

原子力の重点安全研究計画 (第2期)

平成21年8月

原子力安全委員会

「原子力の重点安全研究計画（第２期）」の策定について

（ ２ １ 安 委 決 第 ２ ７ 号
平 成 ２ １ 年 ８ 月 ３ 日
原 子 力 安 全 委 員 会 決 定 ）

当委員会は、平成 21 年 7 月 28 日に原子力安全研究専門部会で取りまとめられた標記の件について、同専門部会から報告を受けたところ、審議の結果、これを妥当なものと認め、原子力安全委員会決定する。

目 次

はじめに	1
第1章 重点安全研究計画の目的	2
第2章 第2期重点安全研究計画の目標	3
2. 1 第1期重点安全研究計画の取組状況	3
2. 2 国内外の主要動向について	4
2. 3 重点安全研究の推進方策に関する問題認識	6
(1) 規制の技術的独立性の向上	6
(2) 安全研究ニーズの抽出及び成果の活用	7
(3) 基礎・基盤的な安全研究の役割	8
(4) 安全研究の推進に係る研究基盤の確保	8
(5) 産学官連携の推進	9
2. 4 重点安全研究分野に関する問題認識	10
(1) 安全規制の科学的合理性の一層の向上	10
(2) 原子力の研究、開発及び利用に係る課題への対応	11
(3) 放射性廃棄物・廃止措置に関する安全研究	12
(4) 放射線影響に関する安全研究の推進	13
(5) 原子力防災対策の充実	13
2. 5 第2期重点安全研究計画の目標	14
第3章 重点安全研究の内容	15
3. 1 重点安全研究分野と基礎・基盤的な安全研究について	15
3. 2 重点安全研究分野の内容について	16
第4章 重点安全研究の推進方策	27
4. 1 重点安全研究の推進方策について	27

4. 2 重点安全研究の今後の推進方策	27
(1) 安全研究の計画・実施・評価等	27
(2) 研究成果の活用・反映	28
(3) 基礎・基盤的な安全研究の推進	29
(4) 研究基盤の確保	30
(5) 国際協力・貢献	31
(6) 産学官の連携	32
4. 3 重点安全研究計画の評価の実施	34
4. 4 関係機関に期待する役割	35
(1) 独立行政法人日本原子力研究開発機構	35
(2) 独立行政法人原子力安全基盤機構	37
(3) 独立行政法人放射線医学総合研究所	38
(4) 大学等	39
(5) その他の研究機関等	39
(6) 民間	40
(7) 学協会	40
別添資料 1 重点安全研究の推進体制	
別添資料 2 原子力安全委員会による今後の安全研究の計画・実施・評価等について	
別添資料 3 主要な研究機関に期待する主な重点安全研究の内容	
参考資料 第2期重点安全研究計画の放射線影響分野、原子力防災分野の内容についての解説	

はじめに

原子力の安全研究の基本的役割は、原子力を安全に利用するための科学技術的基盤を提供することである。国は、規制活動を通じて原子力利用の安全確保を図るため、その基盤となる安全研究を独自に実施してきた。

原子力安全委員会は、昭和51年度以来、国が実施すべき安全研究の研究課題を示した「安全研究年次計画」を策定し、5年ごとに改訂を重ねてきたが、平成16年7月、内容の大幅な見直しを行い、新たに「原子力の重点安全研究計画」（以下、「第1期計画」という。）を策定した。策定に当たっては、規制を実施する省庁の再編や、安全研究を実施する機関の廃止・統合、独立法人化など、安全研究を巡る状況が当時大きく変化しつつあったことを踏まえ、将来にわたって安全研究が着実に実施されることに特に留意した。ここでは、産業界を含む、わが国の安全研究活動全体のレビューに基づいて、平成17年度からの5年間に於いて国の安全研究として重点的に進めるべき研究課題と、安全研究の推進についての方策を示した。

原子力安全委員会は、平成19年度、第1期計画の中間評価を実施した。評価では、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下、「耐震設計審査指針」という。）の改訂や新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全技術に係る安全研究の充実・強化の必要性や、重点安全研究の推進方策の見直し等が指摘された。原子力安全委員会は、中間評価の結果を反映させるため、平成20年6月、第1期計画の一部改訂を行ったところである。

さらに、原子力安全委員会は、平成22年度からの5年間を対象とする次期の重点安全研究計画（以下、「第2期計画」という。）を策定するため、平成20年9月に原子力安全研究専門部会の下に、「重点安全研究計画検討ワーキンググループ」（以下、「検討WG」という。）を設置し、検討を進めてきた。検討WGは、原子力の安全確保や安全規制を巡る状況の変化や、第1期計画の実施を通じて明らかになった課題等を検討し、重点的に取り組むべき安全研究の内容ならびに推進方策について再度検討を行い、第2期計画を取りまとめた。そのうち研究分野、研究課題の選定については、原子力施設等安全研究分科会、環境放射能安全研究分科会、放射性廃棄物安全研究分科会で主に検討を行った。

本計画は、原子力安全研究専門部会が、検討WG等での検討の結果を踏まえ、取りまとめたものである。

第1章 重点安全研究計画の目的

重点安全研究計画は、原子力安全委員会が、国による安全規制活動を向上させるため、重点的に進めるべき安全研究（重点安全研究）の内容とその推進方策を関係機関（規制行政庁、研究機関等）に提示することを目的とする。重点安全研究の内容については、原子力の安全に関する研究活動の現状について官民を問わず広く俯瞰・把握し、原子力の研究、開発及び利用の計画を踏まえ、定める。

重点安全研究計画は国の予算によって実施される安全研究を直接の対象としているが、我が国における原子力の安全に関する研究が総体として効率的に実施されるためには、国による安全研究と民間における原子力の安全に関する研究や国・民間における開発研究、大学等における基礎・基盤的な研究との関係や協力が重要である。このため、重点安全研究計画では、研究の推進方策との関連において、安全研究を行う研究機関や大学等に期待する役割に加え、民間、学協会にそれぞれ期待する役割についても言及している。

安全研究は、安全規制活動の科学技術的基盤を確立し、安全規制活動の向上を目的として行われる研究の総称である。安全研究を実施し、その成果を活用することにより、科学的合理性において優れた、効果的・効率的な安全規制活動が期待される。また、そのような活動により、原子力の安全確保に関する国民の信頼の醸成が期待される。

安全研究によってこれらの効果を実現するためには、規制側と研究側との適切な関係が必要であり、そのための専門的能力や、研究施設、研究の運営・管理のための組織を将来にわたって確保することが不可欠である。

原子力安全委員会は、このような観点から安全研究の実施状況について評価を行い、必要に応じて関係機関への働きかけと重点安全研究計画の見直しを行う。

なお、第1期計画と同様に、原子力の安全に係る安全性の実証及び信頼性の実証に関する事業や安全技術の調査等における研究は、安全性・信頼性を実証するだけでなく、原子力の安全確保のための安全規制の整備に資するものであるから、引き続き、安全研究に含めることとする。

第2章 第2期重点安全研究計画の目標

第1期計画は、2. 1で詳しく述べるように我が国の安全研究を推進する上で一定の役割を果たしてきたところである。しかし、基礎・基盤的な安全研究の推進に関して、大学等の活用については具体的な方策が示されていない、研究成果の集約・分析や研究成果の規制への橋渡しに係る技術支援機関の支援体制が十分に整っていない等の問題点が検討WGで指摘された。

指摘された問題点や第1期計画策定以降における原子力の安全確保や安全規制に係る国内外の主要動向も踏まえ、第2期計画の策定にあたっての問題認識を2. 3、2. 4に示す。最後に、2. 1から2. 4の記述を踏まえ、第2期計画の目標を2. 5に提示する。

2. 1 第1期重点安全研究計画の取組状況

原子力安全委員会では、関係省庁や研究機関と連携を図り、重点安全研究計画が円滑に実施されるための取組を進めてきた。

第1期計画は、策定後、国の基本的計画や関係機関の業務計画等に反映されてきている。原子力の安全研究については、原子力委員会が定めた原子力政策大綱¹において、原子力安全委員会の定める重点安全研究計画を踏まえて着実に進めることが必要と規定されている。また、文部科学省及び経済産業省が策定している独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、「(独) 日本原子力研究開発機構」という。）の中期目標においては、重点安全研究計画等を踏まえ、安全研究を実施すると規定される等、国の研究機関の業務目標に反映されている。その結果、材料試験炉(JMTR)²や大型非定常試験装置(LSTF)³をはじめ、安全研究を実施する上で重要な基盤施設の維持に貢献してきている。

予算の関係では、耐震安全技術のように特に重要とされる安全研究について見解を取りまとめ、原子力委員会へ意見具申を行い、原子力委員会が毎年策定している予算の見積り方針へ反映されるようにして、耐震安全性に関する安全研究等の充実・強化を行った。また、基礎・基盤的な安全研究の充実を図る一環として、放射線影響分野における基礎・基盤的な安全研究の重要課題について検討し、関係省庁に対して、競争的資金による事業の実施を求めた。

さらに、規制行政庁が進める安全研究施策との十分な意思疎通を図り、一層相互に

¹ 平成17年10月11日原子力委員会決定。また、「政府は、原子力委員会の「原子力政策大綱」（平成17年10月11日原子力委員会決定）を原子力政策に関する基本方針として尊重し、原子力の研究、開発及び利用を推進することとする。」を平成17年10月14日閣議決定。

² (独) 日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター

³ (独) 日本原子力研究開発機構安全研究センター

連携していくため、経済産業省原子力安全・保安院（以下、「原子力安全・保安院」という。）でとりまとめる安全研究ニーズを聴取し、必要に応じて意見を述べるなど、規制行政庁の安全研究ニーズを把握する仕組みを構築した。

原子力安全研究専門部会では、安全研究の進捗状況を踏まえつつ、新たな状況変化を適切に安全研究に反映し、状況変化を見越した推進基盤の構築を進めていくため、平成19年度に第1期計画の中間評価を実施し、同計画に掲げられた研究内容の進捗状況に関する評価、重点安全研究の推進事項に関する評価を実施した。

その結果、7分野12項目の重点安全研究のうち、「軽水炉分野（耐震安全技術）」については耐震設計審査指針の改訂や新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全技術に係る安全研究の一層の充実・強化を目的に、「放射性廃棄物・廃止措置分野」については廃棄物処分に係る法制度の一部改正を踏まえ、処分方法毎に再整理することを目的に見直すことが必要であるとの結論を得た。また、放射線影響分野については、産学官や学協会等による有機的な連携体制を構築するとともに、同分野の人材育成に取り組んでいくことが課題とされた。

重点安全研究の今後の推進方策に関しては、「産学官の連携」、「国際協力・貢献」、「安全研究の計画・実施・評価等」、「研究成果の適切な活用・反映」及び「研究基盤の確保」について基本的な考え方や今後の取組について提言をまとめた。

また、中間評価を踏まえて、原子力安全委員会は平成20年6月に、第1期計画を見直して、安全研究の内容に活断層、地質・地盤の特徴等を踏まえた地震動特性に関する研究等を加えるなどの改訂を行った。

2. 2 国内外の主要動向について （国内の主要動向）

第1期計画を平成16年7月に策定して以降、安全研究を巡る動向は大きく変化している。我が国の原子力の研究、開発及び利用を巡って、原子力政策大綱、原子力立国計画⁴、エネルギー基本計画⁵、低炭素社会づくり行動計画⁶などが策定され、安全の確保が前提であること、重点安全研究計画に沿った安全研究の推進や国際貢献の重要性が示されてきた。

原子力の安全確保や安全規制に関しては、原子炉施設について、リスク情報の活用に向けた検討や耐震設計審査指針の改訂、軽水炉の高経年化対応技術に関する検討などが行われてきた。放射性廃棄物処分については平成19年に特定放射性廃棄物の最

⁴ 平成18年8月経済産業省総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会。

⁵ 平成19年3月9日閣議決定。

⁶ 平成20年7月29日閣議決定。

終処分に関する法律等の一部が改正され、地層処分の対象となる廃棄物に再処理施設等から発生する低レベル放射性廃棄物の一部が対象となり、低レベル放射性廃棄物については余裕深度処分を含めた低レベル放射性廃棄物の安全規制の基本的考え方等が取りまとまるなど、安全規制体系の整備が進められている。

また、原子力安全・保安院の原子力安全基盤小委員会⁷は、平成19年10月に取りまとめた報告書「原子力の安全基盤の強化について」において、主として安全規制に係る技術的知見の取得、技術基盤の構築を目的として規制行政庁、教育研究機関、公的研究機関等で行われる研究と、主として安全性、信頼性向上を目的として産業界等で行われる研究とを安全基盤研究⁸として、現状及び今後の課題等を取りまとめている。また、産学官及び学協会が連携して安全基盤研究の重要分野に係るロードマップ（技術戦略マップ）を策定し、このロードマップを今後の安全基盤研究及び規格基準策定の指針として活用している。

国の安全研究予算及び産業界の安全関連予算は減少傾向にあり、研究者についても全般的に減少や高年齢化が進行している。このことから、重点的かつ効率的に安全研究を進めていくことが求められる。

原子力の人材育成に関しては、社団法人日本原子力産業協会原子力人材育成関係者協議会における産学官による検討をはじめとして、種々の取組が行われているが、安全研究に関しては、研究機関の改組や大学の学科再編等によって、特定の分野の専門性の継承や人材育成が困難視される状況も生じている。

（海外の主要動向）

近年、地球環境問題等の観点から原子力エネルギーを再評価する動きが国際的な潮流となりつつある。原子力発電の新規導入を計画する国が増加し、既導入国では新設計画が進行している。このような動きを受け、平成20年7月の先進国首脳会議（G8サミット）においては「3S⁹に立脚した原子力エネルギー基盤整備に関する国際イニシアティブ」が合意され、核不拡散/保障措置、原子力安全、核セキュリティ（3S）が、原子力エネルギーの平和的利用のための根本原則であることが確認された。

他方、原子力先進国においては、既設軽水炉に係る技術の成熟を背景として、安全

⁷ 経済産業省総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力安全基盤小委員会

⁸ 「安全研究」と「安全基盤研究」の関係：

本計画の「安全研究」は、国の安全規制活動の向上を目的として、国の予算により実施される研究。

「安全基盤研究」は、産業界が実施する事業の実施に係る安全性と信頼性の確保・向上に必要となる研究、民間規格作成のための研究、個別の安全規制措置に関し機器設備等の健全性と検査・運転管理等の妥当性等を説明するために必要な研究と、原子力安全・保安院が実施する、安全規制制度・規制基準の整備・運用及び個別の安全規制措置の実施及び判断に必要な技術的知見（データ、手法等）の取得、並びに規制当局に必要な技術基盤の構築を目的とする研究を合わせたもの。

⁹ 3S：核不拡散/保障措置（non-proliferation/safeguards）、原子力安全（safety）及び核セキュリティ（security）。

研究予算は全般的に減少しており、熱水力分野など、一国のみでは研究施設や研究者数の維持が難しくなっている分野もあることから、国際協力による研究施設の共用や、共同研究、国際的データベースの構築等を実施する傾向にある。

さらに、国際原子力機関(IAEA)等においては、国際的な調和の下、原子力安全を高度化するため、国際的な規格基準の策定が進行中であり、これを取り入れ又は整合性を図るための検討が各国で実施されている。また、経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)の原子力施設安全委員会(CSNI)では、規制における研究の役割、廃止等の危機に瀕している重要な安全研究施設の維持、新型炉を対象とした安全研究を行う上で重要なインフラの特定、安全研究に係る知識の継承などに関する議論や、具体的な規制上の課題を解決するための取組が行われ、多数の国際共同プロジェクトが実施されている。さらに、多国間設計評価プログラム(MDEP)のように、各国の知見や経験を共有し、安全規制の調和と高度化を図る取組が行われている。放射線影響分野では、国際放射線防護委員会(ICRP)2007 年勧告¹⁰の公刊、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)の報告書附属書¹¹が取りまとまるなど、放射線影響等に関する科学的知見の収集・整理などが進展しており、IAEA でも基本安全基準(BSS)¹²の改訂作業が進行中である。

近年、原子力エネルギーの需要の高まりを受け、先進国を中心に原子力発電所の機器・サービスを諸外国へ輸出する動きが活発化している。IAEA や OECD/NEA、UNSCEAR といった国際機関で、安全規制基準の標準化や高度化を図る取組が進められており、これらの動向を十分に把握した上で、重点安全研究の検討を進める必要がある。

2. 3 重点安全研究の推進方策に関する問題認識

(1) 規制の技術的独立性の向上

規制者が、産業界における技術提案（技術導入シナリオ）への受動的な対応に留まらず、中立的・客観的立場から、先見性をもって科学的・合理的規制判断を行えるよう高い専門性を有すること、すなわち規制の技術的独立性が極めて重要である。国が実施する安全研究はそのための基礎を提供するものである。したがって、規制者が、常に規制の科学的合理性を追求し、高い専門性に基づく先見的な安全研究を適正な規模で行い、新たな科学技術的知見を安全規制活動に着実に反映する必要がある。

また、国による規制の動向は産業界による技術開発に大きな影響を与えることから、

¹⁰ ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Annals of the ICRP Volume 37/2-4.

¹¹ UNSCEAR 2006 Report, Volume 1, Report to the General Assembly, with Scientific Annexes A and B.

¹² International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).

国による安全研究は、規制に先見性をもたらすものであることが期待される。先見的研究の立案や管理は、特に高い能力と知識を必要とし、規制側と研究側との合意形成のための努力を必要とする。しかし、そのような研究を、顕在化した短期的ニーズに応えるための研究と並行して適切なバランスで実施することが、規制の技術的独立性を将来にわたって確保するために必要である。

さらに、安全研究の実施にあたっては、技術支援機関が、①予期しなかった事象・課題が発生した場合にも対応出来るような高い専門性を持つこと、②自らの専門性にに基づき、必要に応じ、規制行政庁に対し適切な助言が出来ること、といった規制行政庁に対する技術的独立性を確保することが重要である。

これらを達成するため、安全研究を高い専門的水準で実施し、立案から反映にいたるプロセスを適切に管理するとともに、適切な資源の配分を行う必要がある。規制担当者が研究管理に参加することは、研究側と規制側との意思疎通や成果利用の促進につながり、規制担当者の技術的能力の向上のためにも有効である。その際、研究の水準を上記の目的に適うものとするため、専門家の意見を尊重する必要がある。

(2) 安全研究ニーズの抽出及び成果の活用

国による安全研究を効果的なものとするためには、原子力安全委員会及び規制行政庁が、その責任において、必要とする研究成果（安全研究ニーズ）を適時に示し、得られた研究成果の安全規制への反映に努めることが重要である。ここで、研究内容の設定や、研究成果に基づいて規制判断を行うにあたっては、研究者を含む専門家の支援が必要である。一方、研究者は、その分野における研究の進展状況を把握し、国際的な動向に触れる機会も多いことから、自ら規制上有用な研究を提案することも重要である。規制への反映や利用を確実なものとするには、研究者が原子力安全委員会及び規制行政庁と協力し、研究目標やスケジュールを設定する必要がある。

安全研究ニーズの抽出や、研究成果の反映、さらに安全研究の研究管理については、専門的知識のみならず規制についての理解も必要であり、規制側と研究側との双方向的な意思疎通が確保されるべきである。重点安全研究計画は、原子力安全委員会が自ら提示する研究の側面があり、規制を科学的合理性に基づき行うためには、安全研究の計画(Plan)－実施(Do)－評価(Check)－改善(Action)のサイクル (PDCA サイクル)を通じて、規制行政庁、研究現場等との十分な意思の疎通を図る必要がある。

また、安全研究の成果の活用については、安全研究の基本的役割から、研究成果を着実に安全規制に反映（橋渡し）していくことが求められる。原子力安全委員会は、橋渡し機能の強化にあたり、原子力安全委員会の安全研究の推進及び安全規制活動への反映等に関する技術支援機関である（独）日本原子力研究開発機構及び独立行政法

人放射線医学総合研究所（以下、「(独)放射線医学総合研究所」という。）に支援を求める。特に、新型炉に関するシビアアクシデントや放射性廃棄物の処分等については、必要な知見の集約を図る必要がある。また、技術支援機関に求められる役割の具体化を図り、必要な施策を検討する必要がある。

(3) 基礎・基盤的な安全研究の役割

安全研究では、原子力の研究、開発及び利用に特徴的な条件（高温・高圧、高放射線環境）を対象とし、具体的な課題の解決を使命としている場合が多い。そのような研究であっても、課題の解決に加えて、普遍的な科学技術的知見との関連づけや、研究から得られた知見を体系化する努力が必要である。それらの努力を通じて、研究成果の柔軟な適用を可能にする、潜在的な安全上の課題の発見につながる、といった効果が期待できる。さらに、安全研究においては、他産業や他領域における知見や手法を適時に取り入れることが重要である。知見の関連性や手法の有用性を検知するためにも、研究対象や研究成果を体系的に理解することが必要である。

以上のことから、課題解決型の目的研究においても、研究内容に基礎研究的要素を含めること、あるいは関連する基礎研究との接点を確保することが望ましい。このことは、安全研究に携わる研究者の水準を維持するためにも重要である。安全研究の学術的水準を維持するためにも、安全研究の枠組みの中で基礎・基盤的な研究が行われ、目的研究と基礎・基盤的な研究の接点ないし連係を確保することが有効である。

大学等には、従来から、基礎・基盤的な研究を通じて安全研究に寄与することが期待されているが、目的研究との連携を含め、そのポテンシャルが十分に発揮されているとは言えない。その原因として、安全研究における課題や目的・目標の設定と、大学等における研究実施体制や学術的関心との間に乖離があると指摘されている。大学等で近年、学科、専攻の再編等が進行したこと、原子力に関連する研究施設の維持が困難になっていることも、安全研究への寄与を期待し難いものとしている。そのため、各研究分野において、安全研究における大学等の役割や研究施設の利用法についての合意形成を図ることが望まれる。大学等において安全性に関連する基礎・基盤的な研究を実施するためには、研究体制及び研究施設の維持が前提であり、予算の定常的な配分が特に重要である。

(4) 安全研究の推進に係る研究基盤の確保

安全研究では、様々な科学技術分野を横断的に俯瞰し、課題を把握することが特に重要である。安全研究の実施機関は、顕在化していない課題や他産業、他分野における科学技術的知見に対応するため、専門的能力を常に向上しなければならない。このため、安全研究に取り組むための予算とともに、安全研究に係る施設の維持・整

備や人材育成などの研究基盤の維持・強化に必要な予算が、国から定常的に措置されることが重要である。

安全研究施設に関しては、例えば、原子力安全委員会、関係省庁、研究機関において、JMTR、内部被ばく実験施設¹³及びLSTFの今後の活用について検討が行われ、産学官の研究ニーズや原子力安全を巡る内外の情勢、研究遂行上の代替手段の可能性なども考慮した結果、これらの施設は、原子力施設における安全上重要な課題を解決できる重要な施設である等から、引き続き、有効に活用することが適当とされている。既設軽水炉に係る技術の成熟や厳しい財政状況を背景に、近年、安全研究施設（特に照射試験施設や核燃料物質取扱施設）を維持することが困難な状況になってきており、引き続き、安全研究施設の維持・確保、代替機能の検討等の評価と立案が必要である。

研究基盤のうち人材については、安全研究を適切に実施し、その成果を着実に安全規制へと反映していける技術的・専門的能力を持った人材を育成・確保していく必要がある。さらに、関連する分野における人的資源を有効に活用し、様々な問題に対処可能な状態を確保し、維持することが重要である。そのため、安全研究を実施する独立行政法人や大学等が有機的に連携しつつ、原子力の安全に係わる人材を育成・確保する場として、研究施設を維持、整備、活用していく必要がある。

大学等からの人材供給についても、学科、専攻の再編等によって、原子力専門教育の内容や受講者数が全般に減少し、そのことが将来の安全研究において優秀な人材を確保する上で問題になると懸念されている。そのため、今後、大学等において、原子力（放射線影響分野を含む）に関係する学科、専攻等の振興等、環境整備を図る必要がある。

（５）産学官連携の推進

安全研究における産学官連携は、特に研究資金の分担や施設の共同利用といった研究資源の効率的利用の観点から、国際的にも重視されている。

安全研究を効率的に進めるためには、関係する専門家間の意思の疎通や情報の共有が重要である。産業界による新技術の導入や、規制側による科学的合理性を一層向上させる新たな規制制度の導入に関わる安全研究については、産学官の役割を明確にし、適切な分担の下で実施するとともに、三者間の対等かつ生産的な議論を適時行うことが望ましい。特に、研究内容の客観的妥当性を確保するため、学术界や学協会が参加、関与することも期待される。

¹³ （独）放射線医学総合研究所

産学官の連携については、次のように分野、テーマによってその進捗度合いに違いが生じている。

軽水炉の燃料の高度化と高経年化対応技術等については、社団法人日本原子力学会に「軽水炉燃料の高度化に必要な技術検討」特別専門委員会が設置されるなど、産学官での意思の疎通と問題意識の共有を図るための仕組み（検討の場）が整備され、産学官の専門家によるロードマップの策定・改訂等の検討が進められている。それらの検討は、①研究の重点的かつ効率的な推進、②人材基盤の形成、に資するものであり、産学官の有機的な連携を図るための有効な手段の一つと考えられる。このような連携を重視しつつも、規制対象側である産業界等との連携においては、そのプロセスが十分な透明性と公正性をもつことが重要であり、さらに規制側が独自の技術スコープを持って臨む必要がある。

放射線影響分野については、研究分野と研究実施機関が多岐にわたっているため、関係機関の連携体制の構築が急務であり、分野を俯瞰したロードマップの策定等を通じて、産学官連携の取組を進めることが重要である。

理工学の多くの分野においては、大学等のポテンシャルを活用し、かつ大学等における研究に社会のニーズを反映させるという観点から、産学連携や官学連携が進められている。安全研究においても一部の分野で実績があるものの、大学等については、産学官連携の中で期待されている役割を十分果たしているとは言えない。大学等がそのポテンシャルを発揮し、産官が積極的に大学等との連携を図るなど、その役割を十分果たせるような施策を検討する必要がある。

2. 4 重点安全研究分野に関する問題認識

(1) 安全規制の科学的合理性の一層の向上

我が国の安全規制の科学的合理性を一層向上させるには、最新の科学技術的知見を積極的に取り入れ、これまでに構築された安全規制の枠組みを絶対視することなく不断に見直すことが必要である。また、安全規制の動向は産業界での技術開発に大きな影響を与えることから、産業界の計画に対応した安全研究に限らず、将来を見据えて、安全規制の科学的合理性の向上に資する安全研究を行うべきである。

例えば、リスク情報を活用した安全規制に関する研究やシビアアクシデントに係る科学技術的知見・情報の収集や解析手法の検討等、最新の科学技術的知見を積極的に収集し、必要に応じて安全規制活動に反映させる取組が重要である。

我が国では、原子力施設の建設、運転開始から50年以上が経過し、現在、実用発電用原子炉53基に加えて、研究開発段階の原子炉、核燃料サイクル関係施設、放射性廃棄物処分施設、放射線利用施設、研究施設等、様々な施設が運転されている。こ

これらの経験から得られた知見や、事故・故障の教訓を踏まえて、人間・組織要因の調査分析に基づく知見・教訓を蓄積することは、研究として重要であるのみならず、安全規制を一層効果的に行うため不可欠である。規制側及び産業界において、建設・運転に関する情報の収集・分析・評価を継続的に進めていくとともに、運転実績に基づく安全規制（パフォーマンスベース規制）のあり方を検討する必要がある。

（２）原子力の研究、開発及び利用に係る課題への対応

世界有数の地震国である我が国が原子力エネルギーの利用を進める上で、耐震安全性の確保は全ての原子力施設に共通する極めて重要な課題である。原子力安全委員会は、平成１８年９月に地震学・地震工学等の耐震安全性に関連する分野の最新の科学技術的知見を反映して耐震設計審査指針を改訂した。平成１９年７月に発生した新潟県中越沖地震は、自然現象に謙虚に学び、常に最新の科学技術的知見を安全規制活動に反映することの重要性を再認識させるものであった。安全研究は、最新の科学技術的知見を取得するための基本的な手段であり、新潟県中越沖地震等で得られた知見等を踏まえ、耐震安全性に関する安全研究を充実することが重要である。

また、前項（１）で述べたように原子力の研究、開発及び利用は５０年以上が経過し、我が国では様々な原子力施設が運転されている。軽水炉については、運転実績が４０年を迎えるものもあり、使用材料や使用環境の改善がなされてきているものの、使用材料に起因するトラブルは、様々な形で発生している。軽水炉に限らず、原子力施設の材料劣化や高経年化対策に関する安全研究の重要性は高い。

その他、軽水炉、核燃料サイクル施設、新型炉に係る安全研究に関連した今後の課題としては、以下のものが挙げられる。

① 軽水炉に関する安全研究

軽水炉に関する安全研究については、我が国において軽水炉が導入された時代に求められた「安全性を確保するための安全研究」から、既存の軽水炉の「安全性を高いレベルで維持・向上するための安全研究」へと、その目的が変化している。

具体的には、安全評価等に用いられる現象予測技術、耐震安全技術等の安全研究や機器・構造物等における材料劣化・高経年化対策に係る安全研究、燃料の高燃焼度化、ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料の利用（プルサーマル）等の軽水炉の高度利用等に対応した安全研究の取組が求められる。

② 核燃料サイクル施設に関する安全研究

六ヶ所再処理施設ではアクティブ試験を実施中であり、今後は、再処理事業の

進展や使用済燃料中間貯蔵事業及びMOX燃料加工事業等の本格化を念頭に置いた安全研究の実施が必要である。

特に、民間再処理施設等の運転検査手法の整備、平成11年に発生したJCOウラン加工工場における臨界事故の教訓を踏まえた臨界対策、火災・爆発等の事故防止に関する解析評価技術の高度化、使用済燃料中間貯蔵事業に関連した材料及び燃料の長期健全性に関する科学技術的知見の蓄積等が求められる。

③ 新型炉に関する安全研究

実証炉以降の高速増殖炉開発に関しては、「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」¹⁴において、平成22年頃に、それまでの概念検討、要素技術開発の状況を踏まえて、実証炉のサイズや採用する技術等を判断し、概念設計を開始することとしている。そのため、検討・開発の状況に合わせ、今後の規制側における技術的課題を抽出することが必要となる。

また、高速増殖炉の安全研究については、高速増殖原型炉「もんじゅ」¹⁵のナトリウム漏えい対策等の工事が完了し、現在、性能試験の実施を目指したプラント確認試験等が行われているところであるが、引き続き、高速増殖炉に特有のナトリウムの取扱いに係る安全研究及び高速増殖炉の安全設計・評価に必要な取組を実施する必要がある。

次世代軽水炉に関しては、2030年前後からの軽水炉の代替炉建設需要をにらみ世界標準の獲得を目指して、濃縮度5%超燃料の採用による使用済み燃料の削減と高稼働率化、免震技術の採用、プラントの供用期間延長、経済性と安全性の向上等をコンセプトに、国、電気事業者、メーカーが一体となったプロジェクトとして、平成20年度から8年計画で基本設計を行っている。そのため、検討・開発・設計状況に合わせ、今後の規制側における技術的課題を抽出することが必要となる。例えば、次世代炉の規格基準を整備し、所要の規制制度を検討するため、今後、濃縮度5%超燃料の導入による炉心の核的安全と燃料の加工から輸送、再処理にいたる各段階での臨界安全や新型安全系の性能評価を始めとする安全研究を進めることが必要である。

(3) 放射性廃棄物・廃止措置に関する安全研究

今後も安全研究が特に求められる放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物及び低レベル放射性廃棄物のうちの余裕深度処分対象の廃棄物、長半減期低発熱放射性廃棄物、

¹⁴ 平成18年7月に、文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、(社)日本電機工業会及び(独)日本原子力研究開発機構が設置。

¹⁵ (独)日本原子力研究開発機構敦賀本部高速増殖炉研究開発センター

ウラン廃棄物である。これらの処理・処分にあたっては、それぞれの廃棄物の性状に応じた安全確保が適切に行われるように、事業の進展に合わせ、安全規制の基本的考え方、安全確保に係る安全指標とその基準値、処分地選定段階に求める環境要件、安全審査等に係る指針を策定する必要がある。そのため、各処分事業のスケジュールを踏まえ、上記の策定に必要な安全研究を的確に推進していくことが重要である。

また、原子力施設の廃止措置に関しては、解体廃棄物の処理・処分・再利用及び敷地や建屋の解放・再利用が安全と環境負荷の低減を考慮して実施することが求められる。そのため、各施設の性状に応じた、合理的な廃止措置のあり方の検討、クリアランスレベル検認のあり方の整備等に資する安全研究が必要である。

(４) 放射線影響に関する安全研究の推進

放射線影響に関する研究は、今後の原子力の研究、開発及び利用に関する様々な課題に対処し、「人の安全」を確保するという国の責任を果たす上での基礎となる非常に重要な分野であり、安全研究を着実に進めることが求められている。

具体的には、放射線測定技術の開発、放射性核種の分布と挙動・線量評価、低線量・低線量率の放射線等による生体影響、社会科学的観点も含めたリスク評価・規制手法開発及び社会の理解促進に関する研究が重要である。これらは、国民の関心が高く、また、放射線による人の健康や環境への影響を明らかにし、安全規制の科学的合理性をより確かなものにするにより国民の安全を確保するためのものであり、成果が期待される時期を意識しつつ、推進することが重要である。

それらの研究成果は、国が行う安全規制や事業者が行う安全確保の取組に活用することが期待出来る。また、国際機関等における放射線防護のための安全基準等の検討に研究成果を活用し、我が国として積極的に貢献していく仕組みを構築することが求められる。

(５) 原子力防災対策の充実

平成１１年に発生したＪＣＯウラン加工工場における我が国初の臨界事故は、原子力防災の重要性を改めて認識させ、国は、同年に原子力災害対策特別措置法を制定する等の対応を行った。万が一、原子力災害が発生した場合に備え、迅速かつ的確に対応を行うことの出来る防災体制を整備しておくことは、極めて重要である。

また、平成２０年１０月に原子力安全委員会が改訂した「緊急被ばく医療のあり方について」においては、関係機関における緊急被ばく医療体制や線量評価・医療技術の向上が求められている。さらに、平成１９年７月の新潟県中越沖地震を教訓に、複合災害を想定した原子力防災体制の見直しが進んでいる。

原子力防災に関する研究を継続的に実施し、知見を蓄積することにより、防災指針の見直し、地域防災計画の策定等への技術的支援を通じて原子力防災対策の実効性の向上を図るとともに、緊急時における情報収集・対応、緊急被ばく医療の高度化を図ることが求められている。

2. 5 第2期重点安全研究計画の目標

原子力安全委員会は、本計画を策定するにあたり、2. 1の第1期の取組状況や2. 2の国内外の主要動向に留意し、2. 3の重点安全研究の推進方策に関する問題認識及び2. 4の重点安全研究分野に関する問題認識を踏まえ、第2期の5年間で達成すべき目標を定める。

(目標)

安全規制の科学的合理性を向上させるため、第2期では新たな科学技術的知見の創出及びその安全規制への円滑な活用と着実な反映を図ることを目標とする。そのための基盤、すなわち規制と連係した研究のための人材及び組織の専門的能力、施設を維持・強化し、高い専門性に基づく先見的な安全研究を実施することにより、規制の技術的独立性*を高める。

原子力安全委員会が上記目標を達成するために積極的な行動をとるのはもとより、原子力安全委員会は関係省庁や研究機関に対し、上記目標の達成に向けて、各分野で抽出された課題の解決を図るため、必要な施策や安全研究を実施することを求める。

* 2. 3 (1) で述べている通り、規制の技術的独立性とは、規制者が、産業界における技術提案（技術導入シナリオ）への受動的な対応に留まらず、中立的・客観的立場から、先見性をもって科学的・合理的規制判断を行えるよう高い専門性を有することである。

第3章 重点安全研究の内容

3. 1 重点安全研究分野と基礎・基盤的な安全研究について

前章の問題認識を踏まえ、第2期に重点安全研究を推進するにあたり、原子力安全委員会は、重点的に進めるべき研究分野（重点安全研究分野）及び推進すべき基礎・基盤的な安全研究について定める。

（重点安全研究分野）

国の予算を充当し安全研究を推進する際、原子力安全委員会が行う原子力の安全確保に資する活動や規制行政庁が行う安全規制等の科学的合理性をより一層向上するため、特に必要となる研究成果を得るために重点的に進めるべき研究（重点安全研究）を引き続き推進していくことが極めて重要である。このような観点から、重点安全研究として、当面次のような研究分野に取り組んでいく必要がある。

I. 規制システム分野

- リスク情報の活用
- 事故・故障要因等の解析評価技術

II. 原子力施設分野（軽水炉施設、核燃料サイクル施設、新型炉）

- 安全評価技術
- 材料劣化・高経年化対策技術
- 耐震安全技術

III. 放射性廃棄物・廃止措置分野

- 地層処分技術
- 余裕深度処分・浅地中処分技術
- 廃止措置技術（廃止措置、関連する廃棄物の処理技術等）

IV. 放射線影響分野

- 放射線リスク・影響評価技術

V. 原子力防災分野

- 原子力防災技術

（基礎・基盤的な安全研究）

基礎・基盤的な安全研究は、将来実施される安全研究や予期しなかった事象・課題が発生した場合に対応する際に必要とされる専門的知識・能力を取得・向上することを目的とし、中・長期的視点から実施される研究である。基礎・基盤的な安全研究は、重点安全研究を支える学術的基盤として、さらに原子力の安全確保に係る知見を創出するものとして、必要不可欠である。

原子力安全委員会は、研究機関が炉物理・炉工学、燃料・材料工学、化学工学、生物学、医学、放射線生体影響・環境影響科学等の基礎・基盤的な安全研究を幅広く体系的に実施することを期待する。そうした基礎・基盤的な安全研究の推進の下、原子力に関する分野間だけでなく、他分野との交流により、常に新たな科学技術的知見の創出・発展に努めることが求められる。特に、基礎・基盤的な安全研究については大学等の役割が大きい。

原子力の安全規制と社会に関する研究や国民との対話をはじめとするリスクコミュニケーション等の社会科学的な研究については、原子力に対する国民の安心を得るとともに、安全規制に対する信頼の醸成を図り、相互理解の手法を検討する上で、今後重要となる。また、社会における原子力の安全に関するサイエンスリテラシーの向上も、今後重要となる。

重点安全研究を推進するための専門的能力の向上、人材育成並びに関連研究施設の整備及び将来の原子力開発計画と不可分である安全研究につながる基礎・基盤的な安全研究を、原子力の安全確保の基礎として研究機関が継続的に推進することを期待する。

また、個々の基礎・基盤的な研究は、広く横断的に重点安全研究分野に関係するものであり、その軽重を遍く決めることは出来ないが、各重点安全研究分野において特に必要と考えられる基礎・基盤的な研究については、個別に整理を行った。

3. 2 重点安全研究分野の内容について

I. 規制システム分野

○ リスク情報の活用

原子力安全委員会は、原子力施設に関する安全目標案を提示するとともに、リスク情報のより一層の活用に向けての今後の課題と方向性を示している。規制行政庁では原子力発電所の安全規制における「リスク情報」活用の基本ガイドライン（試行版）¹⁶及び原子力発電所における確率論的安全評価(PSA)の品質ガイドライン（試行版）¹⁷が作

¹⁶ 平成18年4月 原子力安全・保安院。

¹⁷ 平成18年4月 原子力安全・保安院、(独) 原子力安全基盤機構。

成され、リスク情報活用の試行が開始されている。また、(社)日本原子力学会では、レベル1、2、3のPSA、地震PSA、停止時PSAなどの実施手順の標準が作成されている。こうしたリスク評価等で得られる知見や情報の活用を促進し、安全規制をより合理的で透明性のあるものにしていく必要がある。

研究内容としては、原子力施設毎の性能目標の策定・検証・安全規制への適用等に向けた研究、リスク情報の安全規制への活用のための研究が重要である。また、これらの施策を進めるためには、核燃料施設などのPSA等の手法の整備に加えて、安全目標・性能目標及びリスク情報を様々な規制分野で活用するための技術的課題に関する研究が必要である。

特に重点化すべき研究事例としては、リスク情報活用の先行的試行、意思決定にかかわる統合的アプローチの構築、研究開発段階炉や核燃料サイクル施設へのPSA等の適用手法の整備、高経年化等を考慮したPSA手法の開発・高度化、最新知見を反映したPSA手法の整備等がある。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、国内原子力施設の機器・配管の故障モード別故障率、破損モード別破損率及び人的過誤率のデータ収集と分析及びデータベース化、リスク管理と合理的意思決定のためのPSA活用に係る基礎研究等がある。

得られる成果は、適切な原子力安全の確保とともに、効果的で効率的な安全規制に活用できる。

○ 事故・故障要因等の解析評価技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、事故・故障における人間・組織要因の影響の重要性を踏まえ、これまでの運転経験等に基づき、引き続き原子力安全情報の収集・蓄積に係る基盤整備を促進するとともに、分析評価方法の確立・高度化を進め、事故・故障における人間・組織要因を調査分析し、安全規制の高度化に反映させる必要がある。

研究内容としては、運転経験に基づく事故・故障に関する情報の継続的な収集・分析評価、事故・故障等に係る人間・組織要因の調査分析に基づく知見・教訓の蓄積、事故情報の伝達手法に係る研究、データマイニング技術の導入等が必要である。

特に重点化すべき、必要な基礎・基盤的な研究事例としては、事故・故障の人的、組織的要因のデータ収集・分析評価及び共有化がある。

得られる成果は、運転実績を踏まえた安全規制の実施を可能にするとともに、事故・故障等の安全規制上及び災害防止上の位置づけを定量的に明らかにすることで、よりの確な安全規制の実施、規制行政の信頼性、説明性の向上等に活用できる。

II. 原子力施設分野（軽水炉施設、核燃料サイクル施設、新型炉）

○ 安全評価技術

（軽水炉施設）

原子力安全委員会においては、軽水炉の供用期間延長、燃料の高燃焼度化、MOX燃料の利用（プルサーマル）、長サイクル運転、出力増強等の、軽水炉利用の高度化に対応して、規制行政庁が行う安全評価の妥当性を確認していく必要がある。規制行政庁においても、軽水炉利用の高度化に対応した安全基準の適用性・適合性の判断等を的確に行う必要があり、そのための安全評価技術の開発及びデータベースの構築整備が必要である。

研究内容としては、軽水炉利用の高度化に際して導入される燃料の安全性に関する知見・データの整備及び安全評価技術に関する研究、熱水力学的安全評価技術の高精度化に関する研究等が重要である。また、これらの研究に必要な研究開発施設（原子炉安全性研究炉(NSRR)¹⁸、燃料試験施設(RFEF)¹⁹、LSTF、廃棄物安全試験施設(WASTEF)²⁰等）の維持が重要である。

特に重点化すべき研究事例としては、軽水炉利用の高度化に係る事故時燃料挙動に関する基礎データの中長期的取得、安全評価技術の高精度化がある。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、核・熱・材料に係る複合的評価技術の高度化、軽水炉利用の高度化に係る燃料挙動評価及び関連の現象モデル等の整備、単相及び二相3次元流動に係る数値流体力学解析(CFD)手法の整備と最適評価コード整備への応用、シビアアクシデントに関する研究がある。

得られる成果は、軽水炉利用の高度化に対応して、最新の知見を活かした安全確保の基本的考え方の検討、指針の妥当性評価等に活用できるとともに、合理的な安全審査や安全規制の行政判断等に活用できる。

（核燃料サイクル施設）

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、再処理施設及びMOX加工施設の安全対策のうち、特に臨界、火災・爆発、放射性物質の漏えい等の異常発生防止機能や異常拡大防止機能及び万一の事故発生時における閉込め機能について行われてきた実験的、実証的な研究の知見に加えて、核燃料サイクル施設や試験施設、使用済燃料の貯蔵等に関する運転管理の実績、事故・故障等の実績を踏まえた十分な情報収集と体系的な解析評価を踏まえた安全評価を行うことが必要である。

また、使用済燃料中間貯蔵施設について、貯蔵期間を通じて管理、実績等に係る情

¹⁸⁻²⁰ （独）日本原子力研究開発機構東海研究開発センター

報収集を継続的に行うとともに材料及び燃料の長期健全性と必要な性能を維持していくための研究を行うことが引き続き重要である。さらに、放射性物質輸送の安全性確保の観点からのリスク評価のための研究も必要である。

研究内容としては、核燃料サイクル施設におけるリスク情報の収集・解析・活用に関する研究、再処理施設等の核燃料サイクル施設に関する事故評価の技術基盤の整備、再処理施設機器材料の高経年化評価手法の整備、使用済燃料の輸送や貯蔵等に燃焼度クレジットを考慮する際の臨界安全及び事故評価手法の整備、中間貯蔵に関する合理的な調査・研究の促進が重要である。また、これらの研究に必要な燃料サイクル安全工学研究施設(NUCEF)²¹の維持が重要である。

特に重点化すべき研究事例としては、臨界事故等のリスク評価上重要な事象の発生確率や影響の評価に必要なデータの蓄積・解析手法の整備、核燃料サイクル施設に燃焼度クレジットを導入する際の臨界安全評価手法の整備、金属キャスク等による中間貯蔵に関する安全研究がある。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、核燃料サイクルにおける核燃料物質の再処理・加工過程等の安全評価技術がある。

得られる成果は、核燃料サイクル施設の安全審査等に際し、安全評価の判断材料として活用できる。

(新型炉)

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、高速増殖炉の実証炉へ向けた安全確保の考え方や安全基準の基本的事項の整備・検討、高温ガス炉の安全評価、開発段階に応じた次世代軽水炉の導入に備えた規制の高度化・合理化が必要である。

研究内容としては、ナトリウム漏えい燃焼及びナトリウム－水反応に関する知見や試験研究等で検証された評価手法の整備・高度化、高速増殖炉・高温ガス炉・次世代軽水炉用燃料の安全評価技術に関する研究、シビアアクシデントの評価技術、ソースタームに関する研究、新型燃料に関する臨界安全評価手法の整備、原子炉近傍(敷地内)に化学プラントを設置する原子力施設に係る安全評価／安全基準に関する研究等が重要であり、これらの研究に必要な研究開発施設 (NSRR、RFEF、LSTF、高温工学試験研究炉(HTTR)²²、NUCEF、高速実験炉「常陽」²³、照射燃料試験施設(AGF)²⁴、照射材料試験施設(MMF)²⁵、照射燃料集合体試験施設(FMF)²⁶等) の維持が重要である。

また、海外における次世代軽水炉の研究開発動向の把握も重要である。

²¹ (独) 日本原子力研究開発機構東海研究開発センター

²²⁻²⁶ (独) 日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター

特に重点化すべき研究事例としては、高速炉の実証炉へ向けた燃料健全性及び構造健全性に関する研究、高速炉のシビアアクシデント事象評価手法の高度化とアクシデントマネジメント(AM)を含めた事象推移評価、新型炉の開発段階に応じた安全確保に関する研究、開発段階炉に適用すべきリスク情報に基づく規制自体の合理化に資する研究がある。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、ナトリウム-水反応に関する評価手法の整備・高度化、新型炉に対する安全性目標に関する研究、燃料挙動評価技術の開発、数値流体力学解析(CFD)手法の整備と応用、安全確保に関わる解析コードの精度向上、クロスチェック用のコードシステムの開発・高度化がある。

得られる成果は、高速増殖炉、高温ガス炉、次世代軽水炉の安全確保のための基本的考え方、安全基準の高度化等に活用できる。

○ 材料劣化・高経年化対策技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、よりの確な安全規制の実施に当たって、原子力施設の材料劣化に関する知見、高経年化対策技術の一層の高度化を必要としている。

軽水炉の場合、運転実績は最長で約40年を経過し、産学官の連携による高経年化対応技術戦略マップが策定されるとともに、保全プログラムに基づく新検査制度が導入されている。これらに対応して、材料劣化現象の把握とトラブル原因の解明、長期予測と対応技術の開発・実証、形状が複雑な箇所等の健全性評価技術、経年劣化を考慮した確率論的破壊力学解析手法等に基づく構造信頼性評価手法及び長期保全評価手法に関する技術基盤の整備等が必要である。

また、再処理施設、使用済燃料中間貯蔵施設、新型炉及び放射性物質輸送容器における材料劣化の研究、高経年化評価手法の研究が必要であり、建設から長期間が経過している高速増殖原型炉の機器・材料における長期停止の影響に関する研究も必要である。

研究内容としては、き裂進展評価法やき裂のサイジング技術等に関する最新の知見の整備、経年変化現象の解明とその予測評価手法の整備、き裂や材料劣化の検出・測定・予測・予防保全に関する研究、経年劣化を考慮した確率論的破壊力学解析手法等による構造信頼性評価手法の整備、材料損傷の防止に関わる原子炉冷却水化学に関する研究等が重要であり、再処理施設、使用済燃料中間貯蔵施設や放射性物質輸送における材料劣化の研究、高経年化評価手法の研究や、設計寿命80年を目指して開発が進められる次世代軽水炉用高耐久性新材料の評価技術の開発が必要である。

特に重点化すべき研究事例としては、応力腐食割れ抑制のための環境緩和技術の高

度化、炉内環境モニタリング技術の開発、放射線に起因する材料劣化の予測評価手法の高度化、再処理施設機器に関する経年変化の技術的な評価及びその評価の妥当性確認に必要な技術的知見の整備手法の高度化とデータ整備等がある。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、機器の構造健全性評価に係るシミュレーション技術、再処理施設機器材料の劣化損傷機構の解明とその評価手法の整備がある。

得られる成果は、安全基準等の策定、事故・故障への対応等において活用できる。

○ 耐震安全技術

世界有数の地震国である我が国が原子力エネルギー利用を進めていく上で、原子力施設の耐震安全性の確保は最も重要な課題の一つである。新潟県中越沖地震等の経験を踏まえ、従来にも増して原子力施設の耐震安全性に関する調査研究を加速化していくことが必要となっている。

原子力安全委員会は、耐震設計審査指針を平成18年9月に改訂し、従来の経験式に基づく応答スペクトルを用いた評価手法に加え、「断層モデル」による解析手法を全面的に取り入れ、両者の長所を活かすことを基本とする基準地震動の策定方法の高度化や、確率論的安全評価手法の導入に向けた取組を求めている。

これらを踏まえ、原子力安全委員会及び規制行政庁においては、地震時においても原子力施設の安全性を確保するために、最新の科学的知見を踏まえた地震時の安全性を適切に評価する技術の整備を加速する必要がある。

研究内容としては、活断層、震源断層の調査・評価手法の高度化、検討用地震の選定、震源を特定した地震動及び震源を特定せず策定する地震動の評価方法並びに斜面・地盤安定性に係る研究、様々な地震動に対する原子力施設の健全性に関する研究、設備・機器の耐震信頼性の実証に関する研究、耐震安全性評価コードの改良に関する研究等が重要である。

特に重点化すべき研究事例としては、海域を含む活断層、活褶曲等の調査・評価、サイト近傍における3次元地盤構造の調査・評価、活断層、地質・地盤の特徴等を踏まえた入力地震動の予測・評価に関する研究、建屋特性を考慮した設備・機器健全性評価手法の高度化に関する研究、安全上重要な設備の地震時の挙動を把握するための実証的研究、設計用地震動を超えた地震動に対する施設の耐震裕度評価に関する研究等、高経年化設備に関する地震耐力に関する研究、地震後の設備・機器の機能健全性評価に関する研究、地震によるプラント停止後の再起動に向けての合理的手順の研究、免震構造採用技術基準の高度化、今後の確率論的安全評価手法の導入に向けた地震

PSAに関する研究等があり、これらの研究に必要な研究開発施設（E-ディフェンス²⁷等）の維持が重要である。

また、当該分野における安全研究の促進の観点からは、地形・地質・地下構造、地震及び地震動と耐震設計、耐震健全性評価の各研究分野の密な連携を図ることが重要である。

必要な基礎・基盤的な研究事例としては、活断層・震源断層調査・評価手法の高度化に関する研究、断層モデルの高度化に関する研究、深層ボーリングによる地震動の観測・分析、入力地震動の特性及び損傷モードを総合的に考慮した設備・機器の限界耐力の合理的な評価に関する研究、経年劣化を考慮した地震リスク評価方法の開発、地震起因の火災リスク及び津波リスク評価手法の開発がある。

なお、耐震安全研究の効果的・効率的な推進のため、原子力分野以外の研究機関（文部科学省地震調査研究推進本部（以下、「地震調査研究推進本部」という。）等）における研究成果の活用を総合的に進めることも必要である。

得られる成果は、耐震安全性に関する安全審査、安全基準の高度化・合理化等に活用できる。

III. 放射性廃棄物・廃止措置分野

○地層処分技術

特定放射性廃棄物（高レベル放射性廃棄物及び地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物）の処分地は、3段階の立地選定プロセス（概要調査地区、精密調査地区、及び最終処分施設建設地の選定）に従って決定され、このうち精密調査地区については平成20年代中頃の選定が計画されている。

原子力安全委員会としては、精密調査地区選定開始時期までに精密調査地区選定のための環境要件を、また、精密調査地区選定までに安全審査基本指針について検討を進めていく必要がある。また、地層処分事業全体への国民の理解を得るために、事業者が安全性に係る技術報告書を作成するだけでなく、その報告書に対して規制行政庁が見解を現段階から示していくこととしており、このような取組は着実に進められる必要がある。

研究内容としては、地質環境の調査・評価手法の開発、工学技術の開発、長期の安全評価に関するもの等が重要である。

特に重点化すべき研究内容としては、サイト特性を考慮した地質環境の調査・評価手法の開発、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性を踏まえた人工バリア等の工学技術

²⁷ （独）防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター

の開発、操業中及び閉鎖後の安全評価に係る研究等が重要である。

研究に際しては、研究課題が個別に実施されるだけでなく、処分システムの長期の性能評価に係る信頼性向上のために、体系的にかつ国内外における研究成果を共有しつつ進められることが重要である。また、求められる品質保証の国際的な水準に十分留意するとともに、成果が適時取りまとめられることが重要である。

得られる成果は、原子力安全委員会が定める環境要件、安全審査基本指針等の策定に活用できる。

また、規制行政庁においては、立地段階における調査結果の妥当性レビューのための判断指標の策定、安全審査に向けた基本的考え方（安全設計の基本的要件や安全評価の基本的考え方等）の取りまとめ、返還廃棄物の事業所外廃棄確認要領の整備等に活用できる。

長期の安全評価に係る信頼性を確保する上では、基礎・基盤的な研究開発も重要であり、着実に進めていく必要がある。

○余裕深度処分・浅地中処分技術

余裕深度処分・浅地中処分については、原子力施設及び研究施設等から発生するものについて、廃棄物の特性に応じて安全に処理・処分を行うための研究が求められる。

また、主にウランによって汚染された放射性廃棄物（以下、「ウラン廃棄物」という。）のように自然起源の核種を主たる組成とする廃棄物については、自然起源の放射能との関連なども考慮しつつ安全規制の基本的考え方、濃度上限値、安全審査指針を策定する必要がある。

余裕深度処分・浅地中処分に関する研究内容としては、地質環境の調査・評価手法の開発、工学技術の開発、安全評価、制度的管理の有効性の評価、評価時間枠の取扱い、長期的安全評価手法の開発、安全評価用データ取得等などが重要である。また、廃棄物の特性に応じた廃棄物処理・廃棄体化技術の開発が必要である。

ウラン廃棄物に関しては、上記研究内容に加え、安全指標等に関する検討が重要である。

得られる成果は、原子力安全委員会が行う余裕深度処分・浅地中処分に関する事業許可申請の二次審査、及びウラン廃棄物に係る安全規制の基本的考え方、濃度上限値、安全審査指針の策定に活用される。

また、規制行政庁が策定する安全審査要領、施設、廃棄体の確認要領等に活用できる。

○廃止措置技術（廃止措置、関連する廃棄物の処理技術等）

廃止措置技術については、原子力施設の廃止措置計画の進捗にともない、環境負荷を低減しつつ、安全に解体廃棄物の再利用・処理・処分及び敷地（建屋）の解放・再利用を実施していくために必要となる、安全確保のための科学的・合理的な安全規制に関する研究が必要である。

研究においては、実用発電用原子炉のうち軽水炉及びウラン取扱施設の廃止措置が近づいていること等に伴い、現在行われている原子炉施設の廃止措置などにおいて蓄積された知見を踏まえつつ行うことが重要である。

また、クリアランスについては、核燃料使用施設等の使用、解体に伴って発生する資材等のクリアランスに係る基準の整備及び計測技術等の開発が求められる。

廃止措置に関する研究内容としては、廃止措置終了後の敷地（建屋）解放に係る基準整備及び残存放射能濃度の測定手法に関する技術開発に係る研究等が重要である。

また、クリアランスについては、施設の放射能特性の評価のあり方、大型金属や建屋コンクリート等に対する放射性核種のクリアランスレベルの測定・評価に関するものが重要である。

得られる成果は、原子力安全委員会における廃止措置終了後の敷地（建屋）解放のあり方の検討、核燃料使用施設等におけるクリアランスレベルの整備及びクリアランスレベル検認のあり方の検討に活用できる。

また、規制行政庁が策定する廃止措置計画の認可・確認及びクリアランスの認可・確認のための要領等の整備に活用できる。

IV. 放射線影響分野†

○放射線リスク・影響評価技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、放射線による人の健康や環境への影響を明らかにする放射線影響分野の研究を通じて、安全規制の科学的妥当性をより確かなものにすることにより、国民の安全を確保する必要がある。特に、低線量・低線量率の放射線による生体影響を明らかにし、安全規制の科学的合理性を高めることが必要である。このため、①放射線計測技術開発、②放射性核種の分布と挙動・線量評価、③生体影響評価、④リスク評価・規制手法開発、のための研究の継続的な推進を必要としている。

短期的に成果が期待される研究として、放射線計測技術の開発に関しては、被ばく

† 参考資料として解説を添付。

線量等の計測の迅速化、高精度化、測定範囲の拡大に資する研究を着実に推進する。生体影響評価に関しては、低線量・低線量率放射線等による細胞がん化機構や網羅的ゲノム影響、DNA 損傷応答システム、身体的・遺伝的影響の解明や生体防御機構等に関する動物実験の成果を人体に反映する研究を着実に推進する。

中・長期的に成果が期待される研究として、放射性核種の分布と挙動・線量評価に関しては、原子力利用に伴う放射性核種及びラドン等の自然放射性核種(NORM)の環境中分布と放射線量及び生体等への移行・濃縮等の挙動の解明、環境中の放射性核種による線量の実態把握・予測の高度化、環境への放射線影響の解明についての研究を着実に推進する。生体影響評価に関しては、原子力利用に伴う放射線、自然放射線、医療放射線等による低線量・低線量率の被ばくに関する疫学調査、低線量の放射線に特有な非標的効果等の生物応答の解明、網羅的ゲノム影響の解明等により発がんリスクに対する直線閾値なし(LNT)仮説の検証に向けた研究を着実に推進する。

また、様々な研究成果を統合して将来の原子力エネルギー利用の拡大も視野に入れ、リスク評価・規制手法の開発及び社会科学的観点等も含めた社会の理解促進に資する研究を着実に推進する。

これらの研究の成果を国が行う安全規制や事業者が行う安全確保に活用する。また、UNSCEAR、ICRP、IAEA 等における放射線防護のための安全基準等の検討に活用し、我が国として積極的に貢献していく仕組みを構築することが重要である。

当該分野において、安全研究を着実かつ継続的に実施するためには、大学の教育研究機能、研究機関の研究機能を強化して優れた人材を育成・確保することが重要であり、国内外の大学間及び大学と研究機関、民間等との連携、研究の推進に不可欠な施設・設備の共用及び確保、異分野も含めた研究者の交流等を推進する必要がある。

V. 原子力防災分野[‡]

○原子力防災技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、原子力防災技術の研究を通じて、仮に原子力災害が発生したとしても、迅速かつ的確な対応を行うことのできる体制を整備し、国民の安全・安心を確保する必要がある。このため、①原子力防災対策の実効性向上、②緊急時における情報収集・対応、③緊急被ばく医療のための研究の継続的な推進を必要としている。

原子力防災対策の実効性向上については、防災指針見直しのための技術的支援、地域防災計画策定への技術的支援、新設計炉のシビアアクシデント対策に資する研究を

[‡] 参考資料として解説を添付。

着実に推進する必要がある。

緊急時における情報収集・判断については、緊急時に迅速かつ的確な対応を行うため、緊急時判断のための技術的指標の整備、予測システムの高度化等を通じて、事故に対応して情報を収集、分析し、発信を行う体制の構築等の研究を着実に推進する必要がある。

緊急被ばく医療については、被ばく事故時において、迅速かつ精度よく内部・外部被ばく線量の評価を行うとともに、ウラン及び超ウラン元素等の体内除染や幹細胞移植等による適切な治療を効果的に行うための研究等が着実に実施される必要がある。

これらの研究の成果は、原子力防災対策、緊急時対応や緊急被ばく医療の実効性を向上させる取組の基礎となる知見として活用できる。

第4章 重点安全研究の推進方策

4. 1 重点安全研究の推進方策について

重点安全研究を実施し、科学的合理性に基づいて安全規制が実施され、国民の信頼醸成に資するためには、機能的な重点安全研究の推進体制を構築し、その体制の中で様々な施策を効果的に実施していくことが必要である。

原子力安全委員会では、重点安全研究計画等を関係省庁及び研究機関に提示するとともに、必要な指摘等を行うことにより安全研究の推進を図ってきており、第1期計画を受け、各機関は安全研究の推進に関する様々な施策を実施してきたところである。安全研究の更なる推進に向け、2. 3の問題認識への対応を進めるにあたり、第2期計画においては、規制の技術的独立性の確保を前提とし、①安全研究の計画・実施・評価、②研究成果の活用・反映、③基礎・基盤的な安全研究の推進、④研究基盤の確保、⑤国際協力・貢献、⑥産学官の連携、の6つの推進方策を取りまとめた。また、重点安全研究の推進体制については、別添資料1に示す。

4. 2 重点安全研究の今後の推進方策

(1) 安全研究の計画・実施・評価等

(規制行政庁が推進する安全研究に関する施策との関係)

原子力安全委員会が策定する本計画は、我が国全体の安全研究計画として、推進すべき安全研究及び推進方策について、基本的な考え方を示すものである。本計画を実効的に機能させるためには、各研究分野において、本計画に基づく安全研究の実施及びその成果の反映までのプロセスについて PDCA サイクルの考え方を適用することが重要である（別添資料2、参照）。特に、原子力安全・保安院は、規制行政庁としての安全研究ニーズの明確化や安全基盤研究の推進方策について検討を進めることとしており、PDCA サイクルの確立をめざしている。原子力安全委員会は、このような規制行政庁の取組と連携し、安全研究の実施及び成果の反映状況を把握することが重要である。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会及び規制行政庁は、自らの規制活動に必要な安全研究を積極的に推進する。特に、原子力安全・保安院が、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下、「(独) 原子力安全基盤機構」という。）と連携し、安全研究の成果を、安全基準等の策定・改正や安全規制制度の整備等に活用することを求める。
- ②原子力安全委員会は、規制行政庁と十分な意思の疎通を図り、規制行政庁の実施する安全研究が本計画に沿って適切に実施されているかを把握するとともに、研究成果を原子力安全委員会の安全規制活動にも活用するため、規制行政庁から安

全研究のニーズや実施状況等を定期的に聴取する。

- ③原子力安全委員会は、定期的に原子力安全研究専門部会や原子力安全基準・指針専門部会等の関連する専門部会を開催し、安全審査指針類の策定・改訂に必要な安全研究ニーズの把握や安全研究の成果である最新の科学技術的知見の指針類への反映に努める。
- ④原子力安全委員会は、技術支援機関の協力の下、研究機関が実施する安全研究の成果に関する情報を一元的に把握し、成果の活用・反映に努めると共に、必要に応じて規制行政庁に対しても成果の活用の検討を促す。
- ⑤原子力安全委員会は、関係省庁に対し、所管の研究機関が本計画に沿った安全研究を適切に推進出来る中期目標等の策定を行い、業務実績に係る評価の際に本計画を踏まえることを求める。
- ⑥放射線障害の防止に係る規制に関連した放射線影響分野について、原子力安全委員会は、関係省庁や産学官の専門家と十分な意思の疎通を図り、安全研究ニーズに沿った取組が行われるような仕組みが形成され、安全研究が着実に推進されるよう促す。

（規制側と研究側との意思の疎通）

規制が科学的合理性に基づいて行われるためには、研究現場が有する科学技術的知見を規制活動に反映することが重要であり、ロードマップの作成等を通じて、規制側と研究側との役割の明確化や両者間での十分な意思の疎通を行うことが重要である。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会及び規制行政庁は、ロードマップの検討の場を活用し、研究側との情報の交換や意思の疎通を図る。
- ②原子力安全委員会は、研究成果の普及・周知等を目的とした情報交換の場として、研究機関、規制行政庁、事業者等が参画する安全研究フォーラムを定期的に開催する等、研究現場との意見交換を積極的に行う。

（２）研究成果の活用・反映

安全研究の成果を着実に安全規制に反映していくためには、研究成果を安全規制活動、特に指針類・規格基準等の策定へ着実に橋渡ししていくための取組と環境整備を進める必要がある。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会及び規制行政庁は、（独）日本原子力研究開発機構、（独）原子

力安全基盤機構及び（独）放射線医学総合研究所等の技術支援機関の協力の下、安全研究のニーズ及び安全研究の結果に関する情報を把握し、科学的合理性に基づいた安全確保の取組へ反映させる。

②原子力安全委員会は、（独）日本原子力研究開発機構及び（独）放射線医学総合研究所に対し、原子力安全委員会の方針に基づき、①国内外の安全研究成果の評価等を踏まえた安全審査指針類への反映が考えられる知見の集約及び検討材料の提供、②他の専門部会等がもつ安全研究ニーズの集約・分析、③取組が不十分な課題の抽出、などを行うことを求める。

③原子力安全委員会は、技術支援機関が期待されている役割を十分果たせるよう、本計画の評価等を通じ、関係省庁に対して適当な配慮を求める。

（３）基礎・基盤的な安全研究の推進

基礎・基盤的な安全研究については、原子力に固有の研究分野や工学分野、化学分野、生物・医学分野、人文・社会科学分野等の様々な研究分野が関係し、中・長期的な視点に立って継続的に推進する必要がある、研究が関係分野全体で着実に実施されるよう、競争的資金を含めた予算の定常的な配分が重要である。

また、原子力の安全規制と社会に関する研究や国民との対話をはじめとするリスクコミュニケーション等の社会科学的な研究について検討を行う必要がある。

基礎・基盤的な安全研究を実施する上で、大学等がそのポテンシャルを十分発揮し、期待されている役割を果たせることが重要である。加えて、技術支援機関等が大学等と連携して基礎・基盤的な安全研究の科学技術的知見の体系化を図るなど、大学等のポテンシャルが有効に活用されることが必要である。

このため、次のような施策を進める。

①原子力安全委員会は、関係省庁に対し、中・長期的な視点から基礎・基盤的な研究を着実に推進するのに必要な施策の実施と資源の適切な配分を求める。

②原子力安全委員会は、重要な基礎・基盤的な安全研究や科学技術的知見の体系化が求められている基礎・基盤的な研究領域を具体的に提示し、大学等のポテンシャルが十分に発揮されるような施策を推進する。

③原子力安全委員会は、基礎・基盤的な安全研究を推進する際、研究機関が大学等との連携を図ることを求める。特に、（独）日本原子力研究開発機構、（独）放射線医学総合研究所には、本計画の評価を通じて大学等との共同研究や施設の共同利用をはじめ、基礎・基盤的な安全研究で得られる科学技術的知見の体系化に関する取組を求める。

(４) 研究基盤の確保

(資金の確保)

安全研究の実施、安全研究施設の設置や維持・整備、人材育成といった研究基盤の確保に係る費用について、定常的な予算措置が望まれる。

研究基盤の確保に必要な資金は、競争的資金も含めて、主に規制行政庁及び技術支援機関等から配分されているが、本計画に沿った取組を着実に実施するためには、必要とされる予算が定常的に確保されることが重要である。また、競争的資金については、一時的である、短期間で成果を求められるといった指摘があるものの、安全研究の実施や人材育成のための資金として重要であり、必要な予算の確保が求められる。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会は、安全研究の推進に関する自らの取組に必要な予算を確保するとともに、競争的資金をはじめ、基礎・基盤的な安全研究を含めた安全研究全体の推進に必要な資金の確保を、文部科学省、原子力安全・保安院等の関係省庁に求める。さらに、安全研究の推進に配慮することを原子力委員会や総合科学技術会議に要請する。また、独立行政法人に対しては、本計画で期待された役割を果たせるよう、安全研究への適切な資源配分を期待する。
- ②原子力安全委員会は、本計画の評価等を通じて、必要な資金が確保されているかを確認する。

(安全研究施設の維持と活用)

安全研究施設は、原子力の研究、開発及び利用を進める上で、安全上の種々の課題を探求・解明するために必要なものである。

研究施設の維持・整備については、国内外の動向も踏まえつつ、人材の育成や将来の安全研究の実施も含め、研究を実施する上での必要性、代替可能性及び利用ニーズの検討が必要である。さらに、既存施設の維持・整備に限らず、新施設の設置も含めて検討する必要がある。既存施設の維持と新施設の設置との比較を行う際は、資金面のみならず得られるであろう成果等、社会的、科学技術的な効用も含めた総体的な評価を行うことが重要である。

安全研究施設が適切に維持・整備され、効果的に活用されるためには、①研究ニーズに沿った施設の維持・整備及び共用等による活用、②施設の利便性向上と適切な運営管理体制の確立、③施設を軸とした知識基盤形成、④人材育成への貢献、という基本的考え方を踏まえた取組を進めることが重要である。

また、研究に供する原子力施設の社会的役割を踏まえ、原子力施設を用いた研究がより円滑かつ柔軟に実施出来るようにする環境整備について、検討が行われることを

期待する。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会は、関係機関に対して、安全研究に必要な研究施設を適切に維持・整備し、研究施設を効果的に活用する取組を求めるとともに、そのリソースの確保を関係省庁に求め、本計画の評価等を通じて、必要な指摘等を行う。
- ②研究炉及びホットラボの有効活用や研究基盤の維持、向上を目的とし、文部科学省では、平成20年度に原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブが創設される等、新たな取組が進められており、そのような施策の充実・強化を求める。

（人材の育成と確保）

原子力分野の人材の育成・確保については、我が国のエネルギー政策上の観点からも、取組を強化する必要性が指摘されている。安全研究においては、研究分野ごとに必要な専門的能力及び規模を明確にし、専門的能力の継承を確実にするなど、計画的に人材の育成・確保を図って行く必要がある。

安全研究においては、専門分野における研究能力を備えるとともに、規制上の課題を理解して研究を立案、実施し、規制への反映についても技術的支援を行えるような人材の育成と確保が特に望まれる。このためには、研究者が専門家として安全規制活動の技術的支援や規格・基準の策定活動等に参加して経験を積むことが、その所属する組織において勧奨され、評価されることが望まれる。

さらに、安全研究への関わりが大きく、かつ、放置すれば専門的能力の継承が困難となる可能性がある分野については、適時に対処する必要がある。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会は、関係省庁に対し、所管する研究機関や大学等において、安全研究を担う人材の育成や確保に資する施策の持続的な実施を求める。
- ②原子力安全委員会は、産学官が共同で、人材の育成・確保に関する認識の共有や各々の取組を有機的に連携・推進することを求める。
- ③原子力安全委員会は、大学等や研究機関が、所属する研究者に国内外の安全規制活動や規格・基準策定等への参画を勧奨するとともに、活動等への貢献を適正に評価することを求める。

（５）国際協力・貢献

我が国では、これまで（独）日本原子力研究開発機構、（独）原子力安全基盤機構等において安全研究に関する国際協力を実施し、国際的な安全研究プロジェクトの実

施、データの提供等を行ってきている。原子力安全委員会は、個々の安全研究の国際協力を進めていくにあたり、①目標設定、②我が国における知見の収集とその体制の確立、③国際的なプラットフォーム形成、を意識して取り組む必要がある。

燃料材料照射研究、原子炉施設の経年劣化管理、耐震安全評価技術、高速増殖炉サイクル技術、熱水力学的安全評価技術等の安全研究については、特に、我が国が国際的議論・検討を先導出来る領域であり、我が国の原子力の研究、開発及び利用の中長期的な展望を見据えて、国際的な規格基準化や研究成果の国際共有化に積極的な役割を果たすべきである。また、国際的な規格基準の考え方と我が国の規格基準の考え方との間に整合を図っていくことが重要である。そのため、産学官の専門家は、国際的な規格基準策定活動にも初期段階から積極的に参画すべきであり、国際的に顔が見えるようにするため、継続的に専門家が参画することが望ましい。

諸外国で原子力エネルギーが利用される場合、適正な安全確保がなされることは、我が国の安全・安心にとって関係のある問題であるため、導入国の安全規制活動の向上の観点からも、国際協力を進めることが重要である。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会は、安全研究に係る国際協力が計画的な取組として行われるよう、技術支援機関の協力の下、国際協力に関する情報の全体的な把握に努めるとともに、本計画の評価等を通じて関係機関に国際協力に向けた取組を求める。
- ②原子力安全委員会、規制行政庁及び学協会等の国内の規格基準の策定機関は、連携して、我が国の原子力利用状況を踏まえ、国際的な規格基準化に対応する。
- ③原子力安全委員会は、技術支援機関が、国際的な規格基準策定活動に関し、技術的支援の実施と、規格基準策定活動へ参画するよう取り組む。
- ④国は、研究者の研修などを通し、原子力発電を新規に導入しようとする国との国際協力が円滑に進むよう取り組む。

（６）産学官の連携

（産学官連携の推進）

産学官連携による安全研究の実施にあたり、関係者が応分の負担をするとともに、共同研究の公正性・透明性を確保するため、安全保障や知的財産管理の観点からの秘密を除く取得データ及び研究成果の公開と研究やその成果活用のプロセスの透明化が重要である。

産学官連携を推進する場合、分野毎の特性に応じた取組を行う必要がある。

産学官連携の取組が進んでおり、共同で安全研究を行う場合、研究実施機関におい

て、高い科学技術的水準の下、公正で透明な共同研究を行うべきであり、規制の技術的独立性が確保されるよう、研究成果等の公開及び活用等のプロセスの透明化が重要である。

産学官連携の取組が進んでいない分野について、原子力安全委員会及び関係省庁は、産学官関係者間で意思の疎通と問題意識の共有を図るための仕組み（検討の場）を活用し、産学官の専門家によるロードマップの策定等の検討を通じて、産学官連携の推進を図ることが重要である。特に、放射線影響分野については、原子力安全委員会が、研究の現状の可視化と研究推進のための課題抽出のため、放射線影響分野における研究の現状（研究マップ）を整理しており、分野を俯瞰したロードマップの策定が必要である。

また、現在、学協会等で策定された規格基準の活用が進められているが、それらの検討は、規格基準の策定に携わる専門家の自主的な活動に依存している。そのため、今後、学協会がそのような活動を円滑に行えるよう、産学官が協力して事務局機能の強化等、環境整備に努めることを期待する。大学等や研究機関には、研究者がそのような学協会の活動に参加することを勧奨し、研究者の活動への貢献を適正に評価することを期待する。

このため、次のような施策を進める。

- ①規制行政庁や研究機関においては、産業界等と共同研究を行うにあたって、取得データと研究成果を公開するとともに、判断の独立性、プロセスの透明性等を十分に確保するよう努める。
- ②原子力安全委員会及び関係省庁は、分野毎に、ロードマップの検討などを通じて、産学官の専門家による議論と情報交換を勧奨し、産学官の有機的な連携を推進する。
- ③放射線影響分野について、関係機関には、原子力安全委員会が整理した研究マップ等を踏まえ、安全研究を効果的に推進するための連携体制を構築するとともに、分野を俯瞰したロードマップの策定に向けた取組を求める。
- ④原子力安全委員会は、例えば新型炉分野や放射性廃棄物分野など、開発段階に規格基準を整備し、規制制度の検討を行う場合に、産業界と安全研究の実施機関との協力・連携が進むよう取り組む。
- ⑤原子力安全委員会は、本計画の評価の際に、産学官連携の進捗状況を把握し、必要に応じて指摘を行う。

（大学等の役割）

産学官連携においても、大学等は、専門的知識を持った人材の育成・輩出や基礎・基盤的な安全研究の実施、将来の原子力安全に貢献するシーズの創出等に関する役割が期待されている。安全研究の推進にあたり、関係機関との協力・連携の下、大学等の有するポテンシャルを活かす安全研究が実施されることが重要である。

このため、次のような施策を進める。

- ①原子力安全委員会は、重点安全研究の評価の中で、技術支援機関等が実施する安全研究について、大学等との連携状況に関しても評価等を通じて確認し、必要な指摘を行う。

4. 3 重点安全研究計画の評価の実施

（原子力安全委員会が実施する評価）

原子力安全委員会が実施する評価は、評価実施時の原子力安全に関する状況の変化を踏まえ、次のように行うこととする。

- ①第2期計画に基づく研究が平成22年度から実施されることから、原子力安全委員会は、平成22年度当初に本計画に沿って各機関で計画及び実施している研究の内容や期待される研究成果等を把握する。
- ②実施後3年目を目途に、第2期計画の進捗状況（安全研究の進捗、実施されていない安全研究の有無等）や成果の活用状況について、中間評価を実施する。中間評価の結果に基づき、必要に応じ、関係省庁等に対して、その後の安全研究の推進のために、資源配分等、重要と考えられる事項について指摘する。また、本計画の必要な見直しを行うとともに、次期計画の策定に反映させる。
- ③第2期計画の期間終了後、本計画の達成状況、成果の活用状況に関する総合評価を実施する。総合評価の結果に基づいて、必要に応じ、関係省庁等に対して意見を示すこととする。また、重点安全研究の推進体制のあり方についても評価を加え、より改善された推進体制の構築を目指すものとする。

（重点安全研究計画の評価の観点）

本計画に係る評価は、まず重点安全研究を実施している研究機関自らが研究課題の評価を行うことは言うまでもない。また、研究機関の多くは独立行政法人として第三者機関による事業評価を受けることになっている。

原子力安全委員会は、本計画を策定する立場から、本計画及び重点安全研究の各研究分野の進捗状況・成果、研究成果の活用状況等について包括的に評価し、その結果をその後の安全研究の進展につなげていくことが必要である。

評価に当たっては、2. 5で定めた第2期計画の目標の達成度合いを評価するのはもとより、研究分野の特性に応じた観点で評価する必要がある。具体的には、以下のような観点である。

- 現行の安全規制の基本的考え方、指針、安全基準等に研究成果が反映されたか、現行の安全規制の科学的合理性の向上につながる成果や知見が得られたか。
- 新たな安全規制の基本的考え方、指針、安全基準等に研究成果が反映されたか、新たな安全規制体系を構築するために必要な成果や知見が得られたか、安全確保の基本的考え方等の概念の拡張につながる成果や知見が得られたか。
- 学協会標準等、民間が自ら行う安全基準の作成に、研究成果が活かされたか。原子力施設の安全性の維持・向上につながる成果や知見が得られたか。
- 安全研究の推進体制が十分であったか。特に、2. 5で示した基盤の維持・強化のために有効な推進体制となったか。

(重点安全研究計画の評価の留意点)

- 評価においては、研究機関のみならず、安全研究の成果を活用する規制行政庁の意見も踏まえることが必要である。
- 評価作業のために、研究機関に過大な負担をかけないようにすることが必要である。
- 安全研究が行われなかったものや順調に進展していなかったものについては、その原因の所在を十分に調査・検討し、対応策を示すことが必要である。
- 評価の結果、安全研究に対する状況変化による新たなニーズを踏まえ、適宜、本計画の内容を見直していくことが重要である。

4. 4 関係機関に期待する役割

(1) 独立行政法人日本原子力研究開発機構

① 期待する役割

(独)日本原子力研究開発機構は、原子力の総合的な研究開発機関として安全研究を実施し、また、安全研究の実施に必要な施設、特に放射性物質の利用が可能な施設を多数保有するとともに、幅広い専門分野にまたがる人材を有する等、安全研究の実施面で大きな役割を担っている。

総合的な安全研究の技術的能力等を活かし、原子力安全委員会の重点安全研究の推進活動に対し、支援機関として必要な技術的支援を行うことが期待される。具体的には、安全研究の成果を基に、原子力安全委員会が行う、安全規制活動に対する技術的

支援や、本計画に沿って原子力安全研究専門部会が実施する、安全研究の成果の取りまとめ、必要な研究課題の抽出や安全研究の成果の安全規制への活用等に係る技術的支援等を期待する。(独)日本原子力研究開発機構による支援・協力は、透明性を確保しつつ、原子力安全委員会の活動に十分に活用されるよう、支援・協力活動の方法、プロセス等に留意する必要がある。

また、原子力安全に係る科学技術的基盤となる安全研究を実施し、安全規制の科学的合理性の向上等に貢献することを期待する。

安全研究の実施に当たっては、必要な資金の獲得に努めるとともに、各研究機関、大学等と連携を図りながら効率的に研究を実施していくことを期待する。

加えて、(独)日本原子力研究開発機構には、安全研究の実施だけでなく、次の役割も期待する。

○研究能力の涵養

安全研究の課題の抽出、問題提起、ニーズ発掘等の能力の涵養を行う。

○産学官の連携

産学官の連携を推進するため、共同研究の推進、研究施設の外部利用の仕組みの構築・促進等により、安全研究の基盤を提供する。また、産業界との共通のニーズがある研究課題については独立性、透明性を確保した上で、共同研究を推進する。

○人材の育成

研修業務、施設の利用・供用等を通じた人材育成等の協力を行う。また、安全研究の実施を通して原子力安全の専門家の育成に努める。また、大学等との連携の推進、基礎・基盤的な安全研究の充実に努め、研究者の育成に貢献する。

○施設・設備の整備・維持

(独)日本原子力研究開発機構の施設・設備、特に原子力研究開発機構のみが有する施設・設備はその必要性を考慮して、整備・維持に努める。施設・設備の閉鎖・更新に当たっては代替機能等の検討を実施する。特に JMTR、NSRR、LSTF、RFEF、WASTEF 及び NUCEF は、軽水炉の高経年化、燃料の高燃焼度化、新型軽水炉導入、核燃料サイクル等、安全に係る重要な課題を検討する上で重要な施設と考えられ、これらの有効利用を図るべきである。

○国際協力

国際的な課題に対し、我が国主導の国際的な安全研究の実施を進める等、国際的な安全研究拠点としての役割を担う。

② 実施を期待する重点安全研究

(独) 日本原子力研究開発機構は、原子力安全研究の各研究分野に係る幅広い研究能力を有しており、我が国の安全研究を推進する上で中核を担う機関として、それぞれの分野で積極的に重点安全研究を推進することを期待する。(独) 日本原子力研究開発機構に実施を期待する主な重点安全研究の内容は、別添資料 3 に示す。

(2) 独立行政法人原子力安全基盤機構

① 期待する役割

(独) 原子力安全基盤機構は、原子炉施設等に係る検査業務、安全性評価、防災対策等、規制行政庁(原子力安全・保安院)の技術的基盤を支える専門機関として、原子力安全の確保に関する業務を総合的に実施している。

安全研究については、原子炉施設の安全性評価手法の高度化、燃料の照射試験、材料劣化・高経年化対策技術、原子炉施設の耐震安全性等に関する研究や核燃料サイクル施設、放射性廃棄物等に関する研究を実施しており、安全規制に反映されるべき科学的な根拠を幅広く提供するために、リスク情報の活用等の安全規制制度の整備、安全規制に必要な規格・安全基準、安全規制措置を実施する際に必要なツールの整備等、必要な安全研究を推進することを期待する。

さらに、規制行政庁と連携し、安全研究の成果を安全規制等に活用していくとともに、原子力安全委員会の安全規制活動に貢献することを期待する。また、国民への安全規制情報の提供等により国民の信頼醸成に努めることも期待する。

また、(独) 原子力安全基盤機構には、原子力安全の確保のための基礎・基盤的な研究として、照射損傷等による経年劣化、事故時等における炉心等の核熱水力挙動、原子力施設の地震挙動等について機構論的挙動把握の研究を実施し、汎用性・外挿性のある評価手法整備に資することを期待する。

安全研究の実施に当たっては、各研究機関、大学等と連携を図りながら効率的に研究を実施していくことを期待する。

② 実施を期待する重点安全研究

(独) 原子力安全基盤機構には、我が国の安全研究を推進する上で中核を担う機関として、原子力施設の高度利用に係る安全研究等、規制行政庁のニーズに基づく重点安全研究課題に取り組むことを期待する。(独) 原子力安全基盤機構に実施を期待する主な重点安全研究の内容は、別添資料 3 に示す。

（３）独立行政法人放射線医学総合研究所

① 期待する役割

（独）放射線医学総合研究所には、国民の健康や安心等に貢献するため、放射線の環境や生体への影響及び被ばく医療に関する安全研究について、社会的・行政的ニーズに応じた安全規制・安全基準策定に必要となる研究と、重粒子線等の新しい放射線利用、**NORM** 等に係る安全確保に必要と見込まれる基礎的な研究等について、着実かつ先導的・先進的に実施していくことを期待する。加えて、安全研究の将来動向の把握、将来計画の検討に資するため、国内外における安全研究の状況、得られた成果等に係る情報を集約する機能を担うことを期待する。また、研修業務及び大学との連携を通じての人材育成、内部被ばく実験棟、高速中性子線実験照射システム（**NASBEE**）、ラドン実験棟等の施設の利用・供用や共同研究等による研究基盤の維持・整備を行うことを期待する。

放射線防護については、**UNSCEAR**、**ICRP**、**IAEA** 等、様々な国際的な組織における議論から国際基準等が策定され、我が国においてもそれらを踏まえて規制制度、基準を定めてきている。（独）放射線医学総合研究所には、これらの国際的活動に主体的・組織的に対応するための国内拠点となり、国内関係者への国際情報の発信、我が国における安全研究の成果等も踏まえた専門的意見の国内外への発信を行っていくことを期待する。また、放射線影響分野の技術支援機関として、原子力安全委員会等に対する技術的支援、具体的には、法令や原子力安全委員会が定める指針類を検討する際の技術的支援、原子力施設に係る安全審査への参画、放射線安全に係る規制制度の検討への貢献を期待する。

被ばく医療については、「緊急被ばく医療のあり方について」（原子力安全委員会、平成２０年１０月改訂）において提言された三次被ばく医療機関として、緊急被ばく医療の中核を担うとともに、線量評価・医療技術の向上を図る。また、蓄積した技術・経験を世界、特にアジアに向けて発信するとともに人材育成に貢献し、アジアにおいて中心的な役割を果たすことを期待する。

また、放射線の安全性に対する国民の理解を高めるためには、**LNT** 仮説、低線量被ばく等に関し、科学的、基礎・基盤的な安全研究の成果を踏まえた情報を正しく分かりやすく伝えていくことが重要である。リスクコミュニケーション等の社会科学分野も含む基礎・基盤的研究を実施し、その成果を踏まえた放射線安全に対する社会的理解の増進を図る役割を期待する。

上記の取組について、（独）放射線医学総合研究所が、その専門的能力を十分に発揮し、活用することが出来る体制の構築を推進することが必要である。

② 実施を期待する重点安全研究

(独)放射線医学総合研究所は、放射線の人体への影響及び被ばく医療研究に関する中核的な研究機関として、放射線安全、放射線防護に係る安全規制のニーズに応える重点安全研究、被ばく医療に係る重点安全研究の推進を期待する。(独)放射線医学総合研究所に実施を期待する主な重点安全研究の内容は、別添資料3に示す。

(4) 大学等

① 期待する役割

大学の基本的役割は、教育と研究であり、その両方を通じて、高い専門的能力を有する人材の育成・輩出することである。また、他の高等教育機関の基本的役割は、大学と同様である。

大学等においては、分野を問わず、基礎から応用まで幅広い研究が行われており、大学等には安全研究を実施する主要な機関としての役割を期待する。特に、基礎・基盤的な安全研究については、中核的な実施機関として、役割を果たすことを期待する。

大学等における安全研究は、今後の原子力安全に大きく貢献するシーズの創出や原子力安全技術の体系化等に資するものとして期待される。また、放射線影響分野では、ICRP や UNSCEAR 等に対する国際的貢献が高く評価されており、大学等の更なる活躍を期待する。

大学等には、原子力に関係する学科、専攻等の振興及び教育と安全研究の実施を通じて、高い専門的能力を有し、広く安全研究に資する人材を持続的に育成・輩出することを期待する。また、人材育成については、産官と意思の疎通を行い、有機的連携を図ることを期待する。

本計画を推進するにあたり、大学等には、安全研究や人材育成の実施を通じて、技術支援機関をはじめ、産官との協力・連携の深化を期待する。

② 実施を期待する重点安全研究

大学等には、人材育成と基礎・基盤的な安全研究の中核機関として、重点安全研究の基礎・基盤的研究と人材育成の推進を期待する。

(5) その他の研究機関等

安全研究は、これまで取り上げてきた研究機関等の他にも、行政庁、独立行政法人、財団・社団法人等の様々な機関が取り組んでいる。こうした研究機関においては、地震や耐震に関する安全研究、放射性物質の輸送、放射性廃棄物の処理・処分、放射線影響に関する安全研究等が行われており、いずれも原子力安全にとって重要な分野で

ある。今後ともこうした様々な研究機関で安全研究が実施されることを期待する。

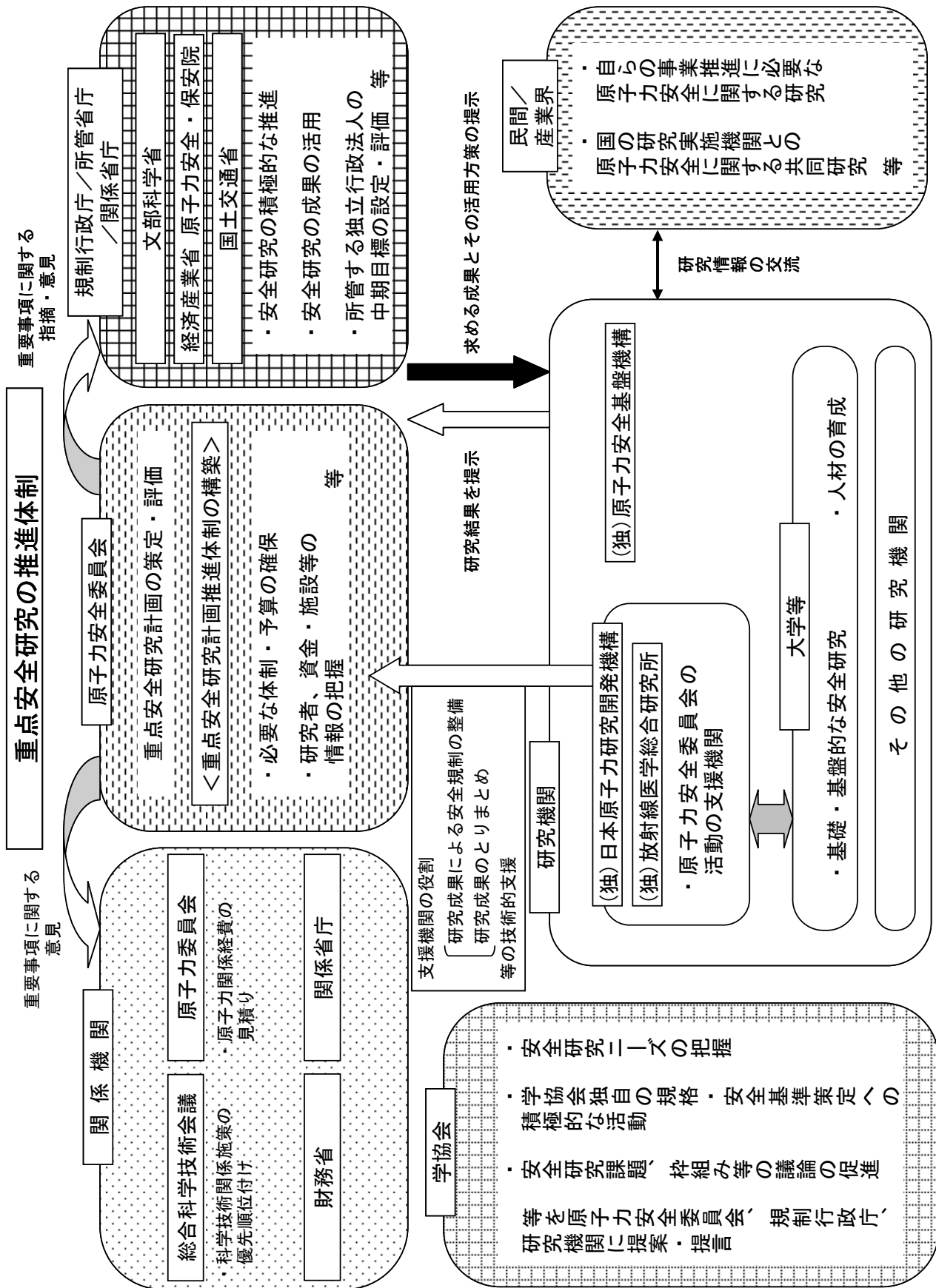
例えば、財団法人環境科学技術研究所においては、低線量放射線の生体影響に関する研究や環境動態・線量評価及び被ばく低減化に関する安全研究等が実施されており、放射線影響分野における安全研究に大きな役割を果たすことを期待する。また、独立行政法人産業技術総合研究所（以下、「(独) 産業技術総合研究所」という。）においては、活断層・地震研究や放射性廃棄物処分に関する研究が実施されており、同研究所が引き続き安全研究に関与することを期待する。地震調査研究推進本部と独立行政法人防災科学技術研究所では、耐震安全性の向上に係る地震調査研究等が推進・実施されることを期待する。

(6) 民間

民間では、電気事業者や財団法人電力中央研究所（以下「(財) 電力中央研究所」という。）、メーカー等が研究を実施している。電気事業者及びメーカーは、軽水炉利用の長期化、高度化に対応した研究の他、核燃料サイクル、高速増殖炉、放射性廃棄物処理・処分に関する安全研究を電力共通研究等により実施している。また、(財) 電力中央研究所は電気事業一般の能率化に寄与する為、軽水炉等の現存施設の運用・保守に関連した研究、放射性廃棄物の処理・処分、高速増殖炉等に関連する研究や、今後継続的な活動が求められる原子力安全への社会の理解促進のための研究を実施している。さらに、メーカーは、独自に製品の信頼性・安全性等に関して、機器・設備の開発・高度化、また、品質保証並びに保守・補修技術に関する技術開発の他、研究機関からの委託研究や電気事業者との共同研究を実施している。このような民間の研究成果は、我が国の原子力安全に大きく資するものとして重要であり、今後とも自らの事業の推進等に必要な原子力安全に関する研究及び国の研究機関との原子力安全に関する共同研究等の実施を期待するとともに、原子力安全委員会や規制行政庁が求める成果についても、その研究成果を研究機関間で共有することにより、積極的に原子力安全の確保に貢献することを期待する。

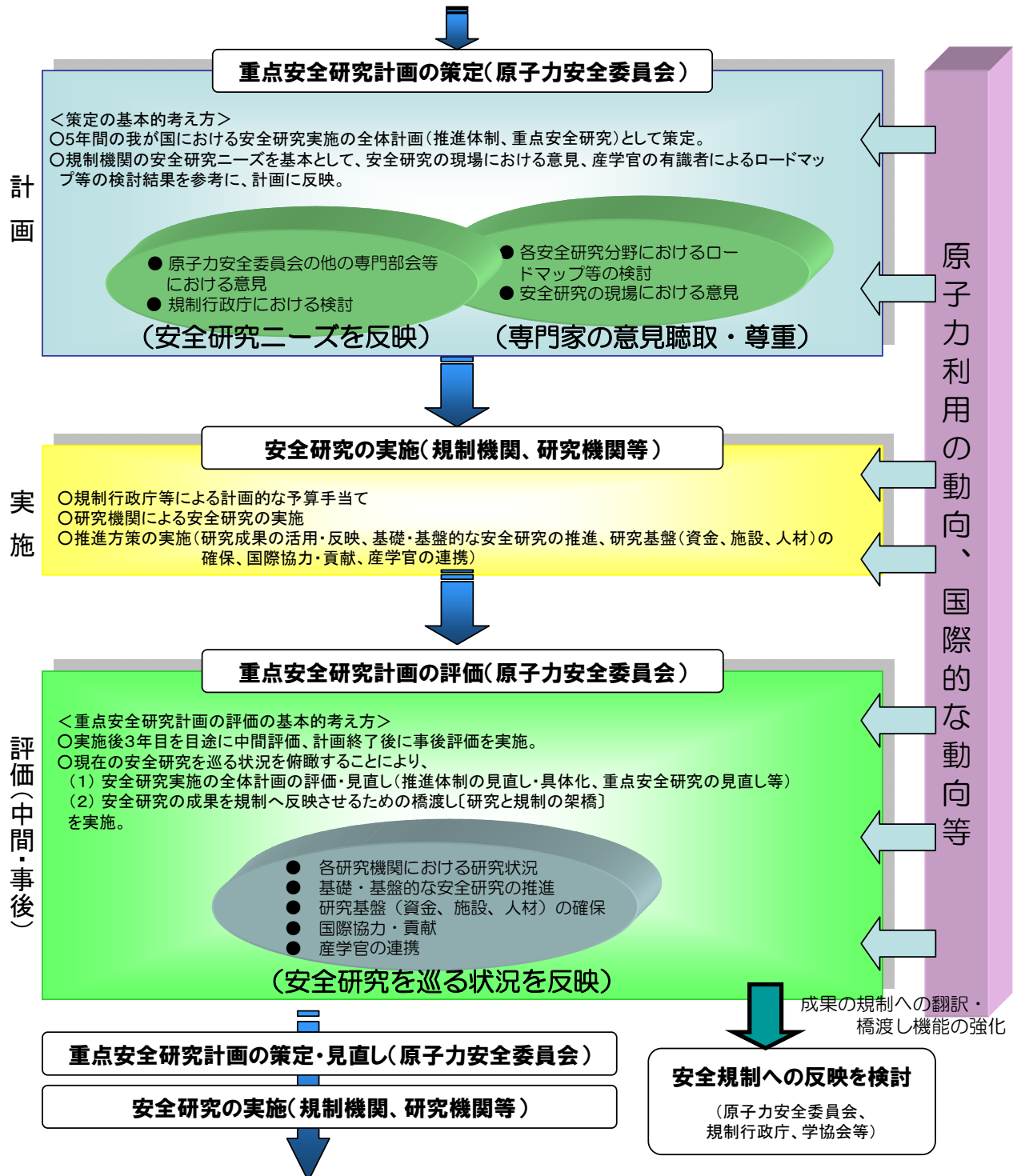
(7) 学協会

安全研究の実施に当たっては各種ロードマップの作成等、学協会の役割も大きく、これまで以上の取組を期待する。学協会等での安全研究に関する議論の促進、学会を通じた安全研究に対するニーズの把握、それに基づく安全研究の課題、安全研究の枠組み等の提案・提言の他、産学官の連携を促進するための取組を行うこと等を期待する。また、技術基準として活用が期待される民間規格を策定する際の学協会の役割も大きく、こうした動きに対応した学協会独自の規格・安全基準策定への積極的な活動も期待する。



原子力安全委員会による今後の安全研究の計画・実施・評価等について

○原子力安全委員会の策定する重点安全研究計画は、我が国全体の安全研究計画として、現在の安全研究を巡る動向等を踏まえ、引き続き、安全研究の計画・実施・評価のサイクルの基礎として機能させていくべき。



主要な研究機関に期待する主な重点安全研究の内容

原子力安全委員会は、主要な研究機関である、(独)日本原子力研究開発機構、(独)原子力安全基盤機構、(独)放射線医学総合研究所に期待する主な重点安全研究の内容について整理を行った。

原子力安全委員会は、各機関が重点安全研究を実施する際、互いに協力することを期待する。

1. 独立行政法人日本原子力研究開発機構

I. 規制システム分野

○ リスク情報の活用

原子力安全委員会は、安全目標やリスク情報を活用した安全規制を今後の安全規制の枠組みに加えていくことを、その方針として示している。リスク情報を活用した新しい安全規制の枠組みの構築に必要なリスク評価の考え方や安全規制のあり方等については、原子力安全委員会及び規制行政庁が率先して、従来からの多重防護の考え方やPSA技術を基盤として検討していくべきものである。(独)日本原子力研究開発機構がリスク情報を活用した安全規制の支援のための研究を進めることを期待する。

また、リスク情報を活用した安全規制の施策を進めるためには、PSA手法の高度化、データの整備、適用範囲の拡大等に関する研究が必要となり、こうしたPSA技術に関する研究は、効果的かつ効率的な安全規制及び原子力安全の確保に関する国民の信頼の醸成のためにも重要な役割を担う。

このような新しい安全規制の枠組みの構築に必要な研究として、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ リスク評価基盤技術の整備として、不確実さ・感度解析手法の高度化、重要度評価手法の整備、レベル2・3 PSA手法の高度化、リスクを考慮した意思決定手法に関する研究
- ・ 核燃料サイクル施設に対するPSA手法の高度化

(独)日本原子力研究開発機構の役割としては、PSA手法開発に関連する研究及びリスク概念を活用する基本政策に係る研究を主として担うことが考えられる。

○ 事故・故障要因等の解析評価技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、原子力施設の安全性を向上させるため、これまでの運転経験に基づく情報を分析し、活用していく必要がある。これまで(独)日本原子力研究開発機構においては、旧日本原子力研究所時代から、原子力施設における運転経験に基づく情報の分析・評価を行ってきたが、今後もこの研究活動を継続し、安全上重要な知見や教訓を導出することを期待する。事故・故障の重要度

評価（災害防止上の位置づけの定量化）、運転経験に基づく情報を踏まえた安全確保のための規制プロセスの改善等に活用するため、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ トラブルに係る情報の収集、分析、評価
- ・ 海外の規制等に係る情報の収集、整備

II. 原子力施設分野（軽水炉施設、核燃料サイクル施設、新型炉）

○ 安全評価技術

（軽水炉施設）

原子力安全委員会においては、軽水炉の供用期間延長、燃料の高燃焼度化やMOX燃料の利用（プルサーマル）、長サイクル運転、出力増強等、軽水炉利用の高度化に対応して、規制行政庁が行う行政判断の妥当性を確認していく必要がある。これまでに実施されている研究により、設計基準事故やシビアアクシデント等について成果が蓄積され、炉物理や熱水力、燃料挙動関連の個々の現象についての高精度解析手法やデータベースが開発されてきた。原子力安全委員会としては、これらの成果を活用して研究を一層推進し、行政判断の学術的説明性、信頼性を向上させることを目指す。

そのためには、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 単相及び二相 3 次元流動に係る数値流体力学解析(CFD)手法の整備と最適安全評価手法の開発への応用、ならびにLSTFを利用した総合試験及び核熱結合実験装置(THYNC)などを利用した個別効果試験によるデータベースの拡充
- ・ シビアアクシデントに係る技術基盤の検討・整備
- ・ 燃料の高度化に対応した安全評価技術の整備とNSRR、RFEF、WASTEFCなどを利用したデータベースの拡充・解析コードの整備 等

（独）日本原子力研究開発機構は、関連した基礎・基盤研究を実施するとともに、国内研究機関、大学、規制行政庁、（独）原子力安全基盤機構との連携、国際協力により研究の効率化を図る必要がある。

（核燃料サイクル施設）（臨界安全、火災・爆発、閉じ込め、中間貯蔵、輸送、データベース等の安全評価技術）

再処理施設、MOX加工施設の安全確保に当たっては、特に臨界、火災・爆発、放射性物質の漏えい等の異常発生防止機能や異常拡大防止機能、さらには万一の事故発生時における閉じ込め機能に対する評価は安全規制面において重要である。

一方、核燃料サイクル施設の建設段階、運転段階の安全規制の実績は積みあがりつつある。これらの実績に裏打ちされた技術的なデータは、現実に応じた、より合理的な安全評価を可能にするが、多種多様で体系的に整備されておらず、必ずしも有効に活用されていない。

原子力安全委員会としては、近年行われてきた実験的、実証的な研究の成果に加え

て、核燃料サイクル施設に対する安全規制の実績、運転管理の実績、事故・故障等の実績データや技術的知見を取り入れた安全評価を行うこと、核燃料サイクル施設の安全審査、設計工事方法認可、使用前検査、定期検査、保安検査等の安全規制において取得した安全評価に係わる実績データを体系的に整理するとともに、内外の新しい技術的知見を加えて安全規制に活用しやすいデータベースを作成することが必要である。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ NUCEF（空気セル設備）を用いた実験などによるリスク評価上重要な事故の影響評価に関する研究
- ・ 核燃料サイクル施設に燃焼度クレジットを導入する際の臨界安全評価手法の整備（NUCEF臨界実験装置など）
- ・ 臨界、火災・爆発、漏えい等の事故防止機能及び事故時の閉じ込め機能に関する安全評価技術の高度化に関する研究 等

当該安全研究の実施には、原子力施設の安全評価、事故・故障の分析、ヒューマンファクタ解析等に通じた研究者、研究機関の協力が必要であると考ええる。

さらに、放射性物質輸送の安全性確保や新型燃料等に対応した核燃料サイクル施設の安全評価のための研究が必要である。

（新型炉施設）

原子力安全委員会においては、高速増殖炉に関して、安全規制の基本的考え方や安全基準類の基本的事項を検討する際に必要な判断資料の整備等を必要としている。ナトリウム冷却高速増殖炉の安全性の維持・向上においては、ナトリウムの化学反応に関する最新知見を追求し、これを系統機器の安全設計・評価及び運転管理に適切に反映させることが重要である。特にナトリウム漏えい燃焼及びナトリウム－水反応は、安全設計・評価の基本にかかわる化学反応であり、運転経験による知見や試験研究等で検証された評価手法を不断に整備・高度化し、安全確保に反映させることを求める。

また、高速増殖炉用燃料の安全評価技術に関する研究及び安全評価手法の開発検証のための「常陽」、AGF、MMF、FMF等の原子炉及び照射試験施設を利用した実験データの蓄積、大規模な炉心損傷（シビアアクシデント）の発生を防止し、また、その発生を想定した場合の影響を適切に評価できる技術（PSA技術を含む）を持つことが必要である。当安全研究について、（独）日本原子力研究開発機構は「常陽」の運転及び「もんじゅ」の建設、各種の試験研究施設を使用した研究開発を行ってきており、引き続き、研究の実施が求められる。

さらに、HTTR、NSRR、NUCEFなどを活用し、高温ガス炉・次世代軽水炉用燃料及び新型安全系に係わる安全評価技術に関する研究、新型燃料に関する臨界安全評価手法の整備、原子炉近傍（敷地内）に化学プラントを設置する原子力施設に係る安全

評価／安全基準に関する研究を実施されることが必要である。

○ 材料劣化・高経年化対策技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、よりの確な安全規制の実施に当たって、原子力施設の材料劣化に関する知見、高経年化対策技術の一層の高度化を必要としている。

原子力施設の主要な構造や機器に使われる材料は、運転期間を通して、その使用環境において、健全性と性能が維持される必要がある。軽水炉の場合、運転実績は最長で約40年を経過し、その間、使用材料や環境の改善がなされてきているものの、経年劣化に起因するトラブルは従来から様々な形で起きており、経年劣化事象への対応、長期供用機器の健全性評価手法、予防保全技術の高度化等に関する技術基盤の整備が必要である。

また、再処理施設、使用済燃料中間貯蔵施設や放射性物質輸送に関しては、材料劣化の予測や高経年化評価手法の検討が必要である。さらに、新型炉においては、高速増殖炉の機器・材料に対する経年劣化の予測評価手法の整備が必要である。

(独)日本原子力研究開発機構には、原子力施設の材料劣化等の経年変化及び健全性評価に関して、具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ JMTR等を用いた放射線、高温水に起因する原子炉材料の経年劣化に対する予測評価法の高度化の研究
- ・ 確率論的破壊力学解析手法を導入した検査や保全手法に関わる構造信頼性評価手法に関する研究
- ・ 設備の健全性評価や材料に関わるシミュレーション技術に関する研究
- ・ 再処理施設機器材料の高経年化評価手法の研究 等

III. 放射性廃棄物・廃止措置分野

○ 地層処分技術

特定放射性廃棄物（高レベル放射性廃棄物及び地層処分を行う長半減期低発熱放射性廃棄物）の処分は、3段階の立地選定プロセス（概要調査地区、精密調査地区、最終処分施設建設地の選定）に従って決定される。

原子力安全委員会は、次の段階として、精密調査地区選定のための環境要件及び安全審査基本指針を策定する必要がある。そのためには以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 地質環境の長期変動に係る研究
- ・ 地下施設等の建設が地質環境へ与える影響に関する研究
- ・ 処分場近傍及び広域の地下水流動評価に関する研究
- ・ 時間スケールや処分環境を考慮した、廃棄体や人工バリアの性能評価に関する研究

る研究

- ・ 天然バリア中の核種移行挙動に関する研究
- ・ リスク論的考え方に基づく安全評価シナリオの整備に関する研究
- ・ 知識基盤の整備に係る研究 等

当該安全研究について、（独）日本原子力研究開発機構は、地質環境等に関する研究について（独）産業技術総合研究所等、他の研究機関とも協力して実施することが望ましい。精密調査地区の選定までの段階においては、地上からの調査で推定される地質環境条件と処分システムの設計や安全性との関係性を評価することが重要となるので、概要調査地区や深地層の研究施設等における地質環境に関する様々なデータも踏まえて、処分システムの設計や安全性と関連づけた評価の考え方や手法を整備することを期待する。また、処分システムの長期的な挙動や安全評価に必要なパラメータの取得等について、深部地質環境条件を模擬するための施設等を活用しつつ、体系的な研究開発が進むことを期待する。

○ 余裕深度処分・浅地中処分技術

原子力安全委員会は、余裕深度処分に係る安全審査指針の策定を行っており、今後、安全審査等に向けた準備・検討が必要である。また、ウラン廃棄物に係る安全規制の基本的考え方、濃度上限値等の整備に向けた検討が重要である。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 地層処分研究で得られた技術的知見やサイトの地質環境を踏まえた、人工バリアや天然バリア等に係る安全評価手法及び安全評価シナリオの整備。
- ・ ウラン廃棄物における処分方法ごとの埋設濃度上限値の設定 等

これらの安全研究については、（独）日本原子力研究開発機構が（独）原子力安全基盤機構や（独）産業技術総合研究所等との協力のもとに実施することが望ましい。

○ 廃止措置技術（安全評価手法、検認技術等）

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、原子力施設の廃止措置計画の進捗に伴い、安全に且つ環境負荷を低減しつつ廃止措置を実施していくため、廃止措置及び敷地や建屋の解放に関わる安全評価、クリアランスレベルの測定・評価等の研究を必要としている。現在行われている実用発電用原子炉の廃止措置などにおいて蓄積された知見を踏まえつつ、研究開発段階の原子炉、試験研究用原子炉及び核燃料サイクル施設等に関しても研究を進めていく必要がある。

具体的な研究内容としては、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 多様な原子力施設（研究用原子炉及び核燃料サイクル施設等を含む）の特徴に応じた安全評価（作業員・公衆の被ばく評価）プログラムの開発及び必要となる基礎データ（放射性物質の移行率等）の取得・整理

- ・ 廃止措置終了後の敷地（又は建屋）解放のあり方（解放後の被ばく評価プログラムの開発、解放基準及び検認方法等）
- ・ 多様な原子力施設から発生する放射性物質と考える必要がない廃棄物の再利用と処分に関する安全規制のあり方（クリアランスレベル及び測定方法等）等

（独）日本原子力研究開発機構は、試験研究炉の廃止措置における解体技術開発（JPDRにおいては廃棄物の処分、敷地解放を含む）、核燃料物質使用施設（再処理特別研究棟）の解体等の経験があるとともに、「ふげん」及びウラン濃縮施設等の廃止措置を進めており、これらの経験、技術開発等の活用を期待する。

IV. 放射線影響分野

○ 放射線リスク・影響評価技術

原子力・放射線の安全な利用のため、放射線の人体及び生態系への影響に関する科学技術の進歩に呼応して、放射線影響研究、線量評価研究等の急速な進展が期待されている。原子力安全委員会としては、軽水炉の高度利用や核燃料サイクル施設の操業に備え、規制行政庁が行う行政判断の妥当性を確認するため、放射性核種の環境中における分布と挙動の評価手法の開発、放射性核種の体内への移行や体内における挙動の最新データに基づく線量評価手法の開発及び生物や人体に対する放射線影響研究等に関する最新の知見を取り入れた放射線被ばくリスクの評価手法を開発する必要がある。このような研究開発は、原子力施設等の安全評価に活用できるとともに、今後の安全審査指針類の見直しにおいても役立つことを期待する。

（独）日本原子力研究開発機構には、以下の役割を期待する。

- ・ 施設起因の放射性物質の環境挙動と分布の最適評価法の開発研究
- ・ リスク評価・規制手法の開発に資するためのICRP2007年勧告に基づく内部被ばく計算コード開発や新たな防護のニーズに応える被ばく線量評価研究
- ・ DNAの損傷・修復解明や線質係数の高精度化に資する基礎・基盤的研究

V. 原子力防災分野

○ 原子力防災研究

原子力安全委員会においては、原子力防災に係る計画の策定及び緊急時における防護対策の実施のために必要な専門的・技術的事項を取りまとめた防災指針を、国際動向等を参考に最新知見や訓練等の経験を反映させて絶えず見直していくとともに、緊急時における助言機能を向上させ、関係する規制行政庁とともに、原子力防災対策の実効性の向上を図る必要がある。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 防災指針見直しのための技術的支援研究として、PSA手法を用いた実用上の

判断指標の整備、中・長期的管理のための技術指標の整備、防護対策の最適化研究

- ・ 実効性向上のための地域防災計画策定の技術的支援研究

これらの研究による成果は、国や地方自治体による防災計画策定に役立てるとともに、国の総合防災訓練等に活用し、原子力防災対策の実効性向上に役立てる。

当該安全研究については、原子力安全委員会と密接に連携して担当し、得られる成果を活用して現行の防災指針等、技術的ガイドラインを提示し充実することを期待する。実施に当たっては、（独）日本原子力研究開発機構は、関係機関と協力して、国内外の技術や人材の活用を図る。

2. 独立行政法人原子力安全基盤機構

I. 規制システム分野

○ リスク情報の活用

新しい安全規制の枠組みの構築に必要なリスク評価の考え方や安全規制のあり方等に関して、規制行政庁のニーズに基づいた安全研究を実施することを期待する。

また、リスク情報を活用した安全規制等の施策を進めるために、PSAの手法、データ、品質や適用範囲等の高度化の研究を実施することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 設計・建設、検査・運転、事故故障対応・防災各分野における活用方策の研究
- ・ PSA手法・データの高度化（人間信頼性解析における組織要因の考慮、地震PSAにおける経年変化の考慮、火災、溢水等の外的事象PSA手法の整備を含む。）
- ・ PSA品質確保のための標準化、学協会規格の活用の仕組みの整備
- ・ 燃料加工施設、再処理施設の総合安全解析(ISA)／PSA手法等の整備 等

○ 事故・故障要因等の解析評価技術

規制行政庁のニーズに基づき、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ トラブルに係る情報の収集、整備、分析、評価
- ・ 事故・トラブル等の安全情報の分析・評価の仕組みの整備と手法研究
- ・ 運転特性に係る情報の収集、整備、分析、評価 等

また、事故・故障における人間・組織要因の影響の重要性を踏まえ、運転管理等における人間・組織要因を分析し、規制行政の高度化に反映させる安全研究の実施を期待する。

具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 事故・トラブル・不適合事象等の人的要因、組織要因の調査・分析
- ・ 保安活動における人間・組織面の分析・評価に係る基盤の整備 等

II. 原子力施設分野（軽水炉施設、核燃料サイクル施設、新型炉）

○ 安全評価技術

規制行政庁のニーズに基づいて、安全評価技術の整備を進め、審査、検査等に必要な安全基準の改訂等に必要な技術的根拠に関する研究を行うことを期待する。

軽水炉の安全評価に関する研究は以下のとおり。

- ・ 最新知見による安全解析手法や最新データを取り入れた解析コードの整備（炉物理、遮へい・被ばく、過渡・事故、構造健全性、火災影響等）
最適評価コードによる統計的安全評価手法の整備、

二相 3 次元流動に係る数値流体力学解析(CFD)手法等

- ・ 軽水炉利用高度化のための高燃焼度ウラン燃料炉心及びMOX燃料炉心の通常・過渡・事故時の特性・挙動に関する技術的知見の収集・整備
- ・ シビアアクシデント時の損傷炉心及び放射性物質の挙動、アクシデントマネジメント評価等に関する技術的知見の収集及び解析コードの整備 等

核燃料サイクル施設に関する研究は以下のとおり。

- ・ 最新知見による安全解析手法や最新データを取り入れた解析コードの整備（臨界、遮へい、被ばく、除熱、事故・トラブル解析等）
- ・ 事故時のグローブボックスの健全性に関する技術的知見・データの整備
- ・ 中間貯蔵施設溶接検査法に関する研究
- ・ 使用済燃料の長期貯蔵時及び貯蔵後の輸送時の健全性に関する技術的知見の収集・整備 等

高速増殖炉の安全評価については、安全評価解析技術の整備及びPSA手法の整備の着実な実施を期待する。

具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 解析コードの整備（炉物理、5 項事象評価（炉心損傷挙動）、過渡・事故評価（高速炉特有のナトリウム化学反応挙動）、被ばく評価（セシウムなど高速炉特有の線源挙動））
- ・ PSA手法の整備（ナトリウム使用機器の故障率データベースの調査、外的事象評価、炉心外事象のPSA（炉外燃料貯蔵槽のリスク評価））
- ・ 高速炉燃料の安全評価のための技術基準の整備 等

○ 材料劣化・高経年化対策技術

規制行政庁のニーズに基づく材料に起因するトラブルの現象と要因の把握、その予測評価手法と対応技術等、及び形状が複雑な箇所等の健全性評価技術等に係る研究を実施することを期待する。

具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 原子力施設材料の応力腐食割れ等の材料劣化に対応するための検査、評価に関する研究
- ・ 高経年化プラントの健全性確認のための照射脆化予測評価に関する研究
- ・ 高経年化プラントの健全性確認のための電気・計装設備の劣化評価に関する研究 等

○ 耐震安全技術

(独) 原子力安全基盤機構は、原子力施設の耐震安全技術についてこれまで多くの研究開発を実施し、多くの耐震技術的知見も有している。今後とも規制行政庁のニーズに対応した以下のような研究や実証研究を実施することにより得られる成果を用いて、安全規制に貢献することを期待する。

- ・ 耐震安全解析コードの改良に関する研究
- ・ 耐震信頼性の実証に関する研究
- ・ 原子力施設等の耐震性評価技術に関する研究 等

また、原子力施設の安全設計上考慮する地震について、地震に関する最新の科学的知見に基づき、想定すべき地震の地震動特性に関する研究、様々な地震動による原子力施設の健全性に関する研究についても実施することを期待する。

特に、新潟県中越沖地震の教訓や耐震設計審査指針の改訂を踏まえ、活断層、地質、深部地下構造の特徴等を踏まえた地震動特性に関する研究、これと連携した施設の健全性に関する研究（建屋特性を考慮した設備・機器健全性評価方法の高度化を含む）及び安全上重要な設備の地震時の挙動を把握するための耐震裕度に関する研究（解析技術等も組み合わせた設備の耐力（強度・機能の限界）データの取得に関する実証的研究等）、深層ボーリングによる地震動の観測・分析、入力地震動の特性及び損傷モードを総合的に考慮した設備・機器の限界耐力の合理的な評価に関する研究の加速化を期待する。また、今後の確率論的安全評価手法の導入に向けて、これらの研究に関連した地震PSAに関する研究が重要である。（※地震PSAに関する研究は、「リスク情報の活用」分野にて実施）

(独) 原子力安全基盤機構は、耐震安全研究の効果的・効率的な推進のため、原子力分野以外の研究機関（地震調査研究推進本部等）における研究成果の活用を総合的に進めることを期待する。

III. 放射性廃棄物・廃止措置分野

○ 地層処分技術

規制行政庁のニーズに基づき、概要調査及び精密調査結果の妥当性レビュー、安全審査等に向けた研究を実施することを期待する。

具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 特廃法への適合性を判断するための評価指標の設定及びそのための調査手法・評価手法の選定とそれらの特徴・適用性、品質管理手法の検討
- ・ 安全設計の基本要件及び安全評価の基本的考え方の整理
- ・ 地質環境条件及び天然バリア・人工バリア挙動評価手法の整備に関する研究
- ・ 被ばく線量等を導出するための評価手法の整備に関する研究
- ・ 海外からの返還廃棄物の事業所外廃棄確認実施手順書の整備 等

(独) 原子力安全基盤機構は、(独) 日本原子力研究開発機構等の各研究機関の知見も活用し、幅広い検討を行うことを期待する。

○ 余裕深度処分・浅地中処分技術

規制行政庁のニーズに基づき安全評価手法の整備及び埋設施設等に対する確認要領の整備に係る研究を実施することを期待する。

具体的には以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 廃棄確認要領が未整備な廃棄体に対する廃棄確認方法の整備
- ・ 余裕深度処分の安全審査において天然バリア、人工バリアの特性及びその挙動並びに線量評価の妥当性を評価するための手法整備
- ・ 余裕深度処分の安全性能確認のための施設確認、廃棄体確認、モニタリングに関する要領整備 等

(独) 原子力安全基盤機構は、(独) 日本原子力研究開発機構等の各研究機関の知見も活用し、幅広い検討を行うことを期待する。

○ 廃止措置技術

規制行政庁のニーズに基づき研究開発段階の発電用原子炉及び核燃料サイクル施設の廃止措置の安全性等、解体廃棄物の管理基準及び安全性確認に係るマニュアルの整備のための研究を実施することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 敷地（建屋）解放のあり方についての検討
- ・ 核燃料サイクル施設を含めて、実績を踏まえた廃止措置の安全評価手法の確立
- ・ 核燃料サイクル施設を含めて、実績を踏まえた合理的なクリアランス検認方法の確立 等

(独) 原子力安全基盤機構は、(独) 日本原子力研究開発機構等の各研究機関の知見も活用し、幅広い検討を行うことを期待する。

V. 原子力防災分野

○ 原子力防災技術

規制行政庁のニーズに基づき原子力防災対策を一層充実させ、災害時に適切な対応がとれるようにするための研究を実施することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 原子力施設等の緊急事態における情報収集システムの充実
- ・ 緊急時における情報分析技術の高度化
- ・ 防災対策の実効性向上に必要な研究 等

3. 独立行政法人放射線医学総合研究所

III. 放射性廃棄物・廃止措置分野

○ 地層処分および余裕深度処分・浅地中処分に係る共通技術

放射性廃棄物処分分野については、長期の安全評価に必要な、我が国の土壌・農作物を対象とした放射性核種の移行係数に係る研究を着実に進めていくことが期待される。

具体的には、廃棄物処分に係わる安全評価用データ収集およびデータ整備等に関する以下の研究の実施を期待する。

- ・ 放射性廃棄物処分に係わる重要放射性核種の我が国の環境移行データベースの整備

特に、我が国の環境を考慮して、国外のデータベースでデータが不足していると考えられる生物圏のデータに関し、我が国のデータを収集しデータベースを拡充することが期待される。さらに、得られたデータ等は、アジア地域全体に適用可能な有用な情報であり、高い国際貢献も期待できる。

IV. 放射線影響分野

○ 放射線リスク・影響評価技術

原子力技術の展開（核燃料サイクルの確立、原子力施設の解体、放射性廃棄物の処分、あるいは核融合炉の実現化等）や先進社会における放射線被ばくの多様化（新たな放射線医療技術の開発、航空技術や宇宙開発の進展、あるいは自然起源放射性物質の利用等）に伴い、放射線・放射性物質の取り扱いに関して新たな局面が予想されるが、我が国では放射線の人体への影響について大きな不安を持つ国民も依然として少なくない。原子力安全委員会においては、安全規制の科学的合理性を向上するとともに、国民の視点に立ち、安全規制の枠組みを不断に見直していく必要がある。従って、放射線の生物影響・環境影響・医学利用に関わる有形・無形の研究基盤を最大限に活用し、安全規制の科学的合理性を高めるために利用可能な知見の蓄積を望む。また放射線防護のための安全基準等の策定に係る国際的な検討に際し、原子力安全委員会が行う国としての主体的・組織的な対応を行う国内拠点としての活動に資する研究の推進を望む。

被ばく線量測定・評価研究を実施し、多様な放射線被ばくの形態に対応した放射線防護技術の高度化に寄与することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 多様な被ばく形態に即した正確で迅速な放射線計測技術の開発
- ・ 医療被ばくの実態把握及び線量評価（実態調査及び線量測定・計算による評価）等

低線量・低線量率の放射線による被ばく影響研究に関しては、医療分野と放射線安

全分野を併せ持つ放医研の特徴を生かし、エビデンスベースの研究と動物・細胞実験によるメカニズムベースの研究を融合し、学術的に信頼性の高い放射線影響評価を完成させることを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 発がん、加齢老化、および継世代影響に関する研究
- ・ 適応応答、バイスタンダー効果の分子機構解明と修飾要因の分析
- ・ 動物や細胞を用いた放射線による非がん影響の機構解明(ES細胞、iPS細胞、組織幹細胞)
- ・ 放射線と他の要因との複合曝露研究
- ・ 医療放射線の被ばくに伴う低線量リスク評価（線量評価を基にした実験・計算・疫学調査など） 等

また放射線への感受性を解明する研究を実施し、個人の感受性、生活環境等を反映したより細やかな放射線防護（テーラーメイド放射線防護）の確立に寄与することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 胎児、こどもの被ばく影響研究
- ・ 高 LET 放射線（中性子線、重粒子線）の生物影響研究
- ・ 幹細胞の放射線感受性、応答研究
- ・ ゲノム損傷応答システムの放射線感受性修飾作用機構
- ・ 個人また集団レベルでの放射線感受性を修飾する生活環境修飾因子に関する研究 等

さらに、環境放射線防護研究に関しては、ヒト・環境への長期的影響を考慮した安全基準・技術基準策定に資する研究が行われることを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 自然放射線による被ばくの実態解明
- ・ バックグラウンドとして環境放射線の量と変動要因の解明
- ・ 日本及びアジアの環境に即した放射性核種の動態予測とその検証
- ・ 放射線の環境生物・生態系影響評価のための情報集積と手法開発
- ・ 宇宙飛行士の被ばく影響の解明

放射線防護に関する規制科学研究に関しては、放射線影響評価研究に社会科学的要素を取り入れた解析アプローチを行うことで、より国民の視点に立った放射線防護体系構築に寄与するための研究が行われることを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 科学的知見に基づいた高度な放射線防護方策に関する研究
- ・ 制御可能な自然放射線被ばくの管理方策に関する研究
- ・ 航空機乗務員の宇宙線被ばく、NORM 利用に伴う被ばく線量の DB 化に関する

る調査研究

- ・ 放射線影響によるリスクの損益バランスに関する研究
- ・ 新たな生物学的知見や解析手法を考慮したリスク評価手法の開発 等

V. 原子力防災分野

○ 原子力防災技術

原子力エネルギー施策の進展に伴う再処理施設の稼働、プルサーマル計画の開始等により、原子力施設はますます複雑化している。また、これらエネルギー施策に加えてポジトロン・エミッション・トモグラフィー(PET)の普及を含めた放射線利用の増進に伴い、放射性核種の輸送も増加している。一方、平成19年に起きた新潟県中越沖地震では、放射性核種の漏洩による環境への影響はなかったものの、構内の施設の破壊、火災等が発生したことから、外傷や熱傷、化学熱傷等との複合障害への対応が課題として上がってきている。このように、地震や火災などとの複合災害、放射性核種輸送中の事故、再処理施設やプルサーマル施設での事故等重篤な被ばくや複合障害時の医療対応の必要性はますます増している。

そのため、複合障害に関する研究を実施し、複合障害発生時における医療判断を的確に行うための迅速かつ精度よい線量評価技術の開発とともに、障害の起こった臓器・組織の治療あるいは障害の低減を目的とした研究、特に再生医療技術の応用とその高度化を行うことを期待する。同時に、再処理施設等核燃料施設の事故時には、体内除染治療が重要であり、効率的に行われることを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 熱傷・外傷を伴った複合障害に関する研究
- ・ 緊急時における迅速且つ効率のよい被ばく線量の評価
- ・ 幹細胞移植と再生医療等による治療技術に関する研究
- ・ 体内除染時の治療研究

分野横断的研究

○ リスクコミュニケーション

重点安全研究を支える技術基盤として、リスクコミュニケーション等の社会科学的な研究を実施することにより、社会における放射線による人体または環境への影響についての正しい理解の醸成に寄与することを期待する。

具体的には、以下のような研究の実施を期待する。

- ・ 規制科学の考え方を導入し、放射線影響研究および放射線防護研究の成果をリスクコミュニケーションに役立つようにとりまとめる。
- ・ 放射線に対して感じる恐れや不安について調査解析し、どのような放射線リスク情報が求められているかを明らかにする。

- ・ 成果広報活動等の実践を通じて経験をフィードバックしながら、リスクコミュニケーションのノウハウを蓄積する。

第2期計画策定時の原子力安全研究専門部会の構成員 及び会議開催実績

1. 原子力安全研究専門部会の構成員

◎：部会長、○：部会長代理

【専門委員】

片山 恒雄	東京電機大学未来科学部建築学科教授
木村 晃彦	国立大学法人京都大学エネルギー理工学研究所教授
久木田 豊	国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科教授 ^{注1)}
草間 朋子	公立大学法人大分県立看護科学大学長
三枝 利有	財団法人電力中央研究所地球工学研究所研究参事
佐藤 正知	国立大学法人北海道大学大学院工学研究科教授
澤田 義博	財団法人地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部長
柴田 洋二	社団法人日本電機工業会原子力部長
下 道國	藤田保健衛生大学医療科学部客員教授
高橋 祐治	電気事業連合会原子力部長
田中 知	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授
○朽山 修	財団法人原子力安全研究協会処分システム安全研究所所長
鳥井 弘之	前国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授
成合 英樹	独立行政法人原子力安全基盤機構特別顧問
二ノ方 壽	国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授
◎平野 光將	東京都市大学工学部特任教授 ^{注2)}
横溝 英明	独立行政法人日本原子力研究開発機構理事
吉澤 善男	国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授
米倉 義晴	独立行政法人放射線医学総合研究所理事長

【担当原子力安全委員会委員】

東 邦夫^{注3)}、早田 邦久、久住 静代、中桐 滋^{注3)}、小山田 修^{注4)}、
久木田 豊^{注4)}

^{注1)} 第25回会合まで部会長，^{注2)} 第26回会合から構成員かつ部会長，

^{注3)} 第25回会合まで構成員，^{注4)} 第26回会合から構成員

2. 原子力安全研究専門部会の会議開催実績

原子力安全研究専門部会第24回会合（平成20年9月9日）

原子力安全研究専門部会第25回会合（平成21年2月6日）

原子力安全研究専門部会第26回会合（平成21年6月17日）

原子力安全研究専門部会第27回会合（平成21年7月28日）

第2期計画策定時の重点安全研究計画検討WGの構成員 及び会議開催実績

1. 重点安全研究計画検討WGの構成員

◎：主査、○：主査代理

【専門委員】

内山 軍蔵	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター原子力エネルギー関連施設安全評価研究ユニット長
神田 誠	三菱重工業株式会社原子力事業本部原子力技術センター原子力技術部次長
久木田 豊	国立大学法人名古屋大学大学院工学研究科教授 ^{注1)}
酒井 一夫	独立行政法人放射線医学総合研究所放射線防護研究センター長
下 道國	藤田保健衛生大学医療科学部客員教授
高橋 祐治	電気事業連合会原子力部長
田中 知	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授 ^{注2)}
◎朽山 修	財団法人原子力安全研究協会処分システム安全研究所所長 ^{注3)}
鳥井 弘之	前国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授 ^{注2)}
○二ノ方 壽	国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授 ^{注4)}
平野 光將	東京都市大学工学部特任教授
更田 豊志	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター原子炉施設安全評価研究ユニット長
山口 恭弘	独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所保安全管理部長

【オブザーバー】

大村 哲臣	経済産業省原子力安全・保安院原子力安全技術基盤課長
黒木 慎一	文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課長
梶本 光廣	独立行政法人原子力安全基盤機構解析評価部次長
村松 健	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター研究計画調整室長

^{注1)} 第8回会合まで主査、^{注2)} 第8回会合から構成員、^{注3)} 第8回会合まで主査代理、第9回会合から主査、^{注4)} 第9回会合から主査代理

2. 重点安全研究計画検討WGの会議開催実績

重点安全研究計画検討WG第1回会合（平成20年9月26日）

重点安全研究計画検討WG第2回会合（平成20年11月4日）

重点安全研究計画検討WG第3回会合（平成20年11月7日）

重点安全研究計画検討WG第4回会合（平成20年12月1日）

重点安全研究計画検討WG第5回会合（平成20年12月16日）

重点安全研究計画検討WG第6回会合（平成20年12月25日）

重点安全研究計画検討WG第7回会合（平成21年1月27日）

重点安全研究計画検討WG第8回会合（平成21年4月13日）

重点安全研究計画検討WG第9回会合（平成21年4月28日）

重点安全研究計画検討WG第10回会合（平成21年5月26日）

重点安全研究計画検討WG第11回会合（平成21年6月10日）

第2期計画策定時の原子力施設等安全研究分科会の構成員 及び会議開催実績

1. 原子力施設等安全研究分科会の構成員

◎：主査、○：主査代理

【専門委員】

工藤 和彦	国立大学法人九州大学高等教育開発推進センター特任教授
澤田 義博	財団法人地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部長
○島津 洋一郎	国立大学法人北海道大学大学院工学研究科教授
代谷 誠治	国立大学法人京都大学原子炉実験所教授
杉崎 利彦	日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社原子力技術本部戦略企画総括参事
塚田 隆	独立行政法人日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門研究主席
永瀬 文久	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター燃料安全評価研究グループ研究主幹
◎二ノ方 壽	国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授
丹羽 雄二	国立大学法人名古屋工業大学戦略的大学連携室コーディネータ，特任教授
平野 光將	東京都市大学工学部特任教授
更田 豊志	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター原子炉施設安全評価研究ユニット長
松岡 裕美	国立大学法人高知大学理学部准教授
山内 澄	三菱重工業株式会社執行役員原子力事業本部副事業本部長
山本 一良	国立大学法人名古屋大学副総長（教育・情報関係担当）、（兼）教養教育院長、（兼）情報連携統括本部長、大学院工学研究科教授
吉澤 善男	国立大学法人東京工業大学原子炉工学研究所教授
和智 信隆	日本原子力発電株式会社発電管理室長代理

2. 原子力施設等安全研究分科会の会議開催実績

原子力施設等安全研究分科会第16回会合（平成21年1月16日）
 原子力施設等安全研究分科会第17回会合（平成21年3月19日）
 原子力施設等安全研究分科会第18回会合（平成21年4月2日）
 原子力施設等安全研究分科会第19回会合（平成21年4月16日）
 原子力施設等安全研究分科会第20回会合（平成21年5月15日）

第2期計画策定時の環境放射能安全研究分科会の構成員 及び会議開催実績

1. 環境放射能安全研究分科会の構成員

◎：主査、○：主査代理

【専門委員】

安藤 麻里子	独立行政法人日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門 研究副主幹
石樽 信人	国立大学法人名古屋大学医学部教授
小田 啓二	国立大学法人神戸大学大学院海事科学研究科長
甲斐 倫明	公立大学法人大分県立看護科学大学教授
○神谷 研二	国立大学法人広島大学原爆放射線医科学研究所長
神田 玲子	独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター リスクコミュニケーション手法開発チームリーダー
小松 賢志	国立大学法人京都大学放射線生物研究センター長
◎下 道國	藤田保健衛生大学医療科学部客員教授
中村 裕二	財団法人環境科学技術研究所理事
畑澤 順	国立大学法人大阪大学大学院医学系研究科教授
平井 裕子	財団法人放射線影響研究所遺伝学部細胞遺伝学研究室主任研究 員
廣瀬 勝己	元気象庁気象研究所地球化学研究部長 ^{注1)}
宮川 清	国立大学法人東京大学大学院医学系研究科教授
山下 俊一	国立大学法人長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科付属原爆後障 害医療研究施設教授
渡邊 正己	国立大学法人京都大学原子炉実験所教授

^{注1)} 第17回会合から構成員

2. 環境放射能安全研究分科会の会議開催実績

環境放射能安全研究分科会第16回会合（平成21年1月22日）
 環境放射能安全研究分科会第17回会合（平成21年3月18日）
 環境放射能安全研究分科会第18回会合（平成21年3月27日）
 環境放射能安全研究分科会第19回会合（平成21年4月23日）

第2期計画策定時の放射性廃棄物安全研究分科会の構成員 及び会議開催実績

1. 放射性廃棄物安全研究分科会の構成員

◎：主査、○：主査代理

【専門委員】

梅木 博之	独立行政法人日本原子力研究開発機構地層処分研究開発部門研究主席
大江 俊昭	東海大学工学部教授
加藤 正平	独立行政法人日本原子力研究開発機構東海研究開発センター原子力科学研究所バックエンド技術部長
北山 一美	原子力発電環境整備機構技術顧問
木村 英雄	独立行政法人日本原子力研究開発機構安全研究センター廃棄物・廃止措置安全評価研究グループ研究主幹
佐藤 正知	国立大学法人北海道大学大学院工学研究科教授
○鹿園 直建	慶應義塾大学理工学部教授
田上 恵子	独立行政法人放射線医学総合研究所主任研究員 ^{注1)}
坪谷 隆夫	財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター技術統括参事
登坂 博行	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授
◎朽山 修	財団法人原子力安全研究協会処分システム安全研究所長
長崎 晋也	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科教授

^{注1)} 第19回会合から構成員

2. 放射性廃棄物安全研究分科会の会議開催実績

放射性廃棄物安全研究分科会第18回会合（平成21年1月15日）
 放射性廃棄物安全研究分科会第19回会合（平成21年3月31日）
 放射性廃棄物安全研究分科会第20回会合（平成21年4月13日）
 放射性廃棄物安全研究分科会第21回会合（平成21年4月27日）

参考資料

第2期重点安全研究計画の放射線影響分野・原子力防災分野 の内容に対して解説が必要な理由について

環境放射能安全研究分科会

放射線影響については、生物学、医学等の自然科学に関する比較的規模の小さな多岐にわたる研究が様々な教育・研究機関において実施されている。また、他の分野においては、関係行政機関、支援機関、教育・研究機関、学協会、更には産業界を含めた形で、安全研究を含め分野を見渡した技術戦略ロードマップ等の検討が進められているのに対し、放射線影響分野におけるそのような取組は未だ緒についたばかりである。分野を俯瞰するロードマップ等の検討については、原子力防災分野も同様の状況にあり、両分野については、重点安全研究として取り上げたテーマについて、関係者間で今後必要な研究の方向性について共通的な理解を持つことが必要と考えられた。

環境放射能安全研究分科会においては、以上に鑑み、関係者を中心として広く一般に計画本文の考え方や背景等の全体像を説明することによって、これらの分野の安全研究についての共通理解に基づいた研究が活性化されることを期待して別添の解説を作成することとしたものである。

第2期重点安全研究計画の放射線影響分野、原子力防災分野 の内容についての解説

第2期重点安全研究計画の策定にあたり、放射線影響ならびに原子力防災の両分野では、学協会、大学、研究機関の研究の現状および今後への動向を踏まえて、短期・中長期的視点から喫緊あるいは重要と目される研究内容を俯瞰し、課題を列挙した。これらには、すでに研究が進捗していて成果の上がりつつある課題もあれば、今後の取組と進展に期待する課題が含まれている。以下では、計画本文（「3. 2 重点安全研究分野の内容について」の「IV. 放射線影響分野」、「V. 原子力防災分野」）の考え方や背景等の全体像について解説を加えるとともに、原子力安全委員会が国の原子力施策に照らし合わせて特に重点化すべきと考える研究内容について指標として言及した。

なお、本解説では、第2期重点安全研究計画に記載されている文言を段落ごとに四角枠内に採録し、解説をその後に記述している。また、研究課題の説明において、「重点化」は特に重点化すべき安全研究、「基礎・基盤」は基礎的・基盤的な安全研究、「国際」に続く括弧内には当該研究課題に関連する国際機関等を示している。「短・中・長期」は研究の成果が期待される期間を示しており、短期は5年程度、中期は10年程度、長期は15年程度を想定している。

IV. 放射線影響分野

○放射線リスク・影響評価技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、放射線による人の健康や環境への影響を明らかにする放射線影響分野の研究を通じて、安全規制の科学的合理性を向上することにより、国民の安全を確保する必要がある。特に、低線量・低線量率の放射線による生体影響を明らかにし、安全規制の科学的合理性を高めることが必要である。このため、①放射線計測技術開発、②放射性核種の分布と挙動・線量評価、③生体影響評価、④リスク評価・規制手法開発のための研究の継続的な推進を必要としている。

（解説）

「原子力委員会及び原子力安全委員会設置法」第13条第1項において、原子力安全委員会は、原子力利用に伴う安全確保のための規制や、障害防止に関することを所掌することとされている。また、原子力発電所、再処理施設等の安全規制及び防災対策は原子力安全・保安院が、研究用及び研究開発段階の原子炉施設の安全規制及び防災対策や放射線利用に関する安全規制は文部科学省が規制行政庁として所管している。ここでは、原子力利用に伴う安全確保の一つの形である放射線影響分野の安全研

究について記載している。

合理的に達成できる限り被ばく線量を低減化する「防護の最適化」を中心とした放射線防護体系が社会の中で機能するためには、規制基準に科学的に合理的な根拠がなければならない。放射線影響分野の重点安全研究には、低線量・低線量率の放射線による生体影響等に関して、人体にとって適切な安全水準に規制値が設定されていることについての科学的に合理的な根拠を提供するとともに、安全規制の適切な手法を示すことが求められる。また、研究の推進に当たっては、国際放射線防護委員会（ICRP）の２００７年勧告において新たに取り入れられた環境の放射線防護に資する研究も期待される。

放射線影響分野の諸研究について、その研究内容から４つに区分している。以下、研究区分ごとに、内容について説明するとともに、原子力安全委員会が当該分野において特に喫緊もしくは重要度が高いと思われる研究を示した。

①放射線計測技術開発は、放射線防護に係る測定技術の高度化を目的としており、計測技術の開発を行う研究が含まれる。放射線計測技術の開発は、線量評価・生体影響への評価をより高度化し、最新の基礎知見を提供する上で不可欠であり、また単に放射線影響分野だけでなく原子力防災分野にも共通する課題であることから、最新の技術を取り込んだ研究を重点的に推進することが必要である。

②放射性核種の分布と挙動・線量評価は、放射性核種の分布や挙動及び線量の把握、予測等を目的としており、モニタリングや測定に関する研究等が含まれる。特に、今後のバックエンド事業の本格的展開に関係して、廃棄物処理や再処理に付随する核種の生物圏への移行・蓄積・影響に関する精細な知見は重要である。また、現在、東アジア地域では原子力発電所の増設が数多く計画されていることを踏まえると、広域的視点に立つことが不可欠であり、さらには環境問題に対処する観点からも、広く東アジア地域にわたる大気・海洋・陸域を統合した視点での放射能挙動に関する知見を提供する研究を推進することが重要である。

③生体影響評価は、放射線等による人体への影響の解明を目的としており、分子・細胞・個体レベルでの様々な基礎研究や検証を行う研究、疫学調査により統計的な実証を行う研究が含まれる。重要な研究内容・課題が数多くある中で、特に低線量・低線量率放射線による人体・生物への影響の解明に関する研究、発がん機構の解明、動物実験の成果のリスク評価への反映に関する研究は重要であり、またそれらの知見に基づくLNTモデルの検証等については放射線防護施策の信頼性を高めるため、重点的に推進することが必要である。

④リスク評価・規制手法開発は、放射線影響について国民の安全を確保するための制度的枠組みの構築を目的としており、様々な研究から得られた知見を踏まえた放射線によるリスク評価や規制手法の開発及び社会科学的な観点も踏まえた社会の理解促進に資する研究が含まれる。これらはともに重点的に推進することが必要である。

研究の内容については、以下に短期及び中長期に成果が期待される課題等について、該当する研究区分ごとに詳細な解説を行うとともに、具体的な研究課題を例示した。

短期的に成果が期待される研究として、放射線計測技術の開発に関しては、被ばく線量等の計測の迅速化、高精度化、測定範囲の拡大に資する研究を着実に推進する。生体影響評価に関しては、低線量・低線量率放射線等による細胞がん化機構や網羅的ゲノム影響、DNA損傷応答システム、身体的・遺伝的影響の解明や生体防御機構等に関する動物実験の成果を人体に反映する研究を着実に推進する。

(解説)

短期的（５年程度のうち）に成果が期待される研究区分としては、線量評価等の基盤となる①放射線計測技術の開発や、実験動物を使った低線量・低線量率放射線等による発がん機構等の生態影響の解明と実験成果の人体への反映に関する③生体影響評価の研究が該当する。

③生体影響評価に関して、放射線による生体影響として、発がんは非常に重要であるが、既存の研究により高線量・高線量率のデータが蓄積されている一方、放射線防護の主な対象となる低線量・低線量率のデータについては十分に蓄積されていないため、低線量・低線量率の放射線による生体影響の研究を推進することが必要である。また、低線量・低線量率の放射線による生体影響の研究は主に動物実験により行われており、実験で得られた成果の人体への適用が十分になされていない状況にあるため、人体に対する放射線影響を解明するための研究を推進する必要がある。

【関連する研究課題】

① 放射線計測技術の開発

- 被ばく線量等の計測の迅速化、高精度化、測定範囲の拡大に資する研究
 - ・ 新技術・手法を取り入れた全自動化を含む高度な技術の開発【重点化、基礎・基盤、短中期、国際（IAEA）】

③ 生体影響評価

- 低線量・低線量率放射線等による細胞がん化機構や網羅的ゲノム影響、DNA損傷応答システム、身体的・遺伝的影響の解明や生体防御機構等に関する動物実験の成果を人体に反映する研究
 - ・ 低線量・低線量率放射線等の人体・生物への影響解明（身体的・遺伝的影響、網羅的ゲノム影響（※）、ゲノム損傷応答）【重点化、基礎・基盤、短～長期、国際（ICRP, IAEA, UNSCEAR）】

※ 次世代 DNA シーケンサーによる、低線量・低線量率放射線等によるゲノム影響の網羅的な解明が期待される。

- ・ 実験動物を使った放射線による発がん機構の解明（ゲノム損傷応答、自然発がん・がん幹細胞の関与、動物種の違いによる細胞がん化機構）【重点化、短中期、国際（ICRP, BEIR）】
- ・ 放射線誘発がん特有のバイオマーカーの探索【短期】
- ・ 生体防御機構等に関する動物実験の成果のリスク評価への反映【重点化、基礎・基盤、短中期】

中・長期的に成果が期待される研究として、放射性核種の分布と挙動・線量評価に関しては、原子力利用に伴う放射性核種及びラドン等の自然放射性核種（NORM）の環境中分布と放射線量及び生体等への移行・濃縮等の挙動の解明、環境中の放射性核種による線量の実態把握・予測の高度化、環境への放射線影響の解明についての研究を着実に推進する。生体影響評価に関しては、原子力利用に伴う放射線、自然放射線、医療放射線等による低線量・低線量率の被ばくに関する疫学調査、低線量の放射線に特有な非標的効果等の生物応答の解明、網羅的ゲノム影響の解明等により発がんリスクに対する直線閾値なし（LNT）仮説の検証に向けた研究を着実に推進する。

（解説）

着実に研究を継続することにより、中・長期的（10年程度以上）に成果が期待される研究区分としては、②放射性核種の分布と挙動・線量評価や、環境への放射線影響や、低線量・低線量率放射線による被ばくの疫学研究、ヒト細胞を使った細胞がん化機構の解明、低線量特有の適応応答等の生体影響の解明、LNT仮説の検証等を含む③生体影響評価の研究が該当する。

③生体影響評価に関して、低線量の放射線による発がんのリスクが線量の増加に対して直線的に増加する関係を示すLNT仮説は、どれだけ低い線量でも放射線による発がんリスクがあることを示す仮説であり、防護規制のためのモデルとして国際的に採用されている。低線量放射線による被ばくの場合、放射線以外の要因による発がんリスクへの影響が無視できなくなるほか、低線量特有の適応応答等も影響するため、低線量における放射線量と発がんリスクとの関係は不明瞭であるが、ICRPや米国科学アカデミー・電離放射線の生物影響に関する委員会（BEIR）では、低線量域での研究による知見から、LNT仮説が発がんリスクを過小評価していないと考えている。しかし、未だ低線量放射線による発がんリスクについて社会的なコンセンサスが形成されているとは言い難いことから、安全規制の合理性を高めるため、継続的にリスクを検証するための研究を継続する必要がある。

②放射性核種の分布と挙動・線量評価に関して、ICRPの2007年勧告において環境の放射線防護が新たに取り入れられたことに留意しつつ、動物・植物の放射線防護に資する研究を着実に推進することが期待される。

【関連する研究課題】

② 放射性核種の分布と挙動・線量評価

- 原子力利用に伴う放射性核種及びラドン等の自然放射性核種（NORM）の環境中分布と放射線量及び生体等への移行・濃縮等の挙動の解明、環境中の放射性核種による線量の実態把握・予測の高度化、環境への放射線影響の解明についての研究
 - ・ 放射性廃棄物処理や再処理に付随する核種の生態圏への移行・蓄積・影響に関する研究【重点化、基礎・基盤、中期的、国際（ICRP, UNSCEAR, IAEA-EMRAS）】
 - ・ 放射性核種の濃度分布、動態、生物濃縮に関する研究【基礎・基盤、中長期的】
 - ・ 地域特性や環境条件を考慮した環境動態・線量評価の高度化（モニタリング点間の線量等を補完する面的予測・評価の精緻化）【中長期的】
 - ・ 環境への放射線影響【中長期的、国際（ICRP, OECD/NEA, EU）】
 - ・ 放射性核種による越境汚染の可能性を考慮し、アジア地域を対象とした大気・海洋・陸域における放射能の挙動研究【重点化、長期的】
 - ・ 新たな防護のニーズに応える被ばく線量調査（航空機乗務員や宇宙飛行士の被ばく管理）【国際（IAEA-BSS）】
 - ・ アジア地域特有のパラメータ・モデル等の開発と整備【国際（IAEA-EMRAS）】

③ 生体影響評価

- 原子力利用に伴う放射線、自然放射線、医療放射線等による低線量・低線量率の被ばくに関する疫学調査、低線量の放射線に特有な非標的効果等の生物応答の解明、網羅的ゲノム影響の解明等により発がんリスクに対する直線閾値なし（LNT）仮説の検証に向けた研究
 - ・ 放射線作業従事者、医療従事者の低線量放射線による被ばくの疫学研究【重点化、中期的、国際（IARC, ICRP, WHO）】
 - ・ 自然放射線、医療放射線、小児の診断用放射線による被ばくの疫学研究【重点化、基礎・基盤、中期的、国際（IARC, ICRP, IAEA, WHO, UNSCEAR）】
 - ・ 発がん等の放射線障害についての放射線感受性の個人差【重点化、中期的、国際（OECD/NEA, ICRP, MELODI）】
 - ・ 他のリスクとの相加・相乗作用による放射線リスクに関する研究及び他のリスクとの相対評価【重点化、中期的】
 - ・ 網羅的ゲノム影響の解明等によるLNT仮説の妥当性の検討【重点化、基礎・

基盤、中長期的、国際（ICRP, IAEA）】

- ・ 自然発がんと放射線による発がんの機構の研究【重点化、基礎・基盤、中長期的、国際（ICRP, BEIR）】
- ・ 適応応答、バイスタンダー効果等の非標的効果等の基礎生物学研究【重点化、基礎・基盤、中長期的、国際（ICRP）】
- ・ 年齢依存性、線量率効果などの低線量特有の生体影響の機構解明【重点化、中長期的】
- ・ ヒト細胞を使った放射線による細胞がん化機構の研究【重点化、中長期、国際（ICRP, BEIR）】
- ・ 放射線の内部被ばくによる生物影響と低減化【重点化、国際（ICRP, IAEA, WHO）】
- ・ 生体試料、環境試料などのアーカイブ化【国際（EU）】

また、様々な研究成果を統合して将来の原子力エネルギー利用の拡大も視野に入れ、リスク評価・規制手法の開発及び社会科学的観点等も含めた社会の理解促進に資する研究を着実に推進する。

（解説）

④リスク評価・規制手法開発は、様々な研究成果を統合しつつ継続的な成果が期待される研究区分であるので、短期的、中・長期的に成果が期待される研究とは別途記載している。

④リスク評価・規制手法開発に関しては、その高度化に資する研究とともに、放射線による人体または環境への影響についての正しい理解が社会において醸成されるように、研究成果を分かりやすく取りまとめ、放射線によるリスクに関する社会科学的観点や放射線以外のリスク要因に対するリスクコミュニケーションのあり方も考慮しつつ、効果的に説明・周知するための手法を継続的に研究することが必要である。

【関連する研究課題】

④ リスク評価・規制手法開発

○ 様々な研究成果を統合して将来の原子力エネルギー利用の拡大も視野に入れ、リスク評価・規制手法の開発及び社会科学的観点等も含めた社会の理解促進に資する研究

- ・ 国民線量の算定評価を通じてのリスク評価体制の構築手法の研究【重点化、短期的、国際（ICRP, IAEA, UNSCEAR, WHO）】
- ・ 国内防護基準の見直しや安全審査の高度化など規制手法の開発に貢献する研究【重点化、短期、国際（ICRP, IAEA-BSS）】

- ・ リスクコミュニケーション手法の開発【重点化】
- ・ 放射線影響によるリスクの損益バランスに関する社会科学研究【重点化】

※ 「将来の原子力エネルギー利用」とは、高速増殖炉等の新型炉による原子力エネルギー利用を想定している。

これらの研究の成果を国が行う安全規制や事業者が行う安全確保に活用する。また、UNSCEAR、ICRP、IAEA等における放射線防護のための安全基準等の検討に活用し、我が国として積極的に貢献していく仕組みを構築することが重要である。

（解説）

放射線防護に関して我が国ではICRP勧告やIAEAにおける国際的な合意形成に基づきながら規制等を実施してきたが、国際機関等における安全基準等を国内の安全規制に受け入れるに当たっての我が国の対応は、従来、研究者個人の知識、経験に大きく依存し、必ずしも主体的・政策的な対応がなされてこなかった。このため、今後は、研究等の原子力・放射線に係る国内外の動向等を踏まえつつ、我が国としても放射線防護のための安全基準等の策定に係る国際的な検討に主体的・組織的に参加することができるよう、原子力安全委員会を中心として、（独）放射線医学総合研究所等の専門的能力を十分に生かすことのできる体制の構築を推進することが必要である。

研究成果については、上記の取組を通じて放射線防護のための安全基準等の策定に係る国際的な検討や、国が行う法令等による安全規制、事業者が行う安全確保のための取組に活用されることが望ましい。

※ 全ての線源に由来する電離放射線と放射性物質のレベルについて情報を集約・評価し、それが人間と環境に及ぼす可能性のある影響を調査しているUNSCEARの報告を科学的根拠として、ICRPが放射線防護の基本的勧告を取りまとめ、IAEAなどの国際機関がより具体的な安全基準等を作成している。

当該分野において、安全研究を着実かつ継続的に実施するためには、大学の教育研究機能、研究機関の研究機能を強化して優れた人材を育成・確保することが重要であり、国内外の大学間及び大学と研究機関、民間等との連携、研究の推進に不可欠な施設・設備の共用及び確保、異分野も含めた研究者の交流等を推進する必要がある。

（解説）

当該分野においては、大学における教育研究の体制が弱体化していることから、研究を着実かつ継続的に実施するため、機関（大学、研究機関等）、役割（教育、研究

に携わる者、専門的技術者、放射線安全管理者等）、研究分野を区別して人材の育成・確保に取り組むべきである。

今後１０年で必要と思われる放射線防護の専門家の規模は、大学、研究機関、民間等において１００～３００名程度であり、各分野の研究を理解し社会科学にも造詣の深いキーパーソンの育成が必要とされている。

優れた研究施設が放射線医学総合研究所等に限られ、かつ老朽化が進んでいることから、安全研究を着実に実施するために、基盤的な研究施設を関係機関間で共用し、補修等を通じて施設の確保を推進することが必要である。

今後人材の枯渇が予想されることから、大学間の連携による連合大学院、大学と研究機関、民間等との連携による連携大学院、共同利用・共同研究拠点、大学と民間企業、政府・自治体等との連携による産学官連携の枠組みや海外の大学との共同研究、交換留学等を積極的に推進して、取組の継続性に配慮しつつ組織的・体系的な教育研究を実施する必要がある。人材育成を行うに当たっては、国際的なコミュニケーション能力や学際的な分野への対応能力を含めた専門的知識を活用・応用する能力（専門応用能力）、プロジェクトの企画等を行うプランニング能力、マネジメント能力等の職業人として修得すべき能力を身につけさせるよう配慮する。なお、原子力防災分野における緊急被ばく医療の人材育成に当たっては、医学教育の場において、基礎知識としての放射線影響と被ばく時対応に関する教育を実施することが望まれる。

また、学会活動・シンポジウムの開催や異分野も含めた研究者の交流や、原子力発電所の建設を計画しているアジアの国からの留学生受け入れ、優れた業績に対する顕彰等を通じて研究環境の活性化を図り、優れた人材を育成・確保する必要がある。

原子力防災分野も含めて、今後育成が必要とされる専門家としては、ヒトの被ばく管理・線量計測と計算の専門家、体内汚染の核種分析・評価の専門家、染色体異常頻度を用いた線量評価の専門家等が挙げられる。

V. 原子力防災分野

○原子力防災技術

原子力安全委員会及び規制行政庁においては、原子力防災技術の研究を通じて、仮に原子力災害が発生したとしても、迅速かつ的確な対応を行うことのできる体制を整備し、国民の安全・安心を確保する必要がある。このため、①原子力防災対策の実効性向上、②緊急時における情報収集・対応、③緊急被ばく医療のための研究の継続的な推進を必要としている。

（解説）

「原子力委員会及び原子力安全委員会設置法」第１３条第１項において、内閣府原

原子力安全委員会は、原子力利用に伴う安全確保のための規制や、障害防止に関することを所掌することとされている。また、原子力発電所、再処理施設等の安全規制及び防災対策は原子力安全・保安院が、研究用及び研究開発段階の原子炉施設の安全規制及び防災対策や放射線利用に関する安全規制は文部科学省が規制行政庁として所管している。ここでは、原子力利用に伴う安全確保の一つの形である原子力防災技術の安全研究について記載している。

原子力災害に対する国民の安全・安心を確保する上で不可欠な研究を、原子力防災分野の重点安全研究として推進する必要がある。

原子力防災技術の諸研究について、その研究内容から3つに区分している。以下、各研究区分の内容について説明する。

①原子力防災対策の実効性向上は、実効的な原子力防災対策の実施を目的としており、新たな概念を防災指針等に反映するために必要な知見の整備を進め、地方公共団体による地域防災計画をより実効的なものとするための技術的支援や必要な知見の提供等を行う研究が含まれる。

②緊急時における情報収集・対応は、緊急時に的確な判断を行い、被害を最小限に抑えることを目的としており、迅速に情報収集等の対応を行うための体制の構築や的確な判断を行うための考え方の整理についての研究等が含まれる。

③緊急被ばく医療は、事故による放射線被ばくに対して迅速かつ適切な医療を行うことを目的としており、迅速かつ精度よい線量評価や治療技術の高度化のための研究等が含まれる。

原子力安全委員会としては、当該分野において特に喫緊もしくは重要度の高い研究は、緊急被ばく医療に関する研究の中でも複合障害の治療ならびに被ばく線量の迅速かつ的確な評価を行うための研究及び緊急時における情報分析、的確な判断・対応を行うための研究と考える。

研究の内容については、以下に研究区分ごとに詳細な解説を行うとともに、具体的な研究課題を例示した。

なお、「原子力災害」について、原子力災害対策特別措置法では原子力事業者の原子炉の運転等により放射性物質等が事業所外に放出され、国民に被害が生じることを原子力災害と規定しているが、ここでは、武力攻撃等に起因する原子力災害を含めたものとしている。

原子力防災対策の実効性向上については、防災指針見直しのための技術的支援、地域防災計画策定への技術的支援、新設計炉のシビアアクシデント対策に資する研究を着実に推進する必要がある。

（解説）

平成11年9月のJCO臨界事故後、同年12月に原子力災害対策特別措置法が成立するなど、法的な整備、またはオフサイトセンター等の施設の整備の充実化が図られたが、具体的な地域防災計画の策定と、実施に役立つ計画準備・対応段階における防護措置方策に係るガイダンス等の技術情報が十分に整備されているとはいえない。一方、国際的にはICRPやIAEAにおいて、緊急事態に対する準備と対応の考え方に大きな変革が進み、具体的な防護目標を効果的に達成するための事前計画が重要視されている。

①原子力防災対策の実効性向上については、防護の正当化・最適化を考慮した事故後の防護対策の検討等についての防災指針の見直しや地域防災計画の策定、新設計炉のシビアアクシデント対策を目的として、技術的支援や必要な知見の提供等を行う研究が必要である。

【関連する研究課題】

○ 防災指針見直しのための技術的支援

- ・ ICRPの防護の正当化・最適化を考慮した防災計画策定のための基礎研究【重点化、中期的】
- ・ レベル2／3PSA（確率論的安全評価）手法を利用したプラントの緊急時活動レベル（EAL）及びオフサイトの実用上の介入レベル（OIL）策定のための基礎データ整備【中期的】
- ・ 中・長期（事故後解除、復旧期対策）管理の考え方と技術指標の整備【中期的】
- ・ 放射性物質の不法使用による緊急事態に対する準備（ガイダンス等）【中期的】
- ・ 原子炉以外の施設に対するEPZ（防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲）の設定、IAEAのPAZ（予防的措置範囲）の有効性の検討【中期的】
- ・ 屋内退避・避難、安定ヨウ素剤予防服用の防護指標に係る検討【中期的】

○ 地域防災計画策定への技術的支援

- ・ 集合場所、避難所等の被ばく低減効果（遮蔽、フィルター）の検討
- ・ 住民避難計画策定の基礎調査（避難事例調査とデータベース化、避難時間評価手法の整備）

- ・ 訓練を通じた専門家支援情報（マニュアル、ツール）の改定

○ 新設計炉のシビアアクシデント対策

- ・ 新設計炉のシビアアクシデント対策研究【重点化、中期的】
- ・ シビアアクシデント晩期の格納容器閉じ込め機能の維持に関する研究
- ・ 原子炉事故のアクシデントマネジメントに係る知識ベースの整備

緊急時における情報収集・対応については、緊急時に迅速かつ的確な対応を行うため、緊急時判断のための技術的指標の整備、予測システムの高度化等を通じて、事故に対応して情報を収集、分析し、発信を行う体制の構築等の研究を着実に推進する必要がある。

（解説）

②緊急時における情報収集・対応については、事故による放射性物質の放出等の緊急時に的確な対応を行い、被害を最小限に抑えるために、あらかじめ迅速かつ的確に情報収集等の対応を行うための体制の構築や的確な対応を行うための考え方の整理を行っておくことが必要である。

【関連する研究課題】

○ 事故に対応して情報を収集、分析し、発信を行う体制の構築等

※ 放射性核種ではなく、放射性物質としているのは、緊急時に情報収集すべき対象は分析・同定に時間を要する核種ではなく、放射性物質の放射線量であるため。

- ・ SPEED I（緊急時放射能予測ネットワークシステム）の改良・拡張（越境汚染）、立体的線量測定【重点化、短期】
- ・ 緊急時における判断等を的確に行うための技術的指標の整備【重点化、短期】
- ・ 緊急時に対応できる情報分析技術の高度化に関する研究【重点化、中期】
- ・ 海洋環境での人工放射性核種の放出事故あるいは人為的放出時の挙動の予測モデルの構築【中期】
- ・ 北半球規模の事故放出あるいは人為的放出に対応する最適モニタリングネットワークの構築
- ・ 放射性物質の不法投棄等による緊急事態への対策に資する研究
- ・ 緊急時におけるモニタリング技術の向上（飛行機搭乗員の被ばくを避けるための無人ヘリ測定システムや人の接近が困難な場所で情報収集を行うロボットの開発）
- ・ 武力攻撃等により散逸された放射性物質の核種同定、拡散予測、線量評価、除染技術に係る研究

緊急被ばく医療については、被ばく事故時において、迅速かつ精度よく内部・外部被ばく線量の評価を行うとともに、ウラン及び超ウラン元素等の体内除染や幹細胞移植等による適切な治療を効果的に行うための研究等が着実に実施される必要がある。

（解説）

③緊急被ばく医療については、事故による放射線被ばくに対して迅速かつ適切な医療を行うため、国、地方公共団体、事業者、医療関係者等において実効性のある緊急被ばく医療体制を構築するとともに、医療技術の高度化に資する研究を推進することが必要である。

【関連する研究課題】

- 被ばく事故時において、迅速かつ精度よい内部・外部被ばく線量の評価
 - ・ 内部被ばくの迅速な線量評価法【重点化、短期的、国際（ICRP, IAEA, UNSCEAR）】
 - ・ 新たな放射線医療技術の開発に対応した被ばく線量評価研究および放射線防護技術の高度化【国際（WHO）】
 - ウラン及び超ウラン元素等の体内除染や幹細胞移植等による適切な治療の効果的な実施
 - ・ 放射線障害と同時に熱傷・外傷を伴った複合障害に関する研究、医療処置の判断に必要なばく露量の迅速評価に関する研究【重点化、短中期、国際（WHO）】
 - ・ ウラン及び超ウラン元素等（※）の体内除染等、治療技術に関する研究【重点化、中期、国際（ISO）】
- ※ コバルト、ストロンチウム等の RI 核種についても着実な研究の実施が必要。
- ・ 幹細胞や i P S 細胞等を利用した急性放射線障害に対する再生医療技術の開発研究【重点化】

これらの研究の成果は、原子力防災対策、緊急時対応や緊急被ばく医療の実効性を向上させる取組の基礎となる知見として活用できる。

（解説）

研究成果は、原子力防災対策、緊急時対応や緊急被ばく医療の実効性を向上させる取組の基礎となる知見として関係機関に周知され、活用されることが望ましい。