開催され、ベラルーシ、カザフスタン、ロシア等が参加し、2021～2023 年も承認された研究プログラムに沿って研究を継続すること等が承認された[141]。

6. 核燃料サイクル・放射性廃棄物

(1) 政策動向

放射性廃棄物管理の規制枠組としては、1996 年の放射性廃棄物処分規則、1994 年の放射性廃棄物処分の暫定許可手続き、2003 年の放射性廃棄物収集・加工・貯蔵の安全要件、2008 年の浅地中の安全な処分に関する指針等様々な規則等があり、廃棄物分類については、以下の 3 つに分類される。

---

137 https://www.energy.gov/nnsa/articles/kazakhstan-and-us-cooperate-eliminate-highly-enriched-uranium-kazakhstan （2023.08.10 閲覧）

138 http://iae.kz/en/within-the-framework-of-a-physical-start-up-implementation-the-first-leu-fuel-has-been-loaded-into-ivg-1m-reactor/ （2023.08.10 閲覧）

139 http://www.nnc.kz/en/news/show/26 （2023.08.10 閲覧）

140 https://www.iter.org/newsline/-/2751 （2023.08.10 閲覧）

141 http://iae.kz/en/participation-in-the-international-research-and-practice-seminar-on-the-scientific-research-program-at-the-specialized-ktm-tokamak/ （2023.08.10 閲覧）

・　低レベル放射性廃棄物（LLW）（表面から 10cm の線量：10^{-3}～0.3mSv/h）
・　短寿命中レベル廃棄物（ILW）（0.3～10mSv/h）
・　高レベル廃棄物（HLW）（>10mSv/h）

放射性廃棄物の発生源としては、ウラン採掘、発電炉（BN-350 の使用済み燃料、解体廃棄物等）、原爆実験場（除染措置）が挙げられる。放射性廃棄物処分の安全原則・基準については、多重防護の考えの下、0.1mSv/年を超えない線量で、次世代に不当な負担を課さないこととしている[129, 142]。

(2) 低・中レベル放射性廃棄物

固体の低・中レベル放射性廃棄物（LILW）は浅地中処分されており、管理期間のモニタリングや故意の人間侵入からの防護等が考慮されている[143, 144]。

(3) 使用済み線源

使用済み線源の貯蔵施設 Baikal-1 が国立原子力センター（NNC）にあり、1995 年から操業している[144]。2021 年、アルマティにある核物理研究所（INP）に使われなくなった密封線源を長期貯蔵施設が新たに稼働した[145]。この密封線源の長期貯蔵施設の建設は、2020 年 5 月に開始されたものの、COVID-19 のパンデミックにより若干の遅れが生じた後、2021 年 7 月初旬に無事に完了した[146]。貯蔵施設の地上部は格納庫構造で、地下部分は、深さ 7.5m の 12 基のサイロで構成されており、廃棄済みのγ線源及び中性子線源等の電離放射線源を含むパッケージを貯蔵している。施設は、カザフスタンエネルギー省、カナダ国際関係省（GAC:Global Affairs Canada）、及び米国エネルギー省（DOE）との協力プログラムの一部として建設され、建設資金は GAC の武器脅威削減プログラムに依っている。

(4) 使用済み燃料、高レベル放射性廃棄物（HLW）

高速炉（原型炉）BN-350 の廃止措置は、国際的な支援の下、作業が継続されている。安全性とセキュリティ確保のため、米国と共同プログラム協定を結び、プルトニウムを含む全燃料を国際原子力機関（IAEA）の下で管理することになった。この米国との協定に基づいて使用済み燃料はセミパラチンスク近郊の Baikal-1 に移送され、使用済み燃料約 3,000 体（プルトニウム 3t を含む燃料約 300t）がキャスクで貯蔵されている。中間貯蔵は 50 年とされ、それ以降の貯蔵と最終処分はカザフスタン政府が責任をもって実施するとされている[144]。

---

142 http://www.nnc.kz/en/facilities/angara.html （2023.08.10 閲覧）
143 http://www.fnca.mext.go.jp/english/rwm/news_img/rsrwm_no09_2015_03.pdf （2023.08.10 閲覧）
144 https://www.iaea.org/sites/default/files/kazakhstan-7rm.pdf（2023.08.10 閲覧）
145 https://astanatimes.com/2021/08/brand-new-high-tech-storage-site-for-radiation-waste-opens-in-almaty/（2023.08.10 閲覧）
146 https://astanatimes.com/2021/08/brand-new-high-tech-storage-site-for-radiation-waste-opens-in-almaty/（2023.08.10 閲覧）

(5)　再処理施設

再処理施設を有しておらず、今後の計画も確認されていない[144]。

(6)　国際原子力機関（IAEA）低濃縮ウラン燃料（LEU）バンク

IAEA とカザフスタンは 2017 年 5 月 22 日低濃縮ウラン燃料（LEU）バンクに関する協定締結を IAEA 公式文書（INFCIRC916）にて公開した[147]。LEU バンクはカザフスタン北東部のウルバ冶金工場（UMP）（核燃料加工会社：1949 年設立、1997 年から国営カザトムプロム（Kazatomprom）社の一部となる[148]）に設置され、最大 90t の LEU（100 万 kWe 級の軽水炉 1 基を 3 年間運転出来る量に相当）を備蓄する予定である。LEU バンクの建設は 2016 年 8 月に開始され、2017 年 8 月 29 日に開所した[119, 149]。

2017 年 4 月 5 日、中国国家原子能機構（CAEA）の副長官と IAEA の事務局長が、カザフスタンの IAEA 燃料バンクに関連して、低濃縮ウラン（LEU）の輸送に関する通過協定に署名をした。この協定により、中国は同バンクと第三国間での LEU の輸送について、中国領を通過する際の安全の保障をすることとなった[150]。また 2018 年 9 月、ロシアのテネックス（TENEX）社が IAEA と LEU バンク輸送契約に署名し、ロシア領内を通過する際の安全を保障することとなった[151]。2019 年 10 月にはフランスのオラノ・サイクル（Orano Cycle）社から最初の LEU が納品され、LEU バンクの運用が正式に開始された[152]。

なお、具体的な運用として、IAEA は、LEU の購入と配送（輸出入）、機器の購入及びその運用、技術資源、LEU のバンクとしての機能に必要なその他の物品とサービスの費用を負担する。また、カザフスタン側は電力費用、空調費、オフィススペース、人件費等の LEU 保管費用を負担するとし、これらに関する契約期間は 10 年間で、自動更新されるとしている。

また、LEU バンク資金として、米国に本拠を置く核脅威イニシアチブ（NTI）から 5,000 万ドル、米国政府から 4,900 万ドル、欧州連合から最大 2,500 万ドル、クウェートとアラブ首長国連邦からそれぞれ 1,000 万ドル、ノルウェーから 500 万ドル等を含む資金提供によって全額が賄われるとしている[153]。

7.　安全規制・体制等

---

147 https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/2017/infcirc916.pdf （2023.08.10 閲覧）

148 http://www.ulba.kz/en/ （2023.08.10 閲覧）

149 https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-leu-bank-reaches-milestone-with-storage-facility-inauguration-in-kazakhstan （2023.08.10 閲覧）

150 https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-and-china-sign-transit-agreement-for-leu-bank （2023.08.10 閲覧）

151 http://www.world-nuclear-news.org/Articles/IAEA-and-Russia-agree-on-transit-for-LEU-Bank （2023.08.10 閲覧）

152 https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-leu-bank-becomes-operational-with-delivery-of-low-enriched-uranium （2023.08.10 閲覧）

153 https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx （2023.08.10 閲覧）

(1)　法規、体制等

原子力利用に関する法律、住民の放射線安全に関する法律、許認可に関する法律及びエコロジー法が策定されている。

主な規制・規則としては、原子力利用において許認可を受ける活動に対する要求資格と許認可規則に関する規定、原子力監視監督委員会における規制、原子力研究施設の核・放射線安全に関する技術規則、原子力発電所の原子力・放射線安全に関する技術規則及び施設を規定しない一般的な原子力・放射線安全に関する技術規則がある[144]。

原子力エネルギーの利用に関する法令（安全に関する基本要件を国際基準に合わせる等を含む）に基づき、原子力監視監督委員会が規制行政を担う[154]。

(2)　国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況等

緊急時対応レビュー（EPREV）を 2012 年 9 月に受けている[155]。

また、2016 年 11 月に IAEA の総合原子力基盤レビュー（INIR）を受けており、ミッションの閉会にあたりカザフスタンは原子力活動に関する知識と経験のかなりの基盤を築いてきたと結論を得ている[156]。その後、2023 年 3 月の INIR フォローアップミッションにおいても IAEA は、カザフスタンが原子力発電計画の調整、原子力発電所の資金調達、緊急時計画、放射性廃棄物管理の分野等における勧告に十分に取り組んでいると評価している[157]。

8.　国際協力

(1)　国際機関

国際原子力機関（IAEA）: 1994 年 2 月 14 日加盟

(2)　二国間協力

日本と「原子力平和利用に関する協力協定」を締結している。二国間協力の状況は以下の通りである[158, 159]。

相手国	協定	日付
EU	原子力平和利用に関する協力協定	2006 年 12 月 5 日署名（未発効）
	原子力安全に関する協力協定	2003 年 6 月 1 日発効
	制御核融合に関する協力協定	2004 年 4 月 13 日発効

154 https://ansn.iaea.org/Common/Topics/OpenTopic.aspx?ID=13634（2023.08.10 閲覧）

155 https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3466&status=4275 （2023.08.10 閲覧）

156 https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-reviews-kazakhstans-nuclear-power-infrastructure-development （2023.08.10 閲覧）

157 https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-reviews-progress-of-kazakhstans-nuclear-infrastructure-development（2023.08.10 閲覧）

158 文部科学省「平成 30 年度平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.10 閲覧）

159 https://www.iaea.org/resources/legal/country-factsheets （2023.08.10 閲覧）

相手国	協定	日付
インド	原子力平和利用に関する協力協定	2011 年 4 月 15 日署名
カナダ	原子力平和利用に関する協力協定	2013 年 11 月 13 日署名
韓国	原子力平和利用に関する協力協定	2010 年 8 月 23 日発効
日本	原子力平和利用に関する協力協定	2011 年 5 月 6 日発効
米国	原子力平和利用に関する協力協定	1999 年 11 月 5 日発効
	アクタウ市の BN-350 高速増殖炉の廃止措置に関する実施取決め	米国エネルギー省（DOE）とカザフスタン MEIT 社、1999 年 12 月 19 日署名、同日発効
	原子力を含めたエネルギー政策での協力に関する共同声明	2016 年 4 月 6 日署名
ロシア	原子力部門における科学研究開発分野での協力に関するロシア政府とカザフスタン政府の間の合意	2017 年 9 月 19 日署名

(3)　多国間協力

以下の国際的協力枠組に参加している。

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
- 国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC）
- 原子力供給国グループ（NSG）

9.　特記事項

2021年11月に、カザフスタン北東部オスケメンで中国とカザフスタンが共同で建設した燃料集合体製造工場の稼働が開始した[160]。年間200トンの燃料集合体製造が可能な同施設は、2016年着工し、2021年9月に製造ラインの検証を経て11月から正式に製造に始めた。同施設は、中国、フランス、ドイツ、米国から製造された先端機器が装備されており、両者による同プロジェクト期間は20年間とされ、同工場で製造される燃料集合体は、中国の原子力発電所の燃料として納品される。カザフスタン国営原子力企業のカザトムプロム社は、中国のCNNC（中国核工業集団公司）及びCGNPC（現在の中国広核集団公司（CGN））とウラン燃料をカザフスタンから中国へ調達する合意文書に2007年9月に署名し、2015年12月にはカザトムプロム社とCGNが、中国への燃料供給のためカザフスタン国内に燃料工場を建設する契約を締結し、2016年から着工したものである[161]。その後、2021年11月に工場は完成

[160] https://astanatimes.com/2021/11/kazakhstan-launches-fuel-production-for-nuclear-power-plants-fosters-partnership-with-chinese-general-nuclear-power-corporation/ （2023.08.12 閲覧）

[161] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/New-fabrication-plant-for-Kazakhstan（2023.08.12 閲覧）

し、中国の原子力発電用の燃料製造を開始している[162]。

カザフスタンは、タジキスタン西部のイスティクロル市近くの旧タボシャールウラン採鉱及び処理サイトの環境改善のための契約に加わり調印した[163]。

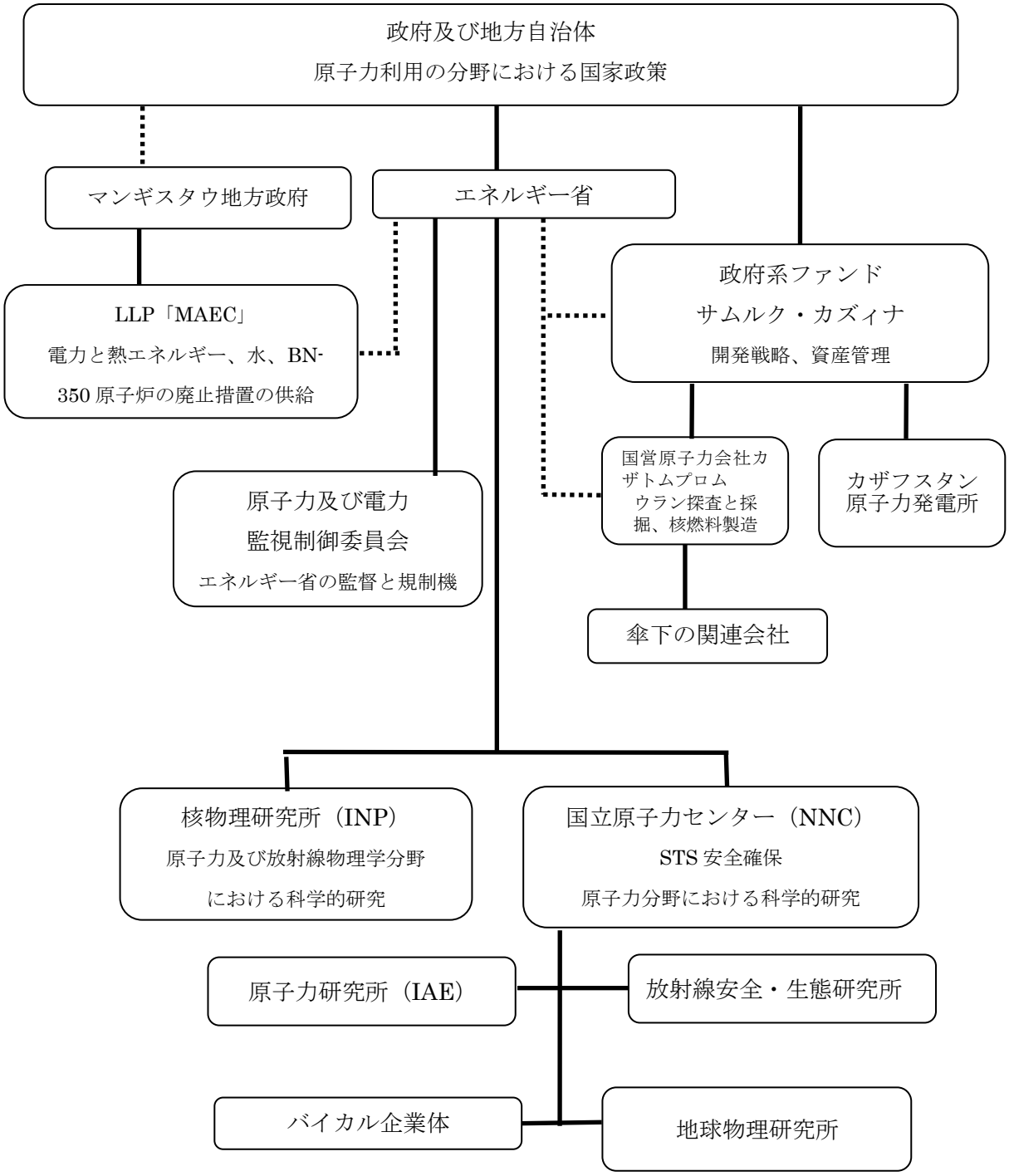
また、カザフスタンが旧ソ連諸国の一部であった 1947 年から 1990 年にかけて、領土内 1 万 9,000 平方キロメートルのセミパラチンスク核実験場で約 467 回の核実験が実施された。その後、残留放射能の調査のため国際原子力機関（IAEA）ミッションが実施され、牛乳、肉、栽培されている様々な作物や野菜の放射能レベルの監視が行われた後、2009 年にカザフスタン国立原子力センター（NNC）は、この地域の北部を放射線レベルが非常に低く、バックグラウンドに近かったため商業地に戻すことができるとした。IAEA は、2011 年 1 月にカザフスタン政府に提出した最終報告書でこれを支持している[164]。

[162] https://www.kazatomprom.kz/en/media/view/kazakhstan_launches_production_of_fuel_for_nuclear_power_plants（2023.08.12 閲覧）

[163] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Contract-for-cleanup-of-Tajik-uranium-legacy-site（2023.08.12 閲覧）

[164] https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx（2023.08.12 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月現在）



6）韓国

1. 基礎データ

【別添資料 F】参照

2. エネルギー政策と原子力

韓国におけるエネルギー政策は、韓国政府が長期的な国家エネルギー戦略を定めたエネルギー・マスタープランを作成し 5 年ごとに改訂しており[165]、2019 年 6 月 4 日に、2019～2040 年のエネルギー戦略を定めた第 3 次エネルギー・マスタープランが閣議決定された。第 3 次エネルギー・マスタープランにおいては、再生可能エネルギーの割合を 2017 年の 7.6%から、2040 年には 35%まで引き上げると定めると共に、石炭火力発電と原子力発電の割合を段階的に減らすとしている。これは脱原子力政策を掲げる文在寅大統領の方針を反映したものであり、原子力発電に関しては、原子力発電所の新設や、既存原子力発電所の運転期間延長は行わないことで、段階的に原子力の割合を低減していくとしている[166]。

産業通商資源部（MOTIE：Ministry of Trade, Industry and Energy）は、今後の 15 年間にわたる長期的な電力需給とエネルギー政策を示す長期電力需給基本計画（BPE：Basic Plan of Long-term Electricity Supply and Demand）を 2 年ごとに制定している。第 8 次 BPE（2017～2031 年が対象。2017 年 12 月 29 日策定）でも、文政権の脱原子力政策が反映され石炭火力及び原子力による発電への依存を低減していく方針が示されている。

2019 年内に完成予定であった第 9 次 BPE（2020～2034 年）は作成が遅れ、2020 年 12 月 28 日に公表された。同計画では、2050 年までに炭素排出量実質ゼロ（net-zero）を達成するとした目標に従い、太陽光発電等の持続可能な資源によりエネルギーミックスの多様化を段階的に進め、石炭や原子力の利用を縮小するとしている。MOTIE は脱原子力政策を維持するとしており、稼働中の原子力発電所の数は 2020 年の 24 基から 2022 年には 26 基となるが、その後は 17 基へと減少させる他、既存の 10 基の商業炉の運転寿命も延長しない方針が示されている[167]。なお、脱原子力政策により原子力研究開発事業は縮小される一方、原子力安全と廃止措置等の事業への投資が拡大されている（詳細は「5. 研究開発」の項を参照）。

しかし、大統領選挙で既存の脱原子力政策を廃止し、原子力発電を推進するといった選挙公約を掲げた尹錫悦氏が 2022 年 5 月に新大統領に就任したことにより、韓国の原子力政策は再び原子力推進政策に舵を切ることとなった。尹錫悦新大統領は、韓国のエネルギー安全保障を向上させると共に 2050 年までに炭素排出ゼロ目標を達成するために原子力発電を継続していく考えを示しており、前政権の脱原子力政策によって弱体化した原子力発電所に関連した全体の業界構造（nuclear power plant ecosystem）を速やかに復活させるように関係機関に指示した。2022 年 7 月に MOTIE は、2030 年までのエネルギーミックスの

---

165 https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/KoreaRepublicof/KoreaRepublicof.htm （2023.08.14 閲覧）
166 https://sustainablejapan.jp/2019/06/08/south-korea-3rd-energy-basic-plan/40085 （2023.08.14 閲覧）
167 文部科学省「令和 2 年度原子力平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.14 閲覧）

中で原子力の割合を 30%に維持するとした新しいエネルギー政策を明らにした[168]。前政権下で 2017 年以来中止されている新ハヌル原子力発電所 3 号機及び 4 号機の建設を再開すると共に、新エネルギー産業の輸出強化を目的として、2030 年までに 10 件の海外の原子力発電所建設事業を受注し、韓国製の小型モジュール炉（SMR）設計を開発することが目標として設定されている[169, 170]。このような尹政権のエネルギー政策を反映した第 10 次 BPE（2022～2036 年）が 2022 年 8 月 30 日に発表された[171]。2036 年まで商業炉 6 基（新ハヌル 1～4 号機及び新古里 5～6 号機）を新設し、12 基の既存炉の延長運転を許可すると共に、石炭発電を減らし、2036 年まで稼働後 30 年を迎える 28 基の火力発電所の廃止が示されている。2030 年時点の電源別発電量の割合は、第 9 次計画と比較すると、原子力による発電量は 25%から 32.4%へ引き上げるが、再生エネルギーは 20.8%から 21.6%へ若干の増加で留まっている。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1953 年　朝鮮戦争休戦
1956 年　米国との間で原子力協力協定締結
1957 年　国際原子力機関（IAEA）加盟
1958 年　原子力委員会（後の原子力振興委員会）設立
1959 年　原子力研究所発足、TRIGA Mark II 研究炉導入
1961 年　韓国電力公社（KEPCO）設立
1971 年　初の原子力発電所となる古里原子力発電所 1 号機着工
1972 年　原子力研究所を含む 3 つの研究所が統合、韓国原子力研究所（KAERI）となる
1978 年　古里 1 号機商業運転開始
1990 年　韓国原子力安全技術院（KINS）設立（KAERI より分離独立）
1996 年　原子力法改正
1997 年　原子力安全委員会（NSC、2011 年 NSSC に改称）発足
2006 年　韓国核不拡散核物質管理院（KINAC）設立
2009 年　韓国放射性廃棄物管理公団（KRMC、2011 年韓国原子力環境公団（KORAD）に改称）設立
2011 年　東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、安全規制体制を改革
2014 年　原子力不正防止法が国会で承認（12 月 9 日）、2015 年 7 月 1 日から施行
廃止措置に関する原子力安全法の改正案が国会で承認（12 月 29 日）

---

168 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/New-energy-policy-reverses-Korea-s-nuclear-phase-o （2023.08.14 閲覧）
169 http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20220412000876 （2023.08.14 閲覧）
170 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/South-Korea-aims-to-resume-reactor-construction-by （2023.08.14 閲覧）
171 https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156547521 （2023.10.17 閲覧）

2017 年　文在寅大統領が「脱原子力政策」を表明
2022 年　尹錫悦新政権が発足し「脱原子力政策」を廃止

4.　原子力発電

(1)　基本的考え方・政策（発電炉保有国）

①　経緯

韓国は 1970 年代以来、国の産業化政策と並行して原子力発電計画を遂行してきた。対外的なエネルギー脆弱性を低減し化石燃料の不足に対抗することを目標に、国のエネルギー政策の不可欠な柱として原子力開発を遂行してきた。原子力発電導入初期では、ターンキー契約で建設し、国内産業が建設に参入する機会は稀であったが、ノン・ターンキー契約で建設することにより、国内企業が建設計画・管理、設計、機器供給、土木建設に参入する機会に恵まれた。これにより、霊光（現称：ハンビット）原子力発電所 3、4 号機の建設経験等から原子力発電の種々の分野での技術的自立を達成してきた。現在、原子力発電と核燃料サイクル技術は成熟しつつある[167]。

国産原子力発電炉が建設されるまでは、米国ウェスチングハウス（WH）社の加圧水型軽水炉（PWR）、カナダの AECL 社の加圧重水炉（PHWR）である CANDU 炉、フランスのフラマトム社の PWR を輸入していた[167]。

②　国産炉

最初の国産原子炉であるハヌル（旧称：蔚珍）原子力発電所 3、4 号機は、100 万 kWe の PWR であり、当初は韓国標準原子力発電所（KSNP : Korea Standard Nuclear Power Plant）と呼ばれていたが、現在は OPR（Optimizes Power Reactor）-1000 と呼ばれている。OPR-1000 は、韓国水力原子力発電会社（KHNP）と韓国電力公社（KEPCO）によって開発された第 2 世代 2 ループ PWR であり、原型は米国コンバッション・エンジニアリング（C-E）社の既存軽水炉技術をベースに改良を加えたものである[167, 172]。

APR（Advanced Power Reactor）-1400 は、KEPCO によって 1992～2001 年にかけて開発された第 3 世代の 2 ループ PWR である。OPR-1000 に対し、直接炉容器注入系等の安全設備の拡充、系統信頼性の向上等の改良を加え、安全性、経済性、運転性能の大幅向上を図ったものであり、電気出力は 140 万 kWe である。APR-1400 は、2016 年 12 月から新古里原子力発電所 3 号機において運転を開始している他、アラブ首長国連邦においてバラカ原子力発電所として稼働中、そして建設が進められている。また、2019 年 8 月には米国原子力規制委員会（NRC）から設計認証（DC：Design Certificate）を取得した[173]。DC 取得により、APR-1400 を米国内で建設・運転することが可能とな

[172] 文部科学省「2019 年度平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.14 閲覧）
[173] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Korean-reactor-design-certified-for-use-in-USA（2023.08.14 閲覧）

った。

APR+（Advanced Power Reactor Plus）は、受動的補助給水系等安全系の強化等により APR-1400 をさらに改良し、安全性、経済性を向上させたもので、電気出力は 150 万 kWe ある。

韓国原子力研究所（KAERI）が開発した小型モジュール炉（SMR：Small Modular Reactor）である SMART 炉は、熱出力 33 万 kWt のシステム一体型原子炉であり、熱供給や脱塩にも利用可能である。SMART はサウジアラビアにおいて導入が検討されている。

蔚山科学技術院（UNIST）では、浮揚式原子力発電所（FNPP）への設置を想定した超小型炉（MMR：Micro Modular Reactor）の開発が進められている。この MMR は SMART 炉の半分以下の大きさであり、発電容量は 1 万 kWe 以下である。また 40 年の運転期間中に燃料交換を必要としないため、安全性向上が望めるという。この開発事業に対しては、MSIT から 30 億ウォン、蔚山市から 6 億ウォンの資金提供が行われる。

2020 年 10 月、韓国電力技術（KEPCO E&C）と大宇造船海洋は、海上浮揚式原子力発電所の開発協力の覚書を締結した。これにより、KEPCO E&C が 2016 年から開発している SMR である BANDI-60 を搭載した海上浮揚式原子力発電所（FNPP）の開発が期待されている[174]。

(2) 発電/送電組織

2001 年、KEPCO の発電部門の 6 社への分割及び卸電力市場の創設が実施された。発電部門は、一般水力と原子力発電所を保有する 1 社（KHNP）と揚水と火力発電所を保有する 5 社（南東発電（KOSEP）、中部発電（KOMIPO）、東西発電（KEWESPO）、西部発電（KOWEPCO）、南部発電（KOSPO））に分割された。KHNP を除く 5 社は、資産価値等が均等になるように発電所の分割がされたため、各社が所有する発電所は同一地域にはなく、全国に点在している[175]。

また、離島等送電系統から孤立した地域の発電所については、上記 6 社ではなく、引き続き KEPCO が所有・管理している [173]。

(3) 原子力発電関連組織

産業通商資源部（MOTIE）が、原子力発電所の建設と運転、核燃料の供給及び放射性廃棄物の管理に責任を持っている。この下に、発電と管理を担う KEPCO、プラント建設、運転、保守を担当する KHNP、プラント設計、エンジニアリングを行う韓国電力技術（KEPCO E&C：KEPCO Engineering & Construction Co., Inc.）、燃料製造を行う韓電原子力燃料（KEPCO NF：KEPCO Nuclear Fuel Co., Ltd.）、プラントのメンテナンスを行う

---

[174] https://world-nuclear-news.org/Articles/Kepco-E-C-teams-up-with-shipbuilder-for-floating-r（2023.08.14 閲覧）

[175] https://www.fepc.or.jp/smp/library/kaigai/kaigai_jigyo/korea/detail/1231607_4861.html （2023.08.14 閲覧）

韓国電力プラントサービス&エンジニアリング（KEPCO KPS : KEPCO Plant Service & Engineering Co., Ltd.）及び廃棄物管理等を行う韓国原子力環境公団（KORAD : Korea Radioactive Waste Agency）の 6 組織が設置されている[165, 176]。

(4) 原子力発電所の現状

2023 年 9 月時点で稼働中の原子力発電所は、以下の 25 基である[177]。

No.	原子力発電所	炉型（モデル）	Net 容量（万 kWe）	商業運転開始年
1	古里 2 号機 ※	PWR（WHF）	64	1983 年
2	古里 3 号機	PWR（WHF）	101.1	1985 年
3	古里 4 号機	PWR（WHF）	101.2	1986 年
4	月城 2 号機	PHWR（CANDU 6）	59.6	1997 年
5	月城 3 号機	PHWR（CANDU 6）	62.7	1998 年
6	月城 4 号機	PHWR（CANDU 6）	60.0	1999 年
7	ハンビット 1 号機	PWR（WHF）	99.5	1986 年
8	ハンビット 2 号機	PWR（WHF）	98.8	1987 年
9	ハンビット 3 号機	PWR（System 80）	98.6	1995 年
10	ハンビット 4 号機	PWR（System 80）	97.0	1996 年
11	ハンビット 5 号機	PWR（OPR-1000）	99.2	2002 年
12	ハンビット 6 号機	PWR（OPR-1000）	99.3	2002 年
13	ハヌル 1 号機	PWR（France CPI）	96.6	1988 年
14	ハヌル 2 号機	PWR（France CPI）	96.7	1989 年
15	ハヌル 3 号機	PWR（OPR-1000）	99.7	1998 年
16	ハヌル 4 号機	PWR（OPR-1000）	99.9	1999 年
17	ハヌル 5 号機	PWR（OPR-1000）	99.8	2004 年
18	ハヌル 6 号機	PWR（OPR-1000）	99.7	2005 年
19	新ハヌル 1 号機	PWR（APR-1400）	140	2022 年
20	新古里 1 号機	PWR（OPR-1000）	99.6	2011 年
21	新古里 2 号機	PWR（OPR-1000）	99.6	2012 年
22	セウル（旧新古里）3 号機	PWR（APR-1400）	141.6	2016 年
23	セウル（旧新古里）4 号機	PWR（APR-1400）	141.8	2019 年
24	新月城 1 号機	PWR（OPR-1000）	99.7	2012 年
25	新月城 2 号機	PWR（OPR-1000）	99.3	2015 年

176 https://home.kepco.co.kr/kepco/EN/main.do （2023.08.14 閲覧）
177 https://www.khnp.co.kr/eng/contents.do?key=414 （2023.08.14 閲覧）

※ 2023 年 4 月に設計寿命を迎え、稼動停止の予定であった古里 2 号機について、KHNP は運転寿命を延長する手続きに着手した。これは、尹政権の「脱原子力政策の廃止」等の公約に基づくもので、「安全性評価報告書」の審議等が今後原子力安全委員会により行われることとなる[178]。

恒久停止している原子力発電所は以下の通りである。

原子力発電所の名称	炉型（モデル）	Net 容量（万 kWe）	恒久停止年
古里 1 号機	PWR（WHF）	57.6	2017 年
月城 1 号機	PHWR（CANDU 6）	66.1	2019 年

建設中の原子力発電所は以下の通りである。

原子力発電所の名称	炉型（モデル）	Net 容量（万 kWe）	商業運転開始予定年
新古里 5 号機	PWR（APR-1400）	134	2024 年
新古里 6 号機	PWR（APR-1400）	134	2025 年
新ハヌル 2 号機	PWR（APR-1400）	140	2023 年

新ハヌル 2 号機は、2013 年に建設を開始しており 2023 年 9 月に初の燃料装荷後、6 ヵ月の試運転を経て営業運転を開始するとしている[179]。

建設計画が中止されている原子力発電所は以下の通りである[180]。

原子力発電所の名称	炉型（モデル）	Net 容量（万 kWe）	建設開始（予定）年
新ハヌル 3 号機 ※	PWR（APR-1400）	140	2017 年
新ハヌル 4 号機 ※	PWR（APR-1400）	140	2018 年
天地 1 号機	PWR（APR＋）	150	2022 年
天地 2 号機	PWR（APR＋）	150	2023 年
天地 3 号機 または大津 1 号機	PWR（APR＋）	150	2025 年
天地 4 号機 または大津 2 号機	PWR（APR＋）	150	2026 年

※ 2017 年発表の第 8 次長期電力需給基本計画（BPE）では計画白紙とされているが、

178 https://www.donga.com/jp/article/all/20220406/3297211/1 （2023.08.14 閲覧）

179 https://www.khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do?key=2289&bbsNo=71&nttNo=49672&searchCtgry=&searchCnd=all&searchKrwd=&integrDeptCode=&pageIndex=2 （2023.10.17 閲覧）

180 http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx （2023.08.14 閲覧）

2023 年 1 月発表の第 10 次 BPE では、2 基の建設再開計画が盛り込まれている。新ハヌル 3、4 号機（各 PWR、140 万 kW）2 基の建設計画の再開では、それぞれ 2032 年と 2033 年に完成させる計画であるとしている[181]。

産業通商資源部（MOTIE：Ministry of Trade, Industry and Energy）は、2017 年 10 月 20 日発表のエネルギー転換（脱原子力）ロードマップにおいて、計画中の 6 基（新ハヌル 3、4 号機、天地 1、2 号機、新規 2 基（天地 3、4 号機または大津 1、2 号機））について計画中止する方針を発表した[172]。

しかし、新ハヌル 3、4 号機はある程度着工準備が進んでいる段階で建設計画が中止されていた。尹大統領は効果的な脱炭素の実現に向け同発電所 3、4 号機の建設再開を選挙公約とし、2022 年 5 月に尹政権の発足後、関係機関に新ハヌル 3、4 号機の建設再開に向けた手続き等の検討を支持していた。MOTIE によると、環境影響評価が 2022 年 7 月に開始されており、2024 年の着工を目指すとしている[182]。

5. 研究開発

(1) 基本方針

韓国において、原子力推進については産業通商資源部（MOTIE）、安全・規制については原子力安全委員会（NSSC：Nuclear Safety and Security Commission）、研究開発については科学技術情報通信部（MSIT：Ministry of Science and ICT）が担っている。

政府が 1997 年に包括的原子力推進計画（CNEPP：Comprehensive Nuclear Energy Promotion Plan）を策定して以来、計画に含まれる国の研究開発プログラムは 5 年ごとに見直されてきた。2021 年 12 月に発表された第 6 次包括的原子力推進計画（2022～2026 年）では、①放射線廃棄物等の課題の解決策を模索、②SMR、原子力発電所の輸出、解体等の核心技術の確保、③放射線融複合の新技術開発、④原子力分野の受容性の再考、といった 4 つの目標と 12 の政策課題に対して今後 5 年間にわたり 2 兆 7,000 億ウォンを投資する内容が盛り込まれている[183]。

(2) 主な研究機関

- 韓国原子力研究所（KAERI）：研究炉 HANARO、中性子ビーム施設、照射後試験施設、レーザー施設、^{60}Co（コバルト 60）線源照射施設、放射性廃棄物処置施設等を所有する[184]。
- 韓国原子力医学院（KIRAMS）：医療用サイクロトロン KIRAMS-30、医療用重イオン加速器を所有する[185]。

---

181 https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1261044_4115.html（2023.08.14 閲覧）
182 https://www.newspim.com/news/view/20220810000422 （2023.08.14 閲覧）
183 http://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=227107（2023.08.14 閲覧）
184 http://www.kaeri.re.kr:8080/english/sub/sub04_01.jsp （2023.08.14 閲覧）
185 http://www.kirams.re.kr/eng （2023.08.14 閲覧）

・ 韓国科学技術院（KAIST）：情報工学、バイオ工学、ナノ工学等の教育・研究を実施する[186]。

KAERI の第 2 研究所となる韓国原子力研究所文武大王科学研究所の着工式が 2021 年 7 月 21 日に開催された。同研究所は、D.N.A（Data･Network･AI）等先端技術を利用した安全革新技術、廃棄物の安全管理及び原子力発電所の解体技術、小型モジュール炉（SMR）等の将来の革新的原子力システムのコア技術の研究、実証、産業化研究開発のために構築される大規模研究施設となる。2019 年 11 月に原子力振興委員会にて政府政策として確定後、2020 年 2 月にフィージビリティスタディに着手し、2021 年 6 月 30 日に承認された。予算は、2021 年から 2025 年までの 5 年間に、3,263 億ウォンを投入予定とされる[187]。

KAERI は、これまで HANARO、ヨルダンの JRTR、オランダの OYSTER 等の研究用原子炉のインフラを構築し運営ノウハウを蓄積してきた。さらに、2021 年 7 月に KAERI は、バングラデシュ原子力委員会（BAEC）と原子力研究所（AERE）が所有する研究炉 BTRR へのデジタル計装及び制御システムを導入する契約（388 万ドル）を締結した。2023 年 1 月作業完了を目指している。さらに、両機関は、2022 年 5 月 25 日に原子力研究開発技術協力に関する了解覚書（MOU）を締結し、相互協力を拡大しつつある。主な協力分野は、研究炉開発、研究炉利用と改善、放射性同位元素の生産と利用、放射線技術開発、材料及び中性子科学、放射性廃棄物管理等である[188]。

(3) 研究炉及びその利用

原子力研究開発は TRIGA MARK II 及び III の 2 つの研究炉と共に開始したが、HANARO の完成と共にこれらの 2 つの炉は閉止され解体中である。

AGN-201K は、慶熙大学が 1976 年に米国から寄贈された AGN-201 を、2003 年から 2007 年にかけて増強・改良したものである。研究利用の他、学生や産業界が利用出来る唯一の教育・訓練用原子炉として利用されている[189]。

HANARO は KAERI が所有する多目的炉で、核燃料性能試験や放射線検出器等、他の方法では解明出来ない原子力工学課題の解明や、RI 製造及びその応用等に利用されている。HANARO は 2019 年 9 月に、国際原子力機関（IAEA）からアジア・太平洋地域で初の国際研究炉センター（ICERRs：International Centres based on Research Reactors）に指定された。これにより HANARO は、研究炉を新しく導入する国に対する教育訓練のために活用されることとなった[190]。

---

186 https://www.kaist.ac.kr/html/en/research/research_0402.html （2023.08.14 閲覧）

187 https://kaeri.re.kr/board/view?pageNum=1&rowCnt=10&no1=1072&linkId=9283&menuId=MENU00326&schType=0&schText=&boardStyle=Image&categoryId=&continent=&country=&schYear= （2023.08.14 閲覧）

188 https://www.kaeri.re.kr/eng/board/view?linkId=10273&menuId=MENU00718 （2023.08.14 閲覧）

189 http://rrec.khu.ac.kr/english/center/sub_01.html?PSI=aphipoly （2023.08.14 閲覧）

190 https://www.kaeri.re.kr/board/view?pageNum=1&rowCnt=10&no1=903&linkId=7559&menuId=MENU00326&schType=0&schText=&boardStyle=Image&categoryId=&continent=&country=&schYear= （2023.08.15 閲覧）

2018 年 7 月 19 日、KAERI は、HANARO を用いた ^{99}Mo（モリブデン 99）の生成工程の実証に成功したと発表した。ウランが原子炉内で核分裂を起こす際に生成される極微量の ^{99}Mo を高純度で精製し分離することに成功したという。KAERI の RI 製造施設では今まで一般のモリブデンを一部生産していたが、比放射能が低く少量しか生産出来ないため、高性能の ^{99}Mo を製造するための研究開発を進めてきた。なお、HANARO には RI 製造専用施設は設置されていないため、大量製造は不可能である[191]。

さらに、^{99}Mo の不足や非破壊試験のニーズ増加等に応えるべく、KAERI により釜山近くの機張（キジャン）に新型研究炉 KJRR の建設が計画されている。KJRR を用いた高品質 RI の大量生産により、国内需要を賄うだけでなく、輸出まで可能になるという。KJRR 建設計画に対しては、NSSC が 2019 年 5 月 10 日に建設許可を発給している。KJRR 建設計画は、総事業費 7,650 億ウォン（5 億 7,400 万ドル）のプロジェクトで 2012 年 4 月に開始された[192]。2022 年 4 月に大宇建設が率いるコンソーシアムが建設工事を受注した。地下 4 階から地上 3 階の建物に原子炉と関連利用設備を建設する工事で、工事期間は着工から 60 ヵ月とされている[193]。建設工事は 2022 年 5 月に起工・掘削工事が始まり、施設の完成と試運転開始は 2026 年の予定である [192]。

各研究炉の諸元、機能、特徴は以下の通りである [189, 191]。

名称	所有者	出力、タイプ	用途	稼働状況	初臨界年
AGN-201K	慶熙大学	0.01kWt、均質炉	教育・訓練、中性子ラジオグラフィ、放射化分析	運転中	1982 年
HANARO	KAERI	3 万 kWt、プール	燃材料試験、RI 製造	運転中	1995 年
KJRR	KAERI	1 万 5,000kWt、プール	同上	建設中	2026 年試運転予定

(4) 原子力研究

① 次世代原子炉

KAERI は、第 4 世代炉としてのナトリウム冷却高速炉の概念研究、第 4 世代炉としての超高温ガス炉（VHTR）の設計概念と設計解析ツールの開発、SMART 炉の設計改良研

[191] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi7xeSo9e7zAhWFP3AKHYYcAQwQFnoECAcQAQ&url=https%3A%2F%2Fansn.iaea.org%2FCommon%2FTopics%2FOpenTopic.aspx%3FID%3D18426&usg=AOvVaw0beXaAb_xrLXTmyLcKf_wK （2023.08.15 閲覧）

[192] https://world-nuclear-news.org/Articles/Korea-starts-construction-of-new-research-reactor（2023.08.15 閲覧）

[193] https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022040709031219726 （2023.08.15 閲覧）

究等を進めている。また、軽水炉における放射線安全評価システムの開発、加圧重水炉の安全解析研究、環境放射能モニタリング技術開発、原子力材料研究を実施している[184]。

KAERI は 2030 年代までに VHTR 実証炉を建設することを目指しており、政府の原子力研究開発事業の一環として、2004 年より高温ガス炉（HTGR）の基盤となる原子力水素生産技術を開発中である。KAERI は VHTR に使用する三重被覆（TRISO）燃料の製造技術も確保している[194]。2020 年 7 月 3 日、KAERI は、米国のウルトラ・セーフ・ニュークリア社（USNC：Ultra Safe Nuclear Corp）及び韓国の現代エンジニアリング（Hyundai Engineering）社と共同で、小型モジュール高温ガス炉等の開発と活用に協力することを目的とした覚書（MOU）を締結した。3 者はこの MOU に基づき、USNC の小型モジュール高温ガス炉であるマイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Modular Reactor）の開発と建設、プロセス熱生産と電力供給用の HTGR の開発と建設、水素生産を目的とした VHTR の技術開発と活用において、2020 年 7 月から 5 年にわたり協力することとなる。

② 乾式再処理

核燃料に関しては、PWR 用の二重冷却燃料の開発を進んでおり、核燃料サイクルの確立に向けて、パイロプロセッシングの乾式再処理への応用研究を進めている[184]。2021 年 9 月 1 日、米韓政府委員会が、10 年間のパイロプロセッシング共同研究報告書を承認したとの情報はあるが、両政府からは正式に報告書に関する発表はない[195]。

③ 原子炉の解体等

韓国では、2 基の原子炉が恒久停止しており、原子炉解体技術の確保が喫緊の課題の 1 つでもある。政府は、2017 年 6 月に古里原子力発電所 1 号機の恒久停止を宣言する式典をきっかけに、原子力発電所解体産業の育成と解体技術実証のためのインフラを構築するために同研究所を設立する方針を発表していた。研究所は 2 ヵ所で建設される予定で、軽水炉の解体技術を研究する本部は釜山と蔚山に跨がる地域に建設され、重水炉の解体技術を研究する支部は慶州に設けられる。この研究所の建設にあたっては、KHNP をはじめとする公共機関が 1,934 億ウォンを出資し法人を設立し、韓国政府及び地方自治体からは 1,289 億ウォンを投じて設備投資等を支援するという[196]。なお、この計画について、KHNP は 2019 年 4 月に釜山、蔚山（ウルサン）、慶尚北道の各自治体と了解覚書（MOU）を締結している[197]。2020 年 4 月 21 日、MOTIE は、原子力発電所解体研究所の建設を、2021 年下半期から 3,223 億ウォンを投じて開始する計画を明らかにした[198]。

---

194 https://www.cctoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=2160547 （2023.08.15 閲覧）
195 http://weekly.chosun.com/client/news/viw.asp?nNewsNumb=002675100018&ctcd=C08 （2023.08.15 閲覧）
196 https://www.nucnet.org/news/seoul-to-build-institute-for-nuclear-decommissioning-4-3-2020 （2023.08.15 閲覧）
197 https://www.neimagazine.com/news/newssouth-korea-looks-to-decommissioning-7168068/ （2023.08.15 閲覧）
198 https://jp.yna.co.kr/view/AJP20200421001400882（2023.08.15 閲覧）

その後、2022 年 10 月 31 日、蔚山市で原子力発電所解体研究所の着工式を行い、2026 年下半期の完工を目指すとしている[199]。

④ 小型原子炉

2020 年 12 月に開催された原子力振興委員会において、MSIT と MOTIE が、2030 年代に拡大が見込まれる SMR 世界市場を視野に入れて、2028 年までに約 4,000 億ウォンを投資して韓国型革新小型モジュール炉（i-SMR：innovative-Small Modular Reactor）を開発するとの戦略を発表した[200]。2021 年に予備的フィージビリティスタディを実施し、プロジェクトが具体化した後は、KAERI と KHNP を中心に、民間企業が参加する官民連携を通じて開発が進められる。この戦略に基づき、KHNP は 2028 年までの標準設計及び許認可獲得を目指して i-SMR の技術開発をしているという[201, 202]。

2023 年 7 月 10 日の報道によると、韓国は、MSIT と MOTIE が共同で国産 SMR の研究開発を促進させるため 3,992 億ウォン（3 億 540 万ドル）のプロジェクトチームを発足させた。このプロジェクトは 2028 年までに次世代の革新的な SMR を開発することを目的とし、SMR 分野の世界市場で支配的な地位を確立するという韓国の大きな計画の一部であるとしている。プロジェクトには、韓国水力原子力発電（株）、サムスン物産（株）、ポスコ建設（株）等の有力企業が積極的に参加している。プロジェクトの発足にあたり、MSIT と MOTIE は、政府と民間部門の協力が不可欠であること、SMR は低炭素電力が期待され、温室効果ガス排出量の削減が期待されること、小型であることから大型の発電所に比べ、費用対効果が高く、短期間の建設期間が得られること等、持続可能なエネルギー生産の分野で大きな進歩が期待されるとしている[203]。

韓国の GS エナジー社は、米国 NuScale Power 社との間で 2023 年 5 月 4 日、慶尚北道蔚珍（ウルチン）郡政府と蔚珍の国家核水素工業団地の開発を促進する協定を締結し、韓国初の NuScale Power 社の SMR プラントを建設すると発表した。計画では SMR モジュール 6 基、出力は、46 万 2,000kWe で、建設は 2028 年に開始され、2030 年までに完了されるという[204]。

⑤ 海外に向けて

一方、韓国では SMR の開発について海外と積極的に協力しており、サムスン重工業は、デンマークの Seaborg 社と小型溶融塩炉（CMSR：Compact Molten Salt Reactor）の製造販売に関する覚書を 2022 年 4 月 7 日に締結した。発電用はしけ船に搭載される設計と

---

199 https://www.nna.jp/news/2428497（2023.08.15 閲覧）
200 https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/42a95068b5fb8125.html（2023.08.15 閲覧）
201 http://www.facten.co.kr/news/articleView.html?idxno=204044 （2023.08.15 閲覧）
202 http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=65179 （2023.08.15 閲覧）
203 https://bnn.network/breaking-news/energy/south-korea-launches-project-team-to-foster-research-and-development-of-small-modular-reactor/（2023.08.15 閲覧）
204 https://www.kedglobal.com/energy/newsView/ked202305040017（2023.08.15 閲覧）

なっている CMSR は、20 万 KWe～80 万 KWe の電力供給が可能で、運転寿命は 24 年のモジュラー型 SMR である。Seaborg 社の工程によると、2024 年に商業用のプロトタイプ製作を開始し、2026 年から発電用はしけ船の製造が開始される予定であるとしている[205]。

また、斗山エナビリティー（2022 年 4 月より社名を「斗山重工業」から変更）は、NuScale 社と NuScale パワーモジュール（NPM：NuScale Power Module）及びその他の機器の供給に関する協力協定を 2022 年 4 月 25 日に締結した。この協定に基づき、斗山エナビリティーは NPM の主要機器の製造を開始することとなる。NPM は、蒸気発生器と熱交換器等の全ての機器を一体に組み込んだ PWR 型原子炉で、1 モジュール当たり 7.7 万 kWe の電力を得られるとしている。NPM は、ユタ州公営電力システム（UAMPS）の脱炭素発電プロジェクト（CFPP）のもとで NuScale VOYGR 発電所（NPM の 6 基を連結される）として建設される予定である[206]。

さらに、現代エンジニアリングは、米国のウルトラ・セーフ・ニュークリア（USNC）社が開発している第 4 世代の小型高温ガス炉「マイクロ・モジュラー・リアクター（MMR：Micro Module Reactor））」をカナダのチョークリバーで建設する実証プロジェクトに関連して、プラントを建設するための発電設備と冷却システム、放射能機材等を供給し、購買支援サービスを提供するための契約を 2022 年 8 月 26 日に USNC 社と締結した[207]。この契約は、2022 年 1 月に調印されたビジネス協力契約、及び 2022 年 6 月に調印されたエンジニアリング契約と共に両社間の長年にわたる協力関係に基づいており、この合意文書によると、現代エンジニアリングは、USNC 社の MMR に関する資機材とサービスをサポートするネットワークを世界的に供給し、USNC 社を支援するとしている[208]。UNSC 社はカナダチョークリバー原子力研究所内に 5,000We の MMR を 2026 年までに建設する予定である。

2022 年 8 月、韓国政府は、原子力発電開発プロジェクトの輸出を促進するために、複数の省庁からなるタスクフォースを設立した。このタスクフォースは、韓国通商産業エネルギー相が中心となり、国防も含む 9 省庁から構成されている。このスクフォースによる任務を効果的に遂行するために、英国、オランダ、チェコ共和国、ポーランド、カザフスタン、フィリピン、サウジアラビア、南アフリカ等、いくつかの国に外交事務所を設立する予定であるとしている[209]。

2023 年 7 月 14 日、ポーランドと韓国とのビジネスフォーラムで署名された協定では、SMR を含む低炭素排出技術の導入に関して、ポーランドの建設会社 ERBUD と韓国のサ

---

[205] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Samsung,-Seaborg-partnership-on-floating-nuclear-r（2023.08.15 閲覧）

[206] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Full-scale-production-of-NuScale-SMR-to-begin（2023.08.15 閲覧）

[207] https://blog.naver.com/hec_pr/222860872064 （2023.08.15 閲覧）

[208] https://www.neimagazine.com/search/?q%5B%5D=Korea （2023.08.15 閲覧）

[209] https://www.ans.org/news/article-4247/south-korean-task-force-established-to-promote-nuclear-power-exports/（2023.08.15 閲覧）

ムスン物産（株）との間の覚書が交わされた。なお 2022 年 10 月にポーランドと韓国は、APR-1400 型原子炉が 2 基（総容量 280 万 kWe）の建設に関連する予備的合意書（letter of intent）に署名をしている[210]。

(5) 放射線防護、放射性核種挙動

韓国原子力安全技術院（KINS：Korea Institute of Nuclear Safety）において放射線安全研究が、KAERI において放射線バイオテクノロジーの研究がなされている。なお、韓国原子力安全財団（KOFONS：Korea Foundation of Nuclear Safety）においては放射線安全規制に関する教育等が行われている[165,157]。

(6) 放射性同位体利用研究

① 農業利用、工業利用

KAERI は、放射線の食料（保存・除菌）と農業への応用研究、ナノ物質の製造技術開発、放射線検出器の基礎技術の開発、イオン注入による物質性能の改良、有機廃棄物を使用した有機肥料の製造技術開発等を行っている。

② 医学利用

韓国原子力医学院（KIRAMS）は各種放射線医療技術開発を行っている[211]。また、KAERI でも同様の研究を行っており、2022 年 8 月 10 日 KAERI の発表によると、全量海外の輸入に依存している ^{177}Lu（ルテチウム 177）を国内技術のみで生産・供給できるようになった。今回の成果は中性子照射過程を国産化した上で、HANARO を用いて得られたものであるという[212]。

6. 核燃料サイクル、放射性廃棄物

(1) 政策動向

① 背景

原子力発電容量の拡大と共に、核燃料サイクル・サービスも定常的に増大している。韓国水力原子力発電会社（KHNP）は核燃料の安定供給と経済効率性を確保するため、調達戦略に関するガイドラインを作成し、長期契約、スポット市場買及び国際公開入札制を通して最適供給と需要計画を維持している。燃料成型サービスについては、韓電原子力燃料（KNF）が完全に独占している[165]。

放射性廃棄物処分の体制としては、原子力安全委員会（NSSC）が全体の安全確保と安全規制の責任を有し、産業通商資源部（MOTIE）が原子力発電と放射性廃棄物管理計画の責任を担い、処分場建設の実務は、MOTIE の下に 2009 年に設立された韓国原子力環

[210] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Korean,-Polish-construction-firms-team-up-for-nucl（2023.08.15 閲覧）
[211] http://www.kirams.re.kr/eng （2023.08.15 閲覧）
[212] https://www.kaeri.re.kr/board/view?menuId=MENU00326&linkId=10559 （2023.08.15 閲覧）

境公団（KORAD）が実施する形で計画が進められている[165]。また、韓国原子力安全技術院（KINS）において、放射廃棄物処分の研究がなされている。

② 基本政策、法令等

国が直接関与する形で放射性廃棄物管理を進めており、1980 年代から最終処分場建設サイトの検討が開始されている。1998 年、原子力委員会第 249 回会合において国の放射性廃棄物対策方針が決定され、低・中レベル放射性廃棄物は原子力発電所のサイト内の放射性廃棄物貯蔵施設もしくは放射性同位体貯蔵施設に貯蔵された後、浅地中処分場か岩盤空洞処分場で処分することとなっている。

高レベル放射性廃棄物については、2016 年 5 月に MOTIE が、2028 年までに最終処分場のサイトを選定し、2035 年までに中間貯蔵施設、2053 年までに最終処分場を建設し稼動するといった目標を含んだ「高レベル放射性廃棄物管理基本計画」案を発表した[213]。計画案は、2015 年 6 月に使用済み燃料公論化委員会がまとめた報告書に基づいて作成され、2016 年 6 月に公聴会を開催、7 月 25 日の原子力振興委員会で承認された[214]。同計画は法律に基づき 5 年毎に策定されており、2021 年 12 月に第 2 次高レベル放射性廃棄物管理基本計画が発表された（詳細は、(3)　使用済み燃料、高レベル放射性廃棄物（HLW）、再処理を参照）。

(2)　低・中レベル放射性廃棄物

低・中レベル放射性廃棄物の管理は韓国原子力環境公団（KORAD）が担っており、朝鮮半島南東沿岸の月城原子力発電施設付近に低・中レベル廃棄物処分場を建設し、2014 年から第 1 フェーズ（6 基のサイロで構成、処分容量は 200L ドラム缶換算で 10 万本）の運用を行っている[215, 216, 217]。

同処分場は、敷地面積は 200 万 m^2、処分容量は最終的にはドラム缶 80 万本の保管が可能であり、処分方法は地下サイロタイプ（第 1 フェーズ）と浅地処分方式（第 2 フェーズ）の複合方式を採用している[215, 216, 217]。

2016 年 6 月、KORAD は、第 2 フェーズ目の処分計画について、MOTIE から承認を受けた。2015 年 12 月に原子力安全委員会に提出された建設・操業許可の申請は審査にかなりの時間がかかり、2022 年 7 月 7 日に承認された。第 2 フェーズでは、67,490m^2の敷地内に事業費約 2,600 億ウォンを投入して、地表近くに人工構築物（コンクリートピット）を設けて放射性廃棄物を埋設する施設を建設する。第 2 フェーズの着工は当初予定よりかなり

---

213 https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1254861_4115.html　（2023.08.15 閲覧）
214 http://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=17243　（2023.08.15 閲覧）
215 J.Haiyong (KINS), “Current status of RWM & experiences for the regulatory review of LILW disposal facility in Korea”, ANSN Regional Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, June 2013（2023.08.15 閲覧）
216 https://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/Korea_report_web.pdf　（2023.08.15 閲覧）
217 https://gnssn.iaea.org/RTWS/general/Shared%20Documents/Waste%20Management/Feb%202015%20WS%20on%20LLW%20disposal/Day%202)%20Korea.pdf　（2023.08.15 閲覧）

遅延してきたが、2022 年 8 月 26 日に起工式が行われ、2024 年に完工、2025 年から操業開始を目指している[218]。施設が完工すると、約 20 年間発生する低レベル・極低レベル放射性廃棄物の 12.5 万本（200L ドラム缶換算）を保管することが可能となる。

(3) 使用済み燃料、高レベル放射性廃棄物（HLW）、再処理

① 使用済み燃料

使用済み燃料は、個々の発電所の使用済み燃料貯蔵施設で保管されている。国の政策としては、処分サイトに使用済み燃料の集中中間貯蔵施設の建設を進めるとしている。現在、使用済み燃料は各発電所内の乾式貯蔵施設で貯蔵されているが、ほぼ満杯になっている。現在韓国原子力研究所（KAERI）が研究を行っている地中処分も含め、処分方法を検討中である[215, 216, 217]。また、月城原子力発電所の敷地内にある乾式貯蔵施設を拡充する計画も進められており、2020 年 8 月には韓国政府が計画を承認した[219, 220]。

なお、2022 年末現在で原子力発電所の使用済み核燃料保管プールの貯蔵容量率は、古里原子力発電所が 87.5%、ハンビット原子力発電所が 77.9%、ハヌル原子力発電所は 74.7%であるといわれており、乾式貯蔵施設の建設承認が急がれる状況であるとしている[221]。

2023 年 2 月の情報では、ハンビット原子力発電所 77.9%、ハヌル原子力発電所 74.7%、月城原子力発電所 75.5%、新月城原子力発電所 30.7%、古里原子力発電所 87.5%という情報がある[222]。また、韓国水力原子力発電（KHNP）は 2023 年 2 月 7 日、古里原子力発電所内の使用済核燃料の金属キャスクによる乾式貯蔵施設基本計画（案）を理事会で議決したと発表している[223]。

② 高レベル放射性廃棄物

2016 年 7 月 25 日、第 6 回原子力振興委員会において「高レベル放射性廃棄物管理基本計画」が承認された[214]。同計画は、2028 年までに高レベル放射性廃棄物処分施設のサイトを選定、2053 年に施設の操業を開始するというものである。当初の管理計画案からは、地下研究施設（処分技術を研究）の建設場所を、中間貯蔵施設と最終処分施設から離れた別の場所に確保するという修正がされている[224]。

---

218 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Expansion-of-South-Korean-waste-repository-begins （2023.08.15 閲覧）

219 http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=160741 （2023.08.15 閲覧）

220 https://www.neimagazine.com/news/newskorean-government-approves-used-fuel-storage-expansion-8100235/ （2023.08.15 閲覧）

221 https://www.chosunonline.com/site/data/html_dir/2023/02/17/2023021780119.html （2023.08.15 閲覧）

222 https://www.chosunonline.com/svc/view.html?contid=2023021780119&no=1 （2023.08.15 閲覧）

223 https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1261079_4115.html （2023.08.15 閲覧）

224 http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2016072514035483470&outlink=1&ref=http%3A%2F%2Fhome2.nsra.or.jp （2023.08.15 閲覧）

MOTIE は、2021 年 4 月 9 日、使用済み燃料管理政策検討委員会が「使用済み燃料管理政策勧告」を提出したと発表した。2021 年 3 月 18 日、同検討委員会は、使用済み燃料管理特別法や独立行政委員会の設置等、法制度改革を盛り込んだ政府勧告を発表している[225]。MOTIE は、勧告案を検討し、12 月に「第 2 次高レベル放射性廃棄物管理基本計画」（以下、「第 2 次基本計画」という。）を策定した[226]。

第 2 次基本計画における基本方針として重点推進課題は以下の通りである。

1. 科学的合理性と社会的合意に基づく管理施設の確保
2. 地域共同体に向けた政府全体としての支援・コミュニケーション体制構築
3. 安全管理のための政策基盤拡充

MOTIE は第 2 次基本計画を実行していくための後続措置として、2022 年 7 月 20 日に高レベル放射性廃棄物研究開発（R&D）ロードマップ案を発表し、年内に確定するとした。現行案では、2023 年に関連手続きに着手し、13 年（～2036 年）までに中間・永久処分施設の敷地を選定し、検証、設計、建設を経て、2060 年に永久処分施設を運営開始するとした目標を達成するために、104 の関連技術を開発するとされている[227]。政府は使用済み核燃料の輸送、保管、処分に関連する研究開発に 1 兆 4,000 億ウォン（10 億ドル）を投資する計画である[228, 229]。

③　再処理

2015 年 6 月に 20 年間延長された米国との原子力協力協定による制約の下、国内または海外での再処理は不可能となっている。禁止に対して韓国側が再交渉を行い、乾式再処理（パイロプロセッシング）等いくつかの研究については、実施の同意を得ている。

2021 年 12 月 27 日に開催された原子力振興委員会において、「使用済み燃料処理技術研究開発の現況及び今後の方向」の案件が審議・議決され、パイロプロセッシング技術の実証・実用化前の段階まで基礎・核心技術の確保のための技術開発を引き続き支援していくことが決定された[230]。

7.　安全規制

(1) 法規・体制等

原子力エネルギーの開発、利用及び安全規制に関する主な法律は、原子力エネルギー推進法（Atomic Energy Promotion Act）、原子力安全法（NSA：Nuclear Safety Act）、電気事業法（Electricity Business Act）及び環境政策基本法（Basic Law of Environmental Policy）

---

225 https://newsis.com/view/?id=NISX20210409_0001400905&cID=10401&pID=10400　（2023.08.15 閲覧）
226 https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=28826　（2023.08.15 閲覧）
227 https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=04359126632399112&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y（2023.08.15 閲覧）
228 https://www.neimagazine.com/news/newssouth-korea-plans-interim-used-fuel-storage-by-2043-9878307/（2023.08.15 閲覧）
229 https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022072013063544607　（2023.08.15 閲覧）
230 https://www.dongascience.com/news.php?idx=51322　（2023.08.15 閲覧）

である。なお、これらの法律（Act）に加え関連する法律があり、さらにそれらの法律の下に、布告（Decree）、基準（Standards）、ガイドライン等が整備されている[165]。

原子力安全法の 3 条に基づき、原子力利用に伴う安全管理のために必要な事項を盛り込んだ「原子力安全総合計画」が 5 年毎に策定されている。

安全・規制については原子力安全委員会（NSSC）が担っている。

NSSC の設置と運用に関する法律に合致した韓国原子力安全の規制枠組の下で、NSSC は原子力安全に対する規制と行政活動に関する責任と機能を有している。即ち、原子炉の利用、燃料サイクル施設、放射性廃棄物処分施設、核物質、RI・放射線発生装置に対する規制行政である。また、原子力安全法は、原子力導入に際して安全規制が行われる場合には、NSSC が完全な権限と唯一の責任を有することを規定している[165]。

NSSC の下に、安全性の承認、許可、技術開発を担う韓国原子力安全技術院（KINS）、保障措置・核セキュリティに責任を持つ韓国原子力統制技術院（KINAC）、原子力安全に関する研究開発、放射線安全の管理と教育を担う韓国原子力安全財団（KOFONS）の 3 組織が設置されている[165]。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況等

2011 年に IAEA/ IRRS ミッションを受け入れている。また、2014 年には IRRS フォローアップミッションを受けている。

8. 国際協力

(1) 国際機関

- 国際原子力機関（IAEA）：1957 年 8 月 8 日加盟
- 経済協力開発機構（OECD）原子力機関（NEA）：1996 年 12 月 12 日加盟
- 原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）：2011 年から常任メンバーとして参加

(2) 二国間協力

日本とは「原子力平和利用に関する協力協定」を締結している。二国間協力としては、以下の通りである[172]。

相手国	協定	日付
UAE	原子力平和利用に関する協力協定	2009年6月22日署名、2010年1月12日発効
アルゼンチン	原子力平和利用に関する協力協定	1996年6月6日署名、1997年9月19日発効 有効期間は10年間で、一方が終了を通知しない限り5年毎に自動更

