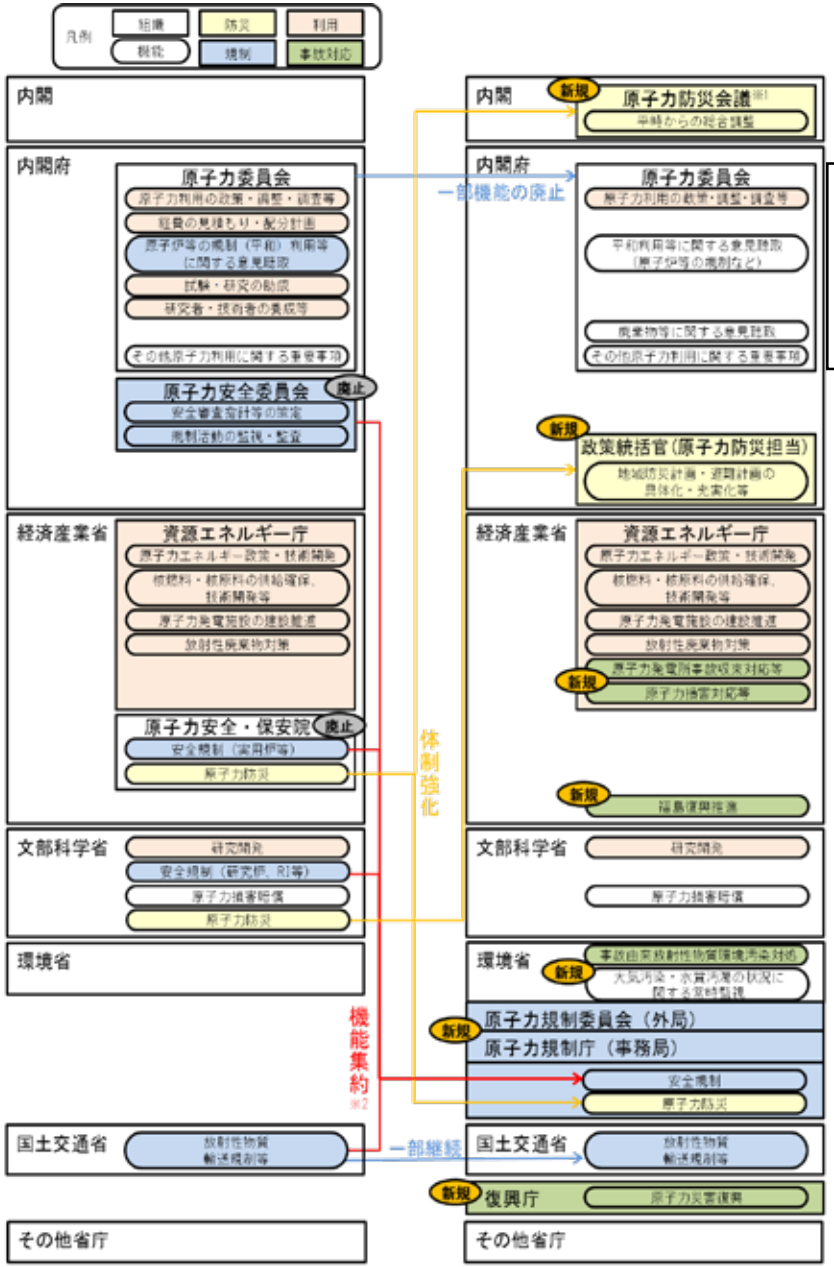
参考資料

目次

1) はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
2) 「安全神話」から決別し、東電福島第一原発事故の反省と教訓を真摯に学ぶ・・・・・・5
3) エネルギー安定供給やカーボンニュートラルに資する
安全な原子力エネルギー利用を目指す ・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
4) 国際潮流を踏まえた国内外での取組を進める ・・・・・・・・・・・・・・・・・71
5) 国際協力の下で原子力の平和利用及び核不拡散・核セキュリティの確保を進める・・74
6) 原子力利用の大前提となる国民からの信頼回復を目指す ・・・・・・・・・・・・・83
7) 廃止措置及び放射性廃棄物の対応を着実に進める ・・・・・・・・・・・・・・・・・87
8) 放射線・ラジオアイソトープの利用の展開 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・105
9) 原子力利用にかかるイノベーションの創出に向けた取組 ・・・・・・・・・・・・・・・・・111
10) 原子力利用の基盤となる人材育成の強化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・116

1.はじめに

我が国の原子力行政体制



【事故前の原子力行政の体制】　【現在の原子力行政の体制】

「原子力利用に関する基本的考え方」及び関連する主な法律や方針・計画

「GX実現に向けた基本方針」

「原子力利用に関する基本的考え方」

「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」
「低レベル放射性廃棄物等の処理・処分に関する考え方」
「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」

「原子力基本法」　「科学技術・イノベーション計画」

「電気事業法」　「エネルギー基本計画」

「今後の原子力政策の方向性と行動指針」

「地球温暖化対策計画」

「原子炉等規制法」

2．「安全神話」から決別し、東電福島第一原発事故の反省と教訓を真摯に学ぶ

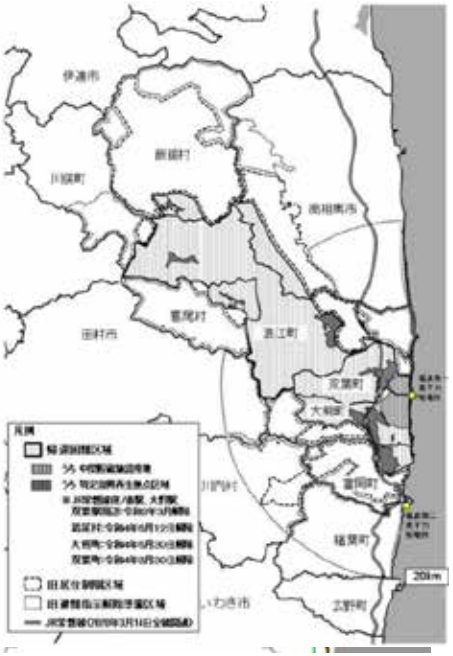
福島の復興の状況（避難指示解除等）

- 前回策定時以降、帰還困難区域内で、「特定復興再生拠点区域」を設定（双葉町、大熊町、浪江町、富岡町、飯舘村、葛尾村）。
- 2020年3月以降、特定復興再生拠点区域の避難指示解除が進んでいる。
- 2021年8月には、特定復興再生拠点区域外の避難指示解除に関する政府方針を決定し、2020年代をかけて、帰還意向のある住民が帰還できるよう取組を進めている。
- 2023年4月には、福島国際研究教育機構を設立予定。

避難指示区域の変遷

2013 年 8 月時点
（避難指示区域の見直しが完了）

2022年8月時点
（葛尾村、大熊町、双葉町の
特定復興再生拠点区域全域の避難指示解除）



（出典）内閣府原子力被災者生活支援チーム「避難指示区域の見直しについて」（2013年）、第11回原子力委員会資料第2号 内閣府原子力被災者生活支援チーム「福島における避難指示解除と本格復興に向けて」（2022年）等に基づき作成

新産業創出等研究開発基本計画における主な研究開発の内容
（福島国際研究教育機構が中核的な役割を担う取組）

（出典）復興推進会議「新産業創出等研究開発基本計画(概要）」（2022年）に基づき作成

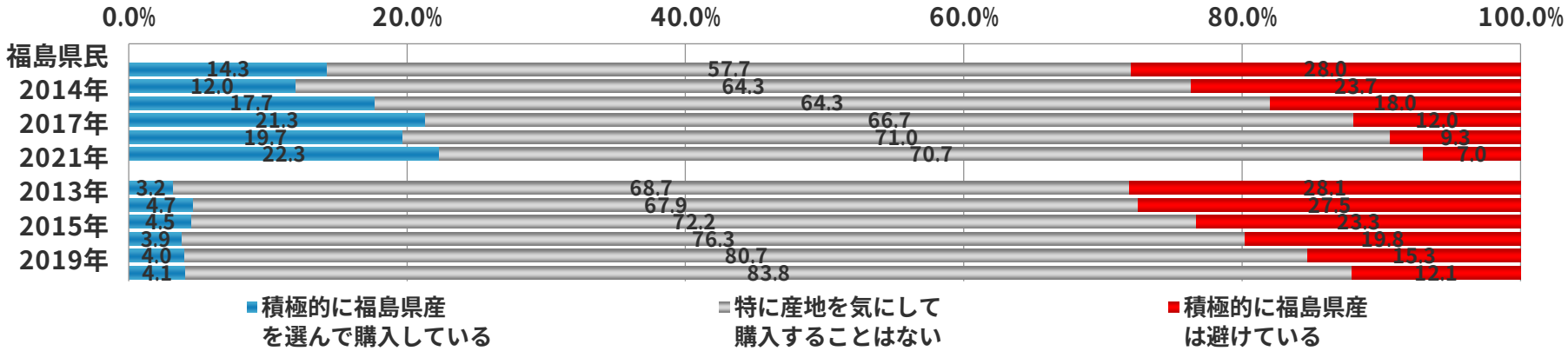
一部残っている農水産物等の風評被害

- 福島県の内外で、食材、放射線等に対する意識差が存在。
- 外国による輸入制限の撤廃・緩和の動きがあるものの、一部で継続。

普段たべる食品、特に福島県産についてお伺いします（単一回答）

－福島県産を拒否する人の割合は減ってきている。

－福島県内で、その変化は大きい。



（出典）第18回原子力委員会　関谷　直也「原子力災害と原子力防災　東京電力福島第一原子力発電所事故と柏崎刈羽原子力発電所」（2022年5月）

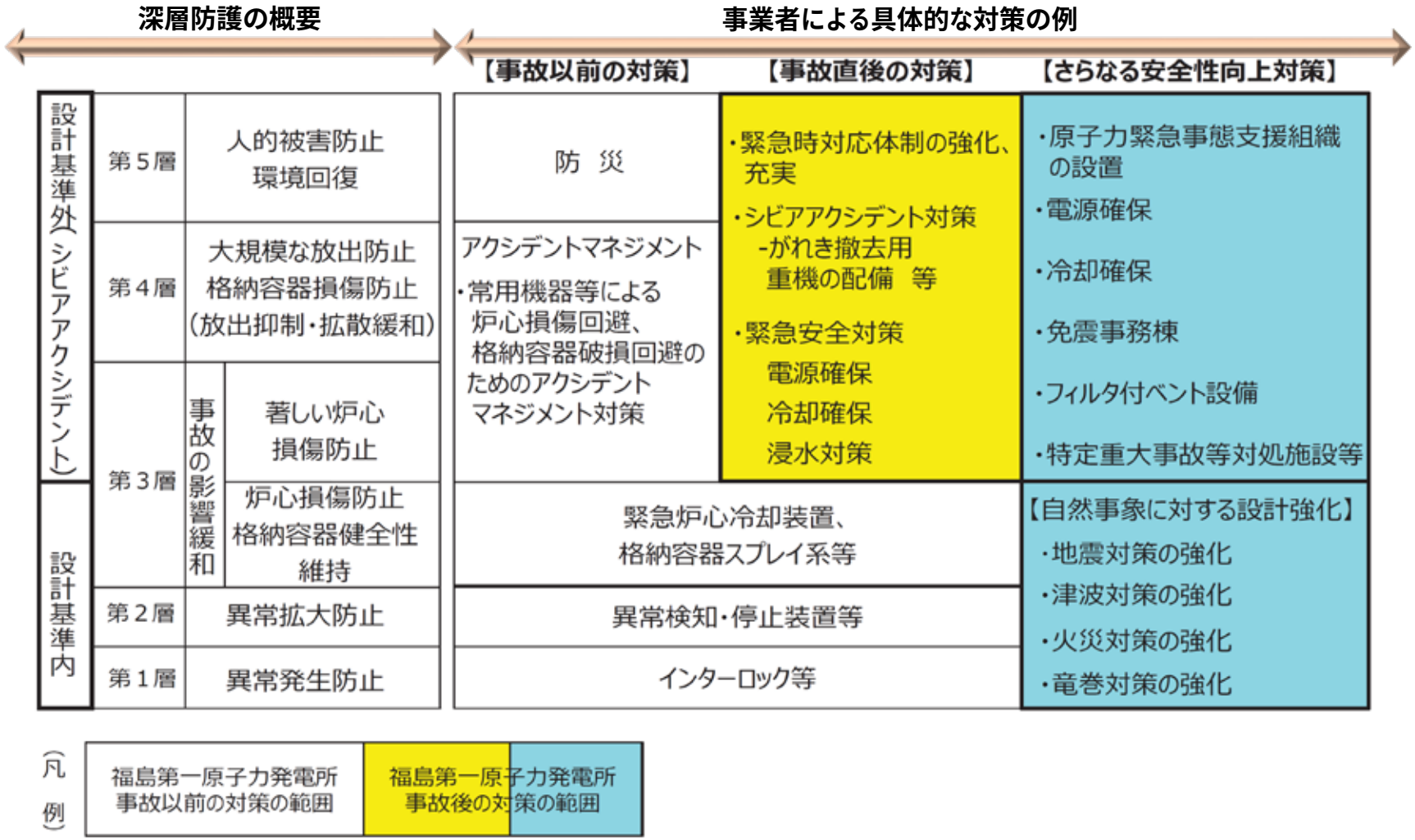
諸外国・地域の食品等の輸入規制の状況注1（2022年７月26日時点）

規制措置の内容／国・地域数			国・地域名
事故後輸入規制を措置	規制措置を撤廃した国・地域　43		カナダ、ミャンマー、セルビア、チリ、メキシコ、ペルー、ギニア、ニュージーランド、コロンビア、マレーシア、エクアドル、ベトナム、イラク、豪州、タイ注2、ボリビア、インド、クウェート、ネパール、イラン、モーリシャス、カタール、ウクライナ、パキスタン、サウジアラビア、アルゼンチン、トルコ、ニューカレドニア、ブラジル、オマーン、バーレーン、コンゴ民主共和国、ブルネイ、フィリピン、モロッコ、エジプト、レバノン、アラブ首長国連邦（UAE）注2、イスラエル、シンガポール、米国、英国注3、インドネシア
	輸入規制を継続して措置 12	一部の都県等を対象に輸入停止　5	香港、中国、台湾、韓国、マカオ
55		一部又は全ての都道府県を対象に検査証明書等を要求　7	欧州連合（EU）、欧州自由貿易連合（EFTA（アイスランド、ノルウェー、スイス、リヒテンシュタイン））、仏領ポリネシア、ロシア

（注1）規制措置の内容に応じて分類。規制措置の対象となる都道府県や品目は国・地域によって異なる。
（注2）タイ及びUAE政府は、検疫等の理由により輸出不可能な野生鳥獣肉を除き撤廃。
（注3）北アイルランドについては、英EU間の合意に基づき、EUによる輸入規制が継続。
（注4）スイス、ノルウェー、アイスランド、リヒテンシュタイン（EFTA加盟国）もEUに準拠した規制緩和を実施。
（出典）農林水産省「原発事故による諸外国・地域の食品等の輸入規制の緩和・撤廃」（2022年）に基づき作成

深層防護

- 東電福島第一原発事故後、見直された新規制基準では、「深層防護」を基本とし、その徹底を要求している。
- 事故前の基準では、重大事故対策が規制の対象となっていなかったが、新規制基準では、万一シビアアクシデントが発生した場合に備え、シビアアクシデントの進展を防止する対策を要求している。

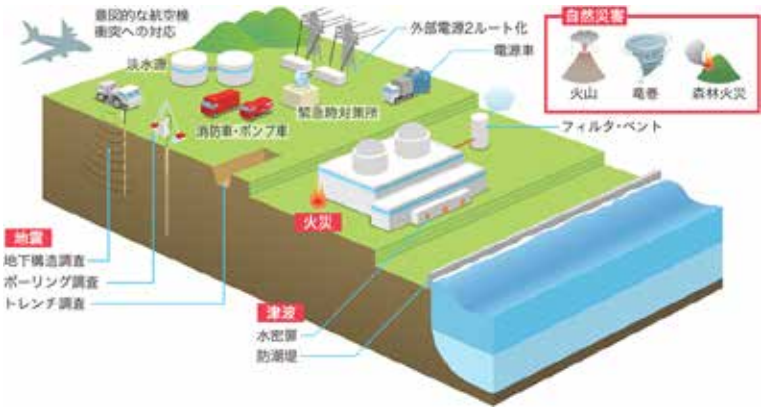


出典：原子力の自主的安全性向上に向けたこれまでの取り組みと今後の対応について（電気事業連合会）　http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s2_20160318.pdf

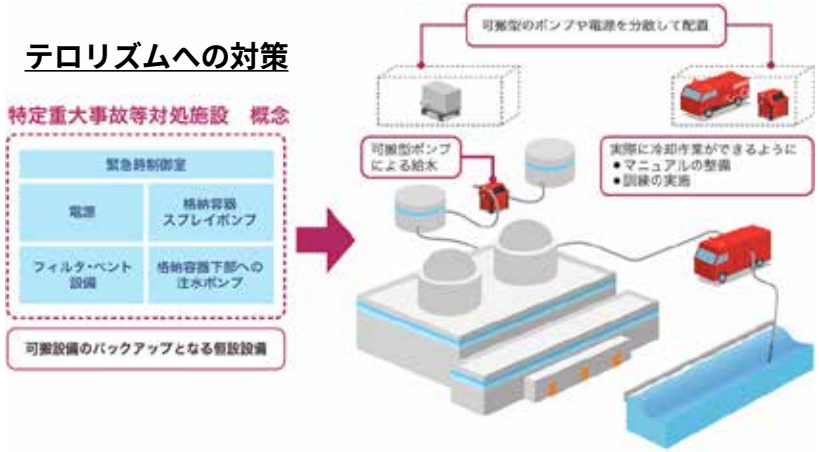
過酷事故対策等に関する取組（1）

- 新規制基準への適合を含め、安全設備等の多重性・多様性・独立性を考慮しつつ、過酷事故の発生を防止するための対策や、万が一事故が発生した場合でも事故の影響を低減するための対策が進められている。
- 意図的な航空機の衝突等のテロリズムに備えて、原子炉格納容器の破損を防止するための機能を有する特定重大事故等対処施設の設置も進められている。

新規制基準で求められる主な安全対策



テロリズムへの対策



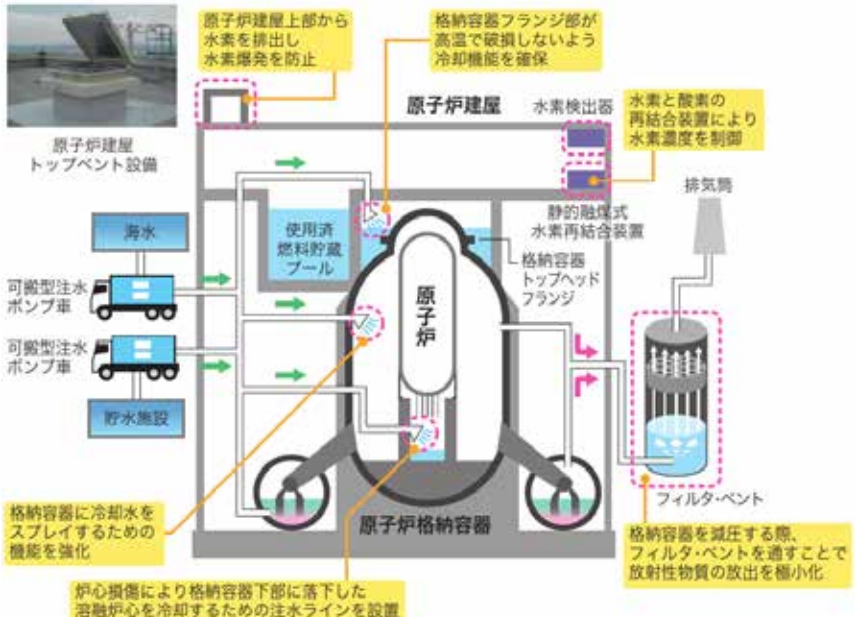
（出典）電気事業連合会「原子力コンセンサス」（2021年）

津波や地震への対策

防波壁や防潮堤の設置　　扉の水密化　　電源車の配備

（出典）電気事業連合会「原子力発電所の安全対策」に基づき作成

過酷事故への対策例(放射性物質の環境への放出・拡散の抑制)

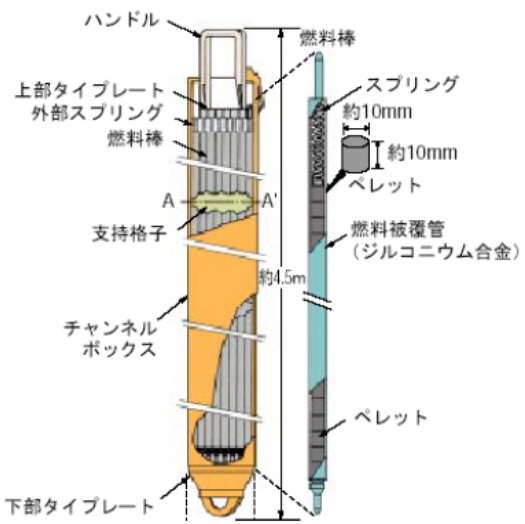


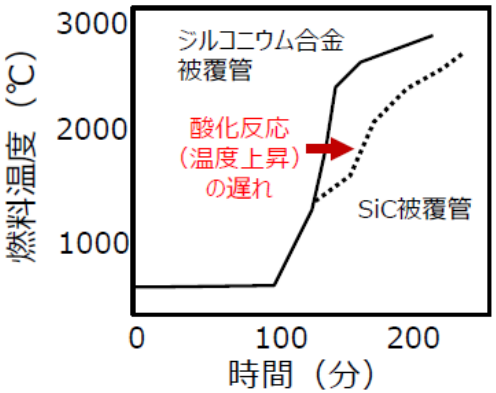
過酷事故対策等に関する取組（2）

- 過酷事故の進展防止のため、様々な機関が安全研究に取り組んでいる。

過酷事故に関する安全研究の主な取組

原子力規制委員会	過酷事故時の格納容器内における水素等の気体の挙動、格納容器内に落下した溶融炉心がコンクリートを侵食する反応、溶融炉心の冷却性の解明
経済産業省	過酷事故対応のための猶予期間を確保するため、過酷事故条件下でも損傷しにくく、水素発生を抑制可能な新型燃料部材の開発
文部科学省・原子力機構	過酷事故の防止や影響緩和に関する評価、放射性物質の環境への放出とその影響に関する研究、事故進展解析による炉内状態の把握、燃料の破損・溶融挙動の解明、溶融炉心・コンクリート反応による生成物の特性把握、セシウム等の放射性物質の化学挙動に関する知見の取得
電力中央研究所	過酷事故状況下における運転員による機器操作等の信頼性評価や過酷事故時に放出される放射性物質による公衆や環境への影響の評価





（出典）原子力機構

過酷事故対策等に関する取組（3）

- 「過酷事故プラットフォーム」の下、ＪＡＥＡを中心に、過酷事故の推移や個別現象、その影響と対策を理解すること、また、これらを体系的に学習する研究資料とすることを目的とした、ＳＡ(Severe Accident)アーカイブズを2019年に完成。
- 国際機関等と協力し、過酷事故に関する安全研究プロジェクトが進行中。

過酷事故プラットフォームに関する取組

- 軽水炉利用に関する知識基盤(プラットフォーム）の基本的な考えに基づき、過酷事故に関する知識の共有化と体系化を図るべく、電力事業者、メーカー、研究機関から構成するＳＡプラットフォーム（事務局：原子力機構（ＪＡＥＡ））を平成29年度に立ち上げた
- 本ＳＡプラットフォームにおいて、ＳＡ現象の理解と評価法などを体系的に理解し、応用につなげられる技術資料（ＳＡアーカイブズ）を、電力事業者（電事連）、メーカー（電工会、東芝、日立ＧＥ、三菱重工）、研究機関(電中研、ＩＮＳＳ、ＪＡＥＡ）の協働で整備した
- ＳＡアーカイブズは、エネ庁平成30、31年度公募事業「軽水炉過酷事故に対処できる人材育成基盤の構築」を活用し、講義資料と実習プログラムを整備した

研修資料（SAアーカイブズ）の内容

（出典）第32回原子力委員会　原子力機構「軽水炉過酷事故プラットフォームに関する取組状況～軽水炉利用に関する知識基盤（ＳＡアーカイブズ）の整備～」（2020年）

国際機関とのプロジェクトの例（OECD/NEAによるプロジェクト）

PreADES (Preparatory Study of Analysis of Fuel Debris)
（2017年7月～2020年12月）
- 燃料デブリ取出しに向けた準備として、燃料デブリの特性リスト作成や、分析技術に関する情報共有等を実施。

ARC-F (Analysis of Information from Reactor Buildings and Containment Vessels of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station)
（2019年1月～2021年12月）
- 原子炉建屋と格納容器内調査データ及び情報の分析を行い、事故シナリオの感度解析等を実施。

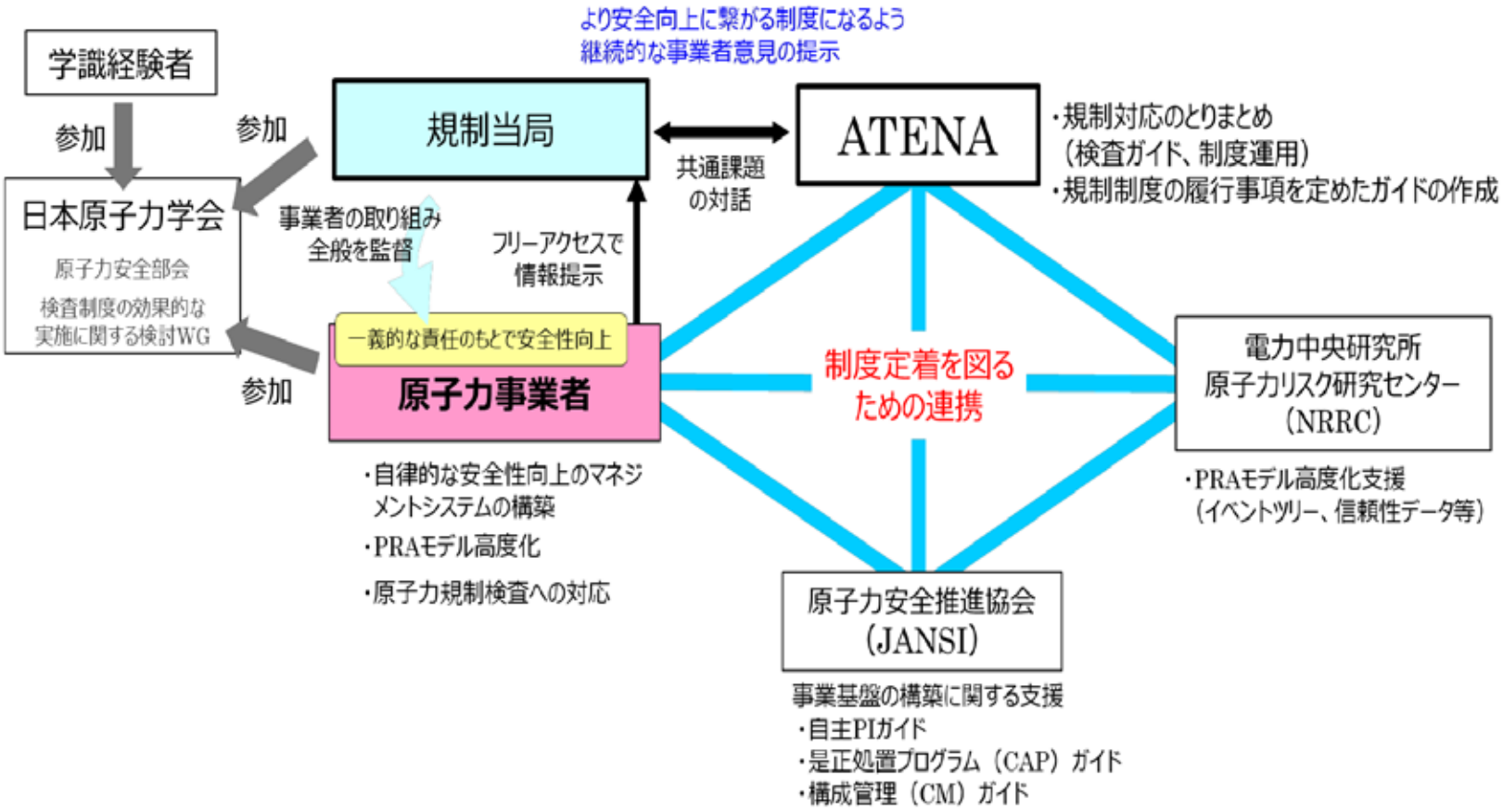
後継

FACE (Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident Information Collection and Evaluation)
(2022年7月～2026年7月)
- PreADESとARC－F等の後継プロジェクト事故シナリオ解釈の精査や、過酷事故進展のモデリングの改善、原子炉の安全性向上に向けたデータや情報等の共有のためのコミュニケーション等を実施。

（出典）OECD/NEA HPを基に作成

我が国における安全性向上に向けた組織体制

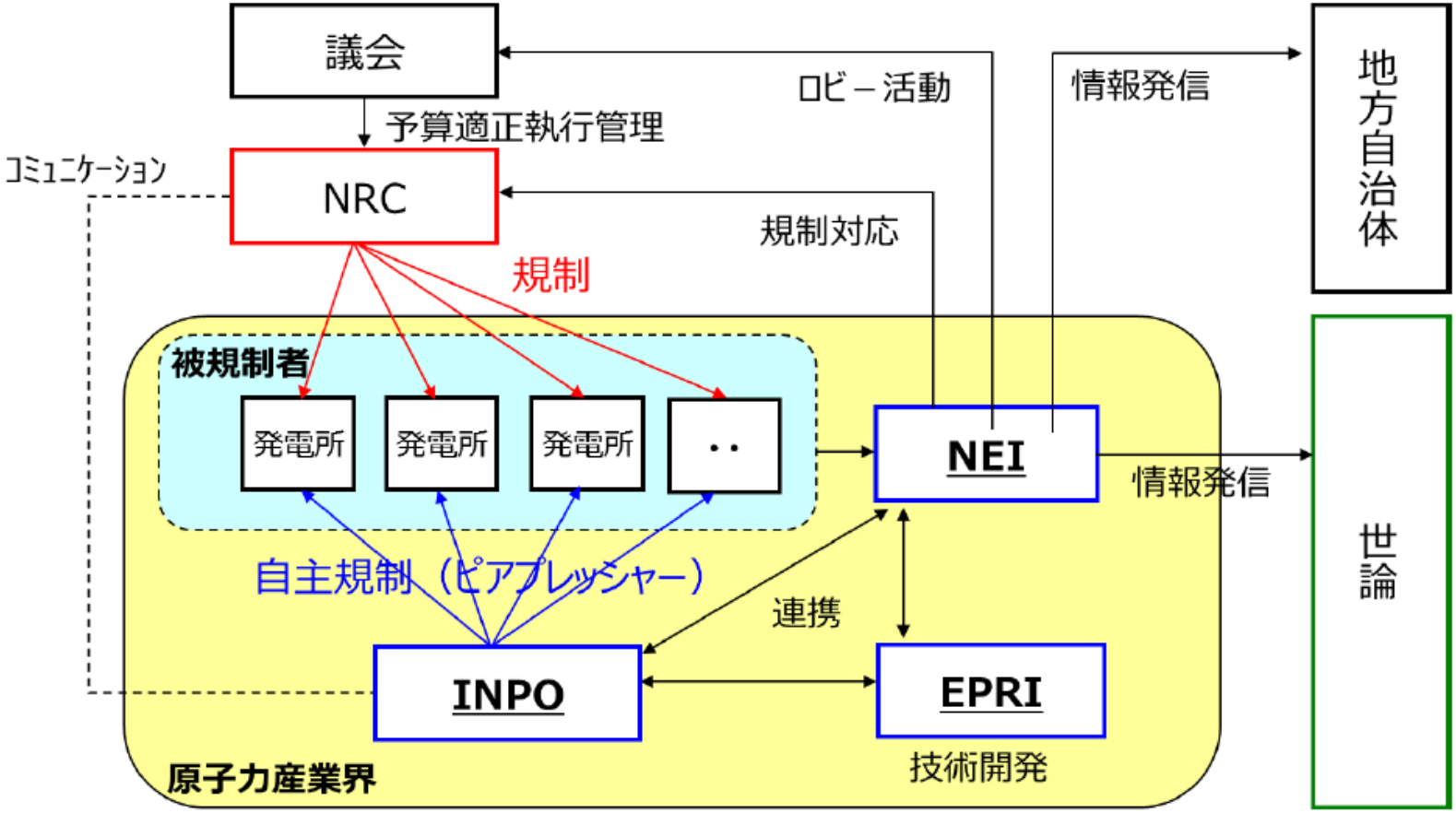
- 原子力産業界による自律的かつ継続的な安全性向上の取組を定着させていくために、原子力産業界全体の知見・リソースを効果的に活用し、規制当局等とも対話を行いながら、効果ある安全対策を立案し、原子力事業者の現場への導入を促す組織として、2018年に原子力エネルギー協議会（ATENA)が設立。



（出典）ATENAフォーラム2021 原子力エネルギー協議会「安全性向上に向けたATENAの活動～現状と課題」（2021年）

米国における原子力の安全性向上に向けた産業界の各組織

- 米国では1979年3月のスリーマイル島（TMI）原発事故後、**原子力安全に係る複数の組織**が設立。
- 米国原子力規制委員会（NRC）が法的な規制を行う一方、**①原子力エネルギー協会（NEI）**による規制機関との折衝・対外的な情報発信、**②米国原子力発電運転協会（INPO）**による自主規制、**③米国電力研究所（EPRI）**による技術開発、という産業界における役割分担の下で、互いにコミュニケーションをとりながら、**産業界全体で安全性向上の取組を推進**。



（出典）第27回総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会　「原子力の自主的な安全性向上に向けた産業界の各組織の現状と今後の方向性について」（事務局提出資料）

我が国における安全性向上の取組（1）

- 令和2年4月から施行された原子力規制検査制度。
- それまでにあった問題点（事業者が安全を確保するという一義的責任を負っていることが不明確で、規制機関のお墨付き主義に陥る懸念がある、等）を踏まえ、事業者が自ら安全確保の水準を向上する取組を促進するための改正などが行われた。

検査制度の改正前後の違い

1. 事業者自らの改善活動を促進

制度改正前：事業者の改善を促進しない体系
- 事業者が安全を確保するという一義的責任を負っていることが不明確
- 規制機関のお墨付き主義に陥る懸念

制度改正後：事業者の責任を明確化することで、自らの改善を促進する体系
- 事業者自らに検査義務等を課し、規制機関の役割は事業者の取り組みを確認するものへ

2. 安全活動全てが監視対象であることの明確化

制度改正前：事業者の全ての安全活動に目が行き届かない
- 重複のある複数かつ混み入った形態の検査
- 法令において、検査対象や検査時期が細かく決められている

制度改正後：規制機関のチェックの目が行き届く仕組み
- 規制機関の全ての検査を一つの仕組みに一本化
- 検査の対象は、事業者の全ての安全活動

3. リスクの観点を取り入れた検査

制度改正前：安全上重要なものに焦点を当てにくい体系
- あらかじめ決められた項目の適否をチェックする、いわゆるチェックリスト方式

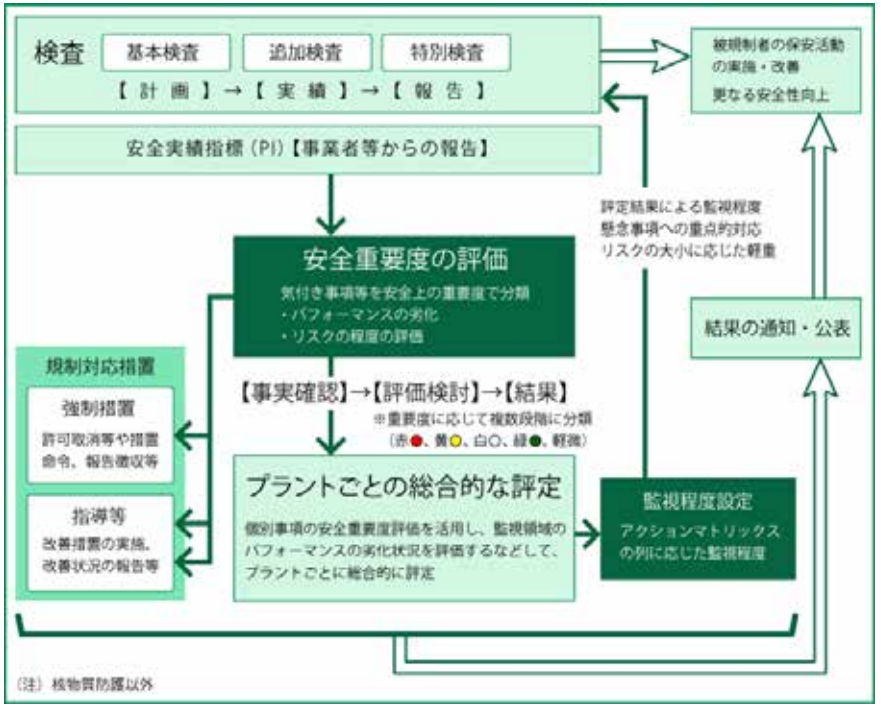
制度改正後：安全上重要なものに注力できる体系
- 安全上の重要度から検査の重点を設定。
- リスク情報の活用や安全実績指標（PI）の反映などを取り入れた体系
- 安全確保の視点から評価を行い、次の検査などにフィードバック

4. 現場の実態を確認する運用

制度改正前：事業者の視点に影響される可能性
- 事業者の検査対応部門を通じた図面、記録の確認、現場巡視が中心

制度改正後
- 検査官が必要と考える際に、現場の実態を直接に確認する運用
- 規制機関が必要とする情報等に自由にアクセスできる仕組みを効果的に運用

監視業務の概略フロー

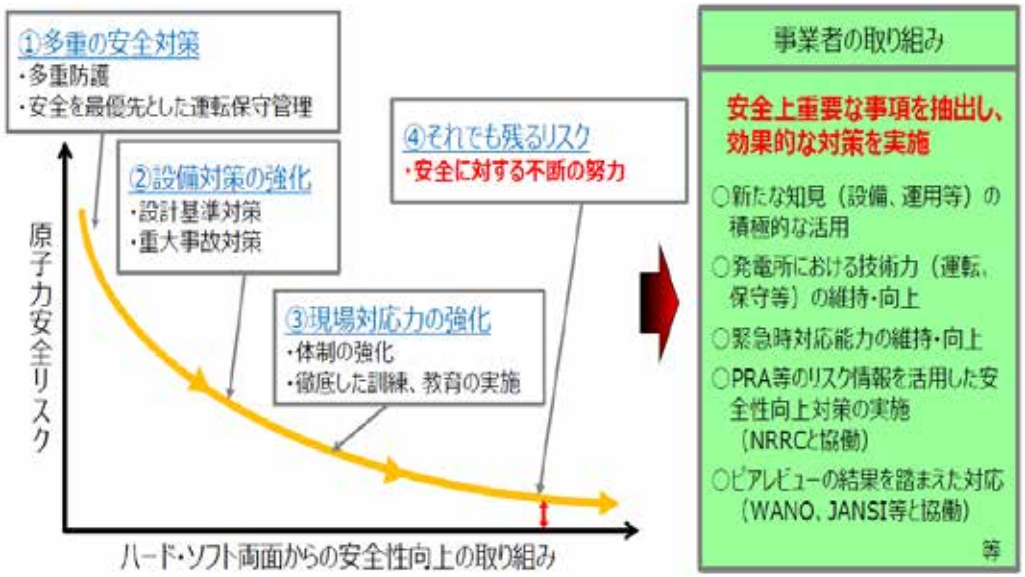


（出典）原子力規制庁ホームページより

我が国における安全性向上の取組（2）

- 原子力においてもゼロリスクはありえず、どこまで安全対策を講じてもリスクが残存するという認識を持ち続けつつも、リスクを除去・低減する取り組みを継続することが重要。
- 東電福島第一原発事故以前は、発生頻度の低い事象の取扱いに関しては対応が十分ではなかったが、災害のリスクを見逃さず安全性をさらに向上させるため、確率論的リスク評価（PRA）手法を活用した安全対策の検討がなされている。
- また、原子力規制委員会と原子力委員会との意見交換会（令和４年10月28日）においても、リスク情報の活用の重要性について認識が共有された。