相手国	協定	日付
		新される。
	原子力発電に関する協力覚書	2010年9月16日締結
インド	原子力平和利用に関する協力協定	2011年7月25日署名、2011年10月12日発効
インドネシア	原子力平和利用に関する協力協定	2006年12月4日署名、2011年10月24日発効
ウクライナ	原子力平和利用に関する協力協定	2001年7月23日署名、2007年6月11日発効
英国	原子力平和利用に関する協力協定	1991年11月27日署名、同日発効
エジプト	原子力平和利用に関する協力協定	2001年8月14日署名、2002年6月24日発効
	原子力協力に関する了解覚書	2013年5月9日署名
オーストラリア	原子力平和利用に関する協力協定及び核物質移転に関する協力協定	1979年5月2日署名、同日発効 1997年8月11日改定、同年11月14日発効
カザフスタン	原子力平和利用に関する協力協定	2004年9月20日署名、2010年8月23日発効
カタール	原子力分野の人材育成及び研究開発に関する協力覚書	2015年3月8日署名
カナダ	原子力平和利用に関する協力協定	1976年1月26日署名、同日発効
サウジアラビア	原子力平和利用に関する協力協定	2011年11月15日署名、2012年8月14日発効
スロベニア	原子力安全分野の情報交換及び協力に関する取決め	2000年1月7日署名（韓国政府とスロベニア原子力安全庁（SNSA）） 有効期間は5年間で、両者の書面による合意により更新が可能。
チェコ	原子力平和利用に関する協力協定	2001年3月16日署名、同年6月1日発効
中国	原子力平和利用に関する協力協定	1994年10月31日署名、1995年2月11日発効
チリ	原子力平和利用に関する協力協定	2002年11月12日署名、2006年9月3日発効
ドイツ	原子力平和利用に関する協力協定	1986年4月11日署名、同日発効
トルコ	原子力平和利用に関する協力協定	1998年10月26日署名、1999年6月

相手国	協定	日付
		4日発効
日本	原子力平和利用に関する協力協定	2010年12月20日署名、2012年1月21日発効
ハンガリー	原子力平和利用に関する協力協定	2013年10月18日署名、2014年1月18日発効
フィンランド	原子力平和利用に関する協力協定	2013年10月24日署名
フランス	原子力平和利用に関する協力協定	1981年4月4日署名、同日発効
ブラジル	原子力平和利用に関する協力協定	2001年1月18日署名、2005年7月25日発効
米国	特定の原子力の研究・訓練の機器・物質の調達支援提供に関する合意	1960年10月14日と11月18日付の覚書を取り交わし、11月18日発効
	原子力平和利用に関する協力協定	1972年11月24日署名、1973年3月19日発効（発効日から41年間有効） 1974年5月15日修正、6月16日発効 2014年3月、満期を2016年3月19日まで2年間延長。 改定協定に2015年6月15日署名、同年11月25日発効（発効日から20年間有効）
ベトナム	原子力平和利用に関する協力協定	1996年11月20日署名、1997年1月6日発効
ベルギー	原子力平和利用に関する協力協定	1981年3月3日署名、同日発効
ポーランド	原子力協力覚書	2010年8月13日締結（知識経済部（MKE）とポーランド経済省）
南アフリカ	原子力平和利用に関する協力協定	2010年10月8日署名、2011年2月24日発効
メキシコ	原子力平和利用に関する協力協定	2012年6月17日署名、2013年7月14日発効
モンゴル	原子力協力覚書	2011年3月24日署名（教育科学技術部（MEST）とモンゴル原子力庁（NEA））
ヨルダン	原子力平和利用に関する協力協定	2008年12月1日署名、2009年5月5日発効
ルーマニア	原子力平和利用に関する協力協定	2004年2月3日署名、同年9月6日発

相手国	協定	日付
		効
ロシア	原子力平和利用に関する協力協定	1999年5月26日署名、同年10月8日発効

(3) 多国間協力

- ザンガー委員会（NPT 加盟の原子力輸出国が NPT 第 III 条 2 項を遵守するための自発的グループ）
- 原子力供給国グループ（NSG：ロンドン・ガイドライン輸出管理グループ）
- 第 4 世代原子炉国際フォーラム（GIF）
- 国際原子力機関（IAEA）が主催する革新的原子炉・燃料サイクルに関する国際プロジェクト（INPRO）
- 国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC）
- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- 国際熱核融合実験炉（ITER）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
- IAEA アジア原子力地域協定（RCA）

9. 特記事項

韓国では、尹政権の発足と共に脱原子力政策を廃止し、原子力推進政策が復活したことから低迷していた国内原子力産業をはじめ、原子力輸出計画や海外との原子力分野協力等に活気を取り戻しつつある。

2022 年 5 月 21 日の米韓首脳会議による共同声明の中で、両首脳は、原子力はクリーンエネルギー経済を成長させる重要な電力供給源であると言及しながら、原子力の輸出促進、核燃料供給チェーンの構築、先進型原子炉及び小型モジュール炉（SMR）の開発と、その世界展開を加速するために両国が協力していくことで意見を一致した[231]。

2022 年 8 月 25 日、韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、エジプトでロシアのロスアトム（ROSATOM）社が建設中のエルダバ原子力発電所サイトにおけるタービン建屋の建設及び資機材を供給する事業を受注した[232]。エルダバサイトでは、120 万 kWe 規模の原子炉 4 基（VVER-1200）を建設するプロジェクトが進んでおり、今回の契約は 3 兆ウォンに相当すると見込まれている。韓国は、原子力発電所輸出に向け政府と産業界が一体となって取り組んでおり、チェコ（ドコバニ 5 号機新設計画、APR-1000 を提案中）、ポーランド（APR-1400 を 2 基、280 万 KWe について覚書を締結[233]の他、英国、ルーマニア、カザフ

[231] https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01833526632331216&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y（2023.08.15 閲覧）
[232] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Contract-signed-for-El-Dabaa-turbine-islands（2023.08.15 閲覧）
[233] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Korean,-Polish-construction-firms-team-up-for-nucl

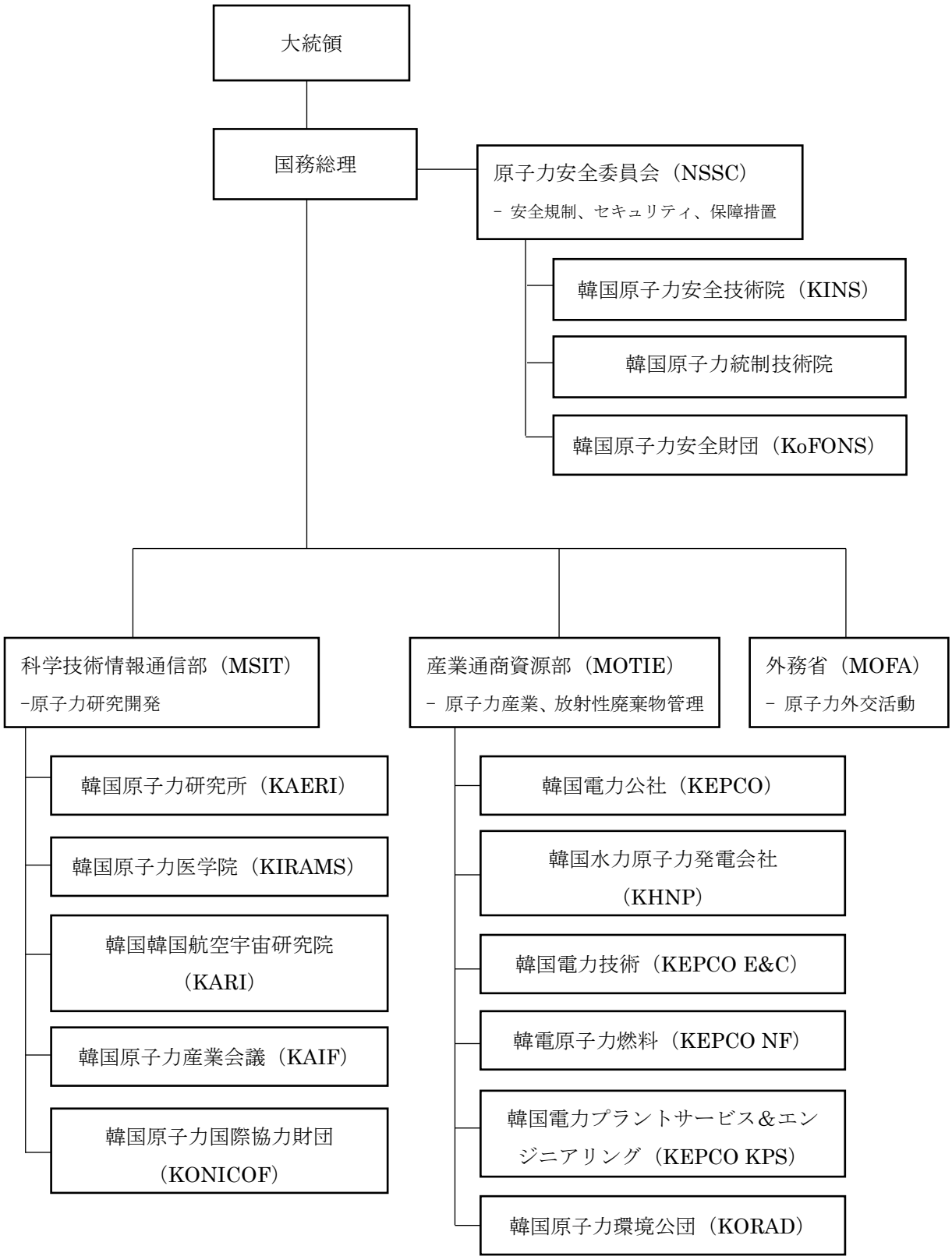
スタン等とも原子力輸出を視野に入れて協議中とのことである。

韓国の複数の企業、組織は、2023 年 2 月に SMR 搭載による船舶及び海洋システムの開発と実証に関する覚書（MOU）を締結した。これにより、SMR 推進船舶／海洋システムインターフェース技術の開発と許認可の取得、船舶の運航と関連産業のインフラ整備を推進するとしている。また、設計では 10 万 kWe のモジュール化された小型溶融塩炉により 20～80 万 kWe の電力を得られる浮体式原子力発電所であるとされる[234]。

（2023.08.15）閲覧）

[234] https://neutronbytes.com/2023/02/19/south-korean-team-to-develop-smr-powered-ships/（2023.08.15 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月時点）



7）マレーシア

1. 基礎データ

【別添資料 G】参照

2. エネルギー政策と原子力

比較的天然資源に恵まれたマレーシアでは、長い間、原子力発電の優先順位は低いものであった。将来的なエネルギーの枯渇や原油価格の高騰を背景に、2009 年以降原子力発電を電源構成に含める検討が開始されたが、2011 年の東京電力福島第一原子力発電所事故により世論の原子力発電支持が低下し、不透明な状況が続いた。

2015 年 5 月、「第 11 次マレーシア計画（2016～2020 年）」が発表された。同計画の中で、原子力を代替エネルギーとして位置付けること、原子力導入に向けた国民の理解を得るためのプログラムを盛り込むこと、原子力認可法（Atomic Energy Licensing Act, Act 304）を改訂すること、独立した原子力規制委員会を設置すること等が示されていた。

しかし、2018 年 5 月の政権交代により、それまで原子力を所管していた科学技術革新省（MOSTI）は、エネルギー・環境技術・水省（KeTTHA）、及び天然資源・環境省（NRE）の一部と統合され、エネルギー・科学技術・環境・気候変動省（MESTECC）へと再編成された。MESTECC のヨー・ビーイン大臣（当時）は、現政権は原子力発電導入を計画していないこと、また近い将来マレーシア原子力発電公社（MNPC）を閉鎖する予定であることを明らかにした。なお同大臣は、原子力について時代遅れであるとの考えを示すと共に、バイオマス、バイオガス、太陽光等の原子力以外の再生可能エネルギーが発電の手段として利用可能であると付け加えた。

2020 年 3 月、新政府内閣の発足に伴い、MESTECC は再編され、その名称が科学技術革新省（MOSTI）に変更された[235]。

2021 年 10 月 7 日に「第 12 次マレーシア計画（2021～2025 年）」が国会で承認された。当初 2020 年 8 月に議会提出の予定とされたが、COVID-19 による国内のパンデミックや首相の交代等の影響により、計画より遅れて議会に提出された。2025 年までの今後 5 年間の焦点は、これまで経験したことのないパンデミックにより混乱した経済のリセット、安全保障の強化、幸福と包括性、そして持続可能性の向上を主要なテーマとして掲げている。経済の再生、環境の持続可能性の追求（ブルーエコノミー、グリーンテクノロジー、再生可能エネルギー、気候変動の適応と緩和）、社会的再構築という 3 つの柱を軸とし、この 5 年間のプロジェクト予算は 4,000 億リンギットで、GDP 成長率は平均 4.5～5.5%になると見込まれている[236, 237]。

2022 年 9 月 19 日付で、マレーシア政府は、マクロ経済の強靭性とエネルギー安全保障の強化、社会的公平性と適正な価格の実現、及び環境の持続可能性の確保等を目標とするマ

---

[235] https://www.mosti.gov.my/en/mengenai-kami/ （2023.08.16 閲覧）

[236] https://www.malaysia.gov.my/portal/content/31186 （2023.08.16 閲覧）

[237] https://rmke12.epu.gov.my/en （2023.08.16 閲覧）

レーシアの国家エネルギー政策 2022-2040 を発表した[238]。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1969 年　国際 TRIGA（IAEA）加盟

1972 年　原子力応用センター（CRANE）設立

1973 年　CRANE から原子力研究センター（PUSPATI）への改組

1980 年　国際原子力委員会（IAEA）及び米国と研究炉と濃縮ウランの移譲の協定締結

1983 年　PUSPATI から原子力庁（UTN）への改組

1984 年　原子力基本法 Act 304 制定

1985 年　UTN の規制部門が独立、マレーシア原子力許認可委員会（AELB）へ改組

1994 年　UTN から原子力技術研究所（MINT）へ改組

2006 年　MINT から原子力庁（Nuclear Malaysia）へ改組

2010 年　「第 10 次マレーシア計画（2011-2015）」発表（原子力発電を長期的な選択肢とする）

2010 年　7 月に国家原子力政策閣議決定（原子力を 2020 年以降の電源オプションの 1 つとする）

2011 年　原子力発電計画実施機関（NEPIO）となるマレーシア原子力発電公社（MNPC）設立

2015 年　「第 11 次マレーシア計画（2016-2020）」発表（グリーン技術成長の追求等の主要 6 項目を盛り込んでいる）

2018 年　政権交代により、科学技術革新省（MOSTI）が他省庁と統合され、エネルギー・科学技術・環境・気候変動省（MESTECC）へと再編成される

2020 年　MESTECC が再編され、その名称が科学技術革新省（MOSTI）に変更

2021 年　「第 12 次マレーシア計画（2021-2025）」発表

2022 年　「国家エネルギー政策（2022-2040）」発表

4. 原子力発電

現在、運転中・建設中の商業炉はない。

マレーシア政府は国内で発電用の原子力エネルギーを開発する計画はないが、機会があれば、SMR 等の次世代原子炉技術が潜在的なエネルギー源になる可能性を排除するものではないとしている（2023 年 6 月 FNCA スタディ・パネルによるサーベイ結果より）。

5. 研究開発

(1) 主な研究機関

[238] https://insightplus.bakermckenzie.com/bm/energy-mining-infrastructure_1/international-malaysian-national-energy-policy-2022-2024（2023.08.16 閲覧）

マレーシアにおける原子力研究開発機関は、マレーシア原子力庁である。同庁は研究所を付設しており、ここで各種の研究開発が行われている。マレーシア原子力庁は以下の 6 つの分野を国家の産業と生産能力向上のため推進すべき分野として定めている。

- 医療技術
- 水資源・廃棄物処理・環境
- 産業技術
- 放射線技術
- 原子炉技術
- 農業テクノロジー・バイオサイエンス

(2) 研究炉及びその利用

マレーシア原子力庁が国内唯一の原子炉である軽水炉 TRIGA-II 型研究炉（PUSPATI）を所有している。研究炉の諸元は以下の通りである。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
TRIGA PUSPATI（RTP）	マレーシア原子力庁	プール型 1,000kWt	放射化分析、RI 製造、中性子散乱、中性子ラジオグラフィ、教育訓練	運転中	1982 年

この研究炉は、1982 年の初臨界から原子炉システムの各部、例えば、原子炉制御盤を当初のアナログ方式からデジタル方式へアップグレードする等計画的に多くの改善、改修を重ねてきた[239]。また、研究炉として原子力の基礎科学と教育の様々な分野を効果的に実施できるように設計されている。適用分野には、中性子放射化分析（NAA）、遅発中性子放射化分析（DNA）、医療、工業、農業目的の放射性同位体製造（工業用イリジウム 192、農業用リン 32、放射線治療用ヨウ素 131、サマリウム 153 等）、中性子放射線撮影、中性子散乱等、高度な中性子及びガンマ線の研究及び応用等が含まれる[240]。

(3) 加速器及びその利用

マレーシア原子力庁の電子線照射施設（ALURTRON）には以下の 3 つの電子加速器がある。

- EPS-3000：高速照射処理に用いられる。
- ELV4：1.0 MeV までの低電圧電子線装置であり、補完的な照射に用いられる。
- Curetron：硬化・改良処理の研究開発に用いられる。

施設は現在、商業目的でワイヤー、熱伸縮性チューブ、フェースマスク、創傷被覆材及び

[239] https://www.igorr.com/Documents/2021/04.2%20TM-Mustafa-Ageing%20management%20activities%20TRIGA%20PUSPATI-RTP.ppt.pdf （2023.08.16 閲覧）
[240] https://www.nuclearmalaysia.gov.my/eng/kemudahan-rnd.php?id=1（2023.08.16 閲覧）

冷却パッチの電子線架橋と滅菌処理のために用いられている。2014 年から半導体電子部品の取り扱いも開始し、大きな収益を上げている。

(4) その他

マレーシア原子力庁は、研究炉・加速器以外にも以下の施設を所有し、研究開発に取り組んでいる。

- 天然ゴム製品加硫施設（RVNRL）：^{60}Co（コバルト 60）線源によるガンマ線照射でゴム製品に放射線加硫を施す。
- ガンマグリーンハウス：植物やその他の生物学的サンプルに対し、^{137}Cs（セシウム 137）線源からの低線量ガンマ線によって突然変異を誘発する、半径 15m の照射施設である。サンプルは数日から数年にわたって照射される。現在施設は熱帯及び亜熱帯植物や組織培養のための材料の長期的照射に用いられており、マレーシアの様々な植物の放射線感受性に関するデータベースの更新にも貢献している。
- ガンマセル：種子、挿し木、球根、球茎、吸枝、植物組織培養サンプル等、農業サンプルの照射に用いられる。また動物や人体細胞に対するガンマ線の生物学的影響、線量計の較正、害虫駆除のための研究にも利用される。
- その他、農業関連で以下の施設がある。
  - 飼料製造プラント（キノコの研究）
  - バイオ設計施設
  - バイオ肥料プラント
  - 分子生物学研究所
  - 細菌培養研究所　等
- RI 製造所：^{131}I（ヨウ素 131）、^{32}P（リン 32）等の RI、放射性医薬品を製造している。

6. 放射性廃棄物、核燃料サイクル

(1) 政策動向

マレーシアでは、医療、農業、研究、製造、非破壊検査、探鉱等における放射性物質利用が放射性廃棄物の発生源となっている。研究炉からの使用済み核燃料は存在しない。

放射性廃棄物は全て、一般公衆の現在･将来の世代や環境を保護することを目的とした「1984 年原子力エネルギー認可法（法律第 304 号）」に規定される規制に従い管理される。

またマレーシアは原子力発電を実施していないため、核燃料サイクルや再処理施設建設の計画もない。

(2) 関連施設

マレーシア原子力庁は、放射性廃棄物を安全に管理するための基盤設備を提供している。最新の施設はプラズマ溶融炉パイロットプラントであり、これによって放射性廃棄物を処

理･コンディショニングすることが出来る。同庁は、使用済み密封放射線源（DSRS）の特性評価やコンディショニングを積極的に行うと共に、1985年以降1万4,000個を超えるDSRSを回収しており、中間貯蔵施設に保管している。安全･セキュリティを考慮し、DSRSのボアホール施設への処分を検討している。

放射性廃棄物処分場については、既に自然起源放射性物質（NORM）処分施設があり、ペラ州政府が管理している。マレーシアはまた、放射性廃棄物処分のためのサイトを探している。

2022年12月23日、マレーシア科学技術革新省（MOSTI）・原子力局は、自然起源放射性物質（NORM）を含む廃棄物処分施設の立地基準を公表した。この立地基準は基本的には浅地中処分を前提としており、処分施設の立地に従うべき安全要件と手順を取り上げている。処分場の許認可取得者は、処分施設の立地に関する非放射線障害管理のより詳細な要件及び手順について、他の基準、ガイドライン及び規制要件を遵守するよう求めている[241]。

7. 安全規制

(1) 法規・体制等

マレーシアにおける原子力の安全規制は、原子力許認可委員会（AELB）が行っている。AELBは、原子力許認可法（法律第304号）が議会で承認された翌1985年に、原子力安全規制を担う組織として首相府直下に設立された。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

IAEA/IRRSを受け入れた記録はない。

2016年10月10日にIAEAの専門家チームは、マレーシア政府の招待により、8日間の統合原子力基盤レビュー（INIR）ミッションを行った[242]。

8. 国際協力

(1) 国際機関

・ 国際原子力機関（IAEA）：1959年1月15日加盟

(2) 二国間原子力協力関係

マレーシアにおける原子力関連の2国間協力としては、オーストラリアと日本の2ヵ国が挙げられる。

① マレーシアとオーストラリアとの技術協力については、マレーシア原子力技術研究所（MINT）（現在のマレーシア原子力庁）とオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）の間で1982年以来、二国間協力協定に関する覚書が数回締結されてい

[241] https://www.aelb.gov.my/malay/dokumen/panduan/lem-tek/LEM-TEK-76%20Rev.1%20Amend.1.pdf（2023.8.16閲覧）

[242] https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-starts-review-of-malaysias-nuclear-power-infrastructure-development（2023.08.16閲覧）

る。そのプロジェクトには、核医学、放射性医薬品のサービスと技術の開発、低レベル放射性廃棄物管理、放射能年代測定技術、産業における放射性同位元素の応用等がある。

② マレーシアと日本との技術協力については、放射線処理技術に関連して、1987 年に旧日本原子力研究所（JAERI）と油ヤシの改良に関するプロジェクト型技術協力協定を締結した。また、動物飼料用廃棄物及び放射線技術の応用の確立について 1989 年に国際協力機構（JICA）との間で、プロジェクト型の技術協力協定を締結している。また、MINT には、JICA との協力により、3.0MeV と 200KeV の 2 基の電子加速器が設置された。この JICA によるプロジェクトには医療製品の滅菌、表面コーティングの放射線硬化、放射線線量測定、放射線と原子力安全、及び加速器の操作とメンテナンス等 5 プロジェクトが実施されている[243]。

日本の双日株式会社と（独）エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）は 2023 年 3 月 7 日、2011 年に共同で設立した日豪レアアース（株）（JARE）を通じ、Lynas Rare Earths 社への総額 2 億豪ドル相当の追加出資を決定した。本件は、日本企業が参画する鉱山からの重希土類一貫生産プロジェクトによる初の日本向け供給契約となる。これによりレアアースは、現在中国からの輸入のみであるが、今後は中国以外のサプライチェーンが期待される[244]。

(3) 多国間協力関係

以下の国際的協力枠組に参加している。

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）

9. 特記事項

Lynas マレーシア社*は、オーストラリアで採掘した鉱石を原料として、マレーシアパハン州のクアンタン（Kuantan）に所有するレアアース分離工場で各種のレアアース製品を生産している。2020 年 2 月マレーシア政府は、レアアース分離工場の操業許可を 2023 年 3 月まで延長させるための条件の一つとして、1 年以内に放射性廃棄物最終処分施設（水浸出浄化（WLP ：Water Leach Purification）の残渣に係る永久処分施設（Permanent Disposal Facility：PDF））の建設を開始することとし、現在、同州内で建設計画が進められている[245]。

＊オーストラリアの鉱山会社 Lynas Rare Earths Limited の子会社。

PDF の建設に関する環境影響評価（EIA）、社会影響評価、放射線影響評価等が実施され、2021 年 12 月にマレーシアの関係当局から環境認可を取得した。しかし、2022 年 8 月末の

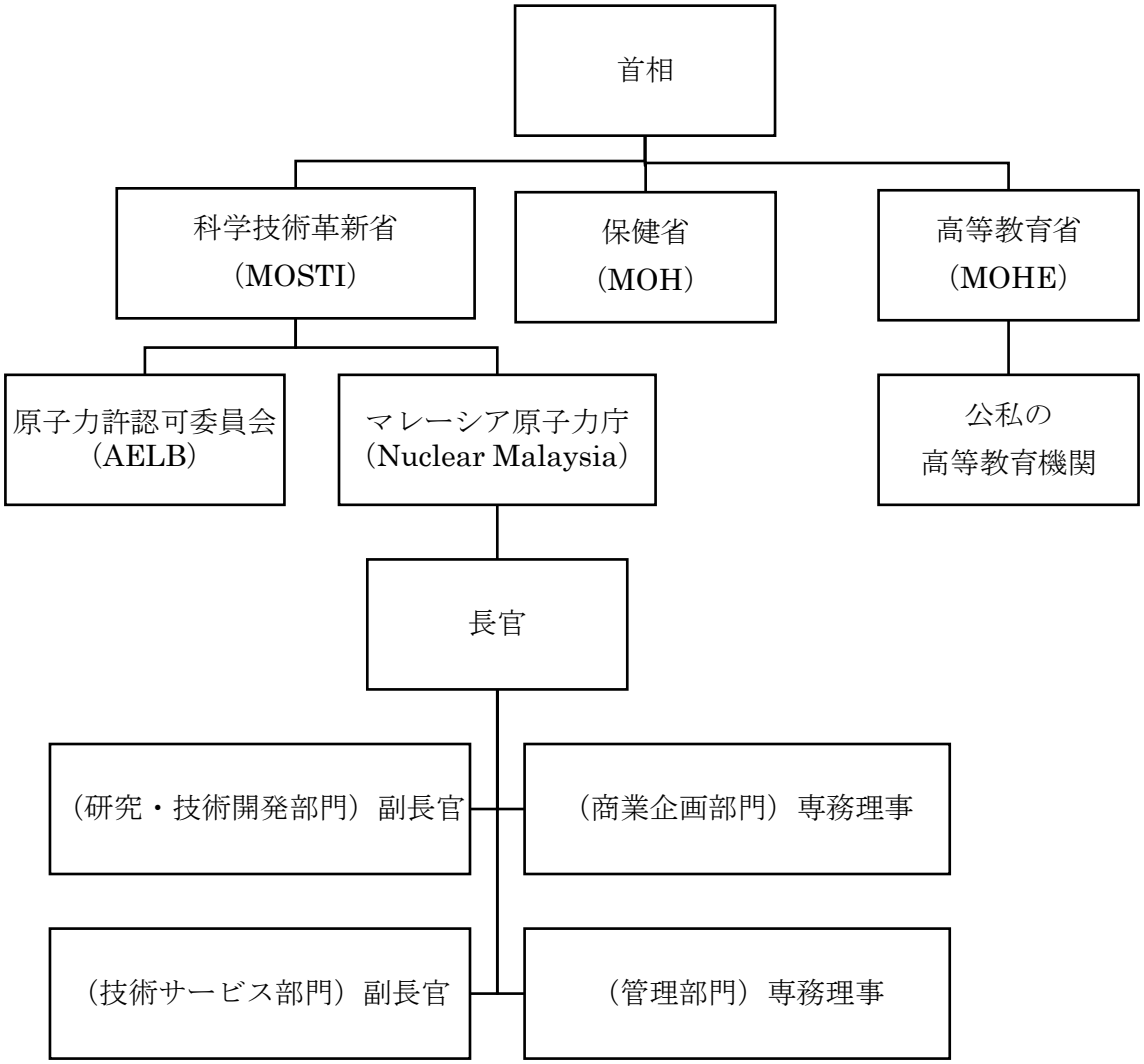
[243] https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/041/29041564.pdf （2023.08.16 閲覧）
[244] https://rareresearch.co.jp/lynasproductionstop/（2023.08.16 閲覧）
[245] https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2022/02/trend2021_my.pdf （2023.08.16 閲覧）

報道によると、PDF の建設が、Lynas 社事業に反対する活動家の訴えにより、司法審査の対象となっている[246]。

その後、2023 年 2 月の報道によると、オーストラリアの Lynas Rare Earths 社は、マレーシアで操業するレアアース施設の操業更新に関して、2023 年 3 月から 3 年間、操業許可を有効とするマレーシア政府の認可を得たが、政府の提示した条件はそのまま求められているとされる。この背景には、上記に示した様に工程上発生する低レベル放射性廃棄物の扱いに関する問題が挙げられている[247]。

[246] https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220905/169663/ （2023.08.16 閲覧）
[247] https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20230220/175434/（2023.08.16 閲覧）

10. 原子力関連組織体制（2023 年 9 月現在）



8）モンゴル

1. 基礎データ

【別添資料 H】参照

2. エネルギー政策と原子力

モンゴルは人口が都市部に密集しており、特に地方への熱供給及び電力供給を課題としている。モンゴルで消費されている熱及び電気の大部分は、ロシアの送電系統によって周波数や負荷管理が支えられている中央エネルギーシステム（CES）という送電網を通じて供給されている。将来的に電力需要の増加が予想されているため、新たな発電能力として、風力発電や太陽光発電をさらに計画していくことになる可能性がある。

モンゴル政府は、2016 年に国会に承認された「モンゴルの持続可能な開発コンセプト 2030」に基づき、2030 年までに再生可能エネルギーの割合を 30%まで増やすべく、以下の 5 つについて取り組んでいる。

- 供給側と需要側に対するインセンティブ
- 許認可に関するガイドライン
- 再生可能エネルギー資源開発政策
- 各種発電源（風力発電を含む）の送電網接続に関する政策
- 国民の理解を深めること及び人材開発に関する政策

また、モンゴル中央部における電源開発の必要性が指摘されていることから、モンゴル政府は「決議 325 号エネルギー政策の実行のための国家中期計画」（resolution 325 the National medium-term program to implement energy policy (2018-2023)）を承認し、水力発電所や火力発電所に関する大型事業を進めるとしている[248]。

2020 年 5 月に国会で承認された長期開発政策「ビジョン 2050」には、9 つの基本目標（国民の共通価値、人間開発、生活水準と中間層、経済、ガバナンス、グリーン開発、安心できる社会、地方再生、ウランバートル市と衛星都市構想）と、中長期的に達成される 47 の具体的な目標があり、2021～2030 年、2031～2040 年、2041～2050 の 3 つの期間で実施される。なお立法府に対して、5 年ごとに中間報告を行う仕組みを構築している。エネルギー部門に関しては、発電所と地域型ボイラー等の増設で、エネルギーの保守・運用・開発を担い、北東アジア電力系統連携への接続を通じて国際エネルギー市場へ参入を図るとしている[249, 250]。

モンゴルは近年、開発パラダイムの変化を経験してきており、その根源には、社会主義パラダイムから自由主義・資本主義パラダイムへと変遷してきたという歴史上の経験がある。この様な社会経済の変化が、持続可能な開発パラダイムとして上記「ビジョン 2050」

[248] https://gia.gov.mn/en/12/item/536 （2023.08.25 閲覧）
[249] https://www.montsame.mn/jp/read/248158 （2023.08.25 閲覧）
[250] https://cabinet.gov.mn/wp-content/uploads/2050_VISION_LONG-TERM-DEVELOPMENT-POLICY.pdf （2023.08.25 閲覧）

へ繋がっている[251]。

原子力に関する行政及び法制度の整備は 2009 年頃から開始された。2009 年には内閣府直属機関として原子力庁（NEA）と、ウラン鉱山権益等の管理・保有を行う国営企業 MonAtom が設立された。2015 年、原子力法改正に伴い NEA は解体された。従来から存在していた原子力委員会（NEC）が新たに事務局（Executive Office）を設け、首相を委員長とし、原子力利用・技術導入・開発に関する政策決定を行う機関として、原子力及び放射線安全、原子力開発政策や戦略の管理監督責任を担うことになった。NEA の規制部門は国家専門検察庁（GASI）に、鉱物採掘許可部門は鉱業省の天然資源局に再編された。

モンゴルにおける原子力関連行政の中心はウラン等の資源開発であり、2010 年に原子力発電計画の準備を行う見通しが示されたものの、2011 年の東京電力福島第一原子力発電所事故の影響により、原子力発電導入計画は遅延している。

モンゴルの財政状態は厳しく、2021 年 11 月現在で国が今後 10 年間に原子力発電所の建設や、ウラン採掘のさらなる開発には外部からの多大な支援なしに行われる可能性は極めて低いといわれている。

ウフナーギーン・フレルスフ大統領は、首相時代から原子力発電所の建設を進めることに熱心であることに加え、モンゴルは、現在、石炭や薪の燃焼により首都を悩ませている深刻な大気の問題もあり、気候問題とエネルギー安全保障の維持に注目している。

この様な状況で、ロシア国営原子力企業のロスアトム（ROSATOM）社とモンゴルの原子力委員会（NEC）の間で、2018 年に原子力科学技術センターを建設することで合意に達しており[252]、さらに、フレルスフ大統領と中国の習近平国家主席が 2021 年 7 月、鉱業を含む戦略的関係の強化継続に合意している[253]。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1962 年　原子力委員会（NEC）設立

1965 年　モンゴル国立大学（NUM）原子力研究センター（NRC：Nuclear Research Centre）設立

1973 年　国際原子力機関（IAEA）加盟

1992 年　国連総会においてモンゴル領土を非核兵器地帯とすることを宣言

2008 年　原子力庁（NEA：Nuclear Energy Agency）設立

2009 年　放射性鉱物及び原子力エネルギーの開発に関する国家方針採択
原子力法制定
原子力庁（NEA）及び MonAtom 設立

---

[251] https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/urban/ku57pq000019fbsv-att/mongolia_01ja.pdf（2023.08.25 閲覧）

[252] https://www.neimagazine.com/news/newsrussia-to-build-a-nuclear-centre-for-mongolia-6074093（2023.08.25 閲覧）

[253] https://www.eastasiaforum.org/2021/11/20/mongolia-weighs-up-going-nuclear/　（2023.08.25 閲覧）

2015 年　原子力法改正
NEA 解体により原子力委員会等に役割が移管される
2020 年　長期開発政策「ビジョン 2050」モンゴル国会承認
2021 年　核兵器禁止条約（TPNW）批准

4.　原子力発電

運転中・建設中の商業炉はない。2010 年頃に韓国の SMART 炉等を導入するための検討が行われたものの、現在、原子力発電導入に関する具体的な計画はない。

モンゴルは、安全性と経済性から小型モジュール炉（SMR）はモンゴルのエネルギー需要に対する可能な選択肢の一つであると考えている（2023 年 6 月 FNCA スタディ・パネルによるサーベイ結果より）。

5.　研究開発

1965 年に設立されたモンゴル国立大学（NUM）原子力研究センター（NRC）で唯一、原子力関連の研究が実施されている。主に低エネルギー原子核物理学の研究に取り組んでおり、核分光、核反応、中性子物理学等の研究を行っている。またエックス線やガンマ線の利用に関する研究、中性子放射化分析等、農業、地質学、医療、環境、生物分野への応用に関する放射線関連研究を実施している。

モンゴル国内に未だ研究炉は存在しない。そのため、モンゴルは、ロシアの研究炉を使って放射化分析等の予備的な研究を行っており、放射性同位元素の製造やその他の用途を主な目的として、国内初の研究炉を建設する予定であるとしている。2018 年にロスアトム（ROSATOM）社とモンゴル原子力委員会の間で、原子力科学技術センターを建設することで合意した[252]。このロシアとの協力覚書では、ロシアの専門家が同センター設立に対する予備要件の決定に関する支援を行い、同センターの施設構成と初期ロードマップの作成、専門家グループの設立等を通して作業を行うとしていたが、その後の詳細は明らかにされていない[254]。

同センターには、かつてロシアのドゥブナ合同原子核研究所（JINR）によってハンガリー製の 14 MeV neutron generator NA-4 が設置されたが、撤去され現存していない。現在も利用可能な設備として、Cf-252 中性子源（109 neutrons/sec）、Pu-Be（プルトニウム-ベリリウム）　中性子源(108neutrons/sec)、ガンマ線検出器等があると言われている。また、モンゴル科学アカデミーには、22 MeV のマイクロトロンが設置されたが、すでに運転を終えており撤去予定であるという[255]。なお、2019 年に、モンゴル国立がんセンター（National Cancer Center of Mongolia）に国際原子力機関（IAEA）の支援により線形粒子加速器が設置された[256]。

---

[254] https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/2410　（2023.08.25 閲覧）
[255] http://www.aesj.or.jp/~ndd/ndnews/pdf119/No119-02R1.pdf（2023.08.25 閲覧）
[256] https://www.iaea.org/sites/default/files/19/09/gc63-mongolia.pdf　（2023.08.25 閲覧）

放射線治療については、韓国政府の支援を受けて、モンゴル国立診断治療センター（2019年 2 月に開設）内に核医学センターが構築され、がん診断に用いる陽電子放出断層撮影機器（PET/CT）と撮影に必要な放射性同位元素を生産するサイクロトロンがモンゴルで初めて設置された。また、韓国による同センターの医療人材教育支援事業も行われている。放射性医薬品の製造から核医学映像の判読までの全周期に対して 5 年間にわたり技術とノウハウを韓国から伝授し、2020 年にモンゴルで自らの技術で放射性医薬品 FDG を生産できるようになった。2021 年 7 月 7 日にはモンゴルで初めて乳房がん患者を含めた 5 名をがん患者に対する FDG PET/CT 撮影に成功した[257, 258]。

6. 放射性廃棄物、核燃料サイクル

(1) 政策動向

放射性廃棄物は、研究施設、医療、産業及び軍における RI 使用、汚染物品の除染、採掘事業等から発生するが、量は限定的である。

原子力法によると、原子力委員会（NEC）は放射性廃棄物を一元的に貯蔵・輸送・処分するための国レベルの施設を所有するべきであるとされている。しかし国レベルの放射性廃棄物管理計画は未だなく、戦略と規制枠組の策定にあたっては、国際原子力機関（IAEA）技術協力（TC）プロジェクト「モンゴルにおける国の放射性廃棄物管理能力の確立」を 2016 年より実施する等して、IAEA による協力を仰いでいる。

(2) 関連施設

モンゴル国内での様々な分野から発生する放射性廃棄物の量は少なく、原子力委員会（NEC）のアイソトープセンターが放射性廃棄物の長期貯蔵施設を備えている。

このアイソトープセンターは、首都ウランバートルから 25km に位置しており、放射性廃棄物を一元的に保管、管理等を行う全国レベルの特別な廃棄物保管施設で 1982 年に設立され、次のような第 1 貯蔵施設と第 2 貯蔵施設からなる。

第 1 保管施設のエリア内には、使用済み密閉線源用の 12 の貯蔵井戸（storage wells）と管理上必要な設備が整備されている。第 2 貯蔵施設は、6 の貯蔵井戸に遠隔治療用の ^{60}Co（コバルト 60）、^{137}Cs（セシウム 137）、Pu-Be（プルトニウム-ベリリウム）、^{226}Ra（ラジウム 226）等の高放射能及び長寿命の放射性固体密封線源をそれぞれ貯蔵するように設計されている[259]。

7. 安全規制

(1) 法規・体制等

---

257 https://www.kcch.re.kr/info/mediaView.do?BNO=973 （2023.08.25 閲覧）
258 https://www.medipana.com/article/view.php?news_idx=280086&sch_menu=2 （2023.08.25 閲覧）
259 https://ansn.iaea.org/common/topics/opentopic.aspx?id=13528 （2023.08.25 閲覧）

原子力委員会（NEC）の原子力安全・セキュリティ局が、RI 管理、放射線防護、原子力安全、核セキュリティ、保障措置等の安全規制を担当している。

また副首相管轄下の独立した査察機関である、国家専門検察庁（GASI）の中には、原子力・放射線検査部を含む 7 つの検査部署が存在する。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

IAEA/IRRS 受け入れの実績・予定はない。

8. 国際協力

(1) 国際機関

・ 国際原子力機関（IAEA）：1973 年 9 月 20 日加盟

(2) 二国間原子力協力関係

二国間協力の状況は、以下の通りである。

相手国	協定	日付
カナダ	原子力規制に関する協力とその情報交換に関する了解覚書	2014 年 9 月署名 （原子力庁（NEA） /カナダ原子力安全委員会）
フランス	原子力平和利用に関する協力協定	2010 年 10 月 14 日署名
ロシア	原子力科学技術センターの建設に関する協力了解覚書	2018 年 2 月 28 日署名 （NEC/ロスアトム社）

モンゴルは、欧州連合（EU）による CIS 諸国及び第三国向けの技術援助（TACIS：Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States）の一環である原子力安全プログラムを通じた支援を受けている。2019 年 6 月 17 日には、モンゴルにおける原子力安全及び保障措置の規制枠組み強化を目的とした、32 ヵ月間にわたるモンゴルと EU の共同プロジェクト「モンゴルにおける原子力安全のための規制体制、及び放射線安全と核保障措置の強化」（Regulatory Regime for Nuclear Safety and Enhancing Radiation Safety and Nuclear Safeguards in Mongolia）が完了したことが明らかになった。このプロジェクトには EU の原子力安全協力機関（INSC：Instrument for Nuclear Safety Cooperation）を通じて 110 万ユーロの資金が投じられており、規制機関の活動を支援するために EU 及びモンゴルから 20 名以上の科学者や技術者が参加したという[260]。

(3) 多国間協力関係

以下の国際的協力枠組に参加している。

・ アジア原子力協力フォーラム（FNCA）

[260] https://eeas.europa.eu/headquarters/headquarters-homepage/64187/eu-and-mongolia-complete-nuclear-safety-project_en （2023.08.25 閲覧）

・ IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）

9. 特記事項

2021 年時点で、モンゴル国内で発見されたウラン鉱床は 10 ヵ所以上、約 16 万トンが確認されており、さらに探査を進めれば、100 万トンまで増やすことができるとも言われており、資源量の確認が期待されている。モンゴルはウラン資源ではアジアで 1 位を誇りその資源を経済循環につなげようというプロジェクトが始まっている。なお、モンゴルのウラン資源鉱床の 34%は国営の MonAtom 社が所有しており、66%はフランスの国営 Orano Mining グループと日本の三菱商事が共同で所有している[261]。

モンゴルは、2021 年 12 月 10 日に核兵器禁止条約に加盟し、57 番目の締約国となった。この加盟に先立つ 10 月のモンゴル議会におけるスピーチで外相のバトムンフ・バトツェツェグ氏は、同条約への参加は、モンゴル国家安全保障の基本的な利益を満たすものであると述べている[262]。

モンゴル政府は 2022 年 4 月 26 日、国際原子力機関（IAEA）の技術協力局と 2022 年～2027 年の原子力に関する技術や、食料・農業、健康、放射線の安全とセキュリティ等を含む 7 件の国家プログラムフレームワーク（CPF）に署名した[263]。

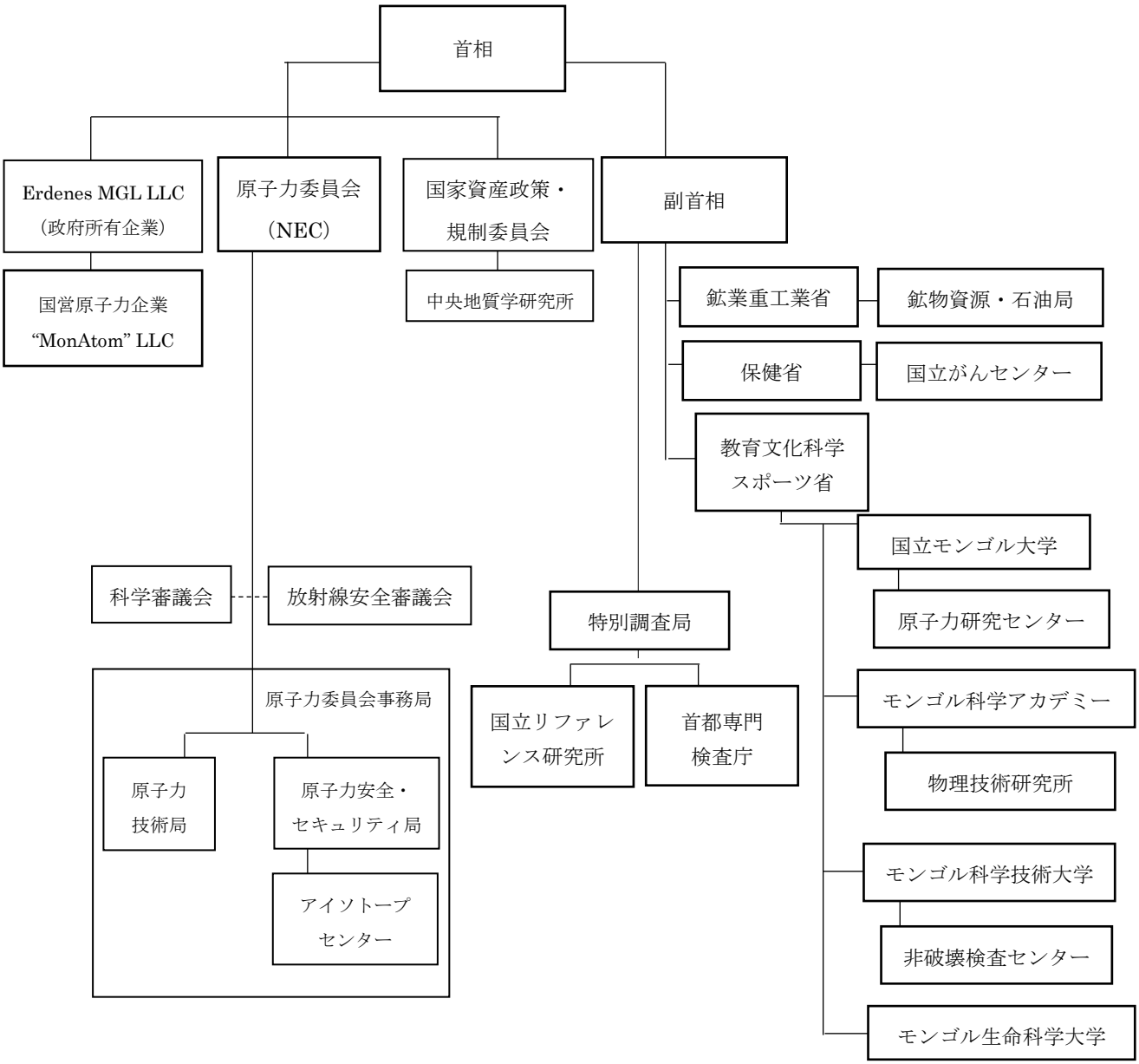
なお、1992 年の国連総会において、モンゴルのポンサルマーギン・オチルバト大統領（当時）は、モンゴル領土を非核兵器地帯とすることを宣言しており、核兵器国に対して、安全の保証を供与するよう求めた。その後、国連総会において、モンゴルによる一国非核の地位に関する決議が採択され（2000 年 2 月 3 日の「モンゴル非核兵器地位法[264]」）、2010 年には全核兵器国が共同提案国となった。2012 年 9 月、核兵器国 5 ヵ国は、モンゴル一国非核の地位を尊重する旨の共同宣言に署名し、同時に、モンゴルは、核兵器を含む他国の軍隊や兵器を自国領域内に配備させないこと、自国領域内において核兵器の開発・製造・実験等を行わないこと等を宣言した。

なお、2001 年 9 月、札幌において、国連アジア太平洋平和軍縮センター主催により、モンゴルの一国非核の地位について国際法的な観点から専門家会合が開催された[265]。

---

261 https://montsame.mn/en/read/281056 （2023.08.25 閲覧）
262 https://www.icanw.org/mongolia_accedes_to_un_nuclear_weapon_ban_treaty （2023.08.25 閲覧）
263 https://www.iaea.org/newscenter/news/mongolia-signs-its-fourth-country-programme-framework-cpf-for-2022-2027（2023.08.25 閲覧）
264 https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/3682/23-03_n.pdf （2023.08.25 閲覧）
265 https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku/n2zone/sakusei.html （2023.08.25 閲覧）

10. 原子力関連組織図（2023 年 9 月現在）



9）フィリピン

1. 基礎データ

【別添資料 I】参照

2. エネルギー政策と原子力

フィリピンでは経済成長に伴う電力需要の増加に供給が追い付いていないこと、また電力価格が東南アジアで最も高額であることが大きな課題となっている。

フィリピンでエネルギー政策を担当しているのは、政策全般を所管するエネルギー省（DOE）と、価格設定やサービス管理等を所管するエネルギー規制委員会（ERC：Electricity Regulatory Commission）である[266, 267]。

原子力については、2009 年に設立された原子力関係機関中核グループ（Inter-Agency Core Group on Nuclear Energy）が、エネルギーの長期的な選択肢の 1 つとして原子力発電を検討したことがある[266]。また、2016 年 6 月に発足したロドリゴ・ドゥテルテ政権下では、DOE が 2016 年 10 月に原子力発電計画実施機関（NEPIO）を立ち上げる等、原子力発電は長期的に有力なエネルギー選択肢との見方が示されている[268]。

一方で、DOE が 2017 年に発表したフィリピンエネルギー計画（PEP 2017-2040）では、再生可能エネルギーによる発電量を 2,000 万 kWe まで増やすこと、国内の石油・ガス・石炭の開発促進、電力普及率の向上と透明かつ公正な電力価格の実現、世界規模の天然ガス会社の設置、エネルギー消費量の削減等が目標として挙げられているが、原子力についての明確な計画は見られない。

しかし、2020 年 7 月 24 日、ロドリゴ・ドゥテルテ大統領（当時）は、原子力エネルギー導入について実行可能性を判断するための調査を要請する大統領令第 116 号（EO 116：Executive Order No.116）に署名した。この大統領令は 2020 年 3 月に DOE のアルフォンソ・クシ長官が提案したものであり、調査実施のための原子力エネルギー計画省庁間委員会（NEP-IAC：Nuclear Energy Program Inter-Agency Committee）設置が定められている。また大統領令では、NEP-IAC に対し、原子力エネルギー計画の準備における国家戦略の評価・策定、既存の法的枠組みの見直し、原子力エネルギーの実行可能性の調査、バターン原子力発電所に限らない既存施設や原子力エネルギーの利用に必要なステップについての提言を行うよう指示している[269]。

なお、NEP-IAC の委員には、委員長として DOE 職員が参加する他、フィリピン政府の様々な省庁の代表者や、国営電力会社、フィリピン原子力研究所（PNRI）、フィリピン火山・地震学研究所（Philippine Institute of Volcanology and Seismology）といった組織が参加

---

[266] http://aperc.ieej.or.jp/file/2017/6/30/APEC+Overview+2016.pdf （2023.08.28 閲覧）

[267] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2018/countryprofiles/Philippines/Philippines.htm （2023.08.28 閲覧）

[268] https://www.iaea.org/newscenter/news/asias-prospects-for-nuclear-power-highlighted-at-regional-conference （2023.08.28 閲覧）

[269] https://www.ans.org/news/article-399/philippines-to-take-another-look-at-nuclear-power/ （2023.08.28 閲覧）

している。

2020 年 11 月に 2 年遅れで発表されたフィリピンエネルギー計画（PEP 2018-2040）では、第 10 章として原子力エネルギープログラムが扱われており、DOE は長期的な燃料オプションとして原子力エネルギーへの関与を継続するとした方針が示されている。また、ここで示されたエネルギーミックスのシナリオ 3 種のうち、持続可能性シナリオ 2（Sustainable Scenario 2）では早い場合で 2027 年からの原子力エネルギー導入が想定されている。この他、2041 年及び 2042 年までにビサヤ（Visayas）諸島及びミンダナオ（Mindanao）島の送電網に小型モジュール炉（SMR）を接続することが記されている[270]。

2021 年、PEP 2018-2040 を引き継ぐ新たなフィリピンエネルギー計画（PEP2020-2040）が発表された[271]。原子力エネルギープログラムは「代替燃料と新興技術」の章に含まれており、DOE は引き続き原子力エネルギーに関与するとされている。クリーンエネルギーシステムは持続可能で回復力のあるものとし、従来のエネルギー源から脱却するためのエネルギーの利用可能性と代替エネルギー源の開発について紹介しており、再生可能エネルギーが 2030 年までに国の発電構成の 35%、2040 年までに 50%とする旨を示している[272]。

2022 年 2 月 28 日、ドゥテルテ大統領（当時）は、フィリピンのエネルギーミックスに原子力発電を加えることを定めた大統領令第 164 号（EO 164：Executive Order No.164）に署名した[273, 274]。この署名は、原子力エネルギーに対するフィージビリティ・スタディと地元住民とのコンサルテーションを実施した NEP-IAC の勧告に従ったものである。EO 164 では、「原子力発電は、石炭火力発電所の予測される減少に対処するために、実行可能な代替ベースロード電源として利用されなければならない」としている。また、政府としても原子力を増大するエネルギー需要と供給間のギャップを埋めるための実現可能な要素であり、経済成長の推進力と見なしている他、温室効果ガス排出量の削減における原子力の役割も認識しているとしている。

2022 年 7 月 25 日の施政方針演説で、フェルディナンド・マルコス・ジュニア新大統領は、東京電力福島第一原子力発電所の事故後に強化された国際原子力機関（IAEA）の規制に従った原子力発電所を建設するための戦略を検討するにあたり、再生可能な電源との組み合わせを視野に入れる必要があると述べた。また、同大統領は、2023 年 1 月 30 日、経済回復に向けた国のロードマップを定める 2023 年から 2028 年までのフィリピン開発計画（PDP）を承認・採択する大統領令（Executive Order: EO 第 14 号）に署名した[275]。

---

270 https://www.doe.gov.ph/sites/default/files/pdf/pep/Philippine%20Plan%202018-2040.pdf （2023.08.28 閲覧）

271 https://www.doe.gov.ph/pep/energy-efficiency-conservation-roadmap-2023-2050?q=pep （2023.08.28 閲覧）

272 https://business.inquirer.net/332679/ph-wants-35-renewables-in-energy-mix-by-2030-50-by-2040 （2023.08.28 閲覧）

273 https://www.officialgazette.gov.ph/downloads/2022/02feb/20220228-EO-164-RRD.pdf （2023.08.28 閲覧）

274 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Philippines-relaunches-nuclear-energy-programme （2023.08.28 閲覧）

275 https://pco.gov.ph/news_releases/pbbm-signs-eo-on-ph-devt-plan-for-2023-2028/（2023.08.28 閲覧）

3. 原子力関連の顕著な出来事

1958 年　フィリピン原子力委員会（PAEC）設立

1959 年　国際原子力機関（IAEA）に加盟

1963 年　米国 GA 社寄贈の研究炉 PRR-1 臨界（1,000kWt、1988 年に 3,000kWt に改造）

1968 年　原子力規制・賠償法（Atomic Energy Regulatory and Liability Act of 1968, RA 5207）施行

1976 年　バターン原子力発電所（BNPP）建設開始

1979 年　米国におけるスリーマイル島（TMI）事故を受け、BNPP 建設一時中断

1986 年　マルコス政権崩壊に伴うコラソン・アキノ政権への移行と、チェルノブイリ原子力発電所事故を受け、BNPP の計画中止を決定

1987 年　PAEC のフィリピン原子力研究所（PNRI）への改組

2010 年　ベニグ・アキノ政権により BNPP の稼働は行わないと正式決定

2016 年　ドゥテルテ政権下で、原子力発電計画実施機関（NEPIO）をエネルギー省（DOE）に設立

2020 年　原子力エネルギー導入実行可能性の調査を指示する大統領令により、原子力エネルギー計画省庁間委員会（NEP-IAC）が設置へ

2022 年　ドゥテルテ大統領、原子力発電をエネルギーミックスに加えることを定めた大統領令第 164 号に署名

2023 年　フェルディナンド・マルコス・ジュニア大統領は、経済回復に向けたフィリピン開発計画（PDP）を承認する大統領令第 14 号に署名

4. 原子力発電

(1) 基本的考え方・政策（発電炉導入検討国）

① バターン原子力発電所閉鎖の経緯及び今後の方針

1973 年の第一次オイルショック後、フェルディナンド・マルコス政権がバターン原子力発電所（BNPP、WH 社製 PWR、62 万 kWe）を建設した。しかし、1986 年のアキノ政権成立及びチェルノブイリ事故を契機として、BNPP 計画は凍結された。なお、BNPP は、国営電力会社の保管管理チームにより管理されている[267]。

その後、グロリア・アロヨ政権（2001～2010 年）は、将来的なエネルギー需要増加の見通しから BNPP 計画の再開を検討した。国際原子力機関（IAEA）は 2008 年に視察を行い、原子力発電所の計画には入念なインフラ、安全基準の整備が必要と評価した。2009 年には、韓国電力公社（KEPCO）が再稼働の可能性に関するフィージビリティスタディを実施した[267]。

ロドリゴ・ドゥテルテ政権成立後の 2016 年 10 月、エネルギー省（DOE）は原子力発電計画実施機関（NEPIO）を DOE 内に設立することを決定した（Department Order No. DO2016-10-0013）。効果的かつ時宜に適った形の活動を目的とし、NEPIO

は運営委員会（Steering Committee）と技術ワーキンググループ（Technical Working Groups）が設置された。NEPIO の機能は次の 3 つである。

- 原子力計画実施の意思決定前に、エネルギー需要や原子力以外による電力供給の選択肢について検討すること
- 原子力計画実施を決定した場合、原子力発電所建設に係る入札の準備を行うと共に、関連組織・機関を設立すること
- 原子力発電所を建設するための諸活動を行うこと

2018年4月4日、イーゴリ・コバエフ駐フィリピン・ロシア大使は、BNPPについて、用いられている技術が古く、建設時に比べ現行の安全基準・国際基準の水準が極めて高くなっていると指摘した上で、運転は不可能との見解を示した[276]。

2018 年 4 月 22 日付の報道によると、DOE は、国家原子力政策に関する勧告書を大統領に対して提出した。この国家原子力政策は、BNPP をどのように扱うべきかについて詳細に議論する内容であるという。アルフォンソ・クシ DOE 長官は、国家原子力政策を策定する目的について、BNPP を再生させるか否かの決定のみならず、同発電所の恒久閉鎖について検討すること等であるとしている[277]。

BNPP の工事再開の可能性に関するプレ・フィージビリティスタディについては、2019 年末に韓国水力原子力発電会社（KHNP）が調査結果を DOE へ提出しており、ロシアのロスアトム社も提出を完了している[278]。

ドゥテルテ大統領は 2020 年 7 月に署名した大統領令第 116 号に続き、2020 年 10 月には、BNPP の利用可能性調査と地元住民とのコンサルテーションを行うよう DOE に指示したことが報じられた[279]。しかし、IAEA が当時定めていた国際安全基準と現在の基準は大きく異なり、BNPP の復活は現実的ではないため、新たな原子力発電所を建設すべきとの声もあがっている[280]。

2022 年 2 月 28 日ドゥテルテ大統領は、国のエネルギーミックスに原子力発電を含める大統領令に署名しており（既述）、新大統領のフェルディナンド・マルコス・ジュニア氏は、純粋に政治的な理由で閉鎖を命じられたとされる BNPP の復活の可能性の呼びかけに対して支持を表明している[281]。老朽化した BNPP の設備アップグレードには少なくとも 4 年以上が所要し、10 億ドル以上がかかるとされる[282]。

---

[276] http://cnnphilippines.com/news/2018/04/04/Russian-ambassador-Igor-Khovaev-Bataan-nuclear-power-plant-revival-not-possible.html （2023.08.28 閲覧）

[277] http://www.world-nuclear-news.org/NP-Philippines-to-draw-up-nuclear-energy-policy-2604185.html （2023.08.28 閲覧）

[278] https://biz.chosun.com/industry/company/2022/06/03/3PYEIKON4JHCRA4YF4PDOBEAWQ/ （2023.08.28 閲覧）

[279] https://www.neimagazine.com/news/newsphilippines-considers-reviving-bataan-nuclear-power-project-8164700 （2023.08.28 閲覧）

[280] https://portal-worlds.com/news/philippines/22225 （2023.08.28 閲覧）

[281] https://www.cnnphilippines.com/news/2022/1/26/marcos-bataan-nuclear-power-plant-proposed-revival.html （2023.08.28 閲覧）

[282] https://www.yna.co.kr/view/AKR20220523152700084 （2023.08.28 閲覧）

② その他の原子力発電所建設計画

深刻な電力不足に直面するミンダナオ地方で、原子力発電所の建設を求める動きがある。2014 年 5 月開会のフィリピン議員連盟総会では、ミンダナオ地方議会議員から中央政府に対し、原子力発電所設置の可能性の検討を要望する声が相次いだ。

PEP 2018-2040 では、ビサヤ（Visayas）諸島及びミンダナオ島における小型モジュール炉（SMR）設置についての言及がある。2019 年 2 月には、カガヤン（Cagayan）における SMR の実現可能性に関して、フィリピンのエネルギー省（DOE）と韓国水力原子力発電会社（KHNP）との間で、SMART 炉に関するプレ・フィージビリティスタディ実施の協力について情報交換を行った。また、同年 3 月には KHNP と DOE の専門家によってカガヤン（Cagayan）でサイト特性調査が実施され、同年 12 月に KNHP が DOE にプレ・フィージビリティスタディの結果が提出している[270]。

2019 年 10 月、ロシアのルスアトムオバーシーズ（Rusatom Oversea）社は DOE と SMR の協力に関する覚書に署名した。合意に基づき、両者は SMR 技術を基にフィリピンの原子力発電所建設の実行可能性を調査するプレ・フィージビリティスタディを実施するとしている[283]。

2021 年 6 月、DOE は原子力発電所の立地候補地として、カガヤンを含む 15 サイトを評価するとしながら、従来の電源に影響を与える供給障害が発生した場合に、従来の燃料に代わるものとして、再生可能エネルギー、原子力、水素ベースの電力を検討していると述べた[284, 285]。

上述の 2019 年に署名されたロシアとフィリピン間の覚書に従い、2022 年 1 月 21 日、ロシアのロスアトム社と DOE は、ロシアが供給する小型モジュール式原子炉を導入する可能性を探る行動計画に合意した。

2021 年 12 月には、マニラ電力会社（Meralco）が長期的なエネルギー投資戦略の一環として SMR の導入を検討する用意があるとも述べている[286]。

(2) 基盤整備計画、状況、予定

原子力発電の基盤整備開発は、BNPP の建設再開に関するフィージビリティスタディを通して行われている。2008 年 2 月に国際原子力機関（IAEA）がフィージビリティスタディを実施し[287]、KEPCO も 2009 年 2～4 月にフィージビリティスタディを実施した。また

---

283 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Philippines-progresses-with-plan-for-nuclear-energ（2023.08.28 閲覧）

284 https://powerphilippines.com/doe-says-it-identified-15-sites-for-nuke-facilities/ （2023.08.28 閲覧）

285 https://www.bworldonline.com/cagayan-palawan-negros-zamboanga-sites-on-shortlist-for-nuclear-power-plants/（2023.08.28 閲覧）

286 https://www.nucnet.org/news/asian-nation-to-collaborate-with-russia-on-smr-feasibility-study-1-5-2022（2023.08.28 閲覧）

287 http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2010_CD/countryprofiles/Philippines/CNPP2010Philippines.htm（2023.08.28 閲覧）

2018 年 12 月には、NEPIO が主催する形で、IAEA による統合原子力基盤レビュー（INIR）が実施された[288]。

その後、フィリピンのエネルギー省（DOE）は、2019 年 10 月 30 日、上記 INIR ミッションのフェーズ 1 に関する報告を受けた。報告書には、国の既存の良好事例に関するミッションの最初の調査結果、実施された改善策、及び DOE-NEPIO による統合作業計画（IWP）の準備に関する推奨事項と提案等が含まれている[289]。

5. 研究開発

(1) 主な研究機関

フィリピン唯一の原子力関連機関であるフィリピン原子力研究所（PNRI）が、原子力研究開発、原子力技術移転、原子力安全、規制等を実施しているが、原子力発電に関する研究はほとんど行われていない[267]。なお、民間の研究組織は存在しない。しかしながら、原子力発電開発を軌道に乗せるために、民間セクターの関係者は、原子力への移行にあたり、規制の枠組み等に加え、その経済的手段を検討する場が必要であるとして、「APEC ビジネス諮問委員会フィリピン」（ABAC フィリピン：ABAC: APEC Business Advisory Council）のメンバーによる資金調達の策定が行われている[290]。

(2) 研究炉及びその利用

PNRI が国内唯一の研究炉 PRR-1 を所有している。研究炉の特徴等は下表の通りである。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
PRR-1	PNRI	（当初） スイミングプール型 1,000kWt （改造後） TRIGA MARK II 型 3,000kWt	放射化分析、 RI 製造、 教育訓練	1988 年に停止	1963 年

PRR-1 の時系列は以下の通り；

1963 年: 初臨界達成

1984 年: TRIGA 炉（3,000kWt）への改修を PNRI が決定

1988 年: 改修後初臨界を達成するも、技術的問題により同年中に停止し、しばらく停止状態が続く。

2005 年: PRR-1 について廃止措置を行うことが決定される（IAEA の協力でデコミ実施

[288] https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-reviews-the-philippines-nuclear-power-infrastructure-development （2023.08.28 閲覧）

[289] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Philippines-progresses-with-plan-for-nuclear-energ （2023.08.28 閲覧）

[290] https://mb.com.ph/2023/6/30/transition-financing-loan-guarantees-sought-for-nuclear-tech-deployment-in-ph-1 （2023.08.28 閲覧）

へ）[291, 292]。

その後、2022 年 6 月からは TRIGA 燃料を再利用した訓練・教育及び研究を目的とした未臨界集合体施設が稼働している[293, 294]。

フィリピンでは PRR-1 が停止した後、原子力関連の知識と技術が大きく後退したため、2017 年に PRR-1 の TRIGA 燃料を訓練・教育・研究用未臨界集合体（SATER : Subcritical Assembly for Training, Education, and Research）に再利用するプロジェクト（PRR-1 SATER）が開始された[295]。PNRI は、PRR-1 改造のための予備的安全性分析報告書（PSAR）を作成した。2019 年 4 月 22 日から 25 日にかけて、韓国原子力研究所（KAERI）が PRR-1 改善推進計画技術諮問のためにフィリピンを訪問した。PNRI と KAERI は、2018 年国際原子力機関（IAEA）総会にて両機関の協力を具体化するための技術交流相互協力に合意していた。KAERI によれば、今回の PNRI 訪問で KAERI は PRR-1 の改造計画諮問、フィリピン国民の研究炉に対する理解増進及び研究炉事業の環境整備のための公開講座、未臨界炉の計測・制御システムの検討及び相互協力のための技術交流を行った[296]。

PRR-1 SATER プロジェクトは、IAEA の協力のもとで進められ、COVID-19 によるパンデミックの影響で制約を受け、遅れたが、経年化対策や改善工事を行った後、2022 年 6 月 20 日に 44 本の TRIGA 燃料棒の装荷を開始した。PRR-1 の建物の中に収容される新しい SATER 施設は、原子力分野の人材育成、研究炉の運転者や規制担当者の訓練、原子力及び原子炉エンジニアリングへのステークホルダの関与を深める等の目的で使用される。PRR-1 SATER は、燃料棒の装荷が完了後、試運転を経て 2023 年に完全に運用される予定である[294, 297]。

(3) その他

環境関連では、大気汚染物質の特定（黒色炭素や鉛系物質）・追跡に分析技術を使った研究をしている。この研究はオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）の協力も得ている[298]。

また近年のフィリピンでは食品照射に対する需要が急増しており、PNRI は IAEA の協力の下で照射施設のアップグレードを行っている。また、国内の照射施設は PNRI 所有の 1

---

291 https://nucleus.iaea.org/sites/connect/IDNpublic/R2D2/Workshop%2004/philippines-PRR-1-decommissioning-plan.pdf （2023.08.28 閲覧）

292 https://nucleus.iaea.org/sites/connect/IDNpublic/R2D2/Workshop%2004/philippines-prr-1-decommissioning-planning.pdf （2023.08.28 閲覧）

293 https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/projects/r2d2/workshop1/national-reports/Philippines/PRR-1/prr1-status.pdf#search='PRR1+in+philippines' （2023.08.28 閲覧）

294 https://www.pnri.dost.gov.ph/index.php/2-uncategorised/734-ph-nuclear-agency-reopens-nuclear-reactor-training-facility （2023.08.28 閲覧）

295 https://www.igorr.com/Documents/2021/04.1%20TM-Astronomo-Ageing%20management%20of%20PRR-1%20SATER.pdf （2023.08.28 閲覧）

296 https://www.kaeri.re.kr/board/view?menuId=MENU00326&linkId=7164 （2023.08.28 閲覧）

297 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Commissioning-of-Philippine-research-reactor-under （2023.08.28 閲覧）

298 http://www.pnri.dost.gov.ph/index.php/2-uncategorised/479-pnri-conducts-air-pollution-studies-with-nuclear-analytical-techniques （2023.08.28 閲覧）

ヵ所のみであるため、政府主導で新たな照射施設を設け、将来的には新施設を民間に移転する計画が検討されている[299]。

6. 核燃料サイクル、放射性廃棄物

(1) 政策動向

現在、使用済み燃料の再処理は原子力計画に入っていない。また、放射性廃棄物管理は1977年の大統領令（Presidential Decree No. 1152）[300]に基づき、フィリピン原子力委員会（PAEC）（現在のフィリピン原子力研究所（PNRI））の規制によるとされている。PNRIは国際原子力機関（IAEA）の技術的・財政的支援により、既に国家放射性廃棄物貯蔵センターを設置している。このセンターは、病院やPNRI、将来の原子力発電所から発生する高レベル放射性廃棄物の長期貯蔵のためのものである[267]。

なお、フィリピンにウラン鉱はない。

(2) 低・中レベル放射性廃棄物

① 背景

フィリピンには医療、産業、研究及び教育の分野における放射性物質の使用を含め、合計311の許可事業者が存在する。これらの事業者の活動で発生した放射性廃棄物は、PNRI内の保管施設で保管管理されている。

② 政策、方針

基本方針として、以下が掲げられている。

- 現在と将来において人間の健康と環境を守ること
- 放射性廃棄物の発生を可能な限り少なくすること
- 放射性廃棄物は国の規制の下に適切に管理されること
- 放射性廃棄物の発生者及び放射性廃棄物管理施設の運営者は、国の規制の下で責任を持って適切な技術、資金、管理面での役割を果たすこと

これを担保する上での規制の枠組としては、「1958年科学法」（Science Act of 1958, RA 2067）、「1968年原子力規制・賠償法」（Atomic Energy Regulatory and Liability Act of 1968, RA 5207）、「1987年実施令128」（Executive Order 128 of 1987）の下、PNRIが安全規制の実務を担い、各分野を統括して安全な放射性物質の活用を図っている。「1995年大統領令第243号」（Executive Order 243 of 1995）の施行を受け放射性廃棄物管理委員会が設立され、その下に置かれた技術検討会により放射性廃棄物の最終処分場の立地と研究開発に関する検討が開始された。

---

[299] https://www.iaea.org/newscenter/news/faced-with-growing-demand-for-services-philippine-nuclear-research-institute-to-upgrade-irradiation-facility （2023.08.28閲覧）

[300] http://www.lawphil.net/statutes/presdecs/pd1977/pd_1152_1977.html （2023.08.28閲覧）

③　現状、課題

今後の課題は、以下の通りである。

- 国際原子力機関（IAEA）の支援の下、使用済み燃料及び放射性廃棄物管理の安全に関する国の政策・戦略の確立
- 米国エネルギー省（DOE）と共同して、PNRI の廃棄物管理施設の安全及びセキュリティ強化プログラムの実施
- ボアホール/浅地中による放射性廃棄物の最終処分のための解決策の確立
- PRR-1 の廃止措置に関する安全と内部規制プログラムの実施・施行

(3)　使用済み燃料

研究炉の使用済み燃料については、1997 年に 50 体を米国に返還輸送しているが、微照射された燃料物質 115 体が研究炉のステンレス鋼製タンクに、未照射の燃料物質 15 体及び MTR 型の加工燃料 2 体が乾式のガンマセル内に貯蔵管理されている。

7.　安全規制

(1)　法規・体制等

1958 年科学法によりフィリピン原子力委員会（PAEC）が設置され、1968 年原子力規制・賠償法により PAEC に包括的原子力規制の機能が付与された。PAEC が大統領直下の組織となる等、組織的位置付の改正があり、1987 年の大統領令第 128 号による組織改正により、PAEC はフィリピン原子力研究所（PNRI）へ再編され、PNRI は研究開発と規制の役割を担うようになった[267]。PNRI には原子力規制部門（NRD：Nuclear Regulatory Division）が設けられている[301]。

原子力施設及び放射性物質に関する規則・規制・命令としては PNRI 規制コード（CPR：Code of PNRI Regulation）が定められている。CPR は米国・原子力規制委員会（NRC）の連邦規則集（CFR：Code of Federal Regulation）をベースとしている[267]。

他、原子力に関する法令として大統領令第 1586 号（Philippine Environment Impact Statement System Law）がある。また、独立規制組織である原子力規制委員会（PNRC：Philippine Nuclear Regulatory Commission）の設置を目的とした包括的原子力規制法（Comprehensive Nuclear Regulation Act, Senate Bill No. 1959）が、2018 年 8 月 28 日に下院を通過した。同法案は 8 月 30 日に上院に提出され、別途提出されていた同様の法案である包括的原子力規制法（Comprehensive Atomic Regulation Act, Bill No. 2176）と併せる形で審議が進められている。

(2)　国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

IAEA/ IRRS の受け入れ記録はない。

---

[301] http://www.pnri.dost.gov.ph/index.php/agency-overview/organizational-chart　（2023.08.28 閲覧）

2019 年 11 月 25～28 日に、IAEA とエネルギー省（DOE）は、原子力安全、核セキュリティ及び原子力損害賠償に関する国内法、及び関連する国際的な法律文書について議論するための立法援助ミッションを組織した。このミッションには、原子力エネルギーに関する立法枠組み確立のための下院合同委員会会議や、原子力安全、核セキュリティ・原子力平和利用技術のための法的枠組みに関する全国でのワークショップが含まれている[302]。

8. 国際協力

(1) 国際機関

・ 国際原子力機関（IAEA）：1958 年 9 月 2 日加盟

(2) 二国間協力

日本と「原子力平和利用に関する協力協定」は結んでいない。二国間協力の状況は、以下の通りである[303]。

相手国	協定	日付
オーストラリア	原子力平和利用における協力及び核物質の移転に関する協定	1978年8月8日署名、1982年5月11日発効
ロシア	原子力平和利用での協力についての了解覚書（MOU）	2017年5月25日署名、同12月19日発効（フィリピン科学技術省（DOST）とロスアトム社）
	原子力エネルギー平和利用分野における科学技術協力等を目的とした了解覚書（MOU）	2017年6月20日署名（フィリピンのA Brown Company Inc.とロスアトム・インターナショナル・ネットワーク社）
	原子力協力を定めた協力覚書（MOC）	2017年11月13日署名（エネルギー省（DOE）とロスアトム社）

1955 年に米国と原子力平和利用に関する協力協定を締結しているが、現時点では米国が公表している二国間協定一覧に掲載されておらず、効力の有無は不明である。一方でフィリピン原子力研究所（PNRI）は、米国エネルギー省（DOE）から専門家派遣・研修事業の開催・機器装置・資金援助等の協力を受けている。

(3) 多国間協力

302 https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-team-discusses-nuclear-law-with-members-of-the-philippines-congress （2023.08.28 閲覧）

303 文部科学省「2019 年度原子力平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.28 閲覧）

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
- IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）
- アジア原子力技術教育ネットワーク（ANENT）[304]
- ASEANTOM：ASEAN 諸国の原子力規制機関によるネットワーク

9. 特記事項

フィリピンのエネルギー省次官であるジェラルド D. エルギザ氏は、2022 年 3 月 10 日ワシントンにおいて、米国国務省の軍備管理及び国際安全保障担当次官のボニー ジェンキンス氏と、米国とフィリピンとの原子力協力に関する覚書に署名しており、これによりフィリピンの原子力プログラムの開発がより進展することが期待されている[305]。

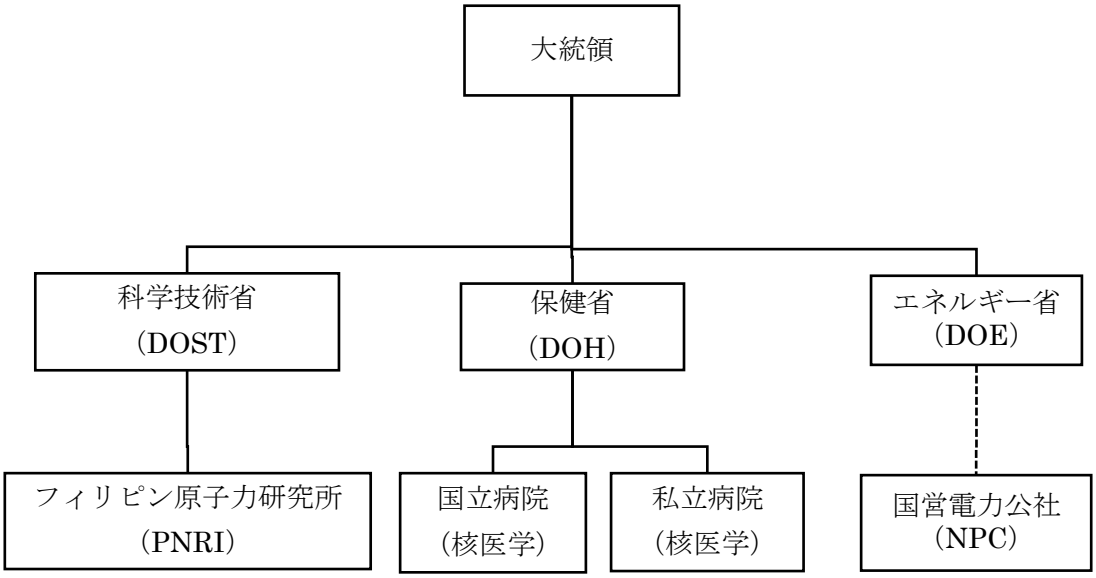
PNRI は、2022 年 6 月 29 日に放射線研究センター（Radiation Research Center）を開設した。フィリピン保健研究開発評議会の資金提供により発足された同施設は、マウスを利用して研究する前臨床研究施設で、線量測定のみならず、放射線腫瘍学や DNA 修復、医薬品開発等も行う施設として期待されている[306, 307]。

ドゥテルテ前大統領から引き継いだフェルディナンド・マルコス・ジュニア大統領は、国の電力構成の一部として原子力を導入したいとの意向を表明しており、エネルギー長官も、エネルギー省（DOE）は国家経済開発庁（NEDA）と協力して、原子力分野への民間企業の参加を可能にする政策枠組みを構築していると表明している。また、2022 年 3 月、下院原子力エネルギー委員会は、包括的な原子力規制の枠組みとフィリピン原子力規制委員会の設立を求める法案を承認している[308]。

---

304 https://www.iaea.org/services/networks/anent （2023.08.28 閲覧）
305 https://www.ans.org/news/article-3794/us-philippines-agree-to-boost-nuclear-cooperation/ （2023.08.28 閲覧）
306 https://www.pna.gov.ph/articles/1177855 （2023.08.28 閲覧）
307 https://www.pnri.dost.gov.ph/index.php/2-uncategorised/738-pnri-inaugurates-radiation-research-center-in-qc （2023.08.28 閲覧）
308 https://www.gmanetwork.com/news/topstories/nation/874444/doe-neda-working-on-policy-for-private-sector-participation-in-nuclear-power/story/ （2023.08.28 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月時点）



10）タイ

1. 基礎データ

【別添資料 J】参照

2. エネルギー政策と原子力

エネルギー政策は、エネルギー省によるタイ総合エネルギー計画（TIEB：Thailand Integrated Energy Blueprint）に基づき進められている。TIEB においては、以下の 3 点に焦点が当てられている。

- 経済成長・人口増加に対応し適切なエネルギー供給を行うためのエネルギー安全保障
- 燃料価格構造の改善による経済的コストの合理化
- 再生可能エネルギー及び高効率なエネルギー技術の開発による地域社会及び環境の保護

TIEB の下、エネルギー省は、代替エネルギー開発計画（AEDP：Alternative Energy Development Plan）、電力開発計画（PDP：Power Development Plan）、エネルギー効率開発計画（Energy Efficiency Development Plan）、石油開発計画（Oil Development Plan）、ガス開発計画（Gas Development Plan）の 5 つのマスタープランを策定している[309]。

これらのマスタープランの運用上の対応として、エネルギー貯蔵システムを含む電力、ハブとして促進させるための LNG の輸入、バイオ燃料を含む燃料、及び再生可能エネルギーと省エネ等を挙げている[310]。

2021 年 8 月 4 日、国家エネルギー政策評議会（NEPC）は、2065 年から 2070 年まで、または 50 年以内にカーボンニュートラルを目指す「国家エネルギー計画」の枠組みを承認した[311]。10 年間（2021～2030 年）に、化石燃料による電力を削減し、再生可能エネルギーからの電力に置き換える計画が盛り込まれている。

この「国家エネルギー計画」の主な政策が以下の通りである。

- 再生可能エネルギーの割合を 50% 以上にするよう、新規発電の割合を増やす
- 運輸部門のエネルギー消費をグリーン電力に変える。
- エネルギー効率を向上させるため最新のエネルギー管理技術とイノベーションにより 30% 以上のエネルギー効率を高める。
- エネルギー部門における二酸化炭素排出量の削減のためのサポートとしてエネルギー産業を再構築し、この中に、デジタル技術の適用、発電とインフラの地方分権化規制の緩和等を含む。

これらに対処するため以下を推進するとしている。

- 「国家エネルギー計画」により経済部門を牽引し、電気、天然ガス、燃料、再生可能エ

309 http://www.eppo.go.th/index.php/en/policy-and-plan/en-tieb/tieb-aedp （2023.08.28 閲覧）
310 https://www.thailand.go.th/issue-focus-detail/001_04_035（2023.08.28 閲覧）
311 https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/08/dc2290a9449596a7.html （2023.08.28 閲覧）

ネルギー、省エネ等のエネルギー部門に対する長期的なカーボンニュートラル経済を推進する。具体的には；

① 電気：エネルギー貯蔵システム（ESS）のコストや長期発電コストを考慮し、再生可能エネルギー（RE）コスト削減傾向に合わせて、再生可能エネルギー（RE）による新規発電量を少なくとも 50%まで引き上げる。

② 天然ガス： 国家エネルギーシステムを強化するための自由化と調達に焦点を当て、タイを地域の LNG ハブとして促進するために液化天然ガス（LNG）を輸入する。

③ 燃料関連として: タイは輸送エネルギー計画を調整し、バイオ燃料利用者と電気自動車（EV）の間のバランスをとる移行管理を検討する。

④ 再生可能エネルギーと省エネルギーについて：あらゆる分野で再生可能エネルギーの生産と利用を促進し、エネルギー利用の効率を高める[312]。

・PDP2018 Rev.1 の下で、今後 10 年間（2021～2030 年）、必要に応じて化石燃料に依存する発電の割合を適切に削減すると共に、再生可能エネルギーの不確実性に対処するため電力システムのセキュリティ評価と計画をより確実にする。

・国の電力システムの安定性に影響を与えないよう、送配電インフラを柔軟に整備する。

原子力政策については、国家発電開発計画（PDP : Thailand Power Development Plan）において言及されている。2015～2036 年を対象とする PDP2015 では、2036 年までに発電量を 3,761.2 万 kWe から 7,033.5 万 kWe まで増強するとしている。そのうち 5%を、2035 年及び 2036 年に原子力発電所（100 万 kWe）2 基を稼働することで賄うとしていた[313]。しかし、2019 年 1 月末に承認された PDP2018（2018～2037 年）では、環境負荷の軽減を目指して電源構成が見直される一方、原子力発電計画は削除されている。なお、電力需要増加が見込まれることから、PDP2018 における 2037 年の発電容量は 7,722.1 万 kWe と、PDP2015 より 10%引き上げられている他、発電市場の効率化に向けた民間事業者の参入拡大の方針も強化されている[314]。

新しい代替エネルギー開発計画に従い再生可能エネルギー発電の目標を見直すために PDP2018 が PDP2018 Rev.1 へ改訂され[315]、2037 年までに再生可能エネルギーの割合を総エネルギー消費量の 30%（輸入水力を含む）に増やすことで、再生可能エネルギーの購入目標を 1,869.6 万 k We に維持するとしている[316]。

さらに、タイ政府は、再生可能エネルギーの目標を達成するために新たな PDP 2022 を起草しており、カーボンニュートラルの目標を達成することを目的として 2022 年には完成する予定で調整が進められていた[317]。この計画には、省エネが考慮されたガス計画、石油計

[312] https://www.thailand.go.th/issue-focus-detail/001_04_035 （2023.08.28 閲覧）
[313] http://www.eppo.go.th/images/POLICY/ENG/PDP2015_Eng.pdf （2023.08.28 閲覧）
[314] https://www.jri.co.jp/file/report/researchfocus/pdf/10938.pdf （2023.08.28 閲覧）
[315] https://www.nedo.go.jp/content/100933863.pdf （2023.08.28 閲覧）
[316] https://www.trade.gov/energy-resource-guide-thailand-renewable-energy （2023.08.28 閲覧）
[317] https://tractus-asia.com/blog/flex-fuel-thailands-renewable-energy-transition/ （2023.08.28 閲覧）

画、再生可能及び代替エネルギー開発計画、エネルギー効率計画等のサブプランが含まれているが、原子力についての記述は含まれておらず、風力やバイオマス、電力の輸入（隣国からの水力発電による電力輸入）等に置き換わっている。

エネルギー省は、2023 年 3 月、再生可能エネルギーの利用拡大をより適切に促進し支援するために、2023 年から 2037 年までの期間を対象とする新しい国家電力開発計画を立ち上げるとした。これは、2018 年に発効し、エネルギー政策の変更に合わせて多くの改訂を経た現在の PDP2018 に代わるもので、化石燃料への依存度を下げるためにエネルギー管理を再設計するものであるとしている[318]。ところがその後、エネルギー価格の変動の問題等により計画が数回調整され遅れていることから、タイエネルギー省（MOE）は名称を PDP 2022 から PDP 2023（2023～2037 年）に変更するとしている[319]。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1961 年　原子力平和利用法制定、タイ原子力委員会（Thai AEC）及びタイ原子力庁（OAEP）設立

1962 年　研究炉 TRR-1 初臨界

1966 年　タイにおける最初の原子力発電計画（60 万 kWe、BWR）が持ち上がったが、1978 年にタイ国内で天然ガス資源が発見されたため延期

1993 年　内閣が OAEP を独立規制機関とする

1994 年　原子力施設安全サブ委員会（NSS : Nuclear Facility Safety Sub-Committee）が設置され、その後 2006 年に原子炉安全サブ委員会（RSSC : Reactor Safety Sub-Committee）に改名

2000 年　バンコク郊外で放射線被ばく事故発生（3 名死亡）

2002 年　OAEP からの研究開発部門独立に伴うタイ原子力技術研究所（TINT）の設立、また OAEP からタイ原子力庁（OAP）への改組

2006 年　OAP と TINT が完全分離

2007 年　原子力法制定、PDP2007 で原子力発電導入を再提起

2008 年　原子力発電導入に関する自主フィージビリティスタディ実施（2011 年まで）

2010 年　PDP2010 発表（2028 年までに原子力発電所 5 基稼働の計画）

2015 年　PDP2015 内閣承認、原子力発電所運転開始計画を見直し（2036 年までに原子力発電所 2 基稼働の計画）

2019 年　PDP2018 発表、原子力発電所運転開始計画は削除される
その後、電力開発計画（PDP）2018 Rev.1 に改訂

2022 年　新 PDP を起草。対象年を 2023 年から 2037 年を目標とする

---

318 https://www.bangkokpost.com/business/2532566/new-power-plan-will-support-renewables（2023.08.28 閲覧）

319 https://www.exri.co.th/post/ministry-of-energy-adjusts-the-new-thailand-power-development-plan-pdp-from-pdp-2022-to-pdp-2023　（2023.08.28 閲覧）

4.　原子力発電

(1)　基本的考え方・政策（発電炉導入計画国）

国家発電開発計画（PDP）2007 において原子力発電導入が提起され、2008 年から 2010 年の間、原子力基盤準備委員会（NPIPC）及び原子力発電計画開発庁（NPPDO）の設立、米国 Burn & Roe Asia 社によるフィージビリティスタディの実施等、基盤整備が進められた。PDP2010 では計 500 万 kWe を供給する計画が立てられ、2030 年時点で総発電量の 5%を原子力発電が担うと予想されていた。しかし PDP2015 では計画が縮小され、2035 年に 100 万 kWe、2036 年にさらに 100 万 kWe が電力網に入るとされた[320]。PDP2018 においては、原子力発電は計画に含まれていない。

上記、エネルギー政策の項でも記したが、電力開発計画（PDP）2018 Rev.1 においてタイ政府は今後 20 年間でより多くの再生可能エネルギーの開発に取り組むとしている [317]。

(2)　基盤整備計画、状況、予定

2010 年 10 月、タイは基盤整備の自己評価を国際原子力機関（IAEA）へ提出した。2010 年 12 月には、IAEA による統合原子力基盤レビュー（INIR）ミッションが実施された。レビュー結果では、タイは原子力導入についての適切な判断が出来ると評価された。一方、以下の 3 つの分野での不備が指摘された。

- 政府による 3S（セキュリティ、保障措置、安全性）へのコミットメントについて明確な宣言がない。
- 国際法律文書を含め法と規制法の欠如等安全性に関する不備
- 詳細な人材育成計画の記載がない。

その後、東京電力福島第一原子力発電所事故後の追加活動として緊急時対応計画等の拡大プレ・プロジェクト活動が実施されている。さらに基盤整備として、原子力発電プラントの法制と規制、人材育成、公衆とのコミュニケーション、教育参画が行われている。

以上から、基盤整備開発のフェーズは、フェーズ I にあるとされる。

5.　研究開発

(1)　主な研究機関

タイ原子力技術研究所（TINT）において、研究炉を利用した炉特性、RI 製造、核種分析等の研究がなされており、また加速器を利用した研究も実施されている。さらに緊急時計画に関わる検討の他、国の放射性廃棄物センターと共同で放射性廃棄物管理研究を実施している。TINT における研究分野は、医学及び公衆衛生、農業、工業材料、環境、先端技術とされている[321]。

タイ原子力庁（OAP）では原子力・放射線安全と規制に必要な研究開発が行われている。

---

[320] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2018/countryprofiles/Thailand/Thailand.htm（2023.08.28 閲覧）

[321] http://www.fnca.mext.go.jp/english/rrn/e_ws_2011_a2.pdf#search='Status+of+Radioisotope+Utilization+in+Thailand　（2023.08.28 閲覧）

加速器を使った研究もタイでは積極的に行われており、PET（陽電子放出断層撮影 Positron Emission Tomography）及び SPECT（単一光子放射断層撮影 Single photon emission computed tomography）の導入等核医学の分野でも力を入れている。また、ロシア製の 30MeV の CC-30/15 サイクロトロン複合施設の設備がタイの原子力技術研究所（TINT）に 2020 年 7 月 15 日に納入され、必要な全ての特性が確認され、受け入れ試験も正常に完了している。このサイクロトロンはロシアの Kinetics 社とのターンキー契約によりサイクロトロン複合施設に納入された[322]。

(2) 研究炉及びその利用

TINT が研究炉（TRR-1/M1）を所有している。研究炉の特徴は下表の通りである。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
TRR-1/M1	OAP 及び TINT	TRIGA MARK III 1,200kWt	RI 製造、中性子ラジオグラフィ、中性子放射化分析、半導体製造、宝石照射、教育、訓練	運転中 46h/week 運転 10.5M/year 保守 1.5M/year	1977 年

上記、TRR-1/M1 は、当初 TRIGA MARK III（2,000kW）として建設され 1962 年 10 月に 1,000kW で臨界を達成したが、一時的にシャットダウンし改造を行った後、1977 年に 11 月に初臨界を達成した[323]。名称は、TRR-1/M1（軽水炉、1,200kWt）と改称している。

2017 年に、米国の国家核安全保障局（NNSA）の協力により、TINT の研究炉に対する核セキュリティ関連設備のアップグレードも行われている。さらに、2019 年 11 月、NNSA は、TRR-1/M1 に対して放射線事故時対応の機器の提供とトレーニングを実施している[324]。

TINT のオンガラク研究センター（ONRC：Ongkharak Nuclear Research Center）に 1 万 kWt の研究炉導入が計画され、一旦 TRIGA 型が決定していたが白紙に戻された[325]。ONRC には、医療用 RI 製造施設、及び放射性廃棄物処理管理施設も建設される予定である。 2018 年から、この研究炉建設プロジェクトに関する環境と健康への影響評価が行われた。

2022 年 4 月 27 日、ナコン・ナヨク州の市民グループ（Nakhon Nayok Citizen Association）は、オンガラック地区に研究炉を建設する TINT によるプロジェクトへ強固に反対すると表明した[326]。

また、スラナリー工科大学（Suranaree University of Technology）において、小型研究

322 https://www.neimagazine.com/search/?q%5B%5D=Thailand （2023.08.28 閲覧）
323 https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1360_ICRR_2007_CD/Papers/S.%20Nilsuwankosit.pdf （2023.08.28 閲覧）
324 https://www.energy.gov/nnsa/articles/nnsa-provides-radiological-incident-response-equipment-and-training-emergency-response （2023.08.28 閲覧）
325 http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/36/026/36026556.pdf （2023.08.28 閲覧）
326 https://www.bangkokpost.com/thailand/general/2300790/local-groups-battle-nuke-reactor-plan （2023.08.28 閲覧）

炉 1 基の設置が予定されている[327]。2020 年 9 月には、同大学向けにホウ素中性子捕捉療法（Boron Neutron Capture Therapy :BNCT）のための熱外中性子ビームを得られる 45kW の新規設計の超小型中性子源炉（Miniature Neutron Source Reactor: MNSR）が設計製造されている旨の報告があった[328]。

(3) その他

近年、国際原子力機関（IAEA）及び国際連合食糧農業機関（FAO）の協力の下、TINT が放射線照射による不妊虫放飼法（SIT : Sterile Insect Technique）に取り組んでいる。これにより、ミバエによる農作物被害の抑制に成功しており、ドリアンやマンゴスチン等の果実輸出の増加に繋がっている[329]。

2003 年から運転を始めているタイ放射光研究所（SLRI）のサイアム放射光源（SPS）では、これまで自国や ASEAN 諸国等からの学術ユーザー及び産業ユーザー等 2,500 を超えるプロジェクトにサービスを提供してきており、さらに、研究能力を拡大するために、現在の放射光源を新世代の 3GeV エネルギーにアップグレードすることを目指しているという[330]。

6. 核燃料サイクル、放射性廃棄物

(1) 政策動向

現在、工業や医学、研究施設からの放射性廃棄物全て低・中レベルのものであり、タイ原子力技術研究所（TINT）が管理している。

原子力発電所からの高レベル放射性廃棄物及び使用済み燃料の中間貯蔵は、タイ電力公社（EGAT）が管理することになるが、使用済み燃料の貯蔵等の具体的方式は決まっていない。適切な技術が使えるようになるまで、原子力発電所の敷地内で保管することとしている[320]。なお、タイにウラン鉱はない。

(2) 関連施設

タイ原子力庁（OAP）と TINT が、それぞれ放射性廃棄物に関する規制機関、管理機関としての役割を担っており、OAP は原子力及び放射線管理に関する政策及び戦略の策定、法的枠組並びに放射性物質、放射線発生装置及び原子炉の許可を担当している[331]。

TINT は原子力技術・利用の促進、原子力技術の調査研究、技術的運用とサービス等を担

---

327 http://www.oap.go.th/en/news/554-oap-and-usnrc-strengthen-the-cooperation-under-the-international-regulation-development-partnership-project （2023.08.28 閲覧）

328 https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2020/15/epjconf_nd2019_24002/epjconf_nd2019_24002.html （2023.08.28 閲覧）

329 https://www.iaea.org/newscenter/news/irradiated-fruit-flies-the-secret-to-protecting-thailands-premium-fruit-exports （2023.08.28 閲覧）

330 https://lightsources.org/lightsources-of-the-world/asia-oceania/synchrotron-light-research-institute/ （2023.08.28 閲覧）

331 https://ansn.iaea.org/Common/Topics/OpenTopic.aspx?ID=13522 （2023.08.28 閲覧）

当しており、放射性廃棄物管理センター（RWMC：Radioactive Waste Management Center）が収集、輸送、分別、処理、コンディショニング及び貯蔵に関する放射性廃棄物管理を行っている[331]。

タイでは 1 基の研究炉をはじめ、医療、産業等の分野における大小 1 万 1,000 以上の許可施設があり、これまでの累計で、200L ドラム缶 820 本、年間約 100 個の使用済み線源が発生している。低レベル放射性固体廃棄物は焼却及び圧縮による処理、低レベル放射性液体廃棄物は化学的な凝集沈殿及びイオン交換法によって処理を行っている。処理済の放射性廃棄物は、セメント固化し、ドラム缶詰めしている。使用済み線源については、セメント固化、封入やオーバーパック等、複数の技術によってコンディショニングが行われる[331]。

これら処理済みの放射性廃棄物は、バンコク及びパトムターニー県にある RWMC の貯蔵施設に貯蔵されている。現在、ナコーンナーヨック県オンガラク郡に放射性廃棄物管理施設の移転計画があり、貯蔵・処理施設の設計や廃棄物処理技術の選定を進めている[331]。

(3) 使用済み燃料

使用済み燃料貯蔵については、研究炉での使用済み燃料は、過去には米国へドライキャスクで返還していた。現在は発生元の原子炉プールに貯蔵している[332]。

7. 安全規制

(1) 法規・体制等

1961 年の原子力平和利用法により、タイ原子力委員会が設立された[323]。

2002 年、タイ官僚機構再編によりタイ科学技術省（MOST）の下に設置されたタイ原子力平和利用事務局（OAEP：Office of Atomic Energy for Peace）がタイ原子力庁（OAP）に改組された。改組理由は、原子力全般及び原子力・放射線安全と核物質規制を研究開発活動から独立させることであり、研究開発を担う新組織はタイ原子力技術研究所（TINT）となった。

OAP の機能は、タイ原子力委員会の事務局、放射線と原子力及び核物質の規制、原子力平和利用に関する国家政策と計画の策定、国際機関及び外国機関との協定の締結と義務の遂行であり、原子力問題と関連して国民の安全確保の支援、タイ国内及び外国の関係機関との技術協力の遂行である。タイ原子力委員会の事務局である OAP は、放射線と原子力問題に関する施設と活動の許認可交付と規制を実施する規制当局でもある[323]。

2019 年 7 月 4 日には、OAP は国際原子力機関（IAEA）と核鑑識分野における協力についての実務的協定を締結している。この協定の目的は、タイの核鑑識能力を強化すると共に、タイが ASEAN 諸国における地域センターとして機能するよう、IAEA による支援を行うことである[333]。

---

[332] https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df10/day-3/01.Ya-Anant_Thailand.pdf （2023.08.28 閲覧）

[333] http://www.oap.go.th/en/news/3784-signing-ceremony-of-the-practical-arrangements-between-iaea-and-oap-on-cooperation-in-the-area-of-nuclear-forensic-science （2023.08.28 閲覧）

(2)　国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況

現在、タイにおける IAEA/IRRS の実施記録はない。

8.　国際協力

(1)　国際機関

・国際原子力機関（IAEA）：1957 年 10 月 15 日加盟

(2)　二国間協力

日本と「原子力平和利用に関する協力協定」は結んでいないが、日本原子力研究開発機構や日本原電が協力覚書等を締結している。二国間協力としては、以下の通りである[334, 335, 336, 337]。

相手国	協定	日付
アルゼンチン	原子力平和利用に関する協力協定	1996 年 6 月 7 日署名 1998 年 6 月 25 日発効
韓国	原子力技術協力に関する覚書	TINT と KAERI が 2009 年締結
	改訂 原子力技術協力に関する覚書	2016 年 4 月締結（2009 年締結の覚書を改訂し、加速器等の放射線分野も含めたもの）
中国	原子力平和利用に関する協力協定	2017 年 3 月 29 日署名
米国	原子力安全分野の情報交換及び協力に関する取決め	2017 年 3 月 15 日署名
ベトナム	原子力平和利用に関する協力合意	TINT とベトナム原子力研究所（VINATOM）が 2016 年 5 月 11 日署名
日本	（日本原子力研究開発機構）原子炉と人材に関する協力協定	1994 年締結、2005 年改定
	（日本原電）原子力発電技術協力覚書	2010 年締結、発効は不明

[334] https://www.kaeri.re.kr/board/view?pageNum=12&rowCnt=10&menuId=MENU00718&schType=0&schYear=&schText=&categoryId=&continent=&country=&boardStyle=Image&linkId=4752　（2023.08.28 閲覧）

[335] http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2011/08/thailand_data.pdf　（2023.08.28 閲覧）

[336] http://www.oap.go.th/en/news　（2023.08.28 閲覧）

[337] 文部科学省「2019 年度原子力平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.28 閲覧）

相手国	協定	日付
	（日本原子力研究開発機構）研究炉利用協力覚書	2011 年締結、発効は不明
ロシア	ロスアトムと TINT 間の協力に関する了解覚書	2014 年 9 月 23 日署名

(3) 多国間協力

- アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
- IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
- アジア原子力技術教育ネットワーク（ANENT）[338]
- ASEANTOM：東南アジア諸国連合（ASEAN）諸国の原子力規制機関によるネットワーク
- 世界核セキュリティ機構（WINS）
  タイ原子力庁（OAP)は、2021 年 1 月 27 日、世界核セキュリティ機構（WINS）と覚書に署名した。WINS は、覚書に基づき、OAP での IAEA 核セキュリティ支援センターの設立と運営を支援するとしている。核セキュリティ支援センターの機能には、セキュリティ関連の人材育成、核セキュリティ機器・設備の管理のための技術支援サービス、核セキュリティの専門知識、分析、研究開発のための科学支援サービス等が含まれており、グローバル・アフェアーズ・カナダの武器脅威削減プログラムによって資金提供されている[339]。

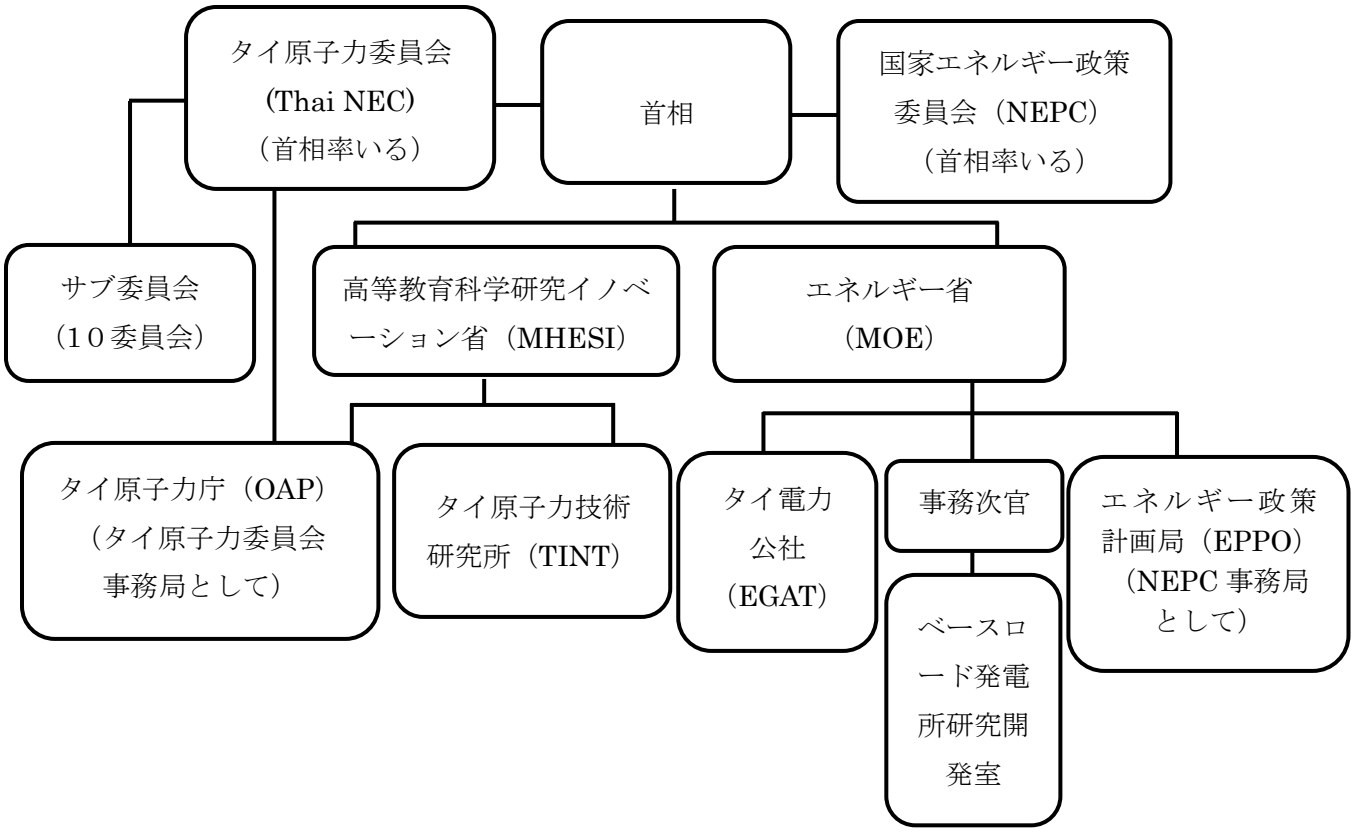
9. 特記事項

タイはこれまで原子力発電の導入を計画してきたが、2019 年 1 月公表の国家発電開発計画（PDP）2018 では、原子力発電計画が削除されている。

タイ原子力技術研究所（TINT）等の研究機関は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）感染拡大防止対策を取りながら、研究炉等の施設運用を継続している。なお、パンデミックの初期に需要増大によるマスク不足のため、TINT は関連組織と協力の上、電子ビーム処理された革新的なマスクを開発した。また感染拡大防止のため、卒業証書への X 線照射等も行った[340]。

[338] https://www.iaea.org/resources/network/asian-network-for-education-in-nuclear-technology-anent（2023.08.28 閲覧）
[339] https://www.ans.org/news/article-2597/thailand-inks-agreement-with-nuclear-security-organization/（2023.08.28 閲覧）
[340] https://www.fnca.mext.go.jp/newsletter/no30_2021-3.pdf （2023.08.28 閲覧）

10.　原子力関連組織体制（2023 年 9 月時点）



11）ベトナム

1. 基礎データ

【別添資料 K】参照

2. エネルギー政策と原子力

ベトナムでは水力発電への依存度が高いことが電力供給の不安定要因になっている一方、電力需要は増大を続けている。エネルギーセキュリティと拡大する電力需要への対応の観点から、政府は 1996 年から原子力発電を含む持続可能なエネルギー開発に関する研究を主導し、成果は首相、副首相及び関係閣僚に報告されてきた。

2007 年 12 月に閣議決定された「国家エネルギー開発戦略（National Energy Development Strategy up to 2020, with 2050 Vision: No. 1855/QD-TTg）」では、エネルギーセキュリティの確保、エネルギー価格の適正化、再生エネルギー・バイオ燃料・原子力発電の開発への投資、省エネ技術の適用、環境保護が国の基本方針として挙げられている[341]。

原子力政策については、2007 年に策定された第 4 次電力基本計画において、2020 年までに原子力発電所 2 基の稼働を開始することが表明された[342, 343]。しかし、2011 年の東京電力福島第一原子力発電所事故以来、原子力発電所の整備や運転における安全性が政府の計画見直しにおいて最重視されるようになった。

2016 年 3 月に改定された第 7 次電力基本計画（Revised National Power Development Master Plan for the period 2011-2020 with vision to 2030）では、最初の原子力発電所運転開始を当初計画の 2020 年から 2028 年に延期、2030 年の発電容量を当初の 10.7GW から 4.6GW に削減、総発電量に占める割合を 10.1%から 5.7%に抑えることに軌道を修正していた[343]。しかし 2016 年 11 月、国会は国の経済見通しが予想を下回ったことで原子力発電所導入の緊急度が下がったとの判断から、計画を中止する決定を下した[344, 345]。

原子力発電所導入計画が白紙化されたが、急速な経済発展に伴う電力需要が増加しつつあるベトナムでは、依然として電力不足が懸念されており、2020 年 7 月 20 日に、商工省（MOIT : Ministry of Industry and Trade）の代わりにエネルギー研究所が作成している第 8 次電力基本計画（PDP8）「2045 年を見据えた 2021 年から 2030 年までの国家電力開発計画」素案では、2035 年以降の原子力発電導入が検討されているとの報道があった[346]。しかし、2021 年 2 月に MOIT が発表した PDP8 草稿では原子力への言及は含まれていない。この PDP8 草稿では、電源として太陽光、風力発電を開発するとし、2045 年には電力容量比率が 42%を超え、水力を含む再生可能エネルギーの比率は 2045 年には総容量の 53%

---

[341] http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/laws/1801.pdf （2023.08.12 閲覧）
[342] http://aperc.ieej.or.jp/file/2017/6/30/APEC+Overview+2016.pdf （2023.08.12 閲覧）
[343] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2016/countryprofiles/Vietnam/Vietnam.htm （2023.08.12 閲覧）
[344] http://english.vietnamnet.vn/fms/science-it/166736/government-proposes-nuclear-power-plant-cancellation.html （2023.08.12 閲覧）
[345] http://www.jaif.or.jp/161124-a/ （2023.08.12 閲覧）
[346] https://vietnamtimes.org.vn/vietnam-weighs-return-to-nuclear-energy-post-2035-22207.html （2023.08.12 閲覧）

に達するとしている。なお、石炭は PDP7 で承認されていた既計画設備のみで、新規石炭の追加はないとしている[347]。また、2021 年 1 月に発効した投資法に基づき、全ての発電プロジェクトは、指名入札方式（direct award）ではなく競争入札方式（competitive bidding process）で採否が決められることとなっている[348]。

2022 年 4 月、大幅に遅れていた PDP8 案は、5 月に最終案が首相に提出され、承認を得る予定であることが発表された。PDP8 の最新改訂版では、2030 年までに電力容量を 146GW まで増加させ、再生可能エネルギーの他、水素やアンモニア等の燃料源も使用することが提案されている。

2023 年 8 月 9 日、商工省（MOIT）は、2050 年までを視野に入れた 2021 年から 2030 年までの国家エネルギー・鉱物資源開発計画（NEMDP）（2023 年 7 月 26 日付決定、2021 年～2030 年、2050 年までの国家総合エネルギー開発計画）を発表し、首相承認を得た。主要点としては、再生可能エネルギーの開発と、長期的な目標（2050 年）が盛り込まれ、具体的には、2050 年までに火力発電（石炭）を完全に廃止し、全発電量に占める再生可能エネルギーの割合を 76.4%まで引き上げることが定められている。なお、原子力発電については盛り込まれていない[349]。

なお、ベトナムは 2021 年 11 月の国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議（COP-26）において、ファム・ミン・チン首相が、2050 年までに CO_2 排出量実質ゼロを達成するため、再生可能エネルギー分野の強みを生かし、排出量削減に向けた強力な対策を講じると公約している[350]。

3. 原子力関連の顕著な出来事

1976 年　南北統一、ベトナム社会主義共和国として国際原子力機関（IAEA）加盟
1978 年　ベトナム原子力研究所（VAEI、後の VINATOM）設立
1994 年　ベトナム放射線防護・原子力安全庁（後のベトナム放射線・原子力安全庁 VARANS）設立
1996 年　原子力発電導入に関する検討・調査実施（～1998 年）
2001 年　原子力発電導入に関するプレ・フィージビリティスタディ実施
2008 年　原子力法国会通過（2009 年施行）
2009 年　原子力発電所建設計画国会通過
　　ニン・トゥアン第一原子力発電所のカウンターパート決定（ロシア）
　　ニン・トゥアン第二原子力発電所のカウンターパート決定（日本）

---

347 https://www.globalcompliancenews.com/2021/03/13/vietnam-key-highlights-of-new-draft-of-national-power-development-plan-draft-pdp8-04032021-2/ （2023.08.12 閲覧）
348 https://www.wfw.com/articles/vietnams-draft-master-plan-viii-what-it-means-for-renewable-energy/ （2023.08.12 閲覧）
349 https://vietnamenergy.vn/publishing-the-national-energy-and-mineral-development-planning-31319.html （2023.08.13 閲覧）
350 https://www.vietnam-briefing.com/news/vietnams-power-development-plan-draft-incorporates-renewables-reduces-coal.html/ （2023.08.13 閲覧）

2010 年　ベトナム原子力庁（VAEA）設立
　　ニン・トゥアン第一原子力発電所フィージビリティスタディ開始
2016 年　ニン・トゥアン第一、第二原子力発電所の建設計画を中止

4.　原子力発電

(1)　基本的考え方・政策

ニン・トゥアン省フォックディン地区に 2 基の原子力発電所を建設する計画が存在していたが、先述の通り 2016 年に中止が決定された。

(2)　基盤整備計画、状況、予定

原子力発電の基盤整備開発は、国際原子力機関（IAEA）のマイルストーン・アプローチにより進められてきた。また、基盤整備の状況についてベトナムは自己評価を行い、結果を IAEA に提出していた。

IAEA は、ベトナムにおいて 1 回目の統合原子力基盤レビュー（INIR）ミッションを 2009 年 12 月に、2 回目を 2012 年 12 月に実施した[351]。その後、フォローアップミッションが 2014 年 11 月に実施された。これによりフェーズ I のほとんどの活動は完了し、フェーズ II の活動も進捗中であるとされた[351]。

フォローアップミッションの後、基盤整備開発としては、人材育成とパブリック・インフォメーション、コミュニケーションに関する活動が主に実施された。

5.　研究開発

(1)　主な研究機関

ベトナムでは 1996 年以来、原子力を含む持続可能なエネルギーについての研究が、多くの省庁も含めた産官学の機関の参加により行われた。

原子力分野の研究開発活動は、ベトナム原子力研究所（VINATOM）が中心となって行われてきた。VINATOM は科学技術省（MOST）傘下の組織であり、原子力及び社会経済発展のため原子力・放射線技術応用の研究開発を行う。以下の研究所やセンターを有している[343]。

- ハノイ：原子力科学技術研究所（INST）、放射性・希土類元素技術研究所（ITRRE）、ハノイ照射センター（HIC）、非破壊検査センター（CNE）、原子力訓練センター（NTC）
- ダラト：原子力研究所（NRI）、原子力産業技術応用センター（CANTI）
- ホーチミン：原子力技術センター（CNT）、放射線技術研究開発センター（VINAGAMMA）

ベトナムで計画されていた原子力発電所は、いずれも電気出力 100 万 kWe 以上の大型炉

[351] https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-reviews-viet-nams-nuclear-power-infrastructure-development（2023.08.13 閲覧）

であり、これに係わる安全解析・安全評価の各種研究が、人材育成と併せて VINATOM を中心に実施されていた[352]。

緊急時計画に関する調査検討は放射線・原子力安全庁（VARANS）において進められているが、環境影響評価研究については VINATOM にて実施されている。他にも、商工省（MOIT）傘下にエネルギー研究所（IE）が設置されている。

また、ベトナム国内における原子力科学技術センター（CNEST）設立に関する協力協定が、ロシアとの間で 2011 年 11 月と 2017 年 6 月に調印されている。

(2) 研究炉及びその利用

VINATOM の NRI が研究炉（DNRR）を 1 基所有している。この施設は原子力発電のための人材育成にも使用されていた[352, 354]。

また、NRI にロシアのロスアトム（ROSATOM）社が 1 万 5,000kWt の多目的研究炉と共に原子力技術研究センターを新設し、2018 年 10 月までに稼働させることが合意されている。この新しい高性能研究炉は、オーストラリアの OPAL 研究炉や日本の JRR-3 等の 8 型式を念頭に計画され、DNRR の 10 倍以上の性能を有し、シリコンドーピング、RI 製造、冷中性子利用、放射化分析、中性子ビーム実験等に種々の研究等に供されることになる[352, 353, 354]。しかし、着工に至らず、同計画は進んでいない模様である。

設置研究炉の諸元、機能、特徴は以下の通りである[353]。

名称	所有者	型式、出力量	用途	稼働状況	初臨界年
ダラト研究炉（DNRR）	VINATOM	TRIGA MARK II と IVV の組み合わせ 500kWt	RI 製造、中性子放射化分析、教育訓練、基礎研究	運転中	1963 年

(3) その他

放射線利用では、医学分野での利用が最も多く、放射線治療センター等で診断や治療、放射性医薬品や加速器、エックス線装置等を用いて診断や治療が行われている。また、工業利用の分野では、非破壊検査や測定器等で使われている。その他、農産物の品種改良や研究開発等に利用されている[354]。

6. 核燃料サイクル、放射性廃棄物

---

[352] http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/vietnam.aspx（2023.08.13 閲覧）

[353] http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1575_CD_web/datasets/presentations/Session%20C/C10_Nguyen%20Vietnam.pdf#search='Research+Reactor+in+Vietnam （2023.08.13 閲覧）

[354] https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps/45/1/45_1_72/_pdf （2023.08.13 閲覧）

(1)　政策動向

原子力発電計画に伴い、使用済み燃料を含む放射性廃棄物は約 30 年間敷地内に一時貯蔵するという基本方針が決定された。原子力発電所の使用済み燃料は、特定の期間、原子炉建屋内で水中保管された後、原子力発電所の敷地内、あるいは国の中間貯蔵施設で長期間乾式貯蔵することとしていた[342, 343]。また 2015 年 5 月には、原子力発電所建設を見据え、放射性廃棄物管理を担う国営会社の設立が科学者により提案されていた。

なお、ベトナムにはベースメタルからレアメタルまで多種の鉱物資源が賦存していることが知られている。ウラン採鉱等の計画は示されていないが、天然資源環境省（MONRE）の地質鉱物部がクアンナム省のウラン鉱床の評価を行っている[352]。

(2)　関連施設

放射線・原子力安全庁（VARANS）の監督下で、全国 63 省の各科学技術局（DOST：Department of Science and Technology）が各省内の放射線防護及び原子力安全の責任を担っている[342]。

ベトナムでは 2,000 以上の放射線施設や密封線源等が医療、産業、教育、研究等の分野において使用されており、現在、継続的に放射性線源のセキュリティ管理、放射性線源の輸入・輸出並びに身元不明放射線源の回収や取り扱いに関する規則の制定を進めている。期限切れ及び使用済み線源の収集並びにコンディショニングを行うため、貯蔵施設の設置が不可欠であり、科学技術省（MOST）は、国の北部と南部の計 2 ヵ所の一時集中貯蔵施設に投資することを検討している[342]。

放射性廃棄物管理を行う施設として、ダラト原子力研究所（NRI）、ハノイ市フンにある放射性廃棄物管理・環境センターが管理する施設及びベトナム北部のホアビン省ルオンソンにある使用済み線源貯蔵施設の 3 ヵ所がある[355]。

低・中レベル廃棄物浅地中処分施設建設については、南中部の沿岸地域が妥当であるとの検討結果を受け、当該地域にある 3 つの村を候補地として検討が進められている[355]。

7.　安全規制

(1)　法規・体制等

1994 年 7 月、規制機関としてベトナム放射線防護・原子力安全機構（VRPA：Vietnam Radiation Protection and Nuclear Safety Authority）が MOST の下に設置された。

2003 年 5 月、放射線・原子力安全の国家管理強化を目的とした政府布告 53/2003/ND-CP に基づき、科学技術大臣はベトナム放射線・原子力安全庁（VARANS）組織・運営の制定に署名した。2004 年には VRPA から VARANS への改組が行われた。

VARANS は原子力及び放射線の管理において科学技術大臣を補佐するとされており、放

[355] 経済産業省「平成 23 年度核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち安全規制及び安全基準に係る内外の動向調査（ANSN/RWMTG を通じたアジア地域の放射性廃棄物処分に関するニーズの把握や貢献に係る動向調査））」報告書　（2023.08.13 閲覧）

射線・原子力に関する安全規制の他、保障措置や緊急時対応を担っている[343]。

2008 年 6 月には原子力法が国会で承認され、2009 年 1 月 1 日から施行されている[343]。

(2) 国際原子力機関（IAEA）/総合規制評価サービス（IRRS）等の実施状況等

ベトナムにおける IAEA の IRRS ミッションは 2009 年に実施され、その後フォローアップミッションが 2014 年に実施されている。IRRS ミッションでは、MOST、商工省（MOIT）及び天然資源環境省（MONRE）間の潜在的不整合が残っていること、許認可規制の独立性の不足、VARANS の検査人材不足、緊急時対応の能力増強の必要性等が指摘されている。

8. 国際協力

(1) 国際機関

国際原子力機関（IAEA）：1957 年 9 月 24 日加盟

2022 年 3 月、ベトナムと IAEA は、2022 年から 2027 年までの第 4 次技術協力国別プログラム枠組み（CPF）に調印した。CPF は加盟国と IAEA の間の技術協力中期プログラムであり、当該国の開発目標を支援するために原子力技術の移転と技術協力の資源を提供する優先分野を特定するものである。2022～2027 年のベトナムの第 4 次 CPF では、7 つの優先分野として、原子力・放射線の安全とセキュリティ、食糧・農業と健康・栄養、水と環境、エネルギーと産業、研究炉、総合支援・人材育成が特定されている[356]。

(2) 二国間協力

日本とは「原子力平和利用に関する協力協定」を 2014 年に締結している。二国間協力としては、以下の通りである[343, 357]。

相手国	協定	日付
EU	パートナーシップ協力協定（PAC）	2012 年 10 月署名
インド	原子力平和利用に関する協力協定	2016 年 12 月 9 日署名
	原子力平和利用における技術協力の強化を目的とした了解覚書（MOU）	2018 年 3 月 3 日署名（ベトナム外務省とインドの原子力庁（DAE））
英国	原子力平和利用協力に関する協力覚書（MOU）	2013 年 11 月 28 日締結（外務・英連邦省（Foreign and Commonwealth Office）と科学技術省）

[356] https://www.iaea.org/newscenter/news/viet-nam-signs-its-fourth-country-programme-framework-cpf-for-2022-2027 （2023.08.13 閲覧）

[357] 文部科学省「2019 年度原子力平和利用確保調査成果報告書」（2023.08.13 閲覧）

韓国	原子力平和利用に関する協力協定	1996 年 11 月 20 日署名、1997 年 1 月 6 日発効。有効期間は 5 年間で、一方が終了を通知しない限り 5 年毎に自動更新される
	原子力エネルギーと放射線安全の分野における情報交換と専門家間交流に関する了解覚書	2015 年 9 月 15 日署名（放射線・原子力安全規制庁（VARANS）と韓国の原子力安全委員会（NSSC））
タイ	原子力平和利用に関する協力合意	2016 年 5 月 11 日署名（ベトナム原子力研究所（VINATOM）とタイ原子力技術研究所（TINT））
日本	原子力平和利用に関する協力協定	2011 年 1 月 20 日署名、2012 年 1 月 21 日発効
	軽水炉技術及び原子炉プロジェクト管理に関連した了解覚書	2015 年 10 月 26 日署名（ベトナム原子力庁（VAEA）と GE 日立）
フランス	原子力平和利用に関する協力協定	2009 年 11 月 12 日署名
米国	原子力安全と核不拡散分野における協力に関する取決め	2007 年 9 月署名（ベトナム科学技術省（MOST）と米国家核安全保障局（NNSA））
	原子力規制と安全性研究問題についての技術情報の交換と協力に関する協定	2008 年 6 月 25 日署名、同日発効
	原子力平和利用に関する協力協定	2014 年 5 月 6 日署名、2014 年 10 月発効
	原子力安全分野の人材育成に関わる協定	2016 年 5 月 23 日署名（VARANS とライトブリッジ社）
ラオス	放射線安全規制基盤における協力に関する了解覚書（MOU）[358]	2018 年 9 月 14 日署名（VARANS とラオス科学省）
ロシア	原子力平和利用のための人材育成に関する了解覚書	2015 年 6 月 2 日署名
	ニン・トゥアン第一原子力発電所 1 号機の建設に関する枠組協定	2015 年 7 月 30 日署名（ベトナム電力公社（EVN）と NIAEP-ASE 社（ロスアトム社の子会社））
	ベトナムにおける原子力科学技術センター（CNEST）建設プロジェ	2017 年 6 月 29 日署名（MOST とロスアトム社）

[358] http://www.varans.vn/tin-tuc/4048/varans-and-dos-signed-cooperation-agreement-on-regulatory-infrastructure.html（2023.08.13 閲覧）

	クトの実施計画に関する了解覚書（MOU）	

(3)　多国間協力

・　IAEA アジア原子力地域協力協定（RCA）
・　アジア原子力協力フォーラム（FNCA）
・　国際原子力エネルギー協力フレームワーク（IFNEC）：オブザーバー国
・　IAEA アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）
・　革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト（INPRO）
・　原子力技術教育アジアネットワーク（ANENT）[359]

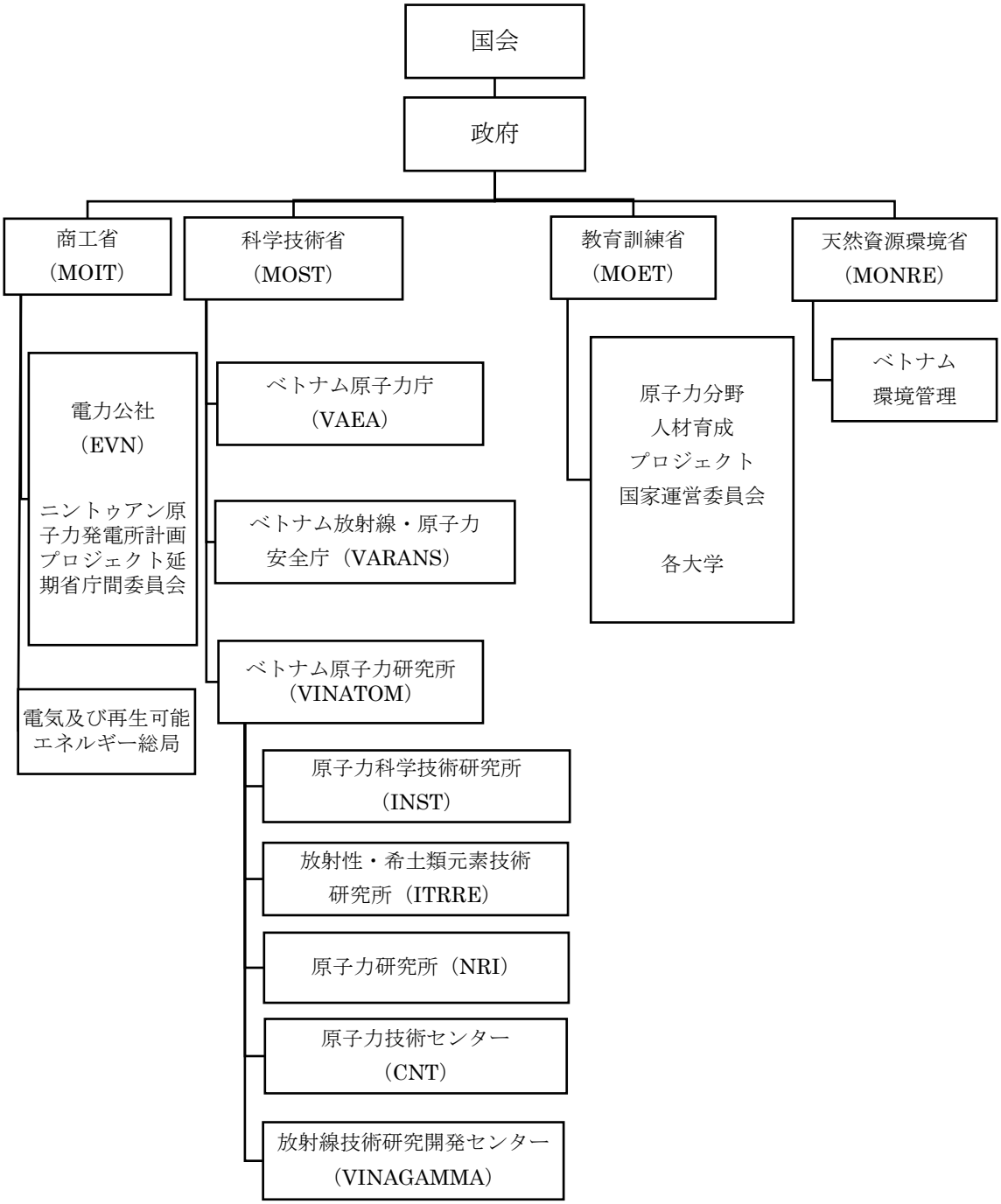
9.　特記事項

2016 年 11 月に 20 年来検討の原子力発電所の導入計画中止を決定し、2021 年 2 月に発表された第 8 次電力基本計画（PDP8）の草稿にも原子力発電は含まれていない。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）流行下における医療支援のため、ベトナム原子力研究所（VINATOM）のダラト原子力研究所（NRI）は放射性医薬品の製造体制を強化している[360]。また、研究炉の運転も継続している。

[359] https://www.iaea.org/services/networks/anent（2023.08.13 閲覧）
[360] https://vinatom.gov.vn/vien-nghien-cuu-hat-nhan-tang-cuong-san-xuat-thuoc-phong-xa-phuc-vu-kham-va-chua-benh-cho-benh-nhan-trong-dai-dich-covid-19/　（2023.08.13 閲覧）