原子力事業者等によるリスク低減の取組



（出典）第５回原子力委員会資料　第１－１号　電気事業連合会「原子力発電の安全性向上におけるリスク情報の活用について」（2018年）

令和４年10月28日　原子力規制委員会と原子力委員会との意見交換会におけるやりとり

（原子力委員会　上坂委員長）
原子力利用に関する基本的考え方の改定に向けたヒアリングにおいて、確率論的リスク評価、PRAのさらなる活用が話題に上がっておりました。外的事象の評価など難しい面はありますが、PRAは安全性向上の面に加えて、効率的な安全対策の実施にも寄与するものと考えております。安全審査におけるPRAなどリスク情報の活用に関して、規制委員会としての現状の認識と今後の取組、課題についてお聞きしたいと思います。

（原子力規制委員会　山中委員長）
これまでリスク情報の活用ということで審査の中に取り入れておりますし、新しい検査制度については、このリスク情報の活用というのが大きな柱となっております。ということで、今後も様々な観点から、リスク評価については積極的に取り組んでまいりたいというふうに思っております。

（原子力規制委員会　杉山委員）
私もリスク情報というものを積極的に活用するということを進めるべきだと考えておりまして、２年ほど前から始まっています新検査制度ですか、あの中でも、やはりリスク情報というものを活用するということで進んでいまして、まあ、なかなか、とはいっても、その定量的な評価、今後また評価手法や評価技術をどんどん開発していく、まだそういったフェーズなので、本格的な活用は今後になるかと思います。

（出典）第3回原子力委員会と原子力規制委員会との意見交換会　議事録

原子力災害対策指針（1）

防護措置実行の意思決定の枠組み

初期対応段階では、情報が限られた中でも、放射性物質放出前から迅速な防護措置を講じることが必要

- 施設の状態に基づき緊急事態区分を決定し予防的防護措置を実行（①）
- 観測可能な指標に基づき緊急防護措置等を実行（②）

放射性物質放出前

① EAL：Emergency Action Level（緊急時活動レベル）に基づく意思決定

施設の状態等 → あらかじめ決められた判断基準（EAL）に基づき事業者が緊急事態区分を通報 → 予防的避難、屋内退避等

放射性物質放出後

② OIL：Operational Intervention Level（運用上の介入レベル）に基づく意思決定

観測可能な指標（モニタリング等） → あらかじめ決められた判断基準（OIL） → 避難、一時移転等

（出典）原子力規制庁「原子力災害対策指針の概要」

原子力災害対策指針（2）

IAEAと原子力災害対策指針のOIL比較

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="4">IAEA (EPR-NPP-OILs)</th><th colspan="4">原子力災害対策指針</th></tr>
<tr><th>包括的判断基準
（実効線量）</th><th colspan="3">初期設定値</th><th colspan="4">初期設定値</th></tr>
<tr><td>避難等</td><td>100mSv/週</td><td>OIL1</td><td colspan="2">1,000μSv/h</td><td>OIL1</td><td colspan="3">500μSv/h 【GC：50mSv/週に相当】</td></tr>
<tr><td>除染</td><td>皮膚線量10Gy/10時間
100mSv/週</td><td>OIL4</td><td colspan="2">γ線：1μSv/h
β線：60,000cpm</td><td>OIL4</td><td colspan="3">β線：40,000cpm 【GC：50mSv/週に相当】
β線：13,000cpm（1ヶ月後の値）</td></tr>
<tr><td>一時移転等</td><td>100mSv/年</td><td>OIL2</td><td colspan="2">100μSv/h
（炉停止後10日間）
25μSv/h
（11日以降）</td><td>OIL2</td><td colspan="3">20μSv/h 【GC：20mSv/年に相当】</td></tr>
<tr><td rowspan="6">飲食物
摂取制限</td><td>10mSv/年</td><td>OIL3</td><td colspan="2">1μSv/h</td><td>飲食物に係るスクリーニング基準</td><td colspan="3">0.5μSv/h 【GC：5mSv/年に相当】</td></tr>
<tr><td rowspan="3">10mSv/年</td><td rowspan="3">OIL7</td><td>核種</td><td>飲料水
牛乳
食べ物</td><td rowspan="5">OIL6
（放射線ヨウ素は甲状腺等価線量50mSv、それ以外は実効線量5mSv/年）</td><td>核種</td><td>飲料水
牛乳・乳製品</td><td>野菜類、穀類、肉、魚、その他</td></tr>
<tr><td>I-131</td><td>1,000Bq/kg</td><td>放射性ヨウ素</td><td>300Bq/kg</td><td>2,000Bq/kg*</td></tr>
<tr><td>Cs-137</td><td>200Bq/kg</td><td>放射性セシウム</td><td>200Bq/kg</td><td>500Bq/kg</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10mSv/年</td><td rowspan="2">OIL6
(GSG-2より、核種合計で評価
Σ≦1)</td><td colspan="2" rowspan="2">357核種ごとの値を設定、うち、
I-131：3,000Bq/kg
Cs-137：2,000Bq/kg
U-238：100Bq/kg
Pu-239：50Bq/kg</td><td>ウラン</td><td>20Bq/kg</td><td>100Bq/kg</td></tr>
<tr><td>プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種</td><td>1Bq/kg</td><td>10Bq/kg</td></tr>
<tr><td>健康調査対象
スクリーニング</td><td>幼児の甲状腺
等価線量100mSv</td><td>OIL8</td><td colspan="2">0.5μSv/h</td><td>OIL8</td><td colspan="3">—</td></tr>
</table>

＊：根菜、芋類を除く野菜類が対象。

（出典）原子力規制庁「包括的判断基準（GC)及び運用上の介入レベル（OIL)について」（平成30年4月11日）

地域防災計画・避難計画の策定と支援体制

＜国＞

中央防災会議

防災基本計画

国、自治体、電力事業者等がそれぞれ実施すべき事項を規定
※災害対策基本法

原子力規制委員会

原子力災害対策指針

原子力災害対策に関する専門的・技術的事項を規定
※原子力災害対策特別措置法

＜県・市町村＞

県防災会議・市町村防災会議

地域防災計画・避難計画

原子力災害対策指針、防災基本計画に基づき、地域の実情に精通した関係自治体が作成

※災害対策基本法
原子力災害対策特別措置法

地域原子力防災協議会

- 原発が立地する13の地域ごとに、内閣府が設置
- 内閣府、規制庁を始めとした国の関係省庁と、計画を策定する関係自治体等が参加
- 各自治体の避難計画を含む**当該地域の「緊急時対応」**を取りまとめ、**原子力災害対策指針等に照らして具体的かつ合理的であることを確認**

※災害対策基本法に基づく防災基本計画

報告・了承

原子力防災会議

※原子力基本法

- 全閣僚と原子力規制委員長等で構成（議長：総理）
- 地域の避難計画を含む**「緊急時対応」**が原子力災害対策指針等に照らして**具体的かつ合理的**となっていることについて、**国として了承**

事務局

支援　支援

内閣府（原子力防災担当）

国による自治体支援の実施
防護設備、資機材等への財政的支援

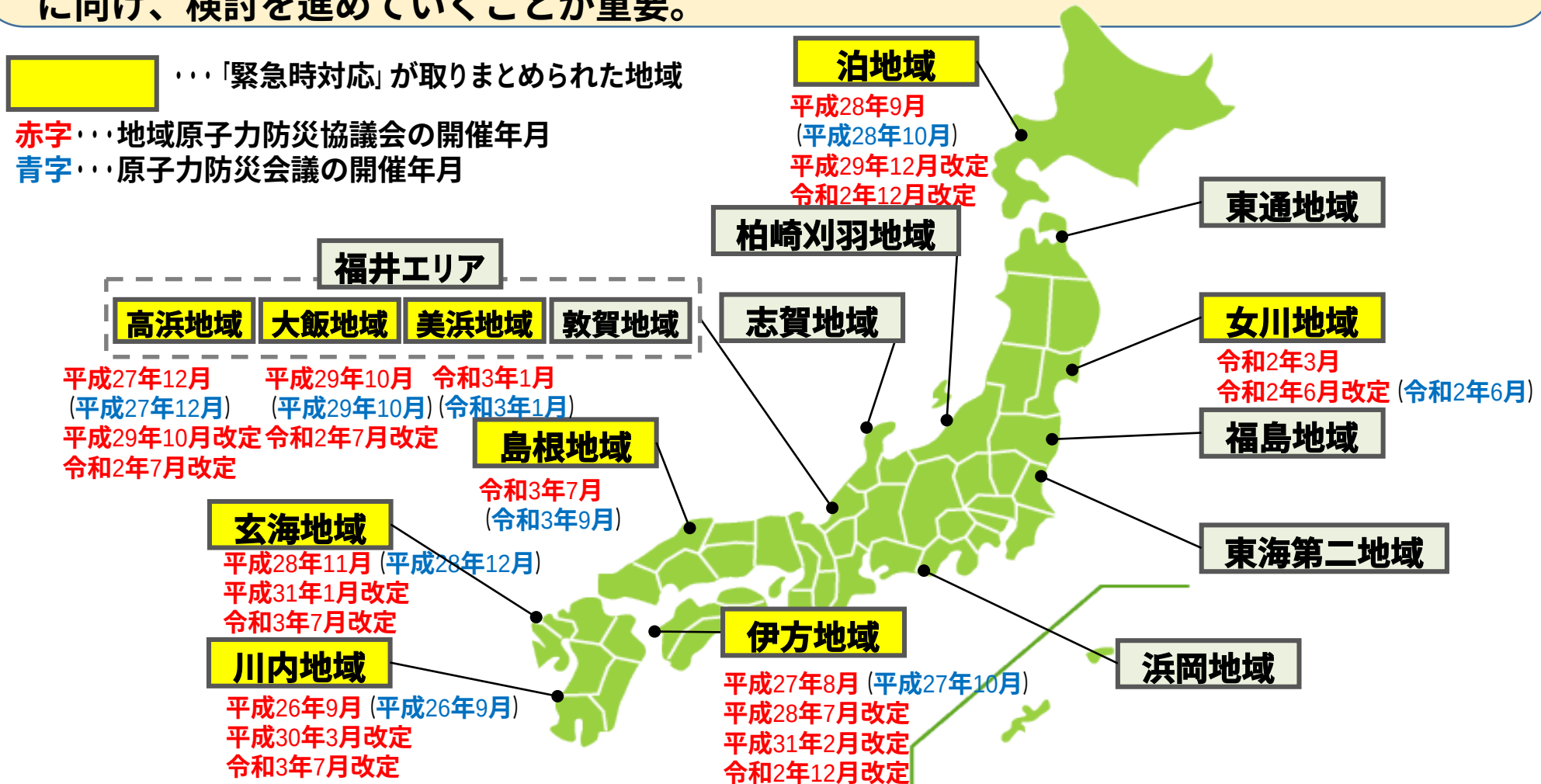
＜国による自治体支援の具体的内容＞

- 計画**策定当初から政府がきめ細かく関与**し、要配慮者を含め、避難先、避難手段、避難経路等の確保等、**地域が抱える課題をともに解決**するなど、**国が前面に立って自治体をしっかりと支援**
- 緊急時に必要となる資機材等については、**国の交付金等により支援**
- 関係する民間団体への協力要請など、全国レベルでの支援も実施
- 一旦策定した計画についても、確認・支援を継続して行い、**訓練の結果等も踏まえ、引き続き改善強化**

（出典）第46回原子力委員会　内閣府（原子力防災担当）「原子力防災対策の現状」（2022年11月）

「緊急時対応」の取りまとめ状況（令和４年１１月時点）

- これまで、各地域ごとに設置された地域原子力防災協議会において、川内地域、伊方地域、高浜地域、泊地域、玄海地域、大飯地域、女川地域、美浜地域、島根地域の「緊急時対応」を取りまとめた（９地域）。今後も、各地域の訓練結果から教訓事項を抽出し、「緊急時対応」のさらなる充実・強化に取り組むこととされている。
- 他の地域についても今後さらに自治体との連携を強化し、「緊急時対応」の取りまとめに向け、検討を進めていくことが重要。



（出典）第46回原子力委員会　内閣府（原子力防災担当）「原子力防災対策の現状」（2022年11月）

原子力損害賠償制度（1）

- 平成30年10月に、原子力委員会 原子力損害賠償制度専門部会の報告書「原子力損害賠償制度の見直しについて」を公表。
- 原子力事業者と国との役割分担の在り方等、今後の損害賠償措置の在り方については、迅速かつ公正な被害者への賠償の実施、被害者への賠償に係る国民負担の最小化、原子力事業者の予見性の確保といった観点も踏まえつつ、引き続き慎重な検討が必要である。

原子力損害賠償制度における国の措置

①賠償資力確保のための枠組み

・今後発生し得る原子力事故への備えとして、原賠・廃炉機構による資金援助等の仕組みを活用するなど、国が最後まで責任を持って原子力損害賠償制度を適切に運用し、被害者保護に万全を期すことが重要

・今後の損害賠償措置の在り方については、ⅰ）迅速かつ公正な被害者への賠償の実施、ⅱ）一般税によって求める国民負担の最小化、ⅲ）原子力事業者の予見可能性の確保といった観点も踏まえつつ、**現行の原賠法の目的や官民の適切な役割分担等に照らして、引き続き慎重な検討が必要**

②被害者救済手続（紛争解決手続、原賠ＡＤＲセンター 等）

・原子力損害賠償が有する特殊性、東電福島原発事故の経験等を踏まえると、適切な賠償が進められるよう被害者救済手続の実効性を確保する必要

・迅速に賠償手続が開始されるよう、国は、賠償指針の速やかな策定、和解の仲介を行う原賠ＡＤＲセンターの速やかな設置が重要

・**和解仲介手続に係る時効中断について、必要な法改正を行うことが妥当**

③原子力事業者の賠償への対応に係る方針の整備

・国は、損害賠償の迅速かつ適切な実施を図るための備えとして、あらかじめ、**損害賠償への対応に係る方針を作成し、公表することを義務付けるよう必要な法改正を行うことが妥当**

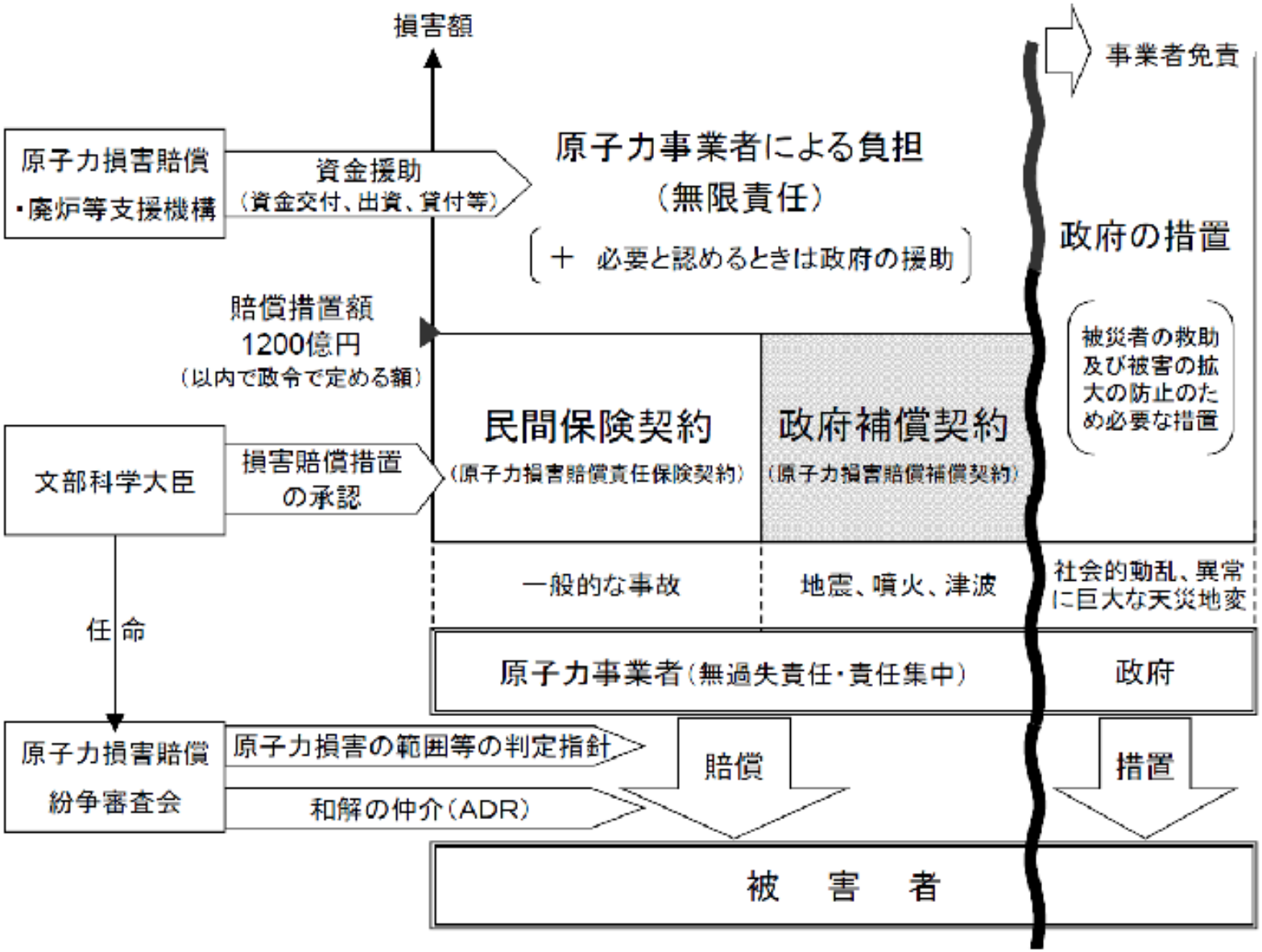
④国による仮払い、立替払い

・仮払資金の原子力事業者への貸付に係る制度など、本賠償開始前の被害者の賠償の早期実施への需要に対応するため、**発災事業者の迅速な仮払いの実施を促すための枠組みの整備について、必要な法改正を行うことが妥当**

（出典）第38回原子力委員会資料「原子力損害賠償制度の見直しについて（概要）」（2018年）

原子力損害賠償制度（2）

我が国の原子力損害賠償制度の概要



（出典）文部科学省HPより

原子力損害賠償制度（3）

国名	日本	米国	英国	仏国	独国	韓国	スイス
①事業者賠償責任 ※1 有限・無限	無限	有限 126億ﾄﾞﾙ （1.51兆円）	有限 1.4億ﾎﾟﾝﾄﾞ （252億円）	有限 9150万ﾕｰﾛ （119億円）	無限	有限 3億SDR （450億円）	無限
②免責事由	・社会的動乱 ・異常に巨大な天災地変	・戦争行為	・武力紛争	・武力紛争 ・異常に巨大な自然災害	なし	・武力紛争	なし※4
③準備資金※2	【保険等】 ①民間・政府保険 1,200億円 【条約の拠出金】 ②CSC 0.472億SDR （70.8億円）	【保険等】 ①民間保険 3.8億ﾄﾞﾙ （456億円） ②事業者共済 122億ﾄﾞﾙ （1.46兆円） 【条約の拠出金】 ③CSC 0.306億SDR （45.9億円）	【保険等】 ①民間保険 1.4億ﾎﾟﾝﾄﾞ （252億円） 【条約の拠出金】 ②ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約 1.25億SDR （187.5億円）	【保険等】 ①民間保険 9,150万ﾕｰﾛ （119億円） 【条約の拠出金】 ②ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約 1.25億SDR （187.5億円）	【保険等】 ①民間保険 2.5億ﾕｰﾛ （325億円） ②事業者共済 22.5億ﾕｰﾛ （2,925億円） ※①②で対応不可の場合、25億ﾕｰﾛまで国家補償 【条約の拠出金】 ③ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約 1.25億SDR （187.5億円）	【保険等】 ①民間・政府保険 ※3 500億ｳｫﾝ （50億円）	【保険等】※4 ①民間保険 11億ｽｲｽﾌﾗﾝ （1,430億円） ②国家補償 13.2億ﾕｰﾛから　を差し引いた額 （1,716-1,430億円） ※①で対応不可の場合、13.2億ﾕｰﾛまで国家補償 【条約の拠出金】※4 ③改正ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約 3億ﾕｰﾛ （390億円）
④準備される資金を上回る場合	・機構を通じた政府による資金援助（事業者の相互扶助を前提）	・大統領が議会に補償計画を提出	・国会の議決の範囲内で主務官庁から補償	・9,150万ユーロ以上は規定なし ・デクレ（政令）により準備資金の分配を決定	・事故事業者は資力の限り賠償 ・事故事業者の資力を超える場合は、命令により利用可能な資金の分配を決定	・責任限度額（3億ＳＤＲ）までは政府援助 ・3億ＳＤＲ以上は規定なし	・事故事業者は資力の限り賠償 ・事故事業者の資力を超える場合は、議会が補償計画を定める
⑤賠償措置に関連する批准した発効済の条約	CSC	CSC	ﾊﾟﾘ条約 ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約	ﾊﾟﾘ条約 ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約	ﾊﾟﾘ条約 ﾌﾞﾗｯｾﾙ補足条約	―	― ※改正パリ条約・ブラッセル補足条約には批准済みだが未発効。

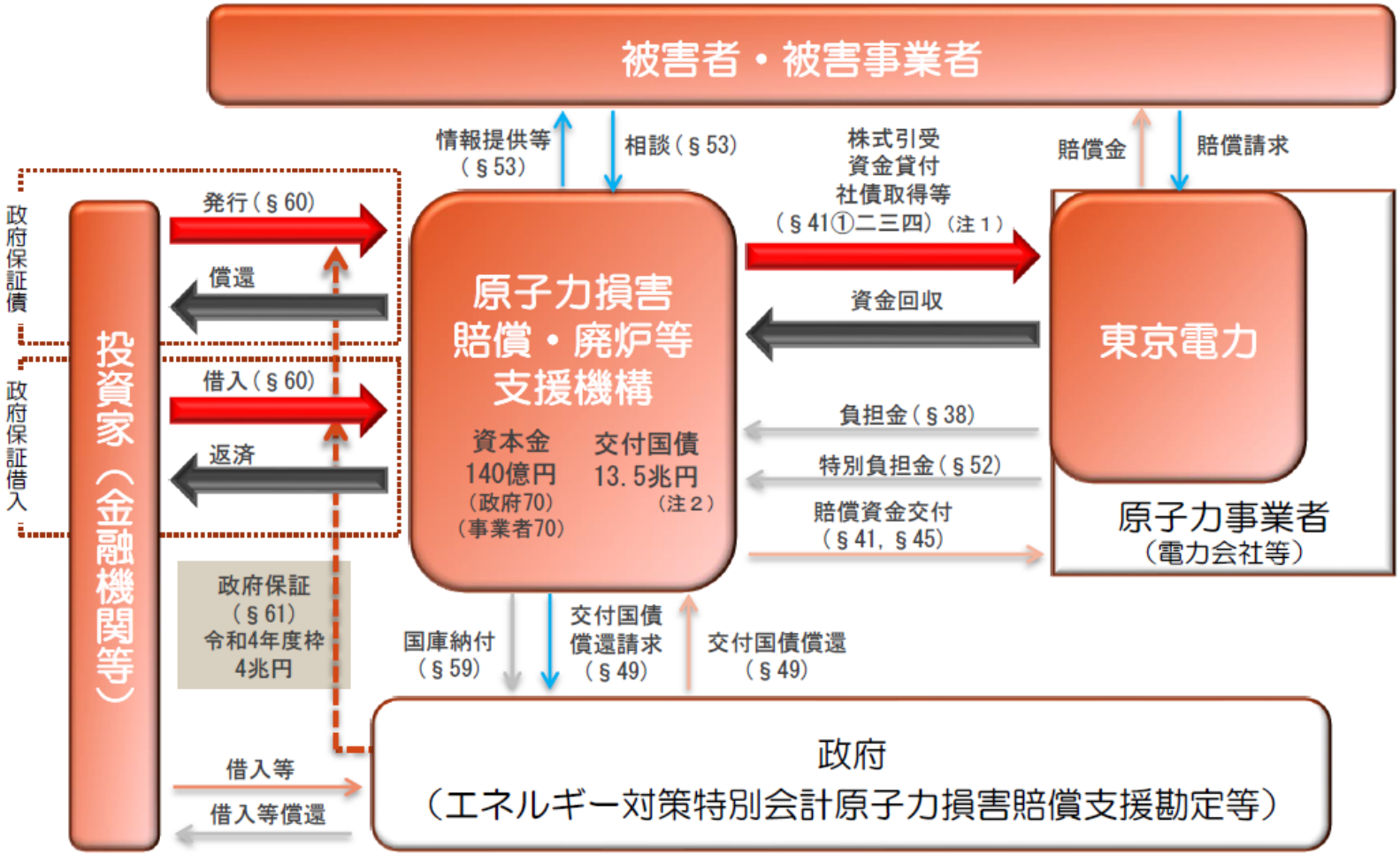
※1　レート：1ドル＝120円、1ユーロ＝130円、1スイスフラン＝130円、1ウォン＝0.1円、1ポンド=180円、1SDR＝150円 と仮定。
※2　最も高い限度額。原子炉以外の再処理・加工施設については限度額が低い場合あり。
※3　平成27年1月付で保険限度額が3億SDRまで引きあげられている模様。
※4　スイスについては、改正パリ条約・改正ブラッセル補足条約にあわせた法令改正後のものであり、条約未発効のため未施行の段階の内容。

（出典）第１回　原子力損害賠償制度専門部会　「諸外国の原子力損害賠償制度の概要」（2015年）

原子力損害賠償制度（3）

【資金援助スキーム】

・（§）は機構法の条文番号
・太矢印は今回の資金調達に関する流れ



（注１）現状では、東京電力が発行する株式の引受けのみ実施。
（注２）平成23年度５兆円 ＋ 平成26年度４兆円 ＋ 平成29年度4.5兆円。

（出典）原子力損害賠償・廃炉等支援機構　説明資料（令和４年12月）

原子力損害の補完的な補償に関する条約
Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage(CSC)

（概要及び意義）

●原子力損害(国境を越える損害を含む）に関する国際的な賠償制度を構築

→国際的な賠償制度の構築への貢献は我が国の責務

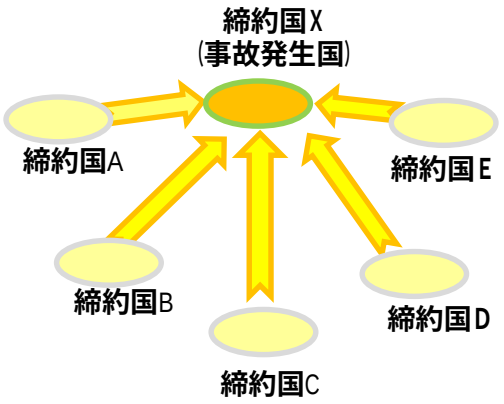
※２０１５年1月１５日に国際原子力機関（ＩＡＥＡ）本部（ウィーン）　において署名，受諾書を寄託。
我が国の締結により2015年４月１５日に発効。

締約国：アルゼンチン，ベナン，カナダ，ガーナ，インド，日本，モンテネグロ，モロッコ，ルーマニア，
ＵＡＥ及び米の11か国(2022年９月現在)

署名国：オーストラリア，チェコ，インドネシア，イタリア，レバノン，リトアニア，モーリシャス，
ペルー，フィリピン，セネガル，ウクライナの11か国（２０２２年９月現在）

※発効要件：締約国が５か国以上となり，締約国の原子炉の熱出力の合計が４０万MWを上回ること
［条約第２０条］　（日本以外の締約国の熱出力量合計：３０万MW強，日本の熱出力量約１４万MW）

〈イメージ〉



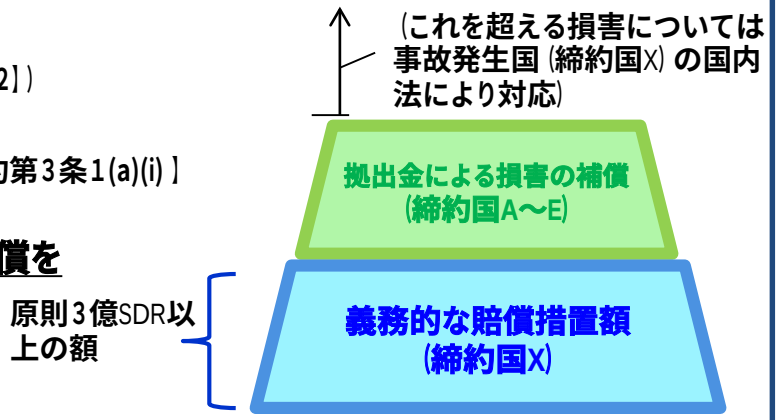
●被害者の迅速かつ公平な救済・賠償の充実

・原子力損害に関する訴訟の裁判管轄権を事故発生国に集中［条約第１３条］
・原子力事業者が過失の有無を問わず賠償責任を集中して負う
（無過失責任［条約附属書第３条３］，事業者への責任集中［同条９］）
・自国被害者に対する外国事業者からの公平な賠償の確保（内外無差別［条約第３条２］）

・一定額（原則３億SDR（約４５０億円））以上の賠償措置を締約国に義務付け［条約第３条１(a)(i)］

・原子力損害が一定額を超える場合，締約国の拠出金で事故発生国における賠償を補完して補償（拠出金制度）［条約第３条(b)］

〈イメージ〉



●法的予見性の向上

・国際ルールの適用により法的予見性を向上。関連企業の活動環境を更に整備。

（注）我が国は，締結に際し，現行の関連国内法令を踏まえ，①少量の核物質等を我が国の基準により適用除外とするよう，②我が国の領海内等において生じた，我が国と他の締約国の原子力事業者間の輸送中の原子力事故について，我が国の原子力事業者が責任を負うよう，また，③原子力施設内の事業者以外の財産が賠償の対象となるよう，留保を付している。

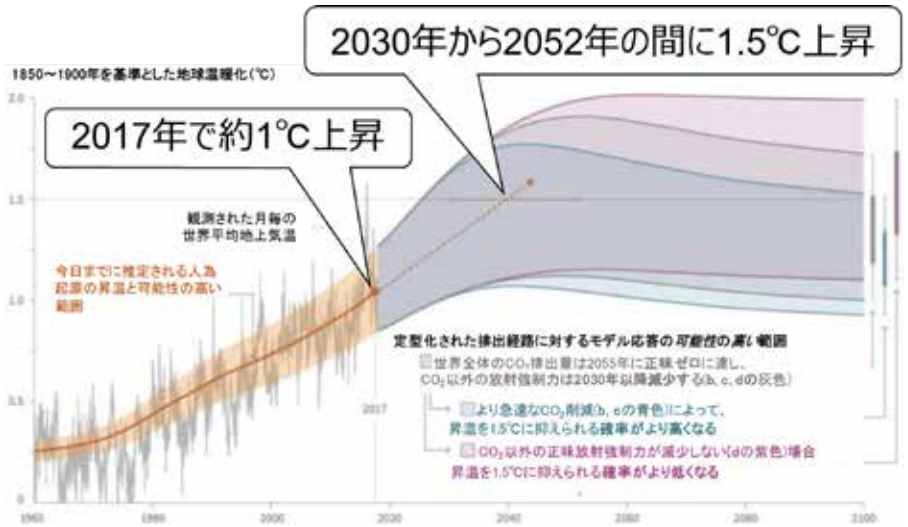
（出典）外務省HP　原子力損害の補完的な補償に関する条約

3．エネルギー安定供給やカーボンニュートラルに資する安全な原子力エネルギー利用を目指す

2050年カーボンニュートラルに向けた動きの加速（1）

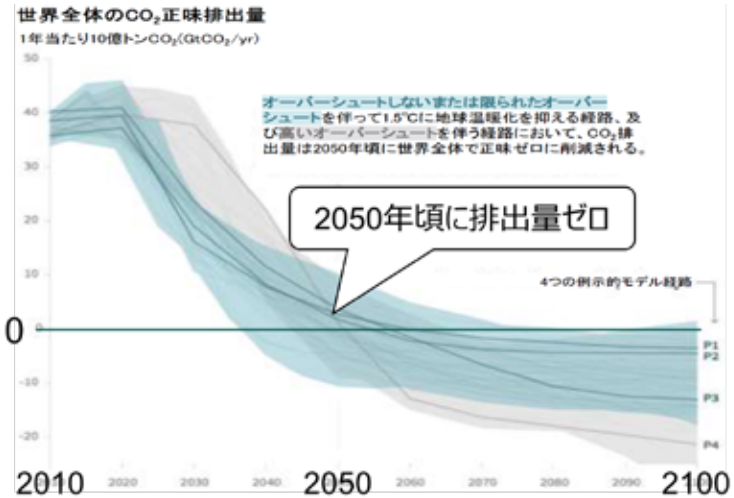
- 2021年のCOP26にて、「気温上昇を1.5℃に制限するための努力を継続することを決意」することが宣言された。
- 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）においては、将来の平均気温上昇が1.5℃を大きく超えない排出経路では、世界全体の人為起源のCO2の正味排出量が、2050年前後にゼロに達することが示されている。
- 我が国含め、150を超える国々が、今世紀半ばまでのカーボンニュートラル目標を表明。
- 2022年のCOP27においては、IAEAがCOPの歴史で初めて、原子力のパビリオンを設置。セッションにおいて、国際エネルギー機関（IEA)が、先進国から途上国への原子力輸出が、カーボンニュートラル達成の鍵となると指摘するなど、カーボンニュートラル達成の手段としての原子力技術の重要性が強調された。

観測された気温変化及び将来予想



（出典）環境省「1.5℃特別報告書の要点【2020年3月】（2020年）、「1.5℃特別報告書　SPM　環境省による仮訳【2019年8月】」（2019年）に基づき作成

1.5℃経路における世界全体の二酸化炭素排出量

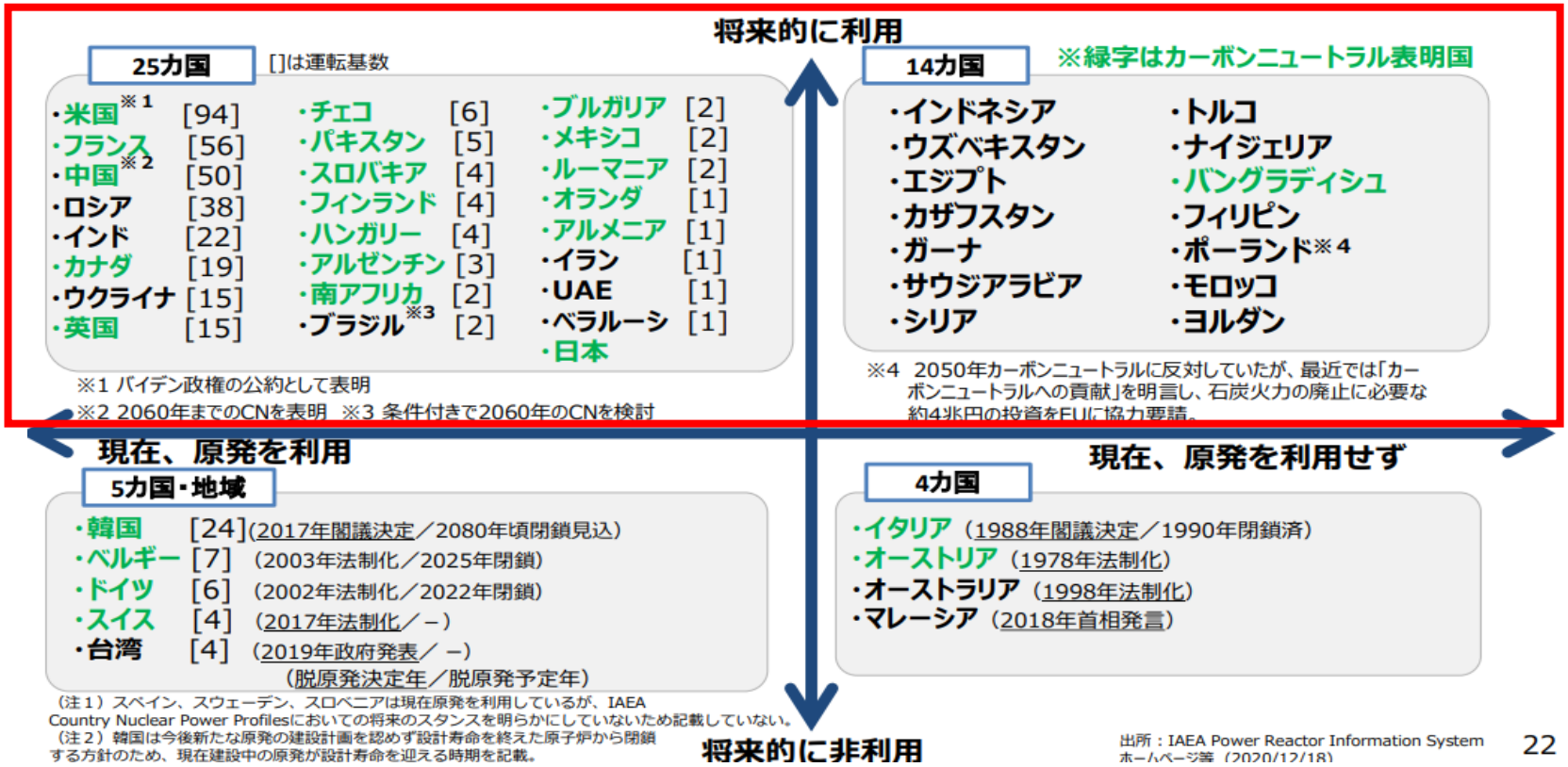


〇カーボンニュートラル：CO2ガス排出量が実質的にゼロ。
（カーボンフリー：CO2ガスを排出しない。）
〇オーバーシュート：目標とする大気中濃度を一時的に超えること

2050年カーボンニュートラルに向けた動きの加速（3）

- カーボンニュートラルを宣言し、エネルギー安全保障等を確保する手段として原子力を将来的にも利用していく意向の国が多数存在。

カーボンニュートラルと原子力の動向（2020年末時点）



（注）韓国は、2022 年3 月の大統領選挙において、脱原子力政策を廃止する方針を選挙公約として掲げた尹氏が当選。
（出典）第21 回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会資料3 資源エネルギー庁「原子力政策の課題と対応について」（2021 年）

2050年カーボンニュートラルに向けた動きの加速（4）

- カーボンニュートラルを宣言し、エネルギー安全保障等を確保する手段として原子力を将来的にも利用していく意向の国が多数存在。

原子力をめぐる各国の具体的な動き

主な国・地域の動向

※各国・地域ではネットゼロや気候中立等の表現も用いられるが、読みやすさのために、カーボンニュートラルに統一して記載。

(1) 原子力エネルギーを活用する意向

米国　2050年カーボンニュートラルを宣言。
原子力発電は、既存炉を活用しつつ、2030年代から2040年代にかけて発電量を増加させる見通し。

フランス　2050年カーボンニュートラルを法制化。
2022年2月にマクロン大統領が、原子炉6基の新設と更に8基の新設検討を行うと発表。

英国　2050年カーボンニュートラルを法制化。
2050年までに、原子力発電比率を最大25%に拡大する方針（2020年実績は約14.5%）。

(2) 原子力エネルギーを活用しない意向

ドイツ　2045年カーボンニュートラルを法制化。
2022年末までに原子力発電から完全撤退予定であったが、現在運転中の原発３基すべてについて、2023年４月半ばまで予備電源として使用する方針に変更。ただし、脱原発の方針は変わらず。
国際送電網により近隣国から電力輸出入を行い、再生可能エネルギーの出力変動等に応じた調整を実施。