10. 原子力関連組織体制（2023 年 9 月時点）



I-2 円卓討議議題に係る調査

1）緩和的放射線治療とは

がん組織を対象とした放射線治療には「がんを治すために行う“根治照射（根治的放射線治療）”」と「痛み等のがんによる症状を和らげるために行う“緩和照射（緩和的放射線治療）”」の二つがある。緩和照射は、がんの進行によって引き起こされる苦痛を伴う様々な症状を緩和する目的で行われる放射線治療で、進行がんや転移したがんが対象となる。緩和照射の主な目的は、がんによる症状を抑え、患者さんの生活の質（QOL）を向上させることにある。副作用の軽減や生活の質（QOL）を向上させ、治療を続けられるようにすることが、緩和照射の大きな役割といえる。また、照射にあたっては、必要最小限の放射線を可及的早く照射することが求められる。こうした緩和的放射線治療は、患者が主たるがん治療（根治照射、抗がん剤投与等）を続けやすいようにすることにも大きく役立っており、がん患者の治療期間を通して幅広く活用されている。しかしながら、緩和的放射線治療に関しては、一般市民の認知度はあまり高くないのが現状である[1, 2]。

- 緩和的放射線療法により、緩和が期待できる症状・病態例

  原発部位による症状・病態

  脳　　：頭痛、けいれん、神経症状
  頭頸部　：疼痛、出血、嚥下困難、息切れ
  肺　　：疼痛、咳嗽、血痰、閉塞性肺炎、呼吸苦、上大静脈症候群
  食道　　：嚥下困難、嚥下時痛、出血、閉塞
  婦人科　：疼痛、出血、尿路閉塞、水腎症
  泌尿器　：疼痛、血尿、尿路閉塞
  直腸　　：疼痛、出血、しぶり腹、直腸閉塞

- 転移部位による症状・病態

  脳　　：頭痛、けいれん、各種神経症状
  骨　　：疼痛、脊髄圧迫による麻痺、病的骨折予防
  皮膚・軟部組織　：疼痛、出血
  眼窩　　：疼痛、複視、視力低下、失明
  脾臓・副腎等　：疼痛、早期満腹感

緩和的放射線治療の適応は、他の治療選択肢との相対比較で決まることが多く、理想的には放射線治療医、緩和ケア医、整形外科医等の多職種や、手術、骨修飾薬投与、リハビリテーション、塞栓術、麻薬使用等を担当する多くの診療科で協議して、緩和的治療としての放射

線照射が適応できるか否かを判断することが望まれるとされている。

2）緩和的放射線治療の日本における現状

我が国における緩和的放射線治療は 1980 年代後半には既に論文として報告されており、「palliative radiation therapy, Japan」で米国 National Institute of Health（NIH）の文献検索サイト PubMed [3] で検索を行うと 754 編もの論文が抽出される。特に 1988 年には国立がんセンターが 1962 年から 1986 年までの 24 年間に行った放射線治療症例 16,472 例を報告しており、これらのうち 31.8 %は緩和的処置であったとしている [4]。また、1989 年には浜松医科大学が 1982 年から 1987 年にかけて緩和的放射線治療を行った 69 例について論文を公表しており、この論文において、がん患者の QOL の向上のためには緩和的放射線治療が重要であると述べている [5]。このように日本では 1980 年代から既に根治的放射線治療に加えて、緩和的放射線治療も取り入れられ、多くの論文において症例の報告がなされている。

上記のように、放射線科を有する様々な医療機関でがんの放射線治療が行われる中、がんの緩和的放射線治療に関して、令和元年度～令和 3 年度厚生労働科学研究費（がん政策研究事業)「がん治療における緩和的放射線治療の評価と普及啓発のための研究（研究代表者：茂松直之)」[6] において、一般市民・患者 500 人を対象に、緩和ケアに対しての認識について調査が実施された。調査内容について、まず、「放射線治療にはがんによる様々な症状を和らげる効果のあることを知っていますか」というアンケートを実施、がん患者の 50 %強が「知っている」と回答、一方、一般市民では約 40%にとどまっていた。この結果は、医療の現場では根治的放射線治療や緩和的放射線治療が行われているものの、がん患者、一般市民ともに緩和的放射線治療に対する認知度が高くはなく、今後、緩和ケア・緩和照射に関する情報発信が非常に重要であるという事を示している。また、緩和照射における放射線治療装置のない施設との連携に関する全国実態調査を実施したところ、緩和照射の地域連携が不十分であることが明らかとなった。このことは緩和照射に関して地域連携を深め、照射が必要な患者に速やかに放射線治療を行える体制づくりが重要であることを示している。

また、「公益社団法人日本放射線腫瘍学会」及び「一般社団法人がん医療の今を共有する会」は、「がん診療における緩和的放射線治療の積極的な活用に向けて」の提言書を取りまとめ公表した [7]。この中で、緩和的放射線照射の有効性や有用性については放射線治療の専門医は十分熟知しているものの、現状では、がん治療において緩和を目的とした照射が十分に活用されているとは言えず、実施件数は決して多くないと述べている。その理由として、①地域における、骨転移等の診断・治療に関する医療機関間の連携が十分でないこと、②院内で、骨転移等の診断・治療に関する多職種連携の仕組が整っていないこと、③がん治療に携わる一般医師の緩和照射についての知識が十分でないこと、④放射線治療医（専門医）が少ないこと、⑤一般市民が緩和照射について正しい情報を得られる機会が乏しいことが挙げられる。本提言書では、これらの課題を解決すべく、それぞれの課題に対する提言が示さ

れている。

また、上記、厚生労働省がん対策推進総合研究事業の茂松直之班では、がん対策推進総合研究事業において、緩和的放射線治療における放射線治療装置のない施設（地域中核病院・長期療養型施 設・在宅医療機関等）との連携に関する全国アンケート調査を実施した。調査は「施設の種類・規模、緩和的放射線治療の占める割合、年間紹介症例数、緩和的放射線治療のニーズ、緩和的放射線治療の対象、緩和的放射線 治療例の他施設からの紹介割合、紹介先施設の種類、地域連携の施策等」について行われ、152 施設から回答を得た。その結果を以下に示す [6]。

☆回答の内訳：地域がん診療拠点 病院 53.3 %、
都道府県がん診療連携拠点病院 18.7 %、
地域がん診療連携協力病院 9.3 %
（100%に満たない残りの医療機関については記載なし）

☆自施設における緩和的放射線治療の割合は
30%未満：54.2 %、
30～50%未満：35.5 %、
50%以上：8.3 %
（残り 2%については記載なし）

☆緩和的放射線治療症例のうち他施設からの紹介は 30% 未満が 82.7 %であった。

☆長期療養型施設及び在宅医療機関からの緩和的放射線治療のニーズに関しては、
潜在的ニーズはあると予想されるが充足していない：38.7 %、
把握していない：38 %、
充足している：18 %であり、
充足していないと把握していないを合わせると 76.7 %に達する。
（残りの 5.3%については記載なし）

これらの結果は、さらに一層の地域連携の推進が必要であるという事を示している。紹介された症例は骨転移による疼痛が最多であったが、他の病態（脊椎転移による歩行困難・麻痺、骨転移以外の疼痛、脳転移等）も幅広く紹介されていた。「長期療養型施設及び在宅医療機関との連携のための施策については行っていない」が 77.3 %であった。一方、「散発的に行っている」は 18.7 %であった。

緩和的放射線治療に関しては文部科学省の FNCA 放射線治療プロジェクトにおいて、対

象をがんの脳転移や骨転移に焦点を絞り、令和 4 年度より新たなテーマとして取り上げられ、FNCA 加盟国におけるさらなる推進を図っている。

3) FNCA 加盟 11 ヵ国における緩和的放射線治療の現状

日本を除く FNCA 加盟国 11 ヵ国（オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、韓国、カザフスタン、モンゴル、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム）では、令和４年度の当該事業における「アジア地域（FNCA 参加国）におけるがんに対する放射線治療の普及情報」の調査において、国によって所有する放射線照射装置の違いはあるが、いずれの国も緩和的放射線治療を実施できる装置は備えていることからも、緩和的放射線治療が行われている。緩和的放射線照射は特別な照射装置を必要とせず、通常の照射装置で治療が可能である。

文献検索サイト「PubMed」において、「緩和的放射線治療 : palliative radiation therapy」を検索用語として検索すると、実に約 16,700 編もの論文が抽出される。このうち論文リストの 1～20 ページまでの 200 編の論文について、第一著者の国を調査したところ、米国が 40 %を占めており、残りのうち 43%においても先進国（カナダ、フランス、ドイツ、オーストラリア、日本等）が占めていた。FNCA 加盟国では、日本が最も多く、他には中国、オーストラリア、韓国から多くの論文が発表されている。また、根治的治療や緩和的治療を含む、いわゆる「がんの放射線治療」に関しては、バングラデシュ、インドネシア、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイからも論文が発表されていた。特にマレーシアでは、2018 年に既に、2012 年～2014 年に緩和的放射線治療を行った 585 例のがん患者の全生存期間を報告している [8]。

さらに加盟国に焦点を絞り、文献検索サイト PubMed において、「palliative radiation therapy＋国名」という word で検索を行うと、表 1 に示す論文数が抽出される。

表１．NIH 文献検索サイト PubMed において「palliative radiation therapy＋国名」という word で抽出された論文数

註：抽出された論文は、全て緩和的放射線治療に関するものとは限らない。

国名	オーストラリア	バングラデシュ	中国	インドネシア	カザフスタン	韓国
論文数	546	15	651	11	4	249
国名	モンゴル	マレーシア	フィリピン	タイ	ベトナム	日本
論文数	3	52	21	33	16	754

この結果は、緩和的放射線治療に関しては、FNCA 加盟国によって状況が大きく異なっているという事を示している。また、令和 4 年度「アジア地域（FNCA 加盟国）におけ

るがんに対する放射線治療の普及状況」に関する調査において、FNCA 加盟国は全ての国で放射線照射装置を有していることから、根治的放射線治療も含めて、放射線治療を行っているものの、研究論文としてはあまり発表していないという事を示している。

日本を除く FNCA 加盟国 11 ヵ国の状況を、以下に概説する。

1) オーストラリア

オーストラリアにおける緩和的放射線治療は PubMed における研究論文数が示す通り、FNCA 加盟国の中で非常に進んでいると思われる。保有する放射線装置としては、リニアック、ガンマーナイフ、サイバーナイフ、トモセラピー、高線量率小線源治療装置、定位手術的照射（SRS）、表在放射線治療装置、深部 X 線治療装置、大口径ユニット CT スキャナー・シミュレーターがあり、また、アデレードに陽子線治療センター設立を予定しており 2023 年以降に運用開始予定とされている。これまでの発表された論文では、放射線照射の対象となっているがんは主に肺がんの転移が多く、他にも前立腺がん、メラノーマ、軟部腫瘍、グリオーマ、頭頚部がん、膵臓がん等が挙げられている。医療機関としては University of Adelaide、Northern Sydney Cancer Centre・Royal North Shore Hospital、University of New South Wales、Peter MacCallum Cancer Centre 等から複数の論文が発表されている[9]。公表された論文の中で、2010 年にブリスベン市の Mater Centre, Princess Alexandra Hospital において、緩和的放射線治療の革新的プログラムが組まれ、緩和患者に対してタイムリーで便利な放射線サービスを提供するという役割を果たし、オーストラリアの他の緩和放射線治療サービスの参考となったと報告した[10]。また、2019 年に Olivia Newton-John Cancer Wellness and Research Centre が 2012 年から 2017 年の間の症例 18,158 例について骨転移（BM）管理における単回緩和放射線療法（SFRT）の使用を評価しており、肺がん患者が SFRT を受けることが多かったと報告している[11]。

2) バングラデシュ

バングラデシュでは緩和的放射線治療は行われていることは、本章前段の記述「FNCA 加盟国は全ての国で放射線照射装置を有していることから、根治的放射線治療も含めて、放射線治療を行っている」及び「低所得の患者は根治的または緩和的放射線治療の費用を支払うことができないため、放射線治療は利用しにくい」という IAEA 報告（2012 年）[12]から分かるのだが、どの機関で行われているかについては掴めなかった。また、バングラデシュからは緩和的放射線治療に関する単独での論文は発表されておらず、論文の多くはイタリアの医療機関、United Hospital Limited との共同研究であった[13]。バングラデシュは全国 23 の放射線治療センターにコバルト 60 遠隔治療装置、リニアック、SRS、トモセラピー、遠隔操作密封小線源治療（RALS）、ガンマーナイフ、サイバーナイフが設置されていることが令和 4 年度の調査で明らかとなっている。

一方、がん対策のための国家評議会によって管理されているバングラデシュの臨床腫瘍学に関する現在のシナリオは不十分であり、がんに対する意識向上、スクリーニング、診断、治療（集学的アプローチ、がん化学療法剤の利用可能性、放射線治療施設、緩和ケア施設等）のための施設は、がん患者のニーズを満たすには十分ではないということが問題点として指摘されている。

3） 中国

中国では緩和的放射線治療は行われており、加盟国の中で日本に次いで発表論文数が多い。近年では、2019 年に緩和ケアと放射線治療における放射線腫瘍医の役割に関する分析について発表しており、この中で、放射線治療の処方以外にも、症状やその他の苦痛の原因を評価し初期管理し、複雑な症状管理のため専門医に迅速に紹介し、異なる分野の専門家から成る学際的な緩和ケアチームに貢献することで、疾患の早期から緩和ケアを提供するプライマリ緩和ケア提供者としての機能を果たすべきであるとしている[14]。また、2020 年には骨転移患者に対する緩和的放射線治療に関する分析研究を、さらに、2021 年には骨転移性上咽頭癌患者における集中的局所放射線治療の分析評価について、それぞれ論文を発表している[15, 16]。

中国では他の国と同様にコバルト 60 遠隔治療装置、リニアック、SRS、定位放射線治療装置（SRT）、トモセラピー、遠隔操作密封小線源治療（RALS）、ガンマーナイフ、サイバーナイフ、シミュレーター、陽子線加速器、重粒子線加速器ンドの照射装置を備えており、復旦大学、香港大学、山東大学、上海大学、南方大学、吉林大学等の大学病院で放射線治療が行われている。照射の対象となっているがんは、子宮がん、胃がん、肝がん、肺がん、上咽頭がん、食道がん等、様々ながんの転移巣である[17]。

4） インドネシア

インドネシアにはリニアック、サイバーナイフ、ガンマーナイフ、SRT、遠隔操作密封小線源治療（RALS）、コバルト 60 遠隔治療装置、トモセラピー等の照射装置が設置されているものの、わずかに 11 編の論文が抽出されただけである。緩和的放射線治療に関しては行われているが、論文としては、Universitas Gadjah Mada による転移性乳頭状甲状腺がんに関する 1 編のみであった [18]。

5） カザフスタン

カザフスタンでは、他の加盟国と同様にリニアック、SRT、ガンマーナイフ、トモセラピー、RALS、シミュレーター、サイクロトロトン等の照射装置がある他、国立がん研究センターがアスタナにおいて 2022 年に完成し、陽子線治療の設備、放射線治療設備、加速器、サイクロトロン、ガンマーナイフ、トモセラピー、RALS、シミュレーター等の装置が設置された。また、同センターの付属として、放射性核種診断及び治療センターも開設されると

いうことが昨年の調査で明らかとなった。PubMed の文献検索では、わずかに 4 編の論文が抽出されたが、その中に食道がんを対象とした緩和的放射線治療と思われる論文が Karaganda State Medical University から発表されている[19]。

6） 韓国

韓国は PubMed による文献検索では、日本、中国、オーストラリアに次いで発表論文数が多い（249 編）。様々な医療機関からの報告があるが、特に Yonsei University College of Medicine からの論文が顕著である[20] 。対象となっているがんは、乳がん、胃がん、食道がん、肺がん、肝がん、大腸がん、子宮がん等多岐にわたっている。所有する照射装置としては、リニアック、MR コバルト、MR リニアック、サイバーナイフ、ガンマーナイフ、高精度放射線治療装置ノバリス、高精度放射線治療装置 Vero、HDR 等が挙げられており、さらに、国立がんセンター（KNCC）、韓国サムスングループのサムスンソウル病院、ソウル大学病院に陽子線治療施設が導入されているほか、延世大学セブランス病院に韓国初の重粒子線治療施設が 2023 年 4 月から設置（東芝製品）されている。済州大学病院等にも、重粒子線治療施設が設置予定となっている。

また、韓国放射線腫瘍学会は 2009 年 10 月、正会員 177 名を対象に骨転移に対する緩和的放射線療法の実施パターンに関する調査を行い、照射のスケジュール処方に影響を与える要因等を研究している。その結果、単回照射と多回照射の同等性を裏付ける豊富な証拠にもかかわらず、韓国のほとんどの放射線腫瘍医は依然として患者の全身状態と余命に応じて多回照射のスケジュールを処方し続けていることが明らかとなった。この結果は論文として 2013 年に報告された [21]。

7） マレーシア

マレーシアは、FNCA 加盟国の中で日本、オーストラリア、中国、韓国以外では比較的発表論文数が多く、52 編の論文が抽出された。機関としては University Sains Malaysia が比較的多くの症例を報告している。他には、University of Malaya Medical Centre や Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Centre の名前が挙がっている。その他、マレーシア初の民間のがんセンターである Cancer Specialist Centre, Beacon hospital や、同じく Sunway Medical Centre 等のがん医療専門機関等においても報告がある。照射装置としてはリニアック、トモセラピー（Novalis TX3）、HDR コバルト 60 遠隔治療装置が国立がんセンターに設置されている。

対象となっているがんは、口腔扁平上皮がん、肺がん、頭頸部がん、乳がん、大腸がん等である。特に 1993 年から 1995 年に緩和的放射線治療を受けた 132 例の骨転移の患者の評価が 1999 年に [22]、また、2012 年から 2014 年に緩和的放射線治療を受けた 585 例の患者の 30 日以内の死亡率をまとめた論文が 2018 年に、それぞれ発表されており、1990 年代から既に緩和的放射線治療が行われていた [8]。

8） モンゴル

モンゴルでは、がんが全死亡者数の 25%以上を占め、大きな公衆衛生上の問題となっており、2020 年には、がんと診断された 6,000 人のがん患者のうち、アクセス不足やその他の要因により、放射線療法（RT）で治療を受けた患者はわずか 13%であった。しかし、緩和的放射線治療に関する情報は非常に少なく、PubMed で抽出された論文は主に根治的放射線治療や緩和ケアに関するものであった。モンゴルではリニアック（2 基）、コバルト 60 遠隔治療装置（2 基）、HMD-IB シミュレーター、Imagin シミュレーター、ソマトム CT シミュレーター、GyneSource 高線量率組織内照射療法装置（HDR）等が設置されており、緩和的放射線治療が実施されていると思われるが論文としては報告されていないと考えられる（論文としては、放射線療法のための設備がモンゴルでは不足していることや、緩和治療剤の有効性と安全性に関して更なる評価が必要であるとすることを報告がある）。

9）フィリピン

文献検索サイト PubMed による検索では 21 編の論文が抽出された。しかし、これらの論文の内訳は、化学療法との併用、がんの地域的な分布、緩和ケアの認識や、疼痛管理における世界的調査、その他国際会議等での報告等がほとんどであり、明らかに緩和的放射線治療に特化したと思われる論文は 2 編のみで、上咽頭がんと進行がんについて発表されていた[23]。また、2020 年から 2021 年にかけて緩和的放射線治療を受けた 92 名の臨床結果を報告した。92 名のうち 23 名は短期的放射線療法を受け、ほとんどが結腸直腸と頭頸部が原発であった。残り 69 名は 10 回の分割照射を受けたと報告している[24]。フィリピンでは全国の 51 の放射線治療施設に 61 の放射線治療関連装置が設置されている。主にリニアック、コバルト-60 遠隔治療装置、ガンマーナイフ等の照射装置があげられている。

10） タイ

タイはマレーシアに次ぐ論文数で、33 編が文献検索サイトで抽出された。特に 1999 年に既に神経芽細胞腫の患者に対して緩和的放射線治療を行った症例が Chulalongkorn University から報告されている[25]。他に、Mahidol University の Ramathibodi Hospital や Khon Kaen University から論文が発表されており[26]、対象となっているがんは、子宮がん、神経芽細胞種、肺がん、メラノーマ、胆管がん等があげられる。照射装置は、Mahidol University 等の附属病院にリニアック（MR、2Versa HD、TrueBeam）、サイバーナイフが設置されている。

11） ベトナム

ベトナムでは、ハノイの 国立がん病院（K hospital）にリニアック、ガンマ―ナイフ、小線源治療装置が、また、ホーチミン市腫瘍病院にリニアック、シミュレーター、CT スキャ

ナー、PET-CT、RALS がそれぞれ設置されている。緩和的放射線治療については、甲状腺の転移を伴う粘表皮がんと気管への浸潤を伴う甲状腺の進行がんに関する論文が報告されている[27]。

以上、FNCA 加盟国における緩和的放射線治療の現状を述べたが、FNCA プロジェクトとは別に、国際原子力機関（IAEA）は、1997 年以来、研究・開発・訓練のための地域協力協定（RCA）の下、東南アジア及び太平洋加盟国の代表と協力し、放射線によるがん治療の改善のための地域プロジェクトを支援してきた。このプロジェクトには日本を含め 22 の国（オーストラリア、バングラデシュ中国、カンボジア、フィジー、インド、インドネシア、韓国、日本、ラオス、マレーシア、モンゴル、ミャンマー、ネパール、ニュージーランド、パキスタン、パラオ、スリランカ、シンガポール、ファリピン、タイ、ベトナム）が参加している[28]。これらのうち、FNCA 加盟国はカザフスタンを除く 11 か国である。アジア諸国におけるプロジェクトの状況は以下の通りである。

・アジアの低・中所得国（FNCA 加盟国の内、オーストラリア・韓国・日本は含まず）の放射線治療装置の多くは、適切な品質保証・保守システムを有していない。
・統計的に十分な数の放射線治療装置があっても、アクセス性が保証されない場合があるため、必ずしも全人口への治療が保証されるわけではない。
・低所得の患者は根治的または緩和的放射線治療の費用を支払うことができないため、放射線治療は利用しにくい。

表 2. FNCA 加盟国における全放射線治療症例に対する緩和的放射線治療症例数の割合[29]

国名	オーストラリア	バングラデシュ	中国	インドネシア	カザフスタン	韓国
PRT(%)	40	70	ND	15	ND	30
国名	モンゴル	マレーシア	フィリピン	タイ	ベトナム	日本
PRT(%)	21	31	50	ND	40	40

PRT(%)：Palliative Radiation Therapy (%)
ND：No Data

このプロジェクトでは、各国の放射線照射の全症例数に対する緩和的照射例の割合も示されており（表 2）、オーストラリア 40%、バングラデシュ 70%、インドネシア 15%、韓国 30%、日本 40%、マレーシア 31%、モンゴル 21%、ベトナム 40%、フィリピン 50%となっている。この中でバングラデシュの 70%という値は突出しており、これはバングラデシュではがん患者の多くは転移を有しているという事、つまり、がん治療で重要な早期発

見が遅れている可能性、あるいは、がんは発見されたものの、治療を行う医療機関へのアクセスの問題や治療費用の問題があり、十分な治療が出来ないまま、転移へとがんが進行してしまう可能性等々が推察される。

【文　献】

1. 日本放射線腫瘍学会,緩和的放射線治療アドホック委員会監修
「緩和的放射線療法」2018 年
2. 高橋健夫 :「緩和的放射線治療現状と充実の必要性」2022 年第 4 回がんの緩和ケアに係る部会、参考資料 3 より
3. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
4. S Egawa et al.: Classification of the 16,471 patients treated by radiation therapy from 1962 to 1986, and crude five-year survival rates of patients in each category of radiotherapy treatment from 1962 to 1978 in the National Cancer Center Hospital. Radiat Medicine, 6(1):23-32, 1988.
5. Y Nishimura et al. : Postoperative radiation therapy for esophageal cancer. Radiat Med, 7(2):88-94, 1989.
6. 令和元年度～令和 3 年度厚生労働科学研究費（がん政策研究事業）「がん治療における緩和的放射線治療の評価と普及啓発のための研究（研究代表者：茂松直之）」
7. 公益社団法人日本放射線腫瘍学会、一般社団法人がん医療の今を共有する会
がん診療における「緩和的放射線治療」の積極的な活用に向けて - 提言書, 2022 年
8. Syadwa Abdul Shukor and Anita Zarina Bustam: Palliative radiotherapy for advanced Cancer: Are we giving it to the right patient at the right time? Med J Malaysia 73(4), 2018.
9. Michael P MacManus et al.: Abscopal Regressions of Lymphoma After Involved-Site Radiation Therapy Confirmed by Positron Emission Tomography. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 108(1):204-211, 2020.
10. T R Holt and V K Y Yau: Innovative program for palliative radiotherapy in Australia. J Med Imaging Radiat Oncol, 54(1):76-81, 2010.
11. Wee Loon Ong et al.: Variation in the Use of Single- Versus Multifraction Palliative Radiation Therapy for Bone Metastases in Australia. Int J Radiat Oncol Biology・Physics. 106 (1): 61-66, 2020.
12. Radiotherapy in Palliative Cancer Care: Development and Implementation（2012）：https://www.iaea.org/publications/8128/radiotherapy-in-palliative-cancer-care-development-and-implementation
13. Eleonora Farina、A F M Kamal Uddin et al.: Short course accelerated radiation therapy (SHARON) in palliative treatment of advanced solid cancer in older patients: A pooled analysis. J Geriatr Oncol, 9(4):359-361, 2018.
14. Tai Chung Lam and Yolanda Tseng : Defining the radiation oncologist's role in palliative care and radiotherapy. Ann Palliat Med, 8(3):246-263, 2019.

15. Xiao-Yun Li et al.: Intensive Local Radiotherapy Is Associated With Better Local Control and Prolonged Survival in Bone-Metastatic Nasopharyngeal Carcinoma Patients. Front Oncol, 20:10:378, 2020.
16. Xiaofang Tang et al.: Optimal dose-fractionation schedule of palliative radiotherapy for patients with bone metastases: a protocol for systematic review and network meta-analysis. BMJ Open, 6;10(1): e033120, 2020.
17. Jeannie Y K Chik, Carmen W L Leung , Kam Hung Wong: Palliative radiation therapy for patients with orbital and ocular metastases. Ann Palliat Med, 9(6):4458-4466, 2020.
18. Suwardjo Suwardjo et al.: Complete diaphysis resorption of the femur: A case report in a metastatic papillary thyroid cancer. Ann Med Surg (Lond), 60:614-618, 2020.
19. Bekzhan Alipbayevich Orazbayev et al.: Analysis of Treatment Results of the Thoracic Part of Oesophageal Cancer. Open Access Maced J Med Sci, 7(1):82-87, 2019.
20. Mi Sun Kim et al.: Optimal management of recurrent and metastatic upper tract urothelial carcinoma: Implications of intensity modulated radiation therapy. Radiat Oncol, 17(1):51, 2022.
21. Yoonsun Chung et al.: A survey of patterns of practice on palliative radiation therapy for bone metastasis in Korea. J Cancer Res Clin Oncol. 139(12):2089-96, 2013.
22. D N Sharma et al.: Radiation therapy in skeletal metastases. Med J Malaysia, 54(2):210-5, 1999.
23. Semra Ozdemir et al.: Awareness and Utilization of Palliative Care Among Advanced Cancer Patients in Asia. J Pain Symptom Manage, 64(4): e195-e201, 2022.
24. Kurl E. Jamora and Nonette A. Cupino: Clinical Outcomes of Patients Treated with Short-course Palliative Radiotherapy in the First Year of the COVID-19 Pandemic: A Single Institution Experience. Acta Medica Philippina, 57(8), (2023).
25. S Tepmongkol and S Heyman: 131I MIBG therapy in neuroblastoma: mechanisms, rationale, and current status. Med Pediatr Oncol, 32(6):427-31, 1999.
26. Prin Chindaprasirt et al.: Bone metastasis from cholangiocarcinoma mimicking osteosarcoma: A case report and review literature. Mol Clin Oncol, 9(5):532-534, 2018.
27. Hau Xuan Nguyen et al.: Surgical Treatment of Advanced Thyroid Cancer with Tracheal Invasion. Case Rep Endocrinol, 8823405, 2021.
28. https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/atom/rca_gai.html

29. IAEA/ RCA(Regional Cooperative Agreement) RAS6098 (Standardizing Radiotherapy in Palliative Care) Project：アンケート調査より、2022～2023.

オーストラリア					人口（年央値）（国連統計）	GDP(名目値)（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US＄	百万US＄	%	%	US＄	US＄	Mtoe	TWh
	2000	2020		2000	19,018	409,836	799,773	2.0	4.1	21,550	42,054	108.1	210.2
千ha	774,122	774,122		2001	19,248	391,030	831,712	4.0	4.6	20,315	43,210	105.8	224.6
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	19,476	436,113	857,590	3.1	11.5	22,393	44,034	109.5	227.6
TJ	2000	2021		2003	19,699	560,096	893,752	4.2	28.4	28,433	45,370	110.7	220.8
石炭	2,015,829	1,716,434		2004	19,925	680,216	921,939	3.2	21.4	34,139	46,270	112.7	228.4
天然ガス	806,999	1,507,507		2005	20,172	762,829	947,206	2.7	12.1	37,817	46,957	113.5	228.7
水力	58,896	53,138		2006	20,467	819,507	982,990	3.8	7.4	40,040	48,028	117.9	232.8
風力・太陽熱	3,764	207,805		2007	20,831	986,679	1,018,066	3.6	20.4	47,366	48,873	121.2	243.2
バイオ・廃棄物	210,842	197,461		2008	21,248	1,057,947	1,037,109	1.9	7.2	49,791	48,810	125.8	243.2
石油	1,429,894	1,755,501		2009	21,661	1,017,024	1,059,993	2.2	3.9	46,952	48,936	125.9	248.2
合計	4,526,224	5,437,846		2010	22,019	1,301,097	1,085,342	2.4	27.9	59,089	49,291	126.2	252.7
単位：Mtoe	108.1	129.9		2011	22,357	1,547,430	1,127,692	3.9	18.9	69,214	50,440	127.0	253.8
発電電力構成（IEA）				2012	22,729	1,590,905	1,156,772	2.6	2.8	69,994	50,894	125.6	250.9
GWh	2000	2021		2013	23,112	1,543,281	1,186,606	2.6	3.0	66,775	51,342	127.4	249.4
石炭	174,245	140,311		2014	23,470	1,463,276	1,212,150	2.2	5.2	62,348	51,648	126.8	247.5
オイル	1,784	4,662		2015	23,820	1,245,248	1,245,248	2.7	14.9	52,277	52,277	126.6	251.4
天然ガス	16,245	49,783		2016	24,196	1,307,471	1,273,667	2.3	5.0	54,037	52,640	126.2	256.6
水力	16,720	15,200		2017	24,590	1,412,243	1,310,388	2.9	8.0	57,431	53,289	127.9	258.0
地熱	―	―		2018	24,979	1,454,420	1,338,841	2.2	3.0	58,225	53,598	128.7	261.0
太陽光	38	27,713		2019	25,357	1,376,060	1,338,160	0.1	5.4	54,267	52,772	129.3	264.0
風力	58	24,535		2020	25,670	1,431,725	1,368,084	2.2	4.0	55,774	53,295	131.0	265.2
バイオ	1,134	3,346		2021	25,921	1,734,532	1,417,576	3.6	21.1	66,916	54,688	129.9	265.6
太陽熱	―	4		2022	26,177								
総電力発電量(GWh)	210,224	265,554											
総電力発電量(TWh)	210.2	265.6											

バングラデシュ					人口（年央値）（国連統計）	GDP(名目値)（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TW h
	2000	2020		2,000	129,193	409,836	45,470	5.9	1.6	352	634	18.3	15.8
千ha	14,757	14,757		2001	131,670	391,030	45,433	5.3	0.1	345	654	20.3	17.4
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	134,140	436,113	47,195	4.4	3.9	352	671	20.6	18.7
単位：TJ	2,000	2020		2003	136,503	560,096	51,690	5.3	9.5	379	694	21.6	19.7
石炭	27,970,456	88,963,268		2004	138,790	680,216	55,950	6.3	8.2	403	725	22.0	24.7
天然ガス	869,018	11,101,199		2005	140,913	762,829	57,628	6.0	3.0	409	757	23.1	26.4
水力	800,690	4,758,344		2006	142,629	819,507	69,972	6.6	21.4	491	797	24.6	29.5
風力・太陽熱	110,795	4,474,057		2007	144,136	986,679	81,280	9.0	16.2	564	860	25.7	31.0
バイオ・廃棄物	8,297,043	5,603,192		2008	145,421	1,057,947	95,017	7.9	16.9	653	920	27.0	34.3
石油	9,244,890	27,682,038		2009	146,707	1,017,024	107,812	7.0	13.5	735	976	28.3	37.2
原子力	182,585	3,995,509		2010	148,391	1,301,097	123,085	7.5	14.2	829	1,037	29.8	40.8
合計	47,475,477	146,577,607		2011	150,211	1,547,430	135,177	8.4	9.8	900	1,110	30.7	44.2
単位：Mtoe	1,134.0	3,501.0		2012	152,091	1,590,905	143,650	8.5	6.3	945	1,189	32.2	48.5
発電電力構成（IEA）				2013	154,030	1,543,281	174,189	7.9	21.3	1,131	1,268	34.3	53.4
単位：Mtoe	2000	2020		2014	155,961	1,463,276	199,959	8.0	14.8	1,282	1,352	35.4	56.1
石炭	1,060,372	4,927,609		2015	157,830	1,245,248	228,785	8.5	14.4	1,450	1,450	37.9	59.3
オイル	47,268	11,470		2016	159,785	1,307,471	263,919	9.0	15.4	1,652	1,562	41.1	69.1
天然ガス	5,773	234,939		2017	161,794	1,412,243	288,958	6.6	9.5	1,786	1,644	42.4	73.5
水力	222,414	1,355,209		2018	163,684	1,454,420	316,206	7.3	9.4	1,932	1,744	43.3	78.8
地熱	109	126		2019	165,516	1,376,060	349,474	7.9	10.5	2,111	1,860	44.7	84.8
太陽光	22	260,500		2020	167,421	1,431,725	373,562	3.4	6.9	2,231	1,903	45.0	84.8
風力	615	466,474		2021	169,356	1,734,532	414,907	6.9	11.1	2,450	2,011	129.9	265.6
潮汐	7	12		2022	171,186								
バイオ	2,421	132,600											
廃棄物	―	8,498											
原子力	16,737	366,255											

【別添資料 C】

中　国					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TWh
	2000	2020		2000	1,264,099	1,211,331	2,770,111	8.5	10.7	958	2,191	1,133.2	1,355.7
千ha	956,292	956,291		2001	1,272,740	1,339,401	3,001,021	8.3	10.6	1,052	2,358	1,170.8	1,480.9
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	1,280,926	1,470,557	3,275,123	9.1	9.8	1,148	2,557	1,244.8	1,654.1
TJ	2000	2020		2003	1,288,873	1,660,280	3,603,881	10.0	12.9	1,288	2,796	1,419.4	1,910.8
石炭	27,970,456	88,963,268		2004	1,296,817	1,955,347	3,968,366	10.1	17.8	1,508	3,060	1,616.1	2,203.5
天然ガス	869,018	11,101,199		2005	1,304,888	2,285,962	4,420,544	11.4	16.9	1,752	3,388	1,781.3	2,500.5
水力	800,690	4,758,344		2006	1,313,087	2,752,113	4,982,881	12.7	20.4	2,096	3,795	1,948.7	2,866.0
風力・太陽熱	110,795	4,474,057		2007	1,321,513	3,550,323	5,691,987	14.2	29.0	2,687	4,307	2,097.5	3,281.8
バイオ・廃棄物	8,297,043	5,603,192		2008	1,330,167	4,594,342	6,241,301	9.7	29.4	3,454	4,692	2,154.0	3,467.2
石油	9,244,890	27,682,038		2009	1,339,126	5,101,695	6,827,905	9.4	11.0	3,810	5,099	2,296.9	3,715.1
原子力	182,585	3,995,509		2010	1,348,191	6,087,188	7,554,111	10.6	19.3	4,515	5,603	2,536.2	4,208.0
合計	47,475,477	146,577,607		2011	1,357,095	7,551,543	8,275,591	9.6	24.1	5,564	6,098	2,722.1	4,704.8
単位：Mtoe	1,134.0	3,501.0		2012	1,366,561	8,532,186	8,926,362	7.9	13.0	6,244	6,532	2,819.9	4,994.0
発電電力構成（IEA）				2013	1,376,100	9,570,467	9,619,595	7.8	12.2	6,955	6,990	2,910.8	5,447.2
GWh	2000	2020		2014	1,385,190	10,475,623	10,333,925	7.4	9.5	7,563	7,460	2,984.8	5,817.3
石炭	1,060,372	4,927,609		2015	1,393,715	11,061,570	11,061,569	7.0	5.6	7,937	7,937	2,998.4	5,854.2
オイル	47,268	11,470		2016	1,401,890	11,233,313	11,819,150	6.8	1.6	8,013	8,431	2,980.9	6,199.8
天然ガス	5,773	234,939		2017	1,410,276	12,310,492	12,640,250	6.9	9.6	8,729	8,963	3,092.9	6,714.7
水力	222,414	1,355,209		2018	1,417,069	13,894,906	13,493,438	6.7	12.9	9,805	9,522	3,241.0	7,142.3
地熱	109	126		2019	1,421,864	14,279,966	14,296,365	6.0	2.8	10,043	10,055	3,388.8	7,503.3
太陽光	22	260,500		2020	1,424,930	14,687,744	14,616,669	2.2	2.9	10,308	10,258	3,499.5	7,763.7
風力	615	466,474		2021	1,425,893	17,734,131	15,802,051	8.1	20.7	12,437	11,082		
潮汐	7	12		2022	1,425,887								
バイオ	2,421	132,600											
廃棄物	ー	8,498											
原子力	16,737	366,255											
総電力発電量(GWh)	1,339,001	7,397,437											
総電力発電量(TWh)	1,355.7	7,763.7											

インドネシア					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TWh
	2000	2020		2,000	214,072	175,702	395,012	4.9	7.3	821	1,845	155.7	93.3
千ha	191,093	191,691		2001	217,112	170,832	409,405	3.6	2.8	787	1,886	159.2	101.3
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	220,115	208,325	427,826	4.5	21.9	946	1,944	165.0	108.2
TJ	2,000	2020		2003	223,080	249,968	448,277	4.8	20.0	1,121	2,009	165.3	113.0
石炭	502,798	2,860,950		2004	225,939	273,461	470,829	5.0	9.4	1,210	2,084	176.1	120.2
天然ガス	1,112,225	1,427,760		2005	228,805	304,372	497,632	5.7	11.3	1,330	2,175	178.9	127.5
水力	36,058	87,570		2006	231,797	388,168	525,006	5.5	27.5	1,675	2,265	182.9	133.1
風力・太陽熱	350,568	1,122,861		2007	234,858	460,193	558,318	6.3	18.6	1,959	2,377	182.2	142.2
バイオ・廃棄物	2,093,409	1,403,192		2008	237,937	543,254	591,894	6.0	18.0	2,283	2,488	185.4	149.3
石油	2,422,723	2,863,227		2009	240,981	574,505	619,292	4.6	5.8	2,384	2,570	195.7	156.8
合計	6,517,781	9,765,560		2010	244,016	755,094	657,835	6.2	31.4	3,094	2,696	204.1	169.8
単位：Mtoe	155.7	233.3		2011	247,100	892,969	698,422	6.2	18.3	3,614	2,826	208.3	183.4
発電電力構成（IEA）				2012	250,223	917,870	740,538	6.0	2.8	3,668	2,960	207.0	200.0
単位：Mtoe	2000	2020		2013	253,276	912,524	781,691	5.6	0.6	3,603	3,086	199.3	216.0
石炭	34,002	180,869		2014	256,230	890,815	820,828	5.0	2.4	3,477	3,203	207.6	227.9
オイル	18,342	7,906		2015	259,092	860,854	860,854	4.9	3.4	3,323	3,323	204.3	234.0
天然ガス	26,090	48,052		2016	261,850	931,877	904,182	5.0	8.3	3,559	3,453	209.0	247.9
水力	10,016	24,325		2017	264,499	1,015,619	950,022	5.1	9.0	3,840	3,592	219.0	255.2
地熱	4,869	15,563		2018	267,067	1,042,272	999,179	5.2	2.6	3,903	3,741	235.3	283.8
太陽光	ー	171		2019	269,583	1,119,100	1,049,330	5.0	7.4	4,151	3,892	243.9	295.4
風力	ー	475		2020	271,858	1,058,689	1,027,662	2.0	5.4	3,894	3,780	233.4	291.9
バイオ	6	14,480		2021	273,753	1,186,093	1,065,595	3.7	12.0	4,333	3,893		
廃棄物	ー	17		2022	275,501								
総電力発電量(GWh)	93,325	291,858											
総電力発電量(TWh)	93.3	291.9											

カザフスタン					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TWh
	2000	2020		2000	15,236	18,292	65,368	8.4	9.8	1,201	4,290	35.7	51.3
千ha	272,490	272,490		2001	15,281	22,153	74,223	21.1	13.5	1,450	4,857	34.5	56.9
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	15,339	24,637	81,460	11.2	9.8	1,606	5,311	39.7	58.3
TJ	2,000	2020		2003	15,417	30,834	89,060	25.1	9.3	2,000	5,777	43.1	63.9
石炭	827,473	1,365,432		2004	15,522	43,152	97,598	39.9	9.6	2,780	6,288	50.8	66.9
天然ガス	275,255	844,618		2005	15,656	57,124	107,064	32.4	9.7	3,649	6,838	50.9	67.8
水力	27,112	34,777		2006	15,823	81,004	118,526	41.8	10.7	5,119	7,491	60.6	71.7
風力・太陽熱	ー	9,069		2007	16,006	104,850	129,063	29.4	8.9	6,551	8,063	66.1	76.6
バイオ・廃棄物	3,069	2,430		2008	16,197	133,442	133,302	27.3	3.3	8,239	8,230	69.9	80.3
石油	350,120	495,894		2009	16,402	115,309	134,916	13.6	1.2	7,030	8,225	63.5	78.7
合計	1,483,029	2,752,220		2010	16,628	148,047	144,701	28.4	7.3	8,904	8,702	69.1	82.6
単位：Mtoe	35.4	65.7		2011	16,865	192,626	157,581	30.1	8.9	11,422	9,344	77.3	86.6
発電電力構成（IEA）				2012	17,103	207,999	165,094	8.0	4.8	12,162	9,653	73.9	92.8
GWh	2000	2020		2013	17,346	236,635	174,922	13.8	6.0	13,642	10,084	81.6	103.1
石炭	35,645	74,611		2014	17,592	221,416	182,285	6.4	4.2	12,586	10,362	65.2	95.3
オイル	2,668	59		2015	17,836	184,388	184,388	16.7	1.2	10,338	10,338	54.8	91.9
天然ガス	5,480	24,033		2016	18,079	137,289	186,404	25.5	1.1	7,593	10,311	64.0	94.7
水力	7,531	9,660		2017	18,315	166,806	199,130	21.5	6.8	9,108	10,873	65.1	103.2
太陽光	0	1,490		2018	18,538	179,340	207,297	7.5	4.1	9,674	11,182	74.2	107.6
風力	0	1,029		2019	18,754	181,667	216,716	1.3	4.5	9,687	11,556	73.1	106.9
バイオ	0	8		2020	18,979	171,082	211,294	5.8	2.5	9,014	11,133	65.7	110.9
総電力発電量(GWh)	51,324	110,890		2021	19,196	197,112	219,873	15.2	4.1	10,055	11,454		
総電力発電量(TWh)	51.3	111		2022	19,398	225,784		14.5					

【別添資料 F】

韓　国					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TW h
	2000	2020		2000	46,789	576,179	798,784	15.8	9.1	12,315	17,072	186.6	290.1
千ha	9,926	10,041		2001	47,065	547,656	837,545	5.0	4.9	11,636	17,796	189.1	310.9
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	47,321	627,247	902,246	14.5	7.7	13,255	19,067	198.7	331.7
TJ	2000	2020		2003	47,540	702,715	930,642	12.0	3.1	14,782	19,576	202.8	345.0
石炭	1,689,876	3,139,780		2004	47,727	793,176	979,011	12.9	5.2	16,619	20,513	208.3	367.9
天然ガス	712,169	2,271,287		2005	47,890	934,901	1,021,193	17.9	4.3	19,522	21,324	210.3	389.3
水力	14,436	10,996		2006	48,049	1,053,217	1,074,952	12.7	5.3	21,919	22,372	213.7	403.4
風力・太陽熱	1,824	115,907		2007	48,221	1,172,614	1,137,294	11.3	5.8	24,318	23,585	222.2	426.4
バイオ・廃棄物	57,758	267,194		2008	48,399	1,047,339	1,171,560	10.7	3.0	21,640	24,206	227.1	445.3
石油	4,146,595	4,615,688		2009	48,588	943,942	1,180,847	9.9	0.8	19,427	24,303	229.3	453.8
原子力	1,188,698	1,723,803		2010	48,813	1,144,067	1,261,202	21.2	6.8	23,438	25,837	250.0	499.2
合計	7,811,356	12,144,655		2011	49,170	1,253,223	1,307,686	9.5	3.7	25,488	26,595	260.5	522.6
単位：Mtoe	186.6	290.1		2012	49,634	1,278,428	1,339,103	2.0	2.4	25,757	26,979	263.5	533.7
発電電力構成（IEA）				2013	50,098	1,370,795	1,381,482	7.2	3.2	27,362	27,575	263.8	541.3
GWh	2000	2020		2014	50,558	1,484,318	1,425,723	8.3	3.2	29,359	28,200	268.4	550.2
石炭	111,395	208,112		2015	50,994	1,465,773	1,465,773	1.2	2.8	28,744	28,744	272.6	552.7
オイル	34,581	7,517		2016	51,310	1,500,112	1,508,968	2.3	2.9	29,236	29,409	282.3	562.7
天然ガス	29,461	188,191		2017	51,512	1,623,901	1,556,646	8.3	3.2	31,525	30,219	282.2	566.9
水力	5,610	6,737		2018	51,677	1,724,755	1,601,904	6.2	2.9	33,376	30,998	282.0	590.1
太陽光	5	23,591		2019	51,804	1,651,223	1,637,850	4.3	2.2	31,875	31,616	280.1	581.5
風力	17	3,167		2020	51,845	1,644,313	1,626,231	0.4	0.7	31,716	31,367	276.1	578.6
潮汐	―	455		2021	51,830	1,810,966	1,693,643	10.1	4.1	34,940	32,677		606.2
バイオ	57	7,732		2022	51,816								
廃棄物	36	1,115											
原子力	108,964	158,015											
その他	―	1,570											
総電力発電量(GWh)	290,126	606,202											
総電力発電量(TWh)	290.1	606.2											

【別添資料 G】

マレーシア					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TWh
	2000	2020		2000	22,945	93,790	148,271	18.5	8.9	4,088	6,462	48.3	69.3
千ha	33,080	33,024		2001	23,543	92,784	149,039	1.1	0.5	3,941	6,331	50.3	71.1
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	24,142	100,846	157,073	8.7	5.4	4,177	6,506	51.9	75.2
TJ	2000	2020		2003	24,739	110,202	166,165	9.3	5.8	4,455	6,717	55.6	78.5
石炭	96,628	907,663		2004	25,333	124,749	177,437	13.2	6.8	4,924	7,004	59.9	82.3
天然ガス	1,035,354	1,504,618		2005	25,924	143,534	186,898	15.1	5.3	5,537	7,210	65.0	82.7
水力	25,078	94,382		2006	26,509	162,692	197,336	13.3	5.9	6,137	7,444	65.3	89.8
風力・太陽熱	ー	8,415		2007	27,093	193,550	209,766	19.0	6.3	7,144	7,743	69.8	97.5
バイオ・廃棄物	52,710	47,360		2008	27,664	230,812	219,901	19.3	4.8	8,343	7,949	73.9	97.8
石油	812,310	1,304,279		2009	28,217	202,257	216,573	12.4	1.5	7,168	7,675	69.9	116.0
合計	2,022,080	3,866,717		2010	28,718	255,018	232,653	26.1	7.4	8,880	8,101	72.5	124.8
単位：Mtoe	48.3	92.4		2011	29,184	297,952	244,970	16.8	5.3	10,209	8,394	75.6	129.3
発電電力構成（IEA）				2012	29,660	314,443	258,378	5.5	5.5	10,602	8,711	76.8	134.4
GWh	2000	2020		2013	30,135	323,276	270,506	2.8	4.7	10,728	8,977	86.6	138.3
石炭	7,691	85,815		2014	30,606	338,066	286,755	4.6	6.0	11,046	9,369	88.4	147.5
オイル	3,600	953		2015	31,069	301,355	301,355	10.9	5.1	9,700	9,700	84.5	150.1
天然ガス	50,998	66,222		2016	31,526	301,255	314,764	0.0	4.4	9,556	9,984	87.7	156.7
水力	6,966	26,217		2017	31,976	319,109	333,061	5.9	5.8	9,980	10,416	84.7	164.5
太陽光	ー	2,338		2018	32,399	358,789	349,191	12.4	4.8	11,074	10,778	93.5	170.5
バイオ	ー	1,022		2019	32,804	365,279	364,693	1.8	4.4	11,135	11,117	96.3	178.4
廃棄物	ー	ー		2020	33,200	337,008	344,099	7.7	5.6	10,151	10,364	92.2	182.6
総電力発電量(GWh)	69,255	182,567		2021	33,574	372,702	354,878	10.6	3.1	11,101	10,570		
総電力発電量(TWh)	69.3	182.6		2022	33,938								

【別添資料 H】

モンゴル					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TW h
	2000	2020		2000	2,451	1,318	3,859	4.5	1.1	538	1,574	2.4	2.9
千ha	156,412	156,412		2001	2,473	1,470	3,974	11.5	3.0	595	1,607	2.4	3.0
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	2,495	1,619	4,162	10.1	4.7	649	1,668	2.6	3.1
TJ	2000	2020		2003	2,516	1,850	4,453	14.3	7.0	735	1,770	2.5	3.1
石炭	76,062	168,546		2004	2,538	2,310	4,927	24.9	10.6	910	1,941	2.6	3.3
水力	14	300		2005	2,559	2,926	5,284	26.7	7.3	1,143	2,065	3.0	3.4
風力・太陽熱	ー	1,971		2006	2,581	3,959	5,736	35.3	8.6	1,534	2,222	3.4	3.5
バイオ・廃棄物	5,533	7,322		2007	2,606	4,910	6,324	24.0	10.2	1,885	2,427	3.6	3.7
石油	18,185	70,989		2008	2,634	6,520	6,887	32.8	8.9	2,475	2,615	3.6	4.0
合計	99,794	249,128		2009	2,667	5,315	6,799	18.5	1.3	1,993	2,550	3.7	4.0
単位：Mtoe	2.4	6.0		2010	2,703	7,189	7,232	35.3	6.4	2,660	2,676	4.0	4.3
発電電力構成（IEA）				2011	2,744	10,410	8,483	44.8	17.3	3,794	3,091	4.3	4.5
GWh	2000	2020		2012	2,792	12,293	9,528	18.1	12.3	4,402	3,412	4.5	4.8
石炭	2,854	5,608		2013	2,845	12,582	10,638	2.4	11.6	4,422	3,739	5.1	5.0
オイル	88	349		2014	2,903	12,227	11,476	2.8	7.9	4,212	3,954	5.3	5.4
水力	4	83		2015	2,965	11,620	11,620	5.0	1.2	3,919	3,919	4.7	5.5
太陽光	ー	71		2016	3,030	11,181	11,793	3.8	1.5	3,691	3,893	5.0	5.7
風力	ー	476		2017	3,096	11,481	12,458	2.7	5.6	3,708	4,024	5.1	6.0
総電力発電量(GWh)	2,946	6,587		2018	3,164	13,178	13,423	14.8	7.7	4,165	4,242	5.8	6.5
総電力発電量(TWh)	2.9	7		2019	3,232	14,206	14,175	7.8	5.6	4,395	4,385	6.7	6.9
				2020	3,294	13,313	13,529	6.3	4.6	4,041	4,107	6.1	6.6
				2021	3,348	15,098	13,721	13.4	1.4	4,510	4,098		
				2022	3,398								

フィリピン					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TWh
	2000	2020		2000	77,958	83,670	142,796	2.3	4.4	1,073	1,832	39.0	45.3
千ha	30,000	30,000		2001	79,626	78,921	147,150	5.7	3.0	991	1,848	37.1	47.1
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	81,286	84,307	152,619	6.8	3.7	1,037	1,878	37.6	48.5
TJ	2000	2020		2003	82,943	87,039	160,382	3.2	5.1	1,049	1,934	37.7	52.9
石炭	201,094	733,150		2004	84,608	95,002	170,918	9.1	6.6	1,123	2,020	37.4	56.0
天然ガス	366	138,710		2005	86,261	107,420	179,366	13.1	4.9	1,245	2,079	38.4	56.6
水力	28,076	25,891		2006	87,902	127,653	188,901	18.8	5.3	1,452	2,149	38.1	56.8
風力・太陽熱	418,536	395,882		2007	89,561	155,980	201,217	22.2	6.5	1,742	2,247	39.0	59.6
バイオ・廃棄物	318,501	447,583		2008	91,252	181,625	209,958	16.4	4.3	1,990	2,301	40.9	60.8
石油	665,753	688,820		2009	92,947	175,975	212,999	3.1	1.4	1,893	2,292	39.9	61.9
合計	1,632,326	2,430,036		2010	94,637	208,369	228,622	18.4	7.3	2,202	2,416	41.7	67.7
単位：Mtoe	39.0	58.0		2011	96,338	234,217	237,442	12.4	3.9	2,431	2,465	42.2	69.2
発電電力構成（IEA）				2012	98,032	261,921	253,819	11.8	6.9	2,672	2,589	44.0	72.9
GWh	2000	2020		2013	99,700	283,903	270,953	8.4	6.8	2,848	2,718	45.4	75.3
石炭	16,663	58,176		2014	101,325	297,484	288,153	4.8	6.3	2,936	2,844	48.5	77.3
オイル	9,185	2,474		2015	103,031	306,446	306,446	3.0	6.3	2,974	2,974	52.7	82.4
天然ガス	17	19,497		2016	104,875	318,627	328,355	4.0	7.1	3,038	3,131	55.8	90.8
水力	7,799	7,192		2017	106,739	328,481	351,113	3.1	6.9	3,077	3,289	59.1	94.4
地熱	11,626	10,757		2018	108,569	346,842	373,379	5.6	6.3	3,195	3,439	60.9	99.8
太陽光	―	1,373		2019	110,381	376,823	396,224	8.6	6.1	3,414	3,590	61.3	106.0
風力	―	1,026		2020	112,191	361,751	358,510	4.0	9.5	3,224	3,196	58.0	101.8
バイオ	―	1,242		2021	113,880	394,086	378,957	8.9	5.7	3,461	3,328		
廃棄物	―	19		2022	115,559								
総電力発電量(GWh)	45,290	101,756											
総電力発電量(TWh)	45.3	101.8											

タイ					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TW h
	2000	2020		2000	63,067	126,392	221,454	0.2	4.5	2,004	3,511	72.7	96.0
千ha	51,312	51,312		2001	63,650	120,296	229,082	4.8	3.4	1,890	3,599	74.7	102.4
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	64,223	134,301	243,168	11.6	6.1	2,091	3,786	82.7	109.0
TJ	2000	2020		2003	64,777	152,281	260,650	13.4	7.2	2,351	4,024	89.5	117.0
石炭	321,266	714,960		2004	65,311	172,896	277,044	13.5	6.3	2,647	4,242	96.7	125.7
天然ガス	727,173	1,145,191		2005	65,821	189,318	288,645	9.5	4.2	2,876	4,385	99.6	132.2
水力	21,694	16,852		2006	66,320	221,758	302,984	17.1	5.0	3,344	4,569	101.5	138.7
風力・太陽熱	72	30,187		2007	66,827	262,943	319,452	18.6	5.4	3,935	4,780	105.3	143.6
バイオ・廃棄物	611,680	962,863		2008	67,328	291,383	324,965	10.8	1.7	4,328	4,827	108.0	147.3
石油	1,349,880	2,306,222		2009	67,814	281,711	322,721	3.3	0.7	4,154	4,759	107.6	148.3
合計	3,031,765	5,176,275		2010	68,270	341,105	346,968	21.1	7.5	4,996	5,082	117.9	159.5
単位：Mtoe	72.4	123.6		2011	68,713	370,819	349,883	8.7	0.8	5,397	5,092	117.7	155.7
発電電力構成（IEA）				2012	69,157	397,558	375,224	7.2	7.2	5,749	5,426	126.3	165.4
GWh	2000	2020		2013	69,579	420,334	385,308	5.7	2.7	6,041	5,538	135.8	170.1
石炭	17,520	36,986		2014	69,961	407,339	389,102	3.1	1.0	5,822	5,562	135.2	172.2
オイル	9,972	205		2015	70,294	401,296	401,296	1.5	3.1	5,709	5,709	135.6	177.2
天然ガス	61,948	112,645		2016	70,607	413,366	415,081	3.0	3.4	5,854	5,879	138.7	188.3
水力	6,026	4,681		2017	70,898	456,357	432,422	10.4	4.2	6,437	6,099	138.0	181.9
地熱	2	1		2018	71,128	506,754	450,683	11.0	4.2	7,125	6,336	135.1	182.3
太陽光	ー	5,031		2019	71,308	544,081	460,380	7.4	2.2	7,630	6,456	138.7	190.7
風力	ー	3,220		2020	71,476	500,225	431,857	8.1	6.2	6,999	6,042	133.1	179.4
バイオ	509	16,368		2021	71,601	505,982	438,621	1.2	1.6	7,067	6,126		
廃棄物	ー	248		2022	71,697								
総電力発電量(GWh)	95,977	179,385											
総電力発電量(TWh)	96.0	179.4											

ベトナム					人口（年央値）（国連統計）	GDP（名目値）（国連統計）	GDP（実質値）（国連統計）	GDP実質成長率（国連統計）	GDP名目成長率（国連統計）	1人当たりのGDP（名目値）（国連統計）	1人当たりのGDP（実質値）（国連統計）	一次エネルギー供給量（TPES）（IEA）	総発電電力量（グロス）（IEA）
面積					千人	百万US $	百万US $	%	%	US $	US $	Mtoe	TW h
	2000	2020		2000	79,001	31,173	72,357	8.7	6.8	395	915	28.7	26.6
千ha	32,924	33,134		2001	79,818	32,685	77,346	4.9	6.9	409	969	30.7	30.6
一次エネルギー供給構成（IEA）				2002	80,642	35,064	82,822	7.3	7.1	435	1,027	33.4	35.8
TJ	2000	2020		2003	81,476	39,553	88,901	12.8	7.3	485	1,091	35.1	40.9
石炭	183,066	2,125,916		2004	82,311	49,494	95,601	25.1	7.5	601	1,161	39.0	46.2
天然ガス	46,875	309,781		2005	83,142	57,633	102,817	16.4	7.5	693	1,237	41.3	53.7
水力	52,384	262,411		2006	83,952	69,618	115,372	20.8	12.2	829	1,374	42.3	60.5
風力・太陽熱	ー	38,012		2007	84,762	85,173	129,644	22.3	12.4	1,005	1,530	45.6	67.0
バイオ・廃棄物	594,116	313,794		2008	85,597	114,401	143,685	34.3	10.8	1,337	1,679	48.7	73.4
石油	326,798	1,015,242		2009	86,483	128,331	158,849	12.2	10.6	1,484	1,837	53.2	83.2
合計	1,203,239	4,065,156		2010	87,411	147,201	177,322	14.7	11.6	1,684	2,029	58.6	94.9
単位：Mtoe	28.7	97.1		2011	88,349	172,595	188,694	17.3	6.4	1,954	2,136	58.7	104.1
発電電力構成（IEA）				2012	89,301	195,590	199,081	13.3	5.5	2,190	2,229	59.5	117.6
GWh	2000	2020		2013	90,268	213,709	210,137	9.3	5.6	2,367	2,328	61.1	120.6
石炭	3,135	119,147		2014	91,236	233,451	223,633	9.2	6.4	2,559	2,451	68.4	138.4
オイル	4,519	1,063		2015	92,191	239,258	239,258	2.5	7.0	2,595	2,595	63.1	161.9
天然ガス	4,356	34,802		2016	93,127	257,096	255,265	7.4	6.7	2,761	2,741	69.5	180.5
水力	14,551	72,892		2017	94,033	281,353	272,981	9.4	6.9	2,992	2,903	72.1	196.0
太陽光	ー	9,575		2018	94,914	310,106	293,359	10.2	7.5	3,267	3,091	85.2	217.4
風力	ー	982		2019	95,777	334,365	314,948	7.8	7.4	3,491	3,288	95.9	236.8
バイオ	ー	1,660		2020	96,649	346,615	323,978	3.6	2.9	3,586	3,352	97.2	240.1
総電力発電量(GWh)	26,561	240,121		2021	97,468	366,137	332,271	5.6	2.6	3,756	3,409		
総電力発電量(TWh)	26.6	240.1		2022	98,187								

II 2023 上級行政官会合事前調査

2023 上級行政官会合（SOM）事前調査として、同会合における討議をより生産的かつ効率的にすべく、会合に先立ち「2022 年度の第 23 回大臣級会合（MLM）のレビューと 2023 年度の第 24 回 MLM の準備」、「2023 スタディ・パネル（SP）のレビューと 2024SP の準備及びそれ以降の課題」、「FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）」及び「FNCA 賞」の 4 項目について FNCA 参加国にアンケートを実施した。

結果は以下の通りである。

1. オーストラリア

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	
会合の結果	5	
会合の運営	5	
その他	－	
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
技術プラットフォームとその情報/データ収集への応用	核分析技術を使用した技術プラットフォームの応用で、FNCA 諸国の政府、規制機関、企業が食品偽装問題の経験を支援する。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の	

	展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	高い信頼性、低い炭素排出、システム全体の最低水準という条件のもとで、SMR についての有益な議論は将来の脱炭素化された送電網に影響を与えることができる。
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	時間の計測は非常に効果的で、スムーズに進んだ。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	集中型送電網に接続されていない SMR 及び島嶼国に関する議論。FOAK (First of a kind) SMR 構築への取り組みと最初のデモンストレーターの進捗状況に関するフィードバック。乾燥気候におけるモンゴルの対策と適切な技術についての洞察。
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
食品偽装	農作物の検査を追跡し、その産地を検証するための統合されたデータベース
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	

質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。	
分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	気候変動：（将来の気候変動をより深く理解するためのツールとして）過去の気候変動を検討する国家プロジェクトを確立するか、炭素隔離/説明を取り扱うプロジェクトを確立する。
食糧・農業	A	食品の信頼性：研究を実施し、地域データベースを開発する参加国に対して手頃な価格の原子力技術を導入する。
健康問題	A	トレーニングの成果を向上させるための腫瘍学データベース
エネルギー	A	核保障措置とセキュリティ
工業	A	RRU（研究炉利用）: RRU ネットワークを構築し、安定供給を実現する。
その他	―	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	いいえ	―
放射線加工・高分子改質	いいえ	―
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	いいえ	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し

人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	✓	無し
その他	ー	無し

Part 4 : FNCA 賞	
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞	
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。
どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	無し
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー

2. バングラデシュ

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	4	会議の議題は適切であった。
会合の結果	4	全ての参加国にとって励みとなった。
会合の運営	5	素晴らしい。
その他	5	標準に達している。
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
人間の健康と医療の福祉における原子力科学の貢献	無し	
原子力エネルギーとカーボン・ニュートラル	無し	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	バングラデシュのエネルギー資源は限られている。エネルギー安全保障と炭素排出削減のため、次世代原子炉（SMR を含む）は国家エネルギー政策に関連する選択肢である。	
いいえ		
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法で	

	したか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	プレゼンテーションは非常に有益であり、我々にとって役に立つものである。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	SP から得られた情報は、SMR、エネルギーミックス、適切で経済的、効率的かつ効果的な代替エネルギーの使用による炭素排出削減等、次世代原子炉の使用に関して非常に役立つ。
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
医療用の放射性同位体（RI）の需要と生産	第 22 回 MLM（2021 年）でわかったように、医療用の RI の需要と供給のバランスは現在非常に逼迫している。需要と供給の状態をさらに研究し、FNCA が何らかの役割を果たすことができるかどうかについて話し合う価値はあるかもしれない。
次世代原子炉の展望	更なる議論が必要
Part 3：FMCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク（A~C）	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	B	無し
食糧・農業	A	食の安全
健康問題	A	核医学

エネルギー	A	原子力
工業	B	無し
その他	ー	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	中
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	✓	無し
その他	ー	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	
どちらかに✓をつける	コメント	
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、	無し	

FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　　✓	
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー

3. 中国

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	4	無し
会合の結果	4	無し
会合の運営	4	無し
その他	―	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
食品の安全における原子力技術の貢献	照射技術の商業利用は 1990 年代に始まった。それ以来、食品照射は食品の安全性を向上させるためにますます不可欠な手段となっている。もちろん、食品のトレーサビリティ等、いくつかの新しいアプリケーションを研究する必要がある。	
環境保護における原子力技術の貢献	環境保全のため工場排水や医療排水を処理する電子ビーム技術を活用する。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 年スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	無し	
いいえ		
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法で	

	したか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	無し
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	無し
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
食品の安全における原子力技術の貢献	照射技術の商業利用は 1990 年代に始まった。それ以来、食品照射は食品の安全性を向上させるためにますます不可欠な手段となっている。もちろん、食品のトレーサビリティ等、いくつかの新しいアプリケーションを研究する必要がある。
Part 3 : FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	無し
食糧・農業	A	食品の品質と安全性
健康問題	A	無し
エネルギー	B	
工業	C	
その他	－	無し

3-2. 現行 7 プロジェクトの評価

質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	ー	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	ー	無し
その他	ー	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	
どちらかに✓をつける	コメント	
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	無し	
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は	ー	

難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	

4. インドネシア

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	4	これにより、各国は原子力利用活動に関する情報を常に得ることができ、参加国の原子力利用に対処するよう任命された高レベルの管理者はこの情報を認識し、理解する必要がある。
会合の結果	5	特に参加国において高レベルの管理者が関与する場合に、情報の取得に適している。
会合の運営	5	ハイブリッドシステムによって、直接参加することができなかった人々の会議への参加が容易になった。
その他	5	オンライン参加者向けの事前ミーティングの準備。
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
アジア諸国間における標準化された放射線治療カリキュラムの設定	放射線がん治療のための優れた人材を輩出するためには、放射線治療スタッフのための優れたカリキュラムを開発する必要がある。	
公衆へのコミュニケーション	政府が NZE(排出量正味ゼロ)プログラムを支援するために原子力発電の利用をさらに検討していることに伴い、国民へのコミュニケーションも政府が行うべき手段の 1 つである。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		

2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー	
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	現時点では、政府のエネルギー・環境政策に沿って、SMR に関する可能な限り多くの情報を求めている。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	FNCA は、エネルギーと環境に関して、今後の国家政策の中心となる SMR の情報を入手できるフォーラムである。
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
原子力技術の普及	エネルギーと環境に関する現在の政策によい、インドネシアは SMR 建設の普及における最良の可能性を模索している。
安全性とセキュリティ	エネルギーと環境の分野における原子力利用の発展により、安全性とセキュリティは原子力技術利用の発展に伴う主要な懸念事項となるだろう
放射性同位体の製造	診断及び治療のための放射性同位体の利用は、常に保健部門の要件に従う必要がある。
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	

3-1. 原子力技術利用に関する優先分野		
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。	
分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	国家 NZE(排出量正味ゼロ)プログラムの支援
食料・農業	A	食の安全・安心を高める原子力応用
健康問題	A	教育と訓練のための標準化された放射線治療カリキュラムの開発
エネルギー	A	国家 NZE プログラムの支援
工業	B	無し
その他	B	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用	✓	無し

に関する広報活動		
その他	ー	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	
どちらかに✓をつける	コメント	
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	無し	
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー	

5. カザフスタン

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	会議の目的と課題、議題、会議開催のステップが明確に決定されており、FNCA のニーズを満たしていた。
会合の結果	5	最近数年間の FNCA 活動の方向性について共同声明に反映された会議の結果は、それぞれ関連性があり、具体的かつ達成可能であると思われる。
会合の運営	5	MLM は綿密に計画され、効果的に開催された。
その他	―	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
原子力エネルギーとカーボンニュートラル	原子力エネルギーの開発は、カーボンニュートラル政策の達成に大きく貢献することができる。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	カザフスタンは独自の原子力発電所を建設するかどうかを決定する瀬戸際に立っている。高出力の原子炉は有望なプロジェ	

	クトと考えられている。一方、SMR はそのユニークな特性により、実装される可能性が十分にある。
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
放射線技術による建物インフラの予防診断を含む緊急時への備えと対応（EPR）	原子力施設または放射線施設を保有する国は、EPR を実際的に理解し、起こり得る事故に備える必要がある。それらの施設の立地地域の位置によっては国境を越えた問題となる可能性があり、近隣諸国との広範な協力が必要となる。また、建築インフラの予防診断を行うことも放射線技術が活躍する大きな機会の 1 つである。
核セキュリティ（サイバーセキュリティを含む）強化のための協力	核・放射能テロの脅威は国際社会において常に進化しており、核セキュリティの維持は共通の利益のための重要な課題となっている。4 月に開催された核セキュリティサミット 2016 には、FNCA 加盟 10 ヵ国が出席した。最近のウクライナへの軍事介入により、緊急事態下における核安全保障への注目がさらに高まった可能性がある。
次世代原子炉の展望	原子力発電の役割と責任は、カーボンニュートラルやエネルギーミックスの計画に基づいていくつかの国で見直されています。SMR の技術開発の現状と将来展望については、現時点で検討する価値があるかもしれない。

Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）		
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野		
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。	
分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	放射性廃棄物の分類と管理の分野における国家政策
食糧･農業	A	・食品照射 ・不妊虫技術（人工的に不妊化した害虫を放して、害虫を駆除する技術）
健康問題	A	病気の診断と治療における核技術と放射線技術の応用：陽電子放射断層撮影法、放射線療法、血漿交換や医療診断における血液濾過、微生物叢からの洗浄による医薬品用のトラックエッチング膜
エネルギー	A	原子力インフラの整備・強化：原子力計画の開発問題と原子力発電所の建設資金問題、法規制基盤の整備、有能な人材の育成
工業	A	産業用放射性同位体の製造
その他	―	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	いいえ	中
放射線加工･高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	いいえ	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全･廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ･保障措置	はい	高

3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	ー	無し
その他	ー	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	
どちらかに✓をつける	コメント	
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。 ✓	無し	
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー	

6. 韓国

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	会議では全ての議題について議論された。
会合の結果	5	議論の対象となる全てのトピックは慎重に選択された。
会合の運営	4	オンライン会議中は軽微な技術的問題を除いて大きなトラブルはなく、FNCA 事務局のおかげで会議のプロセスは綿密に計画された。
その他	－	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
人間の健康と医療の福祉における原子力科学の貢献	このテーマはアジア及び太平洋地域にとって極めて重要であり、FNCA 参加国間の協力により、多くの成果が得られているため、次の MLM に適している。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 年スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	韓国は小型モジュール型原子炉（SMR）の開発への取り組みを強化する予定である。次世代炉に焦点を当てた SP2023 への参	

	加は、SMR に関する近隣諸国の考えや計画を知る貴重な機会となった。 議論から得られた知識は、SMR 開発に関する韓国の国家政策に組み込まれる予定である。
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	SP の形式は、各セッションの特定のトピックとともに非常にわかりやすく、有意義な議論を促進するものであった。各国の SP 対応への準備に関係なく、次世代原子炉に対して、全ての国の興味を効果的に引き出したことから、綿密な計画が盛り込まれたことは明らかだった。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
緊急時への備えと対応（EPR）	国境を越えた原子力施設事故の緊急事態に迅速に対応するには、アジア諸国間の経験の共有と議論が重要であると考える。
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	気候変動に対処するための原子力技術の役割の重要性について
食料・農業	B	無し
健康問題	A	アジア及び太平洋地域におけるがんの制御と治療能力の強化
エネルギー	A	クリーンエネルギーによるカーボンニュートラルの実現に向けて
工業	B	無し
その他	―	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	いいえ	―
食品産地偽装防止	いいえ	―
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	いいえ	―
核セキュリティ・保障措置	はい	中
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	―	無し
人材育成と訓練の改善	―	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	―	無し
その他	―	無し
Part 4 : FNCA 賞		

4-1. 2022 年度分の FNCA 賞	
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。
どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	無し
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー

7. マレーシア

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	十分である
会合の結果	4	素晴らしい
会合の運営	4	良い
その他	―	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
原子力教育と国民の受容	我々の地域内の原子力に対する受入レベルはかなり低く、原子力発電所の利用活動に影響を与える可能性がある。この点に関して知識を共有し、推し進めるべき題材を見つけ、原子力関連のコミュニケーションに関する訓練を行うことは、全ての参加国にとって有益である。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 年スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい		
いいえ　✓	エネルギーミックスに原子力を含める政策はない。	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？	

どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	無し
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
将来の原子力発電における安全性	事故シナリオにおける安全性の側面を含めて、将来の原子力発電用原子炉の炉心を設計する際の新しい要件を考慮する。
文化遺産の特性評価と保存のための放射線加工の応用	放射線加工は、文化遺産の保存への応用に大きな影響を与える。紙や木の物体を保存する新しい方法が開発される可能性があり、この技術を共有することで参加国での放射線加工の利用が強化され、また、影響の大きい用途でのこの技術の多様な使用が促進される可能性がある。

Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）		
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野		
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。	
分野	ランク（A~C）	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	畜産に起因する炭素とバイオハザードを実質ゼロにする。
食料・農業	A	食料安全保障、食品の安全性、食品廃棄物
健康問題	A	中性子を生成する医療機器の線量測定

エネルギー	B	無し
工業	B	無し
その他	―	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	✓	広報活動は他のチャネルと併用して行われているため、これはそれほど明確ではない。
その他	―	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	
どちらかに✓をつける	コメント	
プロジェクト活動が何らか	優れた成果が評価される優れたプロジェクトを奨励する。	

の形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　　✓	
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー

8. モンゴル

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	アジェンダは目的に沿って正しく設定されている。
会合の結果	5	各国は情報を受け取り、このテーマについて意見を交換することができた。
会合の運営	5	対面かつオンラインで開催することで、より参加しやすくなる。
その他	－	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
Rays of Hope	Rays of Hope の傘下では、あらゆる健康問題のテーマが参加国にとって有益である。	
ジェンダーバランスを考慮した原子力科学技術分野における人材育成（HRD）の強化	のテーマは、男女のバランスと平等を実現する方法、学んだ教訓、その分野での経験に関する詳細な情報を得るのに役立つ可能性がある。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	その話題は我が国の国家政策に関連したものであった。	

いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	発表後のディスカッションの時間をもっと取った方が良いと思う。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	我々は GIF だけでなく、政策や新型炉の開発に関する参加国の状況について有益な情報を入手した。
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
医療用のための放射性同位体(RI)の需要と生産	MLM2021 でわかったように、医療用 RI の需要と供給のバランスは現在非常に逼迫している。医療用の RI の需要と供給のバランスは現在非常に逼迫している。需要と供給の状態をさらに研究し、FNCA が何らかの役割を果たすことができるかどうかについて話し合う価値はあるかもしれない。
原子力エネルギーと仮想現実、デジタル技術、AI 等の先端技術	緊急施設への仮想現実の適用、AI による部品故障予測等のデジタル技術アプローチの先端技術を原子力システムに組み込むことで、システムの安全性と公共の安全を向上させることができる。
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	水資源管理:地下水は、モンゴルの飲料及び経済部門の主要な水源の 1 つである。モンゴルの水消費量の 70%以上は、再生可能及び非再生可能帯水層の両方によって供給される。気候変動は、降水パターンの変化、洪水、干ばつ等により、水の質と量にも大きな影響を与える。地球温暖化の影響で、大きな湖や川の水位や流量が大幅に減少している。地下水資源は都市部及び農村部の人口及び農業への主な水供給源であり、特にモンゴル、ゴビ地域の生態系の平衡を維持しているため、ウラン浸出の利用において地下水の保護は環境及び社会経済上の主要な懸念事項である。
食料・農業	A	照射施設 : 冬場に保管する食料品の賞味期限を延ばすために、放射線照射を利用する事を考えており、食料農業軽工業省は照射施設の建設や技術研究及び方法論における経験が重要であると考えている。照射施設の導入により、農家の経済的負担が軽減されるだけでなく、冬場の野菜の輸入量も減り、地元農家の作物を春まで利用できる機会が提供される。
健康問題	B	無し
エネルギー	A	原子力エネルギー利用の可能性の検討 : 政府は「モンゴルにおける原子力利用の可能性を検討する」との指示を出した。この作業部会を支援するためには、モンゴルに適切な原子炉技術を検討し、安全保障等の技術的要件を検討する必要がある。
工業	A	TD (Nuclear Technology Detection) 方法論の改善 : モンゴルでの製油所の建設に伴い、プラントの品質管理に NTD の使用が必要になり、品質管理の能力が必

		要である。この点において、モンゴルは少なくともレベル III までの人的資源を準備し、ベースラインを開発し、NTD の品質保証スキームを適切に組織するという目標に取り組んでいる。したがって、参加国の NTD の方法論、特に教師の研修能力、経験を学び、研究に参加し、研究者や医師を養成する能力を改善する必要がある。
その他	ー	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	興味あり	高
放射線治療	はい	中
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	中
核セキュリティ・保障措置	はい	中
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	✓	無し
その他	ー	無し
Part 4 : FNCA 賞		

4-1. 2022 年度分の FNCA 賞	
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。
どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	無し
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。	ー

9. フィリピン

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	4	無し
会合の結果	4	無し
会合の運営	4	無し
その他	―	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
「産業」への応用に焦点を当てた放射線技術の民間企業との連携	研究用原子炉や加速器、分析機器等の放射線技術利用に関して関係民間企業との相互活動は、研究開発における成果の普及やフィードバックを得ることによるさらなる技術の向上に効果的である。	
ジェンダーバランスを考慮した原子力科学技術分野における人材育成（HRD）の強化	原子力科学技術分野における人材育成の推進・再構築に向けた全体的な方針・方向性と具体策（取り組むべき分野、講ずべき施策等）について話し合う価値がある。	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	現在、フィリピンはエネルギーミックスの一環として原子炉を導入することを真剣に検討しており、 SMR が検討されてい	

	る。
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	最初に専門家のプレゼンテーションがあり、次に参加国の事例紹介という形式は非常に有益だった。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	SMR の現状について
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
医療用のための放射性同位体（RI）の生産と需要	PNRI は現在、施設を建設中であるが、新しい核医学プログラムに着手しているため、このテーマはフィリピンに役立つだろう。
次世代原子炉の展望	これは我が国にとって非常に関連性の高いテーマである。SMR 以外にも、次世代炉に関する情報も参考になると思う。
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	安定同位体技術の環境への応用
食料・農業	A	突然変異育種における原子力科学の応

		用における最新の開発
健康問題	A	核医学の最新動向
エネルギー	A	次世代原子力発電所
工業	A	産業における放射線加工または安定同位体の応用
その他	―	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	―	無し
その他	―	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。	

どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。	ー
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。　✓	無し

10. タイ

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	議題が適切に整理され、会議への関与と参加が促進される。
会合の結果	5	会議は、将来の行動計画並びにその決定を含め、生産的かつ効果的である。
会合の運営	5	これは生産的なコラボレーションであり、よく組織されており、会議の成果を達成することに重点が置かれている。
その他	－	
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
原子力エネルギーとカーボンニュートラル	SMR と核融合技術を含む原子力エネルギーの将来	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	タイにとって SMR は大気中に有害な排出物を削減するための代替エネルギーと考えられている。SMR の利点は次の通りである。 - 頼もしいパワーである。	

	- クリーンなエネルギー源である。 - 安全機能を備えた小さな設置面積を使用する。 - タイ政府は発電用のハイブリッドエネルギーシステムを支援している。
いいえ	
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法でしたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	専門家による会議の目的の達成、会議の成功、生産的な議論とその成果を促進する技術的な知識、経験、直感を共有できることから、SP の形式は効果的である。
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　✓	SMR の設計は、既存の原子炉と比較して、ASEAN 諸国に展開できる効率性、経済性、柔軟性、ビジネスエコシステムを備えている。
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
研究炉の応用	マーケティングを含め、長期的な持続可能性のための戦略計画を策定する。 施設の現状と潜在的な能力を評価する。
研究炉の老朽化管理	研究炉の老朽化に対する安全性を管理するには、研究炉の耐用年数を通して SSC（系統、構築物、機器）の完全性と機能的能力を確保するため、安全性に重要とされる SSC 劣化のモニタリング、予測、適切な検出と緩和といった効果的な管理プログラムの導入が必要である。
核融合技術	FNCA 参加国で利用可能な研究とインフラや核融合技術の現状を

	議論すること。参加国における研究者育成を支援し、核融合研究のコラボレーションを促進するプログラムを開発すること。	
気候変動緩和における原子力技術の役割（非電力用途）	気候変動の影響や原因を調査し、様々な側面で気候変動の影響を緩和するための原子力、放射線、同位体技術の利用に関する戦略的方向性について議論する。例えば、PM2.5 の発生源を特定するための原子力技術の使用や、環境に優しい材料の作成における放射線加工の応用等である。	
Part 3：FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）		
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野		
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。	
分野	ランク(A~C)	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	A	・最小限の GHG（温室効果ガス）排出量と環境におけるその持続可能性の向上 ・プラスチック廃棄物のリサイクル/アップサイクル/マイクロプラスチックによる海洋汚染の監視 ・原子力及び関連分析技術を使用した大気の質及び環境影響評価 ・気候変動の影響を研究するための同位体技術の利用
食糧･農業	A	・害虫駆除や植物、特に穀物や経済的園芸作物における突然変異とその多様性を通しての生産物の品質向上 ・天然ポリマー（キトサン、デンプン等）を、農業への応用にとって価値があり、かつ有益な製品（植物成長促進剤、超吸収剤）に変換する有望な技術としての放射線 ・核技術と同位体技術を使用した食品の認証、産地、異物混入検知の研究
健康問題	A	・診断及びがん治療のための同位体製造

		・子供の栄養失調に対する介入の開発及び監視
エネルギー	A	・今後の発電量を考慮した電源開発計画 ・カーボンニュートラルをサポートするSMR テクノロジーの探求
工業	A	滅菌と消毒、産業プロセスの最適化、汚染レベルの測定、文化遺産の保存、工業用放射線撮影と放射性トレーサー（指示薬）
その他	—	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	FNCA プロジェクトは、特にタイの研究者によって実施されてきた原子力技術に関する研究プロジェクトを補完する。FNCA を介した情報交換と知識の共有は、タイでの研究開発プロジェクトを進める上で非常に役立ち、プロジェクトリーダーや研究者が新しい情報を入手し、他の人から技術的知識と個人的な経験の両方を知る機会を提供する。さらに、

		FNCA の協力を通じて新しい研究アイデアやプロジェクトを形成することもできる。
人材育成と訓練の改善	✓	・タイの研究者及び関係職員は、FNCA 活動を通じて洞察力と知識を向上させることができる。 ・文部科学省事業の下での人材育成、研修の改善
技術と知見の共有	✓	研究プロジェクトを実施するには、技術情報、専門知識、その他の知識の共有が重要である。FNCA は、関連分野の専門家や研究者が互いに協力するために集まっているプラットフォームである。
情報共有（ネットワーク化）	✓	専門家や研究者間による実験結果の比較や技術的協議という点で、ネットワーキングや国際協力はプロジェクトを成功させるために最も重要な側面の１つである。
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	－	無し
その他	－	無し

Part 4 : FNCA 賞	
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞	
質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。
どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。　✓	過去 6 ヵ月の間に、様々な分野で状況はますます良くなってきている。在宅勤務政策や渡航制限が各国で解除された。活動や多くのことが月を追うごとに通常の状態に戻りつつある。したがって、FNCA 賞が戻ってきて、その主な目的を継続することは理にかなっている。
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざ	－

るを得ない。	

11. ベトナム

Part 1：第 23 回 MLM（2022 年）のレビューと第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
1-1. 第 23 回 MLM（2022 年）のレビュー		
質問 1	MLM の妥当性、有用性、品質をどのように評価しますか？各項目を 1 から 5 までランク付けし、コメントしてください。(1=非常に貧弱、2＝貧弱、3=平均、4＝良い、5＝非常に良い)	
レビュー項目	ランク(1～5)	コメント
会合の議題	5	無し
会合の結果	5	無し
会合の運営	4	無し
その他	—	無し
1-2. 第 24 回 MLM（2023 年）への準備		
質問 2	2023 年の第 24 回 MLM で推奨するトピック、トピックの分野がありますか？簡単なコメントと共にお願いします。 これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。	
推奨するトピック、テーマ分野	コメント	
原子力とカーボンニュートラル	原子力は再生可能エネルギーと共にカーボンニュートラル社会の実現にどのように貢献できるのか？	
「産業」への応用に焦点を当てた放射線技術の民間企業との連携	研究炉や加速器、分析機器等の放射線技術への利用に関して、関係民間企業と相互活動をすることは、研究開発における成果の普及やフィードバックを得ることによるさらなる技術の向上に効果的である	
Part 2：2023 スタディ・パネルのレビューと 2024 スタディ・パネルの準備		
2-1. 2023 スタディ・パネルのレビュー		
質問 3	スタディ・パネルで取り上げられた「SMR を含む次世代炉の展望」は、貴国や地域の政策に関連していましたか？	
どちらかに✓をつける	コメント	
はい　✓	無し	
いいえ		
質問 4	スタディ・パネルの形式（様々な国際的な専門家による発表や国別報告書等）は課題を検討するにあたり、有効な方法で	

	したか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	無し
いいえ	
質問 5	スタディ・パネルから有益な情報を入手できましたか？
どちらかに✓をつける	コメント
はい　　✓	無し
いいえ	
コメント	無し
2-2. 2024 スタディ・パネル及びそれ以降の課題	
質問 6	2024 年のスタディ・パネル及びそれ以降に対してどのようなテーマやテーマ分野を推奨しますか？ これまでに提案/新たに提案されたテーマから、選択してもかまいません。
推奨するテーマ	コメント
医療用途のための放射性同位体(RI)の需要と生産	MLM2021 でわかったように、医療用 RI の需要と供給のバランスは現在非常に逼迫している。需要と供給の状態をさらに研究し、FNCA が何らかの役割を果たすことができるかどうかについて話し合う価値はあるかもしれない。
次世代原子炉の展望	原子力発電の役割と責任は、カーボンニュートラルやエネルギーミックスの計画に基づいて、いくつかの国で見直されている。 SMR の技術開発の現状と将来展望について現時点で検討する価値があるかもしれない。
Part 3 : FNCA 活動への一般的な質問（定期的なレビュー）	
3-1. 原子力技術利用に関する優先分野	
質問 7	下記の原子力技術利用の 5 分野は貴国にとってどの程度重要ですか？A=高、B=中、C=低から各分野をランク付けし、その分野で興味のあるテーマを指定してください。

分野	ランク（A~C）	A ランクの分野において興味があるテーマ
環境	B	無し
食糧・農業	A	農業の発展のための地球温暖化対策（核

		技術の活用）
健康問題	A	原子炉・加速器による医療用放射性同位体の製造と需要
エネルギー	A	SMR を含む次世代原子炉の展望
工業	A	・コンピュータ断層撮影法（CT）及び原子力関連技術の産業への応用 ・産業への応用に焦点を当てた放射線技術における民間部門との協力
その他	－	無し
3-2. 現行 7 プロジェクトの評価		
質問 8	現行、FNCA プロジェクトは 7 件あります。貴国がプロジェクトのメンバーであるかどうか（はい／いいえ／興味あり）を示し、次に、貴国における優先順位を評価して下さい。 はい/いいえ/興味あり	
放射線育種	はい	高
放射線加工・高分子改質	はい	高
食品産地偽装防止	はい	高
放射線治療	はい	高
研究炉利用	はい	高
放射線安全・廃棄物管理	はい	高
核セキュリティ・保障措置	はい	高
3-3. FNCA の一般機能		
質問 9	貴国にとって FNCA の重要な役割や機能は何ですか？	
機能	チェック欄	コメント
研究開発プロジェクトの推進	✓	無し
人材育成と訓練の改善	✓	無し
技術と知見の共有	✓	無し
情報共有（ネットワーク化）	✓	無し
FNCA を通した原子力利用に関する広報活動	✓	無し
その他	－	無し
Part 4 : FNCA 賞		
4-1. 2022 年度分の FNCA 賞		

質問 10	2020 年度以降、FNCA 賞は COVID-19 流行のため延期されています。2022 年度分の FNCA 賞を第 24 回大臣級会合（2023 年）で設けるか否かについて意見をお聞かせ下さい。
どちらかに✓をつける	コメント
プロジェクト活動が何らかの形で行われている間は、FNCA 賞を通常通りに設けるべきだ。	ー
昨今の状況下では昨年のようにフェアな評価や比較は難しい。よって賞は延期せざるを得ない。✓	無し

III 第 23 回コーディネーター会合事前調査

第 23 回 FNCA コーディネーター会合の開催に先立ち、文部科学省が実施する FNCA の個別プロジェクトの概況を把握し、会合における議論に資するため、実施状況・当該年度の成果・今後の計画等について FNCA 各プロジェクトの実施状況調査を行った。

文部科学省が実施している FNCA 活動（ワークショップ、国内会合等）実績や日本プロジェクトリーダー（PL）からの聞き取りを基にまとめたものであり、「(8)今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携」は、PL に聴取したものである。また、食品偽装防止プロジェクトについてはオーストラリアの PL から聴取した。

調査項目は、以下に示す通りである。なお、食品産地偽装防止プロジェクトについては 2022 年度、2023 年度は準備期間とされているため、調査項目が一部変更になっている。

(1) 本フェーズ年
(2) 本フェーズの活動目標
(3) 本フェーズの活動概要
(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み
(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）
(6) 2022 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数
(7) FNCA 活動として取り組む価値と実現可能性
(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）
(9) 課題

1. 放射線育種プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2018 年度～2023 年度

(2) 本フェーズの活動目標

「気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種」が本フェーズのテーマである。前フェーズでは、気候変動に対する対抗策として、生物的・非生物的ストレスに耐性を有する新品種の育成を主な目的としてきたが、本フェーズではそれらに加えて栽培体系そのものを改善する方策、すなわち資源低投入を主眼とした環境に負荷をかけない農業システムを構築することを目指す。気候変動が人類の存続を左右する大きな課題となっている中、特に主要作物について、低投入で妥当な収量をあげる持続可能型農業を達成することは世界的に重要である。

(3) 本フェーズの活動概要

- 前フェーズまでの活動成果を基に、各国においてニーズの高い主要作物を対象とし、低投入条件への適応性や環境ストレス耐性を主な目標とし、窒素利用効率の向上や根系等にも焦点を置いて研究を進めている。
- 突然変異原として、ガンマ線、電子ビーム、イオンビームを利用し、イオンビームの利用については、引き続き日本（量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所）が照射協力を行っている。
- 同じ突然変異育種分野での活動を行っている国際原子力機関（IAEA）と、原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）と情報交換を中心とした連携を図っている。

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

- 2022 年のワークショップは対面とオンラインを併用したハイブリッド形式でタイのバンコクにおいて開催した。
- ワークショップでは、「気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種プロジェクト」について、各国からの進捗状況の発表と質疑応答及び議論が行われ、低投入の持続可能型農業が全ての参加国において非常に重要な課題であることを確認した。また、参加国間のさらなる協力の可能性についても議論が行われ、高速フェノタイピングや次世代シーケンサーによるゲノム解析等が参加国間のコラボレーションを深める方法の 1 つとして紹介された。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

ガンマ線やイオンビーム照射等を利用して作出した多くの新品種がリリースされた（インドネシア（ダイズ 4 品種、イネ 2 品種）、中国（イネ 3 品種）、バングラデシュ（イネ 2 品種）、ベトナム（ダイズ 1 品種、イネ 1 品種）、日本（イネ 1 品種）等）。これらの品種は、多収やストレス耐性等に優れたものであり、本フェーズの目的である「低投入の持続可能型農業」に貢献する。

特にマレーシアで作出されたイネ品種 NMR152 の特性が極めて優れていた上に、政府機関や民間企業と連携した普及活動の努力が実り、大きな経済的・社会的効果をもたらしている。

(6) 2022 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 2 月 21 日～2 月 23 日	
開催地	タイ・バンコク（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	60	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	1
	中国	1
	インドネシア	5
	カザフスタン	プロジェクト不参加
	韓国	1
	マレーシア	3
	モンゴル	2
	フィリピン	2
	タイ	35
	ベトナム	1
	日本	9
オープンセミナー参加者数（名）	50	

(7) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

突然変異育種は原子力技術の平和利用における重要な分野であり、アジア各国で同分野の第一線の研究者が交流を図ることは、FNCA の趣旨に沿った活動である。加えて、変異導入手段として日本発祥であるイオンビーム育種技術の活用を支援していることは、日本が主導する枠組みとして相応しい。気候変動が人類の存続を左右する大きな課題となっている中、特に主要作物について低投入で妥当な収量をあげる持続可能型農業を達成することは世界的に重要であり、時宜に適うものである。本活動の成果は、実用品種が生む経済効果という「目に見える成果」で示されており、アジア地域における我が国のプレゼンスを高めるものである。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 多くの有望な変異体が各国で得られており、新品種としてのリリースが期待される。特に、在来系統を母本とした新品種による「低投入の持続可能型農業」への貢献に期待する。
- NMR152 が良い例となり、普及活動の重要性が再認識され、既にリリースされた品種の普及の促進が期待される。
- イオンビーム誘発変異の DNA レベルでの特徴に関する研究が、日本、韓国及び中国で進み、ガンマ線との違いが明確になってきた。ガンマ線とイオンビームの違いに関してさらに明確なデータが得られると期待される。

(9) 課題

各国の参加メンバーが固定化している傾向があり、さらなる発展のためには人材交流を活発にする必要があるため、例えば、オープンセミナーを関連学会と連携して開催することで、FNCA の成果を広く発信すると同時に研究コミュニティーの輪を広げられる可能性がある。また、ワークショップ開催国が同国内の関連研究者をワークショップに招聘できる予算措置をとることも有効である。

さらに、ワークショップにおいて、FNCA に関連する研究活動に直結した視察を充実させることで、さらに密に情報交換が進み、新たなアイデアも生まれると考えられる。状況に応じてプログラムにハンズオントレーニングを取り入れることも検討する。

電気料金の高騰等が理由で、量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所におけるビームタイム（照射時間）に制限がある（2023 年度は照射時間が提供されない）。

2. 放射線加工・高分子改質プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2022 年度～2024 年度（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

電子線やガンマ線等を利用した放射線加工の広範な活用を通じて、農業・環境・医療分野における新製品の開発と実用化を推進する。

(3) 本フェーズの活動概要

第 7 フェーズでは、以下 8 つの研究開発テーマに沿った研究開発活動を実施し、ワークショップでは各国の進捗状況に応じて年毎にいくつかのテーマを選択して研究開発報告を行う。

1) 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
2) ハイドロゲルの医療応用
3) 環境修復
4) 植物生長促進剤、超吸収材及びバイオ肥料の相乗効果
5) 植物生長促進剤及び超吸水材（プロセス開発含む）
6) ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種
7) 放射線による滅菌及び浄化
8) リサイクルプラスチック

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

2022 年度のワークショップは、3 年ぶりの対面とオンラインを併用したハイブリッド形式で、高崎において開催した。ワークショップでは、バイオ肥料分野における進捗報告と高分子改質分野における進捗報告がそれぞれ行われた後、上記にある 8 つの研究開発テーマごとに分かれて議論が行われた。また、8 つの研究開発テーマの将来計画についても議論が行われた。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

第 6 フェーズ（2018～2021 年度）では、参加各国のニーズに基づいて選出した、下記 7 つの研究開発テーマについて成果の情報交換を行うと共に、各テーマの今後の方策をグループ討議により明確化して活動を進めてきた。主な成果は以下の通りである。

1. **放射線分解したキトサンの動物飼料応用：**バングラデシュでは、ブロイラー鶏の飼料にオリゴキトサンを給与することで、成長が促進されることが確認されている。インドネシアでは、鶏、魚、エビ、牛等様々な動物に対するオリゴキトサンの効果を調べた結果、細胞損傷を防ぎ、脂質の恒常性を調節する効果があることを明らか

にした。ベトナムでは、ガンマ線照射により作製したセレンナノ粒子が、エビの腸炎ビブリオによる感染症に対して効果を発揮することを明らかにした。その効果はナノ粒子の含有量の増加とともに増加し、1～2 mg/kg の濃度範囲で最も高い効果が得られた。2 mg/kg の SeNPs を与えたエビの成長率は 11 %、生存率は 29.2 %増加した。

2. **ハイドロゲルの医療応用：**フィリピンでは、放射線架橋によるハイドロゲル止血材のプロトタイプの開発を行った。さらに、臨床試験と生産規模拡大のための新規プロジェクトが承認された。日本では、先進医療に向けた天然高分子からの細胞応答を解析・制御するために、新しい 3 次元細胞培養材料を開発した。さらに、放射線技術を利用したより安全な MRI 診断のためのナノ粒子型センサーを開発した。
3. **環境修復：**インドネシアでは、バイオレメディエーションのための微生物固定化技術の向上試験を進めている。いくつかのバティックや繊維産業での応用が進行中である。日本では、放射線抵抗性細菌におけるセシウム蓄積メカニズムを解析した。ベトナムでは、繊維排水中のアゾ染料残渣を電子線照射と生物学的処理を組み合わせて大規模な処理試験を実施している。
4. **植物生長促進剤（PGP）、超吸水材（SWA）、及びバイオ肥料（BF）の相乗効果：**インドネシアや日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイでは、様々なバイオ肥料製品、植物成長促進剤、超吸水剤について、植物の成長、土壌の健康状態の改善、作物収量の増加、化学肥料の使用量の最大 50 % 削減といった大きな効果があるという結果が得られている。一部の製品はすでにライセンスや商業化され、民間企業に移管されている。
5. **植物生長促進剤（PGP）及び超吸水材（SWA）（プロセス開発を含む）：**マレーシアでは、「植物成長促進剤としての核マレーシア放射線分解キトサン（NM-オリゴキトサン）の調製手順」（No. CRLY2022W02283）が登録された。モンゴルでは、液体根粒菌肥料が小麦の穀物収量を 25～33 %、種芋の収量を 42.3～45.6 %、野菜作物（人参、玉ねぎ、トマト、ピーマン等）の収量を 22～50 % 増加するという結果が得られている。フィリピンでは、最適な配合の PAA/Starch 超吸収剤を開発し、ポットテストとフィールドテストで有効性を証明した。コスト・ベネフィット分析を実施した。
6. **ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種：**マレーシアでは、Acinetobacter sp にガンマ線（100～500 Gy）を照射し、M100 変異体からリン酸可溶化（pqq）遺伝子を単離した。日本では、枯草菌胞子を用いたイオンビーム及びガンマ線照射による変異の特性評価を行い、イオンビームはガンマ線よりも大きな突然変異を誘発する可能性があることを示した。ベトナムでは、セルラーゼを安定的に生産する Trichoderma（T.koningiopsis VTCC 31435 及び T.reesei VTCC31572）株を選択

し、300～2,500 Gy のガンマ線照射を行い、スクリーニングの結果から、5 つの変異体が確認された。

7. **ガンマ線照射によるバイオ肥料用キャリア滅菌：**マレーシアでは、発酵残差がバイオ肥料の新しい担体として提案された。発酵残差は 10 kGy から 50k Gy の線量で滅菌処理され、50 kGy 照射で完全に滅菌されていることが確認された。フィリピンでは、Bio N 微生物担体の持続的な生産のために、大規模生産で 20kGy のガンマ線滅菌試験を実施している。タイでは、バイオ肥料を生産する微生物に対し、25 kGy のガンマ線による新しい担体(ユーカリ殻)が適していることを明らかにした。

その他

・ 文部科学省の研究者育成事業を利用して、参加国より若手研究員を受け入れて、直接的な知見や技術の共有・高度化を進めると共に、人材育成に貢献した。

(6) 2022 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2022 年 11 月 28 日～12 月 2 日	
開催地	日本・高崎（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	32	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	1
	中国	2
	インドネシア	2
	カザフスタン	1
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	2
	モンゴル	2
	フィリピン	2
	タイ	2
	ベトナム	2
	日本	16
オープンセミナー参加者数（名）	50	

(7) FNCA 活動として取り組む価値

放射線加工・高分子改質プロジェクトでは、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けて参加各国が自国のニーズに基づき放射線を利用した研究開発を進めている。参加各国は自国で入手可能な天然資源を活用し、農業分野のみならず工業、医療、環境分野における広範な応用テーマを課題として実用化に取り組むことで、今後も継続した成果が期待できる。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

対面あるいはオンラインを併用したハイブリッド形式で進捗状況を報告する形式でワークショップを開催し、以下の 8 つの研究開発テーマに沿った研究開発活動を実施し、各国の進捗状況に応じて年毎にいくつかのテーマを選択して研究開発報告を行う。

1) 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
2) ハイドロゲルの医療応用
3) 環境修復
4) 植物生長促進剤、超吸収材及びバイオ肥料の相乗効果
5) 植物生長促進剤及び超吸水材（プロセス開発含む）
6) ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種
7) 放射線による滅菌及び浄化
8) リサイクルプラスチック

(9) 課題

本プロジェクトは、2018 年にバイオ肥料プロジェクトとの統合があったため、各国の研究課題や進捗状況（研究段階から既に実用化達成まで）が多種多様である。カントリーレポートによる情報交換や、各テーマに参加者が分かれて行うグループ討議は効率的なプロジェクト推進に不可欠であるが、全ての研究課題を議論するために十分な招聘旅費が確保できていない。オンラインを併用することもできるが（ハイブリッド形式)、オンラインでの参加では議論に十分な時間をとることができない。テクニカルビジットは現場のみで得られる貴重な情報が多いが、オンライン参加者はその情報を共有することができない。

3. 食品産地偽装防止プロジェクト

(1) 準備期間：2022 年度～2023 年度
第 1 フェーズ年：2024 度年～2026 年度

(2) 準備期間及び第 1 フェーズの活動目標
2022 年 6 月開催の FNCA コーディネーター会合において、「食品産地偽装防止プロジェクト」と題する新規のプロジェクトを 2022 年度よりスタートさせることが合意された。オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）が主導する本プロジェクトは、食品サプライチェーンにおける産地偽装事例を抑止するために、FNCA 加盟国で利用可能な原子力技術を使用した食品産地調査技術プラットフォームを構築することを目的としている。

(3) 2022 年度の活動概要（準備期間 1 年目）と具体的取り組み
2022 年 12 月 19 日にオーストラリアの主導で、本プロジェクトの準備期間 1 年目の最初となるワークショップがオンラインで開催された。本ワークショップには FNCA 参加国から 6 ヵ国が参加し、ANSTO のデバシシュ・マズムデール氏が司会を務めた。会合の議長は、ANSTO の国際協力プログラムディレクターであるアラン・ブリンデル氏及び ANSTO の水リサーチ・マネージャーであるパトリシア・ガッド氏が務めた。
本プロジェクトの中心人物である ANSTO のマズムデール氏が、今後 4 年間のマイルストーンと作業計画の概要を述べた。また、本ワークショップにおいて日本の和田智明コーディネーターがこのプロジェクトの意義を紹介した。

(4) 2022 年度の成果の発信（世界各国への成果の公表）
FNCA ウェブサイトにプロジェクト概要とワークショップの結果を掲載した。また、FNCA ニュースレターにも本プロジェクトが紹介された。

(5) 2022 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2022 年 12 月 19 日	
開催地	オンライン	
参加者数（名）	18	
参加者内訳	オーストラリア	6
	バングラデシュ	0
	中国	0
	インドネシア	3
	カザフスタン	0
	韓国	0

	マレーシア	0
	モンゴル	0
	フィリピン	1
	タイ	2
	ベトナム	1
	日本	5
オープンセミナー参加者数（名）	―	

(6) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

本プロジェクトは、FNCA 参加各国と協力して、サプライチェーンとその支援事業、FNCA 参加国間の取引における詐欺行為を減らすために、地域フィンガープリント・データベースを開発することを目的としている。

世界の食糧生産においてアジア諸国は重要な役割を果たしており、食品の輸出入を行うことで経済成長を支えている。食品サプライチェーンは、多数の関係業者が存在し複雑に絡み合っているため、全ての関係者が誠実か、プロトコールに従っているかを確認することは困難である。それゆえ、原産地を特定することが難しく、食品産地偽装の不正が引き起こされる可能性が高くなっている。また、食品産地偽装は、人の健康や食品産業の持続性に悪影響を与え、消費者からの信頼を損ねる可能性がある。したがって、食品の産地を特定する技術は、消費者の安全と食品産業の持続性を確保し、食品サプライチェーンの透明性を高めるために非常に重要である。本プロジェクトでは、サプライチェーンにおける不正行為を抑止するために、FNCA 参加国間で放射性同位体及び核分析技術を使用して食品の産地を特定する技術プラットフォームを確立するための研究を行うことを目的としている。

(7) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

準備期間の 2 年目である 2023 年度は、食品の来歴に関する知識を共有し、その知識のギャップの特定、分析要件の評価、マイルストーンの作業計画作成のためのプロジェクト会議/ワークショップを開催する。また、分析対象食品の選択を終わらせ、分析フレームワークを確立する。対象食品の指紋データベースの使用に関する参加国間のパートナーシップ協定を策定する。

本プロジェクトの第 1 フェーズ（2024 年度～2026 年度）の活動計画では、サンプルの収集と分析、レポート、科学出版物、データベースの開発とテスト、データベースと環境・社会経済・地域開発の枠組みとの連携、持続可能な発展、新しいプロジェクトのクロージングと開発等々を実行計画としている。

また、マズムデール氏が、2023 年 5 月に国際原子力機関（IAEA）副事務局長 Hua Liu 氏が ANSTO を訪問した際に本プロジェクトを紹介したところ、IAEA はアジア太平洋諸国との大規模な協力という観点から本プロジェクトに大きな関心を持っていた。

現時点では RCA との連携は考えていない。

(8) 課題

CFF プロジェクトへ、参加国からの PL や連絡担当者を選出する必要がある。現段階では各参加国において CFF プロジェクトの実施に誰が責任を負うのかはまだ不明である。また、分析設備に関する技術サポートについては、今後のプロジェクト会議で議論される予定である。

4. 放射線治療プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年～2023 年（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 現行の臨床試験（子宮頸がん：CERVIX-V、上咽頭がん：NPC-III、乳がん：BREAST-I）の症例登録と追跡調査の継続を実施し、安全性と有効性を追求する。また、これらの疾患に対するアジア地域において最適な治療方法の確立を目指す。
- 現行の臨床試験に続く新たな臨床試験として「がんの骨転移、脳転移に対する緩和的放射線治療」を検討し、治療手順（プロトコール）を確立する。
- CERVIX-V の継続に伴う、参加治療施設における 3 次元画像誘導小線源治療（3D-IGBT）の臨床的及び物理学的品質保証/品質管理（QA/QC）の観点からの線量監査を継続する。
- CERVIX-V（子宮頸がんに対する 3D-IGBT）の実地研修を本プロジェクト関係者に対して実施する。

(3) 本フェーズの活動概要

- 子宮頸がん、上咽頭がん及び乳がんに対する臨床試験を継続実施する。
- 臨床試験終了後には、治療成績を報告（国際誌への論文投稿・掲載）する。
- 新たな臨床試験候補がんの「骨転移」、「脳転移」に対するそれぞれの緩和的放射線治療の開始準備を進める。
- プロジェクトメンバーの治療施設にて、3D-IGBT における QA/QC のための調査（線量監査）を行う。

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

- 3 年ぶりに対面でのワークショップ（プログラムの一部はオンライン併用）をモンゴルで開催した。
- ワークショップ中に、3D-IGBT のハンズオントレーニングを実施した。
- 3D-IGBT における QA/QC のための線量監査のフィージビリティスタディをモンゴル（国立モンゴルがん病院）、インドネシア（チプト・マングンクスモ病院（於ジャカルタ）、ソトモ総合病院（於スラバヤ）、マレーシア（国立がん研究所）で行った。
- 進行中の臨床試験（CERVIX-V、NPC-III、BREAST-I）の継続を実施し、安全性と有効性を検討する。NPC-III、BREAST-I は、目標症例数の登録が完了しているので、それぞれの主要エンドポイントに合わせて経過観察、追跡調査を行っている。BREAST-I は急性期の治療結果についてまとめた論文が国際誌に受理された。

・ 新たな臨床試験候補としている「がんの骨転移に対する緩和的放射線治療」、「がんの脳転移に対する緩和的放射線治療」に関して、2020 年度に各国病院に対し事前調査が行われ、2021 年度ワークショップでプロトコール案が発表された。同会合内での議論内容等を反映させて、2022 年度のワークショップでは「骨転移に対する緩和的放射線治療」は調査研究として、「脳転移に対する緩和的放射線治療」は改定したプロトコールを基に「BRAIN-I」として臨床試験を開始することが決定した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

・ 子宮頸がんに対する第 4 プロトコール（CERVIX-IV）の成果が論文化され、著名な国際誌“International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics”に掲載された（2019 年）。
・ 子宮頸がんに対する第 5 プロトコール（CERVIX-V）に先立つ事前調査結果をまとめた論文が“Journal of Radiation Research”に掲載された（2020 年）。
・ FARO Meeting 2018、2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（インドネシア・バリ 2018 年、中国・深圳 2019 年）。
・ American Society for Radiation Oncology（ASTRO）Meeting 2018, 2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（米国・サンアントニオ 2018 年、米国・シカゴ 2019 年）。
・ International Gynecologic Cancer Society（IGCS）Meeting 2018 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（日本・京都 2018 年）。
・ International Conference on Solid State Dosimety（SSD）Meeting 2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（日本・広島 2019 年）。
・ 乳がんに対する第 1 プロトコール（BREAST-I）の急性期における治療結果が論文化され、Clinical Oncology に受理された（2023 年）

(6) 2022 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2022 年 9 月 29 日～10 月 2 日	
開催地	モンゴル・ウランバートル（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	42	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	3
	中国	1
	インドネシア	2
	カザフスタン	2
	韓国	2

	マレーシア	3
	モンゴル	4
	フィリピン	3
	タイ	4
	ベトナム	2
	日本	16
オープンセミナー参加者数（名）	50	

(7) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

世界で年間およそ 57 万人が子宮頸がんと診断され、FNCA 参加国においては年間 16 万人と推定される。そのおよそ 2/3（約 10 万人）が進行子宮頸がんである。FNCA ではこの進行子宮頸がんを対象に臨床試験を継続しており、子宮頸がん 5 年生存率が 40％ から 70％ に向上したことで、3 万人/年もの命が救われている。

今後も、アジア地域でニーズが高い子宮頸がん、上咽頭がん、乳がんを対象とした医療活動のプラットフォームとしての活動を継続し、ニーズが高い化学療法と併用した放射線治療法の高度化に取り組むことにより以下のような価値ある成果が期待できる。

- アジア地域でニーズが高いがん治療分野での放射線治療法の標準プロトコールの確立と標準化
- アジア地域における放射線治療の普及・向上
- 化学療法と併用した放射線治療法に関わる経験や最新成果の情報交換・共有さらに、国内・外の学会、また論文投稿等でプロジェクト活動概要や成果を発表することで、日本主導の国際協力事業を広め、日本のプレゼンスを高めることができる。また、国際原子力機関（IAEA）/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）等の外部の国際的枠組との情報交換を継続することにより、成果の拡大が期待される。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- CERVIX-V の症例登録を継続し、安全性と有効性を確認する。
- CERVIX-V の実施に伴う 3D-IGBT の実地研修、特別講演、講習等を実施する。
- NPC-III の経過観察と追跡調査を行い、安全性と有効性を確認し、論文化を目指す。
- 各国の臨床試験施設において、新たな臨床試験としてがんの脳転移に対する緩和的放射線治療（BRAIN-I）を開始する。また、国際原子力機関（IAEA）/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）でも本プロジェクトの委員がリード国コーディネーターを務める「緩和的治療における放射線治

療の標準化プロジェクト」が 2022 年より始動した。FNCA プロジェクトとも密接に協力していくことが望まれる。

- 「がんの骨転移に対する緩和的放射線治療に関する調査研究」を新規で開始する。
- 3D-IGBT の臨床的及び物理学的品質保証/品質管理（QA/QC）観点からの線量監査について、未実施の臨床試験参加治療施設を対象に調査を行う。

(9) 課題

- 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対応の影響が長引いたため、現行の臨床試験が行われている各国の病院では、通常通りに放射線治療が行えない状況が続いている。治療の中断によって症例登録が滞り、治療後の追跡調査に支障が出るため、臨床試験が順調に進まない可能性がある。
- CERVIX-V で用いられている 3D-IGBT は最新の治療技術でもあるため、多くの参加国で技術指導が必要である。ワークショップ中に実施の要望があるが、技術指導のため、様々な準備（技術指導セッションの時間、場所の確保、使用設備や機器の確認、トレーニング内容の作成等）が必要となる。ホスト国のメンバーとの綿密な打ち合わせが必須である。また、ワークショップは年に 1 度の開催のために、実施できる頻度が低い。
- プロジェクト内での臨床試験の遂行に関する費用やマンパワーの問題が挙げられる。現在、臨床試験の事務局機能は量子科学技術研究開発機構（QST）が行い、臨床試験運営や臨床データ管理に要する費用、臨床データ入力及びマンパワーも全面的に依存している。これは、3D-IGBT における品質保証/品質管理（QA/QC）観点からの線量監査に関しても同様である。

5. 研究炉利用プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 2 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

FNCA 参加国の研究者、技術者及び研究基盤の技術スキルレベルの向上に寄与する。研究炉利用の様々な研究課題の討論を通じてネットワークの構築を目指し、今後の研究炉利用の可能性をまとめる。ワークショップでは、以下のトピックを取り上げて議論する。

- 中性子放射化分析（NAA）
- 新しい放射性同位体（RI）を含む RI 製造
- 中性子散乱
- 原子核科学
- ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）、中性子ラジオグラフィ（NR）
- 材料研究
- 新しい研究炉
- 人材育成

(3) 本フェーズの活動概要

① 研究炉利用（RRU）グループ

- ワークショップにおける情報交換を通じ、アジア各国の試験研究炉に関する照射技術、利用手法、医療用/産業用 RI 製造、新規計画等に関する情報や経験・知見を共有することにより参加国間での理解を深め、試験研究炉の技術基盤向上、相互の有効利用向上を図る。
- ワークショップで検討するトピックは、「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造、可能であれば実用的な精製技術や品質保証と品質管理（QA/QC）」、「新しい研究炉」の他、新規課題も含めて考慮する。

② 中性子放射化分析（NAA）グループ

- 環境モニタリングに焦点を当てて、NAA を含めた複数の測定技術（誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）等）を適用する。
- 対象試料は、大気、土壌･河川･湖沼及び海洋堆積物等の環境汚染をモニタリングするための試料が中心となるが、食品及び栄養物、産業生産物、地球化学的試料等、広い意味での環境試料も含まれる。
- 政府機関、規制機関、産業界及び研究者を含む広範な潜在的エンドユーザーを想定して実施する。

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

ワークショップは、11 月 22 日～24 日、日本（水戸市、東海村）において対面とオンラインを併用したハイブリッド形式で開催され、研究炉利用（RRU）グループと中性子放射化分析（NAA）グループとに分かれて詳細議論を行った。対面参加者を対象に、テクニカルビジットとして JRR-3 を視察した。

① 研究炉利用（RRU）グループ

- 放射性同位元素（RI）製造の最新情報を含む国別報告のまとめが発表され、まとめがなされた。続いて小型モジュール炉（SMR）を含む新しい研究炉、中性子散乱及び新しい RI 製造法等について各国から順次発表がなされ、FNCA 参加国の研究炉利用の現状について情報交換が行われた。
- 研究炉利用において、FNCA 参加国で取り組んでいる主なテーマを順次紹介し、情報共有ができた。特に、日立で開発している SMR や、日本における医用 RI を国内供給する技術開発の可能性、JRR-3 における中性子散乱の実験的研究等についての知見が共有できた。

② 中性子放射化分析（NAA）グループ

- 環境モニタリングに焦点を当て、NAA を含めた複数の測定技術について、国別発表がなされた。
- 環境試料は、大気粒子状物質（SPM）や土壌等“一般的”な環境試料だけでなく、鉱石や食品等を含む環境に関連するその他の試料も対象とした。
- NAA を用いた最近の成果として、内部単一標準（Internal Mono-standard）中性子放射化分析の標準化と応用、はやぶさ 2 が持ち帰った小惑星リュウグウの粒子の化学的特性について発表がなされ、情報交換が行われた。
- 研究炉が一時的または恒久的に稼働していない参加国では、蛍光 X 線分析（XRF）や粒子線励起 X 線分析（PIXE）、誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）等、NAA 以外の分析法を環境試料に適用し、NAA グループ内でデータの比較及び検証を行うことができるようにした。
- エンドユーザーとの積極的な連携を維持、強化する取り組みを継続的に行ってきた。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- NAA グループでは、希土類元素（REEs）及びウラン（U）等の有用元素を含む鉱物試料が NAA やその他の方法によって分析されており、鉱物資源の存在と質の評価における NAA の有効性と有用性が示された。
- 2022 年度は対面でのオープンセミナーを開催しなかったため、ウェブサイトに NAA 利用の紹介動画を載せた。

・ NAA グループの論文

- ✧ The pollution characterization of black carbon aerosols in the southwest suburb of beijing from 2013 to 2019, Atmospheric Pollution Research 14 (2023) 101669, 2023 （中国）
- ✧ Phytoremediation test of aquatic plant species in Lake Ledulu Rote Island (Indonesia) using neutron activation analysis, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012091, 2022（インドネシア）
- ✧ The unrevelaed of water quality parameters at Lake Oemasapoka, Rote Island – Investigation of the concentration of heavy metal in a saline environment, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012024, 2022（インドネシア）
- ✧ Comparative study of mineral element content in fishes from the south and north seas of java island using neutron activation analysis, Journal of Physics Conference Series 2193 (2022) 012031（インドネシア）
- ✧ Micro-mineral Fe, Zn, Mn, Cr and Co Profiles of Foodstuff Commonly Consumed in Indonesia, AIP Conference Proceedings, 2021（インドネシア）
- ✧ Assessment of rare earth and actinides (U and Th) elements in soil samples Kapar Industrial Area, Selangor, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1231 (2022) 012017, 2022 （マレーシア）
- ✧ Metal Composition and Source Identification of PM2.5 and PM10 at a Suburban Site in Pathum Thani, Thailand, Atmosphere 2023, 14, 659, 2023 （タイ）

(6) 2022 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2022 年 11 月 22 日～11 月 24 日	
開催地	日本・水戸、東海（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	38	
参加者内訳	オーストラリア	2
	バングラデシュ	1
	中国	1
	インドネシア	3
	カザフスタン	2
	韓国	2
	マレーシア	1
	モンゴル	2
	フィリピン	2

	タイ	3
	ベトナム	2
	日本	17
オープンセミナー参加者数（名）	―	

(7) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

FNCA 参加国では、新たな研究炉建設の計画や研究炉利用計画、さらには廃止計画が予定あるいは予想されており、研究炉に関するプロジェクトの情報交換活動の活性化が期待される。研究炉を利用する応用分野は幅広く、炉内挙動解析、中性子利用の種々の分析（放射化分析、中性子散乱）、RI 製造、ホウ素中性子補足療法（BNCT）等、FNCA に参加する各国の必要度や興味を加味した活動を展開できる可能性が高く、また、人材育成の観点からもより価値が高まる。FNCA 参加国の研究者及び技術者のネットワークを構築することにより、相互に原子炉の有効利用促進を図ることができる。

FNCA 参加国において NAA は元素定量分析手法として重要な位置を占めるが、そうした状況は、ICP-MS や ICP-AES のような高感度分析機器が普及している日本を含めた先進国においても同様である。今後、科学技術の進展につれて NAA の重要性はますます高まるものと思われ、こうした展望を踏まえて NAA とその他の分析手法のデータを相互補完しながらプロジェクトを進めていくことが重要である。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見

RRU プロジェクトには 8 つのトピックがあり、より良い成果と知見を得られるようワークショップでは特定のトピックに焦点を当てていく。ワークショップを毎年開催することの利点は、RRU における新しいテーマについて討論し、ネットワーク構築の機会が提供されることである。

RRU グループでは、医薬品用途のための実用的な精製技術や品質保証と品質管理（QA/QC）を含む新しい RI 製造、新しい研究炉に関する協力の可能性が挙げられ、それ以外にも新規課題を含めて考慮される。新規研究炉計画については建設プロジェクトの立ち上げを検討している国が多く、FNCA として各国との情報共有を行い、FNCA 参加国共同での裾野を含んだ計画全体の押し上げを行い、研究炉の利用価値を見出すことが重要である。

NAA は、研究用原子炉の利用という点では多くの FNCA 参加国が共通のテーマとして取り組めるプロジェクトであり、先端技術として今後も重要な位置を示すものと考えられる。NAA グループでは FNCA 参加国がそうした認識を持てるような計画を設定すべきであり、引き続き環境モニタリングに資する環境試料の分析に焦点を当てる。具体的には、分析法として競合する先端分析手法（ICP-MS、ICP-AES 等）との比較を通して

NAA の優位性がどこにあるかを明らかにし、そうした優位性を発揮できる応用分野での開拓を行い、研究炉利用がいかに先端技術研究テーマに貢献するかを実証することが重要である。また、社会にとって NAA の有益性を示せる具体例を選び出すことも重要である。

なお、本プロジェクトでは RCA との連携は特に考えていない。

(9) 課題

RRU グループにおける新しいテーマの掘り起こしが必要であろう。また、原子炉が稼働していない国（フィリピン、モンゴル）でのプロジェクトをどのように進めていくか、研究炉の横断的利用等の可能性も検討事項である。新しい研究炉の建設を行うにあたって、予算獲得までの時間が見えてこないケースがある。予算獲得ができない国に関してプロジェクトをどのように進めるか議論が必要であろう。

NAA グループにおいては、研究用原子炉が一時的に、あるいは恒久的に稼働していない参加国においても、他の国の協力を得ながらプロジェクトに参加する努力がなされてきたが、より一層相互協力を推進することが望まれる。プロジェクト実施に対しての予算の裏付けがないので、どのようにすればプロジェクトに積極的に参加できるかを考慮する必要がある。

6. 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 自然起源放射性物質及び人為的な過程を経て濃度が高められた自然起源の放射性物質（NORM/TENORM）に関する調査活動を進め、各国との検討結果を、統合化報告書としてまとめることを目指す。
- 2020 年に発行された「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書（中間報告)」のアップデートを完了する。
- 年に 1 回あるいは 2 回（ワークショップ後と年度末)、放射線安全･廃棄物管理に関する参加国の最新動向をまとめたニュースレターを発行し、世界へ向けた情報発信も行う。

(3) 本フェーズの活動概要

- ワークショップを通して NORM/TENORM に関する各国の現状把握と、関連する意見交換を実施する。
- ワークショップ開催中に開催国の施設訪問を通して、NORM/TENORM に関する現状調査とオンサイトでの意見交換を実施する。
- 放射線安全･廃棄物管理に関するニュースレターを発行する。

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

- NORM/TENORM に関する統合化報告書の素案作成の準備を進めて、ワークショップにて参加国の素案を発表・検討した。
- 放射線安全･廃棄物管理に関する各国の最新動向をまとめたニュースレターを 2022 度末に発行した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- オンラインオープンセミナーにて、FNCA 参加国の取り組みを発表し、周知を行った。
- 「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書（中間報告)」が 2020 年 3 月に発行された。
- ニュースレターを発行し、FNCA 各国における放射線安全･廃棄物管理に関するトピックスを発信した。

(6) 2022 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 1 月 17 日～1 月 18 日	
開催地	日本・東京（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	28	
参加者内訳	オーストラリア	1
	バングラデシュ	1
	中国	プロジェクト不参加
	インドネシア	4
	カザフスタン	1
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	1
	タイ	1
	ベトナム	2
	日本	15
オープンセミナー参加者数（名）	―	

(7) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

放射線安全・廃棄物管理は原子力技術利用の基盤の 1 つであり、放射性廃棄物の安全管理、処理・処分、放射線緊急時対応等は今後の重要課題でもあることから、放射線安全指針等の改善、廃棄物処分サイトの立地･安全要件、安全評価、技術評価、関係指針等の整備等、参加国のニーズに適合したテーマを選択し、本活動を参加国間の情報交換・共有のプラットフォームとして確立することがより価値ある活動になる。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 2023 年度末までに NORM/TENORM をテーマとした統合化報告書の中間報告の完成を目指している。また、学術誌等へ論文掲載をし、関係者に有益な情報となるように情報発信をしていく。
- 次期フェーズのテーマとしては「放射性廃棄物と関連する環境放射線、放射能」を検討中である。
- これまでに本プロジェクトのワークショップ中に、アジア･オセアニア放射線防護会議等と合同セッションを設けた経験がある。他の会合の開催時期や場所にも左右されるが、今後も継続して国際的な枠組との情報交換や、FNCA の活動や成果のアピールを行っていく。

(9) 課題

- NORM/TENORM においては、国ごとに関心のあるテーマやトピック、また技術レベルが異なる。まずは、ファクト・ファインディングで、これらの現状をしっかりと把握することが重要である。
- 1 年に一度の会合を実りあるものにするためには、日本側（研究者のみならず行政官も）が、中間の時期に、ワークショップ開催国を少人数で訪問、シェルパ活動として、各国の現状把握を充分に行うことが必要である。また、そのための資金を確保することが重要である。
- プロジェクトに研究費がないので、確保することが重要である。

7. 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 4 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 核セキュリティに関する協力・連携の強化、訓練等の共同実施を行うことにより、参加国の本分野の能力向上に資する。
- 追加議定書（AP）良好事例集を一層充実させ、参加国の AP 実施に反映する。
- 人材育成、能力構築のための参加国間でのトレーニング情報を共有し、連携協力の一層の促進を図る。
- 地域の他のイニシアティブとの連携・協力により、より効率的・効果的に核不拡散・核セキュリティの強化を図る。

(3) 本フェーズの活動概要

- 核鑑識実施に係る他の地域の連携事例を学び、実際の事案発生時にすみやかにかつ着実に対応が行えるような連携体制の構築につなげる。
- 核セキュリティ体制を維持・強化していくツールとして核セキュリティステークホルダーマトリックスを各参加国で作成して、その良好事例等の情報を共有し、各国の核セキュリティ体制の強化に資する。さらに、このマトリックスを活用し、各国の核セキュリティ人材に必要な知識や能力を明確にして、それらが不足している場合にはトレーニングを実施して必要な知識・能力を付与する等、人材育成にも活かしていく。
- 核セキュリティ文化醸成活動に関わる良好事例集を作成して相互に学ぶと共に、トレーニングカリキュラムに反映する等して内部脅威対策強化につなげる。
- AP 実施にあたっての良好事例集を国際原子力機関（IAEA）のインフォメーションサーキュラー文書（INFCIRC）として広く国際社会に周知し、FNCA 参加国の事例活用を目指す。
- IAEA の AP 附属書Ⅱ（Annex 2）で求められる輸出管理を着実に実施していくためエクササイズ等の実施を検討すると共に、良好事例集を作成し、FNCA 参加国の的確な AP の実施に資する。

(4) 2022 年度の活動概要、具体的取り組み

ワークショップは、2023 年 1 月 10 日～12 日、タイ・バンコクにおいて対面とオンラインを併用したハイブリッド形式で開催された。オーストラリア、韓国を含む FNCA 参加国の他、IAEA、欧州委員会共同研究センター（EC/JRC）から、計 38 名が参加した。

- 核セキュリティ：タイ、インドネシア、日本から核鑑識の取り組みに関する発表がなされた。核鑑識の実施に関する地域協力の経験について IAEA 及び EC/JRC から特別レクチャーが行われた。また、2022 年 7 月に実施したステークホルダーマトリックス作成に関するオンライン技術会合の結果が報告され、核セキュリティ体制の強化のために今後どのようにマトリックスを活用していくか議論を行った。
- 保障措置：タイ、日本、インドネシアから AP に基づく輸出管理実施の良好事例に関する発表がなされた。良好事例集作成のための次のステップに関する提案が大筋で合意された（2023 年 5 月までに FNCA 参加国から情報を収集、2023 年 8 月までにサマリーレポート作成、2024 年 3 月までに AP-大量破壊兵器資機材識別（CIT）トレーニングを開催）。なお、本良好事例集を IAEA の INFCIRC 文書として共有する手順と要件を確認することとした。
- 机上演習（TTX）：タイの警察、陸軍、研究所からも参加し、核鑑識に関する仮想シナリオに基づき、ファシリテーターの進行で演習を行った。
- テクニカルビジット：タイ原子力庁（OAP）の緊急時対応センター、生物学的線量評価ラボ、核鑑識ラボを視察した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- FNCA ウェブサイトを活用して参加各国の以下の情報を掲載し、参加国間で情報共有が促進されると共に、参加国以外に対しても広く発信された。
  - 核セキュリティ・保障措置の参加国の最新の取り組み状況
  - 3S（原子力安全、保障措置、核セキュリティ）に関する規制当局情報
  - 核セキュリティ文化醸成に向けた参加国の取り組み事例
  - 本プロジェクトのワークショップにおける議論のサマリー
- 2021 年 3 月に米国シンクタンク（CRDF グローバル）と世界核セキュリティ協会（WINS）が開催するウェビナーで日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動と成果について発表した。
- 2021 年 8 月に開催された核物質管理学会（INMM）と欧州保障措置研究開発協会（ESARDA）との合同年次会合で日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動と今後の計画について発表した。
- 2021 年 11 月に開催された日本核物理管理学会で日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動について発表した。
- 2022 年 7 月に開催された INMM 第 63 回年次大会にて FNCA が進めるステークホルダーマトリックスプロジェクトについて発表した。
- 2022 年 10 月に開催された日本核物質管理学会年次大会において、ステークホルダーマトリックスプロジェクトについて発表した。

(6) 2022 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 1 月 10 日～1 月 12 日	
開催地	タイ・バンコク（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	38	
参加者内訳	オーストラリア	1
	バングラデシュ	1
	中国	2
	インドネシア	1
	カザフスタン	3
	韓国	1
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	2
	タイ	10
	ベトナム	1
	日本	12
	IAEA 他	2
オープンセミナー参加者数（名）	－	

(7) FNCA 活動として取り組む価値及び実現可能性

我が国政府は、IAEA 総会、核セキュリティサミット、IAEA 閣僚級の核セキュリティ国際会議、IAEA との保障措置協議等で、核セキュリティの一層の強化や保障措置・AP の普遍化、これらの分野における国際協力の重要性等について強くコミットしている。

本プロジェクト活動の推進は、核不拡散・核セキュリティの一層の強化に向けた活動の 1 つであり、FNCA 参加国を含む地域の平和と安定による国際社会の福祉と繁栄への貢献となる。特に、核セキュリティの強化は地域・国際社会が共にレベルを上げていかなければならない課題であり、この活動は我が国の安全保障等への貢献にもつなげることができる。この分野で豊富な経験を有する我が国がこの活動で貢献することは、我が国の外交政策の貢献にもつなげることができる価値のあるものである。

引き続き FNCA 活動を通して、参加各国における本分野の取り組みの最新情報や良好事例を共有すると共に、訓練等を含む人材育成を進めることにより、核不拡散・核セキュリティ確保の体制を維持・強化し、地域の平和と安定に貢献していく。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 核鑑識の実施にあたっての地域連携の具体的な例を学び、実際の事案発生時に速やかにかつ着実に対応が行えるようなアジア地域における連携体制の構築につなげる。
- 参加各国が作成したステークホルダーマトリックスを活用し、それぞれの国の核セキュリティ体制構築に向けてのインフラ開発におけるギャップや核セキュリティ開発の能力開発で不足しているところを特定し、関係部門の連携・協力を促進する。
- AP 附属書Ⅱで要求される輸出管理に関する良好事例を収集し、参加各国の的確な AP の実施を目指す。
- IAEA や日本核物質管理学会（INMM）等の国際会議で本プロジェクト活動について発表し、本プロジェクトで得られた成果を国際的に発信、共有する。
- 他のイニシアティブ等との連携を図り、効率的・効果的な活動を実施する。
- 人材育成、能力構築のための参加国間でのトレーニング情報の共有、連携協力の一層の促進を図る。
- なお、本プロジェクトでは RCA との連携は特に考えていない。

(9) 課題

- 核鑑識は欧州やオーストラリアが進んでおり、メンバー国以外の活動からも積極的に学ぶべきである。2021 年度よりオーストラリアの参加、2022 年度は IAEA 及び EC/JRC の参加を得たので、今後も IAEA や欧州連合（EU）をワークショップに招いて国際的な動向や核鑑識の体制整備状況、地域連携の動き等を話してもらうと効果的である。
- アジア諸国にはまだ、ブラックマーケットが残っていると言われており、輸出管理をしっかりしてもらうことが必要である。そのための活動として良好事例の共有やエクササイズの実施が効果的と考える。
- 原子力平和利用が進む中、核不拡散や核セキュリティ確保の重要性についての理解が必ずしも十分ではない。またアジア諸国には核物質のセキュリティについても理解を深めることが重要と考える。

Ⅳ 第 24 回コーディネーター会合事前調査

第 24 回 FNCA コーディネーター会合の開催に先立ち、文部科学省が実施する FNCA の個別プロジェクトの概況を把握し、会合における議論に資するため、実施状況・当該年度の成果・今後の計画等について FNCA 各プロジェクトの実施状況調査を行った。

文部科学省が実施している FNCA 活動（ワークショップ、国内会合等）実績や日本プロジェクトリーダー（PL）からの聞き取りを基にまとめたものであり、「(8)今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携」は、PL に聴取したものである。また、食品産地偽装防止プロジェクトについてはオーストラリアの PL から聴取した。

調査項目は、以下に示す通りである。

(1) 本フェーズ年
(2) 本フェーズの活動目標
(3) 本フェーズの活動概要
(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み
(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）
(6) 2023 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数
(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）と実現可能性
(8) 今後の具体的な目標及び活動計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）
(9) 課題

1. 放射線育種プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2018 年度～2023 年度

(2) 本フェーズの活動目標

「気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種」が本フェーズのテーマである。前フェーズでは、気候変動に対する対抗策として、生物的・非生物的ストレスに耐性を有する新品種の育成を主な目的としてきたが、本フェーズではそれらに加えて栽培体系そのものを改善する方策、すなわち資源低投入を主眼とした環境に負荷をかけない農業システムを構築することを目指す。気候変動が人類の存続を左右する大きな課題となっている中、特に主要作物について、低投入で妥当な収量をあげる持続可能型農業を達成することは世界的に重要である。

(3) 本フェーズの活動概要

- 前フェーズまでの活動成果を基に、各国においてニーズの高い主要作物を対象とし、低投入条件への適応性や環境ストレス耐性を主な目標とし、窒素利用効率の向上や根系等にも焦点を置いて研究を進めている。
- 突然変異原として、ガンマ線、電子ビーム、イオンビームを利用し、イオンビームの利用については、引き続き日本（量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所）が照射協力を行っている。
- 同じ突然変異育種分野での活動を行っている国際原子力機関（IAEA）と、原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）と情報交換を中心とした連携を図っている。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

- 2023 年のワークショップは対面とオンラインを併用したハイブリッド形式で日本の高崎及び府中において開催した。
- ワークショップでは、「気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種プロジェクト」について、各国からの進捗状況の発表と質疑応答及び議論が行われ、主要作物の突然変異育種が気候変動下の持続可能型農業に向けて依然として重要な課題であることを確認した。また、今後 5 年間にわたる新しいサブプロジェクトとして、「持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種と新しい技術の応用」を提案することに合意した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

ガンマ線やイオンビーム照射等を利用して作出した多くの新品種がリリースされた（インドネシア（ダイズ 4 品種、イネ 2 品種）、中国（イネ 3 品種）、バングラデシュ（イネ 2 品種）、ベトナム（ダイズ 1 品種、イネ 1 品種）、日本（イネ 1 品種）等）。これらの品種は、多収やストレス耐性等に優れたものであり、本フェーズの目的である「低投入の持続可能型農業」に貢献する。

特にマレーシアで作出されたイネ品種 NMR152 の特性が極めて優れていた上に、政府機関や民間企業と連携した普及活動の努力が実り、大きな経済的・社会的効果をもたらしている。

(6) 2023 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 9 月 26 日～9 月 28 日	
開催地	日本・高崎、府中（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	27	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	1
	中国	0
	インドネシア	3
	カザフスタン	プロジェクト不参加
	韓国	0
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	1
	タイ	7
	ベトナム	1
	日本	12

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

突然変異育種は原子力技術の平和利用における重要な分野であり、アジア各国で同分野の第一線の研究者が交流を図ることは、FNCA の趣旨に沿った活動である。加えて、変異導入手段として日本発祥であるイオンビーム育種技術の活用を支援していることは、日本が主導する枠組みとして相応しい。気候変動が人類の存続を左右する大きな課題となっている中、特に主要作物について低投入で妥当な収量をあげる持続可能型農業を達成することは世界的に重要であり、時宜に適うものである。本活動の成果は、実用品種が生む経済効果という「目に見える成果」で示されており、アジア地域における我が国のプレゼンスを高めるものである。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 多くの有望な変異体が各国で得られており、新品種としてのリリースが期待される。特に、在来系統を母本とした新品種による「低投入の持続可能型農業」への貢献に期待する。
- NMR152 が良い例となり、普及活動の重要性が再認識され、既にリリースされた品種の普及の促進が期待される。
- イオンビーム誘発変異の DNA レベルでの特徴に関する研究が、日本、韓国及び中国で進み、ガンマ線との違いが明確になってきた。ガンマ線とイオンビームの違いに関してさらに明確なデータが得られると期待される。
- ゲノムシーケンシング、ゲノム編集、マーカー利用選抜、イオンビーム等の新しい技術の応用により、伝統的な突然変異育種が一歩前進することが望まれる。

(9) 課題

各国の参加メンバーが固定化している傾向があり、さらなる発展のためには人材交流を活発にする必要がある。例えば、オープンセミナーを関連学会と連携して開催することで、FNCA の成果を広く発信すると同時に研究コミュニティーの輪を広げられる可能性がある。また、ワークショップ開催国が同国内の関連研究者をワークショップに招聘できる予算措置をとることも有効と考えられる。さらに、ワークショップにおいて、FNCA に関連する研究活動に直結した視察を充実させることで、さらに密に情報交換が進み、新たなアイデアも生まれると考えられる。FNCA では研究費は措置されないため、さらなる研究活動の活性化のため、FNCA の枠組みをベースとして多国間連携を対象とする競争的資金を獲得することも検討する必要がある。

量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所での種子へのイオンビーム照射について、6 ヵ国からニーズがあることをワークショップで確認したが、電気料金の高騰等により、十分な照射時間を確保することが難しい。本件に関して 2023 年度ワークショップ開催時に量子科学技術研究開発機構に対して配慮を要請した。

2. 放射線加工・高分子改質プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2022 年度～2024 年度（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

電子線やガンマ線等を利用した放射線加工の広範な活用を通じて、農業・環境・医療分野における新製品の開発と実用化を推進する。

(3) 本フェーズの活動概要

第 7 フェーズでは、以下 8 つの研究開発テーマに沿った研究開発活動を実施し、ワークショップにおいては各国の進捗状況に応じて年毎にいくつかのテーマを選択して研究開発報告を行う。

1) 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
2) ハイドロゲルの医療応用
3) 環境修復
4) 植物生長促進剤、超吸収材及びバイオ肥料の相乗効果
5) 植物生長促進剤及び超吸水材（プロセス開発含む）
6) ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種
7) 放射線による滅菌及び浄化
8) リサイクルプラスチック

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

2023 年度のワークショップは、完全対面方式で、フィリピンのマニラにおいて開催した。ワークショップでは、バイオ肥料分野における進捗報告と高分子改質分野における進捗報告がそれぞれ行われた後、上記にある 8 つの研究開発テーマごとに分かれて議論が行われた。また、8 つの研究開発テーマの将来計画についても議論が行われた。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

参加各国のニーズに基づいて選出した、下記 8 つの研究開発テーマについて成果の情報交換を行うと共に、各テーマの今後の方策をグループ討議により明確化して活動を進めてきた。主な成果は以下の通りである。

1. **放射線分解したキトサンの動物飼料応用：**インドネシアでは、熱ストレス条件下のウズラにグルタチオンを添加したオリゴキトサンを投与した。その結果、熱ストレス条件下でも細胞の損傷や炎症を防ぎ、細胞の修復を通じて成長を促すことができることを明らかにした。タイでは、オリゴキトサンの調製に成功し、生産販売されている(9

USD/L)。マレーシアでは、γ線照射したキトサンが、養殖排水中の有益な硝化細菌を維持しながら、病原体を選択的に除去することを明らかにした。

2. **ハイドロゲルの医療応用：**バングラデシュでは、キトサンに銀 Ag を添加したナノ粒子を調製した結果、黄色ブドウ球菌や大腸菌に対して強い抗菌活性が観察された。中国では、放射性ルテチウム-177 を配位した高分子ミクロスフェアを作製し、SPECT（単一光子放射断層撮影）による生体内分布と滞留のリアルタイム観測を行った。日本では、イオンビームを利用した、細胞の持つ小さな牽引力で変形する柔軟な細胞培養用薄膜や、ペプチドの放射線架橋による、膵臓がん診断用ナノ粒子を作製した。フィリピンでは、放射線架橋を利用した止血材の臨床試験の実施施設が決定した。治験実施計画書を施設倫理審査委員会に提出し、評価を受けた。事業開発部門が止血材の市場評価調査を実施した。
3. **環境修復：**バングラデシュでは、水溶液からの廃染料の除去に適用可能なアニオン性及びカチオン性ハイドロゲルを合成し、排水処理に十分な高い除去能力があることを確認した。カザフスタンでは、不活性雰囲気下での電線ケーブル絶縁体の放射線改質に関する試験を行った。ベトナムでは、繊維排水中のアゾ染料残渣を電子ビーム照射と生物学的処理を組み合わせて大規模処理試験を実施した。
4. **植物生長促進剤（PGP）、超吸水材（SWA）、及びバイオ肥料（BF）の相乗効果：**中国では、バイオ肥料と超吸水剤の相乗効果試験を実施した。フィリピンでは、トマトとトウモロコシにバイオ N とマイコバムを組み合わせて使用した。日本ではキャッサバ、ダイズ、その他の多年生作物に対して、マイコリザ菌を試験菌として単独接種を行った。タイでは、緑豆、唐辛子、アスパラガス、トウモロコシに、菌根菌、P 可溶化細菌、IAA 産生細菌、根粒菌等のバイオ肥料や有機肥料を使用し、収量が対照作物より 20%増加した。モンゴルでは、バイオ肥料と有機肥料の組み合わせで、小麦の収量が 9.7%増加した。マレーシアでは、5 つのバイオ肥料製品が商業化されており、化学肥料の使用を減らし、作物収量を 8～12%増加させ、所得を 20～35%増加させることができた。ベトナムはビーズベースのバイオ肥料（RAPOL V）を開発し、商業化しているが、規模拡大と生産コスト削減のためにさらなる研究開発を行う必要がある。
5. **植物生長促進剤（PGP）及び超吸水材（SWA）（プロセス開発を含む）：**カザフスタンでは、ハイドロゲル作製に着手し、穀物及び油糧種子作物の圃場試験を実施した。マレーシアでは、カラギーナン PGP の調製法を確立し、3 つの異なる保存条件で 12 ヶ月間の保存試験を完了した。これにより、生産拡大の準備が整った。フィリピンでは、優れた特性を有する SWA を作製し、民間企業への技術移転を開始した。タイでは、第 2 世代の SWA ビーズの調製に成功した。これにより、作製時間と消費エネルギーを大幅に節約できる。
6. **ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種：**マレーシアでは、電子書籍「ガンマ線照射によるバイオ肥料菌の突然変異誘発に関するガイドライン」を出版中。アシネト

バクター属の変異株と野生株のリン酸可溶化遺伝子の分子生物学的解析を実施している。中国では、根の発達を促進するトリコデルマ菌株の同定とバイオ肥料の圃場適用試験を実施した。ベトナムでは、植物病原体に対して拮抗作用を持つトリコデルマ菌株にガンマ線を照射し、化学的な農薬の代替となる、いもち病と紋枯病を防除する変異体をスクリーニングした。

7. **ガンマ線照射によるバイオ肥料用キャリア滅菌：**バングラデシュでは、医療・製薬分野における滅菌・消毒の重要性から、サンプルを収集し、滅菌に必要なガンマ線量を最適化した。フィリピンでは、バイオ肥料 BioN の持続的な生産のため、大規模生産で 20kGy のガンマ線滅菌を使用している。モンゴルでは、カード（凝乳）の滅菌に X 線照射を適用した。実験サンプルの栄養価、風味、外観、食感に大きな悪影響を与えないことが示された。
8. **リサイクルプラスチック：**バングラデシュでは、照射・非照射 PET 破砕片をコンクリートブロックに使用した結果、引張強度は対照コンクリートと比較して有意に低下しないことが観察された。中国では、電子線照射技術は、マイクロプラスチックの老化と劣化を効果的に促進することができることを明らかにした。インドネシアでは、プラスチックに対し、ガンマ線で照射処理を行った結果、カルボニル基や水酸基が増加し、接触角が減少する傾向にあり、酸化プロセスが起こっていることが示された。ベトナムでは、電子線照射による廃棄物膜表面の防汚性触媒コーティングを行った。

その他

- 文部科学省の研究者育成事業を利用して、加盟国より若手研究員を受け入れて、直接的な知見や技術の共有・高度化を進めると共に、人材育成に貢献した。

(6) 2023 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2024 年 1 月 23 日～1 月 26 日	
開催地	フィリピン・マニラ	
参加者数（名）	26	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	2
	中国	2
	インドネシア	1
	カザフスタン	2
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	2
	モンゴル	2
	フィリピン	6
	タイ	2

	ベトナム	2
	日本	5
オープンセミナー参加者数（名）	約 90	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

放射線加工・高分子改質プロジェクトでは、持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けて参加各国が自国のニーズに基づき放射線を利用した研究開発を進めている。参加各国は自国で入手可能な天然資源を活用し、農業分野のみならず工業、医療、環境分野における広範な応用テーマを課題として実用化に取り組むことで、今後も継続した成果が期待できる。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

原則として対面形式で進捗状況を報告する形式でワークショップを開催し､以下の８つの研究開発テーマに沿った研究開発活動を実施し、各国の進捗状況に応じて年毎にいくつかのテーマを選択して研究開発報告を行う。

1) 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
2) ハイドロゲルの医療応用
3) 環境修復
4) 植物生長促進剤、超吸収材及びバイオ肥料の相乗効果
5) 植物生長促進剤及び超吸水材（プロセス開発含む）
6) ガンマ線照射によるバイオ肥料用微生物育種
7) 放射線による滅菌及び浄化
8) リサイクルプラスチック

(9) 課題

本プロジェクトは、2018 年にバイオ肥料プロジェクトとの統合があったため、各国の研究課題や進捗状況（研究段階から既に実用化達成まで）が多種多様である。カントリーレポートによる情報交換や、各テーマに参加者が分かれて行うグループ討議は効率的なプロジェクト推進に不可欠であるが、全ての研究課題を議論するために十分な招聘旅費が確保できていない。オンライン併用のハイブリッド形式の場合、オンラインでの参加では議論に十分な時間をとることができない。

テクニカルビジットは現場のみで得られる貴重な情報が多いが、オンライン参加者はその情報を共有することができない。

3. 食品産地偽装防止プロジェクト

(1) 準備期間：2022 年度～2023 年度

第 1 フェーズ年：2024 年度～2026 年度

(2) 準備期間及び第 1 フェーズの活動目標

オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）が主導する「食品産地偽装防止プロジェクト」とは 2022 年度よりスタートし、今年で準備期間の 2 年目を迎える。本プロジェクトは、食品サプライチェーンにおける産地偽装事例を抑止するために、FNCA 加盟国で原子力技術を使用した食品産地調査技術プラットフォームを構築することを目的としている。本年度は、本プロジェクトへの参加国から具体的な調査対象となる食品をピックアップしてもらう事と、具体的な研究実行計画と解析技術に関する知識の共有を図ることを目標としている。

(3) 準備期間の活動概要

準備期間の 2 年目である今年は、以下のような活動が行われた。

1. 国の代表者及び利害関係者（研究機関、学術機関、政府等）の選出
2. 知識を共有し、参加国間の知識のギャップを特定、分析要件を評価し、マイルストーンに向けた作業計画を作成するためのワークショップの組織
3. 分析対象食品の選定と分析体制の確立
4. 食品産地プラットフォームのデータ開発に関するトレーニング

オンライントレーニングワークショップ「核技術を使用した食品産地偽装と闘う FNCA プロジェクト（CFF)」が 2023 年 12 月 5 日に開催された。ワークショップ開催時に参加国から具体的な食品の選定が行われ、また、分析試料の収集方法がプロジェクトリーダーである ANSTO のデバシシュ・マズムデール氏から提唱された。分析を実施する共通した食品として Tiger prawn（ウシエビ）が選定され、それぞれの国において、異なる地域の養殖場（3 ヵ所）及び野生（3 ヵ所）から各 10 個体の試料、合計 60 個体のウシエビを収集するという方法を取ることに合意し、2024 年 2 月から収集を開始して、それらの試料を ANSTO に送ることとなった。研究の流れとして、試料の収集、分析、フィンガープリントのデータベース作成、データに基づいた産地の特定を行うことが示された。

(4) 2023 年度の活動概要（準備期間 2 年目）と具体的取り組み

国の代表者及び利害関係者（研究機関、学術機関、政府等）の選択が行われた。2023 年 7 月に FNCA 諸国に対し、CFF プロジェクトの代表者を指名するよう要請し、参加国が CFF プロジェクトの各国代表を指名した。2023 年 12 月 5 日にオーストラリアの主導で、本プロジェクトの準備期間 2 年目のワークショップがオンラインで開催された。本ワーク

ショップにはオブザーバー参加の日本を含めた FNCA 加盟国のうち 9 ヵ国から 40 名が参加し、分析を実施する食品品目の選定、試料の収集方法、分析計画を含めた CFF プロジェクトの今後の実施計画に関して議論が行われた。また、今回のワークショップでは、食品産地偽装の抑止への核技術の適用を議論するために、トレーニングと知識共有のセッションも行われた。ワークショップの冒頭、ANSTO のスーザン・ボーグル氏とカリーナ・メレディス氏が挨拶を行い、その後、FNCA 日本アドバイザーである和田智明氏がこのプロジェクトの意義を紹介した。また、シドニー・フィッシュマーケットの技術マネージャーであるエリック・プール氏が水産品産地調査プロジェクトに関して ANSTO と協力をしていること、アジア太平洋地域全体のビジネスを支援するためには、より包括的なフィンガープリントデータベースが必要であることを述べた。

本ワークショップでは、さらに、トレーニングセッションが設けられ、食品のトレーサビリティのための核分析技術の適用に関する ANSTO の専門知識･技術を参加者と共有した。その後、分析に用いる可搬型光 X 線分析（XRF）の適用、フィンガープリントデータベースの開発、食品産地決定のための機械学習アルゴリズムの説明が行われた。

(5) 2023 年度の成果の発信（世界各国への成果の公表）

分析作業の技術的ノウハウと結果を参加者に広めるために、オンライントレーニングワークショップが 2023 年 12 月 5 日に開催された。FNCA9 ヵ国から合計 40 名の参加者がトレーニングワークショップに参加した。参加者は、食品サンプル分析のためのポータブル XRF スキャナーの応用、データベース開発、産地調査のための機械学習アルゴリズムの応用に関する研修を受けた。また、FNCA ウェブサイトにプロジェクト概要とワークショップの結果を掲載した。FNCA ニュースレターにも本プロジェクトの準備期間 2 年目の活動状況が紹介された。

(6) 2023 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 12 月 5 日	
開催地	オンライン	
参加者数（名）	40	
参加者内訳	オーストラリア	12

	バングラデシュ	4
	中国	プロジェクト不参加
	インドネシア	3
	カザフスタン	0
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	8
	モンゴル	1
	フィリピン	1
	タイ	2
	ベトナム	2
	日本	7
オープンセミナー参加者数（名）	ー	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

2023 年 12 月に ANSTO のウェブサイトにメディア記事が掲載され、FNCA プロジェクト「原子力技術を利用した食品偽装との闘い（CFF）」の重要性を強調した。ANSTO のマズムデール氏は、11 月 20 日から 23 日までオーストラリアのメルボルンで開催された第 4 回食品分析国際会議でのプレゼンテーションで、核技術を使用した食品偽装との戦い（CFF）プロジェクトを通じた FNCA との協力の価値を強調した。

マズムデール氏は、2023 年 12 月 9 日日本生態系研究所（生態系研究所（ierj.jp））理事長の小松正幸教授とも会談した。会談の場で、小松教授は、FNCA プロジェクト「原子力技術を使用した食品偽装との闘い（CFF）」について説明し、持続可能な資源管理のための食品トレーサビリティとバイオセキュリティの課題を軽減するための多国間協力の必要性を強調した。

食品はアジア太平洋地域における主要な貿易財の 1 つである。アジア諸国は世界の食糧生産において重要な役割を果たしており、食品の輸出入を行うことで経済成長を支えている。食品サプライチェーンは、多数の関係業者が複雑に絡み合っているため、食品産地偽装の不正が行われる可能性が高く、また、食品産地偽装は人の健康や食品産業の持続性に悪影響を与え、消費者からの信頼を損ねる可能性がある。したがって、食品の産地を特定することは、消費者の安全と食品産業の持続性を確保し、食品サプライチェーンの透明性を高めるために非常に重要である。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

2 年間の準備期間が終了し、この間、具体的に分析対象の食品が決定されたことから、第 1 フェーズが開始する 2024 年には、選定された食品の試料を収集し、ANSTO にてフィン

ガープリントの分析を開始する。また、分析結果のレポート、科学出版物、データベースの開発とテスト、データベースと環境・社会経済・地域開発の枠組みとの連携、持続可能な発展、新しいプロジェクトの完了と開発等々を実行計画としている。現時点ではAFRAやRCAとの連携は考えていない。

(9) 課題

CFFプロジェクトへの参加国からのプロジェクトリーダーが決定されたが、2024年は収集した食品の分析を ANSTO にて行うため、各国が自ら分析を行う状況ではない。したがって、今後、各国において分析が出来るように分析設備やその技術に関するサポートについて、今後、議論していかなければならない。これまでのところ、本研究活動を制限するような重大な問題は見つかっていない。

4. 気候変動（森林土壌炭素放出評価）プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2023 年～2025 年（第 1 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

全球の土壌は 1~2 兆トンもの炭素を有機物として蓄えているとされており、これが絶えず分解して二酸化炭素（CO_2）が大気中に放出されている。土壌は炭素の貯留機能を持っており、大気中の CO_2 濃度の安定化に非常に大きく貢献していると考えられていることから、2025 年までの 3 年間を第 1 フェーズとしてアジアにおける森林土壌の炭素貯留量や放出量を測定し、地球温暖化や気候変動にどのように関与しているかを評価することが目的である。そのために、日本を含めて、本プロジェクトへの参加国において CO_2 の放出量を測定する地域や土壌の種類の特定を行う。また、試料を収集するための実験キットの開発を行い、試料の収集方法を各国の参加者に周知する。

(3) 本フェーズの活動概要

2023 年は本プロジェクトの 1 年目であることから、まず、本プロジェクトへの参加国を募り、それぞれのプロジェクトリーダーを決定した。その結果、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの 9 ヵ国が参加することになった。また、各参加国において試料を収集するために、森林タイプや土壌タイプ等に関するアンケート調査を行った。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

本プロジェクトには日本から日本原子力研究開発機構（JAEA）、国立環境研究所、東京大学、千葉大学、新潟大学が参加している。本年度は、まず、日本における研究実施体制とそれぞれの機関の役割を確認した。また、12 月 12 日にワークショップをオンラインで開催したが、事前に本プロジェクトへの参加国に対し、それぞれの国の森林タイプとその占める割合、土壌のタイプと森林地帯において占める割合、研究試料を収集する地域の候補リスト、並びに AsiaFlux（陸域（森林や農耕地等）の生態系と大気との間での二酸化炭素の交換（フラックス）を体系的に観測するためのアジア地域における国際観測ネットワークに登録されている観測サイトからの試料収集を依頼できるか否か等のアンケート調査が行われた。ワークショップでは本プロジェクトリーダーである JAEA の永井晴康氏が概要を説明し、JAEA の小嵐淳氏がプロジェクトの到達目標と実際の研究計画、参加国も含めた研究体制、第 1 フェーズ終了までのタイムラインについて説明をした。また、小嵐氏は試料収集のために開発している実験キットを用いた研究方法等の説明を行い、開発終了後は参加国に配布する旨を伝えた。参加国からのレポートでは、それぞれの国の森林タイプや土壌タイプ、試料収集する地点についての説明が行われ、続くセッションにおいて、それらに基づいた調査候補地の選定に向けた議論が行われた。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

本プロジェクトは 2023 年 6 月の第 23 回 FNCA コーディネーター会合において採択され、スタートしたばかりであることから、今後の研究における成果を論文等において発表していく予定である。今後の研究計画や今年度のワークショップ等の会合内容については、FNCA ニュースレターにて発表した。

(6) 2023 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 12 月 12 日	
開催地	オンライン（東京）	
参加者数（名）	34	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加
	バングラデシュ	1
	中国	10
	インドネシア	1
	カザフスタン	1
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	1
	モンゴル	2
	フィリピン	1
	タイ	1
	ベトナム	1
	日本	15
オープンセミナー参加者数（名）	―	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）と実現可能性

CO_2 の放出による地球温暖化の進行は、アジア地域だけではなく地球レベルで解決しなければならない大きな課題となっている。本プロジェクトは、陸上生態系における炭素循環を促進するプロセスとその温度上昇に対する感受性を理解し、地球温暖化への炭素循環のフィードバックを予測することを目的としており、最終目標は、アジア規模の土壌特性データベースと土壌 CO_2 排出モデルを開発することである。FNCA 加盟 12 ヵ国のうち 10 ヵ国が参加しており、それぞれの国における森林土壌からの CO_2 の放出実態が理解されることにより、将来的にアジア地域だけではなく地球規模での課題解決にもつながる可能性を持つ。

(8) 今後の具体的な目標及び活動計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへの

ヒアリングでの意見）

本プロジェクトにおいて参加各国が共同で実施する土壌データベースの構築について、次のように進める。土壌採取を行う地点については、具体的なサイト選定基準に基づき各国から提示された候補地点を精査しながら、本年度中に具体的なサイトを選定する。実験手法として、土壌分析結果の質を担保すると共に土壌採取から分析までを効率的に実施するために、日本チームが実験キットを開発し次年度前半までに参加各国に提供する。実験キットは、実験実施マニュアル、実験サイト情報データシート、土壌採取ツール、及び土壌培養ツールからなる。参加各国で実験キットを用いて採取した土壌試料及び CO_2 放出実験で得られるガス試料は、日本において加速器質量分析装置（AMS）等の分析を行い、土壌特性データ及び CO_2 放出速度データを取得する。第 1 フェーズ終了までに 50 地点の調査を実施し、土壌特性データベースのプロトタイプを作成する。

(9) 課題

各国に配布する実験キットについては、実験実施マニュアルが整備されるが、未経験者が正しく利用できるようになるには実地トレーニングが必須と考えている。文部科学省の研究者育成事業を活用して講習を行う計画ではあるが、全参加国に普及するまでには時間がかかるため、ワークショップでの講習や研究者育成事業以外でも研究者を受け入れる等の対応が不可欠である。

5. 放射線治療プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 現行の臨床試験（子宮頸がん：CERVIX-V、上咽頭がん：NPC-III、乳がん：BREAST-I）の症例登録と追跡調査の継続を実施し、安全性と有効性を追求する。また、これらの疾患に対するアジア地域において最適な治療方法の確立を目指す。
- 現行の臨床試験に続く新たな臨床試験として「がんの骨転移、脳転移に対する緩和的放射線治療」を検討し、治療手順（プロトコール）を確立する。
- CERVIX-V の継続に伴う、参加治療施設における 3 次元画像誘導小線源治療（3D-IGBT）の臨床的及び物理学的品質保証/品質管理（QA/QC）の観点からの線量監査を継続する。
- CERVIX-V（子宮頸がんに対する 3D-IGBT）の実地研修を本プロジェクト関係者に対して実施する。

(3) 本フェーズの活動概要

- 子宮頸がん、上咽頭がん及び乳がんに対する臨床試験を継続実施する。
- 臨床試験終了後には、治療成績を報告する（国際誌への論文投稿・掲載）。
- 新たな臨床試験候補がんの「骨転移」、「脳転移」に対するそれぞれの緩和的放射線治療の開始準備を進める。
- プロジェクトメンバーの治療施設にて、3D-IGBT における QA/QC のための調査（線量監査）を行う。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

- 対面でのワークショップを日本の千葉（量子科学技術研究開発機構）及び埼玉医科大学で開催した。
- 進行中の臨床試験（CERVIX-V、NPC-III、BREAST-I）の継続を実施し、安全性と有効性を検討する。NPC-III、BREAST-I は、目標症例数の登録が完了しているので、それぞれの主要エンドポイントに合わせて経過観察、追跡調査を行っている。
- BREAST-I は、急性期の治療結果についてまとめた論文が 2023 年 7 月に Clinical Oncology 誌に掲載された。
- 新たな臨床試験候補としている「がんの骨転移に対する緩和的放射線治療」、「がんの脳転移に対する緩和的放射線治療」に関して、2022 年度ワークショップで「骨転移に対する緩和的放射線治療」は調査研究として、「脳転移に対する緩和的放射線治療」は改定したプロトコールを基に「BRAIN-I」として臨床試験として開始す

ることが決定したことを受け、「BONE-I」第 1 弾アンケート調査が実施され、調査結果が 2023 年度ワークショップで報告された。「BRAIN-I」は、臨床試験提案者であるタイのメンバーが所属する病院の治験審査委員会（IRB）にて承認され、各国施設においても IRB での承認手続きが進められているところである。

・ 文部科学省の研究者育成事業と連携し、FNCA コースにおける「アジア地域に好発するがんに対する高精度放射線治療」をテーマとして、埼玉医科大学にベトナムの若手の医師を受け入れ、人材育成に寄与した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

・ International Gynecologic Cancer Society（IGCS）Meeting 2018 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（日本・京都 2018 年）
・ American Society for Radiation Oncology（ASTRO）Meeting 2018, 2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（米国・サンアントニオ 2018 年、米国・シカゴ 2019 年）。
・ FARO Meeting 2018、2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（インドネシア・バリ 2018 年、中国・深圳 2019 年）。
・ International Conference on Solid State Dosimety（SSD）Meeting 2019 にてプロジェクト活動概要と成果を発表した（日本・広島 2019 年）。
・ 子宮頸がんに対する第 4 プロトコール（CERVIX-IV）の成果が論文化され、著名な国際誌“International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics”に掲載された（2019 年）。
・ 子宮頸がんに対する第 5 プロトコール（CERVIX-V）に先立つ事前調査結果をまとめた論文が“Journal of Radiation Research”に掲載された（2020 年）。
・ 本プロジェクト運営委員の医学物理士が、内閣府主催の FNCA ブレイクスルー賞を受賞した。
・ National Cancer Congress 2022 Vietnam において、CERVIX-V と乳がんに対する第 1 プロトコール（BREAST-I）の成果を発表した（2022 年）。
・ BREAST-I の急性期における治療結果が論文化され、Clinical Oncology 誌に掲載された（2023 年）。
・ Breast Cancer Meeting, Astana にて BREAST-I の成果が発表された（2023 年）。

(6) 2023 年度のワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 10 月 25 日～10 月 28 日	
開催地	日本・千葉、埼玉（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	46	
参加者内訳	オーストラリア	プロジェクト不参加

	バングラデシュ	2
	中国	3
	インドネシア	3
	カザフスタン	2
	韓国	1
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	4
	タイ	1
	ベトナム	3
	日本	25
オープンセミナー参加者数（名）	約 150	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

従来のがん治療では、欧米を中心に行われた臨床試験の結果によって標準治療が確立されてきた。しかし人種的、社会・経済的、文化的に欧米とは異なるアジア地域で、欧米で確立された治療法が最適かどうかはわからず、アジア地域における標準治療については独自に検証されるべきである。本プロジェクトでは、そのような観点から臨床試験を実施しているが、このようなアジア独自の多国籍の研究はこれまで行われたことのない、ユニークな試みである。

アジア地域でニーズが高い子宮頸がん、上咽頭がん、乳がんを対象とした医療活動のプラットフォームとして本プロジェクト活動を実施し、ニーズが高い化学療法と併用した放射線治療法の高度化に取り組むことにより、以下のような価値ある成果が期待できる。

- アジア地域でニーズが高いがんに対する放射線治療法の標準プロトコールの確立と標準化、同地域における放射線治療の普及
- アジア地域における人々の健康と福祉への貢献
- 化学療法と併用した放射線治療法に関わる経験や最新成果の情報交換・共有さらに、国内・外の学会、また論文投稿等でプロジェクト活動概要や成果を発表することで、日本主導の国際協力事業を広め、日本のプレゼンスを高めることができる。また、国際原子力機関（IAEA）／原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）等の外部の国際的枠組との情報交換を継続することにより、成果の拡大が期待される。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- CERVIX-V の追跡調査を行い、安全性と有効性を確認する。

- CERVIX-V の実施に伴う 3D-IGBT の実地研修、特別講演、講習等を実施する。
- NPC-III の経過観察と追跡調査を行い、安全性と有効性を確認し、論文化を目指す。
- 各国の臨床試験施設において、新たな臨床試験としてがんの脳転移に対する緩和的放射線治療（BRAIN-I）を開始する。
- 「がんの骨転移に対する緩和的放射線治療に関する調査研究（BONE-I)」を通して、アジア各国で行われている同治療に関して、国による治療方法の違い及びその背景となる因子を明らかにしていく。
- 国際原子力機関（IAEA）／原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）において本プロジェクトの委員がリード国コーディネーターを務める「緩和的治療における放射線治療の標準化プロジェクト」が 2022 年より始動した。本プロジェクトともに協力していくことが望まれる。
- 3D-IGBT の臨床的及び物理学的品質保証/品質管理（QA/QC）観点からの線量監査について、未実施の臨床試験参加治療施設を対象に調査を行う。
- 現行の臨床試験が終了した後の新規臨床試験について検討する。

(9) 課題

- 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大が長引いたため、現行の臨床試験が行われている各国の病院では治療の中断によって症例登録が滞り、感染収束後も治療後の追跡調査に支障が出ており、臨床試験が順調に進まない可能性がある。
- CERVIX-V で用いられている 3D-IGBT は最新の治療技術でもあるため、多くの参加国で技術指導が必要である。ワークショップ中に実施の要望があるが、技術指導のため、様々な準備（技術指導セッションの時間、場所の確保、使用設備や機器の確認、トレーニング内容の作成等）が必要となる。ホスト国のメンバーとの綿密な打ち合わせが必須である。また、ワークショップは年に 1 度の開催のために、実施できる頻度が低い。
- プロジェクト内での臨床試験の遂行に関する費用やマンパワーの問題が挙げられる。現在、臨床試験の事務局機能は量子科学技術研究開発機構（QST）が行い、臨床試験運営や臨床データ管理に要する費用、臨床データ入力及びマンパワーも全面的に依存している。これは、3D-IGBT における品質保証/品質管理（QA/QC）観点からの線量監査に関しても同様である。
- プロジェクトの海外メンバーのワークショップへの招聘費用の削減は、プロジェクト活動に大きな活動を与え、臨床試験の進捗を遅らせることになる。本プロジェクトでは様々な腫瘍部位の臨床試験に対応できる適切な放射線腫瘍医、医学物理士の両方の代表の必要を満たすために、各国から最低 2 名の参加が望まれる。

6. 研究炉利用プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 2 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

FNCA 加盟国の研究者、技術者及び研究基盤の技術スキルレベルの向上に寄与する。研究炉利用の様々な研究課題の討論を通じてネットワークの構築を目指し、今後の研究炉利用の可能性をまとめる。ワークショップでは、以下のトピックを取り上げて議論する。

- 中性子放射化分析（NAA）
- 新しい放射性同位体（RI）を含む RI 製造
- 中性子散乱
- 原子核科学
- ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）、中性子ラジオグラフィ（NR）
- 材料研究
- 新しい研究炉
- 人材育成

(3) 本フェーズの活動概要

① 研究炉利用（RRU）グループ

- ワークショップにおける情報交換を通じ、アジア各国の試験研究炉に関する照射技術、利用手法、医療用/産業用 RI 製造、新規計画等に関する情報や経験・知見を共有することにより参加国間での理解を深め、試験研究炉の技術基盤向上、相互の有効利用向上を図る。
- ワークショップで検討するトピックは、「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造、可能であれば実用的な精製技術や品質保証と品質管理（QA/QC）」、「新しい研究炉」の他、新規課題も含めて考慮する。

② 中性子放射化分析（NAA）グループ

- 環境モニタリングに焦点を当てて、NAA を含めた複数の測定技術（誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）等）を適用する。
- 対象試料は、大気、土壌･河川･湖沼及び海洋堆積物等の環境汚染をモニタリングするための試料が中心となるが、食品及び栄養物、産業生産物、地球化学的試料等、広い意味での環境試料も含まれる。
- 政府機関、規制機関、産業界及び研究者を含む広範な潜在的エンドユーザーを想定して実施する。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

ワークショップは、10 月 17 日～19 日、タイ・バンコクにおいてハイブリッド形式で開催され、研究炉利用（RRU）グループと中性子放射化分析（NAA）グループとに分かれて詳細議論を行った。また、研究炉利用に関するオープンセミナーを開催し、タイ国内の研究所や大学からも参加者が集まった。ワークショップ対面参加者を対象に、テクニカルビジットとしてタイ原子力研究所（TINT）のタイ研究炉 TRR-1/M1 と RI 製造センターを視察した。

① 研究炉利用（RRU）グループ

- 新しい放射性同位元素（RI）を含む RI 製造、中性子散乱、材料研究、人材育成、新しい研究炉等、それぞれが選択したトピックに関する自国の活動状況について各国から順次発表がなされ、FNCA 加盟国の研究炉利用の現状について情報交換が行われた。また、韓国から提案のあった研究炉の性能・寿命管理プログラム（PMP）についてセッションを設け、研究炉の老朽化問題について議論がなされた。
- 研究炉利用において、FNCA 加盟国で取り組んでいる主なテーマを順次紹介し、情報共有ができた。

② 中性子放射化分析（NAA）グループ

- 環境モニタリングに焦点を当て、NAA を含めた複数の測定技術について、国別発表がなされた。
- 環境試料は、大気粒子状物質（SPM）や土壌等“一般的”な環境試料だけでなく、鉱石や食品等を含む環境に関連するその他の試料も対象とした。
- 2 つのキーフレーズ（環境モニタリング、NAA を含む複数の測定技術）について、各国の進捗報告の内容を 2 つの課題に整理し、各国が行った活動について参加国間でレビューした。
- 研究炉が一時的または恒久的に稼働していない参加国では、蛍光 X 線分析（XRF）や粒子線励起 X 線分析（PIXE）、誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）等、NAA 以外の分析法を環境試料に適用し、NAA グループ内でデータの比較及び検証を行うことができるようにした。
- エンドユーザーとの積極的な連携を維持、強化する取り組みを継続的に行ってきた。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- NAA グループでは、希土類元素（REEs）及びウラン（U）等の有用元素を含む鉱物試料が NAA やその他の方法によって分析されており、鉱物資源の存在と質の評価における NAA の有効性と有用性が示された。

- 本年度は対面でのオープンセミナーを開催し、FNCA 活動や NAA 利用について広く紹介した。
- NAA グループの論文
  - ✧ The pollution characterization of black carbon aerosols in the southwest suburb of beijing from 2013 to 2019, Atmospheric Pollution Research 14 (2023) 101669, 2023 （中国）
  - ✧ Phytoremediation test of aquatic plant species in Lake Ledulu Rote Island (Indonesia) using neutron activation analysis, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012091, 2022（インドネシア）
  - ✧ The unrevelaed of water quality parameters at Lake Oemasapoka, Rote Island – Investigation of the concentration of heavy metal in a saline environment, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012024, 2022（インドネシア）
  - ✧ Comparative study of mineral element content in fishes from the south and north seas of java island using neutron activation analysis, Journal of Physics Conference Series 2193 (2022) 012031（インドネシア）
  - ✧ Micro-mineral Fe, Zn, Mn, Cr and Co Profiles of Foodstuff Commonly Consumed in Indonesia, AIP Conference Proceedings, 2021（インドネシア）
  - ✧ Assessment of rare earth and actinides (U and Th) elements in soil samples Kapar Industrial Area, Selangor, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1231 (2022) 012017, 2022 （マレーシア）
  - ✧ Metal Composition and Source Identification of PM2.5 and PM10 at a Suburban Site in Pathum Thani, Thailand, Atmosphere 2023, 14, 659, 2023 （タイ）
  - ✧ Redetermination of mass fraction of three halogens (Cl, Br, I) for 17 USGS geochemical reference materials. Geostandards and Geoanalytical Research 47 (2023) 931-944 ((DOI: 10.1111/ggr.12516) （日本）
  - ✧ High sensitivity determination of iridium contents in ultra-basic rocks by INAA with coincidence gamma-ray detection. Nuclear Energy and Technology 54 (2022) 423-428（日本）

(6) 2023 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 10 月 17 日～19 日	
開催地	タイ・バンコク（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	36	
参加者内訳	オーストラリア	2

	バングラデシュ	2
	中国	2
	インドネシア	2
	カザフスタン	2
	韓国	1
	マレーシア	2
	モンゴル	2
	フィリピン	2
	タイ	6
	ベトナム	2
	日本	11
オープンセミナー参加者数（名）	50	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

FNCA 加盟国では、新たな研究炉建設の計画や研究炉利用計画、さらには廃止計画が予定あるいは予想されており、研究炉に関するプロジェクトの情報交換活動の活性化が期待される。研究炉を利用する応用分野は幅広く、炉内挙動解析、中性子利用の種々の分析（放射化分析、中性子散乱）、RI 製造、BNCT 等、FNCA に参加する各国の必要度や興味を加味した活動を展開できる可能性が高く、また、人材育成の観点からもより価値が高まる。FNCA 加盟国の研究者及び技術者のネットワークを構築することにより、相互に原子炉の有効利用促進を図ることができる。

FNCA 加盟国において NAA は元素定量分析手法として重要な位置を占めるが、そうした状況は、ICP-MS や ICP-AES のような高感度分析機器が普及している日本を含めた先進国においても同様である。今後、科学技術の進展につれて NAA の重要性はますます高まるものと思われ、こうした展望を踏まえて NAA とその他の分析手法のデータを相互補完しながらプロジェクトを進めていくことが重要である。具体的には、分析法として競合する先端分析手法（ICP-MS、ICP-AES 等）との比較を通して NAA の優位性がどこにあるかを明らかにし、そうした優位性を発揮できる応用分野での開拓を行い、研究炉利用がいかに先端技術研究テーマに貢献するかを実証することが重要である。また、社会にとって NAA の有益性を示せる具体例を選び出すことも重要である。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

次フェーズ（2024～2026 年）も引き続き現フェーズのトピックに取り組むことを決め、さらに新しいトピックも採用した。ワークショップを毎年開催する利点は、研究炉に係る

幅広テーマを議論する中で、新しいテーマを柔軟に取り込み、各国のネットワーキングの機会を提供することである。

a. 中性子放射化分析（NAA）

b. 新規放射性同位元素を含む放射性同位元素製造及び新規施設

c. 新規研究炉

d. 研究炉利用

・中性子散乱

・材料研究

・ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）

・中性子ラジオグラフィ（NR）

・戦略的計画と協力［新規］

・使用済み燃料管理［新規］

e. 人材育成

f. 研究炉の老朽化問題［新規］

NAA は、研究用原子炉の利用という点では多くの FNCA 加盟国が共通のテーマとして取り組めるプロジェクトであり、先端技術として今後も重要な位置を示すものと考えられる。NAA グループでは FNCA 加盟国がそうした認識を持てるような計画を設定すべきであり、分析対象試料は、現フェーズと同様、広義の環境試料を考える。また、NAA 技術を向上させるために、2 種類の同じ試料を共同で分析し、結果を比較する。分析元素としてこれまで対象とした希土類元素（REE）やウランに加えて、環境試料で注目されるハロゲン元素に焦点を当てる。NAA が主たる分析方法となるが、必要に応じて ICP-MS や XRF 等の分析法を使用し、試料ごとに分析法の適否を検討する。

なお、本プロジェクトでは AFRA、RCA との連携は特に考えていない。

(9) 課題

RRU グループにおける新しいテーマの掘り起こしが必要であろう。また、原子炉が稼働していない国（フィリピン、モンゴル）でのプロジェクトをどのように進めていくか、研究炉の横断的利用等の可能性も検討事項である。新しい研究炉の建設を行うにあたって、予算獲得までの時間が見えてこないケースがある。予算獲得ができない国に関してプロジェクトをどのように進めるか議論が必要であろう。

NAA グループにおいては、研究用原子炉が一時的に、あるいは恒久的に稼働していない参加国においても、他の国の協力を得ながらプロジェクトに参加する努力がなされてきたが、より一層相互協力を推進することが望まれる。プロジェクト実施に対しての予算の

裏付けがないので、どのようにすればプロジェクトに積極的に参加できるかを考慮する必要がある。

7. 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 7 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 自然起源放射性物質及び人為的な過程を経て濃度が高められた自然起源の放射性物質（NORM/TENORM）に関する調査活動を進め、各国との検討結果を、統合化報告書としてまとめることを目指す。
- 2020 年に発行された「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書（中間報告)」のアップデートを完了する。
- 年に 1 回あるいは 2 回（ワークショップ後と年度末)、放射線安全･廃棄物管理に関する参加国の最新動向をまとめたニュースレターを発行し、世界へ向けた情報発信も行う。

(3) 本フェーズの活動概要

- ワークショップを通して NORM/TENORM に関する各国の現状把握と、関連する意見交換を実施する。
- ワークショップ開催中に開催国の施設訪問を通して、NORM/TENORM に関する現状調査とオンサイトでの意見交換を実施する。
- 放射線安全･廃棄物管理に関するニュースレターを発行する。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

- NORM/TENORM に関する統合化報告書の素案作成の準備を進めて、ワークショップにて参加国の素案を発表・検討した。
- 放射線安全･廃棄物管理に関する各国の最新動向をまとめたニュースレターを本年度末に発行した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- 本年度のフォーラムにて、FNCA 加盟国の放射線安全及び廃棄物管理に関する取り組みを発表し、意見交換を行った。
- 「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書（中間報告)」が 2020 年 3 月に発行された。
- ニュースレターを発行し、FNCA 加盟国における放射線安全･廃棄物管理に関するトピックスを発信した。

(6) 2023 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 11 月 7 日～11 月 9 日	
開催地	マレーシア・バンギ	
参加者数（名）	21	
参加者内訳	オーストラリア	1
	バングラデシュ	1
	中国	0
	インドネシア	1
	カザフスタン	0
	韓国	プロジェクト不参加
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	9
	5 タイ	1
	ベトナム	1
	日本	5
フォーラム参加者数（名）	34	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

放射線安全・廃棄物管理は原子力技術利用の基盤の 1 つであり、放射性廃棄物の安全管理、処理・処分、放射線緊急時対応等は今後の重要課題でもあることから、放射線安全指針等の改善、廃棄物処分サイトの立地･安全要件、安全評価、技術評価、関係指針等の整備等、参加国のニーズに適合したテーマを選択し、本活動を参加国間の情報交換・共有のプラットフォームとして確立することがより価値ある活動になる。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 2023 年度末に完成する NORM/TENORM をテーマとした統合化報告書について、学術誌等へ論文掲載をし、関係者に有益な情報となるように情報発信をしていく。
- 次期フェーズのテーマとしては「放射性廃棄物と関連する環境放射線、放射能」を検討中である。
- これまでに本プロジェクトのワークショップ中に、アジア･オセアニア放射線防護会議等と合同セッションを設けた経験がある。他の会合の開催時期や場所にも左右されるが、今後も継続して国際的な枠組との情報交換や、FNCA の活動や成果のアピールを行っていく。

(9) 課題

- NORM/TENORM においては、国ごとに関心のあるテーマやトピック、また技術レベルが異なる。まずは、ファクト・ファインディングで、これらの現状をしっかりと把握することが重要である。
- 1 年に一度の会合を実りあるものにするためには、日本側（研究者のみならず行政官も）が、中間の時期に、ワークショップ開催国を少人数で訪問、シェルパ活動として、各国の現状把握を充分に行うことが必要である。また、そのための資金を確保することが重要である。
- プロジェクトに研究費がないので確保することが重要である。

8. 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

(1) 本フェーズ年：2021 年度～2023 年度（第 4 フェーズ）

(2) 本フェーズの活動目標

- 核セキュリティに関する協力・連携の強化、訓練等の共同実施を行うことにより、参加国の本分野の能力向上に資する。
- 追加議定書（AP）良好事例集を一層充実させ、参加国の AP 実施に反映する。
- 人材育成、能力構築のための参加国間でのトレーニング情報を共有し、連携協力の一層の促進を図る。
- 地域の他のイニシアティブとの連携・協力により、より効率的・効果的に核不拡散・核セキュリティの強化を図る。

(3) 本フェーズの活動概要

- 核鑑識実施に係る他の地域の連携事例を学び、実際の事案発生時にすみやかにかつ着実に対応が行えるような連携体制の構築につなげる。
- 核セキュリティ体制を維持・強化していくツールとして核セキュリティステークホルダーマトリックスを各参加国で作成して、その良好事例等の情報を共有し、各国の核セキュリティ体制の強化に資する。さらに、このマトリックスを活用し、各国の核セキュリティ人材に必要な知識や能力を明確にして、それらが不足している場合にはトレーニングを実施して必要な知識・能力を付与する等、人材育成にも活かしていく。
- 核セキュリティ文化醸成活動に関わる良好事例集を作成して相互に学ぶと共に、トレーニングカリキュラムに反映する等して内部脅威対策強化につなげる。
- AP 実施にあたっての良好事例集を国際原子力機関（IAEA）のインフォメーションサーキュラー文書（INFCIRC）として広く国際社会に周知し、FNCA 加盟国の事例活用を目指す。
- IAEA の AP 附属書Ⅱ（Annex 2）で求められる輸出管理を着実に実施していくためエクササイズ等の実施を検討すると共に、良好事例集を作成し、FNCA 加盟国の的確な AP の実施に資する。

(4) 2023 年度の活動概要、具体的取り組み

ワークショップは、2023 年 8 月 1 日～3 日、インドネシア・スルポンにおいて対面とオンラインのハイブリッド形式で開催された。オーストラリアを含む FNCA 加盟国から、計 36 名が参加した。

- 核セキュリティ：核鑑識に関する地域トレーニングコースの結果について、日本とオーストラリアから発表がなされた。セシウム 137 紛失事例について、オーストラリアとタイから発表がなされた。核セキュリティ体制の強化のために今後どのように活用していくか議論を行った。
- 保障措置：カザフスタン、モンゴル、ベトナムから AP に基づく輸出管理実施の良好事例に関する発表がなされた。良好事例集作成のため、FNCA 加盟国から情報を収集してサマリーレポートを作成し、2024 年第 2 四半期または第 3 四半期の大量破壊兵器資機材識別（CIT）オンライントレーニングを予定している。なお、まとめる良好事例集を IAEA の INFCIRC 文書として共有する手順と要件を確認することとした。
- 特別講演：日本の研究炉の高濃縮ウラン（HEU）最小化に関する特別講演が宇根崎博信委員（京大）より行われた。
- 机上演習（TTX）：対面のワークショップ参加者はじめ、インドネシア国家警察、インドネシア税関総局、国家情報庁、インドネシア国軍のメンバーも参加し、核鑑識に関する仮想シナリオに基づき、ファシリテーターの進行で議論を行った。
- オープンセミナー：インドネシアのステークホルダー参加の下、核セキュリティステークホルダーマトリックス表に関するオープンセミナーを開催した。
- テクニカルビジット：インドネシア国立研究革新庁（BRIN）の核セキュリティトレーニング支援センター及び多目的研究炉 RSG-GAS を視察した。

(5) 近年の成果の発信（世界各国への成果の公表）

- FNCA ウェブサイトを活用して参加各国の以下の情報を掲載し、参加国間で情報共有が促進されると共に、参加国以外に対しても広く発信された。
  - 核セキュリティ・保障措置の参加国の最新の取り組み状況
  - 3S（原子力安全、保障措置、核セキュリティ）に関する規制当局情報
  - 核セキュリティ文化醸成に向けた参加国の取り組み事例
  - 本プロジェクトのワークショップにおける議論のサマリー
- 2021 年 3 月に米国シンクタンク（CRDF グローバル）と世界核セキュリティ協会（WINS）が開催するウェビナーで日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動と成果について発表した。
- 2021 年 8 月に開催された核物質管理学会（INMM）と欧州保障措置研究開発協会（ESARDA）との合同年次会合で日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動と今後の計画について発表した。
- 2021 年 11 月に開催された日本核物理管理学会で日本プロジェクトリーダーが本プロジェクトの活動について発表した。
- 2022 年 7 月に開催された INMM 第 63 回年次大会にて FNCA が進めるステーク

ホルダーマトリックスプロジェクトについて発表した。

・ 2022 年 10 月に開催された日本核物質管理学会年次大会において、ステークホルダーマトリックスプロジェクトについて発表した。

(6) 2023 年度ワークショップへの参加国・参加者数、オープンセミナー参加者数

開催期間	2023 年 8 月 1 日～3 日	
開催地	インドネシア・スルポン（ハイブリッド形式）	
参加者数（名）	36	
参加者内訳	オーストラリア	3
	バングラデシュ	1
	中国	1
	インドネシア	8
	カザフスタン	3
	韓国	1
	マレーシア	1
	モンゴル	1
	フィリピン	1
	タイ	1
	ベトナム	1
	日本	14
	IAEA 他	－
オープンセミナー参加者数（名）	40	

(7) FNCA 活動として取り組む価値（FNCA に対する有用性）及び実現可能性

我が国政府は、IAEA 総会、核セキュリティサミット、IAEA 閣僚級の核セキュリティ国際会議、IAEA との保障措置協議等で、核セキュリティの一層の強化や保障措置・AP の普遍化、これらの分野における国際協力の重要性等について強くコミットしている。

本プロジェクト活動の推進は、アジア地域の核不拡散・核セキュリティの一層の強化に向けた活動の 1 つであり、FNCA 加盟国を含む地域の平和と安定による国際社会の福祉と繁栄への貢献となる。特に、核セキュリティの強化は地域・国際社会が共にレベルを上げていかなければならない課題であり、この活動は我が国の安全保障等への貢献にもつなげることができる。この分野で豊富な経験を有する我が国がこの活動で貢献することは、我が国の原子力平和利用及び核不拡散・核セキュリティ強化政策への貢献にもつなげることができる価値のあるものである。

引き続き FNCA 活動を通して、参加各国における本分野の取り組みの最新情報や良好事例を共有すると共に、演習等を含む人材育成を進めることにより、核不拡散・核セキュリティ確保の体制を維持・強化し、地域の平和と安定に貢献していく。

(8) 今後の具体的な目標及び計画、AFRA、RCA との連携（プロジェクトリーダーへのヒアリングでの意見）

- 今後 3 年間（2024～2026 年）の NSS プロジェクトの計画が議論され、実施の詳細が大まかに決定した。
- 核セキュリティ：核セキュリティ文化の醸成、RI セキュリティ、新たな脅威（AI、コンピューター（サイバー）セキュリティ、Beyond DBT（設計基礎脅威を超えた脅威））、放射性物質の輸送セキュリティ、内部脅威緩和に関する良好事例を集める。
- 保障措置：人材育成計画及び資格認定（人材ローテーション）、アジア太平洋保障措置ネットワーク（APSN）及び/又は、ASEAN 原子力規制機関ネットワーク（ASEANTOM）等のその他のイニシアティブ
- 机上演習及びトレーニングを通したキャパシティ・ビルディング：机上演習（例えば、補完的なアクセス（CA）、核鑑識、緊急時対応、輸出管理）、2024 年第 2 四半期又は第 3 四半期に ISCN/JAEA によって計画されるオンライン AP-CIT（商品識別）。
- 核鑑識の実施にあたっての地域連携の具体的な例を学び、実際の事案発生時に速やかにかつ着実に対応が行えるようなアジア地域における連携体制の構築につなげる。
- 参加各国が作成したステークホルダーマトリックスを活用し、それぞれの国の核セキュリティ体制構築に向けてのインフラ開発におけるギャップや核セキュリティ開発の能力開発で不足しているところを特定し、関係部門の連携・協力を促進する。
- AP 附属書Ⅱで要求される輸出管理に関する良好事例を収集し、参加各国の的確な AP の実施を目指す。
- IAEA や日本核物質管理学会（INMM）等の国際会議で本プロジェクト活動について発表し、本プロジェクトで得られた成果を国際的に発信、共有する。
- 他のイニシアティブ等との連携を図り、効率的・効果的な活動を実施する。
- 人材育成、能力構築のための参加国間でのトレーニング情報の共有、連携協力の一層の促進を図る。
- APSN、ASEANTOM、EU-CBRN-COE 等、アジア地域にはさまざまなイニシアティブがあり、また、二国間協力やマルチの協力を進めているドナー国もある。これらの活動と FNCA の活動をうまく連携させ、効率的・効果的な活動に結び付けたい。また、IAEA が事務局を務める Nuclear Security Support and training

Centre（NSSC）ネットワークへも FNCA 活動を紹介して連携することも模索していきたい。

・ なお、本プロジェクトでは AFRA、RCA との連携は特に考えていない。

(9) 課題

・ 核鑑識は欧州やオーストラリアが進んでおり、メンバー国以外の活動からも積極的に学ぶべきである。2021 年度よりオーストラリアの参加を継続して得ており、2022 年度は IAEA 及び欧州委員会共同研究センター（EC/JRC）をワークショップに招いた。今後も IAEA や欧州連合（EU）をワークショップに招いて国際的な動向や核鑑識の体制整備状況、地域連携の動き等を話してもらうと効果的である。

・ アジア諸国にはまだ、ブラックマーケットが残っていると言われており、輸出管理をしっかりしてもらうことが必要である。そのための活動として良好事例の共有やエクササイズの実施が効果的と考える。

・ 原子力平和利用が進む中、核不拡散や核セキュリティ確保の重要性についての理解が必ずしも十分ではない。またアジア諸国には核物質を持たない国も多く、放射性物質のセキュリティについても理解を深めることが重要と考える。そのため、ワークショップ開催時に、特に政策立案を行う政府関係者向けにオープンセミナー等を企画していきたい。

V 2023 スタディ・パネル事前調査

2023 スタディ・パネルにおける議論に資するため、同会合テーマである「SMR を含む新型炉の展望」に基づき、これらに関連する諸々の事例の調査、収集を行い、まとめた。具体的な調査事項は、以下の通りである。

1. SMR の定義・コンセプト
2. SMR 用各炉型の概要
3. 各炉型の特徴
4. SMR に関する取り組み
5. SMR に関して FNCA 加盟国が知りたいこと

本調査はインターネット上の公開情報の収集を基本とし、有識者によるピアレビュー等を行ったものではない。出典については脚注として示した。また、一部現地に問い合わせた独自調査によるものもある。特に「4. SMR に関する取り組み」については、FNCA 研究炉利用プロジェクトの関係者から得た情報を中心に、FNCA 加盟国の現状や国際協力関係についてまとめた。なお、本調査は有識者によるピアレビュー等を行ったものではない。

1) SMR の定義・コンセプト

小型モジュール炉（SMR）は「革新炉*1」の一部であり、一般的に小出力の炉心をモジュール化し、工場で一括製造、輸送し、現地で組み立てる 1 万 kWe～30 万 kWe までの原子炉を言い、第 3 世代、第 4 世代原子炉*2 を含んでいる。IAEA の技術文書（TECDOC[361]）によると、SMR は以下の特徴を有する原子力発電所（NPP）として定義されている。

・電気出力が 30 万 kWe 未満または熱出力 100 万 kWt 未満の原子炉
・商業用に設計された原子炉で、発電、淡水化、熱供給への利用を目的とする原子炉
・近接地に複数のモジュール化された原子炉を追加できるように設計された原子炉
・規制機関による未認可の斬新な設計であり、水冷却炉や、高温ガス炉、液体金属冷却炉又は溶融塩炉等の技術を含む
・水中、陸上または海上浮揚式原子力発電所（FNPP）用原子炉

*1 革新炉とは現在の原子炉よりも安全性が高いとされ、燃料の燃焼効率が高いといった特長を持つ。経済産業省は既存の軽水炉型の原子力発電所をベースに安全性を高めたタイプ等 5 種類（革新軽水炉、SMR、高温ガス炉、高速炉、核融合炉）を打ち出し、並行して開発・建設を進める考え。導入時期やコスト、使用済み核燃料の再処理等の政策と合致するかがポイントとなる[362]。

*2 第 4 世代原子炉（GEN-IV）とは、核拡散抵抗性を高め、安全性、緊急時対応や効率化・経済性を追求した原子炉で、米国、英国、日本等 13 ヵ国、1 国際機関の枠組みの下（第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF : Generation IV International Forum））で研究開発が進められ、6 種類（超臨界圧水冷却炉（SCWR）、ナトリウム冷却高速炉（SFR）、鉛合金冷却高速炉（LFR）、超高温ガス炉（VHTR）、ガス冷却高速炉（GFR）、溶融塩炉（MSR）の原子炉型が提案されている。これに対し SMR は固有の安全性や系統に対する柔軟性等を特徴としている[363]。

なお、SMR は新しい概念によるものであり、適正な発電電力量、SMR 設置サイトの地形、モジュール設計、電気系統以外の適用技術、設置場所、建設技術、地下や水中における燃料装荷技術、ソースターム、廃棄物管理等様々な技術開発が必要な場合もある[363]。

また、電気出力による分類では、中小規模の原子炉、またはモジュール式原子炉に対して、最大 30 万 kWe の原子炉を「小型炉」または「小型モジュール炉」と呼び、30 万 kWe～70 万 kWe の原子炉を「中型炉」と定義する場合もある[364]。