中国　2060年カーボンニュートラルを宣言（対象ガスはCO2のみ）
IEAの分析によると、2060年の原子力発電比率を約15%に高めることが必要（2020年実績は約5%）。

ロシア　2060年カーボンニュートラルを宣言。
その実現のために融資の優遇を行うグリーンプロジェクトの定義には、原子力も含まれる。

韓国　2050年カーボンニュートラルを法制化。2022 年3 月の大統領選挙において、脱原子力政策を廃止する方針を選挙公約として掲げた尹氏が当選。

台湾　2050年カーボンニュートラルを宣言。
2025年には全ての原子力発電所が閉鎖見込。
国際送電網はなく、2021年には需給ひっ迫による計画停電等が発生。

2050年カーボンニュートラルに向けた動きの加速（5）

- 2022年７月、欧州議会及び欧州理事会で、持続可能な経済活動として一定の要件を満たす原子力発電等をEUタクソノミー*1 適格とする方針を含む補完的委任法令*2 案を可決。2023年１月より発行（適用開始）

*1 EUタクソノミー：サステナブル（持続可能な）経済活動を明示化・体系化する分類システム。*2 補完的委任法令：「一定の要件」を満たす原子力関連活動をカーボンニュートラル型経済への移行に重要な役割を有する「移行（ transitional ）」な経済活動であるとし、 EU のサステナビリティ方針（気候変動緩和・適合）に資する活動と整理。対象となる経済活動は、（１）革新炉の研究開発・実証・導入、（２）新規発電設備の建設・安全運転（2045年までの建設許可取得）、（３）運転期間延長のための既設発電設備の改良（2040年までの許可取得）

「一定の要件」の例

- ライフサイクル GHG 排出原単位 100g CO2e/kWh 未満
- 放射性廃棄物管理基金と廃炉措置基金制度の整備、耐用年数終了時に放射性廃棄物管理・廃炉推定コストに対応した利用可能な資源が担保されていることを証明
- 低・中レベル放射性廃棄物の処分施設を有する
- 2050 年までに高レベル放射性廃棄物処理施設が運用開始可能となるよう詳細かつ文書化された計画を有する
- 既設原子力発電設備の改良に関しては、合理的かつ実行可能な安全改良工事を実施、事故耐性の高い燃料を利用

（出典）2022年第37回原子力委員会資料第1-2号を元に事務局作成

「地球温暖化対策計画」

- 2021年10月、「地球温暖化対策計画」が閣議決定。

■ 地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画

「2050年カーボンニュートラル」宣言、2030年度46%削減目標※等の実現に向け、計画を改定。

※我が国の中期目標として、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく。

温室効果ガス排出量・吸収量（単位：億t-CO2）		2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
		14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO_2		12.35	6.77	▲45%	▲25%
部門別	産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
	業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
	家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
	運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
	エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO_2、メタン、N_2O		1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）		0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源		-	▲0.48	-	（▲0.37億t-CO_2）
二国間クレジット制度（JCM）		官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO_2程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

1

（出典）環境省　「地球温暖化対策計画の概要」（2021年10月）

「エネルギー基本計画」(1)

- 2021年10月、「第6次エネルギー基本計画」が閣議決定

東京電力福島第一原子力発電所事故後10年の歩みのポイント

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を含む東日本大震災から10年を迎え、**東京電力福島第一原子力発電所事故の経験、反省と教訓を肝に銘じて取り組むことが、エネルギー政策の原点**。
- 2021年3月時点で**2.2万人の被災者が、避難対象**となっており、被災された方々の心の痛みにしっかりと向き合い、**最後まで福島の復興・再生に全力で取り組む**ことは、これまで**原子力を活用したエネルギー政策を進めてきた政府の責務**。今後も原子力を活用し続ける上では、**「安全神話」に陥って悲惨な事態を防ぐことができなかったという反省を一時たりとも忘れることなく**、**安全を最優先**で考えていく。
- 福島第一原発の廃炉は、福島復興の大前提だが、世界にも前例のない困難な事業。事業者任せにするのではなく、**国が前面に立ち**、**2041～2051年までの廃止措置完了を目標**に、国内外の叡智を結集し、**不退転の決意を持って取り組む**。
- **ALPS処理水**については、厳格な安全性の担保や政府一丸となって行う**風評対策の徹底を前提**に、東京電力が原子力規制委員会による認可を得た上で、**2年程度後を目途**に、福島第一原子力発電所において**海洋放出**を行う。
- 帰還困難区域を除く全ての地域で避難指示を解除し、避難指示の対象人口・区域の面積は、当初と比較して7割減となった。たとえ長い年月を要するとしても、**将来的に帰還困難区域の全てを避難指示解除**し、復興・再生に責任を持って取り組むとの決意の下、**特定復興再生拠点区域の避難指示解除に向けた環境整備**を進める。**特定復興再生拠点区域外についても**、**2020年代をかけて**、帰還意向のある住民が帰還できるよう、**帰還に関する意向を個別に丁寧に把握**した上で、**帰還に必要な箇所を除染**し、**避難指示解除の取組を進めていく**。
- 浜通り地域等の自立的な産業発展に向けて、**事業・なりわいの再建**と、**福島イノベーション・コースト構想の具体化による新産業の創出**を、引き続き車の両輪として進める。加えて、帰還促進と併せて、交流人口の拡大による域外消費の取込みも進める。**福島新エネ社会構想の実現**に向け、**再生可能エネルギー**と**水素**を二本柱とし、更なる導入拡大に加え、**社会実装への展開**に取り組んでいく。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国としては、**2050年カーボンニュートラル**や**2030年度の新たな削減目標**の実現を目指すに際して、原子力については**安全を最優先**し、再生可能エネルギーの拡大を図る中で、**可能な限り原発依存度を低減**する。

4

（出典）資源エネルギー庁　「第6次エネルギー基本計画の概要」（2021年11月）

「エネルギー基本計画」(2)

- 2021年10月、「第6次エネルギー基本計画」が閣議決定

2030年に向けた政策対応のポイント【原子力】

- **東京電力福島第一原子力発電所事故への真摯な反省**が原子力政策の出発点
  - いかなる事情よりも**安全性を全てに優先**させ、**国民の懸念の解消に全力を挙げる**前提の下、原子力規制委員会により**世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合**には、**その判断を尊重し原子力発電所の再稼働**を進める。**国も前面**に立ち、**立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、取り組む**。
- 原子力の社会的信頼の獲得と、安全確保を大前提として原子力の安定的な利用の推進
  - **安全最優先**での**再稼働**： **再稼働加速タスクフォース**立ち上げ、**人材・知見の集約**、**技術力維持向上**
  - **使用済燃料対策**： **貯蔵能力の拡大**に向けた**中間貯蔵施設**や**乾式貯蔵施設等の建設・活用の促進**、**放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための技術開発**
  - **核燃料サイクル**： 関係自治体や国際社会の理解を得つつ、**六ヶ所再処理工場の竣工と操業に向けた官民一体での対応**、**プルサーマルの一層の推進**
  - **最終処分**： 北海道2町村での**文献調査の着実な実施**、**全国のできるだけ多くの地域での調査の実現**
  - **安全性を確保しつつ長期運転を進めていく上での諸課題等への取組**：保全活動の充実等に取り組むとともに、諸課題について、官民それぞれの役割に応じ検討
  - **国民理解**： 電力の消費地域も含めて、双方向での対話、分かりやすく丁寧な広報・広聴
- 立地自治体との信頼関係構築
  - **立地自治体との丁寧な対話**を通じた認識の共有・信頼関係の深化、**地域の産業の複線化**や**新産業・雇用の創出**も含め、**立地地域の将来像を共に描く枠組み等を設け**、**実態に即した支援**に取り組む。
- 研究開発の推進
  - 2030年までに、民間の創意工夫や知恵を活かしながら、**国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進**、**小型モジュール炉技術の国際連携による実証**、**高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立**等を進めるとともに、ITER計画等の国際連携を通じ、**核融合研究開発**に取り組む。

8

（出典）資源エネルギー庁　「第6次エネルギー基本計画の概要」（2021年11月）

「エネルギー基本計画」（エネルギーミックスの見通し）

- 2030年度ミックスの野心的な見通しとして、原子力は20～22%と示された。

2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における**様々な課題の克服を野心的に想定した場合**に、**どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの**。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、**安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要**。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		（2019年度 ⇒ 旧ミックス）		2030年度ミックス（野心的な見通し）	
省エネ		（1,655万kl ⇒ 5,030万kl）		6,200万kl	
最終エネルギー消費（省エネ前）		（35,000万kl ⇒ 37,700万kl）		35,000万kl	
電源構成 発電電力量：10,650億kWh ⇒ 約9,340億kWh程度	再エネ	（18% ⇒ 22~24%）	太陽光 6.7% ⇒ 7.0% 風力 0.7% ⇒ 1.7% 地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1% 水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2% バイオマス 2.6% ⇒3.7~4.6%	36～38%※ ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。	（再エネの内訳） 太陽光 14～16% 風力 5% 地熱 1% 水力 11% バイオマス 5%
	水素・アンモニア	（0% ⇒ 0%）		1%	
	原子力	（6% ⇒ 20~22%）		20～22%	
	LNG	（37% ⇒ 27%）		20%	
	石炭	（32% ⇒ 26%）		19%	
	石油等	（7% ⇒ 3%）		2%	
（ ＋ 非エネルギー起源ガス・吸収源 ）					
温室効果ガス削減割合		（14% ⇒ 26%）		46% 更に50%の高みを目指す	

12

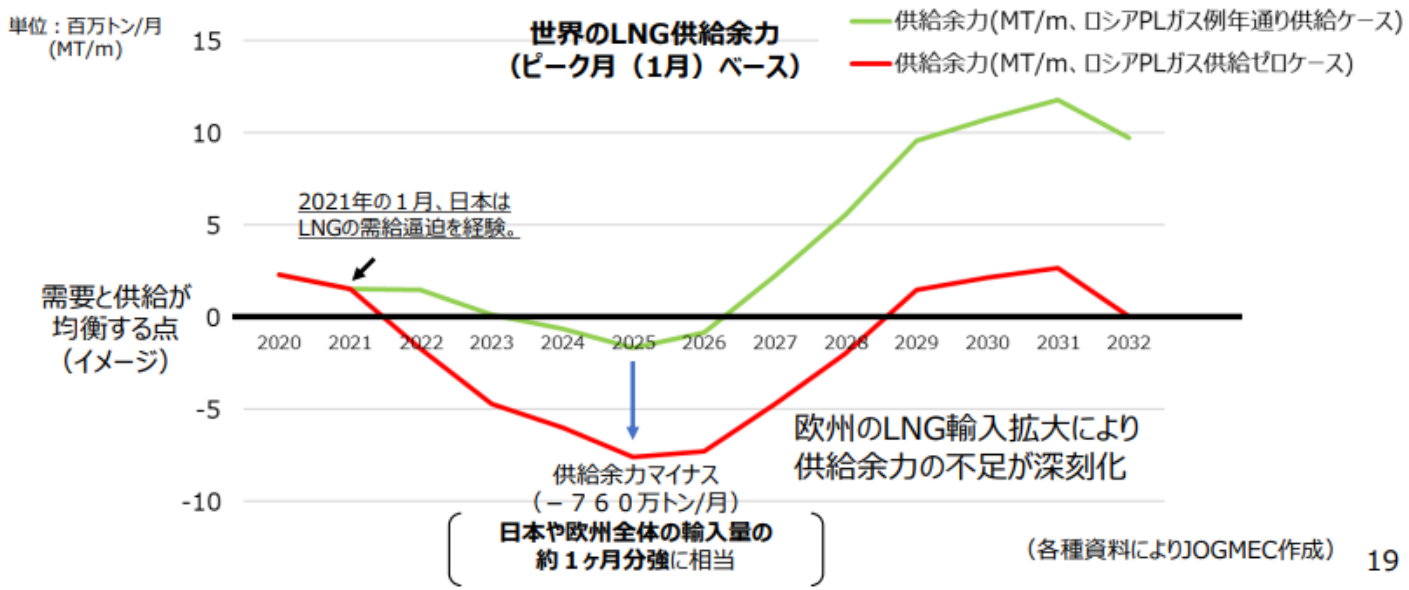
（出典）資源エネルギー庁　「第6次エネルギー基本計画の概要」（2021年11月）

ロシアのウクライナ侵略によるエネルギー安全保障政策の見直し（1）

- ロシアによるウクライナ侵略等を背景として、エネルギー安全保障が世界共通の重要課題に

世界のLNG供給余力の状況

- 過去のLNGプロジェクトへの投資の減少を反映して、2025年に向けて、**世界のLNG供給余力は減少**。**プロジェクトのトラブル（米国やマレーシア等）によるリスク**も存在。
- これに加えて、欧州向けロシアパイプラインガスの供給減と、**欧州の域内LNG受入れキャパシティ拡大により、欧州は来年以降、今以上にLNG輸入を拡大する見通し**。
- その結果、**世界のLNG需要と供給能力の差は、2025年に向けて大きく拡大し、LNG供給余力が減少**。グローバルな**「LNG争奪戦」がより過熱**する可能性が高い。



（出典）総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 石油・天然ガス小委員会（第19回） 資料3

ロシアのウクライナ侵略によるエネルギー安全保障政策の見直し（2）

・ロシアによるウクライナ侵略等を背景に、原油、天然ガス等の価格が高騰

（出典）総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（令和4年9月28日）

2022年度冬季の電力需給見通し

- 昨年6月以降、追加供給力対策の実施や、3月の福島沖地震で停止していた火力発電所の復旧見通しがついたこと、電源の補修計画の変更、原子力発電所の特重施設の設置工事完了時期の前倒し等により、マイナスだった今冬の予備率は、安定供 給に最低限必要な予備率3%を確保できる見通し。
- ただし、1月の東北・東京エリアでは4.1%となるなど、依然として厳しい見通しであり、大規模な電源脱落や想定外の気温の低下による需要増に伴う供給力不足のリスクへの対策が不可欠。

厳寒時の需要に対する予備率

＜６月時点＞

<table>
<tr><th></th><th>12月</th><th>1月</th><th>2月</th><th>3月</th></tr>
<tr><td>北海道</td><td>12.6%</td><td>6.0%</td><td>6.1%</td><td>10.0%</td></tr>
<tr><td>東北</td><td rowspan="2">7.8%</td><td>3.2%</td><td>3.4%</td><td rowspan="8">9.4%</td></tr>
<tr><td>東京</td><td>▲0.6%</td><td>▲0.5%</td></tr>
<tr><td>中部</td><td rowspan="6">4.3%</td><td rowspan="6">1.3%</td><td rowspan="6">2.8%</td></tr>
<tr><td>北陸</td></tr>
<tr><td>関西</td></tr>
<tr><td>中国</td></tr>
<tr><td>四国</td></tr>
<tr><td>九州</td></tr>
<tr><td>沖縄</td><td>45.4%</td><td>39.1%</td><td>40.8%</td><td>65.3%</td></tr>
</table>

＜現時点＞

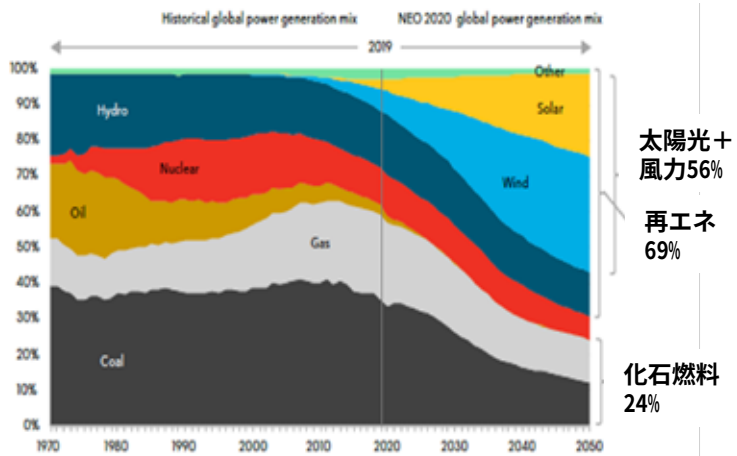
<table>
<tr><th></th><th>12月</th><th>1月</th><th>2月</th><th>3月</th></tr>
<tr><td>北海道</td><td>14.4%</td><td>7.9%</td><td>8.1%</td><td>12.1%</td></tr>
<tr><td>東北</td><td rowspan="2">9.2%</td><td rowspan="2">4.1%</td><td rowspan="2">4.9%</td><td rowspan="8">11.5%</td></tr>
<tr><td>東京</td></tr>
<tr><td>中部</td><td rowspan="6">7.4%</td><td rowspan="6">5.6%</td><td rowspan="6">6.5%</td></tr>
<tr><td>北陸</td></tr>
<tr><td>関西</td></tr>
<tr><td>中国</td></tr>
<tr><td>四国</td></tr>
<tr><td>九州</td></tr>
<tr><td>沖縄</td><td>44.5%</td><td>33.1%</td><td>34.4%</td><td>56.6%</td></tr>
</table>

（出典）電力需給に関する検討会合（令和４年11月１日持ち回り開催）

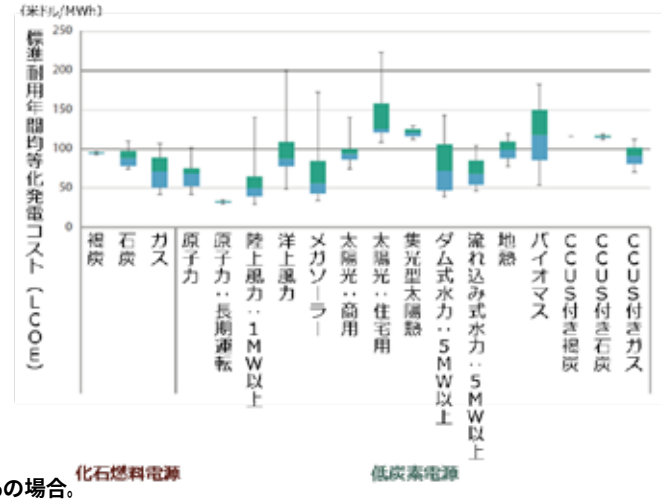
発電コスト･統合コスト/出力変動する再生可能エネルギー

- 再生可能エネルギーが世界的にも、国内でも普及。
- 原子力発電の発電コストは陸上風力等にも比肩しうるレベルであり、特に、原子炉を長期運転（50～60年運転）するケースでは高い競争力を有するとされている。
- 出力変動のある再生可能エネルギーは電力出力調整等の必要性が生じるため、調整等のために生じるコストも加味した統合コストが高くなるとされている。

世界のエネルギーミックス

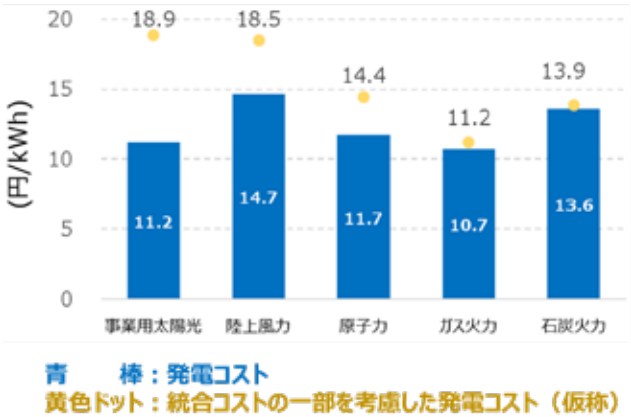


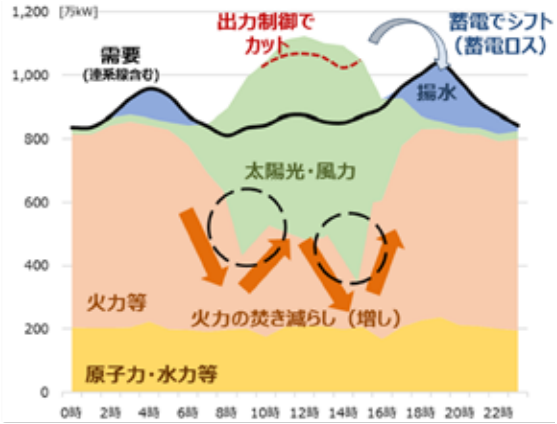
（出典）第15回原子力委員会　高村ゆかり「エネルギーをとりまく変化と日本の課題」（2022年4月）



※左記LCOEを試算したOECD/NEAの報告書には、日本はバックエンドなど費用が他国より割高となっている旨記載あり。なお、本試算には事故リスク等技術以外の要因（社会的・政策的等）によって変動する費用負担は含まれていない。

(注 1) 割引率 7%の場合。
(注 2) 各電源の縦線は、LCOE の最大値と最小値の幅、青色と緑色の帯は中央値を含む全体の 5 割を占める LCOE の範囲を示す。
(出典) OECD/NEA「Projected Costs of Generating Electricity 2020」(2020 年) に基づき作成





（出典）第48回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会　資源エネルギー庁「発電コスト検証について」（2021年）に基づき作成

原子力発電事業の事業性･予見性の低下

- 電力市場が完全自由化されて以降、原子力の価値（エネルギーセキュリティや非化石価値など）を市場価格に反映できる仕組みが導入されておらず、投資しづらい事業環境となっている、との指摘がある。
- バックエンド事業に関する不確実性なども伴い、多くの企業等が、「中長期的な事業の予見性」を持てないまま、将来を見据えた投資に踏み切れない状態となっているとの指摘もある。

日本原子力産業協会「原子力サプライチェーンの維持・強化に向けた提言について」
課題３：原子力発電への投資を促進する事業環境の整備

現状
- 2016年4月1日、電力市場が完全自由化されましたが、原子力の価値（エネルギーセキュリティや非化石価値など）を市場価格に反映できる仕組みが、まだありません。
- 先行する海外の自由化市場では、原子力発電所の建設や改良への投資額が大きく、資金の回収に時間を要するプロジェクトは敬遠される傾向が見られます。
- そのため、一部の国（米国、英国等）では、原子力の価値を評価できる経済的措置を導入し、コスト回収を確実にすることによって、原子力発電所の早期廃止を防いだり、新設を促進したりする制度が導入されています。

問題点
- 自由化された電力市場では、原子力発電の価値を市場価格に反映できる仕組みが無いと、原子力を電源として利用できなくなる懸念があります。
- 日本では電力自由化後、原子力発電所の新規計画はありません。

資源エネルギー庁「原子力小委員会の中間論点整理」
論点整理(イメージ)
（３）：産業界の能動的な取組に向けた予見性の向上

- 多くの企業等が、「中長期的な事業の予見性」を持てないまま、将来を見据えた設備投資や人材投資に踏み切れない状況が続き、将来の選択肢としての原子力は危機に瀕しているのではないか。

→産業界が将来への一歩を踏み出す上で、政策に求めているのは「中長期の事業モデルの描出」に資する政策支援。そのニーズに即し、前向きな判断を促すべく、
①ステークホルダーが共有できる将来見通しの確立(上述）を前提に、
②発電事業の運営や、
③バックエンド事業に関する不確実性の払拭に向けた環境整備を進め、
原子力事業における予見性の向上を実現すべきではないか。

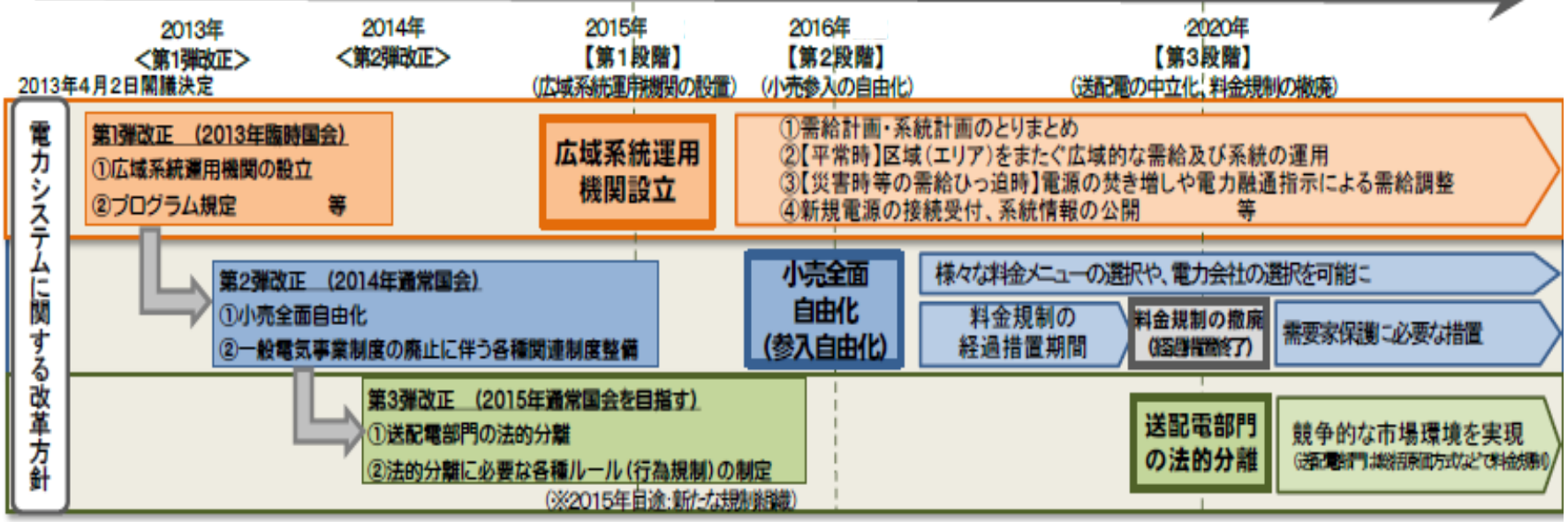
（出典）一般社団法人　日本原子力産業協会　「原子力サプライチェーンの維持・強化に向けた提言について」(2022年)
第30回総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会　「原子力小委員会の中間論点整理(事務局資料）」（2022年）

我が国における電力自由化の進展

- 従来までは、総括原価方式や地域独占による料金規制の下、巨額な設備投資等の費用回収が担保される環境下で事業が行われてきた。
- 電力小売全面自由化に伴って、国内電力市場の競争環境が出現した。

電力システム改革の工程

実施を3段階に分け、各段階で課題克服のための十分な検証を行い、その結果を踏まえた必要な措置を講じながら実行するものとする。



(注1)送配電部門の法的分離の実施に当たっては、電力の安定供給に必要となる資金調達に支障を来さないようにする。
(注2)第3段階において料金規制の撤廃については、
- 送配電部門の法的分離の実施と同時に、又は、実施の後に行う。
- 小売全面自由化の制度改正を決定する段階での電力市場、事業環境、競争の状態等も踏まえ、実施時期の見直しもあり得る。

出典:総合資源エネルギー調査会原子力事業環境整備検討専門WG第1回会合(平成27年8月)参考資料1を基に内閣府作成

(参考)「総括原価方式」の電気料金: 総原価と電気料金の収入が等しくなるように設定

総原価
電気料金を安定的に供給するために必要な費用

＝

営業費
・燃料費
・購入電力料
・減価償却費
・人件費等

＋

事業報酬
＊1

－

控除収益
＊2

＝

電気料金収入

＊1) 発電所や送電線など電力設備運用のための資金調達によって発生する支払利息や配当など
＊2) 電気料金以外で得られる収入(他社販売電力料など

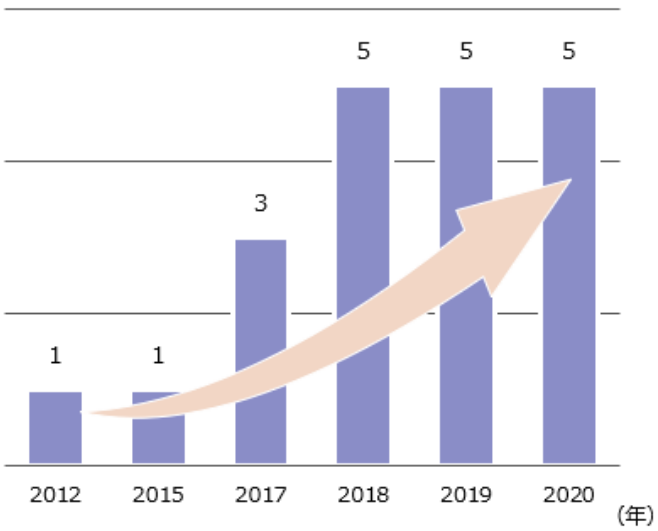
出典:資源エネルギーHP 「電気料金の仕組み」

我が国の原子力サプライチェーンの撤退

- 福島第一原発事故後、20社がサプライチェーン撤退。
- 2018年からだけでも15社が撤退。
- 運転・保守や新規建設にかかわる企業では受注量が減少しており、今後も見通しが不透明であることから、多くの企業が経営の先行きに懸念を抱いている。

原子力サプライヤの撤退社数の推移

■ 2017年以降、撤退社数が増加・高止まり
⇒ **震災後に計20社もの企業が既に撤退している**



（出所）日本電気工業会資料、各種資料より資源エネルギー庁作成

原子力事業からの撤退

大手企業

■ 川崎重工業（廃止措置、発電所の保守管理等）
■ 住友電気工業・古河電気工業（燃料製造加工）
■ 甲府明電舎（DCモータ）

要素技術を持つ中核サプライヤ

■ ジルコプロダクツ（燃料部材）【2017年廃業】
⇒ **BWR用燃料被覆管部材は国内で調達できない状況に**

■ 日本鋳鍛鋼（圧力容器・タービン等部材）【2020年廃業】
⇒ **原子炉圧力容器部材の供給企業は国内残り1社に**

（出典）第6回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ「革新炉開発に関する検討事項の深掘りについて(事務局資料）」（2022年）

審査プロセスの改善の取組

- **令和4年9月、原子力規制委員会において、電力会社経営層との意見交換を踏まえた新規制基準適合性に係る新たな審査の進め方について方針が示された。**

電力会社経営層との意見交換において、事業者から示された提案：
提案１　できるだけ早い段階での確認事項や論点の提示
提案２　公開の場における「審査の進め方」に関する議論及び共有
提案３　審査会合における論点や確認事項の書面による事前通知
提案４　原子力規制委員又は原子力規制庁職員の現地確認の機会を増加
提案５　基準や審査ガイドの内容の明確化

提案に対する対応方針：

（１）「できるだけ早い段階での確認事項や論点の提示」

①確認事項及び論点の提示
- 審査会合における原子力規制庁からの指摘が事業者と共通理解となっているかを審査会合で確認した上で、必要に応じて文書化する。
- 事業者から基準や審査ガイドが不明確と指摘があった場合は、審査会合において要求事項等を確認し事業者と共通理解を図る。

②審査会合の開催頻度等の改善
- これまでは、ヒアリングで資料内容の事実確認を2回程度行った上で審査会合を実施しているが、重要な論点があるなど早期に議論を行うことが必要な内容については、ヒアリング回数に関わらず、柔軟に審査会合を開催する。
- 試験、評価等に時間を要する案件については、できる限り手戻りがなくなるよう、事業者の対応方針を確認するための審査会合を頻度高く開催する。
- 審査会合は原則として委員出席の下で行うが、委員の了解を得た上で、委員が出席できない場合でも、審査会合を開催することを可能とする。

③事業者による提出資料の工夫
- 地震・津波等のハザード審査においては、基準に適合すると判断した論理構成の全体像をフロー等により明示するとともに、論理構成の基となる科学的データが論理構成のどこかに使われているのか明示するなど、基準に適合する根拠を具体的に示した資料作成を求めることとする。
- 特に、事業者が新たなデータ等に基づき、検討方針を追加又は変更した場合には、追加・変更点を明確にした上で、論理構成の変更の有無及びその妥当性等について丁寧な説明を求めることとする。

（２）「公開の場における「審査の進め方」に関する議論及び共有
- 事業者が資料準備に時間を要する審査項目については、準備期間や対応方針を審査会合で確認する。
- 特に、対応方針を変更することなどにより他の審査項目に影響を与えるものについては、できる限り手戻りがなくなるよう、早期に論点を明確化し、共通の理解となるよう議論する。

（３）「審査会合における論点や確認事項の書面による事前通知」
- 指摘事項については、透明性の確保の観点から、これまでどおり審査会合で提示することとし、審査会合の開催時期を逸することなく柔軟に開催し論点を明示していく。
- また、審査会合における原子力規制庁からの指摘が事業者と共通理解となっているかを審査会合で確認した上で、必要に応じ文書化する。（再掲）

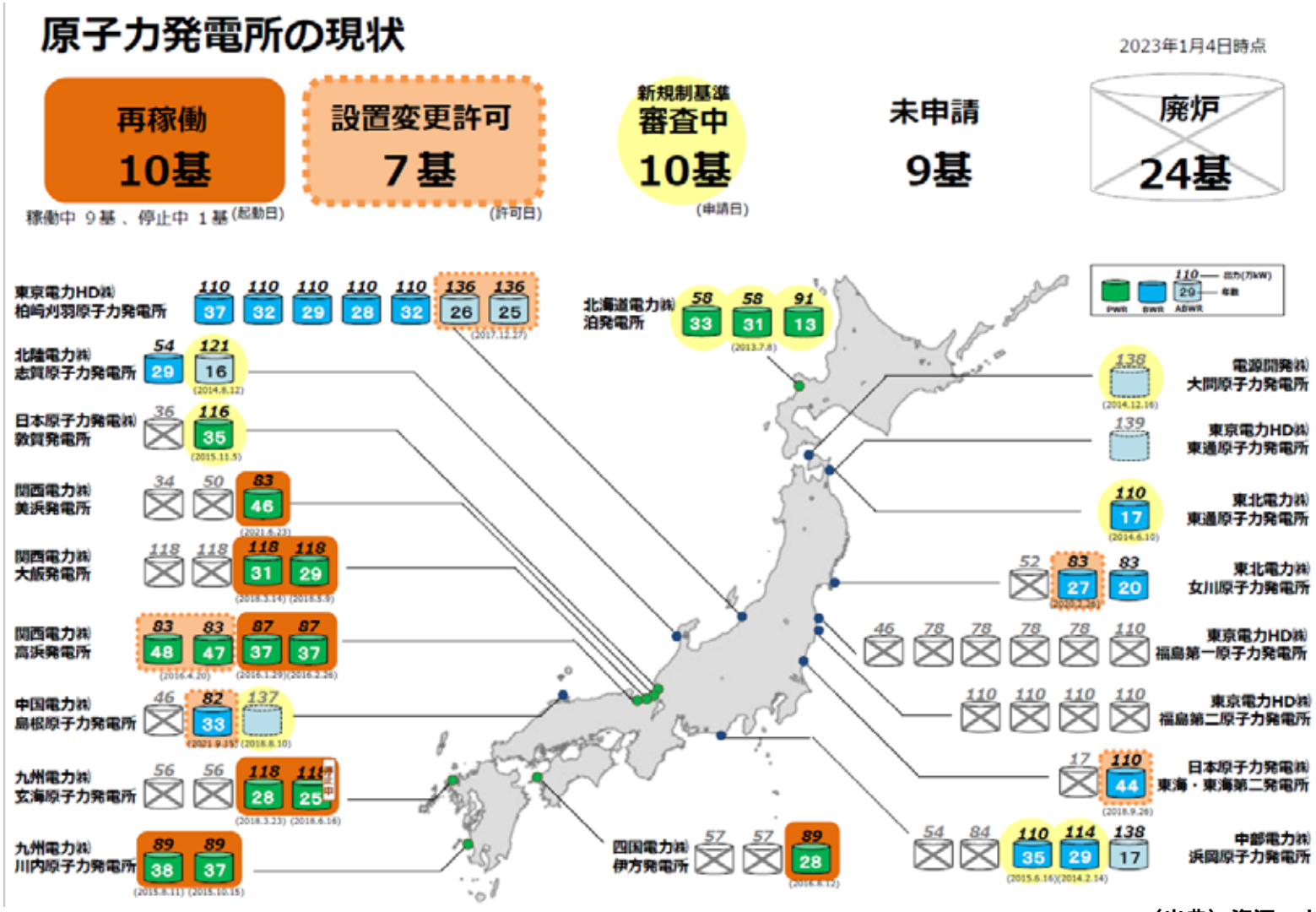
（４）「原子力規制委員又は原子力規制庁職員の現地確認の機会の増加」
- 事業者から現地確認の提案があった場合には、審査会合での議論の前提となる認識を共有化するため、審査資料上議論のある論点等を踏まえて、必要に応じて原子力規制委員会職員による現地確認の機会を設ける。

（５）「基準や審査ガイドの内容の明確化」
- 上記(１）①の対応に加え、審査実績を踏まえた基準類の明確化を図る。
- なお、令和元年度第52回原子力規制委員会（令和2年1月15日）において、原子力規制庁内及び被規制者から意見・提案を収集し分野ごとに整理すること、また、被規制者からの意見・提案はATENAから聴取すること等の進め方が了承され、毎年度一回、ATENAから聴取を行っている。

（出典）第37回原子力規制委員会　資料２「電力会社経営層との意見交換を踏まえた新規制基準適合性に係る審査の進め方」

我が国の発電用原子炉稼働状況

- 現在、17基が設置変更許可を受け、うち10基が再稼働している。
- 美浜発電所3号機は国内初の40年超運転。
- 第2回GX実行会議では、再稼働済の10基の稼働確保に加え、設置変更許可済の7基の原発再稼働に向け、国が前面に立って対応をする旨、総理が発言。



（出典）資源エネルギー庁HPより

GX実行会議（2） 原子力の活用

- 2022年12月に開催された第5回GX実行会議において、原子力の活用について、既設原発の再稼働の早期実現、運転期間の延長など既設原発の最大限の活用、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設、バックエンドを進めるための国の積極的な関与に関する検討結果が提示された。

n 原子力は、出力が安定的であり自律性が高いという特徴を有しており、安定供給とカーボンニュートラル実現の両立に向け、脱炭素のベースロード電源としての重要な役割を担う。このため、2030年度電源構成に占める原子力比率20～22%の確実な達成に向けて、安全最優先で再稼働を進める。

n 着実な再稼働を進めていくとともに、円滑な運営を行っていくため、地元の理解確保に向けて、国が前面に立った対応や事業者の運営体制の改革等を行う。具体的には、「安全神話からの脱却」を不断に問い直し、規制の充足にとどまらない自主的な安全性向上、地域の実情を踏まえた自治体等の支援や防災対策の不断の改善等による立地地域との共生、手段の多様化や目的の明確化等による国民各層とのコミュニケーションの深化・充実に取り組む。

n 将来にわたって持続的に原子力を活用するため、安全性の確保を大前提に、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む。地域の理解確保を大前提に、まずは廃止決定した炉の次世代革新炉への建て替えを対象として、六ヶ所再処理工場の竣工等のバックエンド問題の進展も踏まえつつ具体化を進めていく。その他の開発・建設は、各地域における再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえて検討していく。あわせて、安全性向上等の取組に向けた必要な事業環境整備を進めるとともに、研究開発や人材育成、サプライチェーン維持・強化に対する支援を拡充する。また、同志国との国際連携を通じた研究開発推進、強靭なサプライチェーン構築、原子力安全・核セキュリティ確保にも取り組む。

n 既存の原子力発電所を可能な限り活用するため、原子力規制委員会による厳格な安全審査が行われることを前提に、運転期間に関する新たな仕組みを整備する。現行制度と同様に、運転期間は40年、延長を認める期間は20年との制限を設けた上で、一定の停止期間に限り、追加的な延長を認めることとする。

n あわせて、六ヶ所再処理工場の竣工目標実現などの核燃料サイクル推進、廃炉の着実かつ効率的な実現に向けた知見の共有や資金確保等の仕組みの整備を進めるとともに、最終処分の実現に向けた国主導での国民理解の促進や自治体等への主体的な働きかけを抜本強化するため、文献調査受け入れ自治体等に対する国を挙げての支援体制の構築、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO)の体制強化、国と関係自治体との協議の場の設置、関心地域への国からの段階的な申入れ等の具体化を進める。

（出典）第５回ＧＸ実行会議　ＧＸ実行推進担当大臣「GX実現に向けた基本方針（案）～今後10年を見据えたロードマップ～」を基に内閣府作成

GX実行会議（3）【今後の道行き】次世代革新炉

- 安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設を取り組むこととされた。

2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2030年代（2040） 2040年代（2050）

目標・戦略

技術熟度に合わせた開発の加速※事業者等からの個別のヒアリングを踏まえて、「研究開発を進めていく上での目標時期」として策定したもの。（実際に建設を行う場合の運転開始時期等は、立地地域の理解確保を前提に、事業者の策定する計画に基づいて決定されることとなる。）

- 革新軽水炉（※商用炉）：基本設計 → 詳細設計 → 製作・建設 → 運転
- 小型軽水炉（※実証炉）：概念設計 → 基本設計 → 詳細設計 → 製作・建設 → 運転
- 高速炉（※実証炉）：概念設計 → 基本設計 → 詳細設計 → 製作・建設 → 運転
- 高温ガス炉（※実証炉）：基本設計 → 詳細設計 → 製作・建設 → 運転
- 核融合（※原型炉）：概念設計 → 詳細設計 → 製作・建設

GX投資

次世代革新炉の事業環境整備と集中的な研究開発投資

- 革新軽水炉等の開発・建設を行う事業環境整備、次世代革新炉開発・建設に向けた研究開発基盤の整備
- 高温ガス炉・高速炉の実証炉の研究開発・設計等 → 高温ガス炉・高速炉の実証炉の開発・建設・運転等　'。 今後10年間で約1兆円の投資

規制・制度

エネルギー利用に関する規制を通じた導入促進

- 長期脱炭素電源オークション導入 → 長期脱炭素電源オークションの着実な運用等の事業環境整備を通じた導入促進
- 高度化法の「非化石電源比率達成義務」による導入促進

国際戦略

国際連携を通じた開発促進・海外市場獲得

- 日英高温ガス炉協力、日米高速炉協力、日仏高速炉協力等を通じた海外の実証炉プロジェクトへの参画、海外市場の獲得
- 競争力の高いサプライヤによる海外進出、海外進出可能なサプライヤの裾野拡大 → 海外市場の獲得

（出典）第５回ＧＸ実行会議　ＧＸ実行推進担当大臣「GX実現に向けた基本方針（案）参考資料」

1.長期運転の必要性
2050年CN達成に向けた観点

○・廃炉決定済のもの除く、全36基の原子力発電所（建設中を含む）が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。

○国内原子力発電所の将来の設備容量見通し

（出典）第24回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会　原子力小委員会　資料3「今後の原子力政策について」（事務局提出資料）

長期運転の必要性（2）

1.長期運転の必要性
2050年CN達成に向けた観点

〇OECD/NEAの分析では、長期蓄電などの大規模な展開の見通しは依然不確実であり、原子力発電所の長期運転は、CN達成に向けた戦略における電力の安全保障を強化できる実証済みの方法の一つとされている。
〇2022年6月には、IEAが報告書「原子力発電と確実なエネルギー移行」を発表。カーボンニュートラル実現やエネルギー安全保障の要請で再注目される原子力を取り巻く現状を分析し、原子力を利用する国の政策立案担当者に向けた政策勧告を発表。

―その他の柔軟性オプション（長期蓄電、デマンドレスポンス、セクターカプリングなど）の大規模な展開の見通しは依然として不確実である。長期運転は、脱炭素化戦略における電力の安全保障を強化できる実証済みのソリューションの一部である。
（出典）OECD/NEA「Long-Term Operation of Nuclear Power Plants and Decarbonisation Strategies」(2021年)
※和訳は、原子力産業協会による「OECD/NEA報告書「原子力発電所の長期運転と脱炭素化戦略」について」を参照。

＜原子力発電をとりまく現状＞
―今般のエネルギー危機において、輸入化石燃料の依存度を低減することは、エネルギー安全保障の最優先事項であり、その重要性は気候危機と同様である。
―確立された大規模な低排出のエネルギー源である原子力は、電力供給の脱炭素化を支援するのに適したもの。
―原子力は、世界全体のネット・ゼロへの確実な道のりにおいて、重要な役割を担う。　等

＜原子力を利用する国の政策立案担当者に向けた政策勧告＞
①安全な形で可能な限り長期に運転を継続するために、既存の原子力発電所の運転延長を承認すべき。
②効率的で効果的な安全規制を推進すべき。安全規制当局が、新しいプロジェクトや設計を適時に審査し、新しい設計のための調和された安全基準を開発し、認可の要件が明確に伝わるよう潜在的な開発者や一般市民と関わるためのリソースとスキルを確保すること。　等

（出典）IEA,「Nuclear Power and Secure Energy Transitions: From Today's Challenges to Tomorrow's Clean Energy System」(2022年)、第31回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会　原子力小委員会　資料4「原子力政策に関する今後の検討事項について」（事務局資料）

諸外国における原子炉の運転期間について

各国における原子力発電所の運転期間の延長に向けた動き

【参考】脱炭素・エネルギー危機を踏まえた主要各国での原子力活用の動き(運転期間の延長)

※2022年9月7日時点　資源エネルギー庁調べ

アメリカ	➢ 運転中の92基のうち、**40年超運転：50基**。 ➢ これまでにNRCによる**60年延長認可**を取得した原子炉は**94基**、うち**80年延長認可**を取得したものは**6基**。現在、さらに９基について審査中。 （運転期間40年、安全審査クリアすれば20年以内の延長が何度でも可能）
イギリス	➢ 2035年に40年間の運転予定となるサイズウェルB原発について、さらに20年間延長することを検討中。 （運転期間制限なし、10年ごとに安全審査）
フランス	➢ 運転中の56基のうち、**40年超運転：20基**。（運転期間制限なし、10年ごとに安全審査） ➢ 本年7月、EDFが新設や既設炉の運転延長を対象とするグリーンファイナンスのルールを発表。
オランダ	➢ 2021年12月、新政権の連立協定において、2033年までの60年運転が認められているボルセラ原発について、運転期間の延長を目指す方針を表明。
韓国	➢ 本年７月、尹大統領「新政権のエネルギー政策の方向性」で、既存原発の継続運転に必要な手続を迅速に推進する方針を表明。
フィンランド	➢ 本年３月、ロビーサ原発が約70年間の運転を申請。６月には、経済問題担当大臣が既存原発の継続利用の必要性に言及。
原発廃止方針の国 ベルギー	➢ 本年３月、2025年に閉鎖予定だった2基について、10年間運転延長する方針を決定。
原発廃止方針の国 ドイツ	➢ 本年９月、ハベック経済・気候保護大臣は、2022年末に廃止予定の３基のうち2基について、今冬の電力安定供給の予備電源として、必要な場合には稼働できる状態を2023年4 月中旬まで保つことを発表。

40

(出典) 第31回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会　原子力小委員会 「資料4 原子力政策に関する今後の検討事項について」(事務局資料)

長期運転の技術的課題（1）

2.技術的課題

2.1 原子力規制委員会の見解

〇長期停止期間中は、中性子照射脆化などの事象は、劣化の要因として考慮しなくてよい。
〇コンクリート構造物の中性化など、長期停止期間中も同様に劣化が進展する事象については、個別プラントごとに確認する必要がある。
〇運転期間に長期停止期間を含めるべきかどうかについて、科学的･技術的な結論を得ることは困難だが、評価時期をどのように定めようが、将来的な劣化の進展については、個別の施設･機器等に応じて、科学的･技術的に評価することは可能。
〇40年という期間は、評価を行う時期として唯一の選択肢ではなく、立法政策として定められたもの。

ー「**原子力規制委員会の役割は**、原子炉等の設備について、**運転開始から一定期間経過した時点で**、延長する期間において原子炉等の劣化を考慮した上で**技術基準規則に定める基準に適合するか否かを**、**科学的･技術的観点から評価すること**である。**運転期間を40年とする定めは**、このような原子力規制委員会の立場から見ると、**かかる評価を行うタイミング**（運転開始から一定期間経過した時点）**を特定するという意味を持つもの**である。」
ー（長期停止期間中の）「**中性子照射脆化、低サイクル疲労**」**等の事象については**、「放射線が照射される環境にならいこと、大きな温度、圧力の変動がないこと」等から、「**劣化の要因として考慮しなくてもよい**と考えられる。」
ー「他方、**コンクリート構造物の中性化**」**等といった事象については**、「長期停止期間中もそうでない期間と同様に**劣化が進展する**。これらの劣化事象については、**各事業者がプラントごとに適切に保管及び点検することにより、進展を抑制することもできる**が、規制当局としては、事業者の保管対策及び点検の適切性について、個別プラントごとに確認することが必要である。」
ー「**運転期間に長期停止期間を含めるべきか否かについて、科学的･技術的に一意の結論を得ることは困難**であり、劣化が進展していないとして除外できる特定の期間を定量的に決めることはできない。」
ー他方、かかる時期（評価する時期）をどのように定めようと、発電用原子炉施設の将来的な劣化の進展については、個別の施設ごとに、機器等の種類に応じて、科学的･技術的に評価を行うことができる。
ー（原子炉等規制法で定めされている）「**40年という期間そのものは**、」「**評価を行う時期として唯一の選択肢というものではなく**、発電用原子炉施設の運転期間についての**立法政策として定められたもの**である。そして、発電用原子炉施設の利用をどのくらいの期間認めることとするかは、原子力の利用の在り方に関する政策判断にほかならず、原子力規制委員会が意見を述べるべき事柄ではない。」
（出典）原子力規制委員会　「運転期間延長認可の審査と長期停止期間中の発電用原子炉施設の経年劣化との関係に関する見解」(2020年7月)

2.技術的課題

2.2 経年劣化についての知見

2.2.1 ATENAによるレポート

〇安全な長期運転に向けて、知見拡充事項を整理。
〇米国最新知見に照らし、我が国の高経年化評価実施基準に記載の無い経年劣化事象が3件抽出されたが、これらは60年を超える事で顕在化する事象ではなく、過去国内実機損傷事例はない。
〇圧力容器等の取替困難機器に関し、米国に倣い80年の評価期間を想定し、科学的・技術的に評価する場合に、従来の高経年化評価手法の知見拡充の取組を整理（中性子照射脆化2項目）。

●当該レポートでは、以下の検討を実施し、各々の知見拡充事項を整理
- 米国最新知見を踏まえた経年劣化事象を網羅的に整理→PLM実施基準に無い経年劣化事象を抽出
- 取替困難機器における80年評価を想定⇒評価にあたっての知見拡充事項を整理

①米国最新知見に照らし着目すべき経年劣化事象の抽出
国内で想定している経年劣化事象（日本原子力学会PLM実施基準等）と米国の80年運転認可で想定している経年劣化事象（80年認可標準審査指針等）を比較・分析。
比較・分析の結果：PLM（Plant Life Management：ここでは「高経年化対策」の意味。）実施基準に記載の無い経年劣化事象として3件を抽出
（※報告書本体から追記：抽出された3件は以下のとおり：
- チタン合金使用伝熱管のSCC（Stress Corrosion Cracking: 応力腐食割れ）
- アルミ合金使用機器の孔食（隙間腐食/SCC、
- 鋼製機器が埋設環境下で炭酸塩・重炭酸塩に曝される事によるSCC）。

その3件については60年を超える事で顕在化する事象ではなく、過去国内実機損傷事例はなく、国内では個別環境を考慮し別の事象を想定して保全を実施。PLM実施基準への反映の検討について、原子力学会へ提言していく。

②取替困難機器の評価に係る知見拡充事項の整理（80年の評価期間を想定）
プラント運転期間に影響を及ぼす取替困難機器（原子炉圧力容器、原子炉格納容器、コンクリート構造物）において部位と事象を組合せ、米国に倣い80年の評価期間を想定した場合に、従来のPLM評価手法で、科学的・技術的に評価可能か考察。望まれる知見拡充の取組を整理。⇒中性子照射脆化で2項目抽出
（出典）第14回原子力委員会資料第1号 原子力エネルギー協議会（ATENA）「安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組」（2022年4月）、
原子力エネルギー協議会（ATENA）「安全な長期運転に向けた経年劣化に関する知見拡充レポート」（2022年3月）

2.技術的課題

2.2経年劣化についての知見

2.2.2 OECD/NEAによるレポート

〇ほとんどの機器等が、原子力発電所の寿命の中で修理･交換される一方で、圧力容器等、交換が不可能な機器も存在し、これらの経年変化によって原発の運転期間が制限される。
〇一方、それらの経年変化メカニズム等は十分に理解されているため、経年変化管理を行うことで、運転中の安全マージンを許容範囲内に保っている。その結果として、長期運転のための重大な技術的障害はない。

原子力発電所は、その寿命の間に、構造物･系統･機器（SSC)の殆どが通常の保守手順や改修工事の一環として交換される。交換を行うことによって、経年化の影響を軽減し、最新の規制、知識、運転経験に従って必要な安全性向上を実施できる。

但し、技術的･経済的な理由で交換が不可能とみなされるSSCがある。これらのコンポーネントの経年変化によって最終的に原子力発電所の運転期間が制限される。原子炉圧力容器など(注）が該当する。数十年にわたる研究と運転経験の蓄積から、運転寿命を制限する主な経年変化メカニズム、ストレス因子などは十分に理解されている。実際、この技術的証拠と経年変化管理プログラムを組合せることによって、運転中に安全マージンが許容範囲内に保たれるよう確保している。長期運転プログラムでは、内部評価、定期的な再評価及び外部のピアレビューを実施している。

その結果、電力会社が必要な修理と交換を行う一方で、入手可能な技術的証拠を使用して強化された経年変化管理プログラムを実施するならば、長期運転が重大な技術的障壁に直面することはない。

これまでの経験では、電力会社は、長期運転回収のための長い停止期間を利用して、出力の向上、計装制御系の改善、柔軟な運転、全体的なプラント近代化などの追加の改良工事を実施している。

(注）原子炉の寿命を制限しうるSSC：
･原子炉圧力容器（軽水炉）
･原子炉冷却系配管、溶接部、炉内部材（軽水炉･重水炉）
･格納容器などの大型な土木･コンクリート構造物（軽水炉･重水炉）
･プラントの電気系統の大部分（軽水炉･重水炉）

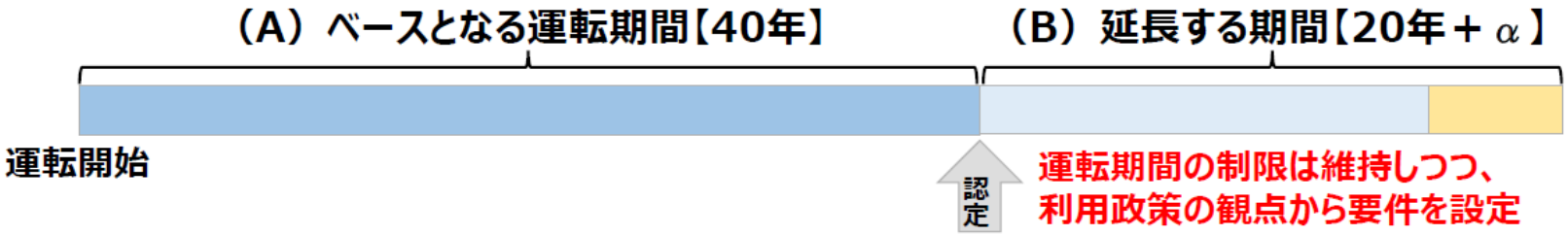
（出典）OECD/NEA「Long-Term Operation of Nuclear Power Plants and Decarbonisation Strategies」(2021年)
※和訳は、原子力産業協会による「OECD/NEA報告書「原子力発電所の長期運転と脱炭素化戦略」について」を参照。

利用政策の観点からの運転期間の在り方について

- **令和4年12月、資源エネルギー庁において、利用政策の観点からの運転期間の在り方について案が示された。**

- 原子力規制委員会により**安全性が確認されなければ、運転できないことは大前提**。
- その上で、**運転期間に関する新たな仕組みを整備**。その際、以下を考慮する。
  ①立地地域等における不安の声や、現行制度との連続性などにも配慮し、**引き続き上限を設ける**。
  ②運転期間の**延長を認める要件**、延長に際して**考慮する事由を明確化する**。
  ③様々な状況変化を踏まえた客観的な政策評価を行い、**必要に応じて見直しを行う**。

＜措置のイメージ＞



1．延長を認める要件

- 電力の**安定供給・供給手段の選択肢**の確保、**電源の脱炭素化によるGX**への貢献
- **自主的な安全向上**等に向けた事業者の**態勢整備の状況**

2．延長する期間

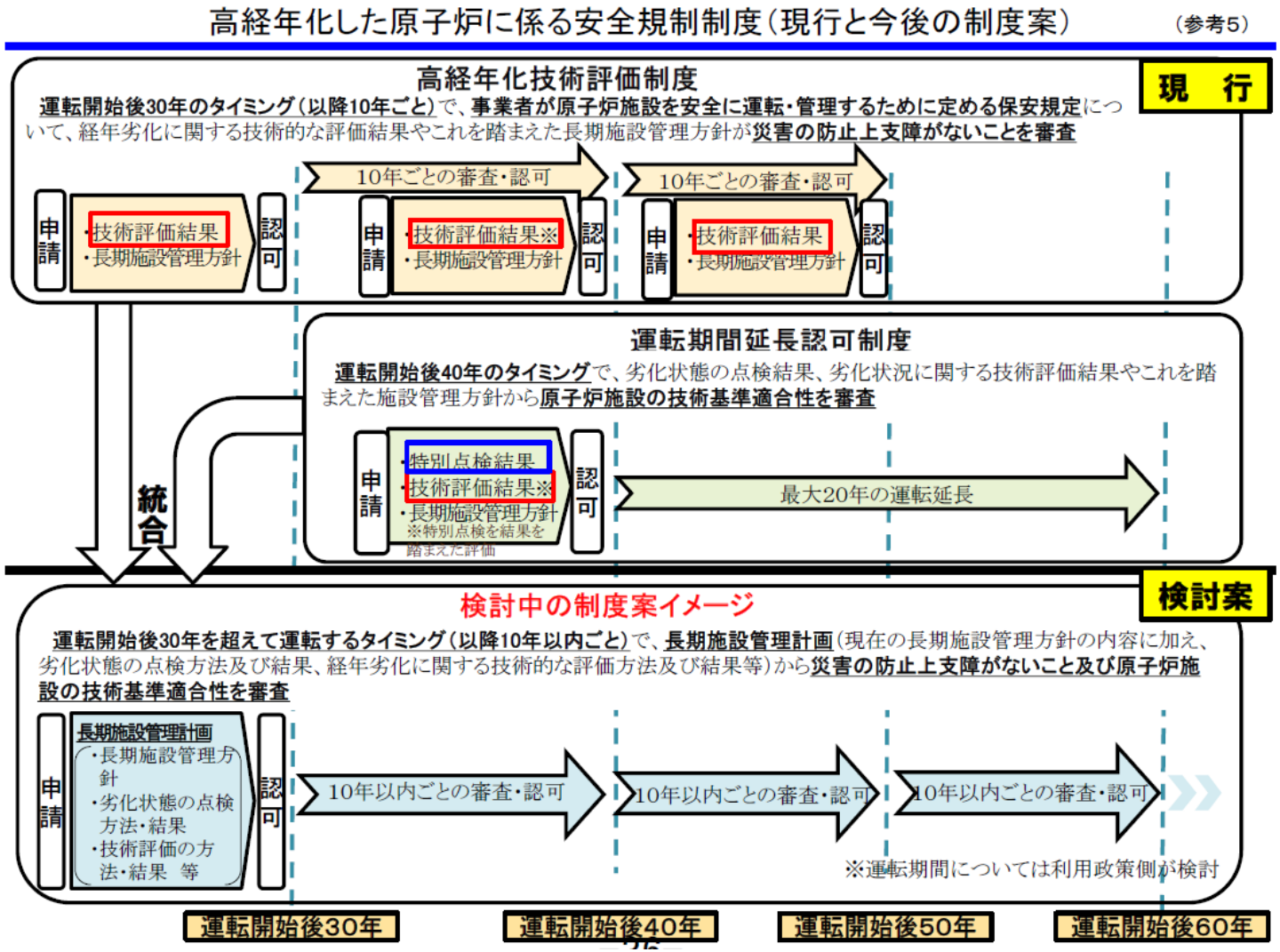
- **20年を基礎**として、事業者が**予見し難い事由※による停止期間**を考慮

※東日本大震災発生後の**法制度の変更、行政指導、裁判所による仮処分命令** 等

（出典）第49回原子力委員会　資源エネルギー庁「今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針（案）のポイント」

経年劣化に関する規制の制度設計について

- 令和4年12月、原子力規制委員会において、経年劣化に関する規制の制度設計について案が示された。



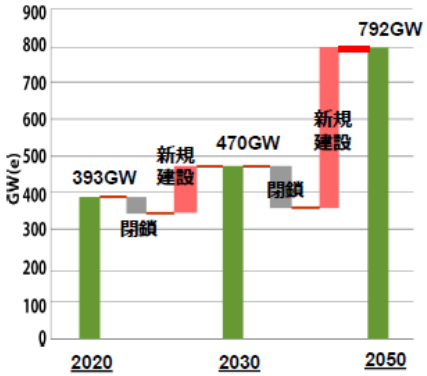
（出典）第50回原子力委員会　原子力規制庁「高経年化した発電用原子炉に関する安全規制の検討（第５回）」

革新炉の開発活発化

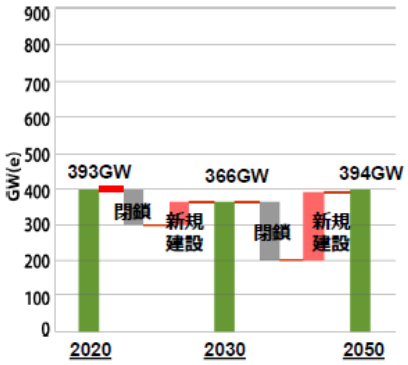
- 各国で革新炉（ＳＭＲ、マイクロ炉、高温ガス炉等）の開発が活発化しており、NEI(米国原子力エネルギー協会）によれば、これら非従来型炉は、2050年の市場において、最大で25%程度を占める可能性があると予測。

IAEA（国際原子力機関） **世界の原子力設備容量予測** 単位：GW=100万kW

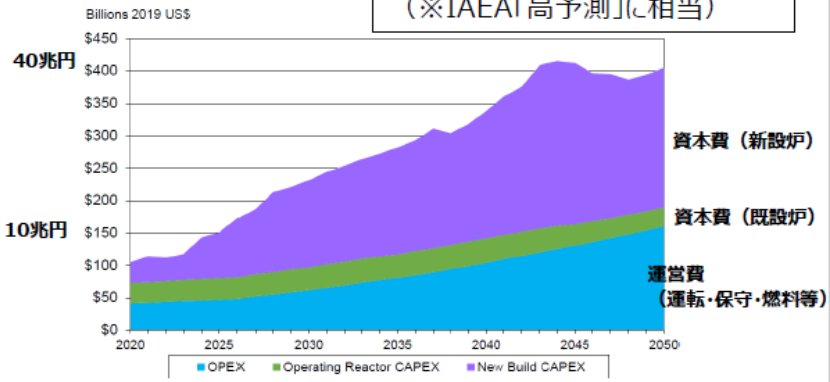
【高予測：各国で温暖化対策を拡充】



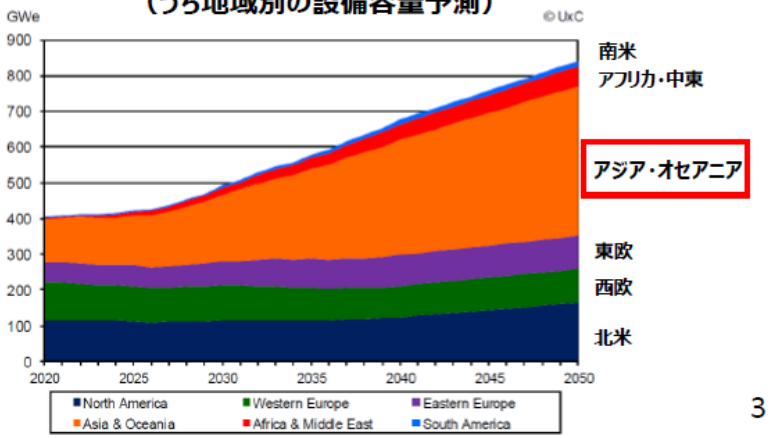
【低予測：各国の政策が現状維持】



NEI（米国原子力エネルギー協会） **世界の原子力市場予測**
（※IAEA「高予測」に相当）



（うち地域別の設備容量予測）



ＮＥＩ（米国原子力エネルギー協会）**による非従来型炉の市場規模予測**

「SMR、マイクロ炉、高温ガス炉、溶融塩炉等の非従来型炉が、より市場に浸透していけば、これら非従来型の炉は、2050年の市場において、最大で25%程度を占める可能性がある」

3

（出典）第35回原子力委員会　資源エネルギー庁「令和5年度概算要求説明参考資料」（2022年）

様々な革新炉

- 「革新炉」の中には、様々な炉型があり、それぞれの特徴、目的、実現までの時間軸の違い等を踏まえた取組が必要である。

- 革新炉とは、**安全性、廃棄物、エネルギー効率、核不拡散性等の観点から優れた技術を取り入れた先進的な原子炉**。
  （参考：米原子力エネルギー革新法（2017年））

- 小型モジュール炉（SMR）の定義は、国や機関により様々であり、定まっていない。

革新炉の区分		
革新炉<定義>	大型	小型
軽水炉	革新軽水炉	小型モジュール炉（SMR）
第4世代炉等	大型第4世代炉	

※第4世代炉：黎明期の原子炉（第1世代）、現行の軽水炉等（第2世代）、改良型軽水炉等（第3世代）に続く原子力システムの概念

SMRの定義

米国			英国		OECD/NEA		IAEA	
AR	SMR	・軽水炉 ・30万kWe未満	SMR	・第3世代炉 ・小型 ・モジュール	SMR	・1～30万kWe ・モジュール（連続生産） ・第3世代炉 ・第4世代炉	SMR	・30万kWeまで ・モジュール ・先進的 ・固有の安全性 ・全ての炉型 −第3世代炉 −第4世代炉
	・非軽水炉（全ての炉型）		AMR	・第4世代炉 ・モジュール <核融合炉>				

「基本的考え方」ではこの考え方を採用

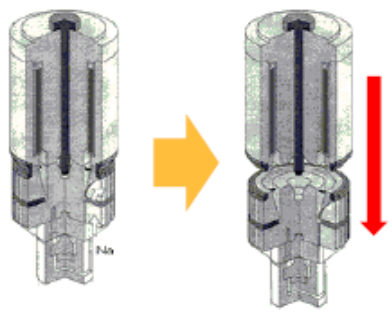
出典：資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」　令和４年４月20日
第1回革新炉ワーキンググループ　資料６

革新炉：受動的安全システムの例

- 受動的安全性とは、**システムの安全機能が、外部からのエネルギーあるいは信号、操作なしにそれ自体の有するメカニズムによって確保**されること。
- 冷却液体の**重力による注入**や、**自然循環による冷却**といった**自然法則を安全機能に採用**した受動的安全炉の開発・導入が東京電力福島第一原子力発電所**事故後も進む**。

事故時に制御棒自動挿入

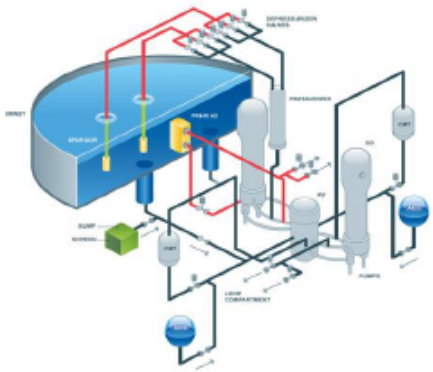
事故時の温度上昇で磁力を喪失し
制御棒が重力で落下して挿入されるため、
自然に反応が止まる



ナトリウム冷却高速炉
（日本原子力研究開発機構）

重力や蓄圧を使って注水

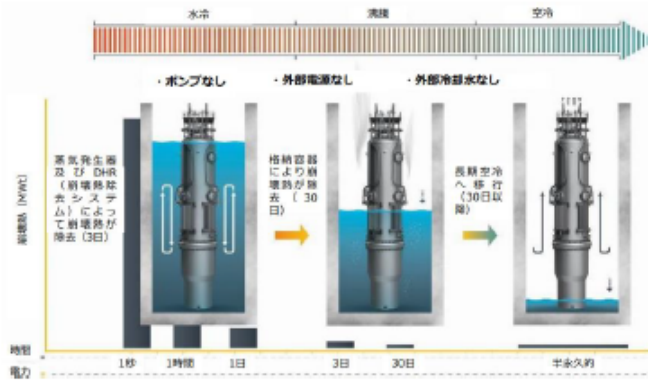
重力や蓄圧といった自然力を用いるため
事故時に電源や人的対応が不要



軽水炉 AP1000
（ウェスチングハウス）

自然循環で冷却

冷却に使われる液体や空気が
炉心の熱で密度差が生じて
自然循環し確実な冷却



小型軽水炉 VOYGR
（NuScale）

出典：資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」　令和４年４月２０日
第1回革新炉ワーキンググループ　資料６

革新軽水炉

革新炉の区分		
革新炉<定義>	大型	小型
軽水炉	革新軽水炉	小型モジュール炉（SMR）
第4世代炉等	大型第4世代炉	

革新型軽水炉の安全性向上の例

大型航空機衝突への対策

航空機衝突に耐えうる格納容器外部遮蔽壁の強靭化

セキュリティ高度化

最先端技術を適用したサイバーセキュリティ

耐震性向上

地下式構造(岩盤埋込)

放射性物質放出防止

万一の事故時にも、事故影響を発電所敷地内に限定

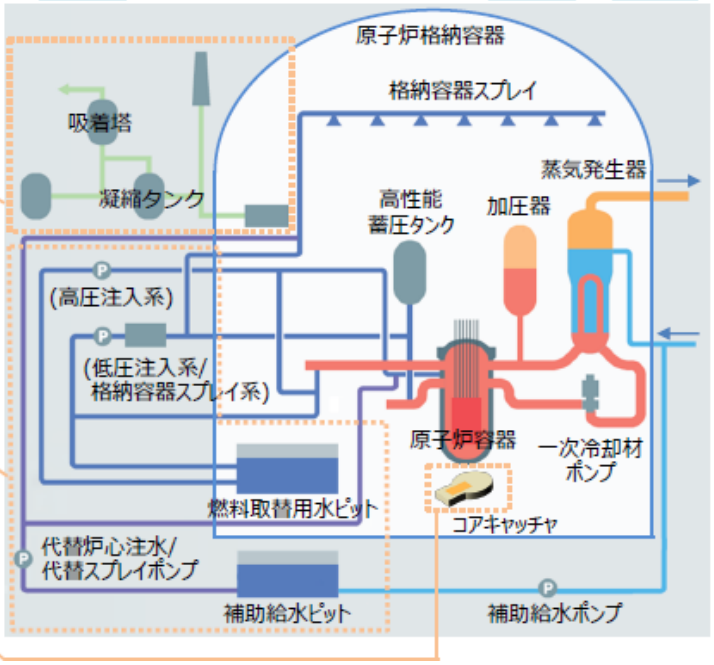
多重性・多様性

炉心冷却のための設備、電源等の多重性・多様性を強化

（２系列 ⇒ 3系列＋シビアアクシデント(SA)専用システム）

溶融炉心対策

炉心溶融が起こってしまった場合でも、最終障壁である格納容器を防護



津波、その他自然災害への耐性

津波・竜巻・台風・火山等の自然災害への耐性を強化

再生可能エネルギーとの共存

出力調整機能（周波数制御、負荷追従）の強化

カーボンフリー水素の供給

カーボンフリー電力による水素製造（水電解）

出典：資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」　令和４年４月20日
第1回革新炉ワーキンググループ　資料６

小型モジュール炉 (SMR)

革新炉の区分		
革新炉<定義>	大型	小型
軽水炉	革新軽水炉	小型モジュール炉（SMR）
第4世代炉等	大型第4世代炉	

SMRの分類（OECD/NEAによる）

分類	技術的特徴	具体例/適用
軽水炉-SMRs：単機型 (Single-unit)	現行の成熟した軽水炉技術が基礎	SMR-160（米）、BWRX-300（米-日本）、UK SMR（英）他
軽水炉-SMRs：マルチモジュール型 (Multi-module)	現行の成熟した軽水炉技術が基礎。モジュール化により中規模出力への増強が可能。	NuScale（米）、RITM-200（ロ）、Nuward（仏）他
移動可能型 SMRs (Mobile/transportable)	現行の成熟した軽水炉技術が基礎。海上も含め移動可能。	浮体原子力発電所（ロシア、アカデミック・ロモノソフ52MWx2基）等
第IV世代 (Gen IV) SMRs	革新的かつ非軽水炉技術が基礎。Gen IVとして開発が進められた技術。	高温ガス炉、高速炉、溶融塩炉
Micro modular reactors (MMRs)	10 Mwe以下の出力。移動の容易性。Gen IV技術を含め、非軽水炉型が主流。	遠隔地等グリッド接続の無い場所での使用等を念頭

出典：OECD/NEA, “Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities,” 2021.P.15~16 に基づき作成

ナトリウム冷却炉の本来の特長活かした安全特性

ナトリウム冷却高速炉　　高い安全性

＊ 冷却材の高い沸点、ほぼ常圧で使用、高い自然循環力

u 「常陽」「もんじゅ」から得た知見・成果も含め、ナトリウム冷却炉の特徴を勘案して、受動安全の活用など新たな機能を付加した堅牢なシステム

各種の異常・事故を想定した安全確保機能

自然に止まる

自己作動型炉停止機構

異常時・温度上昇時に、合金の物理特性で自然に制御棒が落下
⇒受動的に炉停止

自然に冷える

自然循環除熱など
多重・多様な除熱システム

●熱い流体が上昇する自然循環により、ポンプが動かなくても炉心の熱を大気に放熱、冷却

●万一の容器破損時にもナトリウムをガードベッセルで保持可能。冷却材は急噴出せず炉心冷却は維持可能

閉じ込める

再臨界回避＋損傷炉心冷却(炉内終息)

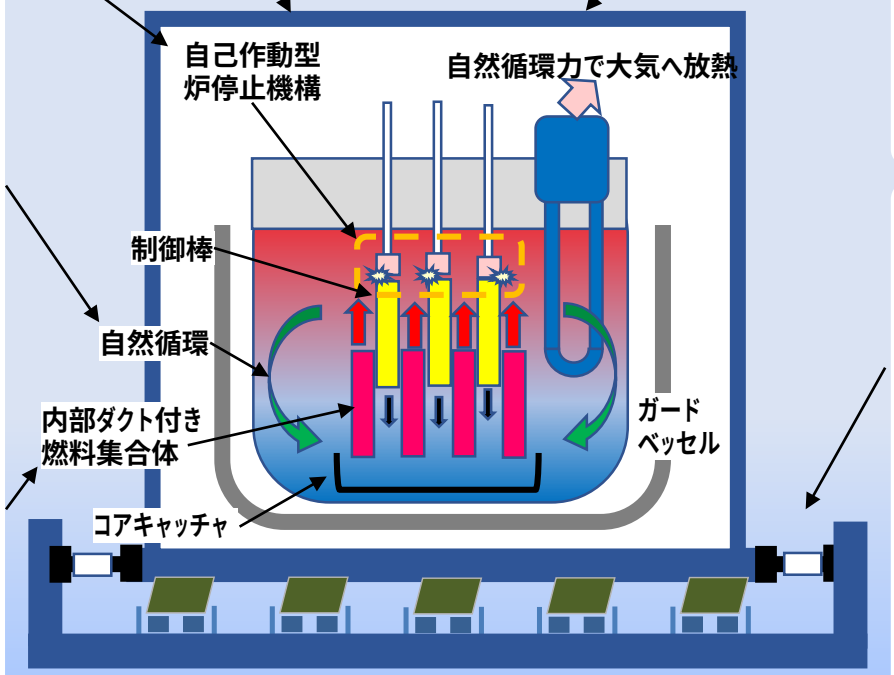
炉心の溶融が生じた際に初期に炉心から排出・冷却、炉内で事故終息。放射性物質の拡散を抑制⇒敷地外の緊急対応が不要

放射性物質放出防止

ガス処理系付きのリークタイトな格納容器により揮発性放射性物質をも閉じ込める

航空機衝突対策

格納容器の頑健性確保、系統分離、離隔距離を確保した除熱設備



ナトリウムの化学活性対策

早期検知、化学反応抑制

漏えい検知技術の高度化

Na中への水・蒸気の微小リークを早期に検出する

漏えい時に空気との接触を限定化

配管・機器バウンダリ２重化、区画化による影響範囲最小化

外的事象等への対策

地震対策

耐震性向上設計に加え、3次元免震採用によって強い地震にも対応

津波対策

防潮堤設置等でドライサイトとし、大気をヒートシンクとして除熱

その他（火山灰降下）

空気冷却器のフィルタ交換等で除熱機能を維持

出典：出典：次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する検討会（第4回）資料２　高速炉と高温ガス炉の安全性について（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構説明資料）

高温ガス炉　　高い安全性

HTTRで確証された安全メカニズム

実証炉に導入可能な安全メカニズム
（新規制基準を満足しつつ更なる安全性向上が見込まれる）

各種の異常・事故時（配管破断等）の安全性

自然に止まる・自然に冷える

- 大熱容量・高熱伝導であるため原子炉容器外側での放熱で燃料が冷える
- 制御棒挿入せずとも、強制的に冷却せずとも物理現象のみで、原子炉が自然に静定・冷却
- 大気の自然循環により冷却する炉容器冷却設備の導入により、事故時の崩壊熱除去に動的機器や非常用電源等を不要にして安全性を強化