SMR は規制及び法的枠組の整備や世界的展開に向けた課題等様々な課題を持つ[365, 366]（後述）が、現時点で議論に挙がっているのが、SMR の放射性廃棄物の問題である。SMR は従来の大型原子炉より建設費が安く、廃棄物も少ないという分析がある[367]一方、SMR

361 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-2003web.pdf （2023.4.25 閲覧）
362 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1915_web.pdf （2023.4.25 閲覧）
363 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA22A9A0S2A221C2000000/ （2023.5.02 閲覧）
364 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1972web.pdf （2023.4.25 閲覧）
365 https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/025_04_00.pdf （2023.4.25 閲覧）
366 https://scholar.google.co.jp/scholar?q=OECD/NEA%EF%BC%9ASmall+Modular+Reactors:+Challenges+and+Opportunities&hl=ja&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart （2023.4.25 閲覧）
367 https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/smr_01.html （2023.5.8 閲覧）

では放射性廃棄物の処理・処分量が 2～30 倍に増大することになるという指摘もある[368]

2) SMR 各炉型の概要

1. 水冷却炉型

水冷却炉とは冷却材及び減速材に水（主として軽水）を使用する炉で、技術的なリスクが最も低く、かつ現在の規制の枠組みに最も適合しやすいものである[369]。また、小型軽水炉は一般的に 5%以下に濃縮されたウラン 235 を燃料として使用、燃料取替期間は最大で 6 年である。既存のインフラ、冷却水、輸送上も適合しやすいため、老朽化した火力発電所のリプレイスとして利用することが可能である。代表的な例として、米国の NuScale Power 社の NuScale US460[370]、GE 日立・ニュークリアエナジー（GEH）社の BWRX-300[371]、Holtec 社の SMR-160[372]、ロシアのロスアトム社の KLT-40S[373]、韓国の韓国電力技術（KEPCO E&C）の SMART[374]等が挙げられる。

2. ナトリウム冷却高速炉型

この炉型は第 4 世代原子炉の 1 つに選ばれているナトリウムを冷却材とする原子炉（SFR）である。軽水炉と比較し、さらに小型で燃料効率が良く、燃料取替サイクルが長い（30 年～）とされるものもあり[375]、発電、脱塩（淡水化）、熱供給用として遠隔地での暖房等、潜在的な利用目的、用途は多岐に渡る。代表的な例として、GEH 社の小型モジュール炉 PRISM、米国のアドバンスド・リアクター・コンセプツ社（ARC ニュークリア）による小型原子炉 ARC-100[376]、東芝の小型高速炉 4S（Super-Safe，Small and Simple）[377]、米国のテラパワー社ナトリウム冷却型高速原子炉技術「Natrium」[378]等が挙げられる。

3. 高温ガス炉型

高温ガス炉（HTGR）は、減速材に黒鉛を用い、冷却材にヘリウムガスを用いた原子炉であり、非常に高温の熱供給が可能な第 4 世代原子炉と言われる。利用目的として、水素製造、地域暖房、海水淡水化等の発電以外の様々な分野にも熱供給が可能である。この炉型は優れた安全性を有しており、その原理・構造から商用軽水炉では必須の非常用炉心冷却設備

---

368 https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2111833119 （2023.4.25 閲覧）
369 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1770_web.pdf （2023.4.27 閲覧）
370 https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/smr/licensing-activities/pre-application-activities/nuscale-720-sda.html （2023.4.27 閲覧）
371 https://www.hitachi-hgne.co.jp/activities/advanced_reactor/pdf/advanced_reactor.pdf （2023.4.27 閲覧）
372 https://holtecinternational.com/communications-and-outreach/smr/ （2023.4.27 閲覧）
373 https://aris.iaea.org/PDF/KLT-40S.pdf （2023.4.27 閲覧）
374 https://www.kepco-enc.com/portal/contents.do?key=1245 （2023.4.27 閲覧）
375 https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/nuclearenergy/research/safety-reactor.html?utm_source=www&utm_medium=web&utm_campaign=since202202ess （2023.4.27 閲覧）
376 https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/__icsFiles/afieldfile/2019/06/25/1364263_07.pdf （2023.04.27 閲覧）
377 https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/nuclearenergy/research/safety-reactor.html?utm_source=www&utm_medium=web&utm_campaign=since202202ess （2023.4.27 閲覧）
378 https://www.powermag.com/ge-hitachi-terrapower-team-on-nuclear-storage-hybrid-smr/ （2023.4.27 閲覧）

（ECCS）が不要であり、水素爆発や水蒸気爆発が発生せず、東京電力福島第一原子力発電所と同様の事故（メルトダウン等）が発生する可能性がないと言われている[379, 380]。また、この炉は熱に強いセラミック被覆の燃料粒子や炉心構造物に黒鉛を用いる等、高温に耐えることができ、同時に、異常時の過渡挙動が緩慢であるといった固有の安全性を有している。研究炉としては、中国の HTR-10、我が国の黒鉛減速ヘリウムガス冷却型高温工学試験研究炉（HTTR）[381]等があり、開発計画例として、日本（GTHTR300C 計画）[379, 382]、米国（NGNP 計画）、カザフスタン（KHTR 計画）、韓国（NHDD 計画）、インドネシア（高温ガス炉計画）、英国（AMR 計画）、ポーランド（HTGR 計画）、カナダ（SMR 計画）、EU（Gemini+, Gemini 4 計画）[383, 384]等がある。さらに、中国では実証炉としての HTR-PM が建設中である[385]。

4. 溶融塩炉型

溶融塩炉（MSR）は、第 4 世代原子炉の一炉型で、核燃料物質を溶融塩に溶解させた液体燃料炉である[380, 386]。溶融塩とは高温で溶融した塩であり、原子炉用としては、フッ化物と塩化物があり、これらの塩にウラン、トリウムや超ウラン元素を燃料として混合する。この原子炉型の最大の特徴は、燃料が液体であるため、軽水炉等で用いる固体燃料（低濃縮ウランやプルトニウム酸化物固体燃料ペレットを封入した燃料集合体という固体形状の燃料）とは異なる優れた特長がある[386]。

上述したように MSR で用いる溶融塩は液体であり、熱を発生する燃料であると同時に、電力を発生する電力変換装置へ熱を運ぶ冷却材でもある。酸化物燃料を徐々に溶融塩の中に加えていくことで、フルパワーで稼働させ続けることができ、MSR を停止することなく、非常に長時間運転し続けることが可能になる。また、燃料と冷却材が一体化して、燃料は常に冷却材に閉じ込められていることとなるため、原子炉のメルトダウンの心配は無い。さらに、小型の組み立てユニット型式で、大量生産することができるため、建設コストを大幅に削減し、工程を短縮できるとも言われている[380]。その他、溶融塩は高温でも化学的に不活性であり、蒸気圧も低く、常圧で使用でき、万一燃料塩が炉外に流出した場合、自重で下方のドレインタンクに回収でき、炉心の黒鉛減速材から分離するため再臨界事故を防げる等の長所がある。また、軽水炉により発生するプルトニウムをエネルギーに変換しつつ、効率良く消滅処理できる点が核拡散防止の観点で高く評価されている。代表的な例として、我が国の小型溶融塩炉「FUJI」[387] があり、黒鉛の取替なしで 30 年間の運転が可能とされてい

379 https://www.jaea.go.jp/04/sefard/ordinary/2022/2022090901.html#smr_4-1（2023.4.27 閲覧）
380 https://corepower.energy/ja/advanced-nuclear/msr （2023.4.27 閲覧）
381 https://www.jaea.go.jp/04/o-arai/nhc/jp/faq/httr.html （2023.4.27 閲覧）
382 https://nsec.jaea.go.jp/naht/jp/intro/cogene/cogene_1.htm（2023.4.27 閲覧）
383 https://gemini-initiative.com/gemini-4-0/ （2023.4.27 閲覧）
384 https://cordis.europa.eu/project/id/755478（2023.4.27 閲覧）
385 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/072/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2014/09/11/1351766_08.pdf （2023.5.8 閲覧）
386 https://confit.atlas.jp/guide/event-img/aesj2018s/1G_PL05/public/pdf?type=in （2023.4.27 閲覧）
387 http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2013/siryo17/siryo2-2.pdf （2023.4.27 閲覧）

る。

このような特徴を有した溶融塩炉の開発は、米国オークリッジ国立研究所（ORNL）で行われ、1954 年に実験炉として、3,000kWt の航空機用原子炉 ARE（ベリリウム酸化物減速材、溶融塩は NaF-ZrF4 を使用）を建設・運転し、熱出力 860℃を達成した。その後、熱出力約 8,000kWt の MSRE（溶融塩実験炉）を 1965 年に完成させ、4 年間の非常に良好な運転実績を示した。なお、大型の実用炉を開発するために、黒鉛の減速材構造物の長期的健全性の確証、溶融塩の化学特性の制御及び熱交換器を始めとする機器設備の改良・開発等の課題が示された。また、米国（フッ化物塩冷却高温炉（FHR））、中国（SSRF）、韓国（SMR）、欧州原子力共同体（EURATOM, MSFR）、チェコ（FREGAT）、フランス（MSFR）、ロシア（MOSART）、インド（FHR）等でも開発が進められている[383]。

5. その他の炉型

上記以外の炉型として、冷却材に液体金属鉛や鉛－ビスマス合金を使用する鉛冷却高速炉（LFR）がある。液体金属鉛や鉛－ビスマス合金を使用する利点として、中性子経済が良いこと、燃料の増殖が可能であること、沸点が高いため水炉のように高圧にする必要がないこと、熱伝導性が良いため除熱機能が高いこと、ボイド係数が負で沸騰したとしても安全性が保たれること、酸素や水と反応性が低いため、漏えい時の安全性が高いこと等が挙げられる。さらに、冷却材の温度変化による密度変化が大きいことから定格運転時と崩壊熱除去時に自然循環冷却を利用できる利点もある。LFR の大型炉には、欧州連合（EU）の実証炉（ALFRED）や商業炉としての位置づけである ELFR（60～150 万 kWe）、ロシアの高速実証炉（BREST-OD-300）がある[388]。ロシアのシベリア化学コンビナート（SCC）で 30 万 kWe である BREST-OD-300 の建設が進んでおり、同炉は商業発電炉として導入が予定されている発電炉 BREST -1200（120 万 kWe）の先駆炉として開発されたもので、冷却材として鉛を、燃料としてはウラン・プルトニウム混合窒化物（MNUP）燃料を使用する。2021 年 2 月に規制機関より建設許可が発給され、2026 年末までに完成させる計画である。また、米国の Gen4 モジュール（G4M）炉は、鉛－ビスマス合金を冷却材とした安全かつクリーン、持続可能でコスト効率の良い輸送可能な電源として設計されたものである[389, 390]。

その他にも、モジュール式の小型ヘリウム冷却高温ガス高速中性子炉（FMR:Fast Modular Reactor）である General Atomics 社のエネルギー増倍モジュール（EM²）がある[391, 392]。

また、マイクロ炉は、減速材固体水素化物（CaH_2）を用い、冷却材ナトリウムを自然循環でヒートパイプの中を流し、システムを簡素化し、超小型化することで、可搬性が高く、

---

388 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/60/6/60_351/_pdf/-char/ja （2023.4.27 閲覧）
389 https://aris.iaea.org/PDF/G4M.pdf （2023.4.27 閲覧）
390 https://www.greencarcongress.com/2012/04/gen4-20120428.html （2023.4.27 閲覧）
391 https://aris.iaea.org/PDF/EM2(GeneralAtomics)_2020.pdf （2023.4.27 閲覧）
392 https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/advanced/licensing-activities/pre-application-activities/genatom.html（2023.4.27 閲覧）

動的機器が不要で、受動的除熱・受動的炉停止が可能となる。

ヒートパイプ型マイクロ炉の代表プラントとして、東芝が設計中の MoveluX、米国ウェスチングハウスが開発中の eVinci（米）がある。

また、TRISO 燃料を用いる高温ガス冷却型マイクロ炉の代表プラントとして、英国 Urenco が設計中の U-battery（英）、米国 USNC が設計中の MMR（米）がある。

なお、移動可搬式炉は、燃料交換期間を長くする方が有利なため、燃料として高濃縮 HALEU を使用する[393]。

3) 各炉型の特徴

先述の「2) SMR 各炉型の概要」での調査内容を参考に、各炉型の経済性、デザイン（立地容易性、安全性、及び信頼性）及び利便性（運転性及び保守性）、その他（熱の多目的利用及び可搬性）に関する特徴（長所、短所）について述べる。

1. 経済性

各炉型に関して「経済性」を評価した文献、もしくは、商用化段階に達した炉に対する市場展開に基づいた定量的な評価を行った文献は検出できなかった。2022 年段階で商用化された SMR は、ロシアの KLT-40S（3.5 万 kWe）2 基を搭載した世界初の海上浮揚式原子力発電所（FNPP）「アカデミック・ロモノソフ」しかなく、実際の各炉型については実証炉や実験炉が殆どで経済性を比較することは極めて困難であった。経済性評価を大型商用炉の実績値から内挿できる炉型としては水冷却型 SMR しかないのであるが、そのほとんどは設計もしくは許認可審査中のプラントで、建設中のそれは CAREM（アルゼンチン）があるに過ぎない[393, 394, 395, 396, 397, 398, 399]。

一方、ナトリウム冷却型、高温ガス冷却型、溶融塩冷却型、その他（鉛冷却型）では、水冷却型と異なり、大型商用炉として普及している炉はなく、上述したように公表された経済性比較評価は皆無である。なお、ナトリウム冷却型高速炉は、燃料増殖性能が実現されれば、燃料サイクル上、最も有利な炉であるが、現状では、ナトリウム冷却型高速炉の商用化は極めて難しいとされ、世界の主要国で大型ナトリウム冷却型高速炉を開発している国はロシアのみとなった。そのような状況下で、ナトリウム冷却型高速炉の SMR の代表的な設計プランとしては、ARC-100（米）や東芝の小型高速炉 4S が挙げられる。

ARC-100 は燃料の補給なしで最長 20 年間の稼働が期待されるとされ、東芝の小型高速

---

393 https://aris.iaea.org/Publications/SMR_Book_2020.pdf（2023.5.8 閲覧）

394 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Nucleoelectrica-contracted-to-complete-CAREM-25 （2023.4.28 閲覧）

395 https://www.jaif.or.jp/information/smr_dashboard（2023.4.28 閲覧）

396 https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_57979/small-modular-reactors-challenges-and-opportunities?details=true （2023.4.28 閲覧）

397 https://gif.jaea.go.jp/event/2021_SMR_Challenges_and_Opportunities/index.html （2023.4.28 閲覧）

398 https://www.iaea.org/topics/small-modular-reactors （2023.4.28 閲覧）

399 https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_78743/the-nea-small-modular-reactor-dashboard?details=true 2023.4.28 閲覧）

炉 4S は炉内機器に静的機器を適用することで、メンテナンスも軽減できるとし、さらに最長 30 年間の長期にわたり燃料交換が不要な構造となっているという。これらの特徴は経済性評価という観点からも重要な長所として注目に値する[393, 395, 396, 397, 398, 399]。

高温ガス型は、他の炉型に比べ出力密度が低く、大型になり、建設コストは高く（経済性は低く）ならざるを得ないが、高温・高圧のヘリウムガスにより最新鋭火力ガスタービンにより高発電効率、また、大容量の黒鉛による固有の安全性（事故時の高熱除去能力）を確保でき、さらに、発電以外の高温熱利用（淡水化、製鉄等）ができるという長所がある[393, 395, 396, 397,400]。

溶融塩炉型は小型の組み立てユニット形式で、大量生産ができるため、コストを大幅に削減し、工程をシンプルにできる。溶融塩炉の特徴の 1 つに燃料転換率が 1.0 近傍と自給自足が可能で、燃料サイクル経済性・資源利用に優れているとされる[393, 395, 396, 397, 398 400]。

なお、その他の炉型である鉛冷却型高速炉は、上記のナトリウム冷却型高速炉と同類の液体金属冷却材を用いており、開発・設計段階にある[393, 396]。

SMR の「単位当たりの建設コスト」については、小型かつコンパクトであること、工場内で原子力蒸気発生システム（NSSS）を高品質で一体製造できること、建設工期を短くできること等により、大型炉に比べ建設コストが小さくなる。これは、事業者側にとり、初期投資のリスクを軽減することになることから、SMR の持つ重要な長所となる[393, 395, 396, 397]。

この観点から各炉型をみると、水冷却型の持つ豊富な建設実績、大きな出力密度は重要な長所と考えられる。ナトリウム冷却型高速炉、溶融塩冷却炉、鉛冷却型高速炉では減速材が不要ということは長所の 1 つでもある。一方、上述したように、黒鉛を減速材に用い、ヘリウム気体ガスを冷却材に用いる高温ガス冷却炉では出力密度が小さく（体積が大きく）なるという点が短所である[393, 395, 396, 397, 400, 401]。

2. デザイン（立地容易性、安全性、及び信頼性）

各炉型のデザインを「立地容易性」、主として、環境評価もしくは建設サイトの選定の観点から SMR を見ると、小型一体型であるため、電力網から離れた遠隔地、離島、海上にも搬送・設置でき、放射性核分裂生成物の量も大型炉より少なく、原子力災害対策重点区域も小さくなり、住民の理解さえ得られれば、都市近郊に設置できる点が大きな長所である。水冷却型の 1 つである PWR（加圧水型原子炉）は、本来、原子力潜水艦用に開発・実用化されたこともあり、また、大型化して商用化され、実績を積んでいることから、その小型化には、既に確立した既存技術の内挿で実現できるという利点がある。これにより、海上輸送は勿論、超小型化して陸上輸送用にも利用することができ、遠隔地、離島、海上浮揚用にも利用できるという点で、水冷却型 SMR は大きな長所を持つ[393, 395, 396]。

各炉型のデザインを「安全性」の観点からみると、水冷却炉では冷却材の水を高圧蒸気に

400 http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/koso/siryo/koso01/siryo08.htm （2023.4.28 閲覧）
401 https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000457.pdf （2023.4.28 閲覧）

しても炉心出口温度は最新の超臨界火力用蒸気タービンの使用温度には到底及ばない。しかも、高温高圧の蒸気を炉心からタービンへと循環させるには配管を用いて冷却材循環回路を作らざるを得ない。この配管破損による冷却材漏えいが炉心の冷却安全性と直結するために、工学的安全設備（非常用炉心冷却系 ECCS）が必要不可欠となる。水冷却型 SMR では、これらの短所を克服するために重装備で人工的な ECCS をなるべく排除し、自然冷却が機能する固有の安全性を活かした設計に改良している[393, 395, 396, 397]。

ナトリウム冷却型高速炉は、高速中性子を用いるため、燃料被覆材にステンレス鋼、冷却材にナトリウムを高温常圧で用いることができ、最新の超臨界圧用蒸気タービンを用いることができる。配管破損による冷却材漏えいは緩慢であるため、長時間かかっても対策を立てられる。ただし、漏えいした冷却材ナトリウムが大気や水に触れて発生する燃焼反応を防止・抑制する設備が必要となる[393, 395, 396, 397]。

高温ガス炉では、燃料被覆材と減速材の黒鉛は密度が小さいため大容量・大容積が必要となり、冷却材漏えい時の炉心冷却は緩慢で良く、水冷却型で必要な急激冷却用の ECCS は不要となる[393, 395, 396, 397]。

溶融塩冷却炉では、燃料と冷却材の溶融塩の混合流体が黒鉛減速材で構成する炉心内を流れる。冷却材の溶融塩は低圧でも沸点が高いので高温が得られる。溶融塩は、核分裂生成物（FP）やアクチナイドが含まれると濁るが、透明性が高いため、不透明なナトリウムほどには取り扱いが難しくない。セシウム、ヨウ素等揮発性 FP の蒸気圧が低く、環境への放出事故時には燃料塩を退避させることができるので、炉心冷却は安定的に収束可能であり、安全性に優れている。ただし、溶融塩は侵食性が強く、圧力容器や配管の腐食による脆化対策が軽水に比べて困難である[400, 402]。

その他の炉型として、冷却材に液体金属鉛や鉛－ビスマス合金を使用する鉛冷却高速炉（LFR）がある。この冷却材を使用する安全上の利点として、沸点が高いため水炉のように高圧にする必要がないこと、熱伝導性が良いため除熱機能が高いこと、ボイド係数が負で沸騰したとしても反応度が増大せず安全性が保たれること、酸素や水と反応性が低いため、冷却材漏えい時の安全性が高いこと等が挙げられる。さらに、冷却材の温度変化による密度変化が大きいことから定格運転時と崩壊熱除去時に自然循環冷却を利用できる利点もある[393, 397]。

以上により、「安全性」、特に、核物理・化学的な固有の安全性及び工学的な安全対策が立て易いという点から、炉型別の優劣順に、代表的プラントを挙げる。

まず、第一は高温ガス炉で、代表的プラントとしては、実証炉としての HTR-PM（中）が建設中[393]、GTHTR300C 計画（日）が許認可準備中である[393]。設計例としては Xe-100（米）、MHR-100（露）がある。また、開発計画例として、KHTR 計画（カザフスタン）、NHDD 計画（韓）、高温ガス炉計画（インドネシア）、AMR 計画（英）、HTGR 計画（ポーランド）、SMR 計画（カナダ）、Gemini+, Gemini 4 計画（EU）等がある[383, 384]。

---

[402] https://www.gen-4.org/gif/ （2023.4.28 閲覧）

次に、溶融塩冷却型の代表的プラントとして、発電用の Natrium-Terra Power（米）及びフッ化物塩冷却型高温炉（KP-FHR）（米）が設計中であり、SSRF（中）、SMR（韓）、MSFR（EU）、FREGAT（チェコ）、MSFR（仏）、MOSART（露）、FHR（印）等が開発中である[383, 393, 395, 396, 397]。

第三に、その他の炉型としての液体金属鉛や鉛－ビスマス合金冷却高速炉（LFR）は、燃料の核物理特性、冷却材の熱力学的特性及び冷却材の化学的不活性に優れており、代表的プラントとしては、建設中の BREST-OD-300（露）、設計中の ALFRED（EU）が挙げられる[393, 395, 396, 397]。

第四に、ナトリウム冷却型高速炉は、鉛冷却型高速炉と同じく、燃料の核物理特性及び冷却材の熱力学的特性には優れているが、冷却材の化学的活性のために不活性ガス雰囲気を必要とするという短所がある。代表的なプラントとしては、設計中の PRISM（米）、ARC-100（加）、4S（日）が挙げられる[393, 395, 396, 397]。

最後に、水冷却型炉では上述したように、事故時の安全性を確保するために重装備の ECCS が必須であり、この短所を克服するために、これまでの大型商用炉の設計・製造・運転実績を活かして、SMR では重装備だった ECCS を減らし、事故時には自然循環機能が働く冷却系設備等を採用している。代表的なプラントとしては、建設・運転中の KLT-40S（露）、CAREM（アルゼンチン）、許認可審査中の NuScale（米）、設計中の SMART（韓）、ACP-100（中）、ACPR-50S（中）、SMR-160（米）、BWRX-300（米）が挙げられる。なお、このうち KLT-40S（露）と ACPR-50S（中）は海上浮揚式原子力発電所（FNPP）である[393, 395, 396, 397, 398, 400, 401]。

「信頼性」言い替えれば、品質の観点から見ると、SMR はいずれの炉型も設備機器を工場で一体化・コンパクト化して製作するため、高い品質保証・品質管理を実施でき、高信頼性（高品質）設備を製作することができる。これは建設者側にとっても、事業者側にとっても長所となる[393, 395, 396, 397]。

3. 利便性（運転性及び保守性）

各炉型の利便性を「運転性」の観点から見ると、発電効率、負荷追従性、燃料交換期間、設備利用率が重要になる。なお、本項では、炉型別の優劣のみを説明し、各炉型の代表プラントについては、特に断らない限り、前項で挙げたものがそれぞれ該当する。

発電効率に関しては、蒸気タービンにしろ、ガスタービンにしろ、タービン入り口での高温高圧の作動流体が必要になる。従って、炉心出口での冷却材にも高温高圧が要求される。この点では、蒸気タービンなら、最新鋭の火力用超臨界蒸気タービンが使用できるナトリウム冷却型高速炉、鉛冷却型高速炉、溶融塩冷却型炉が優れている。ガスタービンなら、最新鋭のコンバインドサイクル用ガスタービンが使用できる高温ガス冷却型が優れている。中温高圧の蒸気しか発生できない水冷却型は、これらより劣ることになる[393, 394, 395, 396]。

負荷追従性は、核物理的特性、特に反応度のフィードバック特性（負で大きいこと）が重

要であり、負荷変化時、もしくは異常時における炉心温度の上昇に伴う、冷却材の低密度化効果（特に、沸騰に関わるボイド係数）が効いてくる。この効果は、沸点が低い水冷却型よりも、沸点が高い溶融塩冷却型、ナトリウム冷却型、鉛冷却型の方が有利である。言い換えると、この順で負荷追従性が良くなる。なお、もともと冷却材が気相で沸騰しない高温ガス型では、負の反応度のフィードバック特性はボイド係数ではなく、黒鉛減速材の負の温度係数が効いてくる[388, 393, 395, 396, 397]。

燃料交換期間に関しては、燃料ウランの濃縮度が大きいほど、燃料交換期間は長くなるので、HALEU 燃料（ウラン 235 の濃縮度が 5～20%の高含有低濃縮ウラン）を用いる炉は炉型に関係なく有利となり、5%未満の低濃縮ウランを用いる水冷却型は燃料交換期間が短く不利となる。しかし、水冷却型でも HALEU 燃料を用いるロシアの KLT-40S（FNPP）では、燃料交換期間は長い[393, 395, 396, 397]。

設備利用率の観点からも、年間の稼働率（稼働期間）が長い方が良く、負荷時燃料交換が可能である溶融塩冷却型が一番優れ、次いで燃料交換期間が長い HALEU 燃料を用いる炉型、最後が水冷却型である[393, 395, 396]。

「保守性」に関しては、保守作業の難易度、保守期間が重要な観点となり、SMR 一般として、上述した小型化、工場内でのコンパクト化により高品質な一体化設備として製造できる。これは取りも直さず、保守作業の軽減化、保守頻度の低減化に直結し、従って保守期間の短縮、逆に、上述した稼働期間の増大、すなわち、設備利用率の向上につながる[397, 398, 399, 401]。

「保守性」について、各炉型を強いて比較すれば、炉型特有の冷却材に起因する核物理的・工学的・化学的特性から見て、腐食性のないヘリウムガスを用いる高温ガス冷却型が優れ、次いで透明性に優れた冷却材を用いる溶融塩冷却型、低腐食性の冷却材を用いる鉛冷却型高速炉、次いで機器保守時に冷却材の加熱と腐食進行を抑えるアルゴンガス系が必要、かつ不透明な冷却材を用いるため、燃料交換が難しくなるナトリウム冷却型高速炉の順となる[396, 397, 398, 400, 401]。

4.　その他（熱の多目的利用及び可搬性）

原子炉から取り出す「熱の多目的使用」の点から見ると、これまでは、経済性を追求するために、大型化して、中温高圧の水（蒸気）を用いて発電専用又は熱電併給用の水冷却型が主流であった。しかし、高温ガス冷却型では、冷却材ヘリウムガスの炉心出口温度を高温にできるので、最新鋭のコンバインドサイクル用ガスタービンを用いた発電及び熱電併給が可能となり、さらに、その高温ヘリウムガスを利用して、製鉄、製油・改質、海水脱塩用プラントの熱源・ガス源等、多目的に利用できる。また、高温低圧で液相になる金属（ナトリウム、鉛、溶融塩）を用いるナトリウム冷却型高速炉、鉛冷却型高速炉、溶融塩冷却型は、高圧圧力容器を必要とせずに、冷却材の炉心出口温度を高温にできるので、

熱交換器を介して超臨界蒸気を発生させ、最新の火力用超臨界蒸気タービンを用いて、発電効率の高いプラントの熱源に用いることができる[393, 395, 396, 397, 398, 400, 401]。

マイクロ炉に関しては、原子炉を超小型化することにより、従来の定置用の他に、移動可搬用、即ち「可搬性」に優れた動力源が得られ、上記で説明したほとんどの炉型で実現可能である。炉型の優劣を評価した文献は見つからなかったが、代表プラントとして、既に稼働中の水冷却型 KLT-40S（露）、許認可申請中のナトリウム冷却型高速炉 Aurora（米）、設計・開発中のヒートパイプ（ナトリウム）冷却型 MoveluX（日）及び eVinci（米）、設計中の高温ガス冷却型 U-battery（英）及び MMR（米）が挙げられる。また、設計中の鉛-ビスマス冷却型として G4M 炉（米）がある。なお、これらマイクロ炉は、燃料交換期間を長くする方が有利なため、日本の MoveluX を除き、燃料確保がポイントとなる HALEU を使用しなければならない[393, 395, 401]

4) SMR に関する取り組み

1. 国際的枠組における取り組み

(1) 第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF：Generation IV International Forum）

GIF は、以下の 6 種類（炉型）の第 4 世代原子炉（GEN-IV）を提案し、これまでに米国、英国、フランス、日本等 13 ヵ国（アルゼンチン、オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、フランス、日本、韓国、ロシア、南アフリカ、スイス、英国、米国）と、1 国際機関（Euratom）、27 の EU 加盟国代表が参加し、国際的な枠組みで技術協力を進めている[402]。GEN-IV は、持続可能性、経済競争力、安全性と信頼性、核拡散防止と核物質防護等の 4 分野を目標としている[403]。

①超臨界圧水冷却炉（SCWR：Supercritical-Water-Cooled Reactor System）
②ナトリウム冷却高速炉（SFR：Sodium-Cooled Fast Reactor System）
③鉛合金冷却高速炉（LFR：Lead-Cooled Fast Reactor System）
④超高温ガス炉（VHTR：Very-High-Temperature Reactor System）
⑤ガス冷却高速炉（GFR：Gas-Cooled Fast Reactor System）
⑥溶融塩炉（MSR：Molten Salt Reactor System）

GIF が開発中の SMR は軽水炉（LWR）技術に基づいており、その多くは GEN-IV の技術によるものであるとし、SMR による大規模な商業的展開を成功させるために、機器と構造物の製造を大量生産する事ができる工場のような環境が整えば、資本コストを大幅に削減する可能性があるとしている。この資本コストの削減には、原子力関連のサプライチェーン、特に高度な機器製造と材料工学の分野で、計画的な供給を可能とするための革新的な技術が必要であると提案している[404]。

---

[403] https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2022-09/gif_2021_ar_2022-09-15_12-39-27_812.pdf（2023.4.28 閲覧）

[404] https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/kosokuro_kaihatsu/kosokuro_kaihatsu_wg/pdf/013_02_00

(2) 国際原子力機関（IAEA：International Atomic Energy Agency）

IAEA は、中小規模の原子炉を安全、確実、かつ環境に責任を持って使用することを促進することは IAEA の持つ複数の役割の 1 つであるとし、加盟国のエネルギー需要を満たすために、SMR に関連する作業を行っている[405]。

SMR は世界の持続可能なエネルギー開発において重要な役割を果たす可能性があり、既存の原子力容量の拡大に関心のある加盟国や新しい原子力発電プログラムに着手する加盟国、特に投資能力や送電網が小さく電力容量が限られている加盟国に利点を提供できるとしている。一方、新技術のライセンス供与や社会的受容等、対処すべき課題も提起し、発電電力、SMR サイトの地形、モジュール設計、非電力アプリケーション、設置場所、建設、燃料補給、ソースターム、廃棄物管理等に関連する様々な独自の機能を備えて主要加盟国は開発中であるとしている。また、IAEA は、SMR 技術の特定と開発のための体系的なアプローチにより、様々なタイプの SMR を開発する加盟国と協力し、関連するインフラへの問題に対処するための支援を行うとしている [398]。

なお、IAEA は、世界の SMR プラント 72 件について設計者から設計仕様を収集し、技術面以外の進捗状況を下記の 6 種類（炉型）に対し評価している [394]。

① 水冷却 SMR（陸上）（25 件）
② 水冷却 SMR（舶用）（6 件）
③ 高温ガス冷却 SMR（14 件）
④ 高速スペクトル SMR（11 件）
⑤ 溶融塩 SMR（10 件）
⑥ マイクロ炉（6 件）

IAEA は、2021 年 9 月 22 日、第 65 回 IAEA 総会において、小型モジュール炉と、その適用について SMR に関する IAEA プラットフォーム（SMR ウェブポータル）を立ち上げ、新たな原子力技術の開発と適用において IAEA 加盟国を支援するとした。

この新たなプラットフォームでは、技術開発から設置に至る支援を行うとし、原子力安全、核セキュリティ、保障措置の適用を前提として、設計、開発、設置における協力を通じ、SMR に関する規制と経験を共有するネットワークの中心として機能させるとしている[406]。

IAEA は、この SMR のウェブポータルによる主な活動として以下を掲げている。

・SMR の研究と革新への支援、促進、開発
・安全確実な SMR の運用と廃止措置に至る制度的、法的、規制的枠組みの確立と支援

.pdf （2023.4.28 閲覧）

405 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1915_web.pdf （2023.5.29 閲覧）

406 https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-presents-new-platform-on-small-modular-reactors-and-their-applications （2023.5.29 閲覧）

・SMR に関する国際協力への支援

これらの活動を通じ、IAEA は、例えば、ヨルダンに対しては、発電と水の淡水化に対する専門家による SMR の経済性の分析ミッションへの支援を行い、また、SMR 技術と市場調査、規制上の課題、立地要件等の分析に関して、ブラジルを支援しており、ブラジル原子力活動開発協会が主催する SMR とモジュール炉に関する会議への参加も行っている。

また、このウェブポータルで IAEA は他の取り組みとも連携しており、2022 年 6 月には新たな「原子力の調和と標準化イニシアチブ」（NHSI：Nuclear Harmonization and Standardization Initiative）のキックオフ会議を開催し、安全で確実な SMR の展開を促進させるとしている[407]。

(3) 経済協力開発機構/原子力機関（OECD/NEA：Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency）

OECD/NEA は、統合化された設計、固有の安全性、炉心の放射性核種保有量の削減、モジュール化による経済的リスクの低減、系統に対する柔軟性、需要や立地に対する柔軟で多様な用途等を SMR の特長として挙げている。また、SMR への期待という観点では、エネルギーシステムの脱炭素化、再生エネルギーの導入への代替、新分野や地域への活用促進等が挙げられている[365]。一方、SMR はこれまで経験のない技術も採用することから、国際条約や安全規制における枠組みの整備が必要とされ、移動可能な海上浮揚式原子力発電所（FNPP）や超小型のマイクロ炉の再定義、国境を超える環境評価、原子力損害賠償責任等における議論が必要であるとしている。また、競争力の観点からは、世界的な展開に向けた課題を挙げ、工場等により原子炉の連続的な生産効果が期待される大規模な世界的市場が必要であるとした。

SMR の設置に関して OECD/NEA は、原子力の安全技術と規制、原子力安全の人的側面、原子力科学、民生利用における開発と革新、人と環境の放射線防護、放射性廃棄物と使用済燃料の管理、廃止措置とその後の管理等を検討内容として挙げている。この中で SMR の設置に関して 2022 年 10 月の放射線防護・公衆衛生委員会（CRPPH）のタスクフォースでは、緊急事態への対応、小型化に対する設計、燃料と冷却材、放射性廃棄物管理及び SMR に関連する人的側面の検討等を重点分野として特定している[408]。

なお、OECD/NEA は世界の SMR プラント 21 件（炉型による分類は行っていない）の各設計者が提示した設計仕様を下記 6 項目について評価している[395]。

（ｉ）許認可準備

（ii）立地

（iii）資金調達

---

407 https://www.iaea.org/newscenter/news/smr-platform-new-web-portal-facilitates-technical-support （2023.5.29 閲覧）

408 https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_76067（2023.5.29 閲覧）

（ⅳ）サプライチェーン
（ⅴ）エンゲージメント
（ⅵ）燃料

2. FNCA 参加国における取り組み

(1) オーストラリア

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

原子力モラトリアムを解除する計画はなく、政府による原子炉の新規建設計画はない。オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）を通じて OPAL 炉（2007 年運転開始）を推進しており、この研究炉はオーストラリアの核医学の主体的サプライチェーンに不可欠なものである。

【追加調査】

国家の基本政策として、エネルギー源としての原子力を利用しない方針を取っている。ニューサウスウェールズ州及びヴィクトリア州の州法、及びオーストラリア連邦法により、原子炉燃料製造、原子力発電、ウラン濃縮、燃料再処理に関する施設の建設は禁止されている。その一方で、ウラン生産・輸出と原子力科学技術開発は積極的に進められている[409]。しかし、2019 年にエネルギー大臣が、環境・エネルギー常任委員会に対し、核燃料サイクルや原子力発電に関する調査報告の実施を要請した[410]。調査結果に基づき、環境・エネルギー常任委員会は、SMR 等の新原子力技術の導入を可能にするため、現在の原子力モラトリアムの部分的解除の検討を提言している[411]。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

【追加調査】

現在導入までは検討しておらず、SMR の実用化動向を把握している段階だが、SMR を導入する場合には、先進原子力技術の利用（脱炭素エネルギーの生産や産業用熱併給発電）のためとしている[412]。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

ANSTO は、将来の原子力産業に必要な次世代原子力技術の開発という点から、第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム、特に、超高温ガス炉（VHTR）及び溶融塩炉（MSR）のワーキンググループに積極的に参加している。

【追加調査】

ANSTO とカナダのテレストリアル・エナジー社は 2022 年 2 月、自社の一体型溶

409 http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sitemap/pdf/asia_report0403.pdf （2023.4.28 閲覧）
410 https://www.energy.gov.au/news-media/news/inquiry-prerequisites-nuclear-energy-australia （2023.4.28 閲覧）
411 https://nla.gov.au/nla.obj-3039339548/view （2023.4.28 閲覧）
412 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/SMRs-ideal-fit-for-Australian-market-report-finds （2023.5.31 閲覧）

融塩炉（IMSR）の運転から生じる使用済み燃料の管理に、ANSTO Synroc 独自の廃棄物処理技術を検討することに合意した[413]。

(2) バングラデシュ

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

2022 年 12 月 14 日現在、バングラデシュはエネルギーシステムのマスタープランに SMR を導入しておらず、SMR の導入及び開発に関する政府の政策も決まっていない。本件は各種の政策レベルで時々議論されているが、将来計画はまだ決まっていない。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

バングラデシュはまだ SMR を導入していない。政府が SMR の導入を決める場合、且つ SMR が成功を見込めるエネルギー源と思われる場合には、バングラデシュの増大するエネルギー需要に対応する助けとなるかもしれない。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

最近、バングラデシュ原子力委員会（BAEC）は IAEA の「先進原子力エネルギーの持続性に関する分析支援（ASENES)」－SMR に関する持続可能な開発シナリオに関するパイロット研究 ASENES SMR－に関する共同研究プロジェクトに参画した。バングラデシュはこのプロジェクトのメンバー国の 1 つである。

(3) 中国

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

中国の SMR の研究開発は比較的活発で、様々な設計ルートがあるが、モジュール性や経済性に関しては不十分な所があり、原子力安全規制は政策や技術の面でいくつかの新しい課題に直面している。

中国では、清華大学が開発した球状床型（spherical-bed）モジュール式高温ガス炉実証プロジェクト（石島湾）が電力網への接続に成功した。また、玲龍一号 （ACP-100）多目的モジュール式小型炉技術実証プロジェクトの建設がすでに始まっており、中国は SMR エンジニアリングの進展において世界の先駆けである。

【追加調査】

2021 年 3 月、「第 14 次 5 ヵ年計画（2021～25 年)」が承認され、エネルギーといった分野における「安全保障」への対応能力の強化が新たに優先課題として位置づけられ、エネルギー総合生産能力が 46 億 TCE（石炭換算トン）という具体的目標が定

[413] https://www.jaea.go.jp/04/sefard/situation/2022/202202.html（2023.4.28 閲覧）

められている 。新しいエネルギー源の開発を大いに推進し、2025 年までに非化石燃料がエネルギー使用量の 20%を占めるようにする計画である。

2019 年 7 月に、多目的 SMR である玲龍一号（ACP-100）の実証炉建設プロジェクトに着手し、2021 年 7 月に着工されている。玲龍一号は、2016 年 4 月に SMR 設計として初めて、国際原子力機関（IAEA）の「包括的原子炉安全レビュー（GRSR）」に合格しており、世界で初めて陸上で建設される SMR となる[414]。また、2019 年には、海上浮揚式原子力発電所（FNPP）の建設を開始するとした報道もあったが、未だ開始されていないようである [415]。

2021 年 9 月、建設中であるペブルベッドモジュール型の高温炉（HTR-PM）実証プラントの高温ガス炉 2 基の内 1 基が、初めて臨界を達成した。なお、清華大学原子力新エネルギー技術研究所（INET）はこれまで 3 基の研究炉を建設し、原子力研究開発を進めてきた[415]。2000 年に 1 万 kWt の高温ガス冷却実験炉（HTR-10）の初臨界を達成し、発電用の高温ガス炉（HTGR）設計のための基礎データの収得、燃料開発研究、安全特性確認、発電・熱利用のための技術開発等を進めている [415]。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

SMR は、異なる規模の電力需要だけでなく、地域暖房、工業用蒸気供給、海水淡水化、水素製造、石油抽出、島しょエネルギー供給等、用途ニーズに応じて柔軟に組み合わせることができる複数の原子力利用シナリオの基礎を提供する。

【追加調査】

高温熱処理・利用プラント（化学工業、冶金工業、水素製造、海水脱塩、暖房）または 950℃での高温運転に高効率発電プラントに SMR（HTGR）を利用するためである。また、島しょ部、遠隔地における電源・熱・水供給、又は沖合の石油やガスの掘削用 FNPP への電源・熱・水供給用に、SMR（水冷却型）を利用するためでもある[416, 417]。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

【追加調査】

水冷却型 SMR（ACP-100）が 2016 年、国際原子力機関（IAEA）の包括的原子炉安全レビュー（GRSR）を受けた。また、中国はサウジアラビアと原子力協力協定や

414 https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/9119.html （2023.4.28 閲覧）
415 https://www.jaea.go.jp/04/sefard/ordinary/2021/20211014.html （2023.4.28 閲覧）
416 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/China-starts-construction-of-demonstration-SMR （2023.5.31 閲覧）
417 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Chinas-HTR-PM-reactor-achieves-first-criticality 閲覧（2023.5.31 閲覧）

覚書（MOU）を締結し、HTGR の輸出に積極的に取り組んでいる[418, 419]。

(4) インドネシア

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

インドネシアにおける SMR の状況については、インドネシア原子力庁（BATAN）の技術者等によって準備された「ユーザー要求仕様書」に記載されている。

この仕様書の目的は、SMR に関する将来的な要望に対して明確な意見を示すためのものである。

【追加調査】

原子力発電導入のフィージビリティ・スタディを実施してきた。2019 年にエネルギー・鉱物資源大臣が承認した最新の計画において、原子力利用を選択肢として残し、電力需要が低い地域で使用するため SMR の利用に関する調査を行っている。2023 年 5 月時点、SMR 研究開発について中国、米国と覚書（MOU）を交わしている[420, 421, 422, 423, 424, 425, 426]。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

導入研究計画は、SMR のどの技術がインドネシアに適しているかを検討するため策定している。

【追加調査】

群島国家であるインドネシアの地理・地形に適切な、地域ごとのニーズに応じた SMR の導入を検討するためである[427]。

---

418 https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/06/Saudi_Arabia-1 （2023.4.28 閲覧）

419 https://nucleus.iaea.org/sites/htgr-kb/twg-smr/Documents/TWG-2_2019/B07_Updates%20on%20Saudi%20National%20Atomic%20Energy%20Project%20(SNAEP)%20for%20IAEA%20SMR-TWG%2020190708.pdf （2023.04.28 閲覧）

420 http://www.aec.go.jp/jicst/NC/sitemap/pdf/asia_report0403.pdf （2023.05.29 閲覧）

421 http://en.tempo.co/read/news/2018/04/13/056917555/Indonesia-China-to-Develop-HTGR （2023.5.29）

422 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Indonesia-extends-nuclear-cooperation-with-China （2023.05.29 閲覧）

423 https://www.reuters.com/article/us-indonesia-nuclearpower/pal-indonesia-thorcon-sign%20deal-to-build-12-billion-nuclear-reactor-idUSKCN1UD0D0 （2023.5.29 閲覧）

424 https://www.thejakartapost.com/news/2020/02/20/this-company-wants-to-build-indonesias-first-commercial-nuclear-power-plant.html（2023.5.29 閲覧）

425 https://rosatom.ru/en/press-centre/news/rosatom-participated-in-the-international webinar-technology-readiness-and-safety-of-small-modular-r/（202305.29 閲覧）

426 https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/16950.html （2023.5.30 閲覧）

427 http://www.jaif-icc.com/seminar/2022-/2023.02.27-03.03_%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%83%8D%E3%82%B7%E3%82%A2%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E9%96%A2%E4%BF%82%E8%80%85%20%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%8B%9B%E8%81%98.pdf （2023.5.29 閲覧）

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

米国の FIRST（Foundational Infrastructure for Responsible Use of SMR Technology）プログラムと連携し、インドネシアの SMR フィージビリティ・スタディにおいて技術的なトピック（資金調達、ライセンス供与、検討、労働力開発等）を研究している。

中国の清華大学核エネルギー技術研究所（INET）及び中国核工業集団（CNNC）と、高温ガス炉型 SMR の研究開発及び ACP-100（統合型 PWR-SMR）の実証のために協力している。

ロシアのロスアトム（ROSATOM）社とは KLT-40/RITM-200 のフィージビリティ・スタディに関する協議を開始した。

【追加調査】

2019 年 7 月インドネシア国有会社 PT PAL Indonesia と米国 ThorCon 社との間で、50 万 kWe 規模のトリウム溶融塩炉（TMSR-500）の研究開発・建設に関する契約が交わされた。2020 年 7 月 22 日にも発電もしくは船舶の動力用を目的としたトリウム溶融塩炉の研究開発・建設に関し、インドネシア国防省（Defense Ministry）と米国 ThorCon 社が、研究開発に関する MOU に署名した。2023 年 3 月には原子力規制庁（BAPETEN）が、米国 ThorCon 社と TMSR-500 の設置に向けた認可手続の実施準備として、原子力安全と核セキュリティ、及び保障措置（3S）に関する関係者との事前協議を開始した[428]。

国際協力に関しては、国際原子力機関（IAEA）の枠組みの下で SMR 技術作業部会や高温ガス冷却炉の技術作業部会で研究開発について関与している[429, 430]。

(5) カザフスタン

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

原子力発電所の建設に関し、現在、原子炉の種類の選択に取り組んでおり、SMR はカザフスタンにとって重要な案件であるとしている。カザフスタンの国土の条件（人口密度が低く、都市間の距離が長い）から SMR は非常に需要が高くなる可能性がある。また、国立原子力センター（NNC）核物理研究所（INP）等は十分な専門知識を有しているものの、SMR の安全性と信頼性を立証する実験データを取得するために、この分野での協力体制を確立する必要があると思われる。

政府は、SMR の分野における研究開発に関連するイニシアチブを支援しており、原子力分野における現実的な開発分野であると認識している。

428 https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/17264.html （2023.4.28 閲覧）
429 https://indico.ictp.it/event/8725/session/5/contribution/25/material/slides/0.pdf （2023.5.29 閲覧）
430 https://www.jaea.go.jp/04/kokusaibu/ja/event/20190918/8-Presentation.pdf（2023.5.29 閲覧）

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

カザフスタンの国土の状況に鑑み、SMR が将来のエネルギー不足を補い、化石燃料に置き換わる解決策になり得る可能性に期待している。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

2021 年 12 月、米国の NuScale Power 社とカザフスタン原子力発電所 LLP（Limited Liability Partnership：有限責任事業組合）の間で、カザフスタンにおける小型モジュール炉の建設の可能性を調査する覚書（MOU）が取り交わされた。

2022 年、米国の FIRST（Foundational Infrastructure for Responsible Use of SMR Technology）プログラム「小型モジュール炉技術の責任ある運用のための基本インフラ」への参加を開始している。本プログラムによって、世界で導入されている原子力発電所の先進的な原子力技術と新しいイノベーションを理解する機会がもたらされている。

カザフスタンは、国際原子力機関（IAEA）加盟国として、SMR の開発を含む、原子力の平和利用に関連する全ての活動に参加している。

(6) 韓国

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

韓国の SMART は、1990 年代に研究開発が開始された韓国初の独立した SMR モデルで、電気出力 11 万 kWe の受動的安全システムを備えた加圧水型炉（PWR）である。

この SMART の安全性をさらに高めるため、プリント回路式蒸気発生器、ユニットのモジュール化や隔離弁、制御棒駆動機構、安全システム等の重要な革新技術を定め、その応用について研究開発を進めており、国際輸出を促進している。

i-SMR（Innovative SMR）は、SMART R&D と ARP-1400 運用の経験に基づいて開発された電気出力 17 万 kWe の PWR で、韓国の新しい SMR であり、2028 年に設計許認可を取得し、2030 年に国際 SMR 市場に参入させるとしている。

第 4 世代 SMR として、SALUS-100（Small, Advanced, Long-cycled and Ultimate Safe sodium-cooled fast reactor, 0 万 kWe）、発電用ナトリウム冷却高速炉（SFR）、Pb-Bi の冷却による Micro URANUS、溶融塩炉（MSR）等の先進的な原子炉も開発している。

韓国の民間部門では、SK は Terra Power と、Samsung は NuScale Power と、また、現代エンジニアリングは、SMR の EPC（設計・調達・建設）でカナダと協力する予定であるとしている。

「第 6 次原子力研究開発 5 ヵ年計画（2022～2026 年）」において、SMR は R&D の重点項目に位置づけられ、科学技術情報通信部（MSIT）と産業通商資源部（MOTIE）

が 2028 年までに一部の民間投資を含む SMR 開発のための年度予算を支援することとなっている。

さらに、2023 年 1 月に発足する新機関「革新的 SMR 技術開発センター（仮称）」が、開発段階から輸出マーケティングまで i-SMR 関連業務を主導的に実施するとしている。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

韓国は 1990 年代に、国内での使用ではなく、エネルギーや水資源の不足等の国際問題を解決するために SMR の開発を開始した。現在、多くの国が 2030 年までの脱炭素に貢献するために SMR の開発または採用に関心を持っている中で、韓国は、必要としている国のために、安全で効率的かつ柔軟な SMR の開発を継続している。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

韓国とサウジアラビアは、SMART パートナーシップの覚書（MOU）に署名し、建設に向けた協力が継続している。

カナダはオイルサンド採掘に必要な低炭素電力とプロセス熱を供給するために SMART の導入を検討しているという背景もあり、韓国とカナダは、電気出力 10 万 kWe の SMR 建設に向けた協力が進行中である。

国際協力について、韓国は、SMR の安全で確実な展開を促進し、2050 年までに CO_2（温室効果ガス）排出実質正味ゼロを達成するための貢献を最大化させることを目指すとする、2022 年 7 月に発表した国際原子力機関（IAEA）の新しいイニシアチブである「原子力の調和と標準化イニシアチブ（NHSI）」を支持している。このイニシアチブは、専門家ハン・ドヒ氏が担当しており、韓国政府が 2022 年から 2024 年まで財政支援を行うとしている。

【追加調査】

2023 年 4 月 25 日には、韓国原子力研究所（KAERI）と、アルバータ州政府は、SMR 技術に関する包括的な協力枠組みを確立するための 3 年間有効とする覚書を締結しており、今後はカナダの安全要件を満足させ、設計と原子炉設置の承認が必要となるとしている[431]。なおカナダでは、2022 年 3 月には、アルバータ州、オンタリオ州、ニューブランズウィック州、及びサスカチュワン州の 4 州との間で SMR の開発と建設に向けた「共同戦略計画」が策定されている[432]。

431 https://www.neimagazine.com/news/newscanadas-alberta-to-co-operate-with-south-korea-on-smrs-10786398/（2023.5.29 閲覧）

432 https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/17644.html（2023.5.29 閲覧）

(7) マレーシア

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

現在、マレーシアには発電用の原子力エネルギーを開発する計画はない。しかしながら、SMR 等の次世代原子炉を含む、原子力及び関連技術のグローバルバリューチェーンへの参加には積極的であるとしている。

また、非電力利用のための原子力技術の開発に注力しているが、これは、低炭素フットプリントについてクリーンで持続可能なエネルギーを生産するという国の将来のニーズに対して、原子力が潜在的なエネルギー源になる可能性を排除するものではない、という立場にある。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

特になし。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

国際原子力機関（IAEA）技術協力プログラムの下で SMR に関する国際協力を行っている。

(8) モンゴル

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

2009 年にモンゴル議会で「放射性鉱物と原子力開発に関する国家政策」を、2021 年には国会で「新復興政策」を、それぞれ採択した。

モンゴルの新復興政策を実施し、開発プロジェクトの実施を強化し、エネルギー部門に反映された目的を達成するために、教育科学大臣、エネルギー大臣、鉱業重工業大臣の共同命令によって 2022 年 8 月 11 日付で作業部会が設立された。

作業部会の主な任務は「モンゴルにおける原子力利用の可能性を研究すること」である。作業部会は、基礎研究の実施と、将来の政策の方向性に関する提案の作成を開始した。作業部会は、原子力発電計画実施機関（NEPIO）の設立、一連の行動、国際原子力機関（IAEA）の原子力インフラ開発マイルストーン及びその他の文書に基づく関連予算と研究活動を含む作業計画を作成した。計画には、原子力計画の実施及び既存の国家インフラの開発と強化のためのガイドライン、計画及び関連費用等、原子力関連インフラの 19 もの要素を評価することによって得られた予備的なフィージビリティ・スタディの提案も含まれている。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

SMR は、その安全機能と経済性から、モンゴルのエネルギー需要に対する可能な

選択肢の 1 つと考えている。SMR を導入する目的は、特に農村地域での電力需要に対応し、エネルギー安全保障を確保することであるとしている。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

IAEA 及び FNCA の枠組みの中で協力が考えられる。

(9) フィリピン

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

フィリピンには現在稼働している原子力発電所はないが、1973 年の石油危機に対応してバターン原子力発電所（BNPP）を建設（1976 年着工、1984 年完工）した。しかし、財政上の問題と地震に対する安全上の懸念により、BNPP 発電所は稼働する事なく、その後、2014 年に BNPP を天然ガス火力発電所へ転換する検討がなされたが、この案は非現実的とみなされ、結局 BNPP は稼働されることなく現在に至っている。

2016 年、フィリピンのエネルギー省（DOE）は、原子力が石炭のベースロードの一部に代わる実行可能な選択肢であることを表明し、翌 2017 年 3 月、DOE はミンダナオ島スールー州で小型原子炉の可能性の調査を行い、バターンを含む国全体の原子力計画を策定すると発表した。

フィリピンのエネルギー計画には原子力に関する章が含まれている。政府は早ければ 2027 年までに原子力発電を開始することを目指しており、ロドリゴ・ドゥテルテ大統領（当時）による大統領令第 164 号（2022 年 2 月）における原子力政策でもフィリピンの原子力発電計画の発展を支持するとしていた。

また、SMR の導入と二国間パートナーシップに関しては、2019 年に韓国とロシアとの間で SMR について、実現可能性の検討を行っている。

また 2022 年には米国との間で、民生用原子力協力協定に関する二国間交渉の開始について発表が行われた。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

フィリピンは化石燃料、特に石炭と天然ガスに大きく依存していることから、温室効果ガスの排出と大気汚染の一因となっている。このような背景からエネルギーミックスを推進し、化石燃料への依存を減らし、気候変動と大気汚染への対処に貢献するとしており、原子力は国が必要とするエネルギー源の 1 つであると考えている。大統領令 164 号に従って、エネルギー需要への対応を検討しており、その中で、原子力発電の導入は国のエネルギーの多様化に役立つ可能性があるとしているが、大型の原子力発電所や SMR 等の原子力技術に関しては研究中である。

③　他国、地域、国際機関との協力関係

フィリピン政府では、2017 年から 2023 年にかけてロシア、韓国、米国、中国等と原子力に関して協力を行っている。

2017 年、ロシアとの原子力協力に関する合意では、SMR の建設に関するフィージビリティ・スタディを行っている[433]。

2019 年の韓国との原子力発電の推進に関する協力では、韓国産業通商資源部（MOTIE）との間で、原子力に関する両国間のサプライチェーンの強化について協力強化を謳っている[434]。

米国との間で提案されている協力では、米国の SMR を含む原子力資機材と核物質のフィリピンへの輸出の可能性について検討が行われている[435]。

中国とは一般的な原子力エネルギー協力で、中国から原子力協力を求める書簡を受け取っている。原子力エネルギーは 2050 年まで国のエネルギー計画に含まれ、修復できる場合は BNPP を含めるか、約 600MW 以上の容量の新しい従来のものを構築し、SMR を利用できるシナリオを作成でき、現在、その評価を行っている。また、BNPP を含む 13 の地域が従来のタイプの可能なサイトとして特定され、15～16 ヵ所のサイトにおいて SMR を含む原子力発電所の開発について国際原子力機関（IAEA）の安全基準と規制の遵守を条件として、小規模なモジュール式原子力発電所またはその関連設備を開発する可能性を模索しなければならないとしている[436]。

(10)　タイ

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

2018 年の電源開発計画（PDP2018）では公式には原子力計画が含まれていないが、エネルギー計画の方向性として、クリーンで信頼性の高いエネルギーシステムを目指すとしている。2023 年に公表予定の 2065 年から 2070 年までのタイの新国家エネルギー計画で、カーボンニュートラルな社会を実現するものとして指定されている。これにより、再生可能エネルギーの 50%以上がクリーンエネルギーとして重要な役割を果たすことが期待され、その政策実現のために SMR の導入が必要とされている。

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

タイの特例地域に SMR を導入する目的は、2021 年 8 月に承認された国家計画に

433 https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Russia-and-Philippines-agree-to-nuclear-cooperatio（2023.5.14 閲覧）

434 https://www.pna.gov.ph/articles/1186766（2023.5.14 閲覧）

435 https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/nts/small-modular-reactors-in-the-philippines-journey-toward-nuclear-energy/#.ZEm7OC8RpQI（2023.5.14 閲覧）

436 https://www.philstar.com/business/2023/02/10/2243783/china-eyesnuclear-cooperation-philippine（2023.5.14 閲覧）

含まれる「4D1E 政策」（脱炭素化（Decarbonization）、デジタル化（Digitalization）、分散化（Decentralization）、規制緩和（Deregulation）、電化（Electrification））に従っている。

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

2014 年以来、タイ原子力技術研究所（TINT）は、革新的な原子炉と燃料サイクルに関する国際プロジェクト（INPRO: International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles）により国際原子力機関（IAEA）との協力を開始した。

現在、タイは、INPRO における SMR の原子力の持続可能性を高めるための分析支援（ASENES: Analysis Support for Enhanced Nuclear Energy Sustainability）のワーキンググループの下で、潜在的な SMR 展開とタイの再生可能エネルギー発電所の比較研究のケーススタディを実施している。また、2017 年、タイと他の ASEAN 加盟国は、タイのバンコクで原子力安全研究に関する ASEAN ネットワーク（ASEAN NPSR: ASEAN Network on Nuclear Power Safety Research（NPSR）を初めて組織した。ASEAN では NPSR 共同コミュニケに基づいて、このネットワークは、事故管理のための地域戦略の策定を支援し、IAEA 安全基準に従い、原子力安全の分野における研究開発、人材育成、及び地域協力を強化することを目的としている。最近では、原子力安全研究協会に関する ASEAN ネットワークの第 5 回年次会合で、将来の研究協力のために加盟国が SMR 技術に対して強い関心を寄せているとされた。

(11) ベトナム

① 導入・開発状況、国の政策・方針、今後の計画、展望

世界における SMR の技術開発には関心を持っている。そのため、SMR（海上浮揚式原子力発電所（FNPP）を含む）の技術や安全性について、以下のような研究を行ってきた。

-小型炉を用いた浮揚式原子力発電所の技術・安全性に関する予備的検討

-加圧水型原子炉（PWR）型 SMR（SMR-VN1）の核特性予備概念設計

・サイクル初期における物理的特性

・運転中の核分裂生成物の物理的特性及び密度

- SMR-VN1 の熱水力設計の予備的概念設計

・Safety-by-design の考え方

・大規模冷却材喪失事故（LOCA）の排除

・主要機器・システムと関連する事象・事故の特定

② SMR の導入を検討している場合、その主な目的

SMR を導入するとなった場合の目的は、以下の通りである。

-ネット・ゼロ・エミッションに向けて、COP26 でのコミットメントを果たすため
-原子力とイノベーション、たとえば SMR やマイクロ炉は、気候変動への取り組み、エネルギー安全保障の強化、国連の SDGs の達成に貢献しうる
-近隣諸国の SMR や FNPP の開発状況
-近隣諸国の原子力発電所の影響

③ 他国、地域、国際機関との協力関係

FNCA 加盟国との間で、SMR 技術に関する知識や経験を共有することは好ましいと考えている。

5) SMR に関して FNCA 加盟国が知りたいこと

FNCA 加盟国が具体的に SMR の何に関心を持っているか、各国から得られたアンケート結果を以下にまとめる。

1. オーストラリア
・第 4 世代技術の産業界への導入と実証
・原子力の非発電応用（水素製造、鉄鋼製造、肥料製造、セメント製造他）

2. バングラデシュ
・SMR に関する安全、セキュリティ、安全保障、エネルギー経済性

3. 中国
・炉心設計、システム統合化、特殊システム機器、アプリケーション・シナリオ

4. インドネシア
・燃料供給保証と廃棄物処理技術に関する戦略的立案
・初号機設置に向けた原子力インフラの戦略的立案
・燃料開発、製造、廃棄物処理に関する共同研究・共同開発の可能性

5. カザフスタン
・SMR に関する世界の経験（長所と短所）
・SMR の経済的側面（建設コストからエネルギーコスト kW/h まで）
・核不拡散
・法的規制とライセンス

6. 韓国

・中国において進められている SMR への取り組みと運用経験

（SMR に関する計画、成果、課題等、中国の現状に関する情報）

7. マレーシア

・SMR の廃棄物管理戦略

・公開情報と社会的受容性

・SMR 設計の特徴と特色

・技術的及び非技術的な課題

8. モンゴル

・陸上で実績のある技術

・水と核燃料の消費量

・能動的及び受動的な安全システムについて

・経済性（建設費、運転費、燃料費、廃止措置費）

・SMR 以外にマイクロリアクターの情報も含む

9. フィリピン

・SMR の社会経済的研究

・技術的要件

10. タイ

・SMR に関する再生可能なハイブリッドエネルギーシステム

・SMR 技術のリスク評価

・SMR における原子力災害対策重点区域

・SMR 技術によるエネルギーの順応性

11. ベトナム

FNCA 加盟国と SMR 技術に関心のある国や経験のある国の間で知識や経験を共有するのは良いことである。また、SMR の技術、安全性及びセキュリティに関する情報を共有することは、将来のエネルギー計画に備えるための確固たる基盤となるであろう。

・SMR の技術、安全性、セキュリティに関する情報交換と技術協力の促進

・SMR の安全性及び規制に関する問題に対する議論・認識

・長期目標に向け、エネルギー開発に関する知識の集約・維持

【FNCA 研究炉利用プロジェクトの関係者から得た情報】（原紙）

[設問]

1) Please write about the following topics regarding the SMR in your country.
   -Current Status of Introduction and Development, the government policies etc.
   -Future Plans (if any)
2) Please write about the purposes of introducing SMR to your country (if there are any plan)
3) Please write about bilateral or regional or international cooperation on SMR?
4) To feature SMR in the Study Panel (June 2023), what kind of aspects would you like to study and discuss in the meeting?
5) Other Comments or requests for the 2023 SP

1. オーストラリア

1) The Australian Government has no plans to lift the moratorium on nuclear energy in Australia. However, it continues to recognise that nuclear energy is a mature technology used to deliver reliable electricity in many countries, with virtually no greenhouse gas emissions. Australia operates a modern open pool light water research reactor (operational in 2007) through the Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO), which is also integral to Australia's sovereign supply chain of nuclear medicine. Accordingly, there are no Government plans for new reactors in Australia.

2) -

3) Australia continues to be a committed and cooperative member of the Generation IV International Forum, for the joint development of the next generation of nuclear technology, which is vital for the future of the nuclear energy industry. In particular, ANSTO is an active participant in the working groups for very high temperature reactors (VHTR) and the molten salt reactors (MSR).

4) Progressing discussion on:
   industry uptake and demonstration of Gen IV technologies; and
   Non-electrical applications of nuclear energy (e.g. hydrogen production, steel production, fertilizer production, cement production, and others).

5) -

2. バングラデシュ

1) As of today, Bangladesh has not introduced SMR in the energy system master plan and no government policy regarding introduction and development of SMR is in place.

   The matter is being discussed occasionally at various levels, the future plan has not been defined yet.

2) SMR has not been introduced in Bangladesh yet. If the government decides to introduce SMR, and if the SMR appears to be a viable source of energy, it may potentially help meet the increasing energy needs in Bangladesh.