閉じ込める

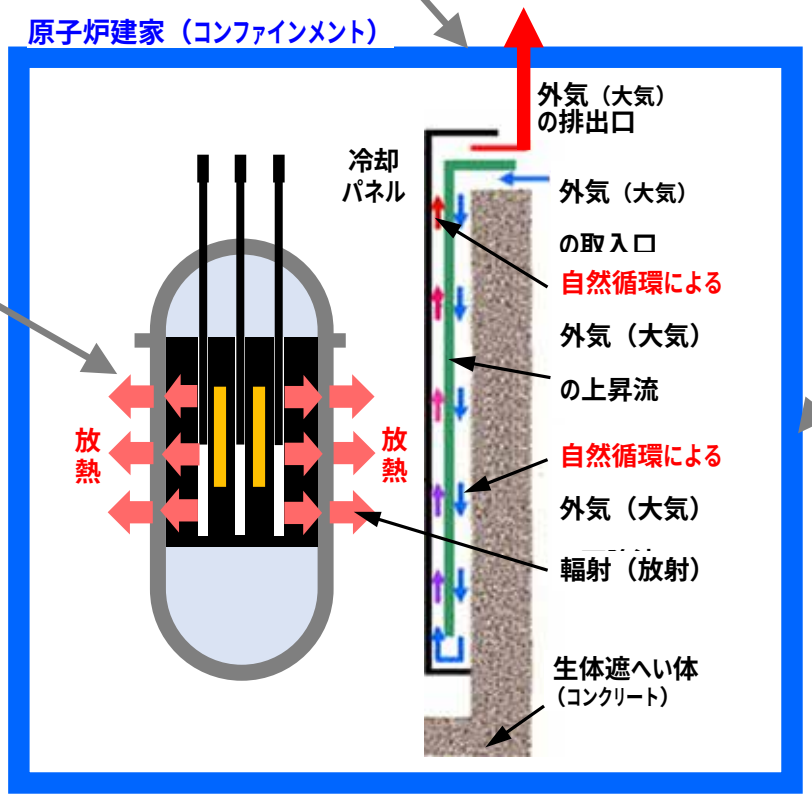
セラミックス被覆燃料粒子は耐熱性が高く、閉じ込め機能を保持

爆発のリスクを著しく低減

冷却材が化学反応、蒸発しないため水素・水蒸気爆発が発生しにくい

航空機衝突対策

地下設置により航空機衝突の可能性を低減



外的事象等への対策

地震対策

強い地震により機器故障が発生した場合にも自然に止まり、冷えるため、免震システム等の導入は不要

津波対策

防潮堤設置等でドライサイトとし、大気をヒートシンクとして除熱

その他（火山灰降下）

大気冷却による除熱性能を喪失しても、輻射による除熱が可能

外部火災対策等（水素製造）

地下設置により水素製造施設の火災爆発の影響を低減

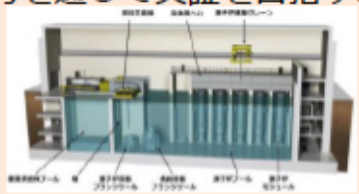
出典：出典：次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する検討会（第4回）資料２　高速炉と高温ガス炉の安全性について（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構説明資料）

海外連携、国内開発等で推進する革新炉の開発（1）

NuScale SMR

日揮グローバル株式会社、
株式会社IHI

- PWRタイプのSMR。複数のモジュールをプール内に設置し、炉心冷却が可能。
- １モジュールの出力は7.7万kWで、最大12個のモジュールを設置可能(最大92万kW)。
- 2029年に米国で実証炉運開を目指すNuScale社に、2021年、日揮・IHIが出資を発表。2022年、JBICも出資を発表。
- モジュール・メンテナンス機器等の課題についてについて日米協力を通じて実証を目指す。



BWRX-300

日立GEニュークリア・エナジー株式会社(日立GE)

- 出力30万kWのBWRタイプのSMR。圧力容器と一体化した隔離弁を採用した原子炉とすることで、配管破断による冷却材喪失事故を排除する設計。NRCが事前審査中。
- 米GE Hitachi社と日立GE社が共同開発し、北米での実証を目指す。
- 日立GEの実温・実圧で試験できる設備を活用し、要素技術を実証を予定。

多目的利用小型PWR

三菱重工業株式会社

- PWRタイプのSMR。炉容器に蒸気発生器を内蔵することで冷却材喪失事故の排除、炉心冷却にポンプ等の動的機器を使わない受動安全性等が特徴。
- 独自IPで、出力30万kWの発電用炉と、革新的な窒化物燃料を使う出力3万kWの船舶搭載炉を開発。

発電用炉

船舶搭載炉

マイクロリアクター

- 災害時の非常用電源、遠隔地などで多目的に利用できる出力0.05万kWのマイクロリアクターも開発。

マイクロリアクター

出典：資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」　令和４年４月２０日
第1回革新炉ワーキンググループ　資料６

海外連携、国内開発等で推進する革新炉の開発 (2)

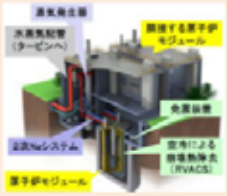
小型ナトリウム冷却金属燃料高速炉(MCR-200)

三菱重工業株式会社、三菱FBRシステムズ株式会社

- 二次系ループをモジュール型に増やして出力増が可能な小型ナトリウム冷却高速炉
- 金属燃料を粒子型とすることで、受動停止による安全性向上、ナノ粒子をナトリウム冷却材に混ぜることで、ナトリウムの化学的活性の抑制を目指す。
- 国産技術で高い技術成熟度。

小型ナトリウム冷却金属燃料高速炉(PRISM)

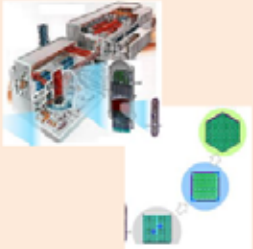
日立GEニュークリア・エナジー株式会社会社 (日立GE)



- 日立GEのパートナー・米GE Hitachi社開発のナトリウム冷却・金属燃料小型モジュール高速炉。
- 金属燃料による固有安全性、静的機器による受動安全、モジュール工法による工期削減等が特徴。
- 設計概念は米国のVTR、Natrium炉にも採用。

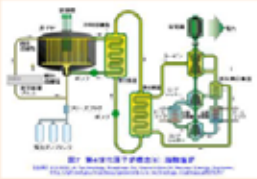
軽水冷却高速炉

日立GEニュークリア・エナジー株式会社



- MOX燃料棒を稠密に配した四角格子燃料を既設BWR・ABWRに装荷し、BWRでプルトニウムを集中的に経済効率よく燃焼することを可能とする提案。
- 現行再処理・MOX燃料技術を活用可能。

溶融塩炉



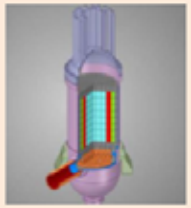
- 沸点が高く低圧で作動可能な溶融塩の液体燃料を循環させ、発電等に用いる炉型。米、加、仏等で次世代の技術として開発。

8

高温ガス炉コジェネプラント (水素製造・発電)

三菱重工業株式会社

- 高温ガス炉の900℃超の熱を活用し、発電と大量・安定の水素製造が可能なコジェネプラント。
- 水素の大量安定供給で製鉄等プラント等の脱炭素に貢献可能。
- HTTR設計・製作・建設、実用炉検討を通じた経験。



蓄熱型高温ガス炉

東芝エネルギーシステムズ株式会社、富士電機株式会社

- 熱出力600MWt/ユニットで、4ユニット合わせて電気出力約100万kWを達成する高温ガス炉。
- 発電用を念頭とし、溶融塩蓄熱システム併設により負荷追従が可能。
- 高温水蒸気電解との接続による水素製造オプション
- HTTR建設主要企業としての経験。

出典：資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」　令和４年４月20日
第1回革新炉ワーキンググループ　資料６

SMRに対する期待と求められる対応：まとめ

論点項目	期　待	求められる対応
安全性	簡素化設計や低エネルギー密度は過酷事故につながる事象を低減し安全裕度の向上。	自然循環冷却等の受動的安全機能、過酷な故障モード等新たな技術の実証が必要。
規制	軽水炉ベースSMR は、現行の大型炉同様の運転条件等であるため、許認可プロセスが容易の可能性。	軽水炉型以外のSMRは新しい設計が多く、経験ベースがより限定的。新たな規制項目に係る検討と対策が必要。
経済性	モジュール化等による工期短縮は先行投資額、財務リスクの低減につながり参入意欲拡大の可能性。SMRが提供できる電力系統の負荷追従や非電力利用は経済性向上に寄与し得る。	スケールデメリットの点で大型炉に比べ不利。世界市場に向けた大量生産の実現が必要。そのためには、世界的な規制調和と市場の統合が必要。
サプライチェーン	研究機関や大学との連携により、SMR サプライチェーンは、熟練した労働力と研究開発インフラストラクチャの利活用を確保。	SMRプロジェクトの展開のためには、主要コンポーネントの戦略的パートナーシップが不可欠。
立地	大型原子炉と同様、雇用創出の機会等地域社会に魅力的なものとなる可能性。高い受動的安全特性等により、遮蔽要求水準の緩和 (reduced shielding requirements)やEPZの縮小、エネルギー需要地域近傍への立地の可能性あり。	EPZ の削減等が実施されても、安全目標を満たし、高いレベルで公衆の信頼を得ることにつながることを実証する必要あり。
燃料サイクル／廃棄物	–	一部のSMRはU235の濃縮度5～20%の低濃縮ウラン (HALEU) の使用を想定しており、この核燃料サプライチェーンと燃料サイクル全体への影響を評価する必要あり。また、SMRの使用済燃料の特殊性を踏まえた貯蔵･処分の検討も必要。

出典：主に OECD/NEA, “Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities,” 2021.及びIAEA, “Pilot Project Report: Considering the Application of a Graded Approach, Defence-in-Depth and Emergency Planning Zone Size for Small Modular Reactors” IAEA, 2018 に基づき作成

②カーボンニュートラルに向けた動きやエネルギー安定供給を踏まえた原子力エネルギー利用を目指す
6：SMR、革新炉の開発・導入にかかる課題

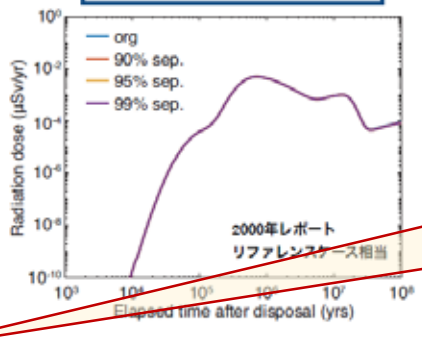
- 通常の実用発電炉と比較し、SMRは使用済燃料や低レベル放射性廃棄物の発生量が増加する見込み
- 総発電量や核燃料サイクル全体での総合した検討が必要

使用済み燃料管理

5

- 潜在的有害度低減のための高速炉サイクル
  - MA分離と燃焼をどこまで行うか？
  - 二次廃棄物の廃棄物ストリームと処分方法の検討.
  - 炉本体と比べて技術成熟度に劣る.
- 高温ガス炉
  - 使用済み燃料管理（直接処分，再処理）に関するR&Dが必要.
- SMR
  - 炉心が小さいため，発生する使用済み燃料やLLWの量が増加.

異なる分離効率における被ばく線量合計値の比較



総発電量や核燃料サイクル全体での総合した議論が必要

Krall, L. M., Macfarlane, A. M. & Ewing, R. C. Nuclear waste from small modular reactors. *Proc National Acad Sci* **119**, (2022).

提言2

サイクルオプションを含めたバランスの取れた新型炉，革新炉開発プログラムの推進が不可欠.

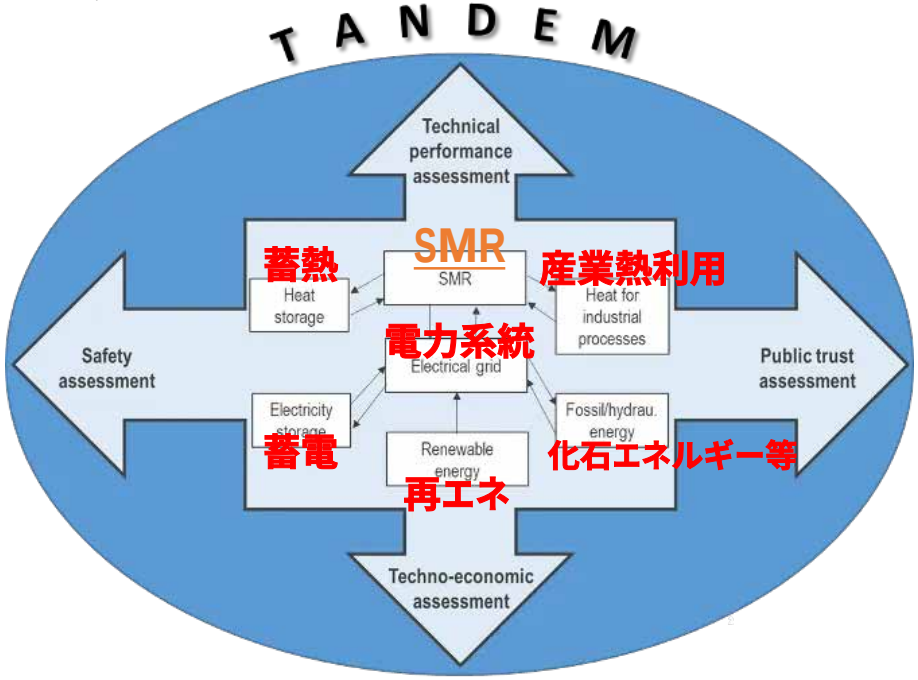
（出典）２０２２年度第３６回　原子力委員会定例会
資料１－２　持続的な原子力エネルギーの利用について（2022年9月）から抜粋

革新炉の多目的利用について

SMR等の革新炉では、脱炭素化等社会課題解決に向けて、出力が変動する再生可能エネルギーとの共存、熱や水素の供給、ラジオアイソトープ製造など、電力供給以外の多目的利用についても世界的に検討が進められている。

TANDEMプロジェクト

SMRが出力変動のある再生可能エネルギーなどの他のエネルギー源や蓄電システムとの共存を図り、電力だけでなく、熱や水素の供給の可能性を有する点を踏まえ、SMRを安全かつ効率的にエネルギー系統に組み込むための方策を探るＥＵプロジェクト。



(出所) Nuclear Reactors Group

原子力利用によるクリーン水素の供給

原子力エネルギー利用により、二酸化炭素の排出のない水素を、出力が変動する再生可能エネルギーよりも安定的かつより小さいスペース、低コストで生産できる可能性があり、多くの国で研究開発が進められている。将来的には、革新炉等から発生する高温の熱を利用した高効率な水素製造の検討が進められている。

温度	製造法	効率	プロジェクト事例等
低温 ※既存炉のほとんどが300℃程度の熱の発生に限られる。	水電解	約60%	ナインマイルポイント原発（米）、関西電力（日）等複数
高温 ※いくつかの革新炉では500～1000℃の高温を作り出すことが可能。	高温水蒸気電解/熱化学プロセス	80 %超	＜高温水蒸気電解＞ プレーリー・アイランド原発（米）、EDF（英）、東芝ESS（日） 等 ＜熱化学プロセス＞ ISプロセス：JAEA（日）、清華大学核能・新能技術研究院（INET）（中） 等 HySプロセス：サバンナリバー国立研究所（米） 等

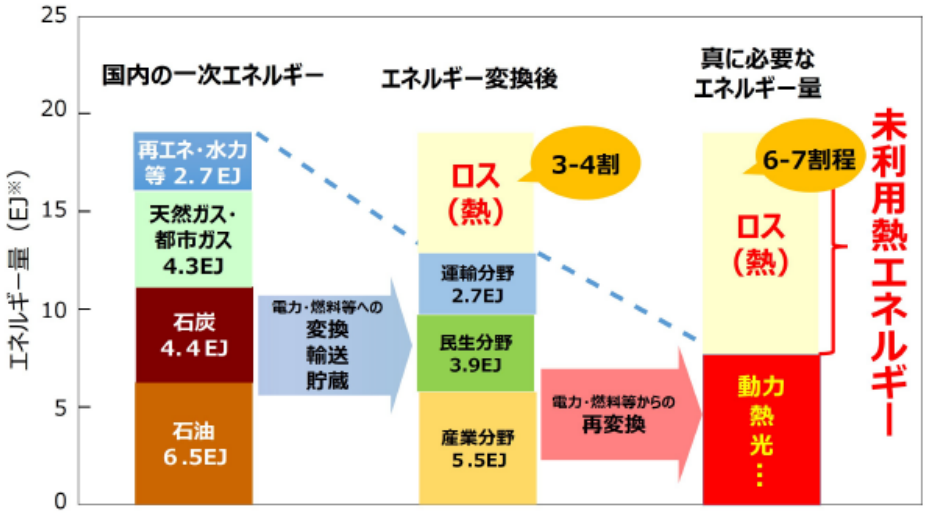
※その他、CO2を地下で貯留するCCSを利用した化石燃料由来の水素製造（高温が必要となる）など、様々なクリーン水素製造の検討が進められている。

(出所) Nuclear-Hydrogen Digest、NEI、OECD/NEA他、各種報道

熱利用について

- 我が国では、経済社会活動の過程で利用される一次エネルギーのうち、６～７割程度の損失が発生している。
- 産業部門においては、200℃未満または一部業種で500℃以上の未利用熱が大量に廃棄されており、これらの活用が長年の課題。
- 熱の輸送には困難を伴うことから、熱の有効活用のためには、空間（需要地と供給地の距離）、時間（需要時期と供給時期の時差）、温度（需要温度と供給温度）の3要素のミスマッチを解消する必要があり、原子力の熱利用も同様の配慮が必要。

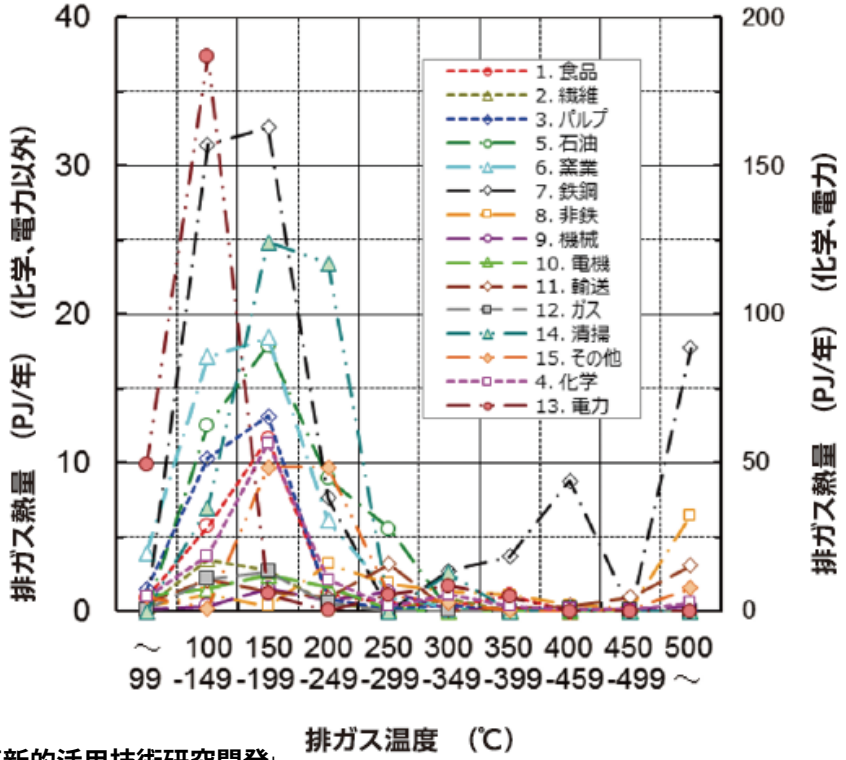
国内の一次エネルギー活用状況



※EJ=10^{18} ジュール

出典：資源エネルギー庁　令和2年度（2020年度）エネルギー需給実績（速報）を基にNEDO作成

我が国の工場設備の廃熱実態



(出所) NEDO事業紹介パンフレット「未利用エネルギーの革新的活用技術研究開発」

核燃料サイクルの確立に向けた取組

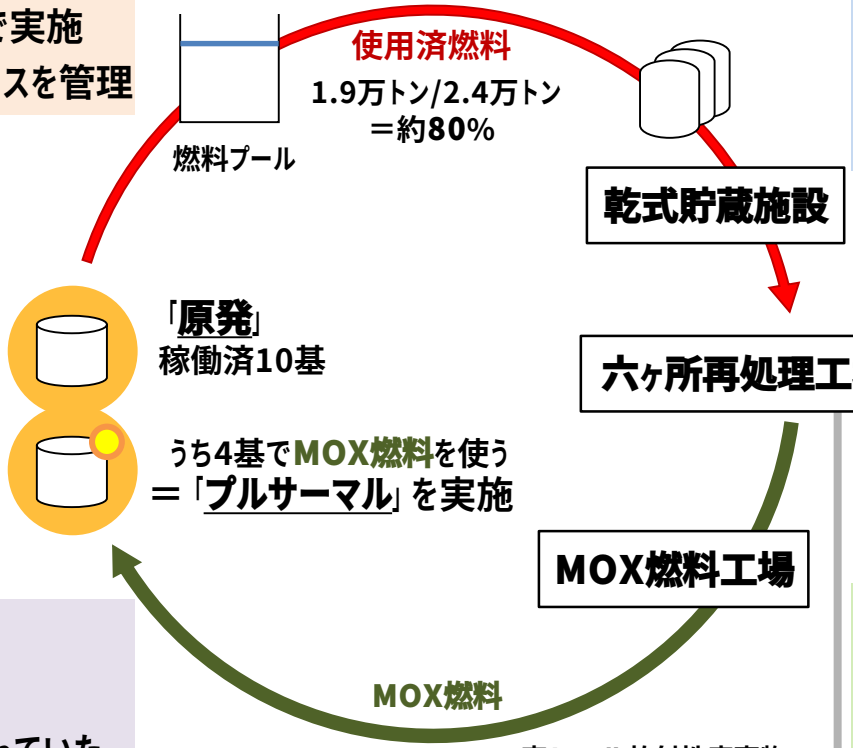
- 2020年夏以降、核燃料サイクル施設の事業変更許可や最終処分の取組など、核燃料サイクルの取組が進められている。
- 核燃料サイクル確立に向けて、①**六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工**、②**使用済燃料対策の推進**、③**最終処分の実現**、④**プルトニウムバランスの確保**等の取組を加速することが重要。

○プルトニウムバランスの確保

- 新たなプルサーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基で実施
- プルトニウムの回収と利用のバランスを管理

○使用済燃料対策の推進

- 業界全体で貯蔵能力の拡大を推進
  2030年頃に容量を約3万トンへ
- 業界大の連携・協力を推進
- 使用済MOX燃料の技術開発を加速



（2020．９ 伊方 許可）
（2020.11 RFS 許可）
（2021．４ 玄海 許可）
（2021．５ 使用済燃料対策推進計画 改訂）

（2018．７ 我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方）

（2020.12 プルサーマル計画）
（2022．２ プルトニウム利用計画）

（2020．７ 許可）

（2020.12 許可）

○再処理工場・MOX工場の竣工

- 業界大で原燃の審査・竣工を支援
  再処理　2024年度上期の
  　　できるだけ早期
  ＭＯＸ　2024年度上期

○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていただけるよう、全国での対話活動に取り組む

（2地点で文献調査実施中）

（出典）第２６回　総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会
資料３　核燃料サイクルの確立に向けた取組（事務局提出資料）（2022年5月）をもとに作成

六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工に向けた取組

- 我が国では、使用済燃料を再処理し、回収されたプルトニウムを有効利用する核燃料サイクル事業が原子力発電事業者によって行われており、再処理施設の竣工、ＭＯＸ燃料加工工場の建設等を進めていくことが必要。
- 六ヶ所再処理工場の竣工については、規制当局による審査を厳格に進めつつも、迅速な対応が求められる。

六ヶ所再処理工場の経緯

1993年４月　着工
1999年12月 使用済燃料搬入開始
2006年３月　アクティブ試験開始　→ガラス溶融炉の試験停止
2013年５月　ガラス固化試験完了
2014年１月　新規制基準への適合申請
2020年７月 事業変更許可
2022年12月第1回設工認認可・第2回設工認申請
→第2回設工認や使用前事業者検査等を経て竣工

竣工目標時期　2024年度上期のできるだけ早期

使用済燃料の最大処理能力　800ﾄﾝ/年

MOX燃料工場の経緯

2010年10月　着工
2014年１月　新規制基準への適合申請
2020年10月　審査書案の了承
2020年11月　パブコメ終了
2020年12月 事業変更許可
初回設工認申請
→安全対策工事や使用前事業者検査を経て竣工

竣工目標時期　2024年度上期

最大加工能力　130ﾄﾝHM（ヘビーメタル*）/年
＊MOX中のPuとUの金属成分の重量を表す単位

（出典）第２６回　総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会
資料３　核燃料サイクルの確立に向けた取組（事務局提出資料）（2022年5月）をもとに作成

使用済燃料対策に係る業界の取組

- 長期にわたる軽水炉の利用に当たり、原子力関連機関は、使用済燃料の貯蔵能力拡大に向けて、個別に具体的な取組を進めることに加え、原子力発電事業者等の連携強化を進めることも重要。
- 国もこうした使用済燃料対策について、前面に立って主体的に対応し、立地自治体の意向も踏まえながら、関係者の理解の確保等に取り組んでいく必要。

「使用済燃料対策推進計画」(2021年5月・電事連)

１．各社の取組

①原発敷地内での貯蔵（乾式貯蔵施設）

電力会社	発電所	拡大容量	原子炉設置変更許可
四国電力	伊方	500tU	2020年９月
九州電力	玄海	440tU	2021年４月
中部電力	浜岡	400tU	審査中
日本原子力発電	東海第二	70tU ※180tU既設	今後検査予定

②原発敷地外での貯蔵（中間貯蔵施設）

電力会社	地点	拡大容量	使用済み燃料貯蔵事業変更許可
東京電力HD	青森県むつ市	3000tU	2020年11月
日本原子力発電			

※プールでの冷却期間を経た使用済燃料を、金属製の容器に入れ建造物内で保管(乾式貯蔵)。 原発敷地外の貯蔵施設を、中間貯蔵施設と言う。

２．事業者全体の取組

貯蔵容量の拡大

2020年代半ば頃に 4,000tU程度、 2030年頃に 2,000tU程度、合わせて **6,000tU程度**の**使用済燃料貯蔵対策**を目指していく。

※tU　トンウラン。金属 ウランの重量を示 す単位。ウラン燃料・使用済燃料の重量単位として一般的に用いられる。

（出典）第２６回　総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会
資料３　核燃料サイクルの確立に向けた取組（事務局提出資料）（2022年5月）をもとに作成

使用済MOX燃料の再処理技術の確立

- 使用済ＭＯＸ燃料の再処理技術の早期の技術確立に向けて、研究開発を加速するため、国は、昨年度から国内での基盤整備のための研究開発の取組を拡充したところであり、こうした取組を更に強化することになっている。
- また、国が進める全体の研究開発方針の下、官民連携し、実用化に向けた知見を収集するため、国際協力等を活用した研究開発に取り組むことになっている。

ü 使用済MOX燃料の再処理に係る研究開発の現状

・昨年度から、**再処理プロセス全体の成立性の検討、及び要素技術の開発を目的とした研究開発を開始**。

・より実際の環境に近い試験の実施、試験のスケールアップなどを含め、**引き続き官民で連携し検討を加速していく**。

研究開発の例

- 使用済MOX燃料には、通常の使用済燃料と比べてプルトニウムが多く含まれるが、プルトニウムは硝酸に溶けにくい性質がある。
  - Ø MOX燃料の溶解実験等を実施し、対策を検討中。
- プルトニウムや半減期の長い物質などの影響により、放射線遮へいや冷却性能の向上が必要となる可能性がある。
  - Ø 再処理プロセス全体を通した工程への影響の程度を確認中。

（参考）国内外における使用済MOX燃料の再処理実績

フランス		日本	
時期	1992年～1998年、2004年～2008年	時期	1986年～2007年
実施者	オラノ社（ラ・アーグ再処理工場）	実施者	JAEA（東海再処理工場）
実績	約710トン	実績	約310トン

（出典）第３４回　総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会
資料３　原子力政策に関する今後の検討事項について（事務局提出資料）（2022年11月）をもとに作成

高速炉開発の戦略ロードマップ改訂

- 2016年12月の「もんじゅ」廃炉決定後、高速炉の研究開発の支援方針を改めて明確化するため、2018年12月、原子力関係閣僚会議において、「戦略ロードマップ」を決定。
- これまでに、複数の高速炉技術に対する政策支援を継続実施。2022年８月までに、支援対象技術について、専門家による技術的評価を実施。ナトリウム冷却が最有望と評価。
- 今後の支援方針の明確化等に向けてロードマップを改訂し、支援対象・進め方のイメージを具体化。

「戦略ロードマップ」改訂案の主なポイント

＜高速炉技術の評価＞

●技術の成熟度、市場性、国際連携等の観点から、複数の高速炉技術を評価。

●その結果、常陽・もんじゅ等を経て民間企業による研究開発が進展し、国際的にも導入が進んでいる**ナトリウム冷却高速炉が、今後開発を進めるに当たって最有望と評価**。

※軽水冷却やトリウム溶融塩冷却は、「燃料技術の実現性、基礎的な研究の継続が引き続き必要」と評価。

＜今後の開発の作業計画＞

2023 年夏：炉概念の仕様を選定

2024 年度～2028 年度：実証炉の概念設計・研究開発

2026 年頃：燃料技術の具体的な検討

2028 年頃：実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断

（出典）原子力関係閣僚会議（第10回）　資料１－１　戦略ロードマップ（改訂案）の概要

4. 国際潮流を踏まえた国内外での取組を進める

国際機関によるレビュー

- 国際機関との連携・協力を通して、第三者による中立的な評価を得ることが重要。
- 福島第一原発の廃炉作業やALPS処理水の海洋放出の安全性について、IAEAレビューを受けている。また、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）による、福島県の放射線量と住民への健康影響に関する科学的・中立的立場からの調査・評価などが行われている。

IAEA廃炉レビューによる評価報告書の主なポイント

ALPS処理水関連

- 前回レビューの指摘事項に対する日本側の努力を評価。特にALPS処理水の処分に関して、日本政府が基本方針を決定したことは、廃炉計画全体の実行を促進するものとして評価。
- 今後のALPS処理水の処分に向けて、東京電力が、将来の新たなALPS処理水を含む多量の処理と浄水の全体バランスと放出スケジュールの分析を行うことを推奨。

その他廃炉関連

- 次の10年は、取り出された燃料デブリの管理オプションの特定や固体廃棄物の保管管理の次の段階といった課題に包括的にアプローチしていくべき。
- 東京電力福島第一廃炉推進カンパニーが、エンジニアリング組織としてプロジェクト管理機能等の強化や人材育成に焦点を当てて、改善を続けることを推奨。
- 経済産業省と東京電力に、廃炉作業への信頼向上に対する広報事業の貢献を評価する調査の実施を推奨。

（出典）経済産業省「IAEA　廃炉レビューミッションが来日し、評価レポートを江島経済産業副大臣が受領しました」（2021年）に基づき作成

UNSCEARの報告書：東電福島第一原発事故による放射線被ばくの影響

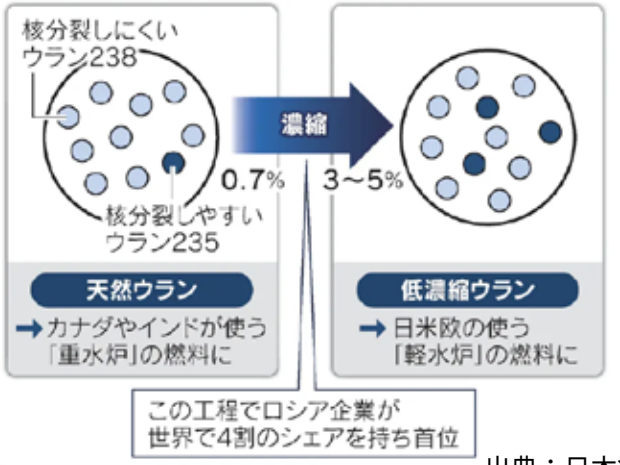
- 見直された公衆の線量は当委員会の2013年報告書と比較して減少、又は同程度であった。よって当委員会は、放射線被ばくが直接の原因となるような将来的な健康影響は見られそうにないと引き続きみなしている。
- 放射線被ばくから推測できる甲状腺がん増加のリスクは、検討されたどの年齢層でも識別できなかった可能性が高いことを示唆している。
- 福島で観測されている小児甲状腺がんは、放射線被ばくに関連しているようには見えず、高感度の超音波スクリーニングを適用した結果であると推測している。

（出典）令和3年度版原子力白書

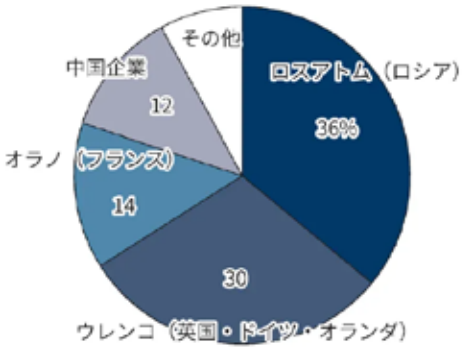
ウラン濃縮と脱ロシア

- ウラン濃縮の工程においてロシアの国営企業ロスアトムの世界シェアは４割。
- 地政学リスクが高まる中、価値を共有する同志国政府や産業界の間で、信頼性の高い原子力サプライチェーンの共同構築に向けた戦略的なパートナーシップ構築を進めていくべき。

ウラン濃縮の工程（イメージ）



ウラン濃縮はロシア企業が世界最大手



（注）ロスアトムの資料より、2020年

「米エネルギー情報局（EIA）によると20年に米国が調達したウラン製品のうち、カナダとカザフスタンがそれぞれ22%、ロシアは16%と3位だった。（中略）欧州連合（EU）も20年に調達したウランの20%がロシア産だった。ロスアトムの濃縮サービスも料金の安さから利用しているとみられている。ロシア産の原子炉を使う東欧では燃料もロシア産とされ、すぐに代替するのは難しい。」

出典：日本経済新聞　2022年7月18日　電子版記事「原発燃料の脱ロシア難航、米欧が依存　エネ安保リスクに」より引用

※日本はウランの大部分をカナダやオーストラリアから輸入し、濃縮は日本原燃（六ヶ所ウラン濃縮工場）において行っているため、燃料のロシア依存度は低い。

世界のウラン濃縮能力（2020年）

国	事業者	施設所在地	濃縮能力（tSWU/年）
フランス	オラノ社	ピエールラット	7,500
ドイツ	ウレンコ社	グロナウ	14,900
オランダ		アルメロ	
英国		カーペンハースト	
日本	日本原燃	青森県六ヶ所村	450
米国	ウレンコ社	ニューメキシコ	4,700
ロシア	テネックス社	アンガルスク、ノヴォウラリスク、ジェレノゴルスク、セベルスク	28,663
中国	核工業集団公司（CNNC）	陝西省漢中、甘粛省蘭州	10,700＋
その他	アルゼンチン、ブラジル、インド、パキスタン、イランの施設		170

（出典）日本原燃「濃縮事業の概要」、世界原子力協会（WNA）「Uranium Enrichment」（2020年）等に基づき作成

５．国際協力の下で原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保を進める

柏崎刈羽原発の核セキュリティ不正事案

- 2020年　IDカード不正使用事案発生
- 2021年　核物質防護設備の機能の一部喪失

⇒東京電力は、IDカード不正使用及び核物質防護設備の機能の一部喪失における背後要因を踏まえ、両事案の根本原因として、以下の3つの根本原因を特定。（安全対策工事の一部未完了に関する根本原因にも通じるものと思料）

３つの根本原因

①リスク認識の弱さ

柏崎刈羽の核物質防護部門において「核物質防護は情報の機密性が重要であり、現場でしっかり対応している」ことから、「社員は内部脅威になり得ない」と思い込む等の**「リスク認識の弱さ」**

②現場実態の把握の弱さ

こうした思い込みを覆すだけの十分かつ具体的な情報を、核物質防護管理者、発電所長、本社の原子力運営管理部長等が把握しなかったという**「現場実態の把握の弱さ」**

③組織として是正する力の弱さ

社内外からの指摘があったにも関わらず、発電所長以下の責任者や本社原子力運営管理部が長期にわたり改善せず核物質防護に対する要求に見合った適切な手当をしてこなかったという**「組織として是正する力の弱さ」**

（出典）第33回原子力委員会　東京電力ホールディングス株式会社「安全向上への取組みについて」（2022年8月）

東京電力は、核物質防護事案に対する「改善措置計画」36項目の対策を順次実施、運用中。原子力改革に取り組んでいくこととしている。

核軍縮・核不拡散と原子力の平和利用

- 唯一の戦争被爆国として、核軍縮・核不拡散と原子力の平和利用の推進に貢献する役割を担っている。
- 我が国としては、国際原子力機関（IAEA）に参画し、核兵器不拡散条約（NPT）等を通じ、原子力の平和利用に対する透明性の向上を図ることにより、国内外の理解を得る努力を継続している。

国際原子力機関（IAEA：International Atomic Energy Agency）

- 1957年に発足。175か国が加盟（2023年1月現在）。
- 「原子力の平和的利用の促進」及び「軍事的利用への転用の防止（保障措置）」を目的とした機関。

核兵器不拡散条約（NPT：Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons）

- 1970年に発効。我が国は1970年2月署名、1976年6月批准。
- 締約国は191か国・地域（2015年2月現在）。非締約国はインド、パキスタン、イスラエル、南スーダン。
- 条約には以下の事項等が盛り込まれている。
  - ・米、露、英、仏、中の5か国を「核兵器国」と定め、「核兵器国」以外への核兵器の拡散を防止
  - ・各締約国による誠実に核軍縮交渉を行う義務を規定
  - ・原子力の平和的利用は締約国の「奪い得ない権利」と規定するとともに、原子力の平和的利用の軍事技術への転用を防止するため、非核兵器国がIAEAの保障措置を受諾する義務を規定

原子力供給国グループ（ＮＳＧ：nuclear suppliers group）

- 1978年にNSGガイドラインを制定。
- 48か国が参加（2023年1月現在）。
- NSGでは、「NSGガイドライン」と呼ばれる原子力関連資機材・技術の輸出国（Suppliers）が守るべき指針（法的拘束力のないいわゆる「紳士協定」：IAEA公開文書）に基づいて輸出管理が実施される。

核セキュリティ･核不拡散の担保のための法体系

- 核セキュリティ・核不拡散に向けた取組は、国際的に確立された体制に基づき整備されている。
- 国際的枠組みがしっかりしていることから、準拠していれば、各国国内法の信頼性が高いと言える。

出典：IAEA「使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約」第5回検討会号資料を基に内閣府作成

軍事的脅威下での原子力発電所の安全対策の再認識

- 2022年2月24日　ロシアによるウクライナ侵略開始。
- 3月にかけては、ロシア軍によるチョルノービリ原子力発電所やザポリッジャ原子力発電所の攻撃・占拠。
- 3月2日に開催されたIAEA特別理事会では、グロッシーIAEA事務局長が原子力施設の安全と核セキュリティに関する以下の7つの柱を提示。

1. 原子炉、燃料貯蔵プール、放射線廃棄物貯蔵･処理施設にかかわらず、原子力施設の物理的一体性が維持されなければならない。
2. 原子力安全と核セキュリティに係るすべてのシステムと装備が常に安全に機能しなければならない。
3. 施設の職員が適切な輪番で各々の原子力安全及び核セキュリティに係る職務を遂行できなければならず、不当な圧力なく原子力安全と核セキュリティに関して、決定する能力を保持していなければならない
4. 全ての原子力サイトに対して、サイト外から配電網を通じた電力供給が確保されていなければならない。
5. サイトへの及びサイトからの物流のサプライチェーン網及び輸送が中断されてはならない。
6. 効果的なサイト内外の放射線監視システム及び緊急事態への準備･対応措置がなければならない。
7. 必要に応じて、規制当局とサイトの間で信頼できるコミュニケーションがなければならない。

（出典）IAEA 「Director General’s Statement to IAEA Board of Governors on Situation in Ulraine」(2022年）、外務省「（仮訳）ウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの枠組みに関するＧ７不拡散局長級会合（ＮＰＤＧ）声明」(2022年）に基づき作成

「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」

- 2018年に、原子力委員会で「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」策定。
- 我が国の原子力利用は、原子力基本法にのっとり、「利用目的のないプルトニウムは持たない」という原則を堅持し、現に平和目的の限り行われてきた。
- 「最近の世界的な原子力利用をめぐる状況を俯瞰し、プルトニウム利用を進めるに当たっては、国際社会と連携し、核不拡散の観点も重要視し、平和利用に係る透明性を高めるため、下記方針に沿って取り組むこととする。」
- 「我が国は、上記の考え方に基づき、プルトニウム保有量を減少させる。プルトニウム保有量は、以下の措置の実現に基づき、現在の水準を超えることはない。」

措置：

1. 再処理等の計画の認可に当たっては、(中略) プルサーマルの着実な実施に必要な量だけ再処理が実施されるよう認可を行う。その上で、生産されたMOX燃料については、事業者により時宜を失わずに確実に消費されるよう指導し、それを確認する。

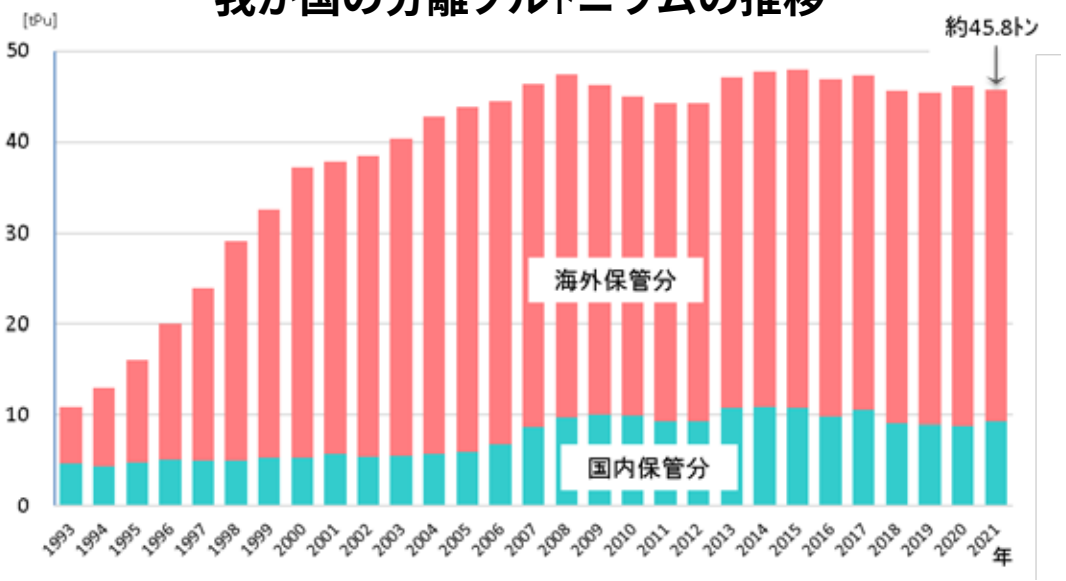
2. プルトニウムの需給バランスを確保し、再処理から照射までのプルトニウム保有量を必要最小限とし、再処理工場等の適切な運転に必要な水準まで減少させるため、事業者に必要な指導を行い、実現に取り組む。

3. 事業者間の連携・協力を促すこと等により、海外保有分のプルトニウムの着実な削減に取り組む。

4. 研究開発に利用されるプルトニウムについては、(中略) 当面の使用方針が明確でない場合には、その利用又は処分等の在り方についてすべてのオプションを検討する。

5. 使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた取り組みを着実に実施する。

我が国の分離プルトニウムの推移

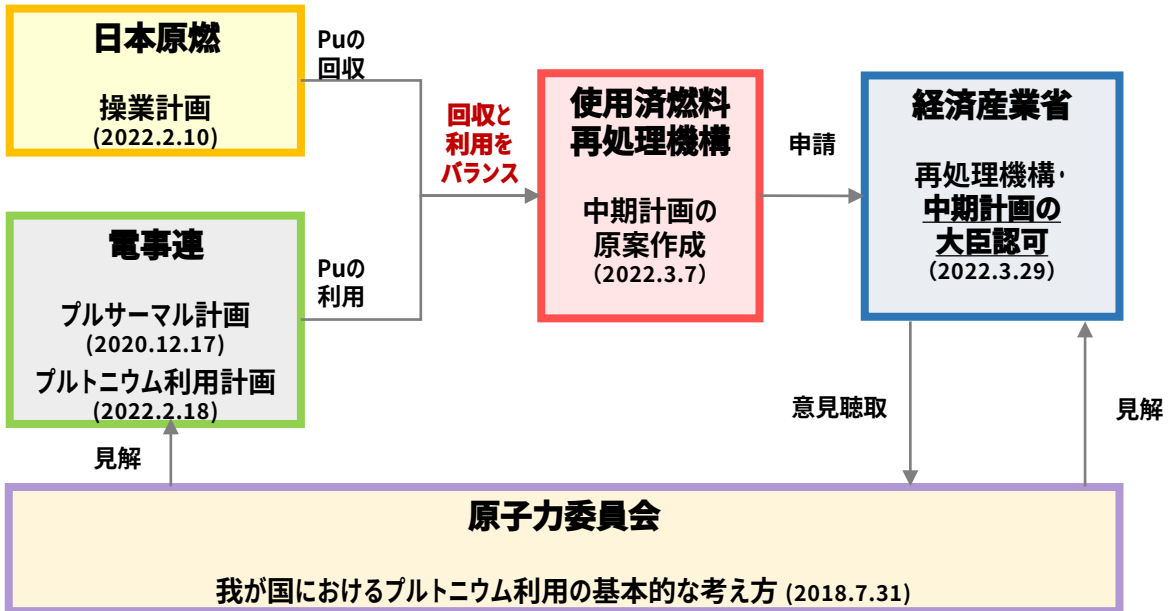


（出典）原子力委員会「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」(2018年)，右図は公表値を基に内閣府作成

プルトニウムバランス確保に向けた取組

- 核燃料サイクルを進める上では、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」を踏まえ、プルトニウム保有量の削減に取り組むとともに、プルトニウムバランスを確保することが必要。
- このため、
  ①新たなプルサーマル計画・プルトニウム利用計画に基づき、国内外のプルトニウム利用を加速するとともに、
  ②再処理等拠出金法の枠組みに基づき、経産大臣がプルトニウムの回収と利用をバランスさせる。
- 原子力委員会は、原子力の平和利用やプルトニウムバランス確保の観点から、プルトニウム利用計画に対して見解を示すほか、再処理機構の中期計画を経産大臣が認可する際にも、中期計画に対して見解を示している。

再処理等拠出金法の枠組みに基づくプルトニウムバランスの確保



（出典）第２６回　総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業分科会　原子力小委員会　資料３　核燃料サイクルの確立に向けた取組（事務局提出資料）（2022年5月）をもとに作成

デジタル化の加速に伴うサイバー攻撃の増加

- データの多様化・大容量化が進展し、その活用が不可欠となっている。
- また、新型コロナウイルス感染症の流行により、対面での社会活動に制限された中で、我が国ではデジタル化の遅れ等が顕在化。
- ＩＴ基本法の全面的な見直しを行い、デジタル社会の形成に関する司令塔としてデジタル庁を設置
- 原子力防災訓練等においてもバーチャル空間を活用した手法が普及。
- 一方、サイバー攻撃件数は増大。

（デジタル社会の実現に向けた改革の政府方針）

- デジタルの活用により、一人ひとりのニーズに合ったサービスを選ぶことができ、多様な幸せが実現できる社会～誰一人取り残さない、人に優しいデジタル化～
- デジタル社会形成の基本原則（①オープン・透明、②公平・倫理、③安全・安心、④継続・安定・強靭、⑤社会課題の解決、⑥迅速・柔軟、⑦包摂・多様性、⑧浸透、⑨新たな価値の創造、⑩飛躍・国際貢献）

（出典）総務省　「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針の概要」（2020年2月）

（サイバーセキュリティ上の脅威の増大）

（デジタルの活用）

「原子力災害時避難円滑化モデル実証事業」において、鹿児島県が情報通信技術（ICT)を活用した「住民避難支援・円滑化システム」を開発。

（出典）第13回原子力委員会　内閣府（原子力防災担当）「原子力防災対策の現状」を基に記載（2022年3月）

（出典）総務省「サイバー攻撃に関する最近の動向」（2021年6月）

利用実態のない放射性物質

＜我が国の核燃料物質使用者の状況＞

許可事業所数	199
（内訳※） 令第41条該当事業所 令第41条非該当事業所	 11 188

（2021年2月末時点）

※核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（昭和32年政令第324号）第41条に掲げる核燃料物質を使用する事業所を令第41条該当事業所という。また、令第41条に掲げる核燃料物質を使用しない事業所を令第41条非該当事業所という。

- 核燃料物質使用の許可事業所のうち、核燃料物質の貯蔵及び保管のみの使用用途の事業所が約90存在。当該事業所は、利用実態がないことから、他機関への譲渡を希望
- 現在、核燃料物質個人使用者は存在していないが、今後、管理下にない核燃料物質が発見された場合、個人による使用許可の申請が発生する可能性有

＜我が国の少量の国際規制物資使用者※の状況＞

許可事業所数		1,796
保有核燃料物質量	天然ウラン（kg）	38.8
	劣化ウラン（kg）	42.6
	トリウム（kg）	50.9
	合計（kg）	132.2

（2019年末時点）

※核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）第61条の3第1項に基づき同法施行令第39条に規定する使用の許可を要しない種類及び数量の核燃料物質（天然ウラン及び劣化ウラン：300g以下、トリウム：900g以下。以下「少量核燃料物質」という。）の使用の許可を受けた者

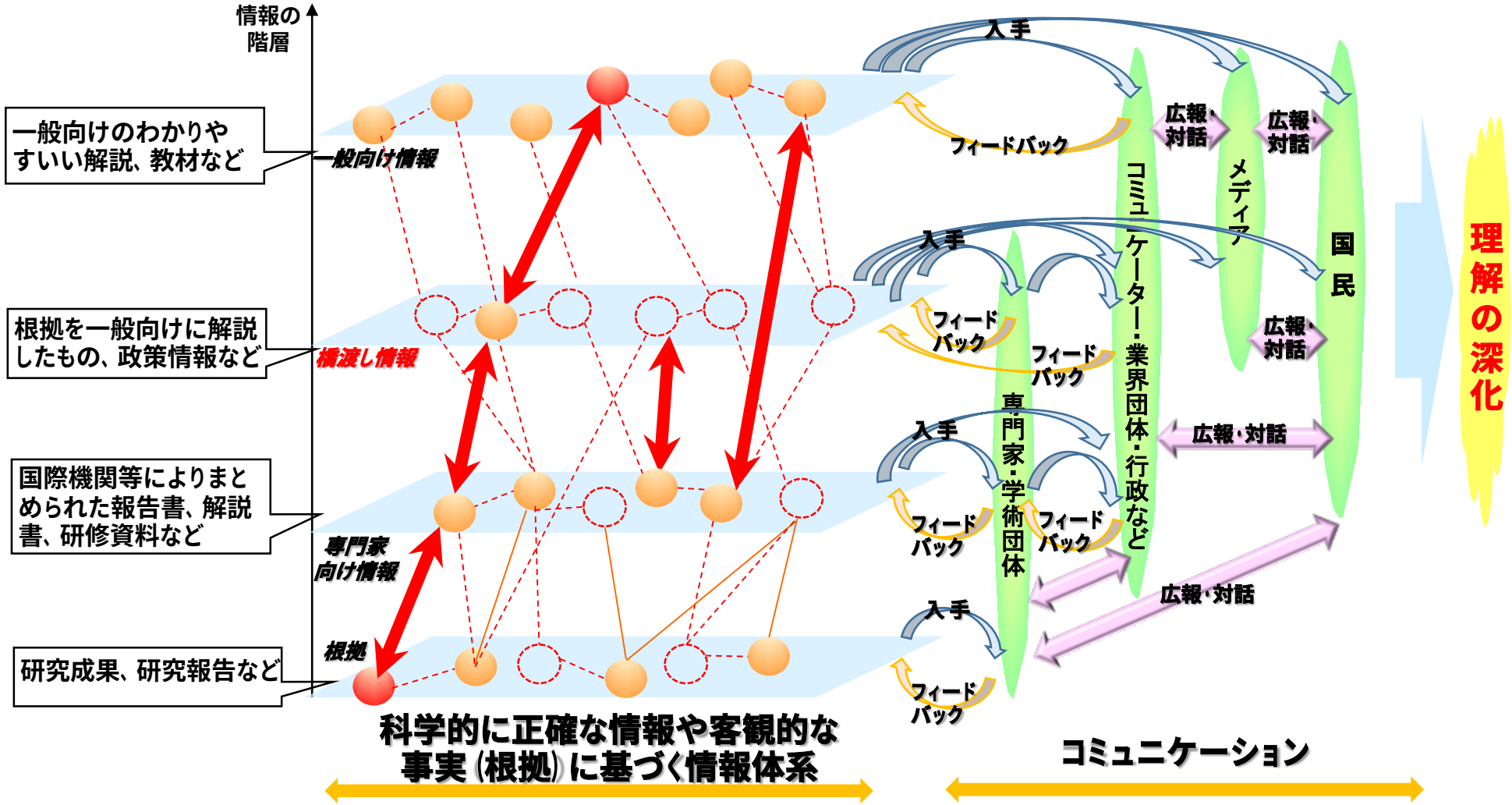
- 少量の国際規制物資使用の許可事業所のうち約8割が利用実態がなく、約7割が他機関への譲渡を希望（2017年9月調査時）

（出典）科学技術・学術審議会　研究計画・評価分科会　原子力科学技術委員会　原子力研究開発・基盤・人材作業部会（第6回）
原子力規制庁　「JAEA次期中長期目標の策定に当たって」（2021年2月）

6．原子力利用の大前提となる国民からの信頼回復を目指す

理解の深化に向けた方向性

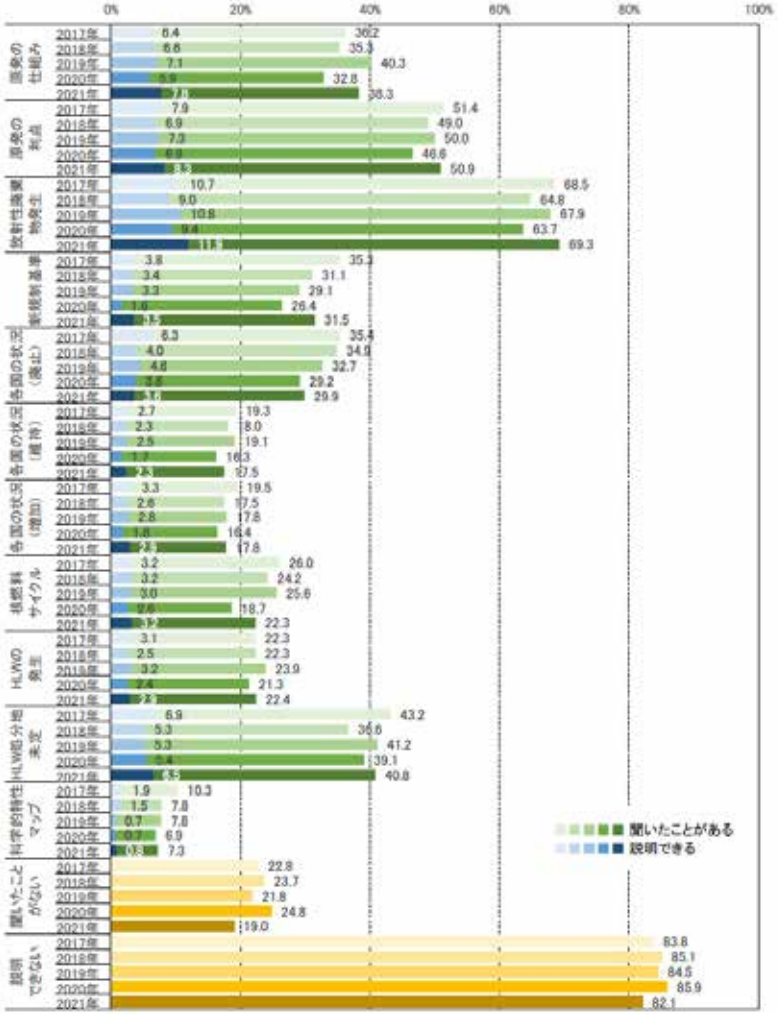
- 今後、原子力の利用を考えるに当たっては、国民一人一人が、科学的に正確な情報や客観的な事実（根拠）に基づいて理解を深め、個々人がそれぞれの意見を形成していくことが不可欠である。
- 原発立地地域に加え、世の中の大半を占める一般の方々の関心に応えるためには、科学の不確実性やリスクに十分留意しながら以下の取組が不可欠である。
- 疑問に思ったときに、自ら調べ、疑問を解決し、理解を深められるような情報体系（左側）
- 双方向の対話や広報等のコミュニケーション活動（右側）



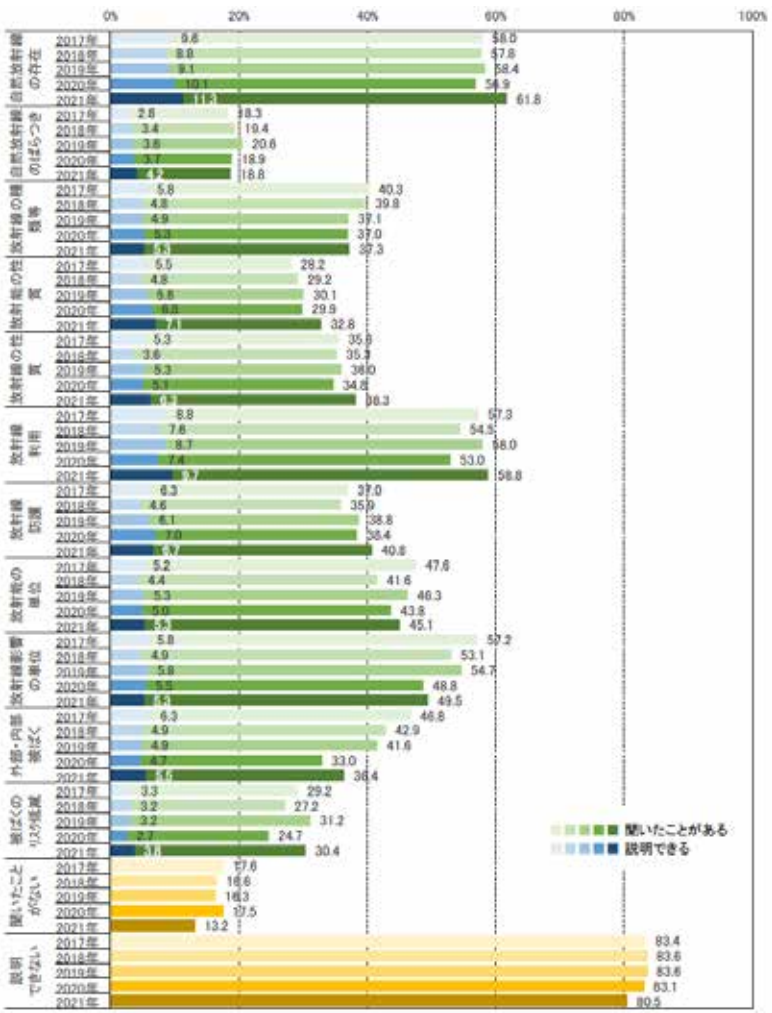
原子力･放射線に関する情報保有量

- 日本原子力文化財団による2021年度世論調査における、原子力分野/放射線分野について聞いたことがある項目及び他の人に説明できる項目を問う設問で、全て「聞いたことがない」人の割合は19%、全て「説明できない」人の割合は82.1%であった。放射線に関しては、全て「聞いたことがない」人の割合は13.2%、全て「説明できない」人の割合は80.5%であった。（N=1,200）
- 全てを「聞いたことがない」、「説明できない」人の割合はわずかに減少しているが、まだ８割を超える人が原子力/放射線に関する情報を保有しておらず、情報体系の整備、双方向コミュニケーションの強化などが必要である。

原子力分野に関する情報保有量の経年変化



放射線分野に関する情報保有量の経年変化



出典：日本原子力文化財団「2021年度　原子力に関する世論調査」

意思決定プロセスへの公衆参加の取組（米国エネルギー省DOEの事例）

- 米国DOEのオークリッジサイトは、1980年「包括的な環境対応、補償、責任に関する法律」（CERCLA)等に基づき、意思決定プロセスへの公衆参加の取組として公衆参加計画を作成、公開することが求められている。
- 公衆参加計画は、３年ごとに更新される。

DOEの公衆参加活動における基本的価値観

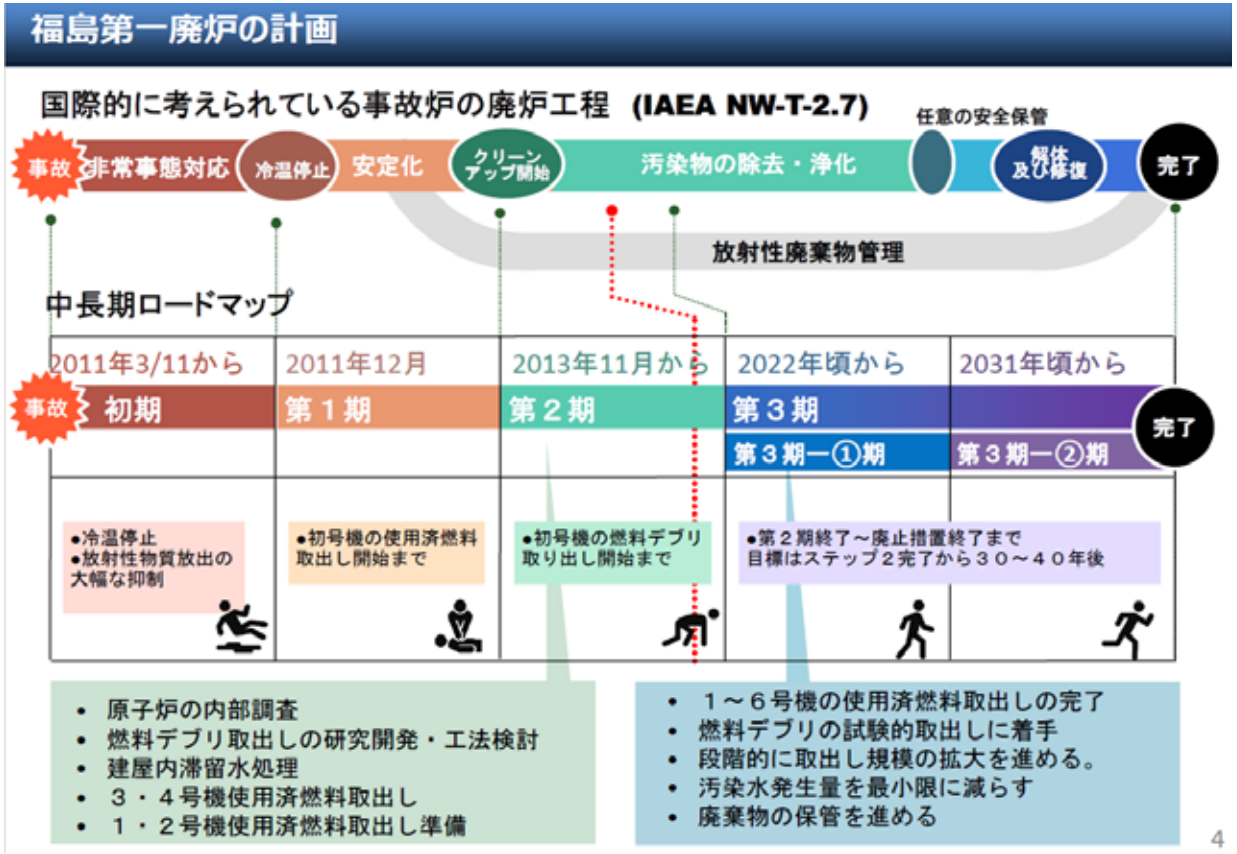
1. **アクセシビリティ**：利用可能で、アプローチしやすく、一般に公開されている DOEの担当へのよく知られたアプローチ方法。
2. **説明責任**：決定に関する公衆に対する責任と、その決定の根拠を提供する意思。
3. **正確さ**：真実へのコミットメント。
4. **コミュニケーション**：DOEとホスト・コミュニティを含むステークホルダーとの間の情報、知識、及び視点のオープンで双方向の交換。
5. **一貫性**：規則性と継続性を特徴とするステークホルダーとコミュニティの相互作用。
6. **公平性**：客観性と、いかなる側に対しても不当な思いを持たないこと。
7. **正直**：公正、信頼、そして率直さへ忠実であること
8. **イノベーション**：新しいアイデア、方法、アプローチの導入。
9. **オープン性**：アクセスが容易であること、およびステークホルダーの意見に耳を傾け、検討し、対応する意思があること。
10. **尊重**:ステークホルダーの多様性と文化的関心への配慮と感受性。
11. **対応力**:ステークホルダーと影響を受けるコミュニティのニーズと懸念をタイムリーかつ思慮深く検討し対応すること。
12. **科学的信頼性**:健全で信頼できる最先端の科学の追求への取り組み。
13. **誠実さ**：すべてのステークホルダーとコミュニティとのコミュニケーションにおけるオープン性、率直さ、誠実さ。
14. **時間/適時性**:ステークホルダーが DOE の意思決定プロセスに参加するのに十分な時間。ステークホルダーの意見や要望へのタイムリーな対応。タイムリーな DOE の決定は、一般市民の参加によって通知され、遅れることがないこと。

出典：U.S. Department of Energy, “PUBLIC PARTICIPATION and COMMUNITY RELATIONS（ POLICY DOE P 141.2）”, Approved: 05-02-03

7．廃止措置及び放射性廃棄物の対応を着実に進める

福島第一原子力発電所の廃炉の状況

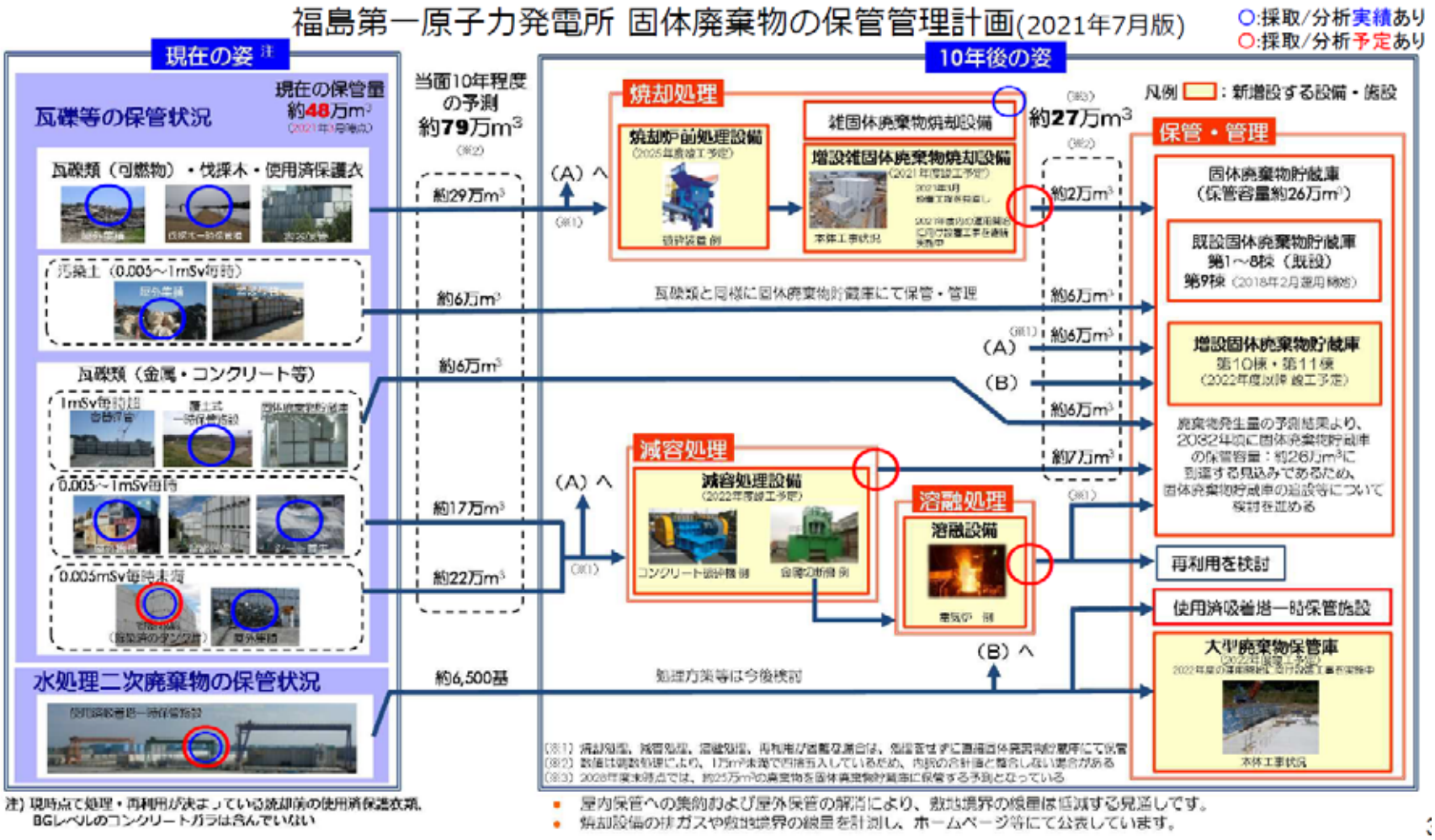
- ALPS処理水の処分方法として海洋放出する基本方針が2021年4月に決定。2022年7月には原子力規制委員会から認可され、同年8月から海底トンネル等の工事を開始。具体的な海洋放出の時期は2023年春～夏頃と見込む。
- 燃料デブリの試験的取り出しは2022年内を予定していたが、使用するロボットアームの改良等が必要なことから、2023年度後半目途着手に見直し。



（出典）第21 回原子力委員会　山名　元「福島第一原子力発電所の廃炉と関連課題」（2022年5月）

福島第一原子力発電所の廃炉における放射性廃棄物の分析(1)

- 福島第一原発の廃炉においては、今後も大量の放射性廃棄物が発生する。



（出典）原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会（第98回）東京電力「固体廃棄物の性状把握に向けた試料採取・分析計画について（2022年度）」（2022年3月）

福島第一原子力発電所の廃炉における放射性廃棄物の分析(2)

- 東京電力において分析計画を策定し、必要な分析体制の構築をすることになっている。

■ 各年度の試料採取/分析数(概算)の推移

▼:主要廃炉工程ｲﾍﾞﾝﾄ

		～2020	2021	2022	2023	2024	2025～	備考
試料採取	瓦礫類(可燃物)・使用済保護衣・伐採木 -使用済み保護衣等焼却灰 -伐採木等焼却灰 -可燃物等焼却灰	約160採取済 ▼雑固体焼却設備 (うち焼却灰(7))	27 (うち既設25,増設2)	▼増設雑固体焼却設備 約30 →	→	→	約30 ・・・	
	瓦礫類(金属・コンクリート等) -1mSv毎時超 -0.005~1mSv毎時 -0.005mSv毎時未満 (再利用向けコンクリート瓦礫含む)	約270採取済	86	約80	▼減容処理設備 約130 →	→	約130 ・・・	
	水処理二次廃棄物 水処理装置 処理前後水 水処理二次廃棄物性状把握 -多核種除去設備吸着材 -Cs吸着装置 吸着材	約280採取済 ▼多核種除去設備 約80採取済	18 吸着材採取装置▼約10 除染装置スラッジ▼約90 ゼオライト土嚢回収設備▼	約10 →	→	約10 約10	・・・・	
	施設設計開発に向けた性状把握	約110採取済 -炭酸塩/鉄共沈ｽﾗﾘｰ -除染装置スラッジ -ゼオライト土嚢 -2号ﾄｰﾗｽ滞留水	6 -3号ﾄｰﾗｽ滞留水 -金属溶融設備	約10 -1号ﾄｰﾗｽ滞留水 -金属溶融設備 →	→	約10	・・・・	炭酸塩・鉄共沈ｽﾗﾘｰはｽﾗﾘｰ安定化処理設備の設置計画に合わせ採取
試料採取数(概計)		計約900試料採取済 (2012-20実績)	137試料 採取済み	約140試料 採取予定	約270試料 採取予定	約190試料 採取予定	約180試料 採取予定	
試料分析	各施設分析数(目標) -茨城地区の分析施設等 -大熊第一棟分析施設	約650分析済 (2012-20実績)	62分析 実施 大熊第一棟分析施設▼	約70分析 予定 →	→	→	約70分析 予定 ・・・・ 約200分析 予定 ・・・・	
					約100分析 予定	約200分析 予定		
分析容量(概計)		計約650試料分析済 (2012-20実績)	62試料 分析済み	約70試料 分析予定	約170試料 分析予定	約270試料 分析予定	約270試料 分析予定	

※分析結果や研究開発の進捗、現場ニーズ等を適宜反映するため、分析数/分析内容等、計画については変り得る。なお分析結果は福島第一事故廃棄物に関する分析データ集(FRAnDLi)で公開中。また固体廃棄物(瓦礫類、放射性廃棄物)の表面線量率測定(全数実施)や安全監理は東京電力、核種濃度等分析は経産省廃炉・汚染水対策事業で実施中。

5

（出典）原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会（第98回）東京電力「固体廃棄物の性状把握に向けた試料採取・分析計画について（2022年度）」（2022年3月）

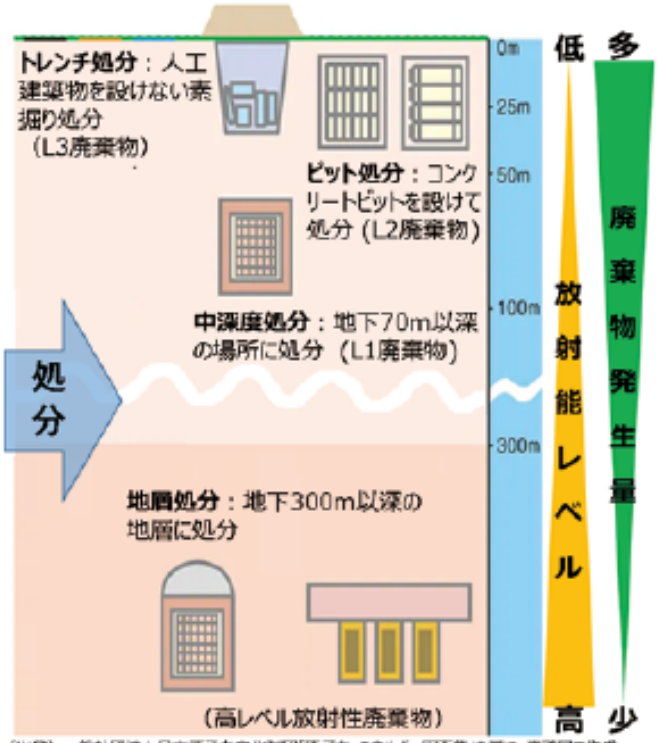
放射性廃棄物の処分

- 原子力を利用した後に出てくる放射性廃棄物を人間の生活環境に有意な影響に与えないように処分することは現世代の責任。
- 使用済み燃料などの高レベル放射性廃棄物の他、より大量に出てくる低レベル放射性廃棄物に関しても、処分場の確保など解決すべき課題も残る。

放射性廃棄物の種類と処分方法

発生源	廃棄物の種類		例
原子力発電所、研究開発施設等	汚染されていない廃棄物		大部分の廃棄物
	放射能レベルが基準以下のもの（クリアランス物）		コンクリート、金属など
	低レベル放射性廃棄物（注）	放射能レベルが極めて低いもの（L3廃棄物）	コンクリート、金属など
		放射能レベルが比較的低いもの（L2廃棄物）	フィルター、廃器材など
		放射能レベルが比較的高いもの（L1廃棄物）	制御棒、炉内構造物
使用済燃料再処理施設	高レベル放射性廃棄物		ガラス固化体

注：低レベル放射性廃棄物には、上記のほか、ウラン廃棄物や更に放射能レベルが高いTRU廃棄物と呼ばれるものも含まれる。

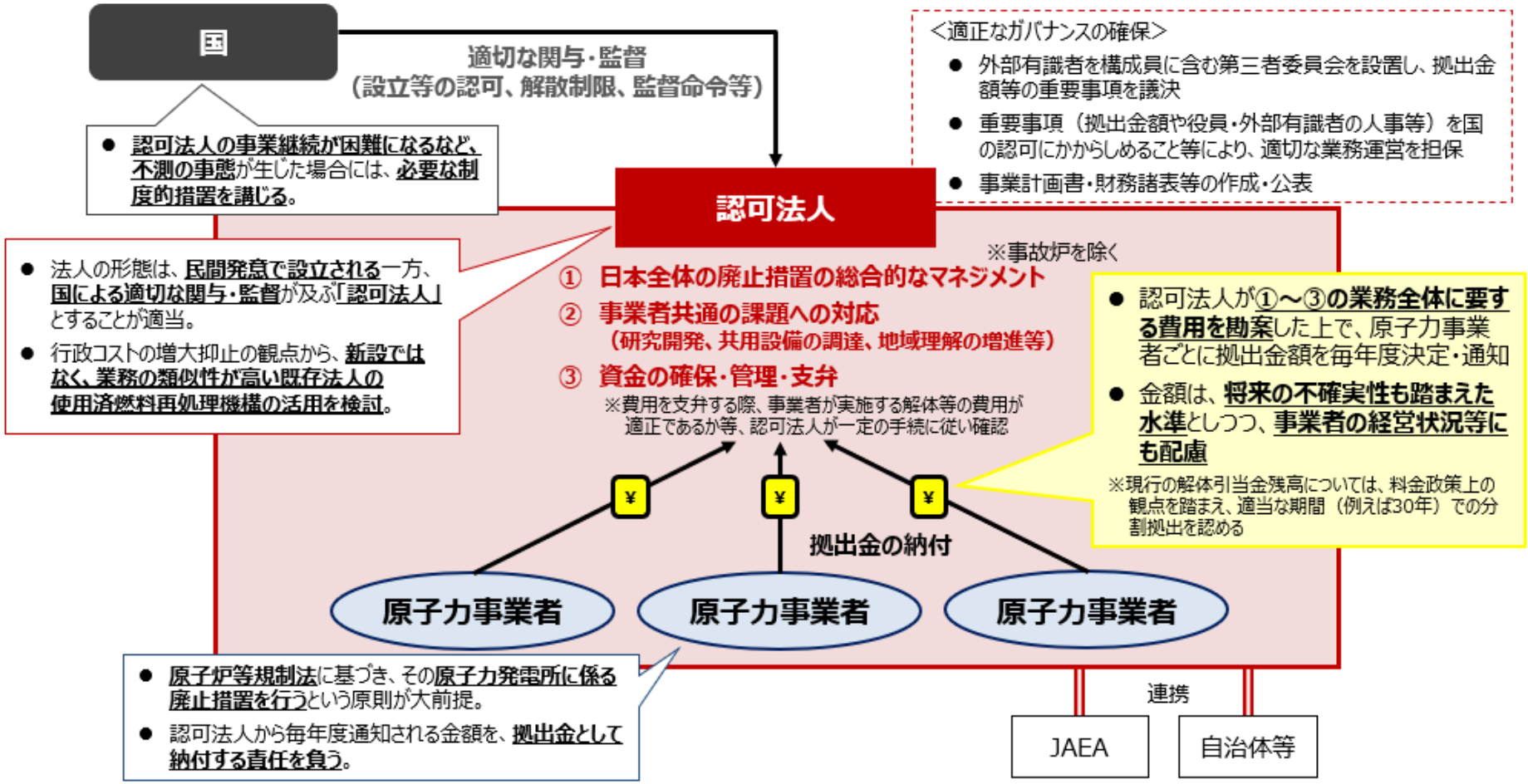


（出典）第43回原子力委員会資料第2号　内閣府「低レベル放射性廃棄物等の処理・処分を巡る動向等について」（2021年）に基づき作成

廃炉の円滑化に向けた取組

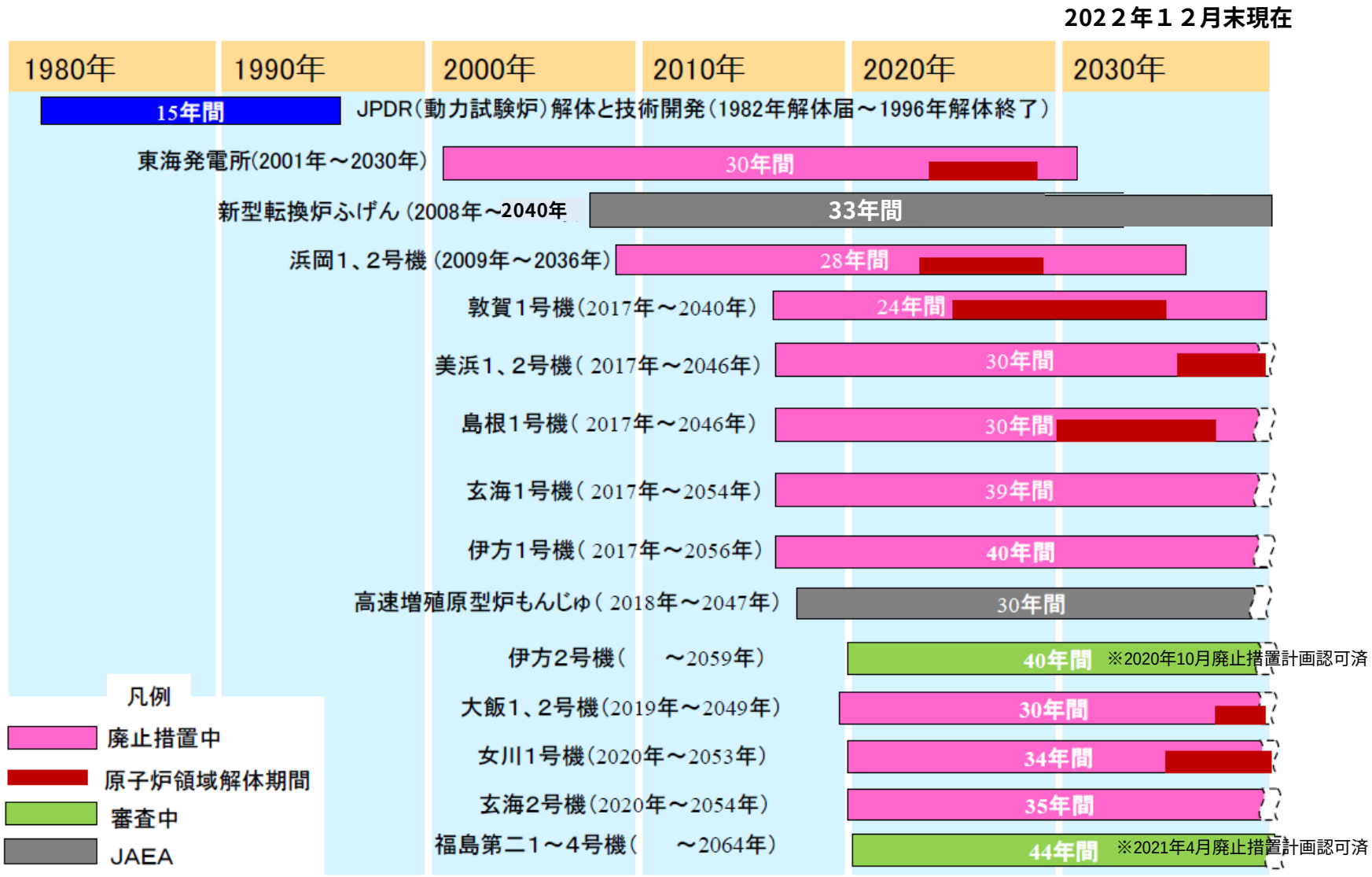
- 2020年代半ば以降に原子炉等の解体作業が本格化することが見込まれる中、我が国における着実かつ効率的な廃炉を実現するため、**国及び事業者等の関係者の連携による、廃炉に関する知見・ノウハウの蓄積・共有や資金の着実な手当てを担う主体を創設**する。

制度措置のイメージ



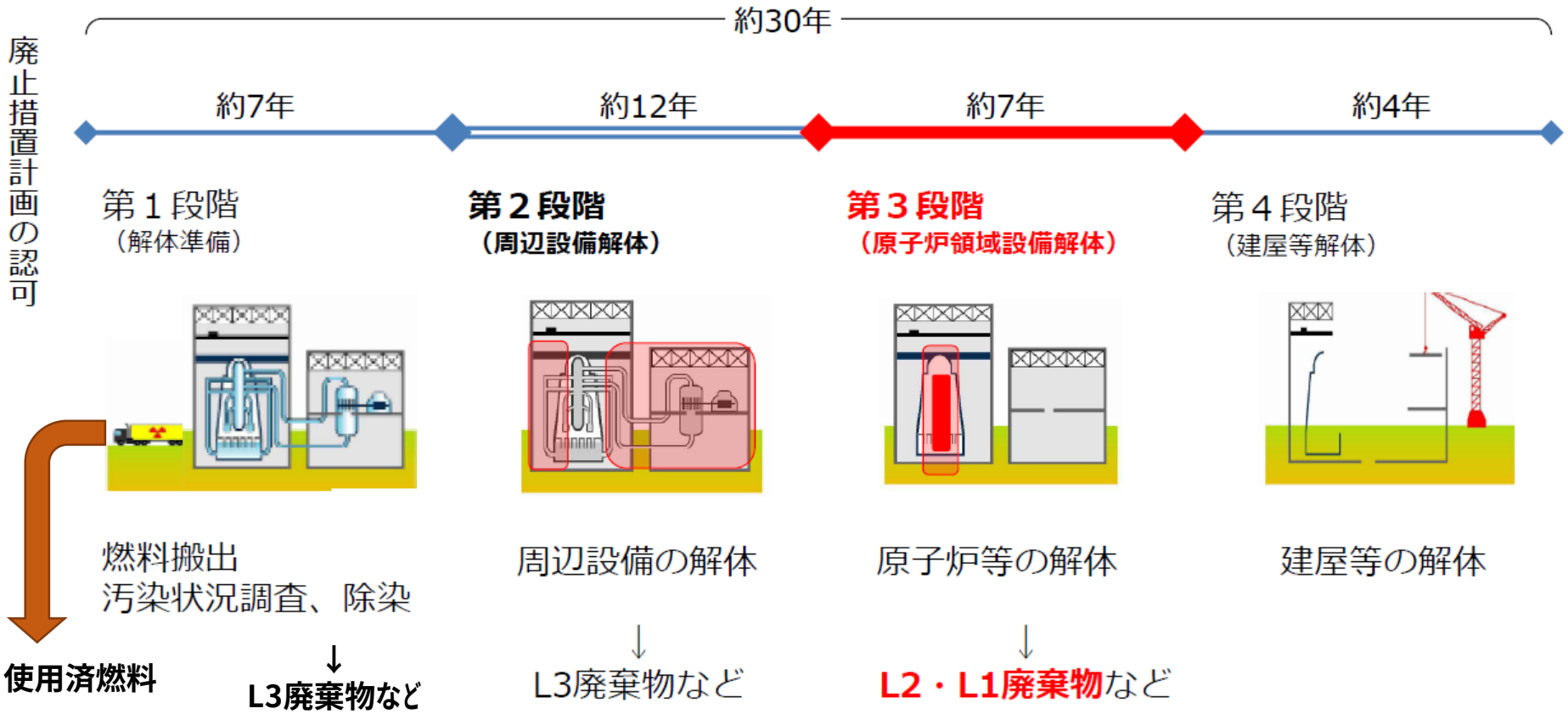
（出典）第49回原子力委員会　資源エネルギー庁「今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針（案）のポイント」（2022年）

国内原子力発電所の廃止措置スケジュール



（出典）2020年10月6日 第31回原子力委員会 資料第２号（電気事業連合会作成）を基に、事務局で作成

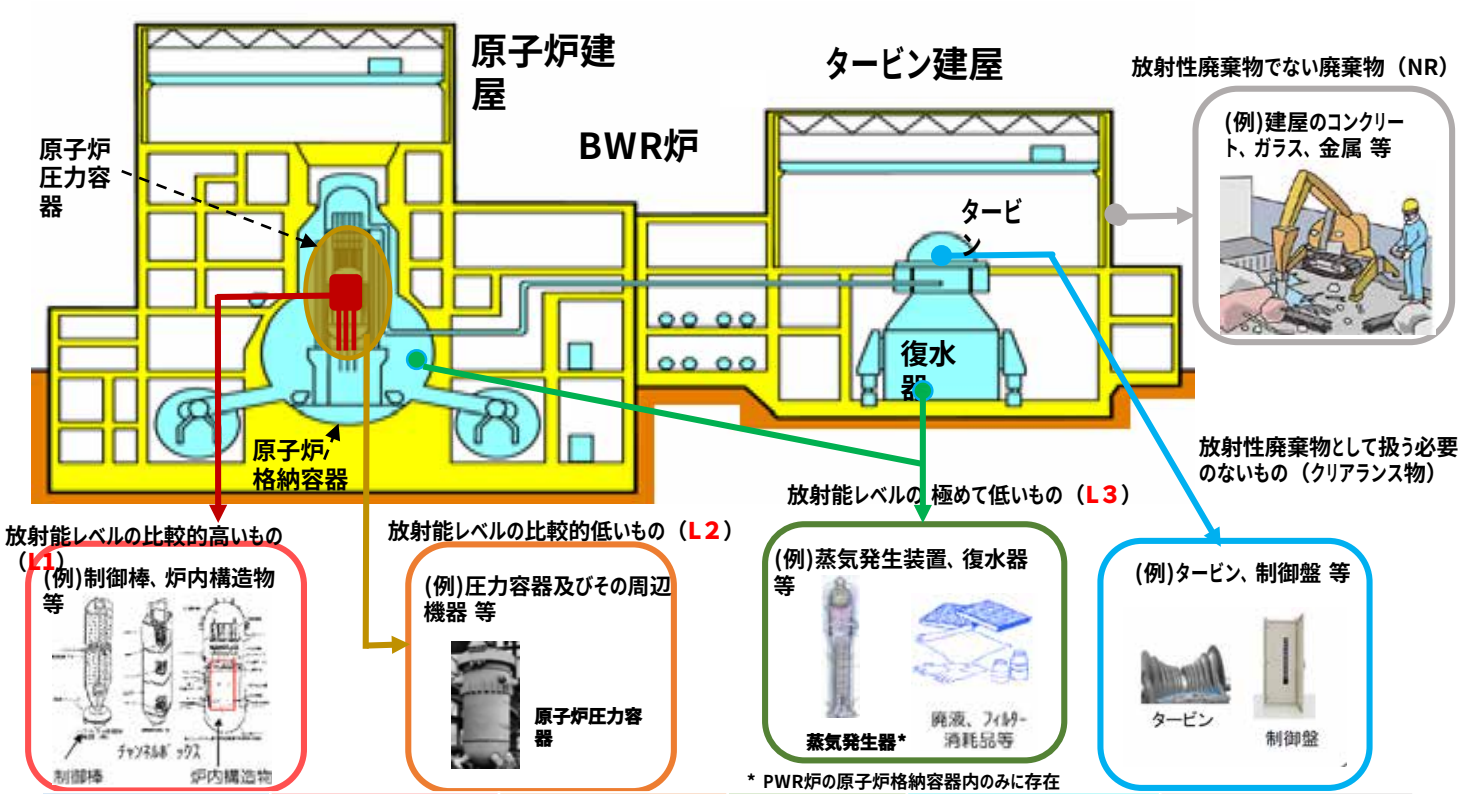
原子力発電所廃止措置の工事期間と放射性廃棄物の発生について



（出典）日本原子力文化財団「原子力発電所の廃止措置と解体廃棄」を基に、内閣府作成

原子力発電所廃止措置により発生する廃棄物の概要

2021年第43回原子力委員会資料第２号より

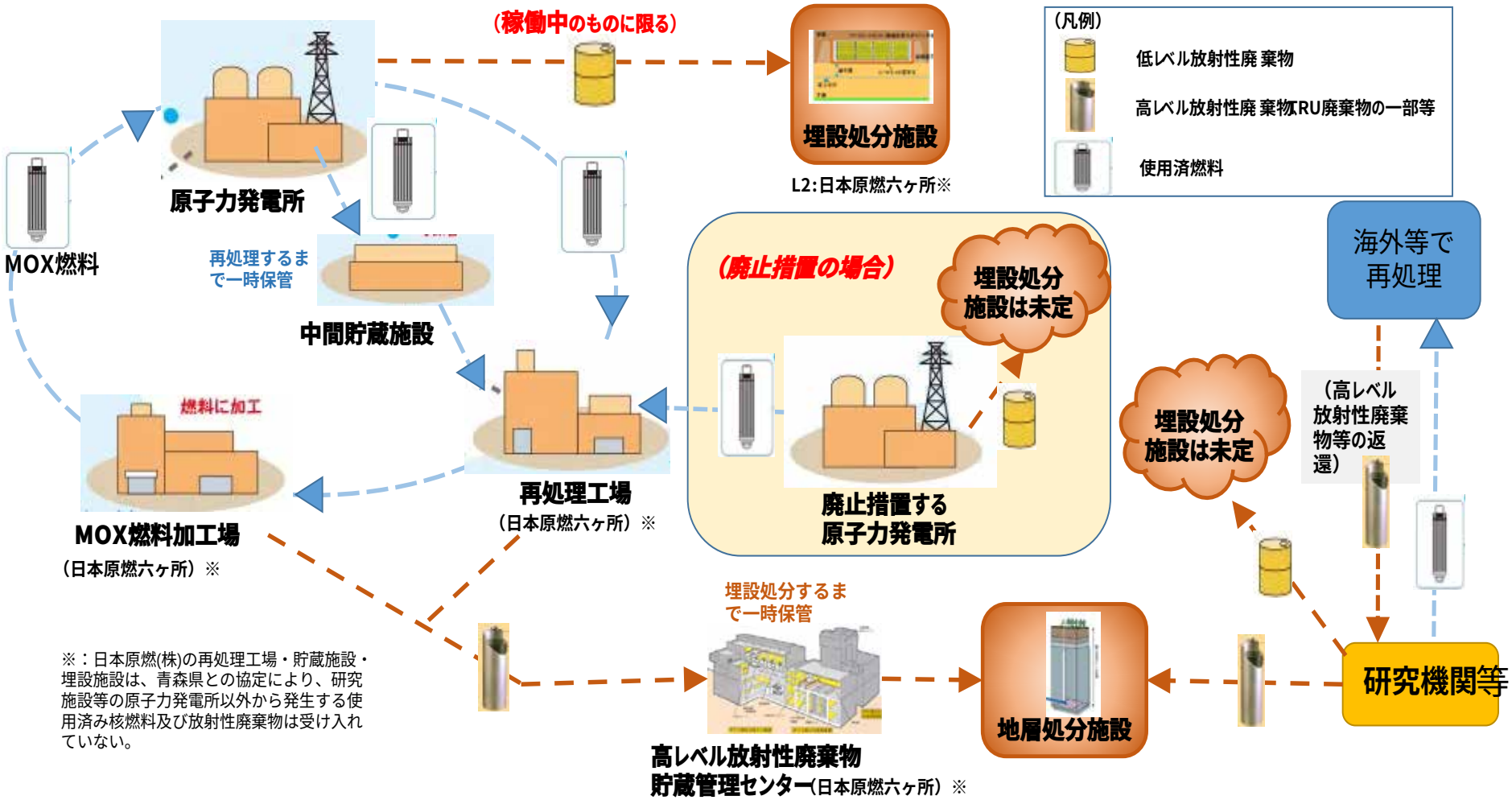


* PWR炉の原子炉格納容器内のみに存在

	L1	L2	L3	クリアランス物	NR
発生量(万t)	0.77	7.4	40	102	2,083
割合(%)	0.03	0.3	1.8	4.6	93

出典　2020年10月16日　第31回原子力委員会　資料第２号（電気事業連合会作成）を基に、内閣府作成

廃止措置及び放射性廃棄物への対応
放射性廃棄物の処分の流れ



※：日本原燃(株)の再処理工場・貯蔵施設・埋設施設は、青森県との協定により、研究施設等の原子力発電所以外から発生する使用済み核燃料及び放射性廃棄物は受け入れていない。

（出典）資源エネルギー庁ウェブサイトを基に、内閣府作成
https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/001/pamph/manga_denki/html/009/

放射性廃棄物の処分場確保等の状況

- 現在の放射性廃棄物の処分場は、実用発電用原子力施設の操業中に発生した低レベル放射性廃棄物を処分する日本原燃株式会社の浅地中ピット処分場のみ。
- 廃止措置に伴って発生する低レベル放射性廃棄物の処分場は具体的になっていない。処分場の確保には、発生者責任の原則の下、取組が着実に進むよう、国としても関与していくことにしている。

	処分方法	処分場確保の状況	処分実施主体
実用発電用原子力施設	地層処分	未定	原子力発電環境整備機構（NUMO)
	中深度処分	未定	未定
	ピット処分	設置済・操業中（操業中に発生する放射性廃棄物のみ）	日本原燃(株)
	トレンチ処分	未定	各原子力事業者
研究開発関連施設（研究開発施設、大学、医療機関、民間企業等）	地層処分	未定	未定
	中深度処分	未定	日本原子力研究開発機構（JAEA)
	ピット処分	未定	日本原子力研究開発機構（JAEA)
	トレンチ処分	未定	日本原子力研究開発機構（JAEA)

出典　内閣府作成

放射性廃棄物等に係る制度状況

- 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、放射性同位元素等の規制に関する法律では、処分に係るガイドライン等はほぼ整備済み。
- 他方、医療法機関等の医療用放射性廃棄物については、埋設処分等は、未整備。

<table>
<tr><th rowspan="2">処分区分</th><th rowspan="2">事業許可施設区分</th><th rowspan="2">原子力委員会</th><th colspan="7">原子力規制委員会</th></tr>
<tr><th>指定廃棄物埋設区域規制</th><th>埋設事業規則</th><th>濃度上限値</th><th>許可基準規則及び同解釈</th><th>審査ガイド</th><th>保安規定審査基準</th><th>定期安全評価ガイドライン</th></tr>
<tr><td colspan="10">原子炉等規制法</td></tr>
<tr><td>地層</td><td>施設限定無し</td><td>TRU廃棄物基本的考え方</td><td rowspan="3">指定廃棄物規則</td><td colspan="2">[第一種埋設事業規則整備済]
濃度上限値はない</td><td colspan="4">【未整備】</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中深度</td><td rowspan="3">原子炉設置
製錬事業
加工事業
再処理事業
貯蔵事業
廃棄事業
核燃料物質等使用等

RI法から炉規法への委託(見做し)廃棄物</td><td>余裕深度処分廃棄物基本的考え方</td><td colspan="2" rowspan="2">[第二種埋設事業規則整備済]

I 中深度の濃度上限値は炉規法施行令
I ピット及びトレンチの濃度上限値は事業規則</td><td rowspan="2">[整備済]</td><td>設計プロセスガイド
【新規に整備予定】</td><td rowspan="2">[整備済]</td></tr>
<tr><td>ピット
トレンチ</td><td>低レベル廃棄物処分方策
低レベル廃棄物体制等

RI・研廃棄物基本的考え方
TRU廃棄物基本的考え方
ウラン廃棄物基本的考え方</td><td>対象外</td><td>埋設地に関する審査ガイド
【整備済】</td></tr>
<tr><td colspan="10">放射線規制法、医療法等</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中深度
ピット
トレンチ</td><td>放射線規制法(RI法)施設</td><td rowspan="2">RI・研廃棄物基本的考え方</td><td rowspan="2">対象外</td><td colspan="2">[放射線規制法施行規則整備済]
【廃止措置後の線量基準・濃度上限値は未整備】
放射線安全規制検討会で上限値は検討済</td><td colspan="4">該当無し</td></tr>
<tr><td>医療法等施設</td><td colspan="6">【未整備】
(医療放射線の適正管理に関する検討会(平成３１年3月,令和3年6月)において厚労省の方針案は提示済)</td></tr>
</table>

出典　内閣府作成

原子力委員会における低レベル放射性廃棄物の処理･処分に係る考え方の整理

- 2021年12月に、原子力発電所や研究開発施設等から発生する低レベル放射性廃棄物の処理・処分に関する考え方（見解）を発出。
- 2022年５月に、見解で対象としていなかった医療分野で発生する低レベル放射性廃棄物に係る制度整備の必要性について記載した「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」を決定。
- 「原子力利用に関する基本的考え方」において、見解及びアクションプランの内容を包含。

原子力利用に関する基本的考え方

低レベル放射性廃棄物の処理・処分に関する考え方について（見解）（2021年12月28日）

(1) 低レベル放射性廃棄物の処理・処分に当たっての基本的な考え方及び留意すべき事項を提示
- 前提とすべき４つの原則の共有（発生者責任、廃棄物最小化、合理的な処理・処分、発生者と国民や地元との相互理解に基づく実施）
- 発生者等による処分場の確保のための取組の着実な推進

(2) その他、研究機関及び大学等の研究施設から発生する放射性廃棄物に関する課題（予算の確保、保管施設の確保、合理的な処分等）を提示

医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン（2022年5月31日）

(1) 医療現場でのアイソトープ利用促進に向けた制度体制の整備やラジオアイソトープ製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化等に必要なアクションプランを提示
- 核医学・放射線診療分野で発生する廃棄物の処理・処分の合理化に係る規定の整備が必要

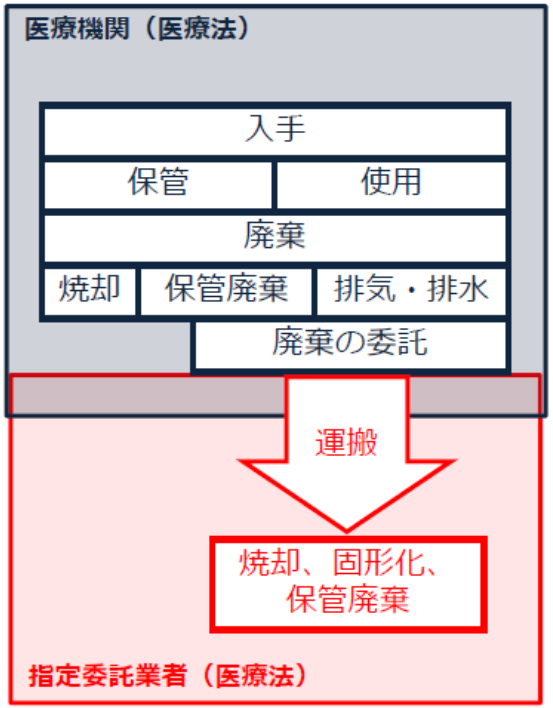
医療用放射性廃棄物の取扱

- **医療法における医療用放射性汚染物は、医療法に基づき、医療機関内での保管廃棄又は医療法施行規則第30条の14の2第1項の規定に基づく指定委託業者への業務委託※による保管廃棄のいずれかの方法により廃棄される。**

※ 医療法施行規則第30条の14の２第１項の診療用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物の廃棄の委託を受ける者を指定する省令（平成13年厚生労働省令第202号）

- **埋設処分等については未整備であり、早期に廃棄物の処理・処分の合理化に係る規定を整備することが必要。**

医療法における
医療用放射性汚染物の取扱い



放射性廃棄物に係る国会の附帯決議

衆議院及び参議院の環境委員会において、原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律（平成29年法律第15号）が附帯決議付きで可決された。同決議には、以下の内容が盛り込まれた。

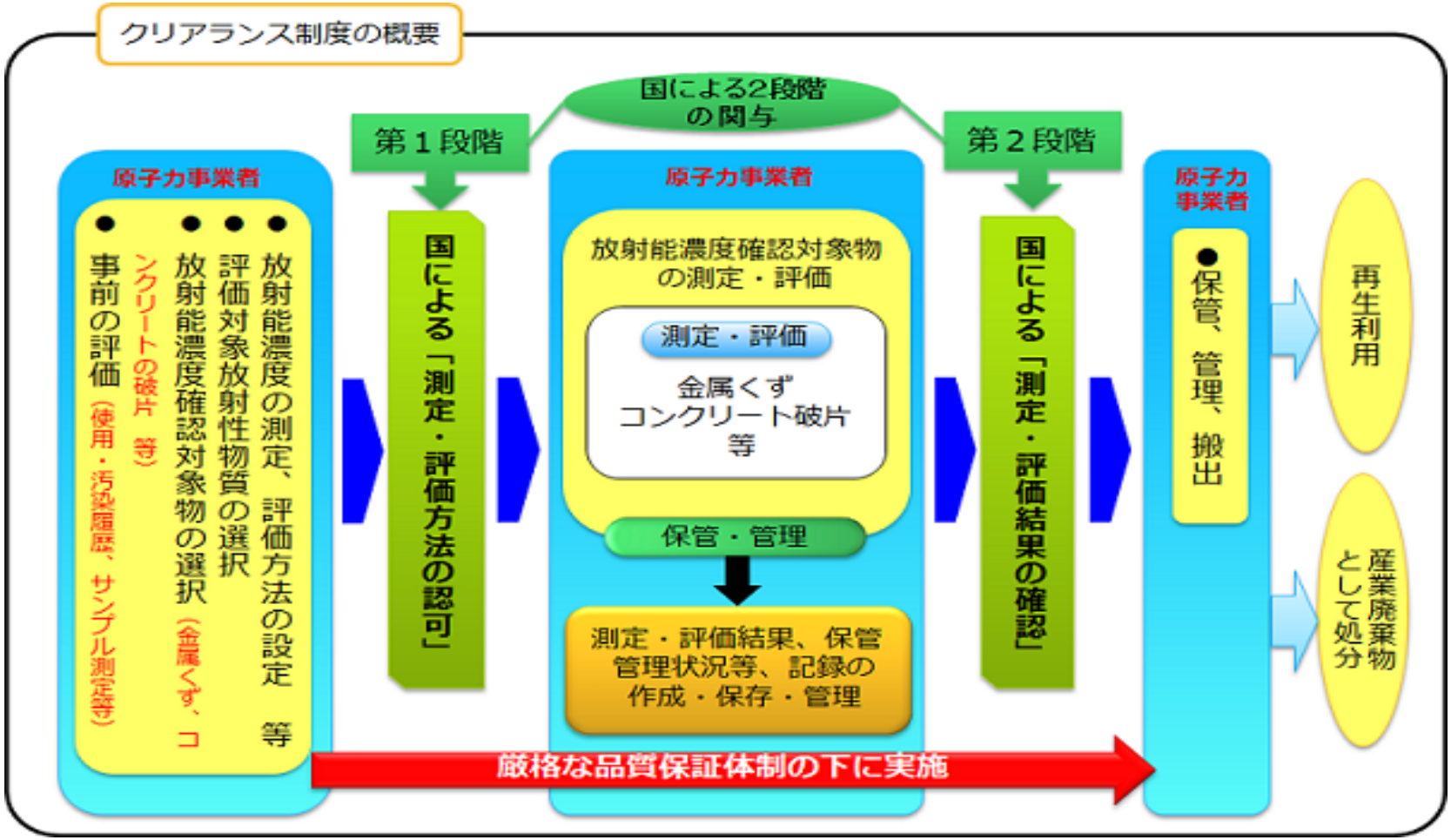
政府は、本法の施行に当たり、次の事項について適切な措置を講ずべきである。

○放射性同位元素、放射線発生装置及び核燃料物質等は、研究機関、大学、医療機関、民間企業等において幅広く使用されており、多様な放射性廃棄物が発生している状況にあることから、これらの施設を所管する関係各法律においても、早期に処理・処分の合理化に係る規定を整備すること。

（出典）厚労省 第8回医療放射線の適正管理に関する検討会（H31.3.6開催）資料３より引用

クリアランス制度の概要

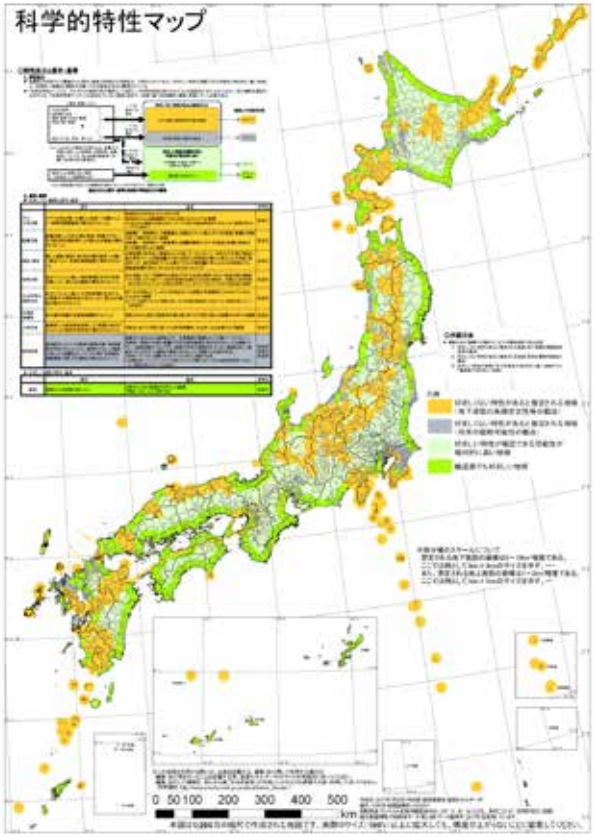
- クリアランスとは、放射線レベルが低く人の健康への影響が無視できる放射性物質又は放射性の物体を放射線防護規制の対象から除外すること。
- 原子力規制委員会による確認等を経て再利用等されることになっているが、まだその実績は乏しい。



出典：https://www.nsr.go.jp/activity/regulation/nuclearfuel/haiki4.html

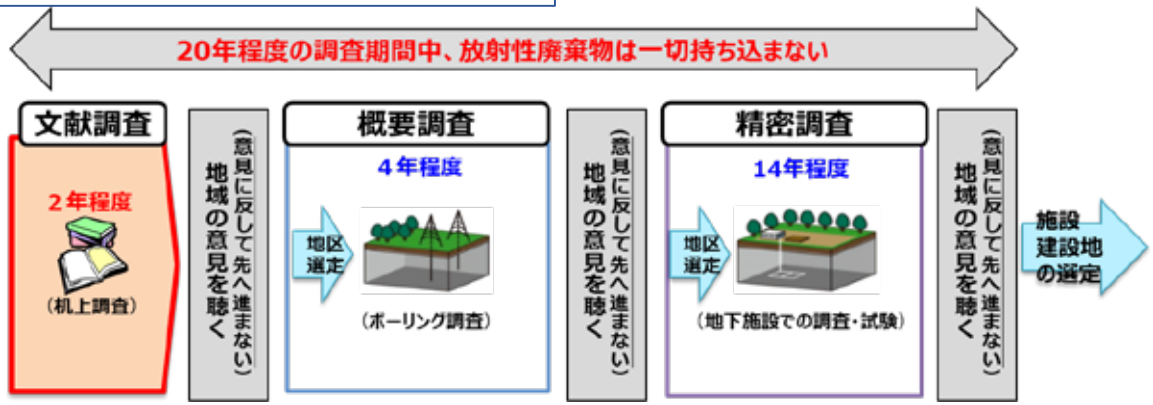
高レベル放射性廃棄物の最終処分に関する北海道2自治体の文献調査開始

2018年：科学的特性マップを公表
2018年：マップ上の濃いグリーンの地域を中心に、きめ細かい対話活動を開始
2019年：より深く知りたい関心グループのニーズに基づく情報提供の強化など、「複数地域での文献調査の開始に向けた当面の取組方針」を策定
2020年：北海道２自治体（寿都町、神恵内村）において文献調査開始
2021年：改訂後の包括的技術報告書の公表（2月NUMO）（同報告書レビュー版（2018年公表）を原子力学会レビュー）



北海道寿都町（すっつちょう）
2020/8/13：文献調査検討の表面化
9/7　：寿都町主催で住民説明会（～9/29）
9/29：住民説明会（国説明）、9/30：町議会への説明会（国説明）
10/9：町長が文献調査応募
11/17：経産省がNUMOの事業計画変更を認可（**文献調査開始**）
2021/3/8：概要調査・精密調査移行時の住民投票条例が町議会で採決
4/14：「対話の場」の立ち上げ（2022年12月までで14回開催）

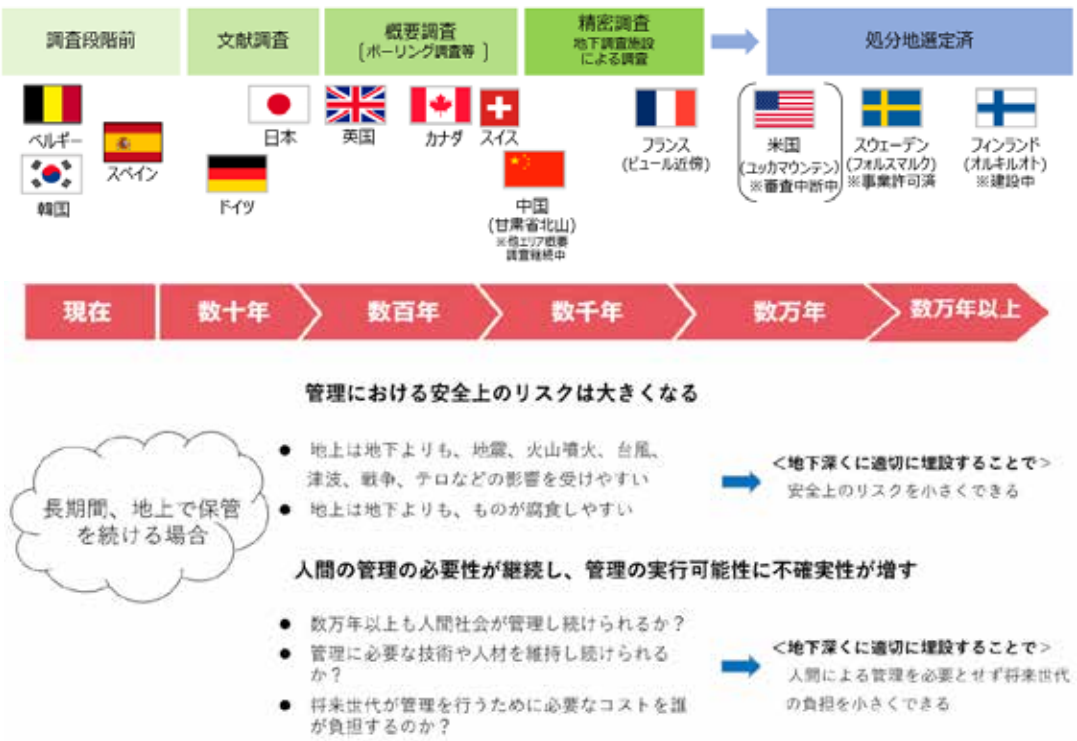
北海道神恵内村（かもえないむら）
2020/9/11：商工会での検討状況が表面化
9/26：国・NUMO主催で住民説明会開始（～9/30）
10/2：常任委員会、
10/8：村議会臨時会で誘致請願を採択
10/9：国から申し入れ、村長が受諾
11/17：経産省がNUMOの事業計画変更を認可（**文献調査開始**）
2021/4/15：「対話の場」の立ち上げ（2022年12月までで11回開催）

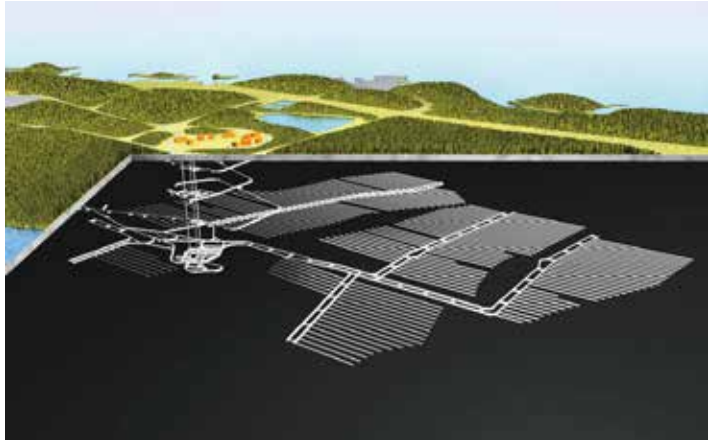


（出典）第30回原子力委員会　資源エネルギー庁「最終処分に関する最近の取組」（2022年8月）、原子力発電環境整備機構「原子力発電環境整備機構NUMO）の取組みについて（2022年8月）

高レベル放射性廃棄物の地層処分：各国の状況

- 地層処分を計画している各国とも、言い方は異なるものの、我が国でいう、文献調査、概要調査、精密調査と段階的に調査を行った上で処分地を選定し、実施に至る流れ。
- フィンランドでは、2015年11月に最終処分施設の建設が許可され、2016年12月に建設が始められた。





フィンランド オルキルオト処分場のイメージ

出典：資源エネルギー庁 https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/hlw/hlw01.html#h02、及び
（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター https://www2.rwmc.or.jp/hlw:fi:chap2# に基づき作成

放射性廃棄物の地層処分に関する倫理的検討例

- 地層処分開発の早い段階から、国際機関やスウェーデンなどの国では放射性廃棄物の管理にかかわる倫理的検討が行われ、倫理的妥当性を確認しつつ計画が進められている。

A) 経済協力開発機構（OECD）／原子力機関（NEA）「放射性廃棄物の処分 含まれる原則の概観」1982年

① 廃棄物処分に関する問題は現世代が負担し、将来世代の負担を極力少なくするという考え方が強く受け入れられる傾向

② 絶対的な安全の保証はできないため、将来世代に対しては、社会が自分の世代の許容レベルより悪くない状態を残すようにすることが、一般的には認められると考えられる

B) スウェーデン放射性廃棄物管理協議委員会(KASAM*)他「放射性廃棄物問題の倫理的側面」1988

① 我々の世代は、処分場の保守に対する完全な責任を将来の世代にまかすべきではないが、制御の可能性を将来の世代に与えるのを拒むべきでもない

C) OECD/NEAの放射性廃棄物管理委員会（RWMC）「長寿命放射性廃棄物の地層処分の環境的および倫理的基礎 」1995

① 環境的にも倫理的にも、数百年以上にわたって生物圏から隔離されるべき長寿命放射性廃棄物に対する地層処分場の開発を続けることは正当化されると結論

② 地層処分計画を段階的に実施することにより、科学の進歩と社会の受容性に照らし合わせて、数十年にわたって状況の変化に適応できる余地が残り、将来他の選択肢が開発され得る可能性を排除しないことと結論

出典：

A) OECD/NEA, “Disposal of Radioactive Waste An Overview of the Principles Involved” 1982
B) KASAM/SKN, “Ethical Aspects on Nuclear Waste, SKN Report 29” 1988
C) OECD/NEA, “The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal A Collective Opinion of the NEA Radioactive Waste Management Committee,” 1995

* KASAM: Consultantive Committee for Nuclear Waste Management.

８．放射線・ラジオアイソトープの利用の展開

放射線利用の概要

- 放射線とは、電磁放射線（高エネルギーの電磁波）と粒子放射線（高い運動エネルギーを持って流れる粒子）の総称。
- 放射線は、原子核反応や原子核の壊変により発生するものと、原子のエネルギーレベルの変化によって発生するものとがあり、いずれも直接あるいは間接的に物質中の原子や分子を電離（電離作用）する他、物質によっては発光（蛍光作用）させたり、化学変化を起こしたりする。
- 放射線を、医療、工業、農業、学術等の分野において利用することを「放射線利用」という。

- 放射線
  - 電磁放射線：エックス線、ガンマ線
    高エネルギー（波長が極めて短いことで高い透過性を持つ）の電磁波
  - 粒子放射線
    - 荷電粒子線：アルファ線、イオン線、ベータ線等
    - 非荷電粒子線：中性子線

放射線利用の特徴

① 物質を透過したり、原子核で散乱したりするため、その物質や生体の内部を細部まで調べることができること
② 局部的に大きなエネルギーを付与して微細加工を行ったり、材料に特殊な機能を与えてこれまでの技術では得られない新しい材料を創生したりすること
③ 周囲への影響を抑えながら、集中的に細菌やがん細胞などを殺傷する能力を有していること
④ 有害な化学物質等を利用せずに加工処理ができるため、環境への負荷が小さいこと

量子ビームテクノロジー

- 技術進展により、従来と比較して強度が強く、目的にあった質の高い粒子線や電磁波の発生・制御が可能に。
- 加速器、高出力レーザー装置、研究用原子炉等の施設・設備を用いて、高強度で高品質な量子ビームを発生・制御する技術及びこれらを用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術を「量子ビームテクノロジー」という。

出典：JAEAホームページ等を基に内閣府で作成

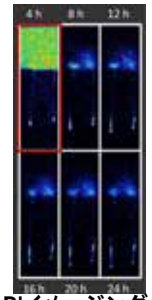
放射線利用の現状①

放射線は科学技術、工業、医療、農業、環境保全など幅広い分野において利用されており、科学技術の進歩、国民の福祉、国民生活の水準向上等に大きな貢献をしている。さらに、量子ビームテクノロジーの活用も進んでいる。
放射線同位体（RI）を利用する事業所は、国内で7,508か所(2021年3月末時点)

主な放射線利用の例

【科学技術】

○X線・中性子・量子ビームによる構造解析や材料開発等
○放射性同位元素（RI）イメージングによる追跡解析

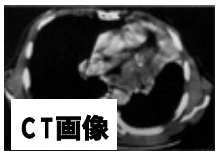


RIイメージングによる追跡実験

大強度陽子加速器施設J-PARC
（出典）日本原子力研究開発機構

【医療】

＜放射線による診断＞
○レントゲン、X線CT
○PET
（陽電子放射断層撮象法）



＜放射線による治療＞
○リニアック
線形加速器で作り出したX線により治療する方法
○ガンマナイフ
放射性同位元素から発生するガンマ線により治療する方法
○重粒子線による治療
加速器により加速した重粒子線（陽子線・炭素線）により治療する方法

【環境保全】

○窒素酸化物、硫黄酸化物等の分解、除去
○ダイオキシンの要因となる揮発性有機化合物の分解等

【工業】

○精密計測　○非破壊検査
○材料の改良・機能性材料の創製
（自動車タイヤ、半導体素子加工プロセス等）
○滅菌・殺菌等（医療器具等）

半導体

半導体の製造
微細加工、不純物導入等、放射線による加工技術を利用して半導体を製造。

ラジアルタイヤの製造

電子線照射によりゴムの粘着性の制御を容易にできることを利用。

【農業】

○品種改良
放射線照射を利用した新品種開発

・黒斑病への耐病性を有するナシ品種「ゴールド二十世紀」
・耐倒伏性や難脱粒性を有するイネ品種　等

○害虫防除
ウリミバエの根絶

放射線を照射し不妊化したオスを大量に放ち、孵化しない卵を産ませ、害虫を根絶

○食品照射
ジャガイモ芽止め

（未照射）（照射済み）
放射線照射によってジャガイモ発芽を防止

【核セキュリティ】

○核鑑識技術（核物質等の出所、履歴、輸送経路、目的等を分析・解析）
○隠匿された核物質の検出

出典：平成29年第4回原子力委員会定例会資料第1号「量子ビーム科学・放射線利用の過去・現在・未来」（（一財放射線利用振興協会　岡田漠平）、平成29年第7回原子力委員会定例会資料第1号「放射線の利用について」（原子力委員 中西知子）、新大綱策定会議（第20回）資料1号「放射線利用の現状と今後のあり方（改訂版）」に基づき作成

放射線利用の現状②

放射線は、『創る・加工する（原子・分子レベルで加工する）』、『観る（原子・分子レベルで観察する）』、『治す（細胞レベルで治療する）』といった形で、科学技術イノベーションや産業活動の重要なツールとして幅広い分野で利用されている。

創る・加工する

- 半導体製造（イオン注入）
- 半導体製造（中性子ドーピング）
- タイヤ
- ボタン電池膜
- 燃料電池膜
- 超耐熱炭化ケイ素
- 創傷被覆材
- 形状記憶性樹脂
- カーボンニュートラル・プラスチック
- 有用・有害金属捕集材
- 植物新品種の育種
- 新品種酵母
- 害虫駆除
- 食品照射

- 高温超電導材料
- 磁性材料
- スピントロニクス材料
- 表面機能材料
- 省エネ材料
- 水素貯蔵材料
- リチウムイオン電池
- スーパーインテリジェント触媒
- 宇宙用マイクロプロセッサ
- 遺伝子試薬

観ることによって創れる

観る

- 中性子分光
- 中性子ラジオグラフィー
- X線分光（放射光を含む）
- 電子分光
- 陽電子分光
- ポジトロンイメージング
- PIXEなどイオンビーム分光
- ミューオン分光

- X線診断
- X線CT
- 骨シンチレーション検査
- PET
- 創薬
- 抗がん剤の物質分布解析
- バイスタンダー効果

観ることによって治せる

治す

- X線治療
- ガンマ線治療
- 粒子線治療
- レーザー加速粒子線治療
- BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）
- 内用放射線治療（RI）
- 非侵襲血糖値センサー

- 海水中ウラン捕集技術
- セシウム捕集用給水器
- FELによる解体技術
- 白金族元素分離回収技術

- 電線・ケーブル類健全性試験
- 応力腐食割れミクロ診断
- 炉内検査技術
- 配管変形監視技術
- 核鑑識技術
- 疑惑物資産地同定技術

←原子力エネルギーへの援用

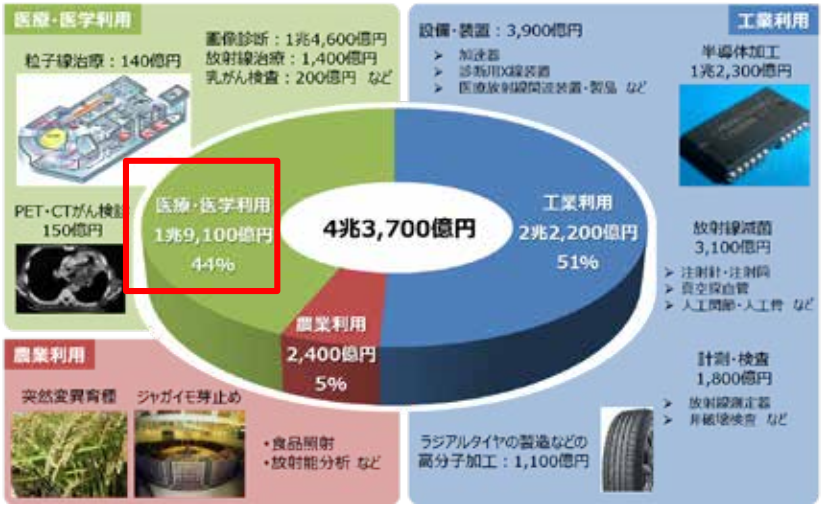
出典：平成29年第4回原子力委員会定例会資料第1号「量子ビーム科学・放射線利用の過去・現在・未来」（(一財)放射線利用振興協会 岡田漱平）

医療をはじめとした様々な分野における放射線利用の拡大

- 工業、医療・医学、農業など、多岐にわたる分野での利用が広がっている。
- 医療分野に着目すると、悪性腫瘍に対する核医学治療実績が顕著に増加傾向にある。

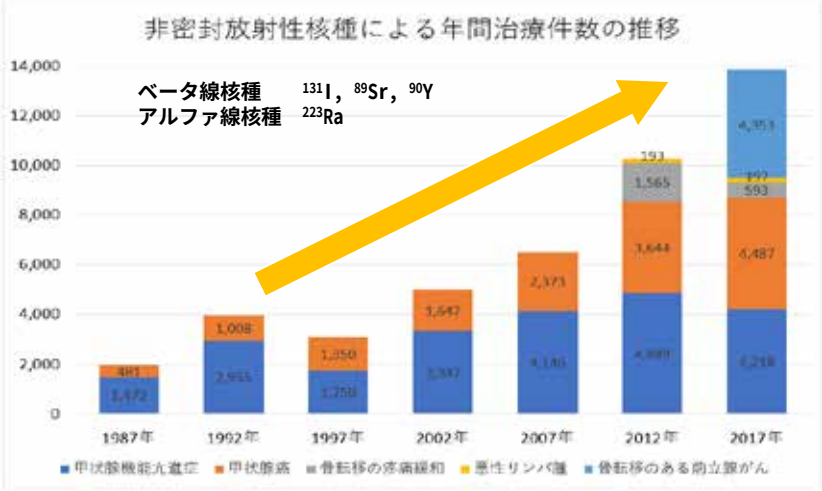
国内での放射線利用の経済規模（2015年度）

・分野全体で4兆3,700億円（2005年度：4兆1,100億円）
・特に<u>医療・医学利用については、10年間で30%増</u>



（出典）第29回原子力委員会資料第1-1号　内閣府「放射線利用の経済規模調査」（2017年）

・治療実績は、20年で約4.5倍
・特に、2016年に



「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」策定

- 2022年5月、原子力委員会において、「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」を策定

医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン

2022年5月31日原子力委員会決定

アクションプラン策定の経緯

核医学治療への期待
- 「セラノスティクス」（診断と治療を合わせて行う考え方やその手法）への注目の高まり

国内の動き・課題
- ラジオアイソトープの大量製造を可能とする**研究炉の再稼働**の動き

一方、
- 核医学治療を行う**病床数の不足**
- ラジオアイソトープ製造・利用を推進する**人材不足**

海外の状況
- 製造・研究に**多額の投資**
- 研究炉・加速器の**ネットワーク形成**を推進
- ラジオアイソトープ及びその原料について**獲得競争**の様相

最先端の原子力科学技術により医療体制を充実し、国民の福祉向上に貢献するとともに、医療サービスの観点から経済安全保障の確保に寄与すべく、国産ラジオアイソトープを患者のもとへ届けるためのアクションプランを策定

10年の間に実現すべき目標

①モリブデン-99/テクネチウム-99mの一部国産化による安定的な核医学診断体制の構築
②国産ラジオアイソトープによる核医学治療の患者への提供　③核医学治療の医療現場での普及
④核医学分野を中心としたラジオアイソトープ関連分野を我が国の「強み」へ

アクションプラン

（1）重要ラジオアイソトープの国内製造・安定供給のための取組推進
- JRR-3・加速器を用いたモリブデン-99/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）
- 「常陽」・加速器を用いたアクチニウム-225大量製造のための研究開発強化（「常陽」において2026年度までに製造実証）
- アスタチン-211実用化に向けた取組強化（2028年度を目途に医薬品としての有用性を示す）　等

（2）医療現場でのアイソトープ利用促進に向けた制度・体制の整備
- 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、3.8か月（2018年）→平均２か月（2030年））
- トリウム-227・ガリウム-68等、新たな放射性医薬品への対応　等

（3）ラジオアイソトープの国内製造に資する研究開発の推進
- 研究炉・加速器による製造のための技術開発支援　・福島国際研究教育機構による取組推進
- 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　等

（4）ラジオアイソトープ製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化
- 人材育成の強化（研究人材、医療現場における人材等）　・国産化を踏まえたサプライチェーン強化　・廃棄物の処理・処分に係る仕組みの検討　等

○ **科学技術・イノベーション政策、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**

（出典）原子力委員会「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン（概要）」（2022年5月）

９．原子力利用にかかるイノベーションの創出に向けた取組

「技術開発･研究開発に対する考え方」

- 2018年６月に、原子力委員会は「技術開発・研究開発に対する考え方」を決定
- 「電力自由化後の技術開発・研究開発の在り方」、「核燃料サイクル関連の技術開発・研究開発」、「各ステークホルダーの果たすべき役割」を整理している。

１．基本的考え方

（１）電力自由化後の技術開発・研究開発の在り方

（略）「電力自由化」により総括原価方式が無くなった現在、原子力のエネルギー分野での利用については、（略）原子力関係企業と研究開発機関と大学が、（略）生き残りをかけて、創意工夫や競争・協力し、それぞれの経営に努力する必要がある。国は、関係行政機関や国立研究開発機関がそれぞれの立場から民間主導のイノベーションを促進する仕組みを整えるべきである。

（略）今後の原子力発電の技術開発・研究開発は、個別発電企業やメーカーが主導し、それらの企業の負担も求めつつ、政府が支援する仕組みを導入していくべきである。

原子力に関する技術開発・研究開発を実施するに際し、実用化される市場や投資環境を考慮すべきである。（略）

（２）核燃料サイクル関連の技術開発・研究開発

（略）高速炉の開発や炉型の選択においても、様々な環境変化に柔軟に対応すべきである。（略）国際情勢に高いアンテナを持ち、周辺環境の変化に伴う評価軸の重みや変化等を意識し、より柔軟なアプローチを追求すべきである。（略）

２．各ステークホルダーの果たすべき役割

（１）政府の役割

原子力は、息の長い長期的な技術であることから政府による技術開発・研究開発のサポートは必要である。（略）政府は長期的なビジョンを示し、その基盤となる技術開発・研究開発のサポートをする役割を担うべきである。（略）

（２）国立研究開発機関のあるべき役割

国立研究開発機関が行う研究開発とは、本来、知識基盤を整備するための取組であり、今後は一層、民間による技術開発・研究開発の努力を支援する役割が期待される。（略）

（略）今後、電力・メーカーに加えて、研究開発機関や大学との連携・マッチングを模索することが重要と考えられるが、政府が技術開発のサポートを実施するにあたっても、この点を考慮すべきである。

（３）産業界のあるべき役割

（略）今後何を研究開発し、どの技術を磨いていくべきかの判断を自ら真剣に行い、相応のコスト負担を担い、民間主導のイノベーションを達成すべきである。

メーカーは、今後安全だけが求められるのではなく、更なるコスト意識が必要とされることから、危機感を持って国際的競争にさらされることを前提に、社内リソース配分等を自らの責任で考え、必死に経営を行うべきである。

（略）電力会社は、国民の便益と負担の観点で、安価な電力を長期にわたり安全かつ安定的に供給するという原点を改めて強く認識し、昨今の環境変化に向き合い、安全性の不断の向上を前提に、将来の商業利用に向けて技術開発・研究開発を適切な方向に導くことが期待される。

（出典）原子力委員会　「技術開発・研究開発に対する考え方」（2018年6月決定）

我が国の試験研究炉稼働状況

- 試験研究炉は、停止中のものも含めて８基にまで減少。
- その多くが建設から40年以上経過するなど高経年化が進んでいることに加え、新規制基準への対応を行っている。

1995年	○運転中	△停止中	×廃止措置中
原子炉施設	20	0	6

2003年	○運転中	△停止中	×廃止措置中
原子炉施設	16	0	11

2016年	○運転中	△停止中	×廃止措置中
原子炉施設	0	13	6

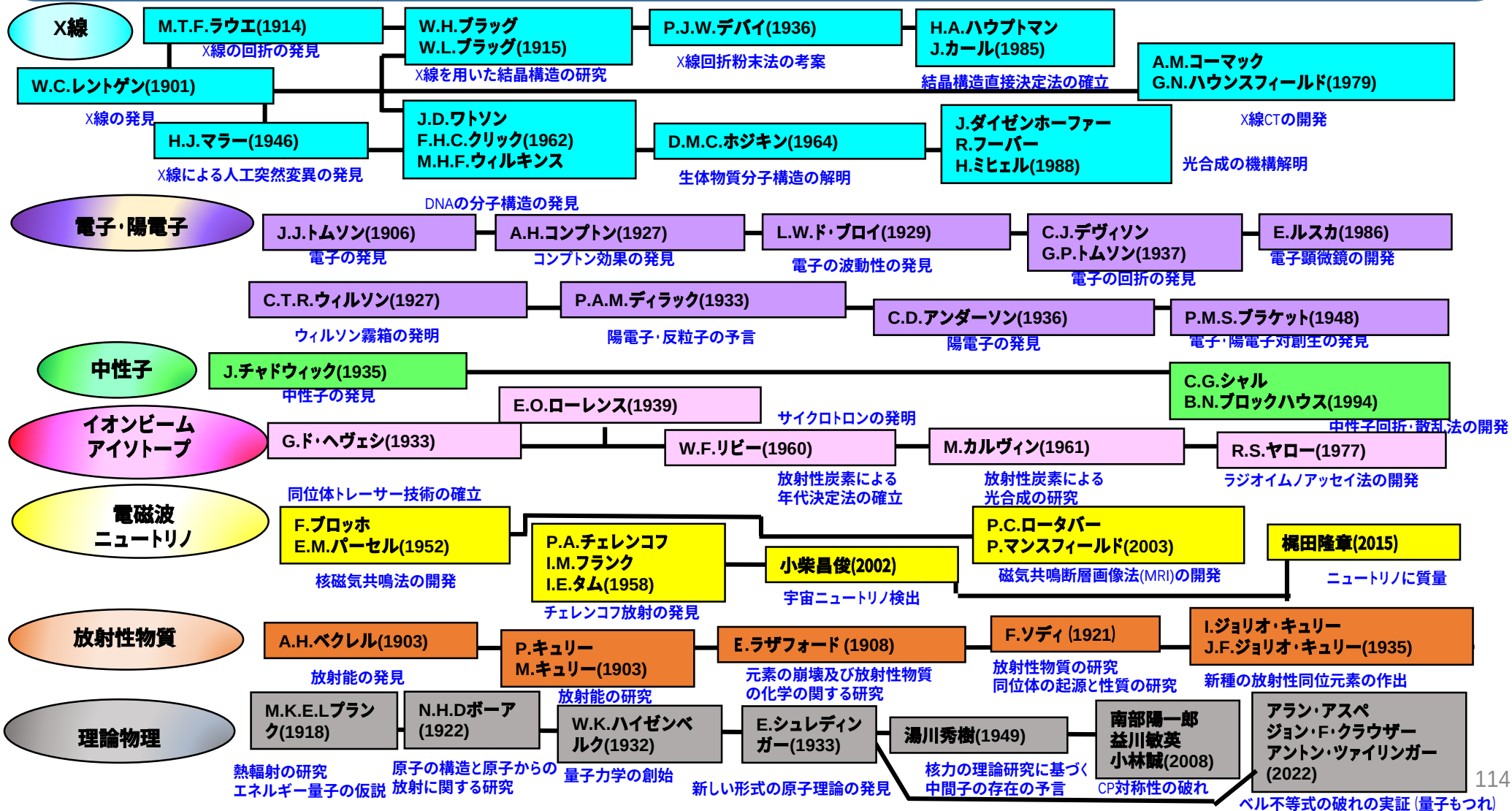
2022年3月末	○運転中	△停止中	×廃止措置中
原子炉施設	6	2	11

運転再開予定も含め、我が国の試験研究炉は、
茨城県に5施設（日本原子力研究開発機構）
大阪府に3施設（京都大学、近畿大学）
計8施設のみ。

（出典）文部科学省提供資料を一部改変

原子力分野における歴代のノーベル賞受賞者

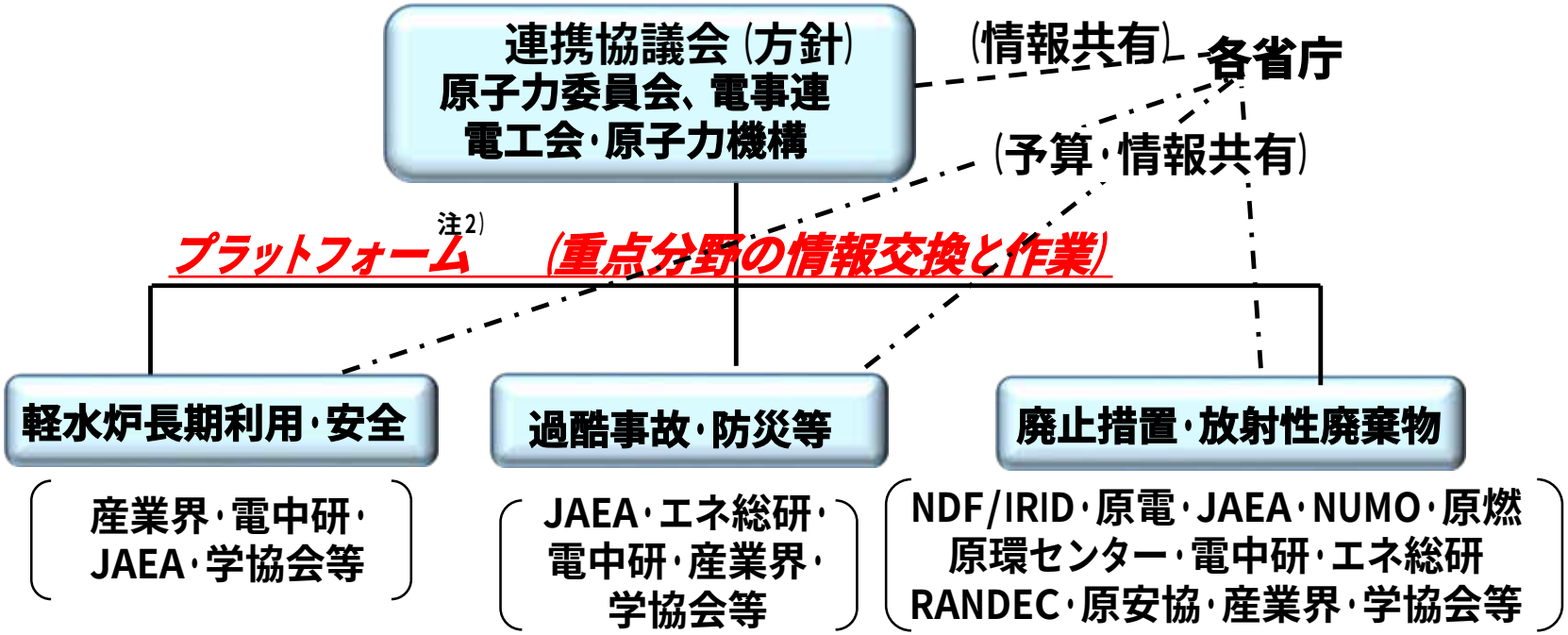
- 原子力エネルギー・放射線分野の研究によるノーベル賞受賞者は、物理学賞においては25%以上、自然科学（物理、化学、生理・医学）の３賞においても15%程度を占めており、同分野の研究が科学技術の発展に与えた影響は非常に大きい。
- 科学技術のフロンティアとその応用の可能性や魅力のみならず、社会インフラ産業としての重要性を発信するなど、優秀な人材の確保に努める必要がある。



出典：平成29年第4回原子力委員会資料第1号「量子ビーム科学・放射線利用の過去・現在・未来」（一般財団法人 放射線利用振興協会 理事長 岡田 漱平氏）、ATOMICA -原子力・放射線にかかわるノーベル賞受賞者（16-03-03-13)を基に内閣府作成

「連携プラットフォーム」

- 前「原子力利用に関する基本的考え方」において、原子力関連機関がそれぞれの役割を互いに認識し尊重し合いながら情報交換や連携を行う場を構築し、科学的知見や知識の収集・体系化・共有により厚い知識基盤の構築を進めるべきであると指摘。
- それに基づき3つのテーマでプラットフォームを立ち上げ、活動中。



目標・ビジョンの例：①知識力・技術力向上、②専門家と国民の理解増進、③経営力増進

注1） プロジェクトではなく、プログラム。似た目的の連携活動として欧州委員会のＮＵＧＥＮＩＡがある。

注2） **プラットフォームには自立を求める。**原子力委員会は立ち上げに協力し、経過を監視する。

（出典）第14回原子力委員会　原子力委員会「『原子力利用の基本的考え方』のフォローアップ～原子力関係組織の連携・協働の立ち上げ～」（2018年）に基づき作成

１０．原子力利用の基盤となる人材育成の強化

「原子力分野における人材育成について（見解）」策定

- 2018年、原子力委員会で「原子力分野における人材育成について(見解）」策定
- 高等教育段階と就職後の仕事を通じた人材育成等について、それぞれ留意すべき事項を整理。

〇留意すべき事項

【高等教育段階における人材育成に係る活動】
①優秀な人材の獲得；
②大学教育における基礎を体得した人材の育成；
③様々な経験を通じた人材育成；
④大学教育における教育の改善；教育にその改善メカニズムを内包する必要がある。
⑤学部及び大学院修士課程を通じた体系的な原子力教育の実施

【高等教育段階以降における人材育成に係る活動】
①仕事を通じた人材育成
②研修・訓練などの継続教育

【その他の人材育成に係る活動】
①初等中等教育支援
②新興国向けの人材育成支援

〇知識基盤の構築とこれに支えられたイノベーションの創出

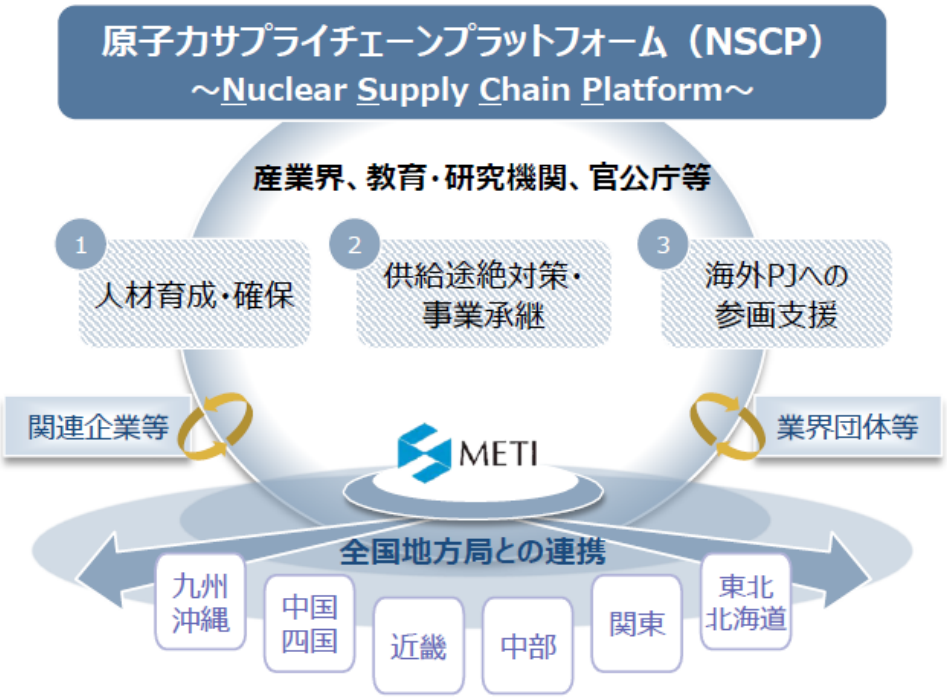
イノベーションを生み出すためには、それに必要な条件を整える必要がある。
優れた人材と、体系化され継承され・発展していく知識の集合と改善されつつ維持発展する研究開発設備群による知識基盤を構築することが、イノベーションを生みだすために必要である。

（出典）原子力委員会「原子力分野における人材育成について（見解）」(2018年)

サプライチェーンの維持・強化

- 人材育成・確保支援、部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援など、**地方経済産業局等と連携し、サプライチェーン全般に対する支援態勢を構築**する。
- 次世代革新炉の開発・建設が進む場合にも、サプライヤが実際に**製品調達・ものづくり等の機会を得るまでには相当程度の期間を要する**ことも踏まえ、**関連企業の技術・人材の維持に向け、海外市場機会の獲得を官民で支援**していく。

サプライチェーン強化の枠組み（案）



支援策のイメージ例

① 戦略的な原子力人材の育成・確保

- 産学官の人材育成体制を拡充し、大学・高専と連携したものづくり現場のスキル習得を進め、原子力サプライヤの講座への参加を支援

② 部品・素材の供給途絶対策、事業承継

- 地方局との連携も通じ、政府が提供する補助金・税制・金融等の経営支援ツールの活用を促進

③ 海外PJへの参画支援

- 国内サプライヤの実績や技術的な強みを発信する機会・ツールを積極的に企画・開発し、日本企業による海外展開を支援

革新サプライヤチャレンジ

海外ベンダーへの発信・輸出金融・規格取得支援等を通じ、海外PJへの参画を後押し

炉型毎のチームを「革新サプライヤコンソーシアム」認定

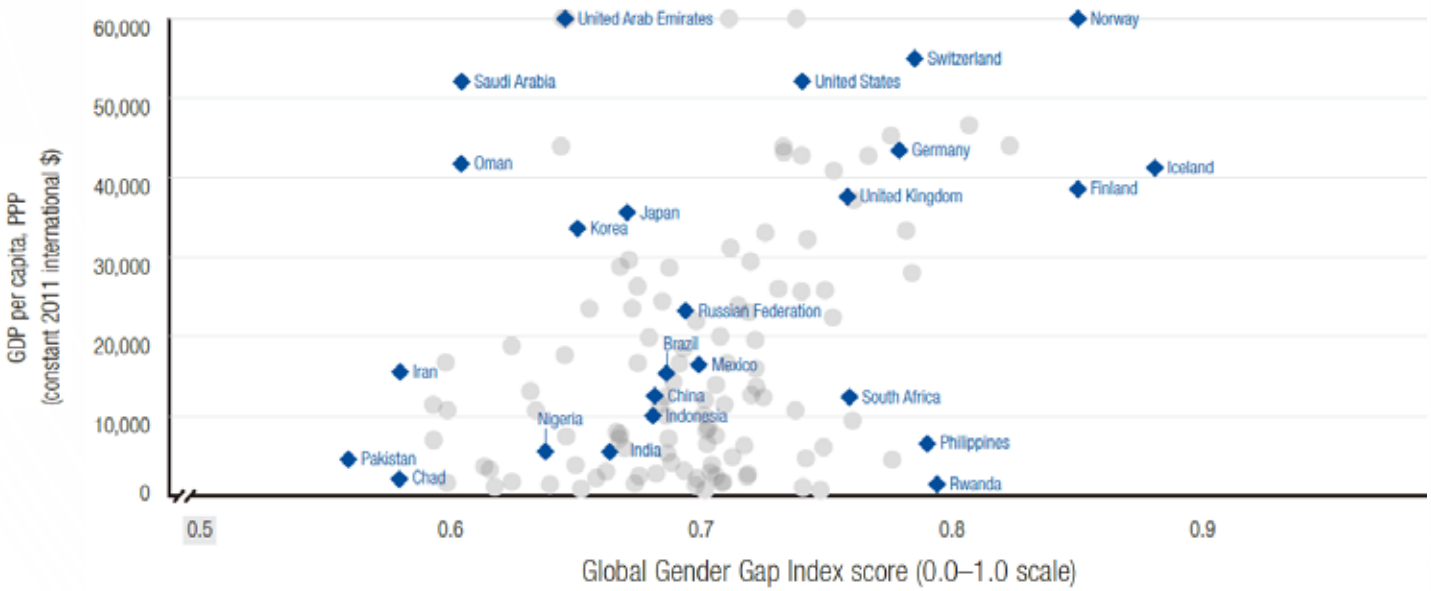
EPRチーム	AP1000チーム	高温ガス炉チーム	Natriumチーム	VOYGRチーム	BWRX300チーム
MHI	東芝ESS	JAEA	JAEA・MHI	IHI	日立GE

（出典）第49回原子力委員会　資源エネルギー庁「今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針（案）のポイント」（2022年）

Global Gender Gap Index(GGGI)

2015年世界経済フォーラムでの議論
1人あたりGDPとGGGIが相関
⇒ジェンダー平等社会ほど経済的な豊かさが達成される。
　<u>科学技術においても多様な視点がイノベーションの可能性を広げる</u>

第２次男女共同参画基本計画(2016)「2030目標」　　指導的地位の女 性が占める比率を少なくも30%
第５次男女共同参画基本計画(2020)では、2020年代の可能な限り早期



<u>GGGIの日本の位置付け</u>

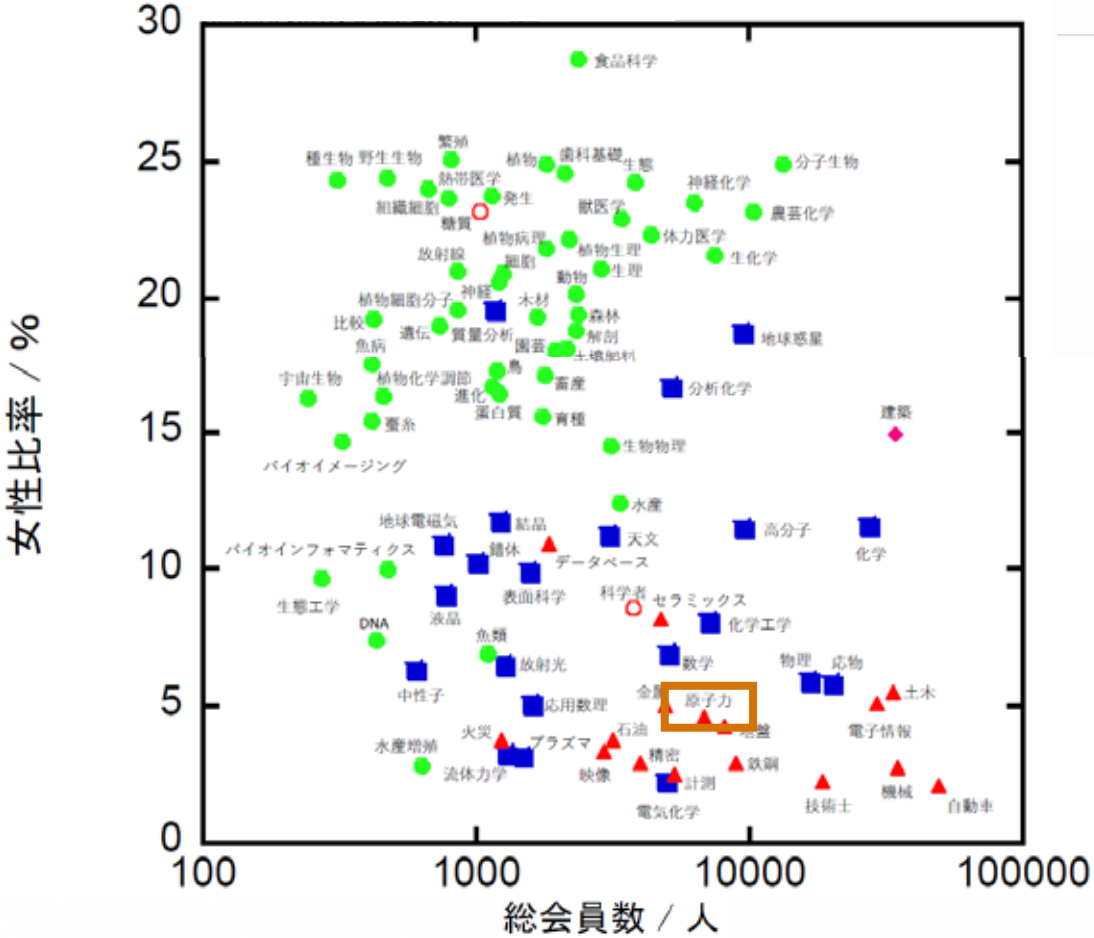
2012年　101位／135
2017年　114位／144
2021年　121位／153

先進諸国と比べて低い水準であり、
その差は拡大

出典　　世界経済フォーラムGGGI(2015)

（出典）第5回原子力委員会　岩城智香子「『原子力利用に関する基本的考え方』について」（2022年２月）

学協会の女性比率（男女共同参画学協会連絡会の調査）



出展　　連絡会加盟学協会に おける女性比率に関する調査」（2017年・男女共同参画学協会連絡会）」

日本原子力学会の会員推移

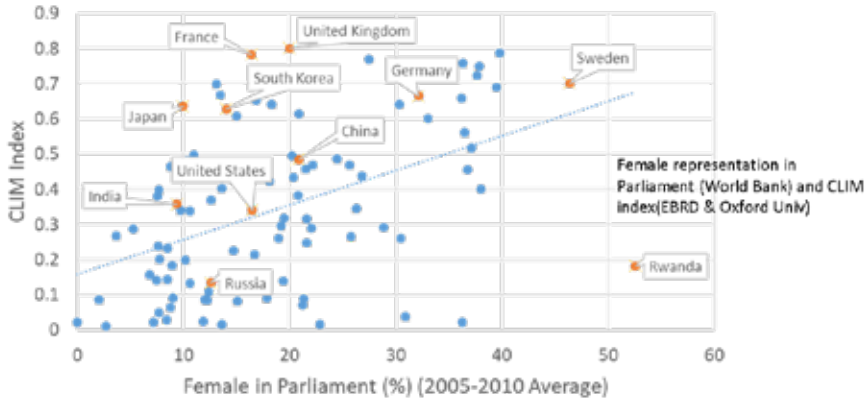
年	総会員（人）	女性（人）	割合(%)
2017	6855	317	4.6
2019	6518	278	4.6
2021	6027	322	5.3

出展　　連絡会加盟学協会に おける女性比率に関する調査」（2017年・2019年・2021年男女共同参画学協会連絡会）」

（出典）第5回原子力委員会　岩城智香子「『原子力利用に関する基本的考え方』について」（2022年２月）

多様性（女性、若者）の重要性（3）

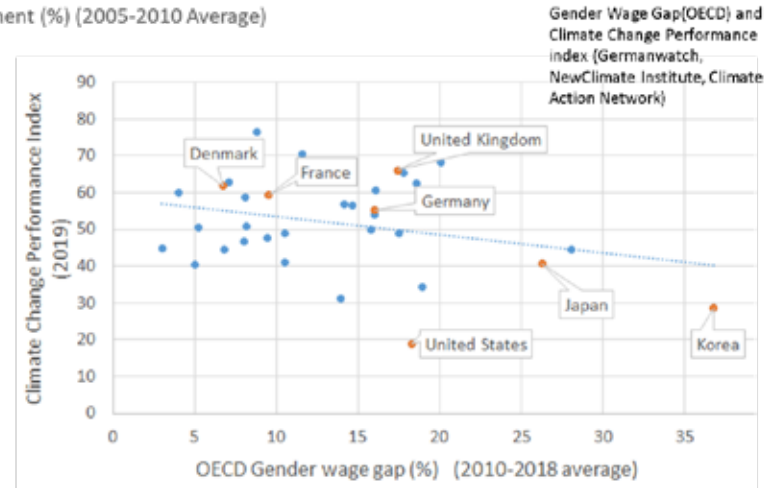
- IFC(国際金融公社）の調査によると、ジェンダーバランスが取れた経営陣を持つことが、環境・社会・ガバナンスのパフォーマンス強化に貢献し、ビジネスパフォーマンスの向上につながる。



Climate Change is NOT Gender Neutral

IFC International Finance Corporation
Creating Markets, Creating Opportunities

The IFC study's "results offer a convincing argument that having a more gender-balanced board and leadership team contributes to stronger Environmental, Social, and Governance performance, which in turn, leads to better business performance. "



61

（出典）第3回原子力委員会　田中伸男「カーボンニュートラルとエネルギー安全保障　次世代原子力の役割」（2022年1月）

次世代教育の取組

放射線副読本の作成・配布

- ü 児童生徒が放射線に関する科学的な知識を身につけ、理解を深められることを目指すもの。
- ü 文部科学省が作成。
- ü 小学生用、中学生・高校生用の2種類。
- ü <u>全国の小中高等学校等へ配布</u>。

（出典）文部科学省「放射線副読本（令和3年改訂（令和4年一部修正）」

エネルギー教育副教材の作成

- ü エネルギー問題に関する児童・生徒の当事者意識の醸成を目指すもの。
- ü 資源エネルギー庁が作成。
- ü 小学生用、中学生用の2種類。

（出典）資源エネルギー庁「副教材の作成（エネルギー教育）」

日本原子力学会教育委員会教科書

- ü 教科書調査WGによる「小中高等学校教科書のエネルギー記述に関する提言」
- ü 社会，理科，保健体育，技術・家庭の調査