3) Recently, Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC) has engaged itself with the InternationalAtomic Energy Agency (IAEA) in a collaborative study project on "Analysis Support for Enhanced Nuclear Energy Sustainability (ASENES): Pilot Study on Sustainable Deployment Scenarios for Small Modular Reactors (ASENES SMR)". Bangladesh is one of the member countries of the project.

4) Safety, Security and Safeguards of SMR.

   Energy Economics involving SMR.

5) -

3. 中国

1) China's SMR research and development is relatively active and has a variety of design routes, but modularity and economics are relatively inadequate, and nuclear safety regulation faces some new challenges in terms of policy and technology.

   China is ahead of the rest of the world in terms of SMR engineering progress, with the Tsinghua University-developed spherical-bed modular high-temperature gas-cooled reactor demonstration project (Shidao Bay) successfully connected to the grid and the construction of the CNNC Linglong-1 (ACP100) multi-purpose modular small reactor technology demonstration project (Hainan Changjiang) already underway.

2) SMR provides the basis for multiple scenarios of nuclear energy applications, which can be flexibly combined according to application needs, not only for different scales of electricity demand, but also for district heating, industrial steam supply, seawater desalination, hydrogen production, oil extraction and island energy supply.

3) SMRs have been a hot area of international cooperation in nuclear energy for many years, and the IAEA has conducted a review of the applicability of safety standards to SMRs and established the SMR Regulators Forum in 2015, of which China is already a member.

4) It is proposed to discuss SMR in terms of core design, system integration, special system equipment and application scenarios.

5) -

4. インドネシア

1) The status of SMR in Indonesia is on the User Requirements Document on Small and Medium Power Reactor, which was prepared collectively by a specially assigned group of scientists and engineers of the National Nuclear Energy Agency (Batan). This group has now become part of the Nuclear Energy Research Organization (ORTN), and the National Research and Innovation Agency (BRIN).

   The purpose of the user requirement document is to present a clear statement of the upcoming user desires for small and medium reactors (SMRs). The SMRs are generally defined as advanced nuclear reactors that produce equivalent electric power of up to 300 MW(e) and are designed to be built in factories and transportable to utilities for installation as demand arises.

2) There are about 50 designs and concepts of SMR, and we are widely open to any SMR designs and concepts. SMR technology introduction aims to decide which technology is suitable for Indonesia.

3) We collaborate with U.S FIRST (Foundational Infrastructure for Responsible Use of SMR Technology). The FIRST program covered technical topics to support the Indonesia SMR feasibility study, including financing, licensing, considerations, workforce development etc. We have collaborated with INET Tsing Hua University and CNNC China for the capacity building of HTGR-type research development and ACP100 integral-type PWR. We just started the discussion also with Rosatom to study the possibility of KLT-40/RITM-200.

4) Strategic Planning for fuel supply guarantee and waste treatment technology of SMR

   Strategic Planning for nuclear infrastructure for first deployment SMR

   Possibility of having joint research and co-development of the SMR, fuel development, and fabrication, as well as waste management

5) -

5. カザフスタン

1) SMR is relevant topic for Kazakhstan, as Kazakhstan has firmly decided to construct Nuclear Power Plant and is currently working on selecting the reactor type. Given the specific conditions in Kazakhstan (low population density, long distances between cities), SMR can become quite in demand here. However, most specialists

are now more inclined to a proven type of Nuclear Power Plant, but the SMR might be yet built in the future.

It should be noted that Kazakhstan has sufficient expertise on nuclear energy safety justification (NNC RK, INP), which can be used to substantiate the safety and reliability of SMR. In the future, it seems necessary to establish collaboration in this direction to obtain experimental data in support of SMR safety.

The Government of the RK supports initiatives related to research and development in the field of SMR, there is an understanding that it is actual and promising area of development in the field of nuclear power (confirmation of this, joining the FIRST program, please see item 3).

2) The purpose of the SMR consideration in Kazakhstan is a political decision made on construction of the NPP and given the specific conditions in Kazakhstan (low population density, long distances between cities), SMR could be a solution to cover future energy shortage and to replace hydrocarbon sources of energy.

3) In December 2021, "Kazakhstan Nuclear Power Plants" LLP and the American "NuScale Power" signed a memorandum of understanding to study the possibility of construction of small modular reactors in the country.

In 2022, Kazakhstan started to participate in the FIRST (US) program - «Basic infrastructure for responsible use of small modular reactor technologies». The program provides an opportunity to familiarize with advanced nuclear technologies and new innovations for Nuclear Power Plants that are introduced in the world. Kazakhstan, as a member country of the IAEA, participates in all activities related to the peaceful use of nuclear power, including the development of SMR.

4) World experience on SMR (advantages and disadvantages)

Economic aspects of SMR (from construction costs to energy costs kW*h)

Non-proliferation of nuclear materials

Legal regulation and licensing

5) It is proposed to organize a collaboration on the development of SMR (fundraising).

6. 韓国

1) **1. Current Status of SMR R&D in Korea**

1) SMART (System-integrated Modular Advanced ReacTor) / 110MWe / PWR

- (Summary) SMART is Korea's first independent SMR model whose R&D was initiated in the 1990s. After completing basic design (2002) and core technologies, SMART achieved Standard Design Approval (SDA) for the first time in the world as an integral reactor in 2012.

- (R&D Status) R&D for seven core innovative technologies* and their application is ongoing to enhance SMART's safety more. Advanced SMART with an optimized passive safety system is waiting for Standard Design Change Approval (SDCA).

* 1) Printed circuit steam generator, 2) Modularization of multi-units, 3) Autonomous operation technology, 4) Vessel embedded isolation valve, 5) optimization of passive safety system, 6) In-vessel control rod drive mechanism, 7) Safety-grade electric power generator

- (Future Plan) Korea is promoting international export of SMART to predominate the global SMR market.

2) i-SMR (Innovative SMR) / 170MWe / PWR

- (Summary) i-SMR is a brand new SMR of Korea which is being developed based on the experience of SMART R&D and ARP-1400 operation.

- (R&D Status) Toward a demand-tailored modular reactor, R&D for innovative core technologies is going on to improve i-SMR's safety, economics and flexibility dramatically.

* (For safety) Infinite cooling, in-vessel control rod drive mechanism and innovative nuclear fuel

(For economics) Modularization, innovative manufacturing technologies, digital twin, autonomous operation and integrated control of multiple modules

(For flexibility) Boric acid free operation and flexible operation

- (Future Plan) Main goal of i-SMR is to enter the international SMR market in 2030. R&D for the concept and basic designs are ongoing from 2021 to 2023. After completing the standard design from 2024 to 2025, the SDA will be acquired in 2028.

3) GEN 4 SMR

- Korea has been developing not only light-water-based SMR but also non-LWR based advanced reactors with the GEN 4 nuclear system technology. For example, there are SALUS-100, Sodium-cooled Fast Reactor (SFR) for power generation, Micro URANUS utilizing Pb-Bi coolant and Molten Salt Reactor (MSR).

4) Others (Private sector)

- Korean private sector is investing in SMR. For example, SK invested in Terra Power, and Samsung invested in NuScale Power. Hyundai engineering is going to cooperate with Canada for SMR EPC.

2. Government Policy (2022~2026)

- (New President's Leadership) "Revitalizing the nuclear industry ecosystem" is one of new government's priorities. Therefore, based on the president's leadership, the Korean government focuses on R&D to develop SMR reactors.

- (Policy for SMR R&D) In “The 6th Nuclear R&D Five-Year Plan (2022~2026”, SMR is appointed as one of 5 central R&D pillars. SMR R&D is targeted to 1) secure core technologies through innovated SMR standard design and technology verification, 2) develop SMR core technologies to discover new growth engines and 3) develop energy efficiency technology to increase the utilization and flexibility of nuclear energy.

- (Financial and Institutional Support) Accordingly, the Ministry of Science and ICT and the Ministry of Industry, Trade and Energy are supporting the budget for SMR development every year by 2028, including some private investment. Furthermore, in 2023, a new institution, Innovative SMR Technology Development Center (tentative name), will begin work in JAN 2023 to take the lead in implementing i-SMR-related tasks from the development stage to export marketing.

2) Korea began to develop SMR in the 1990s to solve international issues such as lack of energy and water resources rather than domestic usage.

Many countries are currently interested in developing or adopting SMR to contribute to reducing carbon by 2030. Therefore, Korea continuously concentrates on developing safe, efficient, and flexible SMRs to meet the demands of other countries.

3) **1. Bilateral Cooperation**

- (with Saudi Arabia) Korea and Saudi Arabia signed an MOU for Korea-Saudi SMART Partnership. It was for SMART joint design and pilot reactor construction in Saudi Arabia (MAR 2015). Moreover, the two countries carried out the pre-project engineering project together until NOV 2018.

- (with Canada) Cooperation for constructing 100MWe SMR is underway. Canada is considering introducing SMART to supply low-carbon power and process heat necessary for oil sand mining.

2. International Cooperation

- (IAEA) Korea supports a new initiative of IAEA, "Nuclear Harmonization and Standardization Initiative (NHSI)." NHSI aims to facilitate the safe and secure deployment of SMRs to maximize their contribution to reaching net zero carbon emission by 2050. Korean expert, Dr. Dohee HAHN, is in charge of the initiative. The Korean government will provide financial support from 2022 to 2024.

4) China is building the world’s first commercial land-based SMR, Linglong-1. Including Linglong-1, China also connected GEN 4 SMR (pebble-bed modular high-temperature gas-cooled reactor) to the grid as well. It would be great to listen to

China's SMR building and operating experience (current status, issues, results, plan, etc.).

5) -

7. マレーシア

1) At present, the Malaysian Government does not intend to develop nuclear energy for power generation in the country. However, Malaysia is in a good position to participate in the global value chain of nuclear energy and related technologies, including the next generation of nuclear reactors such as SMR, should opportunities arise.

While the Malaysian Government focuses on developing nuclear technology for non-power use, this does not rule out the possibility of nuclear to be a potential source of energy for the future needs of the country to produce clean and sustainable energy with a low carbon footprint.

2) -

3) Malaysia has international cooperation on SMR under IAEA Technical Cooperation Programme.

4) Waste management strategy for SMR

Public information and acceptance

SMR design characteristics and specific features

Technological and non-technological issues

5) -

8. モンゴル

1) "State Policy on Exploitation of Radioactive Minerals and Nuclear Energy";

Adopted by Mongolian parliament in 2009

"New Revival Policy"

Adopted by Mongolian parliament in 2021.

To implement the New Revival Policy of Mongolia and intensify the implementation of development projects, and fulfill objectives reflected in the energy sector, the working group established by a joint order of the Minister of Education and Science, the Minister of Energy, and the Minister of Mining and Heavy Industry dated August 11, 2022. The main task of the working group is "To Study a Possibility of the Use of Nuclear Power in Mongolia".

The working group started conducting basic studies and develop proposals for the future policy direction. The working group prepared a work plan including the

establishment of NEPIO, a set of actions, and research activities with a relevant budget which was based on the IAEA's Nuclear Power Infrastructure Development Milestones and other documents. Also, it includes proposals of the preliminary feasibility study obtained by evaluating 19 elements of the nuclear infrastructure; and guidelines, plans, and associated costs for the implementation of the nuclear power program as well as the development and strengthening of existing national infrastructure.

2) SMR has been considered one of the possible options for Mongolian energy demand because of its enhanced safety features and economics. The purpose of introducing SMR (land-based and proven design) is to meet electricity demand, especially in rural areas and to ensure energy security.

3) International Atomic Energy Agency
Forum for Nuclear Cooperation in Asia

4) The following aspects would be discussed in the meeting:
Land-based and proven technology
Water and fuel consumption
Active and passive safety system
Economics (construction cost, operating cost, fuel cost, and decommissioning cost)
Also, it may include a micro-reactor

5) -

9. フィリピン

1) Brief background of energy situation and nuclear power development in the Philippines

The Philippines currently has no nuclear power, although it did build the Bataan Nuclear Power Plant (BNPP) in response to the 1973 oil crisis. However, the plant was never operated due to financial issues and safety concerns related to earthquakes. Despite considering converting it into a natural gas-fired plant in the 2014, this idea was deemed impractical, and the plant has remained unused.

The future of nuclear power in the Philippines is currently being shaped by several inter-governmental meetings and negotiations.

- In 2010, Korea Electric Power Corporation (KEPCO) estimated that it would cost US$1 billion to rehabilitate the BNPP.
- In 2016, the Department of Energy (DOE) of the Philippines reiterated that nuclear power was a viable option, possibly replacing some of coal's base-load role.

· The DOE announced in March 2017 that it was exploring the potential of a small reactor in Sulu province, Mindanao, and would produce an overall nuclear program for the country, including Bataan.

· The Philippine Energy Plan includes a chapter on nuclear energy, and the government aims to start nuclear power generation in the country by 2027 at the earliest.

· Policies related to nuclear energy E.O 164 by President Duterte supporting the development of the nuclear power program in the Philippines.

Discussion on SMR deployment and partnerships

· In 2019, DOE with Korean Hydro and Nuclear Power conducted a pre-feasibility study on the site characteristics for SMR technology in Cagayan Economic Zone Authority

· The DOE collaborates not only with Korea but also with Russia on assessing the feasibility of small NPPs, whether floating or on land, and likely using RITM-200 reactors, following the agreement signed with Rosatom in October 2019.

· In 2022, during a meeting between US Vice President Kamala Harris and President Marcos Jr in Manila on November 21 2022, it was announced that the bilateral negotiations on a civil nuclear energy cooperation agreement, known as the "123 agreement," would begin.

2) Philippines' heavy reliance on fossil fuels, specifically coal and natural gas, contributes to greenhouse gas emissions and air pollution. Introducing SMRs could help diversify the country's energy mix and reduce dependence on fossil fuels, thus contributing to addressing climate change and air pollution. Accordingly, nuclear energy is one of the energy sources that the county is considering supporting its energy needs per E.O 164. Nuclear technologies such as large NPP and SMR are still being studied.

3) Table 1 provides a list of notable instances where the Philippine government has cooperated, or expressed interest in potential cooperation, with nuclear vendor countries such as Russia, South Korea, USA, and China between 2017 and 2023.

Table 1 Published cooperation plans and agreements of the Philippine government to various nuclear vendor countries.

Year	Country	Publicly available information
2017	Russia	Title: Russia and Philippines agree to nuclear cooperation https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Russia-and-Philippines-agree-to-nuclear-cooperatio
2019	South	Title: Philippines Needs to Push Nuclear Power

	Korea	https://aseanenergy.org/philippines-needs-to-push-nuclear-power/ Title: PH-SoKor 2nd JCTEC meet tackles supply chain, nuclear energy https://www.pna.gov.ph/articles/1186766
2022	USA	Title: Sec. Cusi Cites Role of Nuclear Energy and Hydrogen Potential for PH Energy Security https://www.doe.gov.ph/press-releases/%E2%80%8Bsec-cusi-cites-role-nuclear-energy-and-hydrogen-potential-ph-energy-security Title: Small Modular Reactors in the Philippines' Journey Toward Nuclear Energy https://www.rsis.edu.sg/rsis-publication/nts/small-modular-reactors-in-the-philippines-journey-toward-nuclear-energy/#.ZEm7OC8RpQI
2023	China	Title: China eyes nuclear cooperation with Philippines https://www.philstar.com/business/2023/02/10/2243783/china-eyes-nuclear-cooperation-philippines

4) Socio-economic study of SMR

Technical requirements

5) -

10. タイ

1) Even though Thailand has not included an official nuclear energy plan in the 2018 Power Development Plan (PDP2018), the new direction of Thailand'senergy plan tends to lead to a clean and reliable energy system. Currently, the new National Energy Plan of Thailand for 2065 – 2070, which is planned to be published in the 1st quarter of 2023, is designated to commit to carbon neutral society. More than 50 percent of renewable energy would be forced to play the key role of clean energy together with other clean energy technologies. The consideration of other energies and technologies is necessary to help to contribute to the energy security of Thailand significantly. Thus, the nuclear energy sector side of Thailand still realizes nuclear energy as one of the best options that was accepted by many developed countries such as Japan, Republic of Korea, and China in order to firm up the use of mixed energy such as SMR-renewable hybrid energy systems in the future.

2) The nuclear energy sector side tried to propose the concept of SMR-renewable hybrid energy systems to serve the development of electricity uses in the special new industrial and digital areas. For example, Eastern Economic Corridor (EEC) includes special new industrial and digital areas of Thailand that are planned to support the cooperation with public and private sectors in economic development under the 20-Year Strategy for Thailand. The purpose of introducing SMR to the example area in Thailand would follow the 4D1E policy of Thailand below.

- Digitalization: to reinforce intelligent and smart grid of the electricity network and energy storage system
- Decarbonization: to reinforce electricity production from renewable energy such as solar energy, biomass, and so on.
- Decentralization: to support the transmission of electricity through on-line and off-grid systems to facilitate trade between other communities.
- De-regulation: to open the area for developing and testing innovative energy by alleviating hindering regulation (Sandbox)
- Electrification: to extend the electric vehicle network

3) Since 2014, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT) has started a project collaboration with the IAEA in the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO). Currently, Thailand is conducting a case study of the comparative study of potential SMR deployment and renewable energy power plants in Thailand under the working group of the Analysis Support for Enhanced Nuclear Energy Sustainability (ASENES) for SMR under INPRO.

In 2017, Thailand and other ASEAN Member States (ASEAN MSs) first organized the ASEAN Network on Nuclear Power Safety Research (ASEAN NPSR) in Bangkok, Thailand. In the ASEAN NPSR joint communique, the network aims to strengthen research and development (R&D), human resource development, and regional cooperation in the field of nuclear power safety in ASEAN in order to support the formulation of the regional strategy for accident management and to be consistent with the IAEA Safety Standards. Currently, according to the 5th Annual Meeting of ASEAN Network on Nuclear Power Safety Research, SMR technology is the one of areas that gained strong interest of MSs for future research collaboration.

4) The research related to SMR would be in the theme of the feasibility study, nuclear safety research, risk and consequences analysis as well as energy resilience in Thailand context based on the scope interest below.

- SMR-renewable hybrid energy system
- Risk assessment of SMR technology

- Emergency Planning Zone (EPZ) of SMR
- Energy resilience of SMR technology

5) Since, in 2023, ASEAN and Japan will be the 50th commemorative year of ASEAN-Japan relations, this 2023 FNCA Study Panel become an important opportunity to start the new network in order to provide the linkage between ASEAN MSs and Japan under the FNCA support for continuing the momentum of nuclear energy research theme through SMR in the long term and extend to future collaboration to other networks such as ASEAN NPSR and so on.

11. ベトナム

1) Viet Nam is currently interested in the development of SMR technologies in the world. Accordingly, the technology and safety of Small Modular Reactors (including Floating Nuclear Power Plants) has been studied such as:
   - Preliminary study on technology and safety of Floating Nuclear Power Plants using Small Modular Reactors;
   - Preliminary conceptual design of neutronics characteristics of a PWR SMR called SMR-VN1:
     · Physical characteristics at the beginning of the cycle;
     · Physical characteristics and density of fission products during operation.
   - Preliminary conceptual thermal-hydraulic design of SMR-VN1:
     · "Safety-by-design" philosophy;
     · Elimination of large LOCAs;
     · Key components and systems and identification of relevant incidents/accidents.
2) The purposes of introducing SMR to Viet Nam are related to the followings:
   - Towards net-zero emissions: The commitments at COP26 indicate that the role of nuclear power is getting more and more important for Viet Nam.
   - Nuclear and innovations, e.g., SMRs and micro reactors, can help tackle climate change, enhance energy security and contribute to achieving the UN SDGs.
   - Development of SMR(s) and FNPP(s) of neighboring countries.
   - Effects of NPPs of neighboring countries.
3) -
4) It is a favorable condition to share knowledge and experience in SMR technology among interested and/or experienced countries between the FNCA Members. Sharing information on technology, safety and security of SMRs would be a firm base to prepare for future energy planning.

· To promote information exchange and technical cooperation regarding SMR technology, safety and security;

· To discuss and be aware of SMR safety and regulatory issues;

· To consolidate and maintain the knowledge of energy development for long-term goals.

5) -

VI 2024 スタディ･パネル事前調査

2024 スタディ・パネルにおける議論に資するため、同会合テーマである「医療用放射性同位元素(RI)の製造と需要」に基づき、これらに関連する諸々の事例の調査、収集を行い、まとめた。具体的な調査事項は、以下の通りである。

1. 各加盟国の現状
   ① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
   （政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）
      1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取組
      2) 医療現場での利用促進に向けた 制度・体制の整備
      3) 国内製造に資する研究開発の推進
      4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化
      5) その他、特徴的な政策
   ② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
   また、そこではどのような方法で製造を行っているか？
   ③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
   もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

2. 関連データの収集
   a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量
   b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量
   c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先

本調査はインターネット上の公開情報の収集を基本とし、有識者によるピアレビュー等を行ったものではない。出典については脚注として示した。

1. 各加盟国の現状

(1) オーストラリア

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）の「健康戦略」文書。
この戦略により、全オーストラリア国民の健康状態の改善に貢献することができるとしている[437]。

・ANSTO の「核医学とあなたの健康」文書。
ANSTO には、オーストラリアの核医薬品の高度な製造と流通を可能にする重要な施設があり、オーストラリアで使用される核医学用放射性同位元素の約 75～80%は ANSTO から供給。ANSTO は核医学の専門家と提携し、毎年 70 万件の患者の処置を可能にしている[438]。

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

ANSTO は、オーストラリアの公共及び民間の核医学センターに放射性医薬品と放射性化学物質を製造及び供給し、アジア太平洋地域の多くの国に輸出している。

ANSTO は、最近、老朽化した無菌放射性医薬品施設を更新するための連邦政府の資金供与の承認を得た。OPAL 多目的炉（20MWt）は、既存の放射性同位元素や今後開発される診断用放射性同位元素、医療用放射性同位元素の生産能力を向上・確保する方針である[439]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

オーストラリアの核医学コミュニティーは、放射性医薬品を用いたセラノスティクスの臨床試験を実施する世界的リーダーとして認知されている。オーストラリアは、放射性医薬品の臨床試験を比較的安価に実施できる[440]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

OPAL 多目的炉は、2024 年 3 月 18 日から 2024 年 7 月 5 日まで、性能向上改造と定期保守点検を行うため、長期停止を実施する。これにより、ANSTO は将来にわたり安全で信頼性の高い核医薬品の供給を継続することができる[441]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

オーストラリアは国際原子力機関（IAEA）の原子力科学技術に関する研究、開発及

---

437 Nuclear Science on Human Health | Nuclear Medicine | ANSTO （2024.1.8 閲覧）
438 https://www.ansto.gov.au/products/nuclear-medicine （2024.1.7 閲覧）
439 https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2022.html （2024.1.7 閲覧）
440 https://www.aph.gov.au ›DocumentStore （2024.1.7 閲覧）
441 https://www.ansto.gov.au/facilities/opal-multi-purpose-reactor/opal-2024-shutdown （2024.2.16 閲覧）

び訓練のための地域協力協定（RCA）の核医学プログラム（RAS6049 等）に参加し、核医学を担う人材を育成していた[442]。

2023 年 10 月 16 日～20 日に、ANSTO における IAEA の RCA 地域トレーニングコース「サイクロトロンを用いた放射性医薬品の製造と前臨床評価」を実施した[443]。

5) その他、特徴的な政策
特になし。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？
ANSTO は、放射性医薬品の製造を継続し、多くの海外諸国へ輸出している。OPAL 多目的炉で毎年 300 日以上の実稼働日数で製造している[444]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？
2022 年、国内市場への放射性医薬品の国産製造及び供給は通常通り達成した。国内供給量不足の核種としては ^{187}Re（レニウム 187）をドイツ／Oncobeta 社から輸入している[439]。

(2) バングラデシュ

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・2023 年 9 月、バングラデシュ政府は、医療機器、体外診断用医薬品の要件を正式に定め、医療機器の定義にソフトウェアを追加する「2023 年医薬品・化粧品法（Drug and Cosmetics Act, 2023）」を公布した[445]。

・バングラデシュ原子力委員会（BAEC）の「原子力計画」によれば、「研究用原子炉 TRIGA Mark II における研究開発施設の開発と核医学センターにおける放射性同位元素製造とその応用及び環境研究を行う」としている[446]。
・政府は、国立核医学・関連科学研究所（NINMAS）も含め 4 つの PET-CT センターと NINMAS にサイクロトロンセンター（18MeV サイクロトロン）を設置した。

---

442 https://www.rcaro.org/undp_s10（2024.1.7 閲覧）
443 https://www.ansto.gov.au/news/sharing-radiochemistry-expertise-an-iaea-training-course（2024.1.7 閲覧）
444 https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2023.html （2024.1.7 閲覧）
445 https://asiaactual.com/bangladesh/medical-device-registration/ （2024.1.7 閲覧）
446 https://www.fnca.mext.go.jp/english/hrd/workshop2009_report/B-CR_HrdWs09ppt.pdf （2024.1.7 閲覧）

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

放射性同位元素製造研究所が、国内の医学的に重要な放射性同位元素の需要を満たすために、^{99}Mo（モリブデン 99）／^{99m}Tc（テクネチウム 99m）ジェネレータと ^{131}I（ヨウ素 131）経口液剤を製造している。医療用の新放射性同位元素として ^{89}Sr（ストロンチウム 89）の製造を計画している[447]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

核医学治療は、主に BAEC の支援を受けて行われている。2023 年 11 月現在、BAEC 傘下に 1 つの国立核医学・関連科学研究所（NINMAS）と 21 の核医学・関連科学研究所（INMAS）がある。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

研究の新提案として、国際原子力機関（IAEA）技術文書（TECDOC-1340）「原子炉生成放射性同位元素マニュアル」（Manual for Reactor Produced Radioisotopes）に従い、^{153}Sm（サマリウム 153）等の新しい放射性同位元素の製造を行う予定がある[448]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

人的資源の課題として、臨床医が核医学手技の範囲や限界を知らないという問題が常にある。これらは、NINMAS が学際的協力のためのイニシアチブをとることで克服できる。

NINMAS は、放射線化学者、放射性薬理学者、核医学物理学者、核医学専門医、そして核医学の専門治療に専念できる技師からなるコアグループの形成を推進している[449]。また、バングラデシュは IAEA の原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）の核医学プログラム（RAS6049 他）に参加し、核医学を担う人材を育成していた[442]。また、2023 年 10 月、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）における IAEA の RCA 地域トレーニングコース「サイクロトロンを用いた放射性医薬品の製造と前臨床評価」に参加した[443]。

5) その他、特徴的な政策

画像診断と治療のための従来の放射性ヨードは、主要な同位元素である。1980 年以来 2018 年 12 月まで、NINMAS では原発性甲状腺機能亢進症で 6,376 人、DTC*1 で 5876 人の患者が ^{131}I 治療を受けている。NINMAS の 1 週間の治療処分数は、DTC で

447 https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2020.html （2024.1.7 閲覧）
448 https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2021.htm （2024.1.7 閲覧）
449 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6473008/ （2024.1.7 閲覧）

約 10～20 人、原発性甲状腺機能亢進症で約 10～12 人である[449]。

*1：DTC：Differentiated thyroid carcinoma（甲状腺分化癌）

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

BAEC の放射性同位元素製造部門における 2022 年 11 月時点の主要な放射性同位元素製品は、^{99}Mo/^{99m}Tc、^{131}I-NaI 経口液剤及び ^{131}I カプセルである[448]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

2005 年の核分裂性 ^{99}Mo の輸入から、BAEC の放射性同位元素製造部門により、^{99}Mo／^{99m}Tc ジェネレータの生産が開始され、2022 年には、放射性同位元素生産部門は、^{99}Mo／^{99m}Tc ジェネレータと ^{131}I 経口液剤を、様々な国営及び民営の核医学センターに毎週 1 回供給しており、国内需要を満たしている[448]。

(3) 中国

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

2021 年 6 月、「医療用アイソトープ中長期発展計画（2021-2035 年）」を発表した。同計画は、新たな放射性医薬品の研究開発を進め、医療用放射性同位元素の自主生産・供給の実現を加速し、放射性医薬品の臨床応用を促進することを目的としている[450]。

1）医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

原子炉利用

2021 年、原子力施設は、スイミングプール型炉（SPRR）や中国改良型研究炉（CARR）等の研究炉を含め、年間計画に従って稼働している。今後、CARR は運転能力を強化する予定である[448]。

加速器利用

医療用放射性同位元素の中長期開発計画（2021～2035 年）の 2023 年における現状は、以下の通りである：

・10MeV～30MeV 医療用電子サイクロトロン、230MeV 超伝導陽子サイクロトロン、加速器ホウ素中性子捕捉療法の実験装置の開発に成功し、重イオン加速器がん治療装置は臨床試験を開始した[451]。

[450] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34767047/ （2024.1.7 閲覧）
[451] https://www.chinadaily.com.cn/a/202309/07/WS64f90e44a310d2dce4bb4585.html （2024.2.16 閲覧）

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

2022 年現在、放射性医薬品の監督・登録を担当する国家機関は、国家薬品監督管理局（NMPA）とその直属機関－薬品登録局（DDR）、薬品評価センター（CDE）、国家食品薬品監督管理局（NIFDC）、食品薬品検査センター（CFDI）、国薬局方委員会（CPC）である[450]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

2022 年現在、中国で医療用放射性同位元素や放射性医薬品の分野に携わっている学術団体や協会には、主として、中国アイソトープ学会（CIS）、中国核・放射化学学会（CNRS）、中国核医学会（CSNM）、中国同位元素・放射線学会（CIRA）、中国放射性医薬品学会（CSRS）等がある[450]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

過去数十年にわたり、中国原子力研究所（北京）、上海応用物理研究所（中国科学院）（上海）、江蘇核医学研究所（江蘇省）、復旦大学（上海市）、厦門大学（福建省）等の多くの研究機関や大学が、放射性医薬品の分野における基礎研究の実施、技術進歩の努力、人材育成を担ってきた[450]。

中国は、2023 年 10 月、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）における IAEA の RCA 地域トレーニングコース「サイクロトロンを用いた放射性医薬品の製造と前臨床評価」に参加した[443]。

5) その他、特徴的な政策

中国の医療／産業用放射性同位元素の需要は年々増加しているが、近年、放射性同位元素の国産化生産能力を着実に強化している[452]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

中国核工業集団公司中核集団（CNNC）は、2022 年 11 月、中国最大の医療用同位体生産拠点として、中核秦山同位体生産拠点建設プロジェクトを浙江省海塩県で正式に着工させた[452]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

2017 年時点では ^{60}Co（コバルト 60）（工業用 600 万 Ci/年）を除く主要な放射性同位

[452] http://j.people.com.cn/n3/2022/1101/c95952-10165915.html （2024.1.7 閲覧）

元素の供給は輸入に依存していた。2022 年 11 月、CNNC は、中核秦山同位体生産拠点建設プロジェクトの第 1 期に ^{60}Co と ^{14}C（炭素 14）を含む複数の同位体生産ラインを建設することにより、同位体国産化生産能力は着実に強化される[452, 453]。

(4) インドネシア

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

2023 年 8 月、インドネシア食品医薬品規制庁（Badan Pengawas Obat Dan Makanan：BPOM）の医薬品・麻薬・向精神薬・前駆物質・中毒物質標準化局は、世界保健機構（WHO）との共同作業で、「放射性医薬品ガイドライン（草案）」を作成した。この共同作業では、ワークショップ、核医学施設の現地視察のための会議を開催し、新ガイドラインを 2024 年初頭に発表予定である[454]。

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

インドネシア国立研究革新庁（BRIN）の G.A. Siwabessy 多目的研究炉（RSG-GAS 炉 - 30 MWt）が、放射性同位元素製造ラインとして 6 日ごとのサイクルで稼働している。商業製品の品質管理は、薬品・食品管理機関の適正製造基準（GMP）の標準許容基準を採用している[439]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

政府は、放射性医薬品の安全性、品質、有効性を確保するための適正製造基準（GMP）等の既存のガイドラインに改善を加える方針である。放射性核種の純度、　放射化学的純度、放射能、無菌試験、エンドトキシン／パイロジェン試験等、放射性医薬品に特有の品質面についての評価についても改善を加える[454]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

BRIN の RSG-GAS 炉が放射性同位元素研究開発ラインとして稼働しており、中性子放射化法で製造した ^{98}Mo（モリブデン 98）に基づく ^{99}Mo（モリブデン 99）／^{99m}Tc（テクネチウム 99m）ジェネレータの研究開発、濃縮 ^{176}Lu（ルテチウム 176）を用いた ^{177}Lu（ルテチウム 177）ベースの放射性医薬品等の研究開発を推進している[448]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

2023 年 8 月の WHO との共同ワークショップにおいて、現地視察（バンドンのハサン・サディキン病院とサントサ病院の核医学施設）を行い、インドネシア医薬品食

---

[453] https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2017.html　（2024.1.8 閲覧）
[454] https://www.who.int/indonesia/news/detail/20-08-2023-strengthening-radiopharmaceutical-product-guidelines-for-enhanced-safety-and-quality　（2024.1.8 閲覧）

品監督庁（BPOM）、インドネシア原子力規制庁（BAPETEN）、インドネシア国立研究革新庁（BRIN）からの参加者は、研究室、クラス C（陰圧式患者搬送用器具）アイソレーター、生物学的安全キャビネット（Biological Safety Cabinet : BSC）を含む放射性医薬品調製室を視察し、改善すべき点を指摘し、議論した[454]。

インドネシアは、2023 年 10 月、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）における IAEA の RCA 地域トレーニングコース「サイクロトロンを用いた放射性医薬品の製造と前臨床評価」に参加した[443]。

5）その他、特徴的な政策

特になし。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

BRIN の RSG-GAS 炉が、放射性同位元素製造ラインとして稼働しており、高純度の製品を得るために、濃縮物質の多段階ろ過、カラム・クロマトグラフィー、^{99}Mo／^{99m}Tc には溶媒抽出法、そして ^{131}I には乾留法といった精製方法が採用されている[439]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

BRIN はポーランド国立原子力研究センター（POLATOM）と ANSTO からの ^{99m}Tc ジェネレータ輸入により ^{99m}Tc を調達している。一方、小線源治療用に高線量率 ^{192}Ir（イリジウム 192）（10Ci まで）を開発しており、^{131}I（ヨウ素 131）については、国内生産で全ての需要を満たしている[453]。

(5) 韓国

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・原子力安全法：Nuclear Safety Act
・原子力安全法施行令大統領令第 31431 号：
ENFORCEMENT DECREE OF THE NUCLEAR SAFETY ACT Presidential Decree No. 31431(Feb. 2, 2021）等がある[455]。

1）医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

韓国原子力研究所（KAERI）は、韓国で唯一の機関として、医療用を含む放射性同

[455] https://ansn.iaea.org/Common/topics/OpenTopic.aspx?ID=18391 （2024.1.30 閲覧）

位元素の製造を行っている[456]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

KAERI でのこのような活動は、放射性同位元素製品の現地価格の安定につながっている[456]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

関連施設はいずれも、医療、産業、その他の研究分野における放射性同位元素の地域需要を満たすために現地生産能力を高めて積極的に活用している[456]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

韓国水力原子力公社（KHNP）と KAERI の放射性同位元素製造施設がインフラとして利用できる可能性が期待されている[456]。

5) その他、特徴的な政策

がん治療用の放射性同位元素は、臨床試験のためにすでに病院に供給されており、この放射性同位元素の製造には品質保証上、ISO 9001:2000 認証が取得され適用されている[456]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

KAERI が実施しており、KAERI 所有の研究炉 HANARO により医療用放射性同位元素を製造している[456]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

放射性同位元素の大部分が国内で生産され、さらには他国に輸出する可能性がある事から国内需要は十分であるとしている。さらに、現在、KAERI は放射性同位元素の配布能力の拡大や民間企業との協力も検討している[456]。

(6) カザフスタン

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・カザフスタン共和国大統領令：

[456] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/TECDOC_1713_CD/template-cd/datasets/papers/PARKUJ%20RI%20Production%20and%20Development%20Jun2010.pdf（2024.1.30 閲覧）

The Decree of the President of the Republic of Kazakhstan

・核及び放射線の安全に関する規則と規範の体系：

The system of the rules and norms of Nuclear and Radiation Safety [457]

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

可変エネルギーサイクロトロン K* = 50 MeV による製造で国内需要に応じている[458]。

* K：サイクロトロンの加速能力を示すパラメータで、単位は MeV。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

保健省の機関及び科学機関等での利用のために協力体制が採られている[458]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

放射性同位元素の製造では、より優れた特性を備えた新しい抽出法が研究されている。これにより効果的な精製が可能となっている[459]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

カザフスタンのニーズを満たすため、放射性同位元素の製造の製造段階（ターゲットの調製、抽出、精製等）でのアプローチが検討されている[458]。

5) その他、特徴的な政策

原子力利用の分野で活動を行う個人及び法人は、厳格な資格要件を満たす事が要求されている[458]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？

また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

カザフスタン核物理研究所におけるサイクロトロンにより医療用を含む放射性同位元素の製造が行われている[458]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？

もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

医療用放射性同位元素は、国内製造によりアルマティ医療センターに供給されている[458]。

---

[457] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/pub1120/CD/PDF/Issue2/CN-82-08.pdf （2024.1.30 閲覧）

[458] https://link.springer.com/article/10.1023/A:1024798821854 （2024.1.30 閲覧）

[459] Radioisotope production at the Kazakhstan cyclotron | Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (springer.com) （2024.1.30 閲覧）

(7) マレーシア

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・第 12 次マレーシア計画（2021 年版）

・国家原子力技術政策 2030（DTNN2030）（2023 年 9 月）[460, 461]

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

マレーシア原子力庁所有の研究用原子炉 TRIGA PUSPATI（RTP）により放射性同位元素の国内製造を実施した[462]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

医療及び放射線治療の物品と機器の地域サプライチェーンを構築している[463]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

国家原子力技術政策 DTNN2030 により放射性同位元素の製造と医療機器の製造を推進している[464]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

放射線利用関連の医療サービスをより利用しやすくするため、手頃な価格にすることを目的として、医療機器の製造、供給を推進している [463]。

5) その他、特徴的な政策

マレーシアでは医療ツーリズムが歓迎されており、放射線利用関連の医療サービスが利用しやすく医療費も手頃としている[465]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

マレーシア原子力庁が保有している TRIGA 炉で医療用放射性同位元素の製造を行っており、新しい放射性医薬品の開発にも積極的に取り組んでいる[466]。

---

460 https://www.nst.com.my/news/nation/2023/09/957582/dtnn-2030-drives-peaceful-use-nuclear-technology-malaysia（2024.1.30 閲覧）

461 2023 年度 MLM 事前調査資料

462 https://www.nuclearmalaysia.gov.my/eng/kemudahan-rnd.php?id=1 （2024.1.30 閲覧）

463 https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/18533/ （2024.2.16 閲覧）

464 https://www.neimagazine.com/news/newsmalaysia-to-increase-use-of-nuclear-technology-11166579（2024.1.30 閲覧）

465 https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_tourism_in_Malaysia （2024.2.16 閲覧）

466 https://www.fnca.mext.go.jp/english/rrn/e_ws_2011_a2.pdf （2024.2.16 閲覧）

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

現在、上記 TRIGA 炉による医療用放射性同位元素の国内製造量はマレーシアにおける病院での放射線医療への使用には十分な量であるとしている[466]。

(8) モンゴル

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・放射性鉱物の開発と原子力の平和利用（2009）
・モンゴル国家プロジェクト「核医学及び放射線腫瘍学の国家的能力の強化によるがん管理の改善（2024～2027）」[467]

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み
放射性医薬品の供給については国立病院の役割が大きい[468]

2) 医療現場での利用促進に向けた 制度・体制の整備
同上、国立第一及び第二病院での利用促進の体制がある[468]

3) 国内製造に資する研究開発の推進
不明

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化
医療用放射性同位元素の利用については、毎月多くの患者への検査が行われており、上記、第一、第二病院及び国立がんセンターでの利用が図られている[468]。

5) その他、特徴的な政策
医療用放射性物質の製造を含む研究炉プロジェクトに関して、ロシアの原子力企業ロスアトム（ROSATOM）社と秘密保持契約（Non-Disclosure Agreement:NDA）が進行中である[469]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

---

[467] https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-signs-triangular-cooperation-agreement-with-mongolia-and-the-republic-of-korea-to-strengthen-mongolias-nuclear-medicine-and-radiation-oncology-capacity（2024.2.16 閲覧）
[468] https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-visits-mongolia-to-assess-cancer-control-situation-and-lay-foundations-for-trilateral-cooperation-with-the-republic-of-korea （2024.2.16 閲覧）
[469] https://www.fnca.mext.go.jp/english/rru2/e_ws_2023.html （2024.2.1 閲覧）

現在、医療用放射性同位元素は全て輸入に頼っている[469]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？
国内需要のため医療用放射性同位元素は全て輸入に頼っており、国内で唯一のガンマカメラが治療に使用されている。今後多くの設置が予定されるとしている[469]。

(9) フィリピン

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）
・フィリピン共和国法（RA）2067（科学法 1958）[470]
・フィリピン原子力研究所規則コード（CPR：Code of PNRI Regulations）[471]

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み
フィリピン核医学研究開発センターの設立計画が進められている[469]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備
フィリピンの北部地域から南部地域まで、多くの放射線学センターが分散している。また、認定核医学研修機関があり、学会認定核医学医師を含み、地域ごとに承認された核医学医師が常駐している[472]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進
フィリピン核医学研究開発センター所有のサイクロトロンによる製造のための研究開発が行われている[469]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化
フィリピン原子力研究所（PNRI）は、国民皆保険法及びがん治療への取り組みと共に PET 画像サイクロトロン施設の開発を進めており、放射性医薬品の生産能力の強化を目的としている[469]。

5) その他、特徴的な政策
核医学研究開発センターが中心となり、海外への研修生の派遣や外国人研修生の受け入れ、国際会議への参加等を通じて、国際関係を常に強化している。また、国内のみならず東南アジア全域における、サイクロトロンにより製造された放射性医薬品及

470 Republic Act No. 2067 (lawphil.net)　（2024.2.1 閲覧）
471 https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/36/117/36117223.pdf　（2024.2.1 閲覧）
472 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4938874/　（2024.2.1 閲覧）

び PET/CT の運用のための、先駆的な研究及び研修ハブとしての態勢にある[469]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？
PNRI において医療用放射性同位元素を現地で準備及び製造を担っている[473]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？
現在、政府、民間病院は医療用放射性同位元素を海外から輸入しているが、PNRI において ^{99m}Tc（テクネチウム 99m）製造施設を設置し、最も一般的に使用される医療用放射性同位元素を現地で準備及び製造できるようにする[473]。

(10) タイ

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）
関連する国内法、規則の代表的なものは以下の通りであるが、医療用放射性同位元素を政策上の位置づけとして特化したものではなく、一般的な放射線安全を強く意識しているものと思われる。

・薬事法（Drug Act B.E.2510）
・食品法（Food Act B.E.2522）
・危険有害物法　（Hazardous Substance Act B.E.2535）
・医療機器法　（Medical Device Act B.E.2551）[474] 等
・放射線安全に関する大臣規則（2018 年 10 月 5 日版）[475]

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み
タイ研究炉 TRR-1／M1 は、2022 年 11 月現在、最大出力 1,300kW で定常運転を行っており、がんの診断及び治療のための放射性医薬品の使用に重点が置かれ、この研究炉で得た放射性同位元素を使用する医療処置の件数は増加しつつある[476]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備
タイでは、2002 年に国民皆保険（UCS: Universal Coverage Scheme）が実施され、それ以降、公的医療費は総医療費の 63%から 77%に増加し、自己負担額は 27%から 12%に減少している。これには、一般医療、リハビリテーションサービス、高額医療、

[473] https://pnri.dost.gov.ph/images/publications/HealthAndMed/PNRI-Establishes-Facility-for-Local-Production-of-Technetium-99m-Medical-Radioisotope.pdf　（2024.2.1 閲覧）
[474] https://www.pmda.go.jp/files/000241424.pdf　（2024.1.12 閲覧）
[475] https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/079/T_0009.PDF　（2024.1.12 閲覧）
[476] https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2022.html　（2024.1.12 閲覧）

救急医療が含まれており、公務員だけでなく、両親、配偶者、最大 2 人の子供等を扶養する家族も含む公務員医療給付制度（CSMBS: The Civil Servant Medical Benefit Scheme）もある[477]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

TRR-1/M1 による医療用放射性同位元素の製造に関し、今後、ターゲット剤からの分離・精製方法について調査が行われる予定であり、将来的には、当該ターゲット剤は、精製、滅菌後、製品化される予定である。この過程では、品質管理プロセスが実施され、品質保証要員の検査を経て製品として承認される[476]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

タイ食品医薬品局は、東南アジア諸国連合（ASEAN）医療機器令（ASEAN Medical Device Directive: AMDD）に準拠した新しい医療機器規制を発行した。この AMDD は、ASEAN 諸国全体に適用される医療機器規制であり、タイは、AMDD を受け入れる医療機器令に関する ASEAN 協定に署名している[478]。

5) その他、特徴的な政策

タイの民間医療は高く評価されており、医療施設には上質な民間病院と優秀なスタッフがいることが知られている。タイの民間医療は公的医療よりもはるかに高価ではあるが、米国や西欧の同等の医療サービスの費用よりも比較的安価であることから、タイは医療観光地のようであるとも言われ、世界中、特に中東やヨーロッパから注目を集めている[479]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

医療用放射性同位元素の製造は、タイ王国内閣科学技術省所管のタイ原子力技術研究所（TINT）が行っている。また、医療用放射性同位元素の製造は同研究所の研究炉 TRR-1/M1 による中性子照射により国内需要向けにのみ供給している[476]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

タイでは放射線治療の資源が大幅に不足していることが明らかで、放射線腫瘍医の数

477 https://www.publichealth.columbia.edu/research/comparative-health-policy-library/thailand-summary#HEALTH%20&%20HEALTH%20SYSTEMsummary#HEALTH%20&%20HEALTH%20SYSTEM (2024.1.12 閲覧)
478 https://www.trade.gov/market-intelligence/thailand-medical-device （2024.1.12 閲覧）
479 https://www.allianzcare.com/en/support/health-and-wellness/national-healthcare-systems/healthcare-in-thailand.html （2024.1.12 閲覧）

も含めて、必要な資機材にまで及んでいることから、医療インフラの拡充が求められている。また、現在、国内製造量が十分ではなく不足する場合は輸入するとしている[480]。

(11) ベトナム

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

・ベトナム原子力科学技術会議-14 (VINANST-14) - 「ベトナムの核医学における放射性核種と放射性医薬品： 現状と展望」。
近年、「ベトナムの原子力開発戦略」に基づき、医療目的のサイクロトロンセンターが全国に多数設立されている。「ベトナム保健省（MOH）の現行規制」に従って、新しい放射性医薬品を実用的な核医学に導入するために適用できるいくつかの解決策を検討している[481]。

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

500kWt のダラト原子炉（NRI）で放射性同位元素を製造。100 時間／週の継続運転で、国内需要の 8 割を満たす放射性同位元素と放射性医薬品を生産している。

原子炉の運転時間の 90%以上は、放射性同位元素の研究と製造に利用されている。放射性同位元素製造に係る品質保証（QA）／品質管理（QC）は、適正製造基準（GMP）施設のシステムに則って実施されている [439]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

ベトナムは、2011 年時に核医学の分野で進歩を遂げ、陽電子放射断層撮影／コンピュータ断層撮影（PET／CT）が全国のいくつかのセンターで導入されている。ハノイ、ホーチミン、フエ、ダナン等の主要都市には、最先端の機器を備えた核医学部門センターがいくつかあり、臨床サービスを提供している[482]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

2022 年には、放射性同位元素医薬品研究開発に関する研究課題 2 件を実施した。^{177}Lu（ルテチウム 177）、^{153}Sm（サマリウム 153）、^{90}Y（イットリウム 90）については、研究用としての少量供給と ^{192}Ir（イリジウム 192）、^{60}Co（コバルト 60）等、多くの種類の同位体を少量生産し、生物医学研究用への供給である [439]。

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

ベトナムは、国際原子力機関（IAEA）の原子力科学技術に関する研究、開発及び訓

---

[480] 24 MLM Thailand Key Note Speech
[481] https://inis.iaea.org/search/search.aspx？orig_q=RN:53125287 （2024.1.9 閲覧）
[482] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3227335/ （2024.1.9 閲覧）

練のための地域協力協定（RCA）の核医学プログラム（RAS6049 等）に参加し、核医学を担う人材を育成していた[442]。

ベトナムは、2023 年 10 月、ANSTO における IAEA の RCA 地域トレーニングコース「サイクロトロンを用いた放射性医薬品の製造と前臨床評価」に参加した[443]。

5) その他、特徴的な政策

2023 年 4 月、ホーチミン市腫瘍病院は放射性医薬品製造施設（サイクロトロン）を建設することになった。これまで、同病院は、医療用放射性同位元素をチョー・レイ病院（現在、放射性医薬品製造施設を所有する唯一の病院）から供給されていたが、チョー・レイ病院のサイクロトロンが老朽化し、放射性同位元素の供給が不足しており、オンコロジー病院では PET/CT 検査を 1 日 7 件、週 2 回しか行えなくなっている。放射性医薬品の供給不足は、ベトナム南部大都市の病院における長年の問題となっている[483]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

2018 年現在、NRI では、ダラト炉を用い、国内で放射性同位元素と放射性医薬品の供給を行っている。また、ハノイ、ダナン、ホーチミン市ではサイクロトロンによる製造も進んできている。

サイクロトロンによる放射性医薬品の製造（核種不明）[483]
ハノイ ・サイクロトロン 30MeV（108 病院） ・サイクロトロン 9MeV（原子力科学技術研究所（INST） ・サイクロトロン 13MeV（ハノイ照射センター） **ダナン** ・サイクロトロン 13MeV（ダナン病院） **ホーチミン市** ・サイクロトロン 11MeV（チョー・レイ病院） ・サイクロトロン 16MeV（放射線技術研究開発センター（VINAGAMMA）） なお、サイクロトロンで製造される ^{18}F（フッ素 18）放射性医薬品は大都市での PET に使用している。

[483] https://tuoitrenews.vn/news/society/20230415/ho-chi-minh-oncology-hospital-to-have-radiopharmaceutical-production-facility/72652.html （2024.1.9 閲覧）

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

NRI は、2018 年には、国内市場の 40～50%にあたる放射性同位元素の供給が可能であり、^{153}Sm、^{177}Lu、^{90}Y 等の医療用及び研究目的の放射性同位元素についても市場への供給を予定していた。2022 年現在、^{131}I と ^{32}P（リン 32）は国内市場を賄っている。^{99m}Tc（テクネチウム 99m）等他の同位体は全量輸入している[484]。

（12）日本

① 国の政策の中で医療用放射性同位元素はどのように位置づけられているか
（政策文書またはそれに準ずる文書はあるか？）

原子力委員会の政策文書「医療用等放射性同位元素製造・利用推進アクションプラン」によれば、現在、医療用放射性同位源の多くを輸入に依存しているため、この国産化等を実現するために、試験研究炉や加速器を用いた研究開発から実用化、普及に至るまでの取組を順次一体的に推進することとしている[485, 486]。

1) 医療用放射性同位元素の国内製造・安定供給のための取り組み

主要な取り組み項目として、(1) JRR-3 及び加速器を用いて ^{99}Mo（モリブデン 99）／^{99m}Tc（テクネチウム 99m）の安定供給（可能な限り 2027 年度末に国内需要の約 3 割を製造し、国内へ供給）、(2)「常陽」・加速器を用いた ^{225}Ac（アクチニウム 225）大量製造のための研究開発の強化（「常陽」において 2026 年度までに製造実証）、(3) ^{211}At（アスタチン 211）実用化に向けた取組の強化（2028 年度を目途に医薬品としての有用性提示）が挙げられている[485, 486]。

2) 医療現場での利用促進に向けた制度・体制の整備

主要な整備項目として、(1) 核医学治療を行える病室の整備（特別措置病室等）（核医学治療実施までの平均待機月数について平均 3.8 か月（2018 年）から平均 2 か月（2030 年）への短縮、(2) ^{227}Th 及び ^{68}Ga 等新たな放射性医薬品への対応が挙げられている[485, 486]。

3) 国内製造に資する研究開発の推進

主要な推進項目として、(1) 研究炉・加速器による製造のための技術開発支援、(2) 福島国際研究教育機構による取組、(3) 新たな核医学治療薬の活用促進に向けた制度・体制の整備が挙げられている[485, 486]。

---

[484] FNCA - Forum for Nuclear Cooperation in Asia (mext.go.jp)　（2024.2.16 閲覧）
[485] http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/radioisotope/kettei/kettei220531.pdf　（2024.2.16 閲覧）
[486] https://www.nra.go.jp/data/000391371.pdf　（2024.2.16 閲覧）

4) 製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

主な強化項目として、(1) 人材育成の強化（研究人材、医療現場における人材等)、(2) 国産化を踏まえたサプライチェーン強化、(3) 廃棄物の処理・処分に係る仕組みの検討が挙げられている[485, 486]。

5) その他、特徴的な政策

特徴的な方針として、(1)「科学技術・イノベーション政策、(2) 健康・医療政策、がん対策の観点からも重要であるため、関係する政府戦略の方向性とも軌を一にして取り組む」としている[485, 486]。

② 主にどのような機関が、医療用放射性同位元素の製造を行っているか？
また、そこではどのような方法で製造を行っているか？

京都大学は、研究用原子炉（KUR）を 2021 年 11 月から、熱出力 1 MW 及び 5 MW で運転し、^{47}Sc（スカンジウム 47)、^{105}Rh（ロジウム 105)、^{177}Lu（ルテチウム 177）等の医療用放射性同位元素製造の研究開発を行っている。日本原子力研究開発機構（JAEA）は、研究炉 JRR-3（熱出力 20MW）を 2021 年 2 月から運転再開し、化学分離を伴う放射性同位元素 製造は行っていないが、^{198}Au と ^{192}Ir の製造を行っている。電力会社及び JAEA は、既存炉（PWR や常陽）を用いて、国内自給率改善のため、医療用放射性同位元素生成 ^{99}Mo や ^{225}Ac を製造し、国内自給技術の研究開発プロジェクトを推進中である[439]。

③ 医療用放射性同位元素の国内製造量は、国内需要と見合っているか？
もし足りていない場合、不足分はどうしているか？

医療用放射性同位元素のごく一部が我が国で製造されているが、製品用原料の放射性同位元素を含めると、国内製造量は不足しており、そのほとんどが輸入で賄われている。しかし、半減期の短い放射性同位元素は輸入できず、また、製造所や輸送中のトラブルで供給や利用に支障をきたすこともある[487]。

[487] https://www.jaea.go.jp/02/press2008/p08111701/siryo.pdf （2024.2.16 閲覧）

2. 関連データの収集

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先

本調査内容に関しては、a), b), c)のうち情報が得られた項目のみを示し、表にまとめた。

(1) オーストラリア

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [439, 444]

核種もしくは放射性医薬品	年間製造量*
^{99}Mo バルク	最大 3,120 万 GBq
^{99}Mo/^{99m}Tc ジェネレータ	1,040～19,240GBq
^{177}Lu 無担体	62,400GBq
^{131}I バルク、^{131}I 製品、^{123}I 製品	312,000GBq
^{51}Cr-EDTA（エチレンジアミン四酢酸）	不明
^{192}Ir	不明
^{198}Au	不明
^{90}Y	不明
^{32}P	不明

*：週間製造量が明示されているので、週間製造量×52 倍値を記入した。

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(2) バングラデシュ

a) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量 [439]

核種（放射性医薬品も含む）	利用目的	年間使用量*
^{99}Mo/^{99m}Tc ジェネレータ	核医学診断用	492GBq
^{131}I	経口液剤	4,476GBq
^{18}F: FD: Fluoro-deoxy-glucose	脳の糖代謝機能の観察用	不明
^{18}F ：PSMA：Prostate Specific Membrane Antigen	前立腺特異的膜抗原として使用	不明
^{11}C- Methionine	コレステロール値低下、活性酸素の除去用	不明
^{13}N-NH_3 PET-CT	心臓筋肉に流れる血液量の測定用	不明
^{90}Sr アプリケーター	小線源治療として、翼状片の治療用	不明
^{89}Sr	骨転移の緩和治療用	不明
^{32}P	真性多血症等の骨髄増殖性疾患の治療用	不明

*：月間使用量が明示されているので、月間使用量×12 倍の値を記入した。

b）医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量：不明

c）医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(3) 中国

a）医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [450]

核種（放射性医薬品を含む）	年間製造量
^{131}I：NaI	不明
^{153}Sm：EDTMP（エチレンジアミンテトラメチレンホスホン酸）	不明
^{18}F：FDG	不明
^{32}P：Na_2HPO_4	不明
^{99m}Tc：$NaTcO_4$	不明
^{201}Tl：TlCl	不明
^{89}Sr：$SrCl_2$	不明
^{223}Ra：$RaCl_2$	不明

b）医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c）医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(4) インドネシア

a）医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [439]

核種（放射性医薬品も含む）	年間製造量
^{153}Sm-EDTMP（エチレンジアミンテトラメチレンホスホン酸）	不明
^{131}I-MIBG（メタヨードベンジルグアニジン）	不明
^{99}Mo/^{99m}Tc ジェネレータ	不明

b）医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c）医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(5) 韓国

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量[488, 489]

核種	年間製造量	利用目的	核種の製造施設
^{192}Ir, ^{60}Co	年間 400 kCi 以上	工業用、医療機器滅菌用	研究炉 HANARO
^{32}P,^{166}Ho,^{51}Cr		放射性同位元素製造、研究用、臨床試験用	
^{131}I,^{125}I		医療用放射性同位元素製造用	
^{99m}Tc, ^{99}Mo		工業用	
^{99}Mo, ^{131}I, ^{125}I, ^{192}Ir	放射性同位元素市場の15%以上の供給計画	医療用放射性同位元素、工業用放射性同位元素の国内自給用及び輸出用	機張研究炉 KJRR を計画

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(6) カザフスタン

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量[439, 444, 447, 490]

核種	年間製造量	利用目的	核種の製造施設
^{192}Ir	約 1.85 10^{14}Bq	国内医療用及び産業用等	WWR-K 炉
^{99}Mo	12,000～15,000 GBq	国内医療用及び産業用等	同上、放射化法
^{131}I	3,000 GBq	同上	同上、放射化法
^{198}Au	不明	同上	WWR-K 炉
^{99m}Tc	不明	国内医療用	WWR-K 炉
^{177}Lu	不明	製造の研究開発用	WWR-K 炉
^{201}Tl,^{67}Ga,^{57}Co,^{109}Cd,^{88}Y,^{85}Sr 等製造量は不明		核医学、科学研究用	サイクロトロン K = 50 MeV

放射性医薬品の製造に関しては GMP（Good Manufacturing Practice：「医薬品の製造管理及び品質管理基準」）に従って行われ、欧州薬局方の医薬品要件を満たしている。

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

---

488 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/TECDOC_1713_CD/template-cd/datasets/papers/PARKUJ%20RI%20Production%20and%20Development%20Jun2010.pdf （2024.1.20 閲覧）

489 https://www.nucnet.org/news/new-research-reactor-to-boost-production-of-crucial-medical-radioisotopes-5-5-2023 （2024.1.18 閲覧）

490 https://link.springer.com/article/10.1023/A:1024798821854 （2024.1.21 閲覧）

(7) マレーシア

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量[447, 491]

核種	年間製造量	利用目的	核種の製造施設
^{153}Sm	不明	医療用	TRIGA（RTP）
^{177}Lu	（600 mCi 以上）	医療及び産業用、研究用	同上
^{51}Cr	不明	同上	同上
^{165}Ho	不明	同上	同上
^{82}Br	不明	同上	同上
^{99m}Tc	不明	医療用	同上
^{131}I	不明	医療用	同上
^{192}Ir	不明	工業用	同上
^{32}P	不明	農業用	同上

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(8) モンゴル

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量：不明

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先[476]

現在、モンゴルでは、医療用放射性同位元素は全て、韓国、中国、ドイツ等の他国から輸入されており、500mCi（18.5GBq）の 99Mo／99mTc ジェネレータは 2 週間ごとに韓国から輸入され、国内に 1 台しかないガンマカメラで患者の画像診断に利用されている。近い将来、さらに多くのガンマカメラが設置される予定である。

(9) フィリピン

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量[444, 492]

核種	年間製造量	利用目的	核種の製造施設
^{18}F	不明	医療及び産業、研究用	PRR-1、PET-CT 等
^{11}C	不明	^{18}F のトレーサー用	同上
^{13}N	不明	^{18}F のトレーサー用	同上
^{64}Cu	不明	固体標的用	同上
^{68}Ga	不明	液体標的用	同上
^{15}O	不明	^{18}F のトレーサー用	同上

[491] https://www.fnca.mext.go.jp/rru2/ws_2018.html （2024.1.20 閲覧）

[492] https://inis.iaea.org/search/search.aspx？orig_q=RN:30009339 （2024.1.21 閲覧）

^{99m}Tc	25,000GBq(2011 年)及び 28,000GBq(2012 年)を主に米国、オランダ、韓国から輸入している	医療用放射性医薬品用	同上
^{89}Zr	不明	固体標的用	同上
^{123}I	不明	固体標的用	同上

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な各種と各々の利用目的と年間使用量 : 不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先 : 不明

(10) タイ

a) 医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [439, 480]

核種	年間製造量	利用目的	核種の製造施設
^{153}Sm	7.4 GBq	国内医療用	研究炉 TRR-1/M1
^{82}Br	不明	同上	同上
^{32}P	1.5 GBq	同上	同上
^{176}Lu	不明	177Lu の製造実験用	同上
^{131}I	不明	製造実験用	同上
^{67}Ga	不明	放射性医薬品製造	SPECT 放射性同位元素 (実施予定)
^{201}Tl	不明	同上	同上
^{64}Cu	不明	同上	PET 放射性同位元素 (実施予定)
^{89}Zr	不明	同上	同上
^{18}F	不明	同上	同上

b) 医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量 : 不明

c) 医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先 : 不明

(11) ベトナム

a）医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [439, 484]

^{131}I	不明
^{99m}Tc	不明
^{32}P	不明
KIT *in vivo* 試薬	不明
^{177}Lu, DOTA-J591; Dotatate（*1）	不明
^{153}Sm	不明
^{166}Ho	不明
^{90}Y-Microspheres (KC.05)	不明

b）医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量：不明

c）医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先：不明

(12) 日本

a）医療用に製造されている放射性同位元素の主な核種と各々の年間製造量 [439]

核種（放射性医薬品を含む）	年間製造量
^{198}Au	56 GBq
^{192}Ir	27 GBq

b）医療用に使用されている放射性同位元素の主な核種と各々の利用目的と年間使用量

核種（放射性医薬品も含む）	利用目的（治療用）	年間使用量
^{99m}Tc	甲状腺・骨・肺がん	30 万 GBq
^{225}Ac	去勢抵抗性前立腺がん	297MBq
^{89}Sr	転移性骨腫瘍	不明
^{223}Ra	前立腺がん骨転移	不明
^{177}Lu	神経内分泌腫瘍	不明
^{211}At	難治性甲状腺がん、脳腫瘍等	不明

c）医療用放射性同位元素の年間輸入量とその輸入先[493]

核種（放射性医薬品も含む）	年間輸入量	輸入先
^{99m}Tc	30 万 GBq	オーストラリア、オランダ、南アフリカ
^{225}Ac	297MBq	カナダ
^{89}Sr	不明	不明
^{223}Ra	不明	不明
^{177}Lu	不明	不明
^{211}At	不明	不明

[493] http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/radioisotope/siryo01/4_haifu.pdf（2024.2.16 閲覧）

関連資料

FNCA コーディネーターリスト（2024 年 3 月現在）

国名	氏名	所属・役職
Australia	Ms. Pippa Ainley	Senior Advisor, International Affairs Australian Nuclear Science & Technology Organisation (ANSTO)
Bangladesh	Prof. Dr. Shamim Momtaz Ferdousi Begum	Member (Planning) Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC)
China	Mr. HUANG Ping	Deputy Director General Department of International Cooperation China Atomic Energy Authority (CAEA)
Indonesia	Mr. Totti Tjiptosumirat	National Liaison Officer for IAEA TC Programme National Research and Innovation Agency; Nuclear Energy Research Organization (BRIN)
Japan	Dr. TAMADA Masao	QST Associate National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Kazakhstan	Prof. Erlan BATYRBEKOV	Director General National Nuclear Center (NNC) of the Republic of Kazakhstan
Korea	Mr. Je Jun LEE	Director Nuclear and Fusion Energy Cooperation Division Ministry of Science and ICT(MSIT)
Malaysia	Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin	Deputy Director General (Technical Service) Malaysian Nuclear Agency (Nuclear Malaysia)
Mongolia	Mr. Chadraabal MAVAG	Head Nuclear Technology Policy Department Nuclear Energy Commission (NEC)
The Philippines	Mr. Neil Raymund Diaz Guillermo	Supervising Science Research Specialist/ Section Head Applied Physics Research Section, Atomic Research Division Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)

Thailand	Ms. Kanchalika Dechates	Director of Management Division Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Viet Nam	Dr. CAO Dong Vu	Director Dalat Nuclear Research Institute Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM)