

令和2年度版

原子力白書

令和3年7月

原子力委員会

本白書は再生紙を使用しております。

令和2年度版原子力白書の公表に当たって

原子力委員会委員長 上坂 充

我が国における原子力の研究、開発及び利用は、原子力基本法にのっとり、これを平和の目的に限り、安全の確保を旨とし、民主的な運営の下に自主的に行い、成果を公開し、進んで国際協力に資するという方針の下、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興とを図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与するべく行われています。

原子力白書は原子力行政のアーカイブであるとともに、「原子力利用に関する基本的考え方」（平成29年7月策定）や、原子力委員会による「決定」や「見解」の内容をフォローする役割も担っており、毎年作成することとしています。今回の白書は、おおむね令和2年度の事柄を取りまとめ、広く国民の皆様にご紹介するものです。また、白書全体にわたって、コラムとしてトピックスや注目点を記載しております。

今回は特集として、平成23年の東京電力福島第一原子力発電所の事故から10年の間に行われてきた取組や、福島の復興・再生の状況等を紹介しました。福島の着実な復興と再生、様々な改善に真摯に取り組むことは、我が国の原子力利用にとって必須であるとともに、世界に誇ることでできる活力ある日本を再生していくために不可欠な要素です。これまでの取組状況を踏まえ、原子力委員会として、原子力利用に携わる全ての者が忘れてはならないこと、協働して取り組まなければならないことをまとめました。

国際的にも地球温暖化への対応を成長の機会と捉える時代に突入する中、原子力は、安全性の確保を大前提に、大量かつ安定的にカーボンフリーの電力を供給できるエネルギー源として、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献することが期待できます。また、放射線や放射性同位元素の利用は、医療、工業、農業をはじめとした幅広い分野において、社会を支える重要な技術インフラとなっています。

原子力白書が、原子力政策の透明性向上に役立つことを期待するとともに、原子力利用に対する国民の理解を深める際の一助となれば幸いです。

目次

はじめに 1

[本編]

特集 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故から 10 年を迎えて..... 5

1 福島の今（事故後 10 年を経て） 6

(1) オフサイト（東電福島第一原発敷地外）の現状..... 6

(2) オンサイト（東電福島第一原発敷地内）の現状..... 11

2 東電福島第一原発事故の検証と教訓..... 14

(1) 事故の概要と事故対応..... 14

(2) 事故の検証と教訓..... 19

(3) 事故調報告書公表後に進んだ取組等..... 21

3 福島の復興・再生..... 24

(1) 福島の復興・再生の意義..... 24

(2) 具体的な取組..... 24

4 東電福島第一原発事故から 10 年を経て..... 31

(1) 全ての原子力関係者が忘れてはならないこと..... 32

(2) 全ての原子力関係者が協働して取り組まなければならないこと..... 32

**第 1 章 福島の着実な復興・再生と教訓を真摯に受け止めた
不断の安全性向上 33**

1-1 福島の着実な復興・再生の推進と教訓の活用 33

(1) 東電福島第一原発事故の調査・検証..... 33

(2) 福島の復興・再生に向けた取組..... 37

1-2 福島事故の教訓を真摯に受け止めた不断の安全性向上 53

(1) 原子力安全対策に関する基本的枠組み..... 53

(2) 原子力安全対策に関する継続的な取組..... 60

(3) 安全神話からの脱却と安全文化の醸成..... 63

(4) 原子力事業者等による自主的安全性向上..... 65

1-3	過酷事故の発生防止とその影響低減に関する取組	71
(1)	過酷事故対策	71
(2)	過酷事故に関する原子力安全研究	74
(3)	過酷事故プラットフォーム	76
1-4	原子力災害対策に関する取組	77
(1)	原子力災害対策及び原子力防災の枠組み	77
(2)	緊急時の原子力災害対策の充実に向けた取組	77
(3)	原子力防災の充実に向けた平時からの取組	79
第2章 地球温暖化問題や国民生活・経済への影響を踏まえた原子力のエネルギー利用の在り方		83
2-1	原子力のエネルギー利用の位置付けと現状	83
(1)	我が国におけるエネルギー利用の方針	83
(2)	我が国の原子力発電の状況	85
(3)	電力供給の安定性・エネルギーセキュリティと原子力	88
(4)	電力供給の経済性と原子力	89
(5)	地球温暖化対策と原子力	91
(6)	世界の原子力発電の状況と中長期的な将来見通し	94
2-2	原子力のエネルギー利用を進めていくための取組	97
(1)	軽水炉の着実な利用に関する取組	97
(2)	核燃料サイクルに関する取組	101
第3章 国際潮流を踏まえた国内外での取組		111
3-1	国際的な原子力の利用と産業の動向	111
(1)	国際機関等の動向	111
(2)	海外の原子力発電主要国の動向	115
(3)	我が国の原子力産業の国際的動向	120
3-2	原子力産業の国際展開における環境社会や安全に関する配慮等	121
(1)	原子力施設主要資機材の輸出等における環境社会や安全に関する配慮	121
3-3	グローバル化の中での国内外の連携・協力の推進	122
(1)	国際機関への参加・協力	122
(2)	二国間原子力協定及び二国間協力	125
(3)	多国間協力	129

第4章	平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保	133
4-1	平和利用の担保	133
	(1) 我が国における原子力の平和利用	133
	(2) 原子炉等規制法に基づく平和利用	134
	(3) 政策上の平和利用	137
4-2	核セキュリティの確保	143
	(1) 核セキュリティに関する国際的な枠組み	143
	(2) 我が国における核セキュリティ体制	145
	(3) 我が国における核セキュリティ対策強化の取組	147
	(4) 核セキュリティに関する国際的な取組	149
4-3	核軍縮・核不拡散体制の維持・強化	151
	(1) 国際的な核軍縮・核不拡散体制の礎石としての 核兵器不拡散条約（NPT）	151
	(2) 核軍縮に向けた取組	152
	(3) 核不拡散に向けた取組	155
第5章	原子力利用の前提となる国民からの信頼回復	157
5-1	理解の深化に向けた方向性	157
5-2	科学的に正確な情報や客観的な事実（根拠）に基づく 情報体系の整備と国民への提供	158
5-3	コミュニケーション活動の強化	159
5-4	原子力関係機関における取組	161
	(1) 国の取組	161
	(2) 原子力関係事業者の取組	165
	(3) 東電福島第一原発の廃炉に関する取組	165
5-5	立地地域との共生	167
第6章	廃止措置及び放射性廃棄物への対応	169
6-1	東電福島第一原発の廃止措置	169
	(1) 東電福島第一原発の廃止措置等の実施に向けた基本方針等	169
	(2) 東電福島第一原発の状況と廃炉に向けた取組	171
	(3) 廃炉に向けた研究開発、人材育成及び国際協力	175
6-2	原子力発電所及び研究開発施設等の廃止措置	179
	(1) 廃止措置の概要と安全確保	179

(2) 廃止措置の状況.....	181
(3) 廃止措置の費用措置.....	184
6-3 現世代の責任による放射性廃棄物処分の着実な実施.....	186
(1) 放射性廃棄物の処分の概要と安全確保.....	186
(2) 放射性廃棄物の処理・処分に関する取組と現状.....	187
(3) クリアランス.....	199
(4) 廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム（仮称）.....	200
第7章 放射線・放射性同位元素の利用の展開.....	201
<hr/>	
7-1 放射線利用に関する基本的考え方と全体概要.....	201
(1) 放射線利用に関する基本的考え方.....	201
(2) 放射線の種類.....	202
(3) 放射線源とその供給.....	202
7-2 様々な分野における放射線利用.....	207
(1) 放射線の利用分野の概要.....	207
(2) 工業分野での利用.....	209
(3) 農業分野での利用.....	210
(4) 医療分野での利用.....	211
(5) 科学技術分野での利用.....	217
7-3 放射線利用環境の整備.....	221
(1) 放射線利用に関する規則.....	221
(2) 放射線防護に関する研究と原子力災害医療体制の整備.....	222
第8章 原子力利用の基盤強化.....	223
<hr/>	
8-1 研究開発に関する基本的考え方と関係機関の役割・連携.....	223
(1) 研究開発に関する基本的考え方.....	223
(2) 原子力機構の在り方.....	225
(3) 原子力関係組織の連携による知識基盤の構築.....	226
8-2 研究開発・イノベーションの推進.....	227
(1) 基礎・基盤研究から実用化までの原子力イノベーション.....	227
(2) 軽水炉利用に関する研究開発.....	229
(3) 高温ガス炉に関する研究開発.....	229
(4) 高速炉に関する研究開発.....	231
(5) 小型モジュール炉（SMR）に関する研究開発.....	232

(6) 核融合に関する研究開発.....	233
(7) 第4世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF)	234
(8) 原子力革新 2050 (NI2050) イニシアチブ	234
8-3 基盤的施設・設備の強化	235
(1) 基盤的施設・設備の現状及び課題.....	235
(2) 研究炉等の運転再開に向けた新規制基準対応状況.....	235
(3) 原子力機構の研究開発施設の集約化・重点化.....	236
8-4 人材の確保及び育成	239
(1) 人材育成・確保の動向及び課題.....	239
(2) 人材育成・確保に向けた取組.....	241

[資料編]

1 我が国の原子力行政体制	245
2 原子力委員会	247
3 原子力委員会決定等.....	249
4 2019年度～2021年度原子力関係経費	250
5 我が国の原子力発電及びそれを取り巻く状況.....	251
6 世界の原子力発電の状況	267
7 世界の原子力に係る基本政策	272
8 放射線被ばくの早見図	287

[用語集]

1 主な略語（アルファベット順）	289
2 主な略語（五十音順）	293
3 主な関連政策文書（五十音順）	293
4 主な関連法律（五十音順）	294

[コラム]

～東電福島第一原発事故の諸外国への影響～	13
～メディアミックスによる効果的な情報発信の取組～	51
～原子力規制検査の参考となった取組：米国の検査制度～	59
～JANSI のモデルとなった取組：米国の原子力発電運転協会（INPO）～	66
～低炭素化のコスト：電力システム全体のコストの考え方～	93
～海外事例：ドイツとスウェーデンにおける使用済燃料の貯蔵～	100
～国際機関の報告書：ポストコロナ社会における原子力の役割～	114
～IAEA 総会～	124
～インドネシアにおける原子力利用の進展と我が国との協力～	127
～身の回りの放射線影響に関する量研の情報発信～	160
～東北電力株式会社女川原子力発電所2号機の再稼働に係る地元理解～	164
～身の回りのトリチウムの存在と取扱い～	178
～海外事例：諸外国における原子力施設の廃止措置の基本方針～	185
～海外事例：フランスにおける高レベル放射性廃棄物の処分に向けた 国民対話～	191
～海外事例：諸外国における低レベル放射性廃棄物の分類と処分方法～	198
～国内における短寿命RIの製造・安定供給に向けた取組～	206
～小型加速器による社会インフラの「レントゲン検査」～	209
～高度な放射線治療を支える医学物理士～	211
～ α 線放出RIを用いた医薬品によるがん治療の進展～	213
～RIを用いた治療と診断の組合せ：「セラノスティクス」への期待～	214
～廃炉創造ロボコン～	244

はじめに

1 原子力委員会について

我が国の原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）は、1955年12月19日に制定された原子力基本法（昭和30年法律186号）に基づき、厳に平和の目的に限り、安全の確保を前提に、民主、自主、公開の原則の下で開始されました。同法に基づき、原子力委員会は、国の施策を計画的に遂行し、原子力行政の民主的運営を図るため、1956年1月1日に設置されました。原子力委員会は、様々な政策課題に関する方針の決定や、関係行政機関の事務の調整等の機能を果たしてきました。

2 原子力委員会の役割の改革

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下「東電福島第一原発事故」という。）を受けて、原子力を巡る行政庁の体制の再編が行われるとともに、事故により原子力を取り巻く環境が大きく変化しました。これを踏まえ、「原子力委員会の在り方見直しのための有識者会議」が2013年7月に設置され、原子力委員会の役割についても抜本的な見直しが行われ、2014年6月に原子力委員会設置法が改正されました。

その結果、原子力委員会は、関係組織からの中立性を確保しつつ、平和利用の確保等の原子力利用に関する重要事項にその機能の主軸を移すこととなりました。その上で、原子力委員会は、原子力に関する諸課題の管理、運営の視点に重点を置きつつ、原子力利用の理念となる分野横断的な基本的な考え方を定めながら、我が国の原子力利用の方向性を示す「羅針盤」として役割を果たしていくこととなりました。

求められる役割を踏まえ、2014年12月に新たな原子力委員会が発足し、2021年7月現在、上坂充委員長、佐野利男委員、中西友子委員の3名で活動をしています。新たな原子力委員会では、東電福島第一原発事故の発生を防ぐことができなかったことを真摯に反省し、その教訓を生かしていくとともに、より高い見地から、国民の便益や負担の視点を重視しつつ、原子力利用全体を見渡し、専門的見地や国際的教訓等に基づき、課題を指摘し、解決策を提案し、その取組状況を確認していくといった活動を行っています。

3 我が国の原子力利用の方向性

このような役割に鑑み、原子力委員会では、かつて策定してきた「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」や「原子力政策大綱」のような網羅的かつ詳細な計画を策定しないものの、今後の原子力政策について政府としての長期的な方向性を示唆する羅針盤となる「原子力利用に関する基本的考え方」（以下「基本的考え方」という。）を策定することとしました。

新たな原子力委員会が発足して以降、東電福島第一原発事故及びその影響や、原子力を取り巻く環境変化、国内外の動向等について、有識者から広範に意見を聴取するとともに、意見交換を行い、これらの活動等を通じて国民の原子力に対する不信・不安の払拭に努め、信頼を得られるよう検討を進め、その中で様々な価値観や立場からの幅広い意見があったことを真摯に受け止めつつ、2017年7月20日に「基本的考え方」を策定しました。さらに、翌21日の閣議において、政府として「基本的考え方」を尊重する旨が閣議決定されました。

「基本的考え方」では、原子力政策全体を見渡し、我が国の原子力の平和利用、国民理解の深化、人材育成、研究開発等の目指す方向性や在り方を分野横断的な観点から示しています。この中では、特に、東電福島第一原発事故の教訓と反省の上に立ち、安全性の確保を大前提に、国民の理解と信頼を得つつ進めていくことの重要性を改めて強調しました。今後、「基本的考え方」において示した原子力政策の本質的な課題や、幅広い国民の方々の声にもしっかり向き合っていくことで、国民の理解と信頼を得られるよう努めてまいります。

「原子力利用に関する基本的考え方」

○平成29年7月20日に原子力委員会にて取りまとめ、21日付で、政府は本文書を尊重する旨が閣議決定。

○原子力政策全体を見渡し、我が国の原子力の平和利用等の目指す方向性を示すもの。

1. 原子力を取り巻く環境の変化

- 国民の原子力への不信・不安に真摯に向き合い、社会的信頼の回復が必須
- 電力小売全面自由化等による競争環境の出現
- 長期的に更に温室効果ガスを大幅削減するためには、現状の取組の延長線上では達成が困難
- 火力発電の焚き増しや再エネ固定価格買取制度の導入に伴う電気料金の上昇は、国民生活及び経済活動に多大に影響

2. 原子力関連機関等に継続して内在している本質的な課題

- 日本人の思い込み（マインドセット）やグループシンク（集団浅慮）、多数意見に合わせるよう強制される同調圧力、現状維持志向といったことが課題の一つ。

3. 原子力利用の基本目標及び重点的取組

- 平和利用を旨とし、安全性の確保を大前提に国民からの信頼を得ながら、原子力技術が環境や国民生活及び経済にもたらす便益とコストについて十分に意識して進めることが大切
- | | |
|--|---------------------------------|
| (1) 東電福島原発事故の反省と教訓を真摯に学ぶ | (5) 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 |
| (2) 地球温暖化問題や国民生活・経済への影響を踏まえた原子力エネルギー利用を目指す | (6) 廃止措置及び放射性廃棄物への対応を着実に進める |
| (3) 国際潮流を踏まえた国内外での取組を進める | (7) 放射線・放射性同位元素の利用による生活の質の一層の向上 |
| (4) 原子力の平和利用の確保と国際協力を進める | (8) 原子力利用のための基盤強化を進める |

4 原子力白書の発刊

原子力委員会が設置されて以来継続的に発刊してきた原子力白書は、東電福島第一原発事故の対応及びその後の原子力委員会の見直しの議論と新委員会の立ち上げを行う中で、約7年間休刊していましたが、我が国の原子力利用に関する現状及び取組の全体像について国民の方々に説明責任を果たしていくことの重要性を踏まえ、2017年から原子力白書の発刊を再開することとしました。令和2年度版原子力白書は、再開後5回目の発刊となります。

原子力白書では、特集として、年度毎に原子力分野に関連したテーマを設定し、国内外の取組を分析しています。令和2年度版原子力白書の特集では、東電福島第一原発事故から10年の間に行われてきた取組や、福島の復興・再生の状況等を踏まえ、原子力委員会として、全ての原子力関係者が忘れてはならないこと、協働して取り組まなければならないことをまとめています。

第1章以降では、「基本的考え方」において示唆した長期的な方向性に関する取組状況のフォローアップとして、「基本的考え方」の構成に基づき、福島の着実な復興・再生の推進、事故の教訓を真摯に受け止めた安全性向上や安全文化確立に向けた取組、2050年カーボンニュートラル実現等への貢献に向けた原子力のエネルギー利用、核燃料サイクル、国際連携、平和利用の担保、核セキュリティの確保、核軍縮・核不拡散体制、信頼回復に向けた情報発信やコミュニケーション、東電福島第一原発等の廃止措置、放射性廃棄物の処理・処分、放射線・放射性同位元素の利用、研究開発・原子力イノベーションの推進、人材育成といった原子力利用全体の現状や継続的な取組等の進捗について俯瞰的に説明しています。

なお、本書では、原則として2021年3月までの取組等を記載しています。ただし、一部の重要な事項については、2021年7月までの取組等も記載しています。

今後も継続的に原子力白書を発行し、我が国の原子力に関する現状及び国の取組等について国民に対し説明責任を果たしていくとともに、原子力白書や原子力委員会の活動を通じて、「基本的考え方」で指摘した事項に関する原子力関連機関の取組状況について原子力委員会自らが確認し、専門的見地や国際的教訓等を踏まえつつ指摘を行うなど、必要な役割を果たせるよう努めてまいります。

原子力委員会委員長談話¹

令和3年3月9日

東北地方を中心に未曾有の被害をもたらした東日本大震災により、かけがえのない多くの命が失われました。犠牲となられた方々にご遺族に対し、改めて深く哀悼の意を表します。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故の被災者を含め、多くの方が現在も避難生活を続けられていることを忘れてはなりません。

震災から10年が経過する中、被災地の復興の取組が進められてきており、避難指示区域の解除が進む一方で、未だ帰還困難区域も残され、避難生活の継続により不自由な生活を強いられている方や、故郷を離れるとの苦渋の決断をされた方も大勢おられます。原子力関係者は、このような事故による悲惨な事態を防ぐことができなかったことを真摯に反省するとともに、原子力利用に対する国民の不信・不安が払拭できていないことを念頭に置きつつ、事故から得られた教訓を生かして、原子力安全を最優先課題として取り組んでいく必要があります。

国内外の原子力を取り巻く環境は大きく変化しています。昨年10月、2050年までに温室効果ガス排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルの実現を目指すことを菅総理が表明しました。原子力は実用段階にある脱炭素化の選択肢の一つであることを踏まえると、安全を最優先に活用されていくことが求められます。また、このためには、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて、更なる安全性を追求していく観点、そして、知識・技術の継承の観点から、原子力人材の育成・確保がますます重要となってきました。

原子力委員会は、平成29年7月に、東京電力福島第一原子力発電所の事故の教訓、専門的知見、国際的教訓等を踏まえた視点から、原子力政策についての長期的な方向性を示唆する「原子力利用に関する基本的考え方」を策定しました。原子力委員会は、この考え方に基づき、毎年度「原子力白書」を刊行して関係者の取組のフォローアップを行うとともに、様々な決定や見解を発出してまいりましたが、今後も国民との信頼関係の構築や安全を最優先とした取組に向けて、責務を果たしてまいります。

¹ 東日本大震災及び東電福島第一原発事故から10年を迎えるに当たって発出したもの。

特集

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故から
10年を迎えて

<概要>

2021年3月11日に、東京電力株式会社¹（以下「東京電力」という。）福島第一原子力発電所（以下「東電福島第一原発」という。）の事故から10年を迎えました。福島県内の空間線量率は、同原発の直近以外は、国内外の主要都市と同程度に低下しています。放射線が直接の原因となる健康影響も確認されておらず、また、ごく一部のキノコ・山菜類、水産物を除き、放射性物質の基準値を超える農林水産物も見られなくなっています。しかし、いまだ3.6万人の福島県民が避難を続けており、浜通り地域には空間線量率が高く帰還できない地域が県面積全体の約2.4%存在しています。加えて、福島県に対する国内外の風評は固定化し、差別が根強く残っています。また、避難指示が解除された地域においても、極端な人口減と少子高齢化、医療・介護、コミュニティ再生等の課題を抱えています。

事故を起こした原子炉は廃炉が決定しましたが、最終的な廃止措置完了まで20年以上の長い年月を要します。1～4号機は放射線量が極めて高く、近づくことができないエリアが多いため、事故の調査・分析にはまだまだ取り組むべきことが山積しています。

事故後、様々な機関が事故調査委員会を立ち上げ、事故原因の分析に取り組み、教訓を引き出し、それぞれの立場から提言等を行いました。10年を経て、それらの教訓や提言は、社会や制度にどのように生かされているのでしょうか。

福島の復興・再生は、活力ある日本の再生に不可欠なものです。帰還困難区域を除き、2018年3月までに面的除染が完了し、2020年3月までに避難指示も解除されました。避難指示が解除された地域を中心に、学校、病院、商業施設等の生活環境の再整備、農林水産業や商工業等のなりわい再生、交通インフラの整備・再開、新産業創出に向けた国家プロジェクト「福島イノベーション・コースト構想」等の取組が急速に進みました。その一方で、例えば、介護サービス体制の確保・維持や農林水産物に関する風評被害払拭等の課題も存在しており、取組が不可欠です。

ここ10年間で福島の復興・再生は着実に進展してきましたが、その取組は道半ばです。今後も、廃炉と復興・再生の取組を着実に進めることが必要です。その際、風評と風化の問題を忘れてはなりません。風評問題への取組として関係者が各々できることを行うことも重要です。また、全ての原子力関係者は、原子力災害による深刻な事態の記憶と教訓を忘れてはなりません。加えて、原子力の安全確保や信頼の再構築に向けた取組や組織が内在する本質的な課題解決へ向けた対応を継続していくことが不可欠です。この国を担う次世代が原子力等に関する科学的な知識を身に付け、正しく判断ができるように、関係者が支援していくことも重要です。

¹ 2016年4月、「東京電力ホールディングス株式会社」に社名変更。

1 福島は今（事故後 10 年を経て）

(1) オフサイト（東電福島第一原発敷地外）の現状

2011年3月に発生した東電福島第一原発の事故から、2021年3月で10年を迎えました。事故当時、原子炉建屋の爆発に伴い、福島県には大量の放射性物質が降り注ぎ、事故直後に県内各地で測定された空間線量率はかなり高い値を示していました。

10年後の今、福島県はどのような状況なのでしょう。

2020年9月時点の福島県内の空間線量率は、事故直後から大きく下がり、東電福島第一原発の直近以外は、ニューヨーク、パリ、ロンドン等の海外主要都市とほぼ同じ水準となっています（図1）。

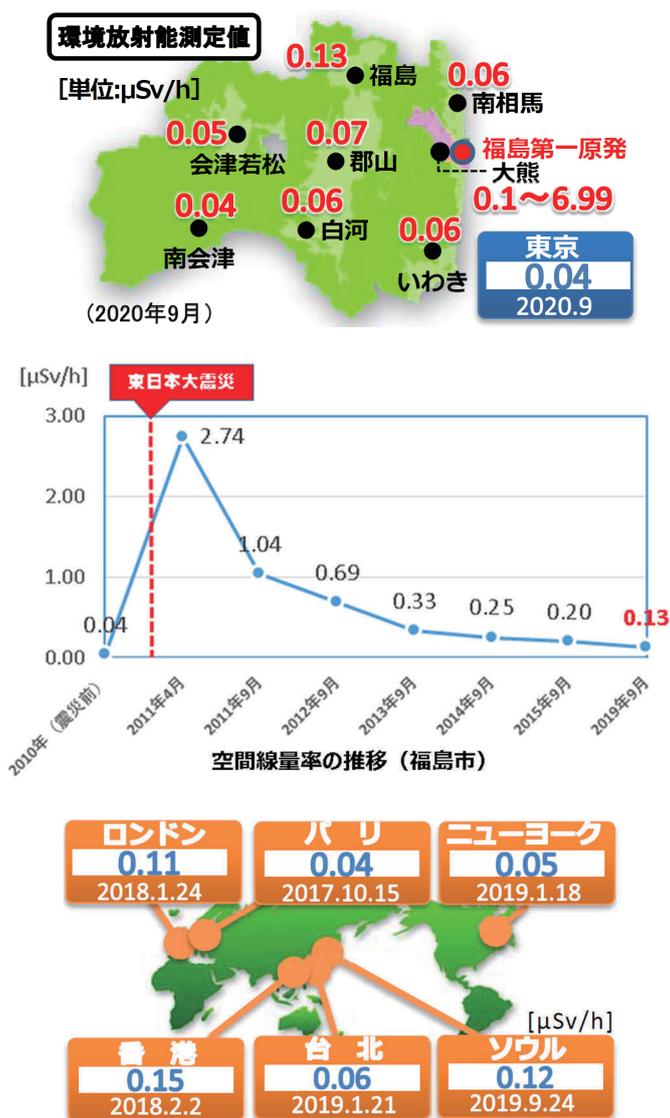


図1 海外主要都市と福島県内都市の空間線量率

(出典) 福島県「復興・再生のあゆみ(第4版)」(2021年)、第6回原子力委員会資料第2-1号 復興庁「福島復興の概況」(2021年)に基づき作成

また、2020年10月時点の東電福島第一原発から半径80km圏内の地表から1mの高さの空間線量率も、2011年11月と比較して約80%減少しています(図2)。

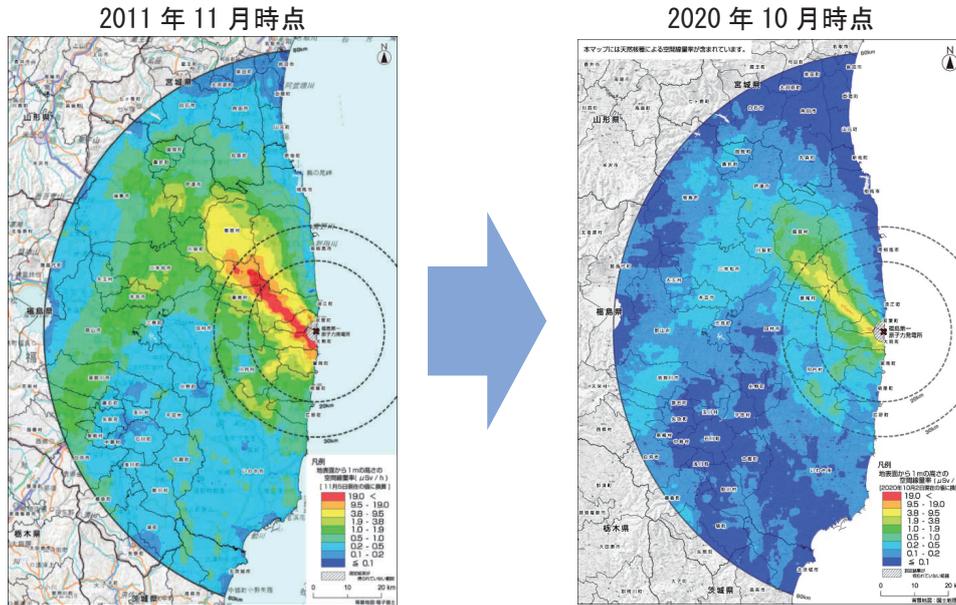


図2 空間線量率の推移

(注)本値は対象地域を250kmメッシュに区切り、各メッシュの中心点の測定結果の比から算出したもの。
(出典)第6回原子力委員会資料第2-1号 復興庁「福島復興の概況」(2021年)

放射線による健康影響はどうなっているのでしょうか。

福島県では、2011年から継続して県民健康調査を行っています。東電福島第一原発事故発生直後から4か月間の累積外部被ばく線量については、調査対象者の99.8%が5ミリシーベルト未満、最大値は25ミリシーベルトであり、放射線による健康影響があるとは考えにくいと評価されています。また、震災時福島県に居住していた18歳以下を対象にした甲状腺検査の結果、現時点において本格検査で発見された甲状腺がんと放射線による被ばくの間に関連性は認められないとされています²。さらに、2021年3月に原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR³)が発表した報告書では、被ばく線量の推計、健康リスクの評価を行い、放射線被ばくによる住民への健康影響が観察される可能性は低い旨が記載されています。

農林水産物に対する放射線の影響はどうなっているのでしょうか。

2012年4月以降、厚生労働省が、コーデックス委員会⁴が定めた国際的な指標を踏まえ、食品の摂取により受ける放射線量が年間1ミリシーベルト未満になるように国際的な基準よりも厳しい基準値を設定しました。市場には、検査の結果、この厳しい基準値を下回る食品のみが出荷されています。米の全量全袋検査等の関係者の様々な取組により、2018年度以降は、農畜産物で厳しい基準値を超過したものは見られなくなりました。

² 福島県立医科大学「福島県『県民健康調査』報告書(令和元年度版)」
(http://kenko-kanri.jp/img/report_rl.pdf)

³ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

⁴ 消費者の健康の保護等を目的として設置された、食品の国際規格を作成する政府間機関。

生活や社会基盤の再建も加速し、生活環境の整備が大きく進みました。復興公営住宅の整備、店舗の開設、産業団地への企業進出、医療・介護・福祉施設の再開・開設、小中学校の再開や新規開校、高速道路の整備や JR 常磐線の全線開通等の環境整備が進んでいます(図 3)。



図 3 生活環境整備の状況

(出典) 第6回原子力委員会資料第2-1号 復興庁「福島復興の概況」(2021年)

浜通り地域等に新たな産業基盤や交流地点の構築を目指して、「福島イノベーション・コースト構想」が打ち出されました。この構想に基づき、2020年3月、福島ロボットテストフィールドが全面開所しました。また、世界最大級の水素製造実証施設で、水素の製造・出荷を開始しました。このような取組を始め、廃炉、ロボット・ドローン、エネルギー・環境・リサイクル、農林水産業、医療関連及び航空宇宙の6分野において、技術開発を通じて新産業創出等を支援しています。

さらに、福島創造的復興に不可欠な研究開発及び人材育成に取り組み、産業競争力強化や世界に共通する課題解決に資するイノベーションを創出する中核拠点として、国際教育研究拠点を整備する方針が明らかになりました。

このように福島県内の状況は大きく変わっていますが、残念ながら、10年たっても国内外における福島のイメージは依然として事故当時の印象が強く、多くの人にとってその当時の印象が残っていると云わざるを得ません。

例えば、民間企業が東京都民を対象に行った調査では、4分の1の割合の人が、放射線が気になるため福島県産の食べ物や福島県への旅行を家族や知人に勧めることをためらう、と回答しています(図4左・中央)。また、半数の人が、福島県の現状を正しく理解していると思わない、と回答しています(図4右)。

家族や知人に福島県産の食べ物をおすすめできる？	家族や知人に福島県への旅行をおすすめできる？	「福島県内の現状を東京都民は正しく理解していると思う」か？
<ul style="list-style-type: none"> •家族、子どもに24.2% 友人、知人に23.5% が放射線が気になるのでためらう •福島県内で聞くと、 1-2割ぐらいに下がる •「気にしない」という人が 63.4%・64.0% 「積極的に食べる・勧める」という人が 12.4%・12.5%だが・・・ 	<ul style="list-style-type: none"> •家族、子どもに25.6% 友人、知人に24.0% が放射線が気になるのでためらう •「気にしない」という人が 61.0%・62.7% 「積極的にすすめる」という人が 13.4%・13.3% •観光客の数全体は回復傾向にある。 ただ、来ている人の中にも ためらいがないわけではない。 	<ul style="list-style-type: none"> •東京都民に聞くと 「そう思う」「ややそう思う」は8.5% •逆に「そう思わない」 「あまりそう思わない」は47.3% と「福島県内の現状を正しく理解できていない」という感覚が圧倒的に 東京都民にあるということがある。 •マスメディアでも定期的に取り上げられてきたし、いろんな情報が流れてきたが 「結局わかんないよね」という感覚がある。

【三菱総合研究所「福島県の復興状況や放射線の健康影響に対する東京都民の意識や理解度を把握するためのアンケート」
第三回調査より
調査期間：2020年7月22日～27日
調査地域(回答数)：東京都(1,000サンプル)
調査対象：20歳～69歳の男女
調査方法：インターネットアンケート】

図4 福島県の復興状況や放射線の健康影響に対する東京都民へのアンケート結果

(出典)第4回原子力委員会資料第2号 立命館大学 開沼博「福島第一事故がもたらしたものと福島再生・復興の意義」(2021年)に基づき作成

福島の復興を支えるためには、まず福島の現状を理解してもらうことから始める必要があります。

一方、2021年3月時点で、福島全域でいまだに約3.6万人の方が避難生活を送られています。

2020年3月には、帰還困難区域を除く全ての避難指示区域が解除されるとともに、帰還困難区域にある特定復興再生拠点区域の一部区域の避難指示も解除されました。この結果、避難指示が残っている区域は県全体面積の約2.4%まで縮小しました。しかし、特定復興再生拠点区域外の帰還困難区域については、避難指示解除の具体的な方針が示せていない状況です。

また、今なお放射性物質による汚染の有無又はその状況が正しく認識されていないため、農林水産業や観光業を中心に風評被害の影響が依然として残っており、福島の産業に影響を及ぼしています。海外の一部の国や地域は、いまだに福島県産農作物に対する輸入制限を続けています(表1)。このように、国内外には風評が固定化されている状態があります。

表1 諸外国・地域の食品等の輸入規制の状況(2021年3月17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 39	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、ボリビア、インド、クウェート、ネパール、イラン、モリシャス、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 ⁵)、イスラエル
	輸入規制を継続して措置	一部又は全ての都道府県を対象に検査証明書等を要求
54	15	香港、中国、台湾、韓国、マカオ、米国 EU ⁶ 及び英国、EFTA ⁷ (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、シンガポール ⁸ 、インドネシア

(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) 米国は、日本で市町村・地区単位で出荷制限措置がとられている品目について、県単位で輸入停止措置を講じている。

(注3) EU27か国と英国は事故後、一体として輸入規制を設けたことから、一地域としてカウントしている。

(注4) 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。

(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」(2021年)に基づき作成

避難指示解除地域のうち、解除が早かった自治体では帰還住民も多かった一方で、解除が遅くなるにつれ、自治体によっては、帰還が進まず、極端な人口減と少子高齢化、これに伴う医療介護問題やコミュニティ再生という課題が顕在化しています。

⁵ United Arab Emirates

⁶ European Union

⁷ European Free Trade Association

⁸ シンガポールは、2021年5月28日付けで輸入規制を撤廃。

(2) オンサイト（東電福島第一原発敷地内）の現状

事故直後の東電福島第一原発の敷地は放射線量が高く、作業に当たっては放射線防護服による放射線防護措置が必要でした。しかし、現在は、原子炉内の温度が約 15～35℃に維持され安定していることに加え、作業環境が大きく改善されているため、敷地面積の約 96% のエリアで一般作業服等の軽装備による作業が可能となっています（図 5）。

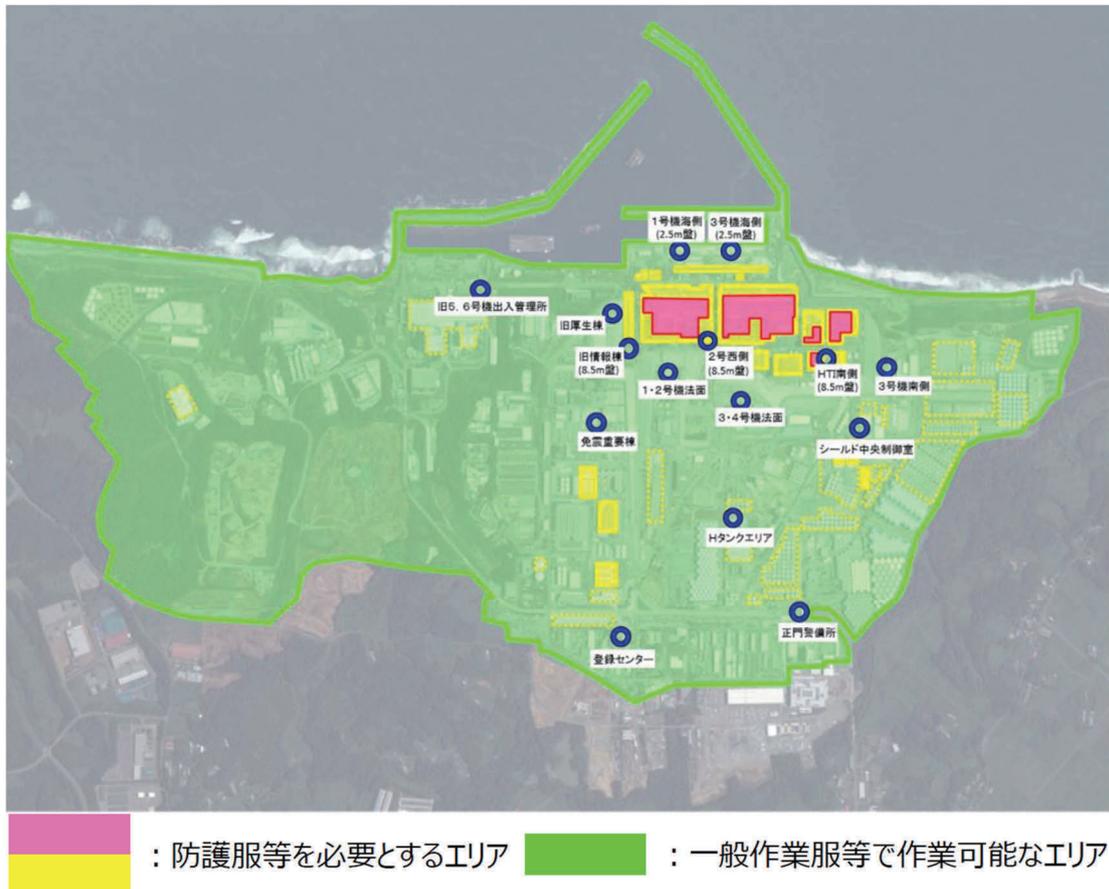


図 5 東電福島第一原発における一般作業服等エリアの状況

(出典) 第 5 回原子力委員会資料第 1 号 廃炉・汚染水対策チーム事務局「福島第一原発の廃炉・汚染水対策の進捗と今後の取組について」(2021 年)

東電福島第一原発の周辺環境も大きく改善しています。周辺海域の放射性物質（セシウム 137）の濃度は、世界的な飲料水の水質基準を下回る約 0.7Bq/L 未満（2020 年 12 月）、敷地境界における年間被ばく線量は、規制値以下の年間約 0.9 ミリシーベルト（2020 年 7 月）まで低減しています（図 6 左・中央）。

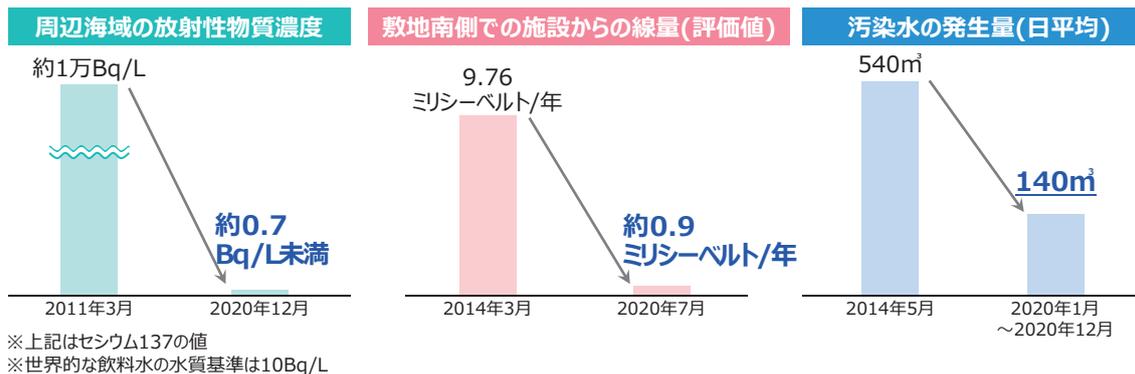


図6 東電福島第一原発の周辺環境の改善状況

(出典) 第5回原子力委員会資料第1号 廃炉・汚染水対策チーム事務局「福島第一原発の廃炉・汚染水対策の進捗と今後の取組について」(2021年)に基づき作成

一方で、熔融した燃料や原子炉内構造物等が冷えて固まった「燃料デブリ」の存在等により、1～4号機の原子炉建屋内とその周辺は依然として高線量であり、作業に当たっては放射線防護服が必要です。このような状況のため、東電福島第一原発事故に係る調査・分析には、まだまだ取り組むべきことが山積しています。

政府と東京電力は、30年から40年後の廃止措置完了を目指し、東電福島第一原発の廃炉作業を進めています。現在の主な作業は、汚染水・処理水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリの取り出しの三つです(図7)。汚染水については、遮水壁の設置等により、一日当たりの発生量が140 m³程度(2020年平均)まで抑制されています(図6右)。使用済燃料については、2021年2月までに3号機及び4号機からの取り出しが完了しました。燃料デブリについては、内部調査を行い、海外で取出装置の開発に取り組んでいます。また、廃炉の進捗に伴い増加する放射性廃棄物の減容化も含む処理・管理に向けた取組、新型コロナウイルス感染症への対策を含む作業環境改善等も進められています。

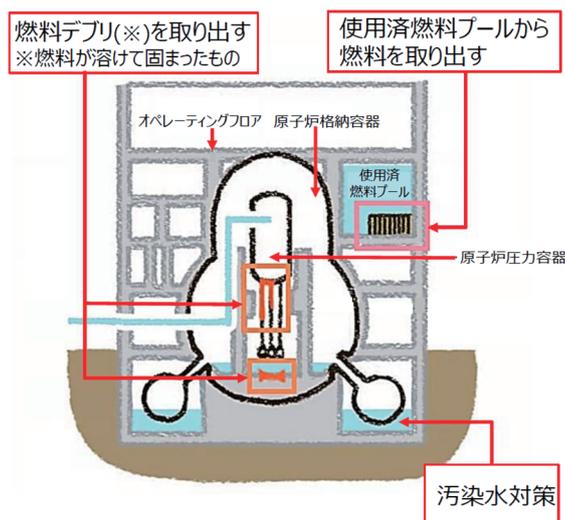


図7 東電福島第一原発の廃炉における主な作業

(出典) 第5回原子力委員会資料第1号 廃炉・汚染水対策チーム事務局「福島第一原発の廃炉・汚染水対策の進捗と今後の取組について」(2021年)

コラム ～東電福島第一原発事故の諸外国への影響～

原子力・放射線利用を行う多くの国・地域では、東電福島第一原発事故後に自国の原子力施設の安全性を総点検する「ストレステスト」が実施されるとともに、国内法令・規則等の改正を含む様々な安全性向上策が講じられました。

また、原子力政策の再検討も行われ、韓国、ドイツ、スイス等の一部の国では原発利用の縮小・撤退や脱原発の加速化が進められました。一方で、米国、ロシア、フランス、インド、中国、英国等の既存の原子力利用国の多くは、電力の安定供給や低炭素化の観点から、原発の利用あるいは拡大を継続する方針です。そのほか、UAE、トルコ、ポーランド、エジプト等の原子力発電未導入だった新興国においても、事故後も引き続き建設や新規導入計画が進められています。

諸外国・地域における東電福島第一原発事故を受けた主な対応

国・地域名	動向	
米国	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制委員会（NRC⁹）が、規制強化の必要性等を検討する短期タスクフォース（NTTF¹⁰）の提言に基づき、「規制枠組み」「確実な防護」「緩和と能力」「緊急時対応」「監督効率」各分野の対策を実施 	
欧州連合（EU）	<ul style="list-style-type: none"> 2014年7月にEU原子力安全指令が改正され、6年ごとのトピカルピアレビュー実施等を盛り込み 	
欧州	フランス	<ul style="list-style-type: none"> 規制要求に基づき、事故発生したサイトに24時間以内に介入する特別チームと、設備を統括する「緊急行動部隊（FARN¹¹）」を全国に配置
	英国	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制局（ONR¹²）の安全評価原則が2014年に全面改訂
	スイス	<ul style="list-style-type: none"> 規制指針等を改訂し、1万年に1度の確率の地震に対する安全証明の提出を事業者に要求 原発の新設を禁止する段階的脱原発へと転換
	ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 各原発の閉鎖期限を定め、2022年までの脱原発完了を決定
アジア	中国	<ul style="list-style-type: none"> 原子力安全や緊急事態対応体制、監督能力向上等の重点取組を盛り込んだ政府の原子力安全計画を策定 2017年に原子力安全法を制定
	韓国	<ul style="list-style-type: none"> 2011年に原子力安全委員会を大統領直属¹³とし、規制独立強化 原発の新増設を認めない段階的脱原発へと転換

（出典）各機関の公表資料等に基づき作成

⁹ Nuclear Regulatory Commission

¹⁰ Near-Term Task Force

¹¹ La force d'action rapide du nucléaire

¹² The Office for Nuclear Regulation

¹³ その後、2013年に国務総理直属に変更。

2 東電福島第一原発事故の検証と教訓

(1) 事故の概要と事故対応

① 事故の概要

2011年3月11日14時46分、三陸沖を震源とし、マグニチュード9.0及び最大震度7を観測する、国内観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生しました。また、この地震に伴い、大規模な津波が発生しました。地震発生時、運転中であった東電福島第一原発の1～3号機は全て自動停止するとともに、非常用ディーゼル発電機が起動して電源は確保されました。しかし、地震から約1時間後に同原発に到達した津波により広範囲にわたって浸水し、非常用ディーゼル発電機や電源盤、冷却用海水ポンプ等の多数の設備の機能が失われ、1～5号機で全交流電源喪失（SBO¹⁴）に陥りました。そのため、同日15時42分、東京電力は原子力安全・保安院に、「原子力災害対策特別措置法」（平成11年法律第156号。以下「原災法」という。）第10条の規定に基づく特定事象（全交流電源喪失）が発生した旨を通報しました。さらに、1号機及び2号機の原子炉を冷却する機能が喪失されたため、東京電力は原子力安全・保安院に対し16時45分、原災法第15条の規定に基づく特定事象（非常用炉心冷却装置注水不能）の発生を通報しました。この通報を受けて、19時3分、政府は原災法に基づく原子力緊急事態宣言を発令し、原子力災害対策本部（本部長：内閣総理大臣）及び原子力災害現地対策本部（本部長：経済産業副大臣）を設置しました。

1～3号機では、冷却機能を失ったことにより原子炉压力容器内の水位が低下して炉心が露出し、炉心損傷及び燃料溶融が生じました。溶融した燃料と床のコンクリートとの反応により水蒸気が発生するとともに、燃料の表面を覆う金属が水や水蒸気と反応して大量の水素が発生し、建屋内に充満したと推定されています。その結果、3月12日から15日にかけて、1号機、3号機、3号機と一部の配管を共有する4号機の原子炉建屋において、それぞれ水素爆発と見られる爆発が起きました。これらの爆発により建屋が大破し、ヨウ素131、セシウム134、セシウム137等の放射性物質が大量に放出される事態を引き起こしました。大気中に放出された放射性物質は、風に乗って飛散し、やがて雨によって地上に降下し、東電福島第一原発から北西方向へ延びる帯状の地域が高濃度に汚染されました¹⁵。

このようにして、事故が発生した東電福島第一原発敷地内（オンサイト）と、同敷地外（オフサイト）の両面での対応が求められる状況が発生しました。なお、この事故は、国際原子力事象評価尺度（INES¹⁶）において、旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所事故と同じレベル7（深刻な事故）に相当すると暫定評価されています。

¹⁴ Station Blackout

¹⁵ 事故の調査・分析の取組については、第1章1-1(1)②「事故原因の解明に向けた取組」を参照。

¹⁶ International Nuclear and Radiological Event Scale

② オンサイトにおける事故対応

事故の収束に向けて、まずは、原子炉及び使用済燃料プールを安定的に冷却する機能を確保し、放射性物質の放出を抑制するための取組が最優先で進められました。具体的には、循環注水冷却の開始・継続、循環注水冷却システムの中期的安全確保、注水のコントロール、水素爆発リスク回避のための格納容器への窒素充填等が行われました。2011年12月には図8に示す状況に至ったことから、原子力災害対策本部において、原子炉は「冷温停止状態」に達し、不測の事態が発生した場合も、敷地境界における被ばく線量が十分低い状態を維持することができるようになったことが確認されました。また、これをもって、東電福島第一原発の事故そのものは収束に至ったと判断されました。

- ◇ 圧力容器底部及び格納容器内の温度は概ね 100°C 以下になっていること。
- ◇ 注水をコントロールすることにより格納容器内の蒸気の発生が抑えられ、格納容器からの放射性物質の放出が抑制されている状態であること。また現時点（2011年12月時点）における格納容器からの放射性物質の放出による敷地境界における被ばく線量は 0.1 ミリシーベルト/年と、目標とする 1 ミリシーベルト/年の目標を下回っていること。
- ◇ 循環注水冷却システムの中期的安全が確保されていることが確認できたこと。

図 8 冷温停止状態に達した原子炉の状況

(出典) 第 22 回原子力災害対策本部資料 1-1 原子力災害対策本部、政府・東京電力統合対策室「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋(ステップ2完了)のポイント」(2011年)に基づき作成

一方で、原子炉の冷却のために注水を続けることにより、建屋内に放射線レベルの高い汚染水が滞留し増加する傾向にあり、建屋周りの地下水が汚染されている可能性が高いため、汚染水の量を減少させること及び汚染水が敷地外に流出しないようにすることも課題となりました。そのため、建屋滞留水の保管タンクの設置を進めるとともに、2011年6月から処理施設の運転を開始しました。また、建屋内滞留水の水位を地下水位より低くすることにより、建屋内滞留水の漏出を抑制する対策がとられました。2013年9月には、「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」という三つの基本方針に基づく対策を開始しました。多核種除去設備（ALPS¹⁷）等の高性能な浄化装置、建屋近傍の地下水位を下げる井戸「サブドレン」、建屋に近づく地下水を減らすための井戸「地下水バイパス」、建屋に近づく地下水を遮水する凍土壁「陸側遮水壁」、地下水の海洋への流出を防ぐ鋼鉄製の「海側遮水壁」、海側の地下水をくみ上げる井戸「地下水ドレン」等の整備・運用が順次進められています。

冷温停止状態達成を起点に、30年から40年後の廃止措置完了を目標として、廃炉作業が開始されました。その主な作業として、汚染水・処理水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリの取り出しに向けた取組が進められてきています（図9）。

¹⁷ Advanced Liquid Processing System

汚染水・処理水対策については、前述のとおり様々な対策が複合的に行われており、汚染水の発生量が大幅に抑制されるとともに、建屋滞留水の浄化処理が計画的に進められています。一方で、汚染水の浄化処理により生じた処理水の量が日々増え続けており、処理水の貯蔵用タンクの数も2021年3月末時点で合計1,000基を超えています。処理水中には、ALPS等では取り除くことができず、放射性物質の放出に関する規制基準値を超えるトリチウムが含まれるため、その取扱いが課題となっています。幅広い関係者との意見交換等を経て、政府は2021年4月、ALPS等の浄化装置の処理によりトリチウム以外の放射性物質について環境放出の際の規制基準を満たす水（以下「ALPS処理水」という。）の処分方針を決定しました。今後、2年程度後の海洋放出開始に向けて、設備等の準備や国内外の風評影響への対応等の取組を進めることとしています。

事故当時に使用済燃料プールに保管されていた燃料は、各号機のプールから取り出し、敷地内の共用プール等において適切に保管する方針です。2014年12月には4号機、2021年2月には3号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しが完了しました。また、原子炉建屋の状態やダスト飛散抑制等の諸条件が検討された結果、1号機については建屋を覆う大型カバーを設置してからガレキ撤去を進める工法、2号機については建屋を解体せずに建屋南側からアクセスする工法が採用されています。1号機は2027年度から2028年度、2号機は2024年度から2026年度の燃料取り出し開始に向けて、工事が進められています。

燃料デブリ取り出しに向けて、2015年以降、透過力の強い宇宙線（ミュオン）を利用した透視調査や遠隔操作ロボット等による調査を実施し、燃料デブリの分布状況、燃料デブリへのアクセスルートを確認するための情報、工事の安全性の判断に資する情報等を取得しています。これらの内部調査で得られた情報を踏まえ、まずは2号機から試験的取り出しに着手し、取り出した燃料デブリの性状分析等を進めつつ、段階的に取り出し規模を拡大する方針です。2022年内の試験的取り出し開始を目指し、英国との協力により燃料デブリを取り出すためのロボットアームの開発等を進めています。



図9 東電福島第一原発の廃炉に係るこれまでの経緯

(出典) 第5回原子力委員会資料第1号「廃炉・汚染水対策チーム事務局「福島第一原発の廃炉・汚染水対策の進捗と今後の取組について」(2021年)に基づき作成

③ オフサイトにおける事故対応

2011年3月11日、原子炉の冷却機能が失われたことにより放射性物質が周辺に漏出する可能性が高まったため、東電福島第一原発から半径3km圏内に避難指示（翌12日に半径20km圏内に引上げ）、半径10km圏内に屋内退避指示（同月15日に半径20～30km圏内に引上げ）が発出され、地域住民の避難が開始されました。その後、原子炉建屋の水素爆発による放射性物質の大量放出の状況等も踏まえ、2011年4月には、警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域の設定が行われました。その後、2011年12月に原子炉が冷温停止状態となったことを受け、住民の帰還に向けた環境整備と地域の復興再生を進めるため、避難指示区域の見直しを開始され、2013年8月までに帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域が定められました（表2）。

表2 避難指示区域の変遷

	区域名	対象範囲	概要
2011年4月 区域設定	警戒区域	東電福島第一原発から半径20km圏内	原則立入禁止、宿泊禁止
	計画的避難区域	年間積算線量が20ミリシーベルトを超える区域	立入可、宿泊原則禁止
	緊急時避難準備区域	東電福島第一原発から半径30km圏内	避難の準備、立入可、宿泊可
2013年8月 区域見直し 完了	帰還困難区域	年間積算線量が50ミリシーベルトを超える区域	原則立入禁止、宿泊禁止
	居住制限区域	年間積算線量20～50ミリシーベルトの区域	立入可、一部事業活動可、宿泊原則禁止
	避難指示解除準備区域	年間積算線量が20ミリシーベルト以下となることが確実な区域	立入可、事業活動可、宿泊原則禁止

（出典）第6回原子力委員会資料第2-1号 復興庁「福島復興の概況」（2021年）に基づき作成

被災自治体や避難者の生活を支援するため、仮設住宅や公的な賃貸住宅の整備、経済的な理由により就学が困難な子どもへの就学支援、雇用機会の確保、福島県からの避難者に対する帰還就職の支援、被災地の医師・看護師等の確保等が行われました。また、福島県民の被ばく線量の評価を行うとともに、県民の健康状態を把握し、将来にわたる県民の健康の維持増進を図ることを目的に、2011年6月から県民健康調査が開始されました。空間線量率が最も高かった時期における外部被ばく線量を推計する「基本調査」と、「健康診査」、「甲状腺検査」、「こころの健康度・生活習慣に関する調査」、「妊産婦に関する調査」が継続的に行われています。このうち甲状腺検査については、チェルノブイリ原子力発電所事故後に放射性ヨウ素の内部被ばくによる小児の甲状腺がんが報告されていることを受け、福島県の子どもたちの甲状腺の状態を把握し、健康を長期に見守ることを目的に実施されています。

環境中に放出された放射性物質が人の健康や生活環境に及ぼす影響を速やかに低減するため、除染が開始されました。警戒区域又は計画的避難区域の指定を受けたことがある地域については、除染特別地域として国が除染を担当しており、2017年3月に面的除染が完了しました。その他の地域については、国が汚染状況重点調査地域を指定して市町村が除染を実施しており、2018年3月までに面的除染が完了しました。なお、福島県内の除染に伴い

発生した除去土壌等や、10万Bq/kgを超える災害廃棄物は、福島県外で最終処分するまでの間、中間貯蔵施設において安全に集中的に管理・保管することとされており、仮置場等からの搬入が進められています。

除染の進捗に伴い、居住制限区域は2019年4月までに、避難指示解除準備区域は2020年3月までに、全て解除されました。被災地への早期帰還を促進するとともに生活再建や地域の再生を加速化するため、復興拠点や災害公営住宅等の整備、個人線量の管理等による放射線への健康不安・健康管理対策、営農・商工業再開に向けた環境整備、子育て世代が安心して定住できる環境整備等の様々な取組が行われています。

長期の避難を余儀なくされている住民については、復興公営住宅の整備等による生活拠点の形成支援や、コミュニティ交流員の配置等による復興公営住宅での生活支援が行われているほか、県外避難者が避難先で今後の帰還や生活再建に向けて相談できる場として、全国26か所に生活再建支援拠点が設置されています。

2017年5月には、将来にわたって居住を制限するとされてきた帰還困難区域内で、避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す区域として、「特定復興再生拠点区域」を設定することが可能になりました。2018年5月までに、帰還困難区域を有する双葉町、大熊町、浪江町、富岡町、飯舘村、葛尾村の特定復興再生拠点区域復興再生計画が認定され、2022年から2023年の避難指示解除を目指し、家屋等の解体や除染等の工事が進められています(図10)。なお、2020年3月には、JR常磐線の全線運転再開に合わせて、双葉町、大熊町、富岡町の特定復興再生拠点区域の一部の避難指示が先行して解除されました。また、2021年3月には、インフラ整備や帰還準備等を加速するため、大熊町の特定復興再生拠点区域において立入り規制の緩和区域が設定されました。

特定復興再生拠点区域外の帰還困難区域については、2020年12月に、日常的な生活ではない土地活用に目的を限定して適用可能な避難指示解除に関する仕組みが決定されました。

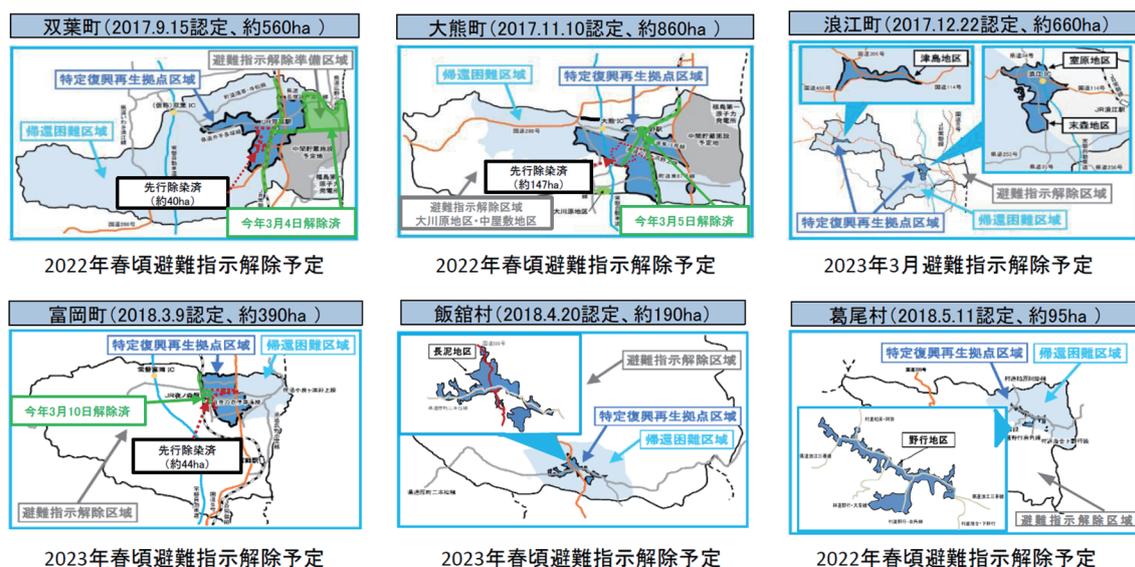


図10 特定復興再生拠点区域の状況

(出典) 第2回原子力委員会資料第1号 環境省「東日本大震災からの被災地の復興・再生に向けた環境省の取組」(2021年)

(2) 事故の検証と教訓

事故後、政府に設置された「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会」（以下「政府事故調」という。）、東京電力に設置された「福島原子力事故調査委員会」（以下「東電事故調」という。）、福島原発事故独立検証委員会（以下「民間事故調」という。）、国会に設置された「東京電力福島原子力発電所事故調査委員会」（以下「国会事故調」という。）、一般社団法人日本原子力学会に設置された「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会」（以下「学会事故調」という。）等、各種機関が調査委員会を立ち上げ、事故原因やその背景を分析し、提言や課題を報告書に取りまとめました（表 3）。なお、これらの報告書は、オンサイトの事象及び政府の取組に対する分析が多くを占め、オフサイトの事象（放射線による健康影響、避難住民対策等）に触れている部分はほとんどありませんでした。

事故の直接的原因については、政府事故調、東電事故調、民間事故調は、津波によって交流電源と直流電源を喪失し、原子炉を安定的に冷却する機能が失われたことにあるとしています。一方、国会事故調は、津波だけでなく地震により重要な機器が損傷した可能性も示唆しており、学会事故調も、主要な安全設備の健全性に対する地震の影響に関する評価の必要性を示しています。原子炉建屋内を中心に放射線量が高い部分がありアクセスが制限されているため、調査・分析を行う環境が十分整っておらず、事故の直接的原因の究明が重要な課題として残されていることは、全ての事故調報告に共通の認識です。

地震、津波、過酷事故（シビアアクシデント）、複合災害等に対する事故前の対策において、政府と東京電力の双方に大きな問題があったことは、東電事故調以外の四つの報告書に共通しています。その上で、事故の根源的原因について国会事故調は、規制する立場である当局と規制される立場である東電が逆転関係に陥り、原子力安全についての監視・監督機能が崩壊していた点を挙げ、「今回の事故は『自然災害』ではなくあきらかに『人災』である」と結論付けています。また、政府事故調は、「東京電力を含む電力事業者も国も、我が国の原子力発電所では炉心溶融のような深刻なシビアアクシデントは起こり得ないという安全神話にとらわれていたがゆえに、危機を身近で起こり得る現実のものと捉えられなくなっていたことに根源的な問題がある」と指摘しています。一方で、東電事故調は、津波想定に甘さがあり、「津波に対抗する備えが不十分であったことが今回の事故の根本的な原因」としています。

なお、国会事故調の提言を受けて政府が講じた措置については、国会への報告書を毎年提出することが「国会法」（昭和 22 年法律第 79 号）により義務付けられています。また、政府事故調の提言において確実なフォローアップが求められていることから、政府は、これらの提言を受けて講じた措置についても報告書を取りまとめています。原子力学会は、事故提言・フォロー分科会を設置し、2016 年 3 月に提言の取組状況に関する調査報告書を公表するなど、提言のフォローアップを行っています。また、民間事故調については、「福島原発事故後 10 年の検証（第二民間事故調）」プロジェクトが立ち上がり、事故・震災後 10 年間の「学び」を検証した報告書が 2021 年 3 月に公表されました。

表 3 事故直後に公表された主な事故調査委員会の概要（設置時期順）

政府事故調	
設置時期：2011年5月24日	報告書提出時期：2012年7月23日
報告書名：東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会最終報告	
提言や課題の概要： 7項目25の提言（①安全対策・防災対策の基本的視点、②原発の安全対策、③原子力災害に対応する態勢、④被害の防止・軽減策、⑤国際的調和、⑥関係機関の在り方、⑦継続的な原因解明・被害の全容調査の実施）	
東電事故調	
設置時期：2011年6月11日	報告書提出時期：2012年6月20日
報告書名：福島原子力事故調査報告書	
提言や課題の概要： （設備面）徹底した津波対策、電源喪失を前提とした炉心損傷防止機能の確保、炉心損傷後の影響緩和策等。 （運用面）①緊急時対応態勢の確立、②事故情報の伝達・共有手段の改善、迅速かつ正確な情報公開、③資機材輸送に関する取決め、④放射線管理教育の強化、内部被ばく評価方法の整備等。 （国等に対して）①津波などの外的事象の基準策定と国による審査の実施、②国が保有する津波データの利用等。	
民間事故調	
設置時期：2011年9月末	報告書提出時期：2012年2月27日
報告書名：福島原発事故独立検証委員会調査・検証報告書	
提言や課題の概要： 独立性と専門性のある安全規制機関、米国の連邦緊急事態管理庁に匹敵するような過酷な災害・事故に対する本格的実行部隊、首相に適切な助言を行う独立した科学技術評価機関（機能）の創設等の必要性を指摘。	
国会事故調	
設置時期：2011年12月8日	報告書提出時期：2012年7月5日
報告書名：東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書	
提言や課題の概要： 7つの提言（①規制当局に対する国会の監視、②政府の危機管理体制の見直し、③被災住民に対する政府の対応、④電気事業者の監視（国会による監視を含む）、⑤新しい規制組織の要件、⑥原子力法規制の見直し、⑦独立調査委員会の活用）	
学会事故調	
設置時期：2012年6月22日	報告書提出時期：2014年3月8日
報告書名：福島第一原子力発電所事故その全貌と明日に向けた提言－学会事故調 最終報告書－	
提言や課題の概要： 5分類50項目の提言（①原子力安全の基本的な事項、②直接要因に関する事項、③背後要因のうち組織的なものに関する事項、④共通的な事項、⑤今後の復興に関する事項）	

（出典）各報告書等に基づき作成

(3) 事故調報告書公表後に進んだ取組等

① オンサイトの取組

東電福島第一原発の廃炉作業については、通常運転状態とは異なる特別な安全管理の下で廃炉を進めることを十分認識し、冷温停止状態を維持しつつ、長期にわたる作業を実施していくことの必要性等が示されています。政府と東京電力は、30年から40年後の廃止措置完了を目標に、汚染水・処理水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリの取り出し、ガレキ等の廃棄物対策、作業環境改善等を進めています¹⁸。

事故原因の究明については、事故の推移に直接関係する重要な機器・配管類のほとんどが、放射線量が極めて高く実際に立ち入って調査・検証することのできない原子炉格納容器内部にあるため、規制当局や東京電力による実証的な調査・検証を継続していくことが必要である旨が指摘されました。原子力規制委員会は、現場の環境改善や廃炉作業の進捗等の状況を踏まえつつ事故分析を継続しており、2021年3月には「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月までの検討～」を公表しました。また、東京電力も、事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項を抽出し、調査・検討を継続しています。

② オフサイトの取組

被災住民への対応については、被災地の環境を継続的にモニタリングしつつ、住民の健康と安全を守り、生活基盤を回復するための対応をとる必要性が指摘されました。これらの課題に対応するため、除染を速やかに進め避難指示区域を順次解除するとともに、被災者の生活支援や帰還環境整備、県民健康調査等を実施しています¹⁹。また、食品の出荷制限については、国際的な指標を踏まえた食品中の放射性物質の基準値の見直しを行い、検査結果や様々な科学的知見を踏まえた解除を順次実施しています。

③ 組織文化や枠組みに係る取組

原子力組織については、東電福島第一原発事故以前は原子力エネルギー利用の推進を担う経済産業省の中に原子力発電所等の安全規制を担当する原子力安全・保安院が設置されていたため、規制組織として必要な独立性が不十分であったことや、専門性の欠如等の理由から、規制当局が原子力の安全に対する監視・監督機能を果たせなかったこと等が指摘されました。これらの問題点に対処するため、規制と利用の分離、原子力安全規制に係る関係業務の一元化、規制の在り方や関係制度の見直し等が検討され、2012年9月に環境省の外局として原子力規制委員会とその事務局である原子力規制庁が発足しました。これに伴い、原子力安全・保安院及び原子力安全委員会は廃止され、それまで関係行政機関が担っていた原子力の規制、核セキュリティ、国際約束に基づく保障措置、放射線モニタリング及び放射性

¹⁸ 特集2(1)②「オンサイトにおける事故対応」を参照。

¹⁹ 特集2(1)③「オフサイトにおける事故対応」、特集3(2)「具体的な取組」を参照。

同位元素の使用等の規制等の機能は原子力規制委員会に統合されました。原子力規制委員会は、「原子力に対する確かな規制を通じて、人と環境を守ること」を組織の使命とし、「独立した意思決定」、「実効ある行動」、「透明で開かれた組織」、「向上心と責任感」、「緊急時即応」を活動原則として掲げています。また、東京電力は、取締役会の諮問機関である原子力改革監視委員会、実務的な課題解決への助言・支援機関である原子力安全アドバイザーボードを社外に設置するとともに、社内に原子力安全監視室を設置し、自己改革を推進しています。

原子力規制制度については、地震、津波、シビアアクシデント、複合防災等への対策に問題があったこと、原子力事業者の第一義的責任が明確にされていなかったこと、諸外国で取り入れられている深層防護²⁰の考え方が十分に考慮されておらず、国際原子力機関（IAEA²¹）の安全基準等を踏まえた国内基準の見直し等がほとんど行われていなかったこと等が指摘されました。これらの課題を踏まえて原子力規制基準の強化が検討され、2013年に「新規制基準」が施行されました。新規制基準では、深層防護の考え方を取り入れ、地震や津波等の自然災害や火災等への対策を強化するとともに、シビアアクシデントが発生した場合を想定した対策、意図的な航空機の衝突等のテロリズム対策が新設されました。また、米国の原子力規制委員会（NRC）による検査制度「原子炉監視プロセス（ROP²²）」を参考に、原子力規制に関する検査制度の見直しが進められ、2020年4月に「原子力規制検査」の運用が開始されました。原子力規制検査では、安全確保に係る事業者の一義的責任を明確化するとともに、原子力事業者の保安活動全般を包括的に監視・評価する体系となっています。

安全文化の再構築や組織文化の改善については、原子力規制委員会や原子力事業者等が取組を行っています。原子力規制委員会は、2015年に「原子力安全文化に関する宣言」を公表し、原子力規制委員会が原子力安全文化の育成・維持に取り組む姿勢を組織内外に明確に示しており、業務の品質の維持向上及び安全文化の育成・維持を目指してマネジメントシステムを運用しています。また、原子力事業者等による自主的安全性向上に向けて、2012年に産業界による自主規制組織である一般社団法人原子力安全推進協会（JANSI²³）が、2018年には規制当局等とも対話を行い効果ある安全対策の現場への導入を促す組織として原子力エネルギー協議会（ATENA²⁴）が、それぞれ設立されました。さらに、2014年に一般財団法人電力中央研究所に設置された原子力リスク研究センター（NRRC²⁵）が中核となり、確率論的リスク評価（PRA²⁶）手法やリスクマネジメント手法に関する研究開発を実施しています。

²⁰ 目的達成に有効な複数の（多層の）対策を用意し、かつ、それぞれの層の対策を考えると、他の層での対策に期待しないという考え方。

²¹ International Atomic Energy Agency

²² Reactor Oversight Process

²³ Japan Nuclear Safety Institute

²⁴ Atomic Energy Association

²⁵ Nuclear Risk Research Center

²⁶ Probabilistic Risk Assessment

危機管理体制については、緊急時における国や原子力事業者の責任範囲が曖昧であったこと、官邸の現場介入等により混乱が生じたこと、住民に対して事故状況や避難方法等の適切な情報が伝えられないまま避難指示を次々と拡大したこと等が指摘されました。政府の原子力防災体制の見直しが行われた結果、平時の対応は新たに常設された原子力防災会議が、緊急時の対応は原子力災害対策本部が担う体制となりました。また、原子力規制委員会は関係する者が原子力災害対策を円滑に実施するため、2012年に「原子力災害対策指針」を策定（2020年10月最終改定）し、原子力災害対策重点区域等を設定するとともに（図11）、緊急時の放射線モニタリングや緊急時活動レベルの枠組み、安定ヨウ素剤²⁷の服用に係る方針、都道府県及び市町村による地域防災計画・避難計画の策定等について定めました。

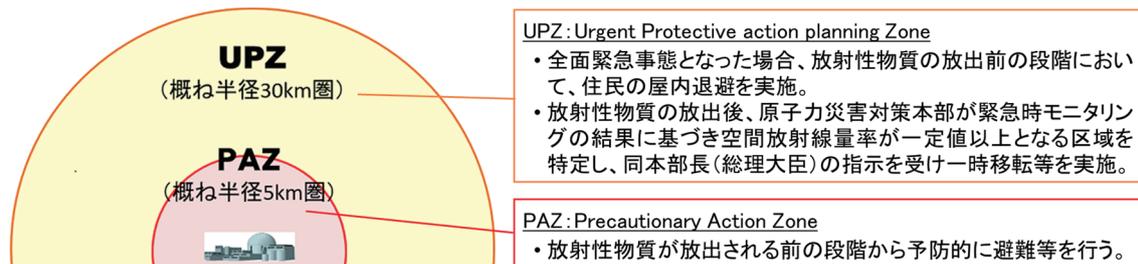


図11 原子力災害対策重点区域

(出典)内閣府ウェブサイト「よくある御質問」に基づき作成

このように、事故調報告書による指摘等を踏まえた対応が進んでいる面がある一方で、提言や教訓の内容がまだまだ十分に生かされていないこともあります。

原子力規制委員会は、IAEAが行う総合規制評価サービス（IRRS²⁸）ミッションを2016年に受け入れ、さらに、同ミッションにおいて指摘された課題への対応状況等のレビューを行うIRRSフォローアップミッションを2020年1月に受け入れました。その結果、2016年に受けた13の勧告と13の提言のうち、マネジメントシステムや組織体制に関する一部の項目については未了であると確認され、引き続き改善に取り組んでいく必要があります。

新規規制基準は、「世界で最も厳しい水準の基準」であるとされており、既設炉に対する規制要求としては世界に類のないものとなっています。その一方で、基準を満たせば安全であるという慢心がはびこり、「新たな安全神話」が生み出される懸念があることも事実です。関係者は、国内外の最新の科学的知見を収集・蓄積するとともに、様々なりスク情報を認識・活用し、安全性向上や安全文化の醸成に取り組み続けることが必要です。

「教訓を生かす」と言葉で言うことは簡単です。しかし、日々の生活の中で常に新しい出来事に触れる中で、過去の出来事は人々の記憶から忘れ去られていき、教訓が意識から抜け落ちていくことが往々にしてあります。そして、忘れることにより、同じ過ちを繰り返すリスクが高まります。事故の記憶を風化させることなく、教訓を認識し続けることが、国や事業者等の原子力関連機関のみならず、広く国民にも求められています。

²⁷ 放射性でないヨウ素を含む内服薬。放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくを低減するために服用。

²⁸ Integrated Regulatory Review Service

3 福島復興・再生

(1) 福島復興・再生の意義

今般の原子力災害は、福島に極めて深刻かつ特殊な被害をもたらすとともに、これまで国のエネルギー政策や産業政策に寄与してきた福島に重大な制約を与えるものになりました。

このため、政府は、福島復興及び再生を「東日本大震災からの我が国の復興の一環にとどまらず、世界に誇ることできる活力ある日本を再生していくために不可欠な要素」と位置付け、「この前例のない原子力災害に国民全体が一丸となって、あらゆる叡智と力を結集して乗り越えなければならない。」と呼び掛けています。

一方、原子力災害によって福島が直面している課題は、「固有の課題」と「普遍的課題」という二層構造になっているとの指摘があります²⁹。「固有の課題」には、長期避難生活、帰還困難区域、風評被害の影響、放射性物質に関する現状を正しく認識しないことから生じる差別や偏見等があります。一方、「普遍的課題」には、震災前から我が国が直面していた人口減少、少子高齢化、医療・介護等の構造的課題があります。「固有の課題」に注目しがちですが、事故により顕在化・急加速した「普遍的課題」も認識し、両方に取り組んでいくことが福島復興・再生には不可欠です。

福島復興・再生とは、福島の特殊な問題への対応ではありません。福島が日本の中でこれまで果たしてきた役割や現在抱える二層構造の課題を踏まえて「国民全体が一丸となって、あらゆる叡智と力を結集しながら」取り組んでいくものであり、「活力ある日本の再生に不可欠」なものです。

(2) 具体的な取組

① 除染、避難指示解除³⁰

除染については、2018年3月までに、帰還困難区域を除く8県100市町村の全てで面的除染が完了しました。避難指示については、2020年3月までに、帰還困難区域を除く全ての居住制限区域及び避難指示解除準備区域が解除されました。また、帰還困難区域内に設定された特定復興再生拠点区域では、2022年から2023年の避難指示解除を目指し、家屋等の解体や除染等の工事が進められています。2020年3月には、JR常磐線の全線運転再開に合わせ、双葉町、大熊町、富岡町の特定復興再生拠点区域の一部の避難指示が解除されました。

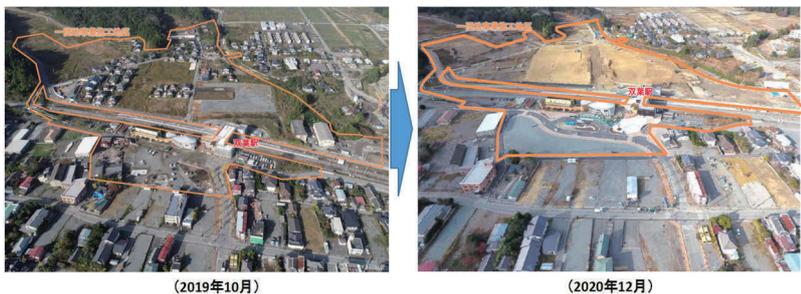


図12 双葉駅周辺（特定復興再生拠点区域内）の整備状況

（出典）第6回原子力委員会資料第2-1号 復興庁「福島復興の概況」（2021年）

²⁹ 第4回原子力委員会資料第2号 立命館大学 開沼博「福島第一事故がもたらしたものと福島再生・復興の意義」(http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2021/siryo04/2_haifu.pdf)

³⁰ 特集2(1)③「オフサイトにおける事故対応」を参照。

② 学校、病院、商業施設等の生活環境の再整備

福島県全体で、2012年5月のピーク時には約16.5万人が避難生活を送っていましたが、2021年3月時点の避難者は3.6万人にまで減少しています。避難指示が解除された地区の居住者は徐々に増加しており、2020年10月時点で約1.4万人となっています。避難指示解除区域に帰還した住民、あるいは帰還しようとする住民が安心して生活を再開できるようにするため、教育、医療・介護、買物等の生活環境の再整備が進められています。

学校教育については、通学手段を確保するためのスクールバスの整備や、児童生徒の震災による心のケアを行うためのスクールカウンセラーの配置等、小中学校再開のための環境整備が行われてきました。2020年4月時点で、被災12市町村のうち10市町村が地元での学校再開を果たしていますが、大熊町や双葉町では避難先の仮設校舎等での学校教育を行っています(表4)。地元で再開された学校の中には、2018年4月に浪江町に開校した「なみえ創成小学校」及び「なみえ創成中学校」、2020年4月に飯舘村に開校した「いいたて希望の里学園」のように、避難指示解除に伴い複数の学校の統合等を行い新たに開校されたものもあります。また、先進教育を実施する高等学校等の新規開校も行われています。2015年4月に「ふたば未来学園高等学校」が、2019年4月に同中学校が広野町に新たに開校し、「未来創造学」の実践等の先進的な併設型中高一貫教育を実践しています(図13左)。2017年4月には、小高商業高校と小高工業高校を発展的に統合した「小高産業技術高等学校」が南相馬市に開校し、福島イノベーション・コースト構想の先進的实践校として地域課題に果敢に取り組む人材育成を実施しています(図13右)。

表4 被災12市町村の小中学校の状況(2020年4月時点)

小中学校の状況	市町村
避難先において学校教育を実施	大熊町、双葉町
避難先の学校も維持しつつ、地元で学校を再開	富岡町、浪江町
地元で学校を再開	川俣町(山木屋地区)、葛尾村、飯舘村、南相馬市(小高区)、楡葉町、田村市(都路地区)、広野町、川内村

(出典)第15回福島12市町村の将来像に関する有識者検討会資料1-2 福島12市町村将来像提言フォローアップ会議「福島12市町村将来像実現ロードマップ2020(個票)」(2020年)に基づき作成



図13 ふたば未来学園中学校・高等学校(左)、小高産業技術高等学校(右)

(出典)福島県「復興・再生のあゆみ(第4版)」(2021年)

医療提供体制の整備については、双葉町を除く 11 市町村で診療所が再開・開設しており、2021 年 2 月には大熊町で初めて「大熊町診療所」が開所しました。2018 年 4 月には富岡町に「ふたば医療センター附属病院」が開設され、24 時間体制で地域の中核的な医療を担う二次医療体制が確保されました。同病院では、多目的医療用ヘリコプターを運航しており、高度専門的な治療が行える医療機関間の患者搬送時間を短縮し、重症化防止等に貢献しています。また、施設間で診療情報等を共有し、質の高い医療・福祉サービスを提供するため、情報通信技術（ICT）を活用した医療情報ネットワーク「キビタン健康ネット」が構築・運用されています。

介護福祉については、被災 12 市町村の介護施設・訪問介護サービス事業所のうち、約 20 か所が再開・開設等を行っています。2020 年 4 月には、大熊町において「認知症高齢者グループホームおおくまもみの木苑」が開設されました。一方で、介護人材の不足や居住人口の減少により、再開・開設した施設の入所者や利用者を十分に確保することが難しい状況にあるため、介護人材の確保や施設運営への支援等、介護サービス体制の自立的な確保・維持に向けた取組が課題となっています。

買物に不自由な生活環境を改善し、住民の帰還や企業の立地を促進するため、商業施設の整備が進められています（図 14）。2019 年 7 月には浪江町に「イオン浪江店」が、2020 年 2 月には南相馬市に「ヨークベニマル原町店」が開設されました。また、復興のシンボルや地域振興の拠点も担う施設として、道の駅の整備も進められています。浪江町の「道の駅なみえ」は、2020 年 8 月に開業し、2021 年 3 月に全面オープンしました。福島市では、2022 年春の開業に向けて「(仮称) 道の駅ふくしま」の建設工事が行われています。



図 14 商業施設の一例

(出典)福島県「ふくしま復興のあゆみ(第 30 版)」(2021 年)

今後も、学校、医療・介護福祉、買物等の生活環境が充実し、帰還した住民や新たな移住・定住者等の様々な立場、子供や若者、子育て世代、高齢者等のあらゆる世代の方々が安心・安全に暮らすことができるよう、各自治体の状況や意向に応じた取組を進めていくことが不可欠です。

③ 農林水産業や商工業等のなりわい再生

事業・なりわいの再建に向けて、2015年8月に、国、福島県、民間からなる「福島相双復興官民合同チーム」が創設されました。同チームは被災12市町村の事業者を個別訪問し相談型支援を行っており、2021年3月末までに約5,500の商工業者及び約2,200の農業事業者を個別訪問しました。また、専門家によるコンサルティングや国の支援策等を通じ、事業再開や自立を支援しています。個別訪問を行った事業者のうち53%は地元又は避難先等で事業を再開しています(図15)。さらに、2017年9月以降は、分野横断・広域的な観点から、生活・事業環境整備のためのまちづくり支援や、外部人材・資本の呼び込み等も進めています。

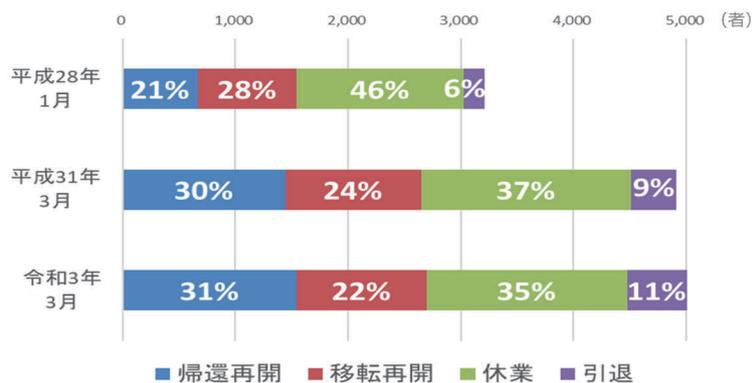


図15 福島相双復興官民合同チームが個別訪問した事業者の事業再開状況

(出典)第10回原子力委員会資料第1-2号 経済産業省「原子力委員会説明資料」(2021年)

農業については、福島県の農産物の輸出量が2019年度に過去最高を記録するなど、前向きに復興が進んでいる面もある一方で、農業産出額は震災前の水準まで回復していない状況です(図16左)。特に、被災12市町村では、2019年度時点の営農再開率は32%にとどまっており(図16右)、さらに、その中でも避難解除指示の時期により営農再開率に差が生まれ、二極化が進んでいます。営農再開の加速化に向けて、農林水産省からの常駐職員派遣等による人的支援、生産性の高い大規模な営農を展開するための農地の集積・大区画化、生産と加工が一体となった広域的な高付加価値産地の展開等の取組が行われています。

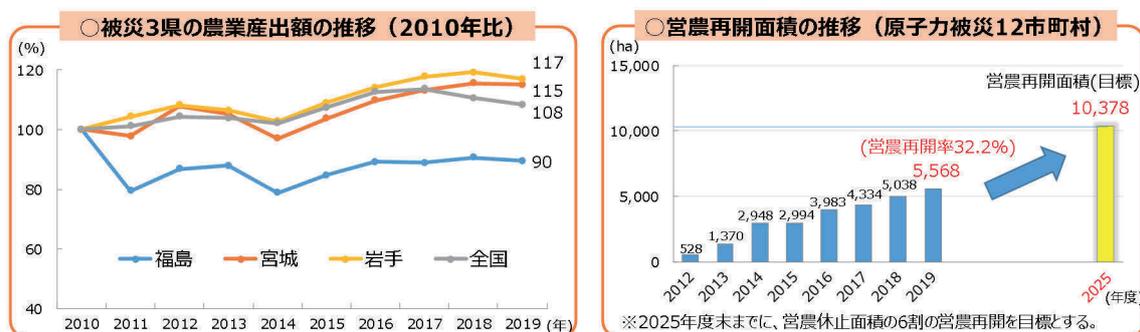


図16 被災3県の農業産出額の推移(左)、被災12市町村の営農再開面積の推移(右)

(出典)第10回原子力委員会資料第1-3号 農林水産省「発災後10年目における東日本大震災からの農林水産業の復旧・復興」(2021年)、生産農業所得統計に基づき作成

漁業については、2012年6月に一部で試験操業・販売を開始しました。その後、漁業種類、対象種、海域を順次拡大し、2020年2月から全ての魚種で試験操業を実施しています。また、2020年4月に浪江町の請戸漁港が再開し、2020年10月には相馬市に地元水産物を取り扱う「浜の駅 松川浦」がオープンするなど、関連施設の整備も進められています。しかし、2020年度の水揚げ量は震災前の17.7%程度で、大きく落ち込んだままの状態が続いており（図17）、操業日数や操業時間の増加による漁獲拡大や、価格を支えるための流通・消費の拡大が課題となっています。このような中で、2021年3月には、試験操業を同月末までで終了し、翌4月からは本格操業までの移行期間として漁を行い、数年かけて本格操業を目指すことが決定されました。

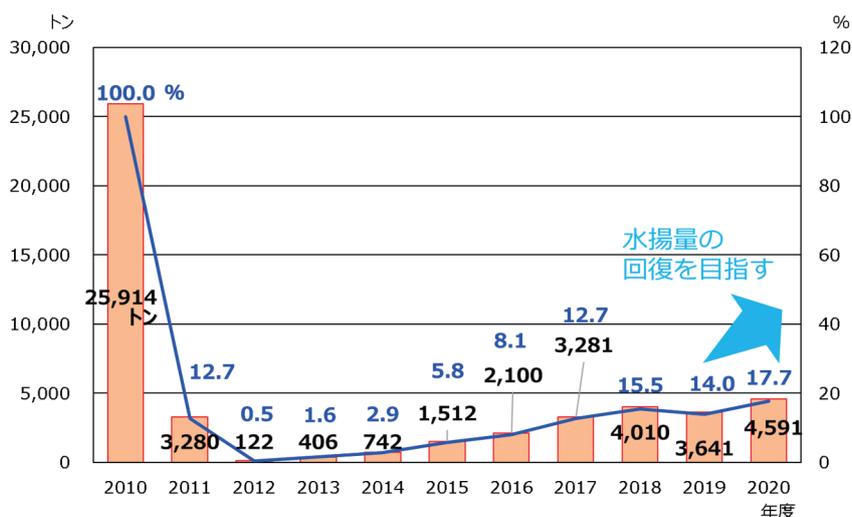


図17 福島県における沿岸漁業（属地・沖底含む）及び海面養殖業の水揚げ量

（注）JF 福島漁連からの聞き取りを基に作成。

（出典）第10回原子力委員会資料第1-3号 農林水産省「震災後10年目における東日本大震災からの農林水産業の復旧・復興」（2021年）を一部改訂

また、農林水産物に含まれる放射性物質の濃度水準は低下しており、2018年度以降は、キノコ・山菜類、水産物のごく一部を除き、基準値を超過した食品は見られなくなっています（2020年度の基準値超過品目は、キノコ・山菜類22品目とイワナのみ）。しかし、科学的根拠に基づかない風評被害が根強く残っており、福島県産の食品の購入をためらう消費者が一定程度存在しているほか、卸売業者、仲卸業者、小売業者等が納入先の意向によらず福島県産品を避けるといった事態も発生しています。また、2021年3月時点で、39の国・地域で輸入規制が撤廃されたものの、米国や中国を含む15の国・地域では依然として輸入規制が継続されています³¹。風評被害を払拭するとともに、輸入規制の緩和・撤廃に向けて、食品中の放射性物質への対応等について、よりわかりやすい形で国内外に発信していくことが必要です。

³¹ その後、2021年5月28日付けでシンガポールが輸入規制を撤廃したため、輸入規制を継続している国・地域は14になりました。

④ 交通インフラの整備・再開

埼玉県から、千葉県、茨城県、福島県を經由し宮城県に至る常磐自動車道は、2015年3月に全線開通しました（図 18 左）。利便性向上のため、南相馬鹿島サービスエリア（2015年2月開業）、ならはパーキングエリア（2015年3月開業）、大熊インターチェンジ（2019年3月開通）、常磐双葉インターチェンジ（2020年3月開通）等の整備も行われています。復興事業等の影響もあり交通量が増えたことから、一部区間では渋滞緩和のため4車線化工事が進められています³²。また、常磐自動車道（相馬市）と東北自動車道（福島市）を結ぶ東北中央自動車道（相馬福島道路）は、復興支援道路として整備が進められました³³。

東京都から千葉県、茨城県、福島県の太平洋側を經由して宮城県までを結ぶJR常磐線は、一部区間の内陸への移設等を経て、2020年3月に全線で運転再開されました（図 18 右）。さらに、全線運転再開に合わせて、特急「ひたち」の仙台と上野・品川間直通運転が開始されるとともに、2019年4月のJヴィレッジ³⁴の全面営業再開に合わせて臨時駅として開業していた「Jヴィレッジ駅」が常設化されました。

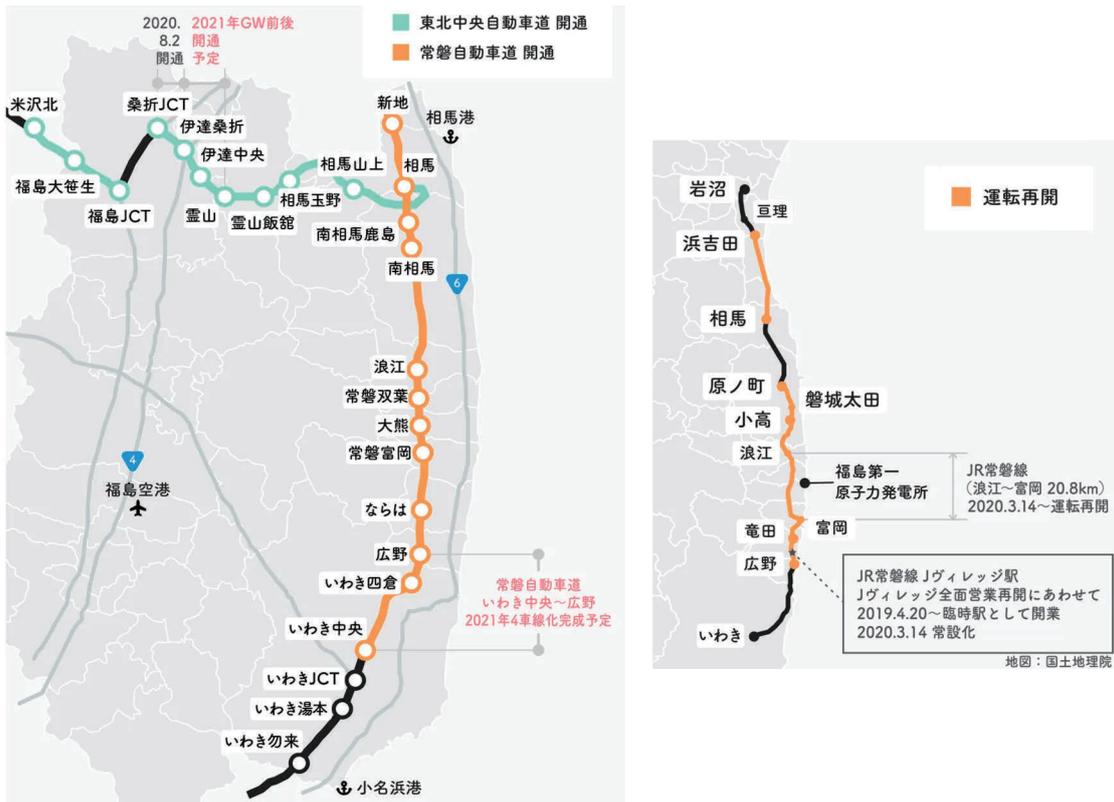


図 18 常磐自動車道・東北中央自動車道（左）、JR常磐線（右）の状況

（出典）復興庁「震災復興の取り組み 10年の軌跡」

³² いわき中央インターチェンジから広野インターチェンジ間は、2021年6月13日に全線4車線化完了。

³³ 2021年4月24日に全線開通。

³⁴ 榎葉町及び広野町にまたがって立地する、サッカーのナショナルトレーニングセンター。2017年3月まで、東電福島第一原発事故収束の対応拠点として機能。

⑤ 新産業創出に向けた国家プロジェクト

東日本大震災及び原子力災害によって失われた福島県浜通り地域等の産業・雇用を回復するため、浜通り地域等の新たな産業基盤等の構築を目指し、福島イノベーション・コースト構想が推進されています。同構想では、廃炉、ロボット・ドローン、エネルギー・環境・リサイクル、農林水産業、医療関連、航空宇宙の6分野を重点分野と位置付け、産業集積、教育・人材育成、交流人口拡大、情報発信等の取組が行われています。ロボット分野では、インフラ点検、災害対応、物流等の分野で使用されるロボットやドローンの実証等の拠点である「福島ロボットテストフィールド」(南相馬市、浪江町)が、2020年3月に全面開所しました(図19)。2021年3月末までに、浜通り地域等に55社のロボット関連企業が立地しており、実証実験は延べ500件以上行われています。また、エネルギー分野では、再生可能エネルギー由来の水素製造のイノベーション拠点として、「福島水素エネルギー研究フィールド」(浪江町)が2020年3月に開所し、水素の製造・出荷を開始しています。

さらに、福島イノベーション・コースト構想を更に発展させていくため、「創造的復興の中核拠点」として、国際教育研究拠点を新設することが決定されました。同拠点は、国内外の英知を結集して、福島の創造的復興に不可欠な研究及び人材育成を行い、発災国の国際的な責務としてその経験・成果等を世界に発信・共有するとともに、そこから得られる知を基に、日本の産業競争力の強化や、日本・世界に共通する課題解決に資するイノベーションの創出を目指すものとされています。既存の研究施設等との一体的な運用を図りながら、研究開発機能と人材育成機能を有する拠点としての整備に向けて、2021年度に基本構想が策定される予定です。

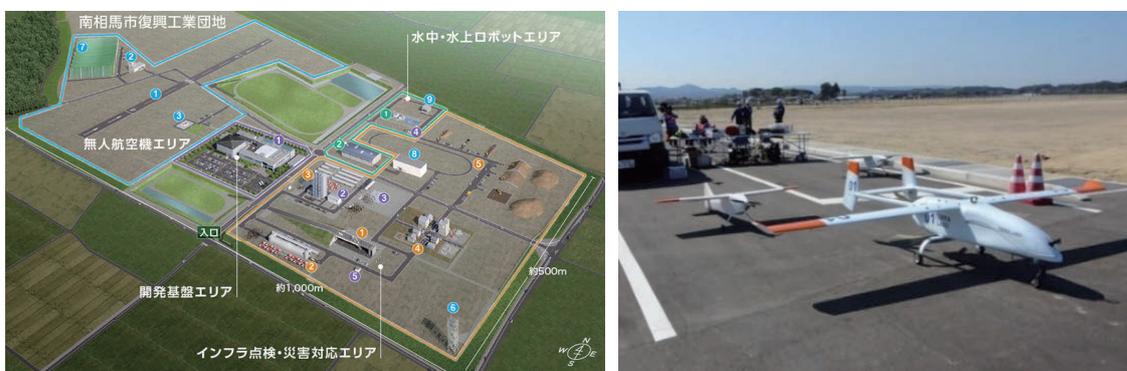


図19 福島ロボットテストフィールドの全景(左)、実証実験の様子(右)

(出典)METI Journal 政策特集 福島の10年 vol.1「事業再生と原発廃炉 二つの難題に挑む」(2021年)、第10回原子力委員会資料第1-2号 経済産業省「原子力委員会説明資料」(2021年)

4 東電福島第一原発事故から10年を経て

東電福島第一原発事故が10年以上の長期にわたって住民や地域社会にここまで大きな被害をもたらすことを、誰が予想していたのでしょうか。

この10年の間に、福島の復興・再生は着実に進展してきました。一方で、帰還困難区域の存在や、いまだ約3.6万人の方が避難している状況を踏まえると、福島の復興・再生は道半ばです。東電福島第一原発の廃炉に向けた取組と浜通り地域における避難解除等区域の復興・再生を着実に進めていかなければなりません。

福島が直面している課題の一つに「風評」と「風化」があります。東電福島第一原発事故によって発生した風評は、10年たった今でも国内外に残り続け、福島の人々を苦しめています。一方、10年の年月が、原子力災害によって福島にもたらされた深刻な事態の記憶と教訓を風化させているとの指摘があります。

二度とこのような事故を起こさないために、そして、福島の方々が誇りと自信を持てるふるさとを取り戻すことができるそのときまで、原子力に関わる全ての関係者は、原子力災害に関する記憶と教訓を忘れてはなりません。

既に、東電福島第一原発事故後、各種機関が設置した事故調査委員会の提言や事故の課題について紹介しました。一部の提言については政府が取組状況をフォローしていますが、関係者は今一度報告書や提言内容を振り返り、現在の活動と比較して、改善すべきところがあれば改善し、気持ちを新たに取組むべきことは取組むべきです。

原子力委員会は、2017年、東電福島第一原発事故後の様々な環境変化を踏まえ、「原子力利用に関する基本的考え方」を取りまとめました。この中で、事故以前から我が国の原子力関連機関に内在する本質的な課題を図20のとおり指摘し、我が国の原子力利用を進めるに当たって、その課題を解決することが不可欠である旨を指摘しています。

- ◇ 特有のマインドセットやグループシンク（集団思考や集団浅慮）、多数意見に合わせるよう暗黙のうちに強制される同調圧力、現状維持志向が強いこと。
- ◇ 組織内で部分最適に陥り、情報共有の内容や範囲について全体での最適化が図られない結果として必要な情報が適切に共有されない状況が生じていること。

図20 我が国の原子力関連機関に内在する本質的な課題

(出典)原子力委員会「原子力利用に関する基本的考え方」(2017年)に基づき作成

10年たった今、原子力関係機関の取組により、これらの本質的な課題は解決されたのでしょうか。2020年度に発覚した東京電力柏崎刈羽原子力発電所における不正事案では、原子力規制委員会が追加検査を行うことを決定し、特定核燃料物質の移動を禁止する是正措置命令を発出しました。東京電力は、表面的な原因のみならず、根本的な原因を究明し、抜本的な対策を講じていく必要があります。また、今後も原子力を適切に利用していくのであれば、平和利用を旨とし、安全性の確保を大前提に、国民からの信頼を得ながら進めることは当然ですが、原子力関係機関に継続して内在する本質的な課題の解決に向けた取組を続

ける必要があります。

福島の復興・再生は、東電福島第一原発事故後の原子力政策の再出発の起点です。原子力に関する安全確保を最優先にした体制や仕組みの構築や、原子力に対する国民の信頼の再構築に向けた取組に、ゴールはありません。着実に一步ずつ取組を積み重ねていく必要があります。

また、福島の復興・再生の壁となっているのが風評問題です。国内外で風評が固定化し、経済的損失だけでなく、差別と偏見につながっているとの指摘があります。放射線に関するこれまでの福島の取組やその結果等が必ずしも県外には伝わっていないのが原因ではないとも言われています。行政を始め、様々な立場の人たちが、風評問題に取り組んできました。風評対策には、全体を俯瞰する組織体制の構築等の課題もありますが、少なくとも、全ての原子力関係者がそれぞれの立場で風評を取り除くための努力を行うことが必要です。その際、科学的な情報の提供やリスクコミュニケーションといった専門的な取組だけでなく、福島を知ること、行ってみること、食べてみることにいったシンプルな取組を続けることも重要です。

原子力委員会としては、この10年を振り返り、全ての原子力関係者が忘れてならないこと、また、全員が協働して取り組まなければならないことを整理しました。原子力に関わる全ての関係者は、肝に銘じて、原子力利用に取り組む必要があります。

(1) 全ての原子力関係者が忘れてはならないこと

- 東電福島第一原発事故により、いまだ避難生活を続けている人がいて、避難指示が解除されていない地域があること
- 事故によって生じた風評が固定化され、福島の人たちを苦しめていること
- 二度と事故を起こさないために、原子力災害に関する記憶と教訓を忘れないこと
- 安全確保や信頼構築の取組に終わりはないこと

(2) 全ての原子力関係者が協働して取り組まなければならないこと

- 福島の方々が誇りと自信を持てるふるさとを取り戻すことができるときまで、福島の復興・再生に携わっていくこと
- 安全確保や信頼再構築に向けた取組を継続していくこと
- 原子力関係機関に内在する本質的な課題の解決に向けた取組を継続していくこと
- 今般の原子力災害に関する記憶と教訓を風化させずに、次世代に確実に引き継ぐこと
- この国を担う次の世代が原子力や放射線について科学的に正しい知識を身に付け、社会の中における原子力や放射線の位置付けについて自ら考え、評価できるように、それぞれの立場で必要な支援を行っていくこと

第1章

福島の着実な復興・再生と教訓を真摯に受け止めた
不断の安全性向上

1-1 福島の着実な復興・再生の推進と教訓の活用

東電福島第一原発の事故は、福島県民を始め多くの国民に多大な被害を及ぼし、これにより、我が国のみならず国際的にも原子力への不信や不安が著しく高まり、原子力政策に大きな変動をもたらしました。放射線リスクへの懸念等を含むこうした不信・不安に対して真摯に向き合い、その軽減に向けた取組を一層進めていくとともに、事故の発生を防止できなかったことを反省し、国内外の諸機関が取りまとめた事故の調査報告書の指摘等を含めて、得られた教訓を生かしていくことが重要です。

また、事故から10年が経過した現在も、多数の住民の方々が避難を余儀なくされ、一部食品の出荷制限が継続する等、事故の影響が続いています。福島の復興・再生に向けて全力で取り組み続けることは重要であり、引き続き以下のような取組が進められています。

- 東電福島第一原発の廃炉と事故状況の究明
- 放射性物質に汚染された廃棄物の処理施設、中間貯蔵施設の整備と、廃棄物や除去土壌等の輸送、貯蔵、埋立処分等
- 避難指示の解除と、避難住民の方々の早期帰還に向けた安全・安心対策、事業・生業の再建や風評被害対策等の生活再建に向けた支援への取組
- 福島イノベーション・コースト構想を始めとした、復興・再生に向けた取組

(1) 東電福島第一原発事故の調査・検証

① 東電福島第一原発事故に関する調査報告書

事故後、国内外の諸機関が事故の調査・検証を行い、多くの提言等を取りまとめ、事故調査報告書として公表してきました（表 1-1）。

国会に設置された東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（国会事故調）の報告書では、規制当局に対する国会の監視、政府の危機管理体制の見直し、被災住民に対する政府の対応、電気事業者の監視、新しい規制組織の要件、原子力法規制の見直し、独立調査委員会の活用、の7つの提言が出されました。提言を受けて政府が講じた措置については、国会への報告書を毎年提出することが義務付けられており¹、政府は年度ごとに報告書を取りまとめ、国会に提出しています。2020年度に政府が講じた主な措置は、2021年6月に閣議決定された「令和2年度 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会の報告書を受けて講じた措置」に取りまとめられています。また、2021年3月には、政府が講じた措置について、事故後10年の統合版報告書（暫定版）が公表されています。

¹ 国会法附則第11項において規定。

政府に設置された東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（政府事故調）の報告書においても、安全対策・防災対策の基本的視点に関するもの、原子力発電の安全対策に関するもの、原子力災害に対応する態勢に関するもの、被害の防止・軽減策に関するもの、国際的調和に関するもの、関係機関の在り方に関するもの、継続的な原因解明・被害調査に関するものの7項目についての提言が出されました。政府は、これらの提言を受けて講じた措置についても、報告書を取りまとめています。

OECD/NEA²は、2021年3月に、東電福島第一原発事故後10年間を振り返り、進捗、教訓及び課題についてまとめた報告書を発表しました。同報告書では、9つの分野について改善及び効率化が可能であるとして、提言を行っています（表 1-2）。

表 1-1 東京電力福島原子力発電所事故に関する主な事故調査報告書

報告書名	発行元	発行年月
東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（国会事故調）	2012年7月
東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会最終報告	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（政府事故調）	2012年7月
福島原子力事故調査報告書	東京電力株式会社	2012年6月
福島原発事故独立検証委員会調査・検証報告書	福島原発事故独立検証委員会（民間事故調）	2012年2月
福島第一原子力発電所事故その全貌と明日に向けた提言－学会事故調 最終報告書－	一般社団法人日本原子力学会 東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会（学会事故調）	2014年3月
The Fukushima Daiichi Accident Report by the Director General	国際原子力機関（IAEA）	2015年8月
The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt	経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）	2013年9月
Five Years after the Fukushima Daiichi Accident: Nuclear Safety Improvement and Lessons Learnt	経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）	2016年2月
Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Ten Years On Progress, Lessons and Challenges	経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）	2021年3月

² Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency

表 1-2 OECD/NEA による東電福島第一原発事故後 10 年報告書における提言

分野	提言の概要
規制環境	規制当局の独立性を維持しながらも、許認可対象者とのオープンな関係を強化する。
安全への体系的なアプローチ	安全に関する知識と理解を深め、業界、規制当局、利害関係者を関与させる原子力安全のシステムの制度化に向けて取り組む。
廃炉技術	放射性アプリケーションに適した高度なロボット工学、廃棄物の特性評価、デブリの抽出技術に関する国際協力を強化する。
廃棄物の管理と処分	廃炉に向けて、①（処理水の取扱い等）廃棄物に対する多様な処分オプションの特定と確保、②廃棄物に関する研究、③燃料デブリの抽出、最終処分等の課題に対処する。
原子力損害賠償	効率的な申請処理プロセスを含む継続的な改善に取り組む。
利害関係者の関与とリスクコミュニケーション	廃止措置、環境修復、被災地の活性化に当たり市民との間で開放性、透明性のある関わりを持つ。
メンタルヘルスへの影響	追加的配慮を払う。
経済復興	潜在的分野（廃止措置作業のための遠隔・ロボット技術、デブリの解析のための研究）を探求し、国際会議の開催も検討する。
知識管理	事故で得られた経験を保存、分析及び普及するための国内及び国際的な枠組みを積極的に追求する。

(出典)OECD/NEA「Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Ten Years On Progress, Lessons and Challenges」(2021年)に基づき作成

② 事故原因の解明に向けた取組

国会事故調や政府事故調、IAEA 事務局長報告書等において、事故の大きな要因は、津波を起因として電源を喪失し、原子炉を冷却する機能が失われたことにあるとされています。

原子力規制委員会では、2014年10月に、国会事故調報告書において未解明問題として指摘されている事項について「東京電力福島第一原子力発電所事故の分析 中間報告書」を取りまとめました。その後、現場の環境改善や廃炉作業の進捗により、施設の状態確認や試料の採取が可能な範囲が増えていることを踏まえ、2019年9月から「東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会」において追加的な調査・分析を実施し、2021年3月に「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月までの検討～」を公表しました。同中間取りまとめでは、3号機の水素爆発は多段階の事象が積み重なったものとする「多段階事象説」が有力であること等の検討結果が示されており（表 1-3、図 1-1）、得られた知見について現在の安全規制とどのように関連しているかを精査するため、原子力規制委員会が適切な検討の場を活用して対応していくとしています。なお、新型コロナウイルス感染症への対策のため調査・分析が十分に実施できなかった事項や今後の廃炉作業の進捗等に伴って明らかにされる事項等の存在も念頭に、東京電力の取組も踏まえつつ、原子力規制庁において調査・分析を継続することとしています。

表 1-3 「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ
～2019年9月から2021年3月までの検討～」の概要

原子炉格納容器からの放射性物質等の放出又は漏えい経路・箇所に関する検討	
調査・分析	<ul style="list-style-type: none"> ベント用配管及び非常用ガス処理系配管の線量率等の測定等の現地調査を実施 1～3号機の原子炉格納容器の上部に設置されているシールドプラグの下面に、一定量のセシウム137が存在する可能性が高いことを確認 等
検討結果	<ul style="list-style-type: none"> 2号機は一度もベントに成功しなかったことを、確定的な証拠を得て結論付けられると判断 セシウムの原子炉格納容器外への主たる放出時期は、水素爆発よりも後であった可能性を示唆 等
原子炉建屋における水素爆発の詳細分析	
調査・分析	<ul style="list-style-type: none"> 水素爆発時の映像を超解像処理したもの等を用いた検討を実施 等
検討結果	<ul style="list-style-type: none"> 3号機の水素爆発は、単純に非常に短時間での爆発による単一現象ではなく、多段階の事象が積み重なったものとする「多段階事象説」(図1-1)が有力であると示唆 等
原子炉冷却のために機能すべき機器の動作状況に関する検討	
調査・分析	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉压力容器の圧力変化等の体系的な解釈の試み 等
検討結果	<ul style="list-style-type: none"> 3号機のベント成功回数は2回だけであるとする東京電力の見解は、妥当なものであると判断 3号機では、過去の国内での評価結果よりもかなり早い時期(3月13日14時頃以前)に、原子炉压力容器下部が損傷したことを示唆 等

(出典)東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月までの検討～」(2021年)に基づき作成

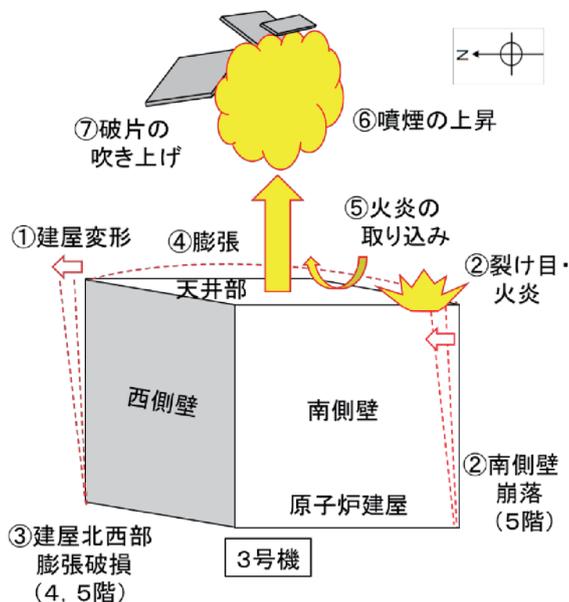


図 1-1 多段階事象説のイメージ

(出典)東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ～2019年9月から2021年3月までの検討～」(2021年)

また、原子力規制委員会では、事故分析と廃炉作業を両立するために必要な事項について関係機関と公開で議論・調整する場として「福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡・調整会議」を設置しており、2020年度は3回開催されました。

東京電力は、事故の総括として「福島原子力事故調査報告書」（2012年6月）と「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」（2013年3月）を取りまとめました。これらに基づく安全対策強化の取組について、四半期に一度「原子力安全改革プラン進捗報告」として公表しています。また、事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項を抽出し、調査・検討を継続しています。2021年3月には、これまでに公表された原子炉圧力容器及び格納容器内の状態推定の変遷をまとめた動画が公開されました。

OECD/NEA は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）を運営機関として「福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析（ARC-F³）」プロジェクトを2019年1月から開始しました。同プロジェクトは、先行する「東電福島第一原発事故のベンチマーク研究（BSAF⁴）」を引き継ぎ、更に詳細に事故の状況を探り、今後の軽水炉の安全性向上研究に役立てることを目的としています。

また、衆議院の原子力問題調査特別委員会において、原子力問題に関する件（原子力規制行政の在り方）として、原子力規制委員長等による報告に基づき審議が行われています。

(2) 福島の復興・再生に向けた取組

① 被災地の復興・再生に係る基本方針

東電福島第一原発事故により、発電所周辺地域では地震と津波の被害に加えて、放出された放射性物質による環境汚染が引き起こされ、現在も多数の住民の方々が避難を余儀なくされるなど、事故の影響が続いています。このような状況に対処するため、政府一丸となって福島の復興・再生の取組を進めています（図 1-2）。

原子力災害対策本部の下に設置された廃炉・汚染水対策チーム⁵は東電福島第一原発の廃炉や汚染水・処理水への対応、原子力被災者生活支援チームは避難指示区域の見直しや原子力被災者の生活支援等の役割を担っています。復興庁は、復旧・復興の取組として、長期避難者への対策や早期帰還の支援、避難指示区域等における公共インフラの復旧等の対応を行っています。環境省は、放射性物質で汚染された土壌等の除染や廃棄物処理、除染に伴って発生した土壌や廃棄物を安全に集中的に管理・保管する中間貯蔵施設の整備等に取り組んでいます。福島の現地では、原子力災害対策本部の現地対策本部、廃炉・汚染水対策現地事務所⁶、復興庁の福島復興局、環境省の福島地方環境事務所が対応に当たっています。

³ Analysis of Information from Reactor Building and Containment Vessels of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

⁴ Benchmark Study of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

⁵ 2021年4月13日に、「廃炉・汚染水・処理水対策チーム」に名称変更。

⁶ 2021年4月13日に、「廃炉・汚染水・処理水対策現地事務所」に名称変更。

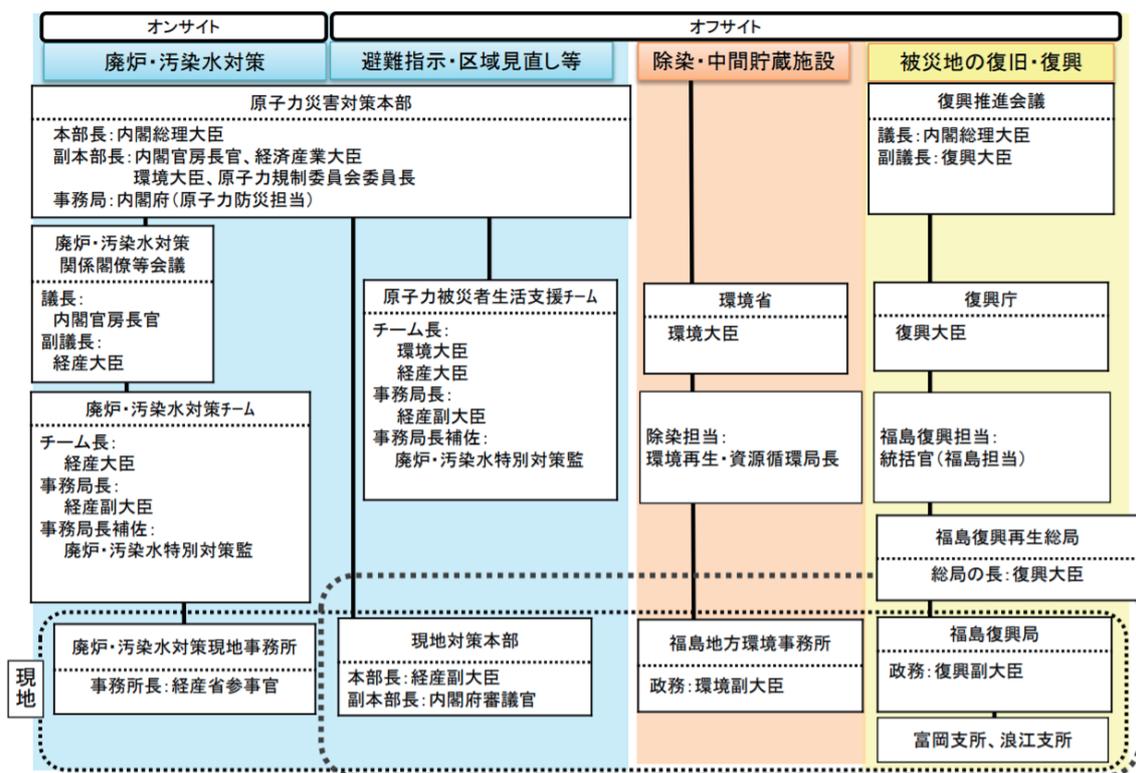


図 1-2 福島復興に係る政府の体制（2020年8月時点）

（出典）復興庁「福島の復興・再生に向けた取組」（2020年）

2019年12月には、『復興・創生期間』後における東日本大震災からの復興の基本方針（以下「令和元年基本方針」という。）が閣議決定され、福島の復興・再生には中長期的な対応が必要であり、復興・創生期間（2016年度から2020年度まで）後も引き続き国が前面に立って取り組むこと等が示されました。令和元年基本方針に基づき、復興・創生期間後の2021年度以降の復興を支える仕組み・組織・財源を整備するため、2020年6月に「復興庁設置法等の一部を改正する法律」（令和2年法律第46号）が成立、公布されました。これにより、復興庁の設置期間を10年間延長することや、「福島復興再生特別措置法」（平成24年法律第25号。以下「福島特措法」という。）による措置に移住等の促進、営農再開の加速化、福島イノベーション・コースト構想の推進を軸とした産業集積の促進、風評被害への対応等が盛り込まれることが決定されました。さらに、同年7月の復興推進会議において「令和3年度以降の復興の取組について」が決定され、2021年度から2025年度までの5年間は「第2期復興・創生期間」と位置付けられました。

これらの状況を踏まえ、令和元年基本方針の見直しが行われ、2021年3月に『第2期復興・創生期間』以降における東日本大震災からの復興の基本方針が閣議決定されました（図 1-3）。

1. 地震・津波被災地域

復興の「総仕上げ」の段階

⇒ 第2期に復興事業がその役割を全うすることを目指す

- ハード整備
- 被災者支援(心のケア、コミュニティ形成、見守り・相談等)
- 子どもの支援
(教員加配、スクールカウンセラー等配置、就学支援)
- 住まいとまちの復興
- 産業・生業
- 地方創生との連携強化

3. 教訓・記憶の後世への継承

2. 原子力災害被災地域

引き続き、国が前面に立ち、中長期的な対応が必要
⇒ 当面10年間、本格的な復興・再生に向けた取組

- 事故収束
- 環境再生に向けた取組
- 帰還・移住等の促進、生活再建等
- 福島イノベーション・コースト構想の推進
- 国際教育研究拠点の整備
- 事業者・農林漁業者の再建
- 風評払拭・リスクコミュニケーションの推進

図 1-3 「『第2期復興・創生期間』以降における東日本大震災からの復興の基本方針」
において示された基本姿勢及び各分野の取組

(出典)復興庁「復興の現状と今後の取組」(2021年)に基づき作成

② 放射線影響への対策

1) 避難指示区域の状況

東電福島第一原発事故を受け、年間の被ばく線量を基準として、避難指示解除準備区域⁷、居住制限区域⁸、帰還困難区域⁹が設定されました。避難指示は、①空間線量率で推定された年間積算線量(図 1-4)が20ミリシーベルト以下になることが確実であること、②電気、ガス、上下水道、主要交通網、通信等の日常生活に必須なインフラや医療・介護・郵便等の生活関連サービスがおおむね復旧すること、子供の生活環境を中心とする除染作業が十分に進捗すること、③県、市町村、住民との十分な協議の3要件を踏まえ、解除されます。2020年3月には双葉町の避難指示解除準備区域と、双葉町、大熊町と富岡町においてそれぞれ特定復興再生拠点区域¹⁰の一部区域の避難指示が解除されました。これにより、全ての避難指示解除準備区域、居住制限区域の避難指示が解除されるとともに、帰還困難区域内に設定された特定復興再生拠点区域で初めて避難指示が解除されました(図 1-5)。

政府としては、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、まずは特定復興再生拠点区域について帰還環境整備を進めることとしています。

また、特定復興再生拠点区域外の帰還困難区域については、個別に各町村の課題、要望等を丁寧に伺いながら、避難指示解除に向けた方針の検討を加速化させることとしています。さらに、2020年12月には、原子力災害対策本部において、特定復興再生拠点区域外の土地活用に向けた避難指示解除に関する仕組みを決定しました。この仕組みについて、国は、各自治体の意向を十分に尊重し、運用していくこととしています。

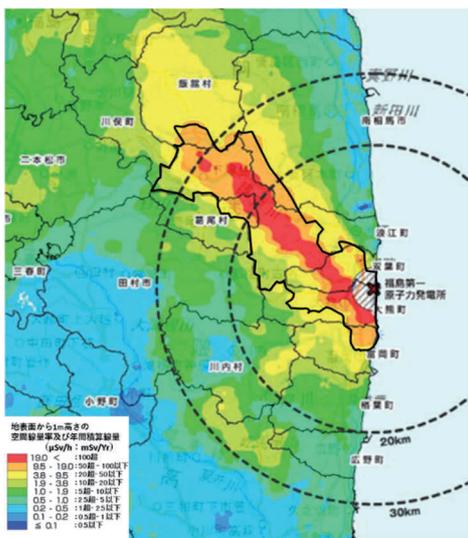
⁷ 年間積算線量が20ミリシーベルト以下となることが確実であると確認された区域。

⁸ 年間積算線量が20ミリシーベルトを超えるおそれがあると確認された区域。

⁹ 2012年3日時点での年間積算線量が50ミリシーベルトを超え、事故後6年間を経過してもなお、年間積算線量が20ミリシーベルトを下回らないおそれがあるとされた区域。

¹⁰ 将来にわたって居住を制限するとされてきた帰還困難区域内で、避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す区域。

2011年11月時点の線量分布



2020年10月時点の線量分布

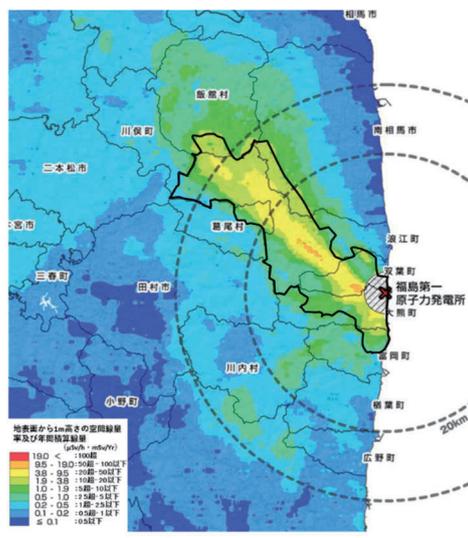


図 1-4 空間線量から推計した年間積算線量の推移

(注) 黒枠囲いのエリアは帰還困難区域。

(出典) 文部科学省「文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について」(2011年)及び原子力規制委員会「福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について」(2021年)に基づき内閣府原子力被災者生活支援チーム作成

2011年4月時点

(事故直後の区域設定が完了)



2013年8月時点

(避難指示区域の見直しが完了)



2020年3月時点

(双葉町、大熊町、富岡町の避難指示解除)



図 1-5 避難指示区域の変遷

(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)及び「避難指示区域の概念図(2020年3月10日時点)」(2020年)等に基づき作成

2) 食品中の放射性物質への対応

2012年4月以降、厚生労働省では、より一層の食品の安全と安心の確保をするために、事故後の緊急的な対応としてではなく、長期的な観点から新たな基準値を設定しました。この基準値は、コーデックス委員会¹¹が定めた国際的な指標を踏まえ、食品の摂取により受ける放射線量が年間1ミリシーベルトを超えないようとの考え方で設定されています(図1-6)。

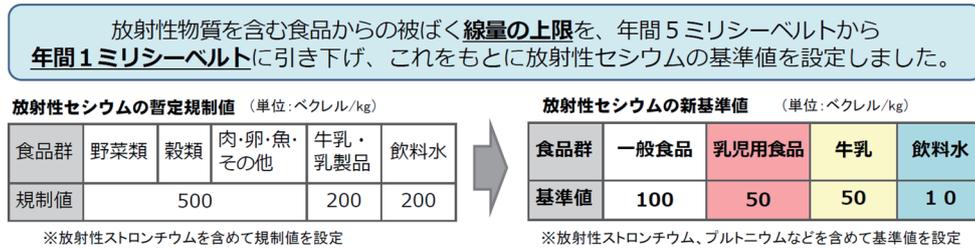


図 1-6 食品中の放射性物質の新たな基準値の概要

(出典)厚生労働省「食品中の放射性物質の新たな基準値」(2012年)

食品中の放射性物質については、原子力災害対策本部の定める「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」(2011年4月初版公表)を踏まえ、17都県¹²を中心とした地方公共団体によって検査が実施されています。農林水産物に含まれる放射性物質の濃度水準は低下しており、2018年度以降は、キノコ・山菜類、水産物を除き、基準値を超過した食品は見られなくなっています(表1-4)。

福島県産米については、2012年から全量全袋検査により安全性の確認が行われてきましたが、カリウム肥料の追加施用による放射性物質の吸収抑制等の徹底した生産対策も奏功し、2015年からは基準値を超えるものは検出されていません。そのため、2020年産米からは、被災12市町村¹³を除く福島県内全域において、全量全袋検査から旧市町村¹⁴ごとに3点の検査頻度で実施するモニタリングへと移行しています。

¹¹ 消費者の健康の保護等を目的として設置された、食品の国際規格を作成する政府間機関。

¹² 青森県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、埼玉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県。

¹³ 田村市、南相馬市、広野町、楡葉町、富岡町、川内村、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村及び川俣町(旧山木屋村)。

¹⁴ 1950年2月1日時点の市町村。

表 1-4 農林水産物の放射性物質の検査結果 (17 都県)

品目	2018 年度 基準値 超過割合 ^{注1}	2019 年度 ^{注1}		2020 年度 (～1月27日) ^{注1}		基準値超過品目 2020 年度 (2019 年度)
		基準値 超過割合	基準値超過点数 (検査点数)	基準値 超過割合	基準値超過点数 (検査点数)	
農畜産物	米	0%	0% 0 (949 万)	0%	0 (308,650)	—
	麦	0%	0% 0 (172)	0%	0 (114)	—
	豆類	0%	0% 0 (149)	0%	0 (91)	—
	野菜類	0%	0% 0 (5,349)	0%	0 (3,655)	—
	果実類	0%	0% 0 (1,052)	0%	0 (844)	—
	茶 ^{注2}	0%	0% 0 (38)	0%	0 (16)	—
	その他 地域特産物	0%	0% 0 (183)	0%	0 (144)	—
	原乳	0%	0% 0 (505)	0%	0 (234)	—
	肉・卵 (野生鳥獣肉除く)	0%	0% 0 (202,303)	0%	0 (18,559)	—
キノコ・山菜類	1.8%	1.4% 90 (6,225)	1.5%	82 (5,562)	コシアブラ、タケノコ等22品目 (コシアブラ、タケノコ等6品目)	
水産物	0.04%	0.05% 6 (12,891)	0.01%	1 (8,953)	イワナ (イワナ、ヤマメ)	

(注1) 穀類(米、大豆等)について、生産年度と検査年度が異なる場合は、生産年度の結果に含めている。

(注2) 飲料水の基準値(10Bq/kg)が適用される緑茶のみ計上。

(出典) 農林水産省「令和元年度の農産物に含まれる放射性セシウム濃度の検査結果(令和元年4月～)」に掲載の「平成23年3月～現在(令和2年9月25日時点)までの検査結果の概要」、農林水産省「令和2年度の農産物に含まれる放射性セシウム濃度の検査結果(令和2年4月～)」に掲載の「平成23年3月～現在(令和3年1月27日時点)までの検査結果の概要」に基づき作成

また、厚生労働省は、全国15地域で実際に流通する食品を対象に、食品中の放射性セシウムから受ける年間放射線量の推定を行っています。2020年9・10月の調査では、年間上限線量(年間1ミリシーベルト)の0.1%程度と推定されています¹⁵。

諸外国・地域では、東電福島第一原発事故後に輸入規制措置が取られました。2021年3月17日時点で、規制措置を設けた54の国・地域のうち、39の国・地域で規制措置が撤廃され、輸入規制を継続している国・地域は15になっています¹⁶。2020年度は、9月にモロッコ、11月にエジプト、12月にレバノン及びアラブ首長国連邦(UAE)、2021年1月にイスラエルで、輸入規制措置が撤廃されました。風評被害を防ぐとともに、輸入規制の緩和・撤廃に向け、我が国における食品中の放射性物質への対応等について、より分かりやすい形で国内外に発信していくなどの取組を継続しています¹⁷。

¹⁵ 詳しいデータは厚生労働省ウェブサイト「流通食品での調査(マーケットバスケット調査)」を参照。
(https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/market_basket_leaf.pdf)

¹⁶ その後、2021年5月28日付けでシンガポールが輸入規制を撤廃したため、輸入規制を継続している国・地域は14になりました。

¹⁷ 第1章1-1(2)⑤4「風評払拭・リスクコミュニケーションの強化」を参照。

③ 放射線影響の把握

1) 放射線による健康影響の調査

福島県は県民の被ばく線量の評価を行うとともに、県民の健康状態を把握し、将来にわたる県民の健康の維持、増進を図ることを目的に、県民健康調査を実施しています(図 1-7)。この中では基本調査と詳細調査が実施されており、個人が調査結果を記録・保管できるようにしています。国は、交付金を拠出するなど、県を財政的に支援しています。

国は2015年2月に公表した「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議の中間取りまとめを踏まえた環境省における当面の施策の方向性」に基づき、リスクコミュニケーション事業の継続・充実、福島県の県民健康調査「甲状腺検査」の充実、福島県及び福島近隣県における疾病罹患動向の把握、事故初期における被ばく線量の把握・評価の推進の取組を進めています。

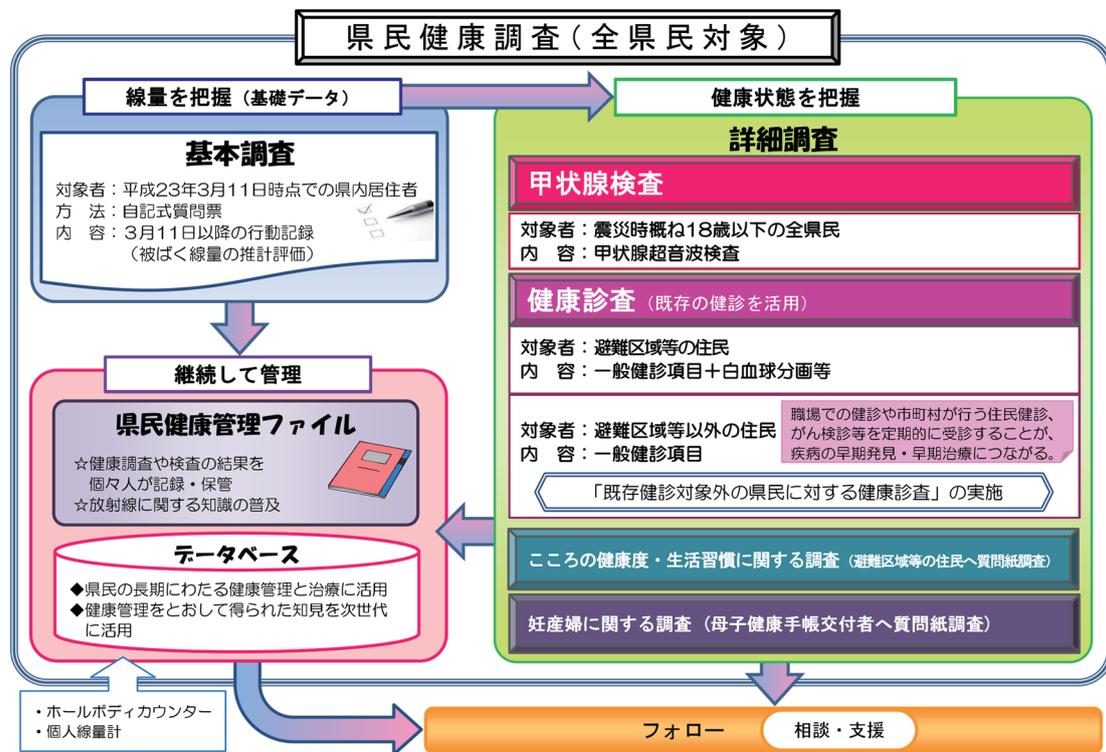


図 1-7 福島県における県民健康調査の概要

(出典) Fukushima Recovery Station「県民健康調査について」

原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) は2021年3月に、東電福島第一原発事故による放射線被ばくとその影響に関して、2019年末までに公表された関連する全ての科学的知見を取りまとめた報告書を公表しました。同報告書では、被ばく線量の推計、健康リスクの評価を行い、放射線被ばくによる住民への健康影響が観察される可能性は低い旨が記載されています。

2) 東電福島第一原発事故に係る環境放射線モニタリング

東電福島第一原発事故に係る放射線モニタリングを確実にかつ計画的に実施することを目的として、政府は原子力災害対策本部の下にモニタリング調整会議を設置し、「総合モニタリング計画」（2011年8月決定、2021年4月最終改定）に基づき、関係府省、地方公共団体、原子力事業者等が連携して放射線モニタリングを実施しています。その結果は原子力規制委員会から「放射線モニタリング情報¹⁸」として公表されており、特に空間線量率については、全国のモニタリングポストによる測定結果をリアルタイムで確認できます。

また、原子力規制委員会では、帰還困難区域等のうち、要望のあった檜葉町、富岡町、大熊町、浪江町、葛尾村の区域を対象として、測定器を搭載した測定車による走行サーベイ及び測定器を背負った測定者による歩行サーベイも実施しています。

④ 放射性物質による環境汚染からの回復に関する取組と現状

1) 除染の取組

「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」（平成23年法律第110号。以下「放射性物質汚染対処特措法」という。）に基づき、福島県内の11市町村の除染特別地域については国が除染を担当し、そのうち帰還困難区域を除く地域については2017年3月に面的除染が完了しました（図1-8左）。その他の地域については、国が汚染状況重点調査地域を指定して市町村が除染を実施し、2018年3月に面的除染が完了しました（図1-8右）。また、特定復興再生拠点区域では、区域内の帰還環境整備に向けた除染・インフラ整備等が集中的に実施されています。

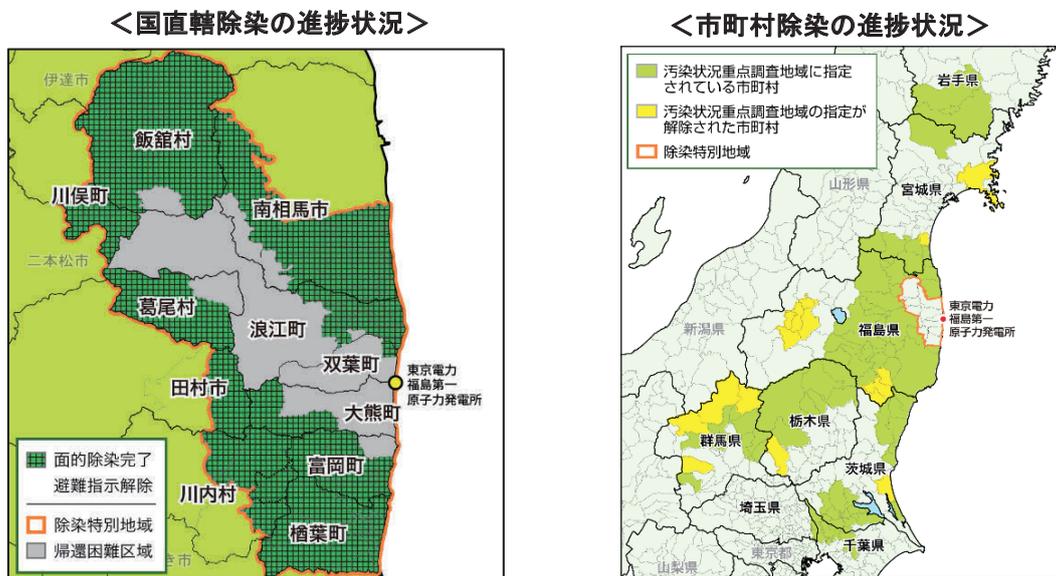


図 1-8 国直轄除染及び市町村除染の進捗状況（2021年3月末時点）

（出典）環境省「除染情報サイト」に基づき作成

¹⁸ <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/>

2) 除染に伴い発生した除去土壌及び放射性物質に汚染された廃棄物の処理

1) 除去土壌及び廃棄物の処理における役割分担

放射性物質汚染対処特措法に基づき、除染特別地域において発生した除去土壌等及び汚染廃棄物対策地域¹⁹（以下「対策地域」という。）の廃棄物については、国が収集・運搬・保管及び処分を担当することとされています。その他の地域については、8,000Bq/kg 超の廃棄物は国が、それ以外の除去土壌及び廃棄物は市区町村又は排出事業者が、それぞれ処理責任を負うこととされています。

なお、放射能濃度が8,000Bq/kg 以下に減衰した指定廃棄物については、通常の廃棄物と同様に管理型処分場等で処分することができます。指定解除後の廃棄物の処理については、国が技術的支援及び財政的支援を行うこととしています。

ロ) 福島県における除去土壌等及び特定廃棄物の処理

福島県内の除染に伴い発生した除去土壌等については、中間貯蔵施設に輸送され、中間貯蔵開始後30年以内に福島県外で最終処分を完了するために必要な措置を講ずることとされています（図 1-9左）。2020年12月に環境省が公表した「令和3年度（2021年度）の中間貯蔵施設事業の方針」の中で、2021年度末までに県内に仮置きされている除去土壌等（帰還困難区域のものを除く）のおおむね搬入完了を目指すとともに、特定復興再生拠点区域において発生した除去土壌等の搬入を進めるとしており、2021年3月末時点で輸送対象物量の約75%に当たる約1,055万m³の除去土壌等の輸送が完了しました。

福島県における除去土壌等以外の廃棄物については、放射能濃度が8,000Bq/kg を超え環境大臣の指定を受けた「指定廃棄物」と、対策地域にある廃棄物のうち一定要件に該当する「対策地域内廃棄物」の2つを、合わせて「特定廃棄物」と呼びます（図 1-9 右）。2021年3月末時点で約34万tが指定廃棄物として指定を受けており、2021年3月末時点で対策地域内の災害廃棄物等約300万tの仮置場への搬入が完了しました。これらの災害廃棄物等は、仮設焼却施設により減容化を図るとともに、金属くず、コンクリートくず等は安全性が確認された上で、再生利用を行っています。特定廃棄物のうち、放射能濃度が10万Bq/kgを超えるものは中間貯蔵施設に、10万Bq/kg以下のものは富岡町にある既存の管理型処分場（旧フクシマエコテッククリーンセンター）に搬入することとされており（図 1-10）、2021年3月末時点で累計170,631袋の廃棄物が管理型処分場へ搬入されています。また、当該処分場に搬入する廃棄物のうち放射性セシウムの溶出量が多いと想定される焼却飛灰等については、安全に埋立処分できるよう、セメント固型化処理が行われています。

¹⁹ 檜葉町、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村及び飯館村の全域並びに田村市、南相馬市、川俣町及び川内村の区域のうち旧警戒区域及び計画的避難区域であった区域。

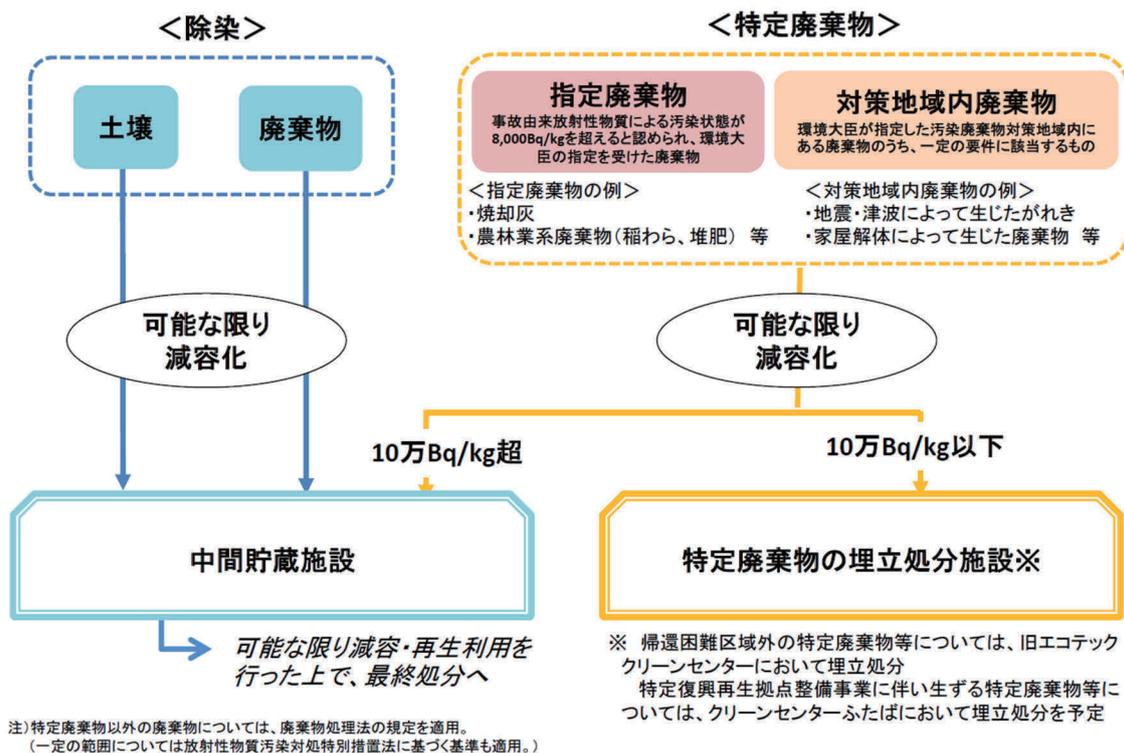


図 1-9 福島県における除去土壌等及び特定廃棄物の処理フロー

(出典) 第2回原子力委員会資料第1号 環境省「東日本大震災からの被災地の復興・再生に向けた環境省の取組」(2021年)



図 1-10 福島県内の管理型処分場(旧エコテッククリーンセンター)を活用した特定廃棄物の埋立処分施設

(出典) 環境省「特定廃棄物の埋立処分事業情報サイト」に基づき作成

ハ) 福島県における除去土壌等の中間貯蔵及び最終処分に向けた取組

福島県内の除去土壌等及び10万Bq/kgを超える特定廃棄物等を最終処分するまでの間、安全に集中的に管理・保管する施設として中間貯蔵施設が整備されています。中間貯蔵施設については、「中間貯蔵・環境安全事業株式会社法」（平成15年法律第44号）において「中間貯蔵開始後30年以内に、福島県外で最終処分を完了するために必要な措置を講ずる」とこととされています。県外最終処分の実現に向けて、最終処分量を低減するため、除去土壌等の減容・再生利用に係る技術開発の検討が進められるとともに、南相馬市及び飯館村において除去土壌再生利用の実証事業が実施されています（図 1-11）。



図 1-11 飯館村における除去土壌再生利用実証事業の概要

（出典）第 18 回中間貯蔵施設環境安全委員会資料 1 環境省「中間貯蔵施設事業の状況について」（2020 年）、第 2 回原子力委員会資料第 1 号 環境省「東日本大震災からの被災地の復興・再生に向けた環境省の取組」（2021 年）等に基づき作成

二) 福島県以外の都県における除去土壌等及び指定廃棄物の処理

福島県以外では、2021年3月末時点で9都県²⁰において約2.7万tが指定廃棄物として指定を受けています。指定廃棄物が多量に発生し、保管がひっ迫している宮城県、栃木県及び千葉県では、国が当該県内に長期管理施設を設置する方針であり、また、茨城県及び群馬県では、8,000Bq/kg以下になったものを、指定解除の仕組み等を活用しながら段階的に既存の処分場等で処理する方針が決定されるなど、各県の実情に応じた取組が進められています。

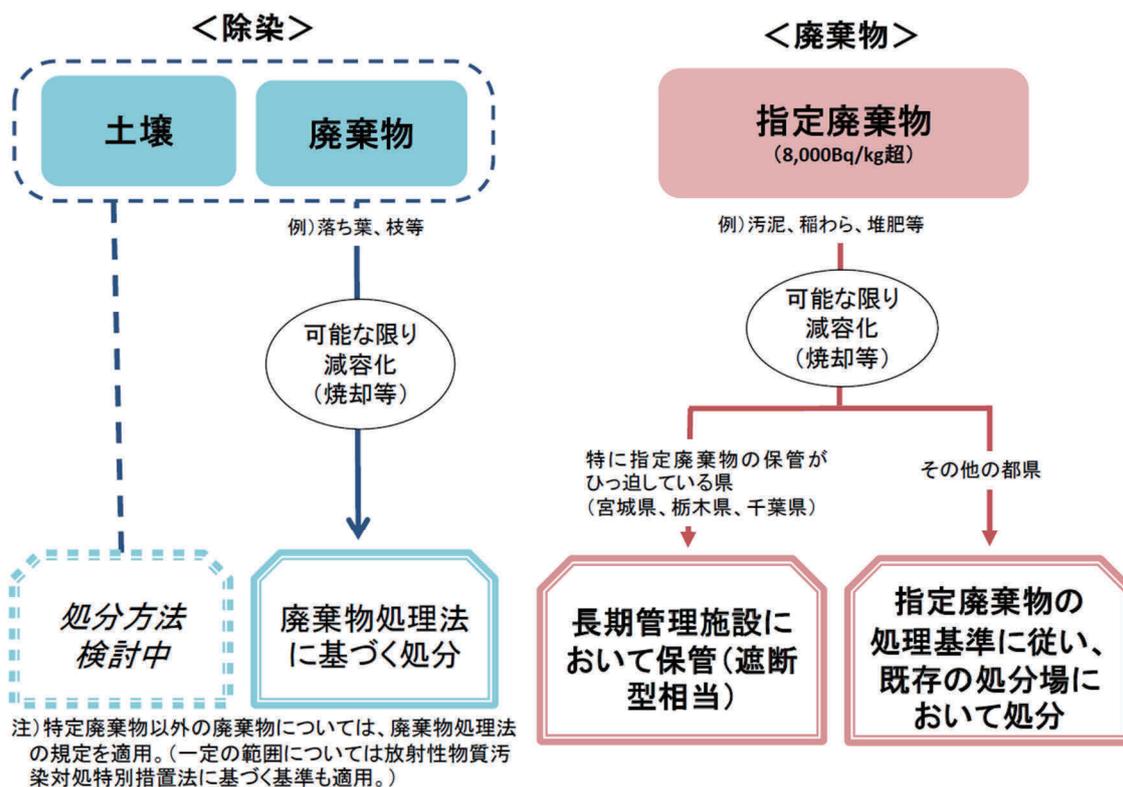


図 1-12 福島県以外の都県における除去土壌等及び指定廃棄物の処理フロー

(出典) 第2回原子力委員会資料第1号 環境省「東日本大震災からの被災地の復興・再生に向けた環境省の取組」(2021年)

²⁰ 岩手県、宮城県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県。

⑤ 被災地支援に関する取組と現状

1) 早期帰還に向けた支援の取組

避難指示区域からの避難対象者数は、2021年3月時点では約2.2万人²¹となっています。事故から10年が経過し、帰還困難区域を除く地域では避難指示が解除され、福島復興及び再生に向けた取組には着実な進展が見られる一方で、避難生活の長期化に伴って、健康、仕事、暮らし等の様々な面で引き続き課題に直面している住民の方々もいます。復興の動きを加速するため、早期帰還支援、新生活支援の対策、安全・安心対策の充実、帰還支援への福島再生加速化交付金の活用、帰還住民のコミュニティ形成の支援等の取組に、国と地元が一体となって注力しています。

帰還困難区域においては、2018年5月までに、双葉町、大熊町、浪江町、富岡町、飯舘村、葛尾村の特定復興再生拠点区域復興再生計画が認定されました。2021年3月には、インフラ整備や帰還準備等を加速するため、大熊町の特定復興再生拠点区域において立入規制の緩和区域が追加設定されました。双葉町、大熊町、葛尾村の特定復興再生拠点区域については2022年春頃、浪江町、富岡町、飯舘村の特定復興再生拠点区域については2023年春頃の避難指示解除に向けて、帰還環境の整備が推進されています²²。

2) 生活の再建や自立に向けた支援の取組

2015年8月に国、福島県、民間の構成により創設された「福島相双復興官民合同チーム」は、12市町村の被災事業者や農業者を個別に訪問し、専門家によるコンサルティングや国の支援策等を通じ、事業再開や自立を支援しています。また、分野横断・広域的な観点から、生活・事業環境整備のためのまちづくり専門家支援や、外部人材・資本の呼び込み等を進めています。さらに、地域経済に新たな波及効果をもたらすために、自治体による情報発信を支援し、域外からの人材の呼び込みと域内での創業支援にも取り組んでいます。

3) 新たな産業の創出・生活の開始に向けた広域的な復興の取組

2015年7月、「福島12市町村の将来像に関する有識者検討会」において、30年から40年後の姿を見据えた2020年の課題と解決の方向が提言として取りまとめられました。2020年を提言の中期的な目標年としていたことから、2021年3月に同有識者検討会の提言が見直され、持続可能な地域・生活の実現、広域的な視点に立った協力・連携、世界に貢献する新しい福島型の地域再生という基本的方向の下、創造的復興を成し遂げた姿が示されました。

これらの取組の一つにも挙げられている「福島イノベーション・コースト構想」は、東日本大震災及び原子力災害によって失われた浜通り地域等の産業を回復するため、当該地域

²¹ 市町村から聞き取った情報（2021年3月31日時点の住民登録数）を基に、内閣府原子力被災者生活支援チームが集計。

²² 避難指示解除の状況については、第1章1-1(2)②1「避難指示区域の状況」を参照。

の新たな産業基盤の構築を目指すものです。2018年4月に、福島県が策定した「重点推進計画」を内閣総理大臣が認定し、実施主体として「公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構²³」を位置付け、本構想の具体化を推進しています。

2019年12月には、構想の深掘りを軸に浜通り地域等の自立的・持続的な産業発展を実現するため、復興庁、経済産業省、福島県の三者が「福島イノベーション・コースト構想を基軸とした産業発展の青写真」を取りまとめました。これを受けて、2020年5月に重点推進計画の変更が内閣総理大臣により認定されました²⁴。この変更により、計画期間を5年間延長して2025年度末までとするとともに、重点分野として、既存の廃炉、ロボット・ドローン、エネルギー・環境・リサイクル、農林水産業の4分野に加えて、医療関連と航空宇宙が追加されています（図1-13）。



図 1-13 福島イノベーション・コースト構想における変更後の重点推進計画の概要

(出典) 第10回原子力委員会資料第1-2号 経済産業省「原子力委員会説明資料」(2021年)を一部改訂

さらに、2020年6月に公表された「福島浜通り地域の国際教育研究拠点に関する有識者会議」による最終取りまとめを受けて、同年12月に開催された復興推進会議において「国際教育研究拠点の整備について」が決定されました。国際教育研究拠点は、福島イノベーション・コースト構想を更に発展させていくため、「創造的復興の中核拠点」として、創造的復興に不可欠な研究及び人材育成を行い、その経験・成果等を世界に発信・共有するとともに、日本の産業競争力の強化や世界に共通する課題解決に資するイノベーションの創出を目指すとしています。2021年度には、基本構想が策定される予定です。

²³ 2019年1月1日に一般財団法人から公益財団法人へ移行。

²⁴ 2021年4月9日に、重点推進計画は避難解除等区域復興再生計画及び産業復興再生計画と統合され、「福島復興再生計画」として内閣総理大臣により認定。

4) 風評払拭・リスクコミュニケーションの強化

2017年12月、復興庁を中心とした関係府省庁において「風評払拭・リスクコミュニケーション強化戦略（以下「強化戦略」という。）」が取りまとめられました。強化戦略では、科学的根拠に基づかない風評や偏見・差別は、放射線に関する正しい知識や福島県における食品中の放射性物質に関する検査結果等が十分に周知されていないことなどに主たる原因があるとし、従来実施されてきた被災者とのリスクコミュニケーションに加え、国民一般を対象とした情報発信・リスクコミュニケーションにも重点を置くことが述べられています。

強化戦略に基づき、「知ってもらおう」、「食べてもらおう」、「来てもらおう」の観点から、政府一体となって国内外に向けた情報発信等に取り組んでいます。例えば、「知ってもらおう」取組として、メディアミックスによる情報発信や、学校における放射線副読本の活用の促進等を実施しています。また、「原子力災害による風評被害を含む影響への対策タスクフォース」において、強化戦略に基づく取組状況の継続的なフォローアップが行われています。

コラム ～メディアミックスによる効果的な情報発信の取組～

復興庁では、今なお続く風評の払拭に向け、福島の復興の現状や放射線に関する基本的な知識等を多くの人に知ってもらえるよう、テレビ、ラジオ、インターネット、マンガ等の多くの媒体を活用したメディアミックスにより情報発信を強化しています。コンテンツの作成に当たっては、インフルエンサーとの連携等、効果的に伝えるための工夫を行っています。また、国内外を問わず多くの人に対して発信するため、コンテンツの多言語化や、海外向けテレビ番組の放送も実施しています。

主な取組

(1) 専用WEBサイト

- 復興庁WEBサイト「タブレット先生の福島の今」を開設し、放射線について学べるWEB動画、放射線クイズ、各種レポート等、ビジュアルでわかりやすいコンテンツを充実。



(2) ラジオ番組

「Hand in Hand」

- TOKYO FMで福島の風評払拭に向けた番組を放送。大都市圏（札幌・仙台・大阪・愛知・広島・福岡）や福島でも放送。



(3) マンガ

- 福島の今や、放射線の正しい知識を伝えるマンガ3作品を公開。（うち2作品については、英・中（繁・簡）・韓）版も作成。）

(4) 海外に向けたTV番組の放送

- 台湾の人気報道アナウンサーが、福島在住の2人の外国人に密着取材。外国人の視点で福島の魅力や安全性を伝える。

(5) YouTube動画「おいしい福島」

- 福島県産農産物等の魅力と安全性について、分かりやすく、楽しく観られる動画をYouTubeで配信。



(6) 外国人向けポータルサイトの開設

- 外国人の不安・疑問を解消することを主目的とした外国人向けポータルサイト「Fukushima Updates」を2021年3月に開設。

メディアミックスによる情報発信の主な取組内容

（出典）第6回原子力委員会資料第2-2号 復興庁「風評被害対策の主な取組状況と今後の方向性」（2021年）を一部改変

5) 原子力損害賠償の取組

我が国においては、原子炉の運転等により原子力損害が生じた場合における損害賠償に関する基本的制度である「原子力損害の賠償に関する法律」(昭和36年法律第147号)が制定されています。同法に基づき、文部科学省に設置された「原子力損害賠償紛争審査会」は、被害者の迅速、公平かつ適正な救済のために、「東京電力株式会社福島第一、第二原子力発電所事故による原子力損害の範囲の判定等に関する中間指針」(以下「中間指針」という。)を策定し、賠償すべき損害として一定の類型化が可能な損害項目やその範囲等を示すとともに、中間指針に明記されていない損害についても、事故との相当因果関係があると認められたものは賠償の対象とするよう、柔軟な対応を東京電力に求めています。なお、中間指針は、これまでに第四次追補まで策定されています。

原子力損害賠償の迅速かつ適切な実施及び電気の安定供給等の確保を図るため、原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、原子力事業者からの負担金の収納、原子力事業者が損害賠償を実施する上での資金援助、損害賠償の円滑な実施を支援するための情報提供及び助言、廃炉の主な課題に関する具体的な戦略の策定、廃炉に関する研究開発の企画・進捗管理、廃炉等積立金制度に基づく廃炉の推進、廃炉の適性かつ着実な実施のための情報提供を実施しています。また、原子力損害賠償紛争解決センターにおいては、事故の被害を受けた方からの申立てにより、仲介委員が当事者双方から事情を聴き取り損害の調査・検討を行い、和解の仲介業務を実施しています(図1-14)。

東京電力は中間指針等を踏まえた損害賠償を実施しており、2021年3月末時点で、総額約10兆46億円の支払を行っています。

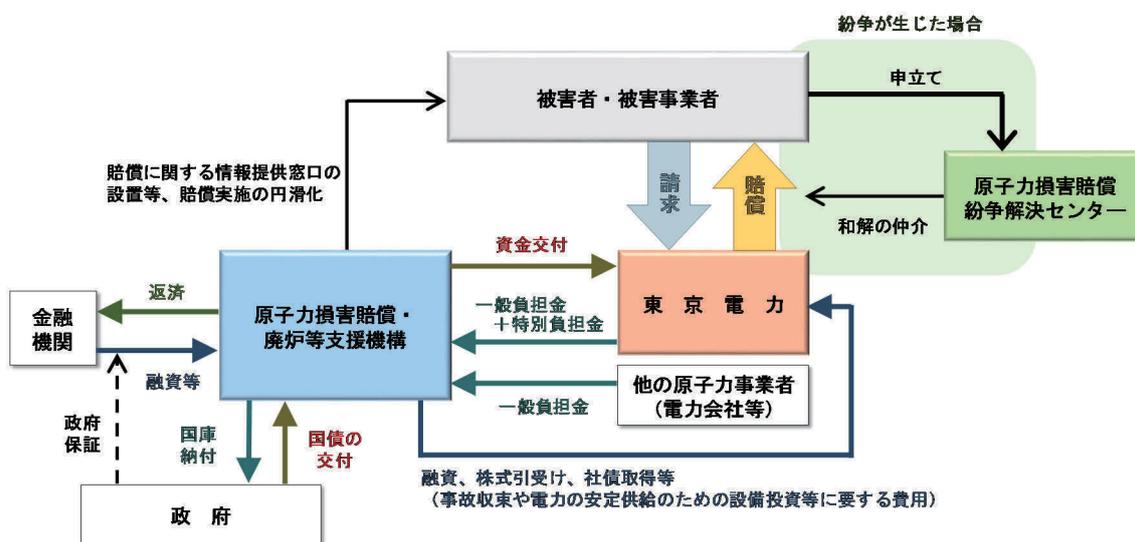


図 1-14 原子力損害賠償・廃炉等支援機構による賠償支援

(出典)経済産業省「平成26年度 エネルギー白書」(2015年)に基づき作成

1-2 福島事故の教訓を真摯に受け止めた不断の安全性向上

東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、国内外において原子力安全対策の強化が図られています。我が国では、原子力行政体制の見直しが行われ、新規規制基準や新たな検査制度の導入が進められてきています。また、従来の日本的組織や国民性の弱点を克服した安全文化醸成の取組や、事業者等による自主的な安全性向上の取組も行われています。

一方で、あらゆる科学技術はリスクとベネフィットの両面を有し、ゼロリスクは有り得ません。原子力についても同様です。常に事故は起きる可能性があるとの認識の下、国、事業者、研究機関を含む原子力関係機関は常に緊張感を持って、安全性向上へ向けた不断の努力を行っています。

(1) 原子力安全対策に関する基本的枠組み

① 国際的な動向

東電福島第一原発事故は国際社会に大きな影響を与えました。事故を受けて、国際機関や諸外国においては、原子力安全を強化するための取組が進められています。

IAEA では 2011 年 9 月に「原子力安全に関する IAEA 行動計画」が策定されており、IAEA 加盟国はこの行動計画に従って自国の原子力安全の枠組みを強化するための様々な取組を実施しています。また、IAEA において策定される原子力利用に係る安全基準文書（安全原則、安全要件、安全指針）は、ほとんどの安全要件が東電福島第一原発事故の教訓を踏まえて改訂されました。

OECD/NEA は、各国の規制機関が今後取り組むべき優先度の高い事項を示しています。特に、原子力の安全確保においては、人的・組織的要素や安全文化の醸成が重要であるとし、OECD/NEA 加盟国による継続的な安全性向上の取組を支援しています。

米国や欧州諸国においても、事故の教訓を踏まえ、より一層の安全性向上に向けた追加の安全対策の検討や導入を進めています。例えば米国では、事故直後に米国原子力規制委員会（NRC）に設置された短期タスクフォースの勧告に基づき、規制の見直しや電気事業者に対する安全性強化措置の要請を進めています。EU では、事故直後に域内の原子力発電所に対してストレステスト（耐性検査）を行うとともに、原子力安全に関する EU 指令が 2014 年 7 月に改定され、EU 全体での原子力安全規制に関する規則が強化されました。

② 国や事業者等の役割

1) 国の役割

IAEAの安全原則では、政府の役割について「独立した規制機関を含む安全のための効果的な法令上及び行政上の枠組みが定められ、維持されなければならない」とされています。

我が国では、東電福島第一原発事故の反省を踏まえて原子力行政体制が見直され、原子力規制委員会が発足しました。原子力規制委員会は、図 1-15 に示す 5 つの活動原則を掲げ、情報公開を徹底し、意思決定プロセスの透明性や中立性の確保を図っています。

また、原子力規制委員会は、「透明で開かれた組織」の活動原則に沿って、外部とのコミュニケーションにも取り組んでおり、規制活動の状況や改善等に関して原子力事業者や地元関係者等との意見交換²⁵を行っています。また、IAEA 及び OECD/NEA 等の国際機関や諸外国の原子力規制機関との連携・協力を通じ、我が国の知見、経験を国際社会と共有することに努めています。

使命

原子力に対する確かな規制を通じて、人と環境を守ることが原子力規制委員会の使命である。

活動原則

原子力規制委員会は、事務局である原子力規制庁とともに、その使命を果たすため、以下の原則に沿って、職務を遂行する。

(1) 独立した意思決定

何ものにもとられず、科学的・技術的な見地から、独立して意思決定を行う。

(2) 実効ある行動

形式主義を排し、現場を重視する姿勢を貫き、真に実効ある規制を追求する。

(3) 透明で開かれた組織

意思決定のプロセスを含め、規制にかかわる情報の開示を徹底する。また、国内外の多様な意見に耳を傾け、孤立と独善を戒める。

(4) 向上心と責任感

常に最新の知見に学び、自らを磨くことに努め、倫理観、使命感、誇りを持って職務を遂行する。

(5) 緊急時即応

いかなる事態にも、組織的かつ即座に対応する。また、そのための体制を平時から整える。

図 1-15 原子力規制委員会の組織理念

(出典)原子力規制委員会「原子力規制委員会 5 年間の主な取組」(2018 年)

2) 原子力事業者等の役割

IAEAの安全原則では、「安全のための一義的な責任は、放射線リスクを生じる施設と活動に責任を負う個人又は組織が負わなければならない」と規定し、安全確保の一義的な責任は原子力事業者等にあるとしています。

原子力事業者等は、後述の新規制基準で採用されている「深層防護²⁶」の考え方に基づき、安全確保のために複数の防護レベルで様々な措置を講じています。また、新規制基準に対応するだけでなく、最新の知見を踏まえつつ、安全性向上に資する措置を自ら講じる責務を有しています²⁷。

²⁵ 原子力事業者との意見交換は第 1 章 1-2(4)②「原子力エネルギー協議会 (ATENA) における取組」、地元関係者との意見交換は第 5 章 5-4(1)「国の取組」を参照。

²⁶ 目的達成に有効な複数の(多層の)対策を用意し、かつ、それぞれの層の対策を考えると、他の層での対策に期待しないという考え方。

²⁷ 第 1 章 1-2(4)「原子力事業者等による自主的安全性向上」を参照。

③ 原子力安全規制に関する法的枠組みと規制の実施

1) 新規規制基準の導入

「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。以下「原子炉等規制法」という。)は、2012年の改正により、その目的に国民の健康の保護や環境の保全等が追加されました。また、原子力安全規制の強化のため、既に許可を得た原子力施設に対しても最新の規制基準への適合を義務付ける「バックフィット制度」の導入や、運転可能期間を40年とし、認可を受けた場合は1回に限り最大20年延長できる「運転期間延長認可制度」の導入等が新たに規定されました。

この改正を受け、2013年7月に実用発電用原子炉施設の新規制基準が、同年12月に核燃料施設等の新規規制基準が、それぞれ施行されました。新規規制基準では、地震や津波等の自然災害や火災等への対策を強化するとともに、万一重大事故やテロリズムが発生した場合に対処するための規定が新設されました(図1-16)。テロリズムによって原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて設置が義務付けられた特定重大事故等対処施設²⁸については、2019年10月の審査基準改正により、テロリズム以外による重大事故等発生時にも対処できるように体制を整備することが求められるようになりました。

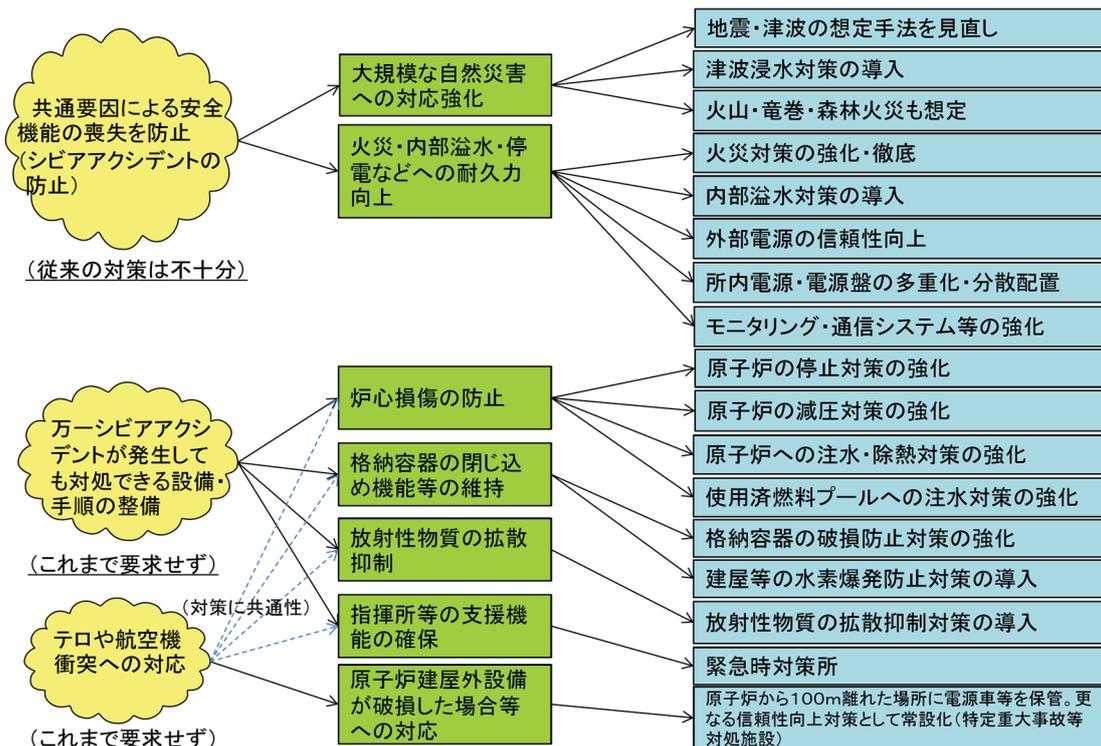


図 1-16 新規規制基準の基本的な考え方と主な要求事項

(出典)原子力規制委員会「実用発電用原子炉に係る新規規制基準について－概要－」(2013年)

²⁸ 第1章1-3(1)「過酷事故対策」を参照。

2) 新たな検査制度「原子力規制検査」の導入

原子力規制委員会は、2016年から検査制度の見直しに関する検討を進め、2018年から2020年にかけての試運用を経て、2020年4月から新たな検査制度である原子力規制検査の運用を開始しました。従来の検査制度では、事業者が安全確保に一義的責任を負うことが不明確であること、事業者全ての安全活動に目が行き届いていないこと、安全上重要なものに焦点を当てにくい体系となっていること、事業者の視点に影響された検査になる可能性が高いこと等が問題点として挙げられていました。これらの課題を踏まえた見直しにより、原子力規制検査は、「いつでも」「どこでも」「何にでも」原子力規制委員会のチェックが行き届く検査の実施により、安全確保の視点から事業者の取組状況を評定することを通じて、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という特徴を有しており、リスク情報の活用等を取り入れた体系となっています。

原子力規制検査では、原子力規制庁による検査、事業者自らが設けた安全実績指標の報告、安全重要度の評価、規制対応措置、総合的な評定が行われます(図 1-17)。安全重要度の評価では、事業者の安全活動の劣化状態を評価し、重要度に応じて複数段階に色分けして結果を提示します。原子炉ごとの総合的な評定では、5段階の対応区分への分類が行われ、監視程度の設定により原子力規制検査等に反映されます。

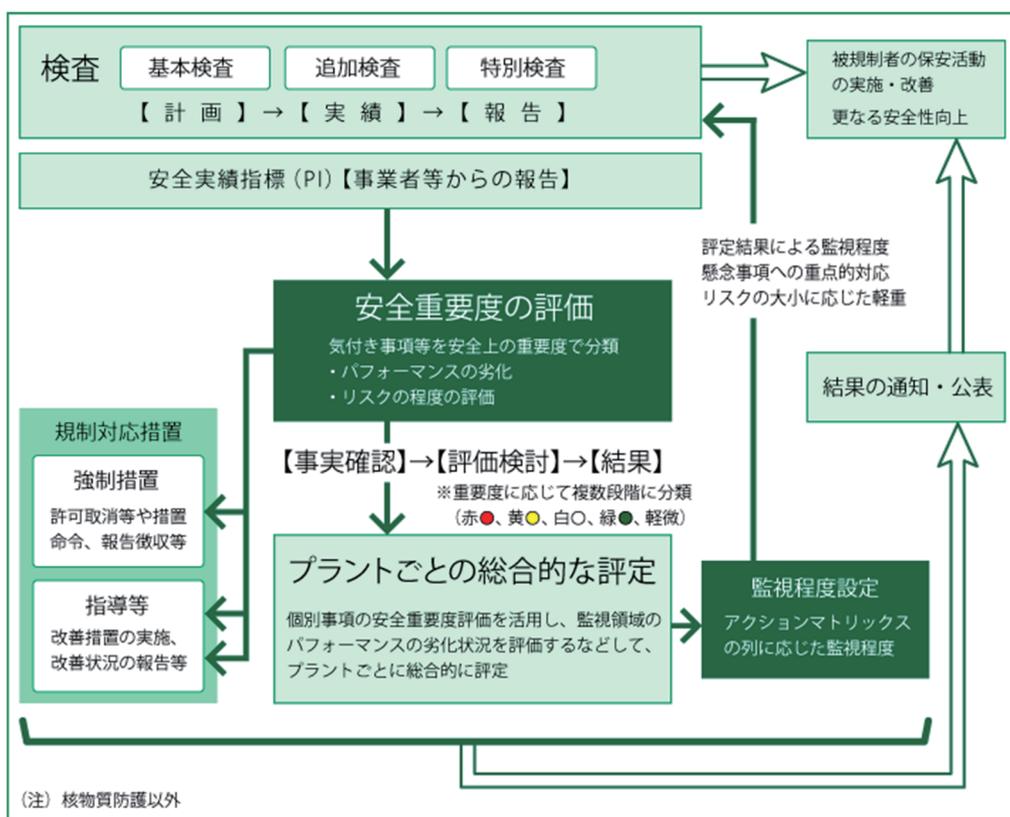


図 1-17 原子力規制検査の概略フロー

(出典)原子力規制委員会「原子力規制検査の概要」

3) 原子炉等規制法等に基づく規制の実施

1) 実用発電用原子炉施設における新規制基準への適合

実用発電用原子炉施設については、原子力規制委員会が、原子炉等規制法に基づき、設計・建設段階、運転段階の各段階の規制を行っています。設計・建設段階では、原子炉設置（変更）許可、設計及び工事の計画の認可、保安規定（変更）認可の審査等を行います。運転段階では、定期的な原子力規制検査等を通じて、事業者の安全活動におけるパフォーマンスを監視します。新規制基準への適合性審査の結果、2021年3月末時点で16基が設置変更許可を受けており、そのうち9基が再稼働しています²⁹。

また、発電用原子炉設置者は、原子炉等規制法に基づき、定期的に施設の安全性の向上のための評価（以下「安全性向上評価」という。）を行い、その結果を原子力規制委員会に届け出ることが義務付けられています。2020年度には、関西電力株式会社高浜発電所4号機及び大飯発電所4号機、九州電力株式会社玄海原子力発電所4号機並びに川内原子力発電所1号機及び2号機の安全性向上評価が届け出されました。

さらに、新規制基準においてテロ対策として設置することが求められている特定重大事故等対処施設³⁰については、2020年11月に九州電力株式会社川内原子力発電所1号機が、同年12月に関西電力株式会社高浜発電所3号機及び九州電力株式会社川内原子力発電所2号機が、2021年3月に関西電力株式会社高浜発電所4号機が、それぞれ運用を開始しました。

2) 核燃料施設等における新規制基準への適合

原子炉等規制法に基づき、製錬施設、加工施設、試験研究用等原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設、廃棄物埋設施設、廃棄物管理施設、使用施設等に対する規制が行われています。これらの施設は、取り扱う核燃料物質の形態や施設の構造が多種多様であることから、それぞれの特徴を踏まえた基準を策定する方針が採られています。これらの施設についても新規制基準への適合性審査が進められています。

2020年度の審査では、原子力機構の高温工学試験研究炉（HTTR³¹）、日本原燃株式会社（以下「日本原燃」という。）における再処理の事業、廃棄物管理の事業、核燃料物質の加工の事業（MOX³²燃料加工施設）、リサイクル燃料貯蔵株式会社³³のリサイクル燃料備蓄センター（むつ中間貯蔵施設）における使用済燃料の貯蔵の事業について、変更が許可されました。

²⁹ 第2章2-1(2)「我が国の原子力発電の状況」を参照。

³⁰ 第1章1-3(1)「過酷事故対策」を参照

³¹ High Temperature Engineering Test Reactor

³² Mixed Oxide

³³ 東京電力と日本原子力発電株式会社により設立。

ハ) 原子力規制検査の実施

2020年度に行われた原子力規制検査では、検査対象となった実用発電用原子炉及び核燃料施設等のうち、東京電力柏崎刈羽原子力発電所を除く施設については、事業者の自発的な改善が見込める状態である「第1区分」（表1-6）と評価されました。

東京電力柏崎刈羽原子力発電所に関しては、東京電力社員が他人のIDカードを使用して防護区域にある中央制御室まで入域した事案について、重要度「白」（表1-5）と評価されました。また、核物質防護設備の機能の一部が喪失し、実効性のある代替措置を講じていなかったことから、2020年3月以降複数箇所において不正な侵入を検知できない可能性がある状態となっていた事案については、重要度「赤」（表1-5）と評価されました。これらの個別事案の重要度評価の結果を踏まえ、原子力規制委員会は2021年3月に、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の原子力規制検査に係る対応区分を「第4区分」（表1-6）に変更し、約2,000人・時間を目安として追加検査を行うことを決定しました。さらに、同年4月14日、原子力規制委員会は東京電力に対し、対応区分が「第1区分」となるまで柏崎刈羽原子力発電所における特定核燃料物質の移動を禁止する是正措置命令を発出しました。

表 1-5 実用発電用原子炉施設の個別事案に対する重要度の分類

重要度	安全実績指標の活動実績に応じた分類
緑 ●	機能又は性能への影響があるが限定的かつ極めて小さなものであり、事業者の改善措置活動により改善が見込める水準
白 ○	機能又は性能への影響があり、安全裕度の低下は小さいものの、規制関与の下で改善を図るべき水準
黄 ●	機能又は性能への影響があり、安全裕度の低下が大きい水準
赤 ●	機能又は性能への影響が大きい水準

(出典)原子力規制庁「原子力規制検査等実施要領」(2019年)に基づき作成

表 1-6 実用発電用原子炉施設及び核燃料施設等の対応区分の分類

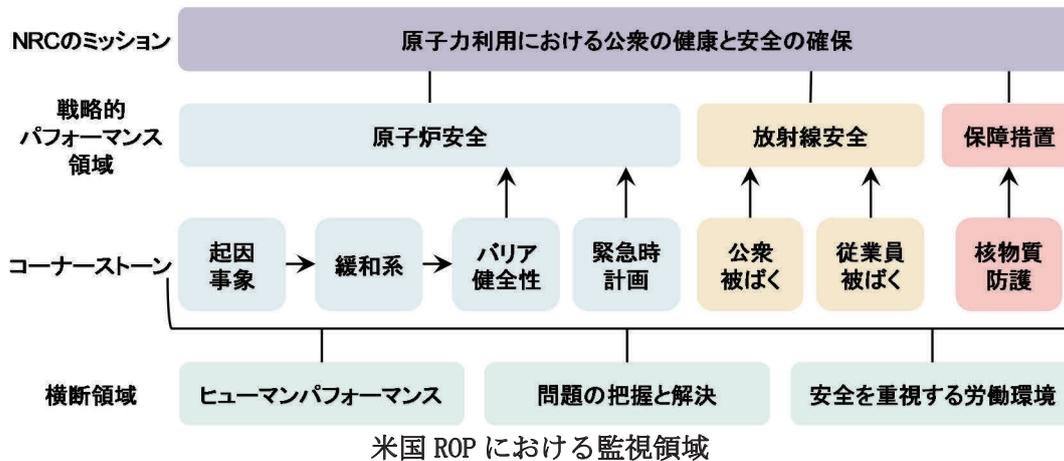
対応区分	施設の状態
第1区分	各監視領域における活動目的は満足しており、事業者の自発的な改善が見込める状態
第2区分	各監視領域における活動目的は満足しているが、事業者が行う安全活動に軽微な劣化がある状態
第3区分	各監視領域における活動目的は満足しているが、事業者が行う安全活動に中程度の劣化がある状態
第4区分	各監視領域における活動目的は満足しているが、事業者が行う安全活動に長期間にわたる又は重大な劣化がある状態
第5区分	監視領域における活動目的を満足していないため、プラントの運転が許容されない状態

(出典)原子力規制庁「原子力規制検査等実施要領」(2019年)に基づき作成

コラム ～原子力規制検査の参考となった取組：米国の検査制度～

原子力規制検査の運用開始に向けた検査制度の見直しは、米国の原子力規制委員会（NRC）による検査制度「原子炉監視プロセス（ROP）」を参考にして進められました。

ROP は、確率論的リスク評価（PRA）等により得られる定量的なリスク情報を活用し、規制の客観性及び透明性を確保した上で、安全上の重要性が高い問題に予算や人手を集中させることで、より効果的かつ効率的に安全性向上を図ることを目指した制度です。ROP では、原子力発電所に期待するパフォーマンスを明確化するため、7つの監視領域（コーナーストーン）と3つの横断領域を設定しています。評価結果は4段階（安全上の重要度の高い順に、赤・黄・白・緑）に区分され、評価結果に応じた追加検査や規制措置が原子力事業者に対して講じられます。



（出典）NRC「ROP Framework」に基づき作成

米国の ROP 以前の検査制度³⁴は、スリー・マイル・アイランド原子力発電所事故の反省を踏まえて 1980 年に導入されましたが、規制の実効性や公平性等について批判が相次いだことを受け、NRC が検査制度の見直しを始めました。見直しの過程では、当初の NRC 内部での検討が行き詰まりを見せたことから、産業界や公衆を交えたオープンなコミュニケーションが行われ、業界団体である原子力エネルギー協会（NEI³⁵）による NRC への提案を大きな契機として産官民での議論が進められました。ROP は、2000 年 4 月の運用開始後も、制度の実効性を継続的に高めるために定期的な検証による改善が続けられており、21 年が経過した今なお運用されています。

³⁴ Systematic Assessment of Licensee Performance (SALP)

³⁵ Nuclear Energy Institute

(2) 原子力安全対策に関する継続的な取組

① 原子力安全規制の継続的な改善

原子力規制委員会は、国内外における最新の技術的知見や動向を考慮し、規制の継続的な改善に取り組んでいます。2021年1月には、IAEAの総合規制評価サービス（IRRS）による指摘事項に対応するため、核燃料物質の運搬に係る関係規則等の改正が行われました。

また、原子力施設の安全性を向上するための取組を一層円滑かつ効果的なものとするため、2020年7月から「継続的な安全性向上に関する検討チーム」が開催されました。原子力に関する規制の在り方、事業者の姿勢と規制機関との関係、信頼の確保、インセンティブ構造、規制手法の選択、リスク情報・費用便益分析の活用についての議論が重ねられており、検討結果は2021年に取りまとめられる予定です。

さらに、原子力規制検査の運用に関して確認された課題や検査の実施状況等を踏まえた改善策等を検討するため、2020年8月から「検査制度に関する意見交換会合」が実施されています（図 1-18）。2020年度は5回開催され、ガイド類の見直しや確率論的リスク評価（PRA）モデルの適切性等について、外部有識者や事業者等を交えた幅広い意見交換が行われました。

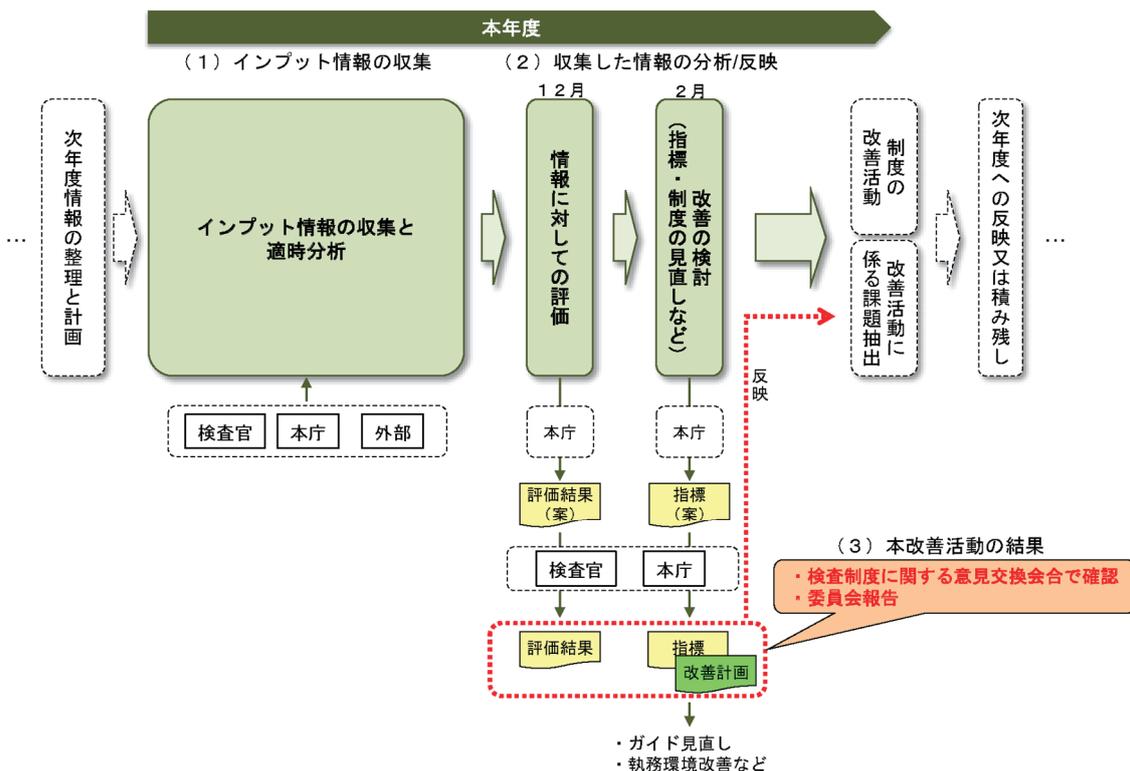


図 1-18 原子力規制検査の継続的改善のイメージ

(出典) 第2回検査制度に関する意見交換会合資料1 原子力規制庁「原子力規制検査の継続的な制度改善について」(2020年)

② 原子力安全研究

原子力規制委員会では、「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」（2016年7月原子力規制委員会決定、2019年5月改正）に基づき、「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」を原則として毎年度策定し、安全研究を実施しています。2020年6月に策定した同実施方針では、横断的原子力安全、原子炉施設、核燃料サイクル・廃棄物、原子力災害対策・放射線規制等、技術基盤の構築・維持の5つのカテゴリについて、今後推進すべき安全研究の分野を選定し、2021年度以降の安全研究プロジェクトの概要を示しています（表1-7）。また、国際的な認識の共有や限られた試験施設を活用した試験データの取得及び最新知見の取得の観点から、IAEAやOECD/NEA等の国際機関、米国の原子力規制委員会（NRC）やフランスの放射線防護原子力安全研究所（IRSN³⁶）等の諸外国の規制関係機関との連携を積極的に推進し、安全研究の国際動向や我が国の課題との共通性等を踏まえた上で、共同研究に積極的に参加しています。

表 1-7 「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」
（令和3年度以降の安全研究に向けて）において示された分野

カテゴリ	分野	カテゴリ	分野
横断的 原子力安全	外部事象（地震、津波、火山等）	核燃料サイクル ・廃棄物	核燃料サイクル施設
	火災防護		放射性廃棄物埋設施設
	人的組織的要因		廃止措置・クリアランス
原子炉施設	リスク評価	原子力災害対策 ・放射線規制等	原子力災害対策
	シビアアクシデント（軽水炉）		放射線規制・管理
	熱流動・核特性		保障措置・核物質防護
	核燃料	技術基盤の 構築・維持	—
	材料・構造		—
特定原子力施設			

（出典）原子力規制委員会『「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」について』（2020年）に基づき作成

経済産業省では、「軽水炉安全技術・人材ロードマップ」（2015年6月自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ決定、2017年3月改訂）において優先度が高いとされた課題の解決等に向けて、「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」を推進しています。

文部科学省では、「原子力システム研究開発事業」において、原子力分野の基盤技術開発の一つとしてプラント安全分野（核特性解析、核データ評価、熱水力解析、構造・機械解析、プラント安全解析等）を挙げ、計算科学技術を活用した知識統合・技術統合を進めています。

³⁶ Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

原子力機構や国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）では、原子力規制委員会等と連携し、それぞれの専門領域に応じた安全研究を実施しています。具体的には、原子力機構は原子炉施設、核燃料サイクル施設、廃棄物処理・処分、原子力防災等の分野における先導的・先進的な研究等を、量研は長期間を要する低線量の被ばく等による放射線の人への影響評価を含め、放射線安全・防護及び被ばく医療等に係る分野の研究をそれぞれ推進しています。

一般財団法人電力中央研究所の原子力リスク研究センター（NRRC）は、原子力事業者等の安全性向上に向けた取組を支援するため、確率論的リスク評価（PRA）手法やリスクマネジメント手法に関する研究を実施しています。また、地震、津波、竜巻、火山噴火等の外部事象に対する原子力施設の脆弱性（地震動の強さに対する機器、建物・構築物等の損傷確率）評価手法の開発も進めています（図 1-19）。2020年7月には研究ロードマップが更新され、リスク研究開発の取組方針が示されました。

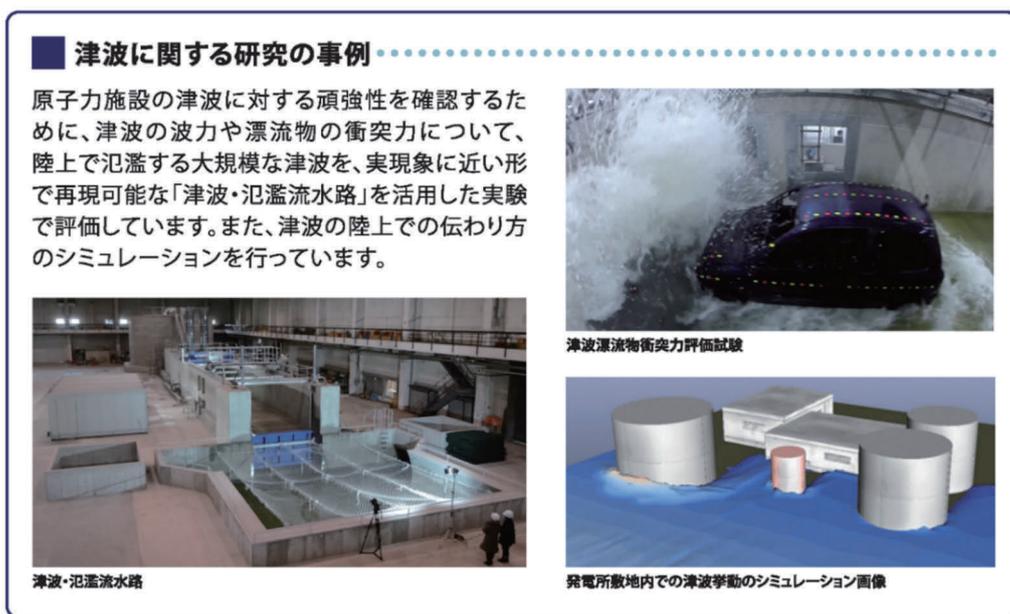


図 1-19 電力中央研究所による津波に関する研究の事例

（出典）一般財団法人電力中央研究所「原子力リスク研究センターパンフレット」（2017年）

なお、過酷事故に関する各機関の安全研究については、第1章 1-3(2)「過酷事故に関する原子力安全研究」にまとめています。

(3) 安全神話からの脱却と安全文化の醸成

① 国民性を踏まえた安全文化の確立

IAEA では、安全文化を「全てに優先して原子力施設等の安全と防護の問題が取り扱われ、その重要性に相応しい注意が確実に払われるようになっている組織、個人の備えるべき特性及び態度が組み合わさったもの」としています。

2016年にOECD/NEAが取りまとめた規制機関の安全文化に関する報告書においても、安全文化に国民性が影響を及ぼすという指摘があるように、国民性は価値観や社会構造に組み込まれており、個人の仕事の仕方や組織の活動にも影響を及ぼすと考えられます。我が国においては、特有の思い込み（マインドセット）やグループシンク（集団思考や集団浅慮）、同調圧力、現状維持志向が強いことが課題の一つとして考えられます。

国や原子力関係事業者等の原子力関連機関の関係者は、国民や地方公共団体等のステークホルダーの声に耳を傾け、従来の日本的組織や国民性の良いところは生かしつつ、一方で上記のような弱点を克服した安全文化を確立していくことが不可欠です。

② 原子力規制委員会における取組

原子力規制委員会は、IAEA 総合規制評価サービス（IRRS）による指摘等を踏まえながら、マネジメントシステムの継続的改善と安全文化の育成・維持に取り組んでいます。2020年4月には、事業者による安全文化や原因分析に係る取組に関して原子力規制委員会が審査及び検査を行う際に用いるガイド³⁷が施行されました。

また、2020年1月に行われたIRRS フォローアップミッションの結果等を踏まえ、原子力規制委員会は、2020年7月に「マネジメントシステム及び原子力安全文化に関する行動計画」を策定しました。同計画では、マネジメントシステムの継続的改善について、全ての業務のプロセスとしての整理や、全ての主要プロセスのマニュアル作成等を段階的に進める計画が示されています。また、原子力規制委員会の原子力安全文化の育成・維持に関しては、「認知のハードル」は越えられているが「理解のハードル」以降を越えられていないとの分析（図 1-20）等を踏まえ、原子力安全文化に係るPDCAサイクルの実践や、原子力安全文化の「理解」及び自己の役割の「認識」の深化等に段階的に取り組むとしています。

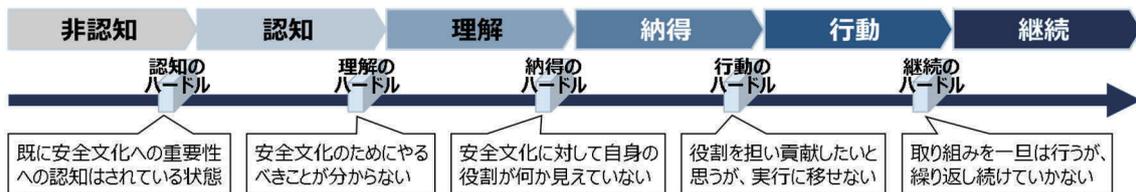


図 1-20 原子力規制委員会の安全文化を育成・維持させるためのプロセスと乗り越えるべきハードル

(出典)第16回原子力規制委員会資料1 原子力規制委員会「マネジメントシステム及び原子力安全文化に関する行動計画(案)」(2020年)に基づき作成

³⁷ 「健全な安全文化の育成と維持に係るガイド」及び「原因分析に関するガイド」

③ 原子力事業者等における取組

原子力発電所においては、原子炉等規制法と「原子力安全のためのマネジメントシステム規程³⁸⁾」に基づき、安全文化醸成の活動が行われています。同規程は、原子力規制検査の運用開始等を踏まえて改定の検討が進められており、2020年12月から2021年1月にかけて、安全文化及び安全のためのリーダーシップについて「技術的、人的及び組織的要因の相互作用」を適切に考慮することを明確化した改定案に対する意見募集が行われました。

また、2012年に設置された自主規制組織である一般社団法人原子力安全推進協会³⁹⁾(JANSI)は、安全文化に関して、IAEAで示された考え方等を参考にJANSIとしての7原則を掲げ(表1-8)、それぞれの原則に対して主な要素とその内容を整理し(表1-9)、具体的な対応のための基礎としています。「⑥リスクの認識」については、確率論的リスク評価(PRA)技術の研究開発やリスクコミュニケーション手法の開発・適用等を推進している一般財団法人電力中央研究所の原子力リスク研究センター(NRRC)と緊密に協力しながら、取組を進めています⁴⁰⁾。さらに、JANSIでは、原子力安全及びモラルの向上を図るため、会員組織の経営者、管理者等の各層を対象に、安全文化推進セミナー等の活動を行っています。

表 1-8 IAEA と JANSI の安全文化の比較

IAEA の 5 つの特徴	JANSI の安全文化の 7 原則
① 安全は明確に認識された価値であること	① 安全最優先の価値観
② 安全のためのリーダーシップが明確であること	② トップのリーダーシップ
④ 安全が全ての活動に組み込まれていること	③ 安全確保の仕組み
③ 安全のアカウントビリティが明確であること	④ 円滑なコミュニケーション
⑤ 安全は学習によって向上すること	⑤ 問いかけ・学ぶ姿勢
—	⑥ リスクの認識
—	⑦ 活気ある職場環境

(出典)一般社団法人原子力安全推進協会「JANSIの活動と安全文化」(2014年)に基づき作成

表 1-9 JANSI の安全文化 7 原則の主な要素とその内容 (抜粋)

安全文化 7 原則	主な要素	内容
① 安全最優先の価値観 安全最優先の価値観が組織及び個人に認識されていること	組織統制	安全最優先の方針の現場の個人まで周知
	リソース管理	リソース(業務と要員、安全対策費用)の配置、提供
	設計思想と安全機能	原子力プラントの設計思想と安全機能の理解、運転裕度と深層防護への特別な注意
⑥ リスクの認識 組織及びそれを構成する個人は、業務や設備の潜在的なリスクを認識すること	トラブル・事故の未然防止	トラブル・事故の未然防止の仕組み
	安全確保行動(リスク認識)	潜在的リスク意識、危険予知能力、行動へ反映
	重大事象への備え	外部事象に対する予防措置、過酷事故に関するマニュアルや訓練等への反映

(出典)一般社団法人原子力安全推進協会「JANSIの活動と安全文化」(2014年)に基づき作成

³⁸⁾ 一般社団法人日本電気協会原子力規格委員会が制定した民間規格。規格番号は JEAC4111-2013。

³⁹⁾ 第1章1-2(4)①「原子力安全推進協会(JANSI)における取組」を参照。

⁴⁰⁾ 第1章1-2(4)③「リスク情報の活用」を参照。

(4) 原子力事業者等による自主的安全性向上

① 原子力安全推進協会（JANSI）における取組

原子力事業者等を含む産業界は、2012年に、自主規制組織である一般社団法人原子力安全推進協会（JANSI）を設立しました。JANSIは、事業者の安全性向上の活動を評価するとともに、提言や支援を行うことにより事業者の安全性及び信頼性を高める活動を牽引する役割を担っています。

JANSIは「日本の原子力業界における世界最高水準の安全性（エクセレンス）の追求」をミッションに掲げ、エクセレンスの設定、事業者に対する評価及び支援のサイクルを回しています（図 1-21）。評価や支援の過程における提言や勧告の策定に当たっては、外部専門家や海外機関によるピアレビューを受けることで、客観性を担保しています。また、JANSIは、「最高経営責任者（CEO⁴¹）の関与」、「原子力安全に重点」、「産業界からの支援」、「責任」、「独立性」の5つを原則としています。JANSIと事業者は、原子力産業界における自主規制の目指す姿の実現に向けて、「共同体」として取り組むとしています（図 1-22）。

また、JANSIは、活動成果を報告するとともに、活動をより実効性のあるものとするため、国内外の有識者等と意見交換を行う年次会合を開催しています。2021年3月にオンラインで開催された「JANSI Annual Conference 2021」では、東電福島第一原発事故から10年の節目を迎え、事業者及びJANSI等のこれまでの活動を総括するとともに、将来の10年を見据えた活動を展望するため、「自主的継続的安全性向上活動の定着と発展」をテーマとしたパネルディスカッション等を行いました。

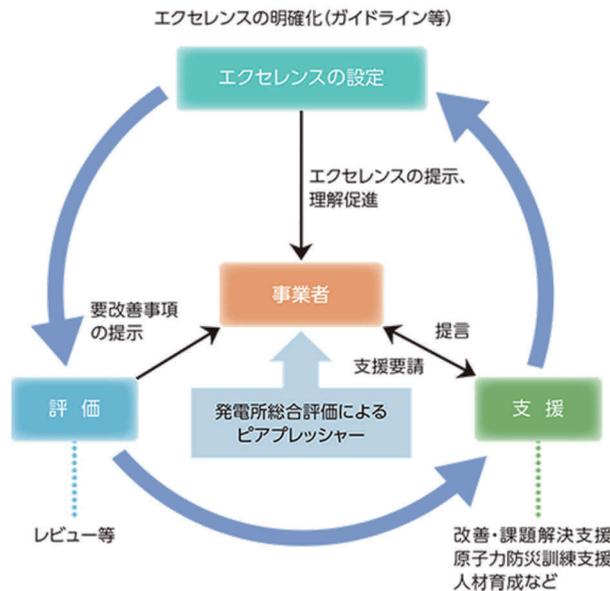


図 1-21 JANSI の活動サイクル

(出典)一般社団法人原子力安全推進協会「JANSIについて」

⁴¹ Chief Executive Officer



図 1-22 原子力産業界における自主規制の目指す姿 ～JANSI と事業者の役割と責任～
(出典)一般社団法人原子力安全推進協会パンフレット(2020年)

コラム ～JANSI のモデルとなった取組：米国の原子力発電運転協会（INPO）～

JANSI は、米国の原子力発電運転協会（INPO⁴²）をモデルとしています。INPO は、スリー・マイル・アイランド原子力発電所事故に関する調査委員会（通称「ケメニー委員会」）による提言を受け、産業界の自主的安全性向上を牽引する組織として 1979 年に設立されました。

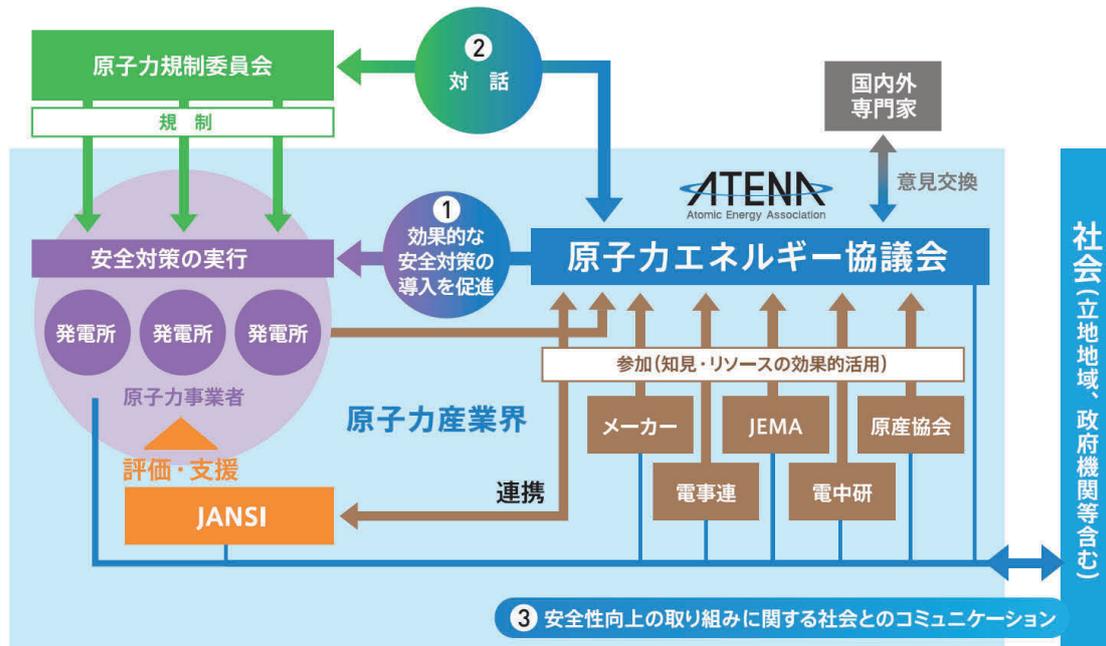
INPO は、最高レベルの安全と信頼性を追求することをミッションとし、施設に対するピアレビューや改善支援等に取り組んでいます。ピアレビューの結果は事業者の CEO に通知され、CEO の責任で対応することになります。また、安全性に関する原子力発電所の運営・運転・管理・保守等の情報は CEO 間で共有され、意見交換が行われます。これらの情報は原子力発電事業者の知的財産であり、自主的安全性向上を目的としているため会員外には公開されず、これにより会員間の率直な共有が促されています。なお、INPO には米国外の原子力事業者も参画しており、我が国では JANSI が会員となっています。

2005 年から 2012 年まで INPO の会長兼 CEO を務めたエリス氏は、原子力のような高度な技術を駆使する産業における自律的な規制を支えるものとして、「トップ自らの関与」、「原子力安全へのフォーカス」、「原子力産業界からの支援」、「プラントの評価結果の公開」、「独立性」の 5 点を挙げています。

⁴² Institute of Nuclear Power Operations

② 原子力エネルギー協議会（ATENA）における取組

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）が設立されました（図 1-23）。



（電事連＝電気事業連合会、JEMA＝日本電機工業会、電中研＝電力中央研究所、原産協会＝日本原子力産業界協会）

図 1-23 原子力エネルギー協議会（ATENA）の役割

（出典）原子力エネルギー協議会パンフレット

ATENAは、原子力発電所の安全性を更に高い水準へ引き上げることをミッションとしており、原子力の安全に関する共通的な技術課題として、新知見・新技術の積極活用、外的事象への備え、自主的安全性向上の取組を促進する仕組みの3点を自ら特定し、課題解決に取り組んでいます（図 1-24）。さらに、JANSIを含む原子力産業界全体で連携し、国内外の最新の知見や規制当局による検討会等の状況等を踏まえた上で、共通的な技術課題に対して優先的に取り組むテーマを特定しています。特定されたテーマリストについては、ATENAの取組姿勢である「自ら一步先んじて」「改善余地がないか常に問い直す」に従い、再評価及び更新が毎年行われています。2020年度には、19件のテーマについて取組を進め、6本のガイドラインと1本の技術レポートが公開されました。



図 1-24 原子力産業界として取り組むべき共通的な技術課題の抽出

(出典)原子力エネルギー協議会「2020年度事業の概要」(2020年)

ATENAは、規制当局と安全性向上という共通の目的の下、対話を行っています。原子力規制委員会が開催する「主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会（CNO⁴³会議）」では、原子力発電の課題や事業者等の取組等について議論が行われており、2020年7月の第11回CNO会議ではATENAの取組等について意見交換が行われました。また、2019年12月の第10回CNO会議での議論を受けて、原子力規制委員会で「経年劣化管理に係るATENAとの実務レベルの技術的意見交換会」が開催されました。2020年3月から7月にかけて行われた計6回の技術的意見交換会では、プラント長期停止期間中における保全、設計の経年化管理、製造中止品の管理等について意見交換が行われ、その結果が原子力規制委員会に報告されました。

また、ATENAは、原子力産業界の関係者が取り組むべき今後の課題を共有する機会として、毎年フォーラムを開催しています。2021年2月にオンラインで開催された「ATENAフォーラム2021」では、「安全性向上に向けた諸機関の活動～現状と課題～」をテーマとしたパネルディスカッションにおいて、規制当局の期待と現状を踏まえたATENAが本来果たすべき役割、産業界との連携、社会からの信頼について議論が行われました。

⁴³ Chief Nuclear Officer

③ リスク情報の活用

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ありませんでした。原子力事業者等は事故の教訓を踏まえ、このような災害のリスクを見逃さず安全性を更に向上させるため、確率論的リスク評価（PRA）手法を活用した安全対策の検討に取り組んでいます（図 1-25）。PRA は、原子力発電所等の施設で起こり得る事故のシナリオを網羅的に抽出し、その発生頻度と影響の大きさを定量的に評価することで、原子力発電所の脆弱箇所を見つけ出すための手法です。PRA 手法及びリスクマネジメント手法に係る研究開発の中核は一般財団法人電力中央研究所の原子力リスク研究センター（NRRC）が担っており、原子力事業者等は NRRC との連携を通じて PRA の高度化に取り組んでいます。

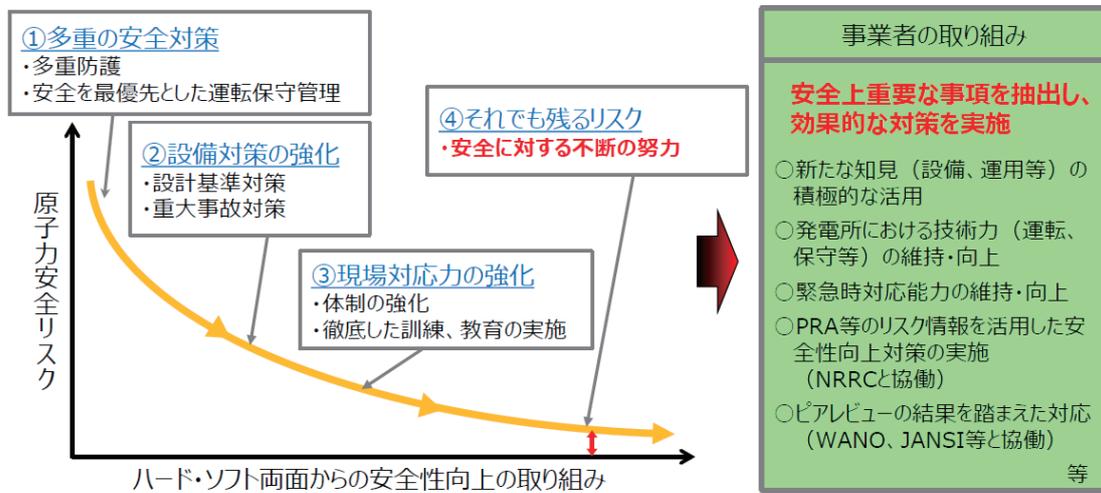


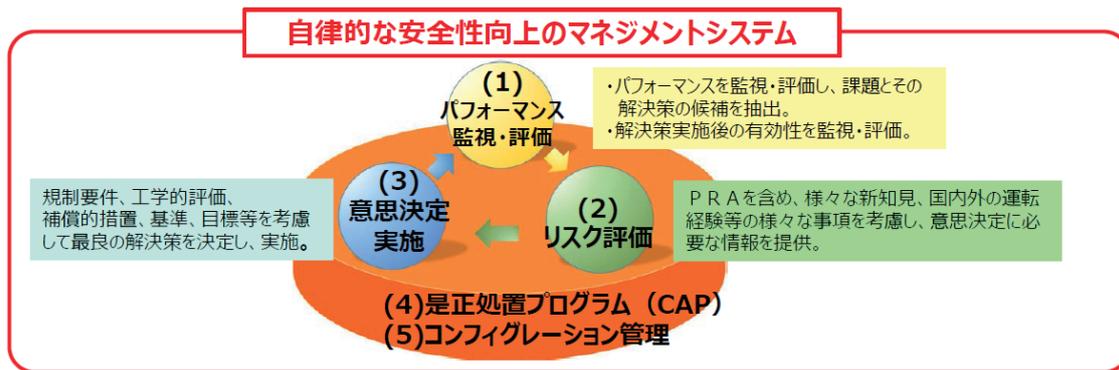
図 1-25 原子力事業者等によるリスク低減の取組

（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）

また、原子力発電事業者は、発電所の取組を適切に評価し、より効果的にリスクを低減し安全性を向上させる仕組みとして、PRA 等から得られるリスク情報を活用した意思決定（RIDM⁴⁴）を発電所のリスクマネジメントに導入することを目指しています。原子力発電事業者は、RIDM の導入に向けて、2020 年 3 月末又はプラント再稼働までの期間をフェーズ 1 と位置付け、RIDM による自律的な安全性向上のマネジメントの仕組みの整備を進めてきました（図 1-26）。具体的には、パフォーマンス監視・評価、リスク評価、意思決定・実施、是正処置プログラム（CAP⁴⁵）、コンフィグレーション管理の各機能について、指標の設定やガイドラインの策定が行われました。

⁴⁴ Risk-Informed Decision-Making

⁴⁵ Corrective Action Program



(注 1) CAP:事業者における問題を発見して解決する取組。問題の安全上の重要性の評価、対応の優先順位付け、解決するまで管理していくプロセスを含む。

(注 2) コンフィグレーション管理:設計要件、施設の物理構成、施設構成情報の3要素の一貫性を維持するための取組。

図 1-26 リスク情報を活用した意思決定 (RIDM) によるリスクマネジメントの概念図

(出典) 第5回原子力委員会資料 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)

このようなフェーズ1での取組状況を踏まえ、原子力発電事業者は、フェーズ2(2020年4月又はプラント再稼働以降)において継続、拡張、発展させていくべき取組をまとめ、2020年6月に「リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン及びアクションプラン」を改訂しました。フェーズ2では、フェーズ1で整備したリスクマネジメントを実践し、2020年4月に導入された原子力規制検査⁴⁶において有効性を示しながら、その改善及び適用範囲の拡大に取り組むとしており、原子力規制検査の制度定着を図るため、産業界の連携が緊密に行われています(図1-27)。

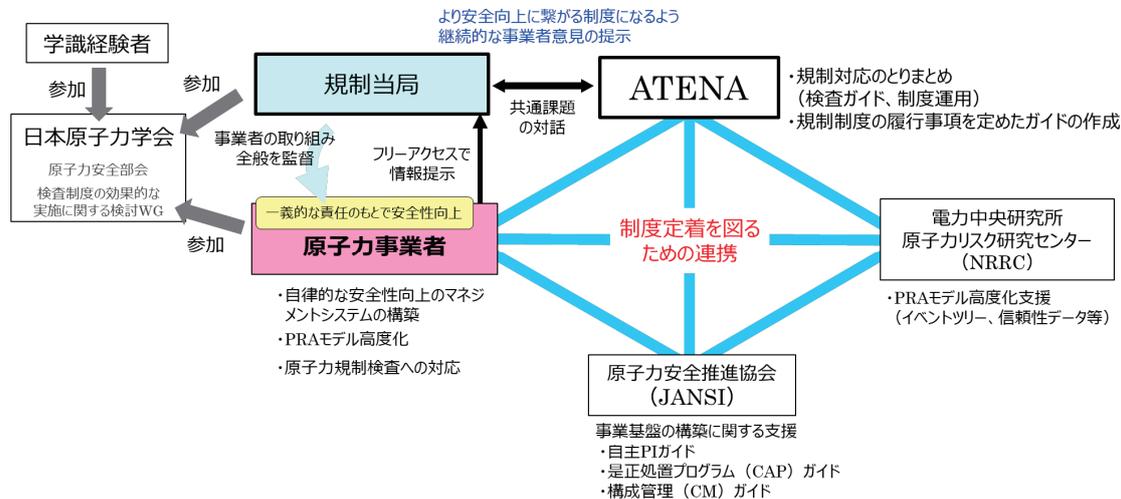


図 1-27 原子力規制検査への産業界の対応

(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)

⁴⁶ リスク情報の活用や安全実績指標 (PI) の反映等を導入。第1章1-2(1)③2)「新たな検査制度『原子力検査制度』の導入」を参照。

1-3 過酷事故の発生防止とその影響低減に関する取組

国民の安全を確保する上で、多量の放射性物質が環境中に放出される事態を招くおそれのある過酷事故の発生を防止すること及び万が一発生してしまった場合の影響を低減することは非常に重要です。現在、原子力事業者等は、新規制基準を踏まえた過酷事故対策を講じるとともに、国や研究開発機関を含む原子力関係機関は、過酷事故に対する理解を深め、更なる安全対策に生かすための研究開発を進めています。

(1) 過酷事故対策

東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、原子力事業者等は、新規制基準への適合性を含め、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を新たに講じています（図 1-28）。

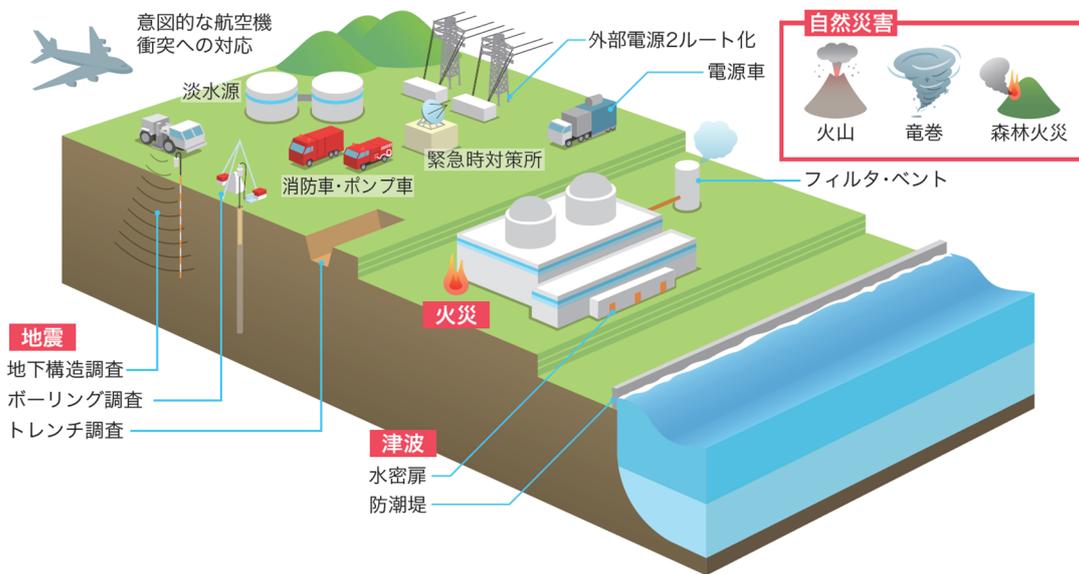


図 1-28 新規制基準で求められる主な安全対策

(出典)電気事業連合会「原子力コンセンサス」(2021年)

津波への対策としては、発電所敷地内への津波の浸入を防ぐための防波壁や防潮堤を設置するとともに、それらを超える高さの津波によって敷地内が浸水した場合でも建物内の重要な機器やエリアの浸水を防止するための防水壁や水密扉を設置しています（図 1-29 左・中央）。

また、大規模な地震による送電鉄塔の倒壊や津波による発電所内非常用電源の浸水を想定し、敷地内の高台に配備された発電機車や電源車から発電所に電源を供給する等、電源設備の多重化・多様化も行っています（図 1-29 右）。さらに、全ての電源が失われた場合でも原子炉や使用済燃料プールを冷却し続けるための多様な注水設備や手段を確保しており、非常時には発電所の外から予備タンクや貯水池、海水を水源としたポンプ車による発電所内への注水を行うことができます。

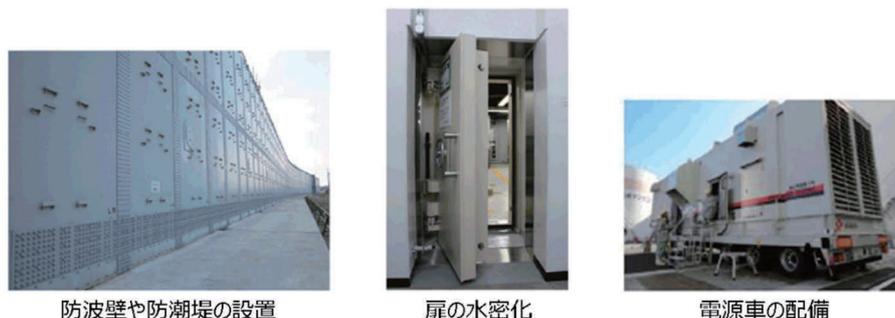


図 1-29 津波や地震への対策

(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

炉心を冷却し続けることができず、燃料が損傷に至った場合を想定した対策も講じられています(図 1-30)。格納容器や原子炉建屋内での水素爆発を防止するための対策として、水素と酸素を結合させて水蒸気にする静的触媒式水素再結合装置や、短時間のうちに多量に発生した水素を計画的に燃焼し除去する電気式水素燃焼装置を設置しています。また、格納容器内の気体を排出し圧力を下げることで格納容器の過圧による破損を防止するフィルタベント設備を設置しています。気体に含まれる放射性物質はフィルタで除去されるため、周辺環境の土壌汚染は大幅に抑制されます。さらに、原子炉建屋や格納容器が破損した場合でも、屋外に配備した放水設備から破損箇所に向けて大量の水を放出することで放射性物質の大气への拡散を抑制します。

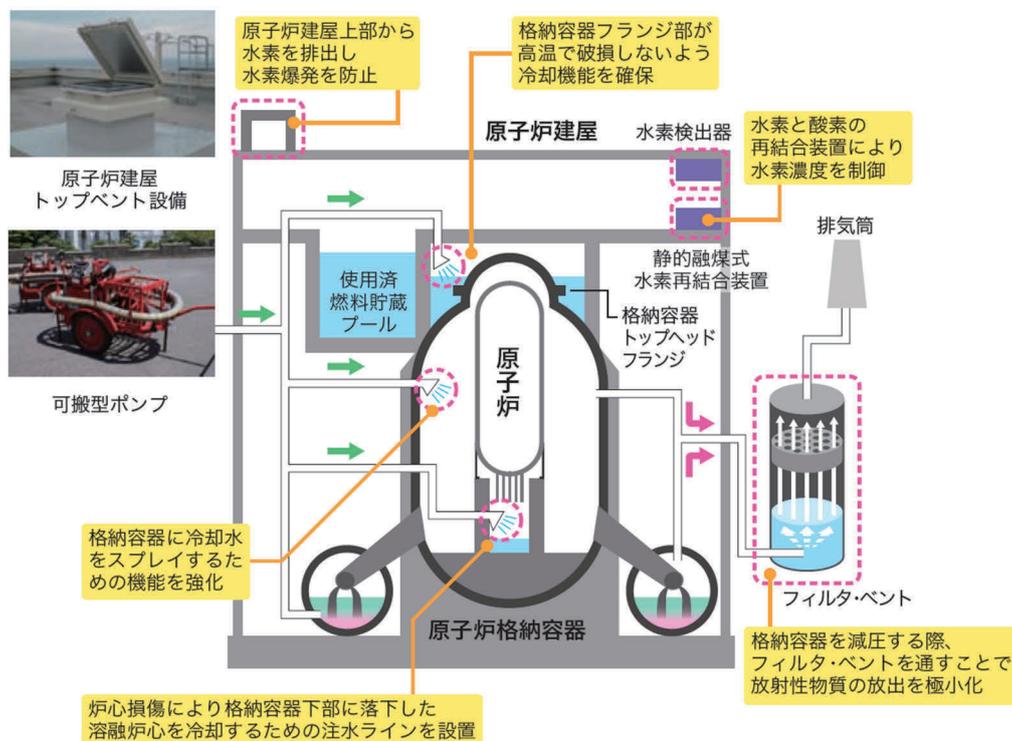


図 1-30 過酷事故への対策例(放射性物質の環境への放出・拡散の抑制)

(出典)電気事業連合会「原子力コンセンサス」(2021年)

意図的な航空機の衝突等のテロリズムによって原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、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ます(図 1-31)。同施設は、テロ行為によって炉心が損傷した場合でも放射性物質の異常な放出を抑制するため、原子炉建屋とは離れた場所に設置され、炉心や格納容器内への注水設備、電源設備、通信連絡設備を格納するものです。また、これらの設備を制御するための緊急時制御室も備えています。

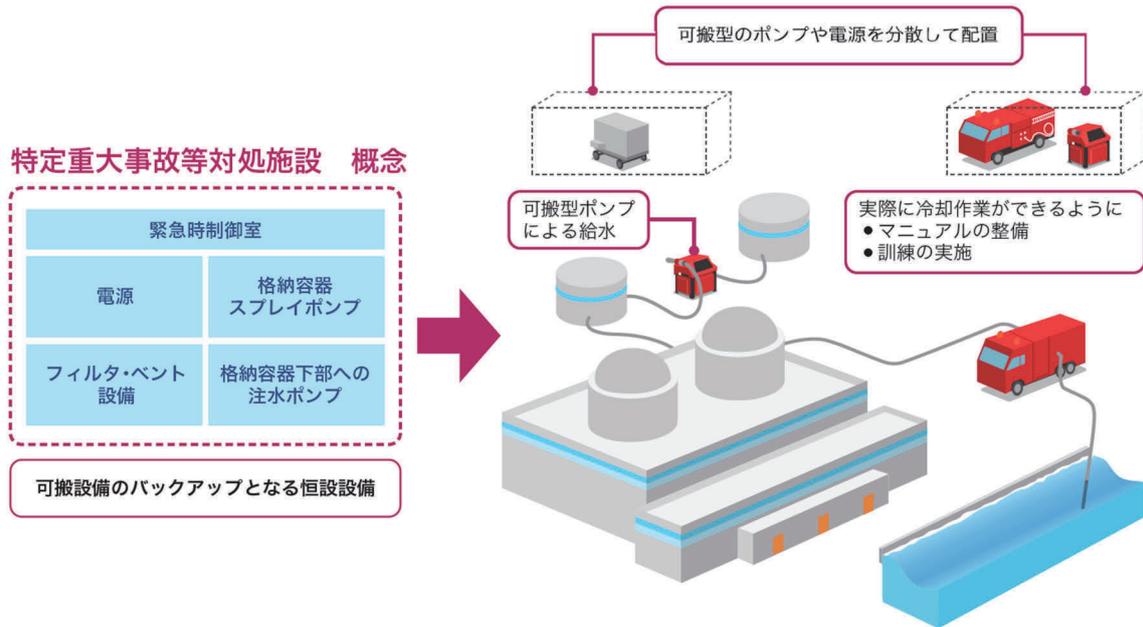


図 1-31 テロリズムへの対策

(出典) 電気事業連合会「原子力コンセンサス」(2021年)

(2) 過酷事故に関する原子力安全研究

① 原子力規制委員会における過酷事故に関する安全研究

原子力規制委員会は、過酷事故研究を通じて、新規制基準に基づき原子力事業者等が策定した過酷事故対策の妥当性を審査する際に必要となる技術的知見や評価手法を整備し、関連する規格基準類に反映しています。

過酷事故時に発生する物理化学現象の中には、予測や評価に大きな不確実性を伴う現象が存在します。原子力規制委員会は、これらの重要な現象を解明し、最新の知見を拡充するための研究に取り組んでいます。特に、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熔融炉心がコンクリートを侵食する反応、熔融炉心の冷却性(図1-32)等について、関係機関と協力し、国内外の施設を用いた実験を行っています。実験で得られた知見は、過酷事故時の安全性を評価するための解析コードの開発や精度向上、確率論的リスク評価(PRA)手法の高度化に活用しています。また、OECD/NEAが行うARC-F等の国際共同プロジェクトに参加し、国内外の専門家から最新の情報を収集しています。なお、原子力機構は、原子力規制委員会によるこれらの実験や研究の一部を実施しており、科学的・合理的な規制の構築に貢献しています。

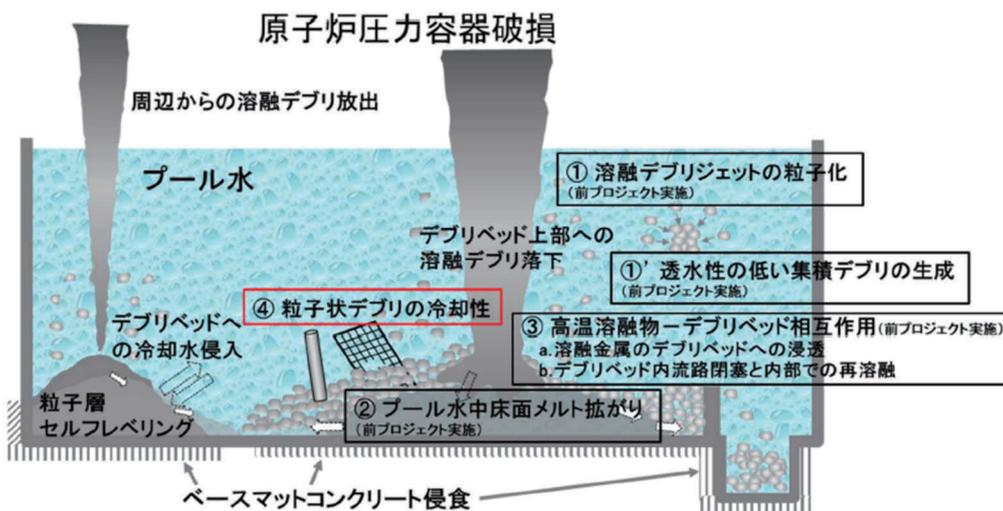


図 1-32 格納容器内の熔融炉心の冷却性に関する主な現象

(出典)原子力規制委員会「令和2年度安全研究計画」(2020年)

② 経済産業省における過酷事故に関する安全研究

経済産業省は、「軽水炉安全技術・人材ロードマップ」の中で優先度が高いとされた課題の解決に向けた技術開発を支援しています。過酷事故が発生した場合でも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い新型燃料部材の開発等に取り組んでいます。また、原子力発電所の包括的なリスク評価手法の高度化のため、地震や津波を対象とした確率論的リスク評価(PRA)手法の高度化にも取り組んでいます。

③ 文部科学省における過酷事故に関する安全研究

文部科学省は、原子力機構が所有する研究施設を活用し、過酷事故を回避するために必要となる安全評価用データの取得や安全評価手法の整備に取り組んでいます。原子炉安全性研究炉（NSRR⁴⁷）では、試験燃料棒が破損する様子を観察することで、燃料破損メカニズムを解明し、過酷事故への進展防止等の検討に必要な知見を取得しています。

④ 原子力機構における過酷事故に関する安全研究

原子力機構では、安全研究センター、廃炉環境国際共同研究センター（CLADS⁴⁸）が過酷事故研究に取り組んでいます。

安全研究センターは、多様な施設を活用した実験（図 1-33）を通じて、原子力規制委員会への技術的支援や長期的視点から先導的・先進的な安全研究を実施しており、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について重点的に取り組んでいます。また、安全研究センターと OECD/NEA との共催により、原子力発電所の過酷事故マネジメント向上のための測定手法及び測定装置の高度化に関するワークショップ（SAMMI-2020）が、2020年12月にオンラインで開催されました。



図 1-33 原子力機構の研究を支える主な施設

(出典) 第5回原子力委員会資料第1号 原子力機構「安全研究センターの研究活動について」(2019年)

⁴⁷ Nuclear Safety Research Reactor

⁴⁸ Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science

CLADS は、東電福島第一原発の廃炉に向けた研究の一環として、事故進展解析による炉内状況の把握、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に取り組んでいます。これらの成果の一部は、現行の過酷事故用解析コードの高度化や事故対策の高度化等、将来の安全研究に役立てることとなっています。

⑤ 電力中央研究所における過酷事故に関する安全研究

一般財団法人電力中央研究所の原子力リスク研究センター (NRRC) は、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に関する技術開発に取り組んでいます。

(3) 過酷事故プラットフォーム

「過酷事故プラットフォーム⁴⁹⁾」では、原子力機構を中心とした関係各機関の協力の下で、過酷事故の推移や個別現象、その影響と対策を俯瞰的に理解すること、また、これらを体系的に学習する研修資料とすることを目的とし、SA⁵⁰⁾アーカイブズ (軽水炉過酷事故技術資料) の整備が進められています (図 1-34)。プレ講習会や実習会を経て 2019 年に完成した SA アーカイブズ及び講義資料の初版について、活用方法の検討を行うとともに、公開に向けた手続を進めています。



図 1-34 SA アーカイブズ (軽水炉過酷事故技術資料) の内容

(出典) 第 32 回原子力委員会資料第 2 号 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)

⁴⁹⁾ プラットフォームについては、第 8 章 8-1(3)「原子力関係組織の連携による知識基盤の構築」を参照。

⁵⁰⁾ Severe Accident

1-4 原子力災害対策に関する取組

万一原子力災害が発生した場合には、原子力施設周辺住民や環境等に対する放射線影響を最小限に留めるとともに、被害に対し応急対策を的確かつ迅速に実施することが不可欠です。そのため、東電福島第一原発事故の教訓を踏まえて、原子力災害対策に関する枠組み及び原子力防災体制が見直されました。これにより、緊急時の体制や機能が強化されるとともに、平時から、防災計画の策定や訓練を始めとした適切な緊急時対応のための準備が図られています。

(1) 原子力災害対策及び原子力防災の枠組み

東電福島第一原発事故後、各事故調査報告書の提言等を基に、我が国の原子力災害対策に関する枠組みが抜本的に見直されました。緊急時の対応は原災法に基づく原子力災害対策本部が、平時の対応は「原子力基本法」(昭和30年法律第186号)に基づく原子力防災会議が、それぞれ総合調整を担う体制となっています(図1-35)。

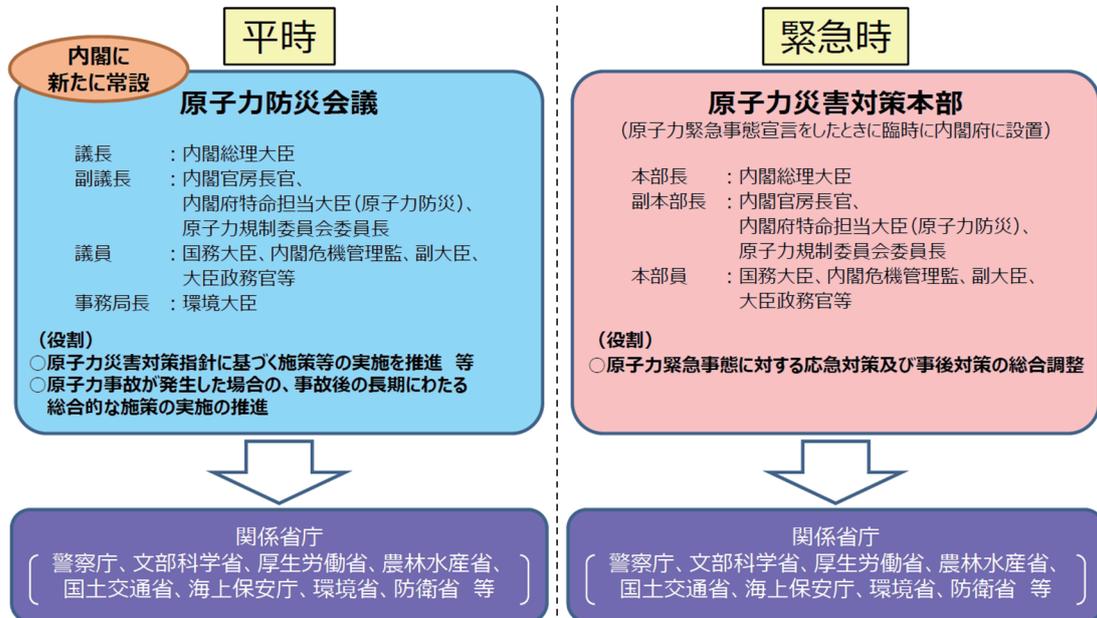


図 1-35 平時及び緊急時における原子力防災体制

(出典)原子力規制庁パンフレット(2020年)

(2) 緊急時の原子力災害対策の充実に向けた取組

① 「原子力災害対策指針」に基づく取組

原子力災害対策を円滑に実施するため、各種事故調査報告書の提言やIAEA安全基準を踏まえ、2012年10月に原子力規制委員会が「原子力災害対策指針」を策定しました。同指針に基づき、原子力災害対策重点区域⁵¹等が設定されています。

⁵¹ 住民等に対する被ばくの防護措置を短期間で効率的に行うために、重点的に対策が講じられる区域。

また、同指針は、新たに得られた知見や防災訓練の結果等を踏まえ、継続的な改定が行われています。2020年10月には、特定重大事故等対処施設の運用開始を見据えた緊急時活動レベルの見直しに係る改定が行われました。

② 緊急時の放射線モニタリングの充実

緊急時には、原子力災害対策指針に基づき、国の指揮の下で、地方公共団体、原子力事業者及び関係機関が連携して緊急時モニタリングを実施します。また、避難や一時移転等の防護措置の実施を判断する基準（運用上の介入レベル）が導入されており、国及び地方公共団体は、緊急時モニタリングの実測値をこの基準に照らして、必要な措置を行うこととされています。さらに、原子力規制庁は、原子力災害対策指針の補足資料を公表するなど、緊急時モニタリングの体制の整備及び充実・強化を図っています。

③ 原子力事業者等による緊急時対応の強化

原子力災害対策指針では、原子力事業者が原子力災害対策について大きな責務を有すると明記されています。原子力事業者は、原子力発電所における事故を収束させるために必要な設備等を発電所敷地内に配備するとともに、自治体との協働等を通じて敷地外からの支援を行うための組織・体制も構築しています（図 1-36）。

また、日本原子力発電株式会社と原子力機構は、2021年3月に「原子力災害時における相互協力に関する基本協定」を締結しました。茨城県内の原子力施設において原子力災害が発生した場合の、地域住民避難への支援の即応性や柔軟性を高めることを目的として、国や関係自治体と連携しながら具体的な協力内容の協議を進めるとしています。



図 1-36 原子力事業者による防災対策の強化

(出典)第23回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料1 資源エネルギー庁「2030年エネルギーミックス実現のための対策～原子力・火力・化石燃料・熱～」(2017年)を一部改訂

(3) 原子力防災の充実に向けた平時からの取組

① 地域防災計画・避難計画に関する取組

防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づき、原子力災害対策重点区域を設定する都道府県及び市町村は、情報提供や防護措置の準備を含めた必要な対応策を地域防災計画（原子力災害対策編）にあらかじめ定めておく必要があります。

地域原子力防災協議会では、関係地方公共団体の地域防災計画・避難計画の具体化・充実化を支援するとともに、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具体的かつ合理的なものであることを確認しています（図 1-37）。また、内閣府は、協議会における確認結果を原子力防災会議に報告し、了承を求めています。2021年3月末までに、川内地域、伊方地域、高浜地域、泊地域、玄海地域、大飯地域、女川地域及び美浜地域の計8地域の緊急時対応について、原子力防災会議でそれらの確認結果が了承されています。さらに、緊急時対応の確認を行った地域については、PDCAサイクルに基づき、原子力防災対策の更なる充実、強化を図っています。2021年3月末までに、伊方地域では3回、高浜地域及び泊地域では2回、川内地域、玄海地域、女川地域及び大飯地域ではそれぞれ1回、緊急時対応が改定されています。

新型コロナウイルス感染症の拡大を受け、内閣府は2020年6月、各地域における当面の対応や避難計画等の見直しにおける参考として「新型コロナウイルス感染拡大を踏まえた感染症の流行下での原子力災害時における防護措置の基本的な考え方について」を公表しました。また、同年11月には、更に具体的な運用方法を示したガイドラインを公表し、地域の実情に合わせた検討を求めています。

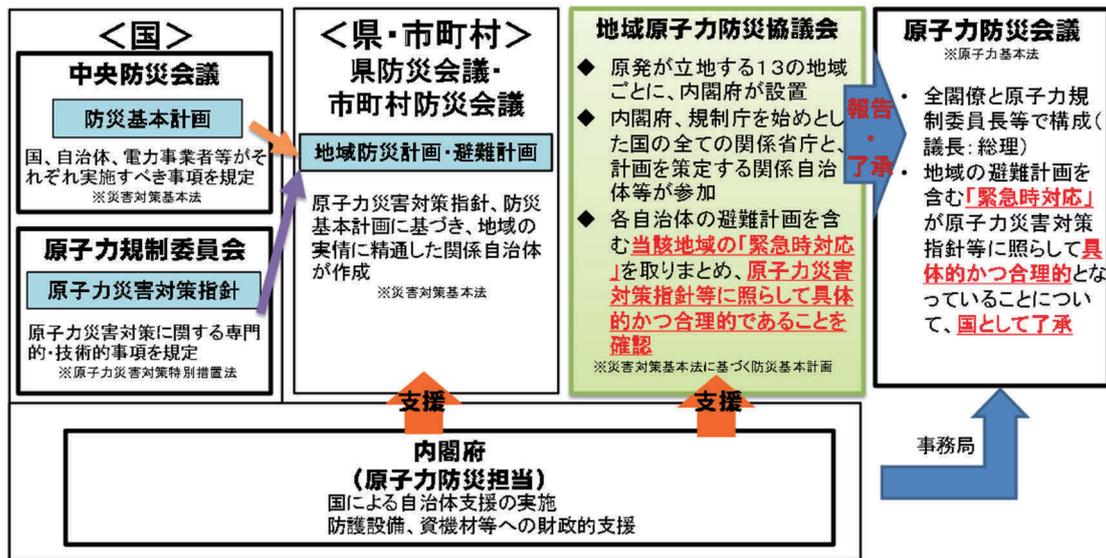


図 1-37 地域防災計画・避難計画の策定と支援体制

(出典)内閣府「地域防災計画・避難計画の策定と支援」

② 原子力総合防災訓練の実施

原子力災害発生時の対応体制を検証すること等を目的として、原災法に基づき、原子力緊急事態を想定して、国、地方公共団体、原子力事業者等が合同で原子力総合防災訓練を毎年度実施しています。

2021年2月上旬に実施を予定していた「令和2年度原子力総合防災訓練」については、新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が発出されるなど、当時の首都圏の感染状況等を踏まえ、2020年度内の実施を見送りました。

③ 平時の環境放射線モニタリングに関する取組

「大気汚染防止法」（昭和43年法律第97号）及び「水質汚濁防止法」（昭和45年法律第138号）に基づき、環境省において放射性物質による大気汚染・水質汚濁の状況を常時監視し、「放射性物質の常時監視⁵²」にて公開しています。また、環境放射能水準調査等の各種調査が関係省庁、独立行政法人、地方公共団体等の関係機関によって実施されており、それらにより得られた結果は、原子力規制委員会の「放射線モニタリング情報⁵³」のポータルサイトや「日本の環境放射能と放射線⁵⁴」のウェブサイト等に公開されています。

1) 原子力施設周辺等の環境モニタリング

原子力規制委員会は、原子力施設の周辺地域等における放射線の影響や全国の放射能水準を調査するため、全国47都道府県における環境放射能水準調査、原子力発電所等周辺海域（全16海域）における海水等の放射能分析、原子力発電施設等の立地・隣接道府県（24道府県）が実施する放射能調査及び環境放射能水準調査として各都道府県が設置し実施しているモニタリングポストの空間線量率の測定結果を取りまとめ、原子力規制委員会の放射線モニタリング情報のポータルサイトで公表しています。

また、環境省は、2001年1月から、環境放射線等モニタリング調査として、離島等（全国10か所）において、空間線量率及び大気浮遊じんの全 α 、全 β 放射能濃度の連続自動モニタリング並びに測定所周辺で採取した環境試料（大気浮遊じん、土壌、陸水等）の放射性核種分析を実施しています。これらの調査で得られたデータは、環境省のウェブサイト（環境放射線等モニタリングデータ公開システム⁵⁵）で公開されています。

⁵² <http://www.env.go.jp/air/rmcm/index.html>

⁵³ <https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/>

⁵⁴ <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/>

⁵⁵ <https://housyasen.env.go.jp/>

2) 国外における原子力関係事象の発生に伴うモニタリングの強化

「国外における原子力関係事象発生時の対応要領」（2005年放射能対策連絡会議決定）では、国外で発生する原子力関係事象についてモニタリングの強化等の必要な対応を図ることとしています。原子力規制庁は、国外において原子力関係事象が発生した場合に空間放射線量率の状況をきめ細かく把握できるよう、モニタリングポストの整備等を行っています。

3) 原子力艦の寄港に伴う放射能調査

米国原子力艦の寄港に伴う放射能調査は、海上保安庁、水産庁、関係地方公共団体等の協力を得て、原子力規制委員会が実施しています。2020年4月から2021年3月末までに横須賀港（神奈川県）、佐世保港（長崎県）、金武中城港（沖縄県）において実施された調査結果では、放射能による周辺環境への影響はありませんでした。

4) モニタリング技術の改良

緊急時及び平常時のモニタリングを適切に実施するためには、継続的にモニタリングの技術基盤の整備、実施方法の見直し、技能の維持を図ることが重要です。そのため、原子力規制委員会は、環境放射線モニタリング技術検討チームを開催して、モニタリングに係る技術検討を進めています。2020年9月には同チーム等における技術的な検討結果を踏まえ、「放射能測定法シリーズ No.7 ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー」が改訂されました。

④ 原子力事業者による防災の取組強化

原災法第3条には、原子力災害の拡大の防止及び復旧に対する原子力事業者の責務が明記されています。原子力事業者は、原災法の規定に基づき、原子力事業者防災業務計画を原子力規制委員会に提出⁵⁶するとともに、防災訓練を実施し、その結果を原子力規制委員会へ報告しています。原子力規制委員会は、「原子力事業者防災訓練報告会」を開催し、各事業者が実施した訓練の評価結果の説明や良好事例の紹介を行うとともに、同報告会の下で「訓練シナリオ開発ワーキンググループ」を開催し、指揮者の判断能力や現場の対応力の向上につながる訓練シナリオの作成等を行うなど、防災訓練の改善を図っています。

⁵⁶ 原子力規制委員会のウェブサイトにおいて公表。

https://www.nsr.go.jp/activity/bousai/measure/emergency_action_plan/index.html

はじめに

特集

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

資料編

用語集

第2章

地球温暖化問題や国民生活・経済への影響を踏まえた
原子力のエネルギー利用の在り方

2-1 原子力のエネルギー利用の位置付けと現状

世界では、東電福島第一原発事故以降、脱原子力を進める国もありますが、電力需要の増加への対応と地球温暖化対策を両立する手段として原子力発電を活用していこうとする動きも見られます。また、欧州を中心に、新型コロナウイルス感染症の世界的流行からの経済回復に際して脱炭素化も同時に進めていく「グリーン・リカバリー」という考え方が大きな潮流となっており、環境に配慮したグリーン投資を戦略的に推進する動きが見られます。

一方、我が国では、東電福島第一原発事故により一度全ての原子力発電所の稼働が停止しました。2021年3月末時点で9基の原子炉が再稼働していますが、発電電力量に占める原子力発電比率は事故前に比べて大きく低下しています。このような状況の中、菅内閣総理大臣は2020年10月の所信表明演説において、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げ、グリーン社会の実現に最大限注力し、2050年カーボンニュートラル¹の実現を目指すことを宣言しました。2020年12月に策定された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（以下「グリーン成長戦略²」という。）では、原子力は安定的にカーボンフリーの電力を供給することが可能な上、更なるイノベーションにより多様な社会的要請に応えることが可能であるとしています。このような認識の下で、安全性の確保を前提とした原子力エネルギー利用に係る取組が進められています。

(1) 我が国におけるエネルギー利用の方針

「原子力利用に関する基本的考え方」（2017年7月原子力委員会決定、政府として尊重する旨閣議決定）では、地球温暖化問題に対応しつつ、国民生活と経済活動の基盤であるエネルギーを安定的かつ低廉に供給することを通じて、国民生活の向上と我が国の競争力の強化に資することが求められているとしています。その上で、既に利用可能な技術として、原子力のエネルギー利用は有力な選択肢であり、安全性の確保を大前提に、エネルギー安定供給、地球温暖化問題への対応、国民生活・経済への影響を踏まえながら原子力エネルギー利用を進めるとの基本目標が示されています。

「第5次エネルギー基本計画」（2018年7月閣議決定）では、安全性（Safety）を前提とした上で、エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし、経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への

¹ 温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量とを均衡させること。

² その後、更なる具体化を行い、2021年6月18日に改訂。

(<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf>)

適合 (Environment) を図るため、最大限の取組を行うという「3E+Sの原則」を2030年に向けたエネルギー政策の立脚点としています。原子力発電については、「安全性の確保を大前提に、長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」と位置付けています(図2-1)。なお、再生可能エネルギーと原子力発電による「ゼロエミッション電源比率」の2019年度実績は、24%程度でした。

① 安定供給 (Energy Security)	<ul style="list-style-type: none"> 優れた安定供給性と効率性(燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、数年にわたって国内保有燃料だけで生産が維持できる準国産エネルギー源) + 高い技術自給率(国内にサプライチェーンを維持) + レジリエンス向上への貢献(回転電源としての価値、太平洋側・日本海側に分散立地)
② 経済効率性 (Economic Efficiency)	<ul style="list-style-type: none"> 運転コストが低廉(安全対策費用や事故費用、サイクル費用が増額してもなお低廉) 燃料価格変動の影響をうけにくい(数年にわたって国内保有量だけで運転可能)
③ 環境適合 (Environment)	<ul style="list-style-type: none"> 運転時にCO₂を排出しない ライフサイクルCO₂排出量が少ない

図 2-1 原子力エネルギーの 3E の特性

(出典) 第 35 回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料 1 資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討」(2020年)に基づき作成

我が国では、「地球温暖化対策計画」(2016年5月閣議決定)等において、温室効果ガスの排出削減について、2030年度において2013年度比26.0%減という中期目標と、2050年までに80%減という長期目標を掲げてきました。しかし、2020年9月に就任した菅内閣総理大臣は、所信表明演説において、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力し、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする2050年カーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言しました³。

2020年12月には、2050年カーボンニュートラルへの挑戦を経済と環境の好循環につなげるための産業政策として、グリーン成長戦略が策定されました。同戦略では、温暖化への対応を経済成長の制約やコストとする時代は終わり、従来の発想を転換し積極的に対策を行うことが産業構造や社会経済の変革をもたらす、次なる大きな成長につながっていくとの認識の下で、成長が期待される14の重要分野を示しています。その一つとして、原子力については、「安全最優先での再稼働を進めるとともに、安全性に優れた次世代炉の開発を行っていくことが必要である。」としています²。

これらの動向も踏まえ、地球温暖化対策計画については2020年9月から⁴、エネルギー基本計画については2020年10月から⁵、それぞれ見直しに向けた検討が進められています。

³ さらに、2021年4月22日に開催された気候サミット的首脳級セッションにおいて、菅総理は、温室効果ガス排出削減の野心的な目標として、2030年度において2013年度比46%減を目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続ける旨宣言。

⁴ <https://www.env.go.jp/council/06earth/yoshi06-20.html>

⁵ https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/

(2) 我が国の原子力発電の状況

2010年度における我が国の発電設備に占める原子力発電設備容量⁶の割合は20.1%、原子力発電の設備利用率⁷は67.3%、発電量に占める原子力発電電力量の割合は25.1%でした(図2-2、図2-3)。しかし、2011年の東電福島第一原発事故により、我が国の原子力利用を取り巻く環境は大きく変化しました。事故後、全国の原子力発電所は順次運転を停止し、2012年5月には、我が国で稼働している原子炉の基数が42年ぶりに0基となりました。

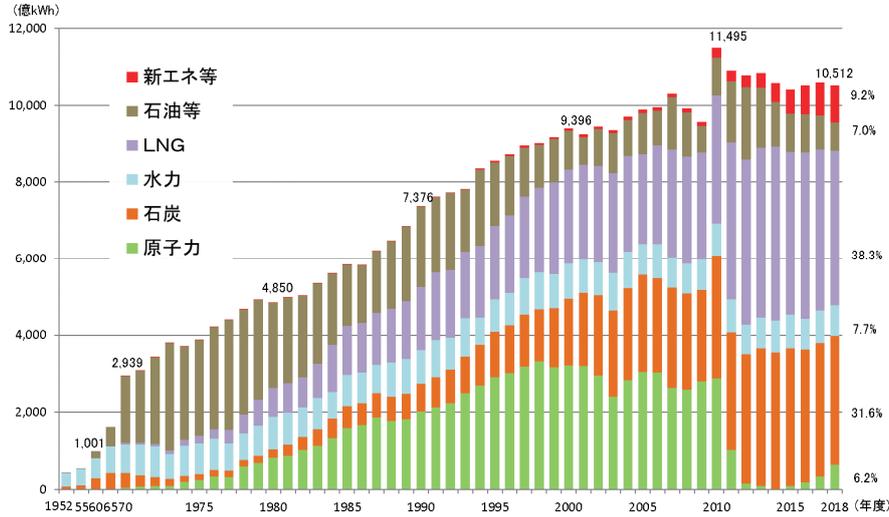


図 2-2 我が国の発電電力量の推移

(注)2009年度以前分は「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」を、2010年度以降分は「総合エネルギー統計」を基に作成(出典)経済産業省「令和元年度 エネルギー白書」(2020年)

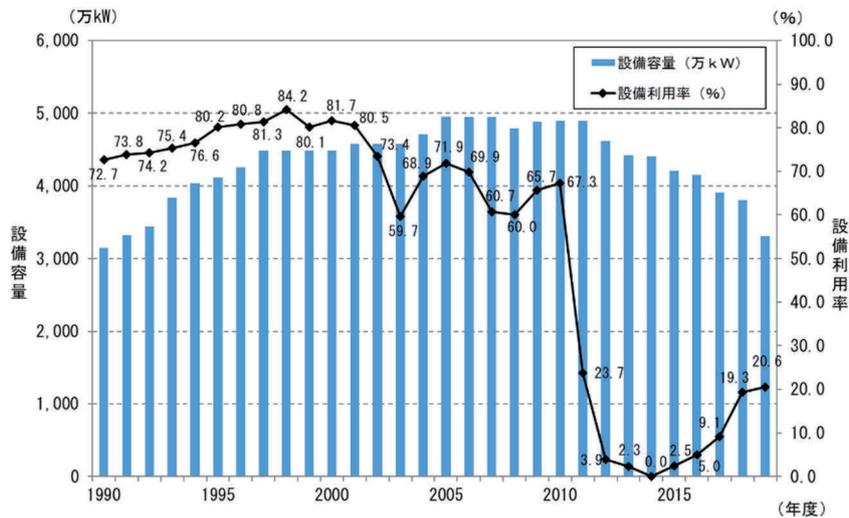


図 2-3 我が国の原子力発電設備容量及び設備利用率の推移(電気事業用)

(出典)電気事業連合会「INFOBASE」、一般社団法人日本原子力産業協会「2019年度の国内原子力発電所設備利用率は20.6%」、資源エネルギー庁「2019年度電力調査統計表」に基づき作成

⁶ 発電設備の最大能力で、発電所が単位時間に作ることができる電力量(単位はW、kW)。

⁷ 発電所が、ある期間において実際に作り出した電力と、その期間休まずフルパワーで運転したと仮定した時に得られる電力量(定格電気出力とその期間の時間との掛け算)との比率を百分率で表したものの。

2021年3月22日時点の原子力発電所の状況は、図2-4のとおりです。

2013年の新規規制基準の導入以降、16基の発電所が原子炉設置変更許可を受け、うち9基が営業運転を再開（再稼働）しています。なお、新規規制基準では特定重大事故等対処施設⁸の設置期限を本体の設計及び工事の計画の認可日から5年としており、設置期限に間に合わない再稼働炉は運転停止が求められます。そのため、九州電力株式会社は川内原子力発電所1号機を2020年3月に、同2号機を同年5月にそれぞれ停止しましたが、特定重大事故等対処施設の運用開始に伴い、1号機は同年12月に、2号機は2021年1月にそれぞれ通常運転に復帰しました。また、関西電力株式会社も高浜発電所3号機を2020年1月に、同4号機を同年10月にそれぞれ停止しており、3号機は同年12月に、4号機は2021年3月に特定重大事故等対処施設の運用を開始しています。

設置変更許可を受けたものの再稼働に至っていない原子力発電所は、7基です。このうち、2020年11月には、女川原子力発電所2号機について、地元から再稼働への理解表明がなされています⁹。

そのほかに、建設中の原子力発電所も含め、新規規制基準への適合性を審査中の炉が11基、適合性の審査へ未申請の炉が9基あります。一方、廃止措置計画が認可され廃止措置中の原子炉が14基、廃止措置が決定された原子炉が4基となり（第6章表6-2）、特定原子力施設に係る実行計画を基に廃炉が行われる東電福島第一原発6基を合わせて、合計24基の實用発電用原子炉が運転を終了しています。

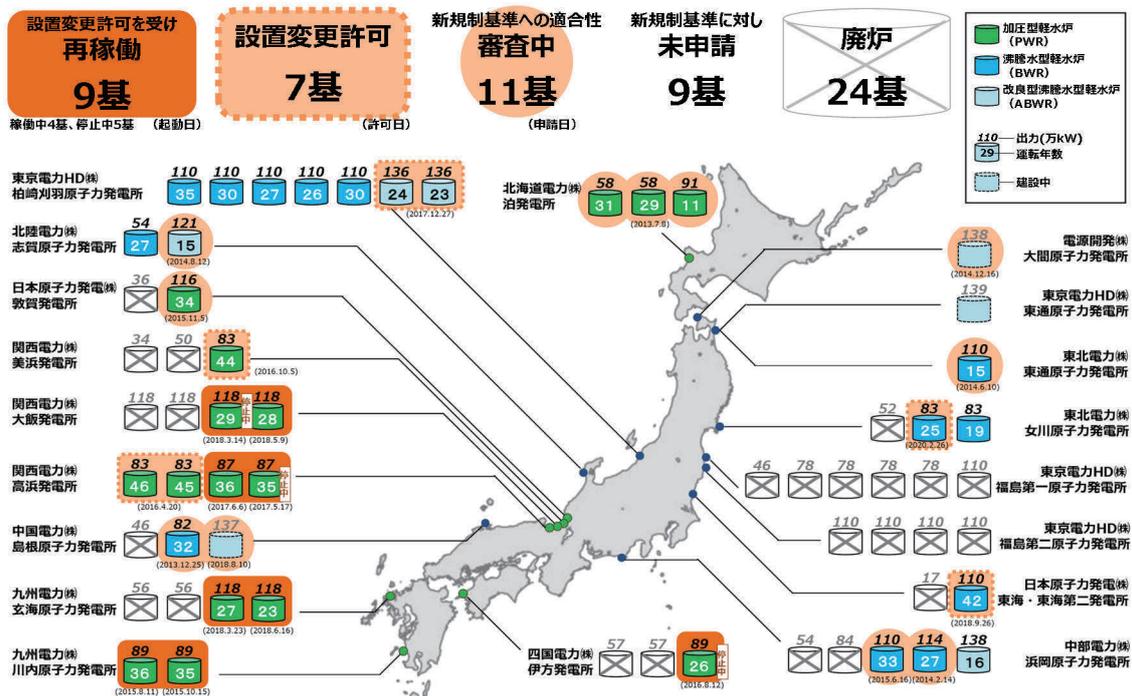


図2-4 原子力発電所の状況（2021年3月22日時点）

（出典）資源エネルギー庁「日本の原子力発電所の状況」（2021年）に基づき作成

⁸ 第1章1-2(1)③1「新規規制基準の導入」、第1章1-3(1)「過酷事故対策」を参照。

⁹ 第5章コラム「～東北電力株式会社女川原子力発電所2号機の再稼働に係る地元理解～」を参照。

我が国では、2012年の原子炉等規制法の改正により、原子炉の運転期間が運転開始から40年と規定されました。ただし、運転期間の満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けた場合に、1回に限り運転期間を最大20年延長することを認める制度（運転期間延長認可制度）も導入されています。2021年3月末時点で、関西電力株式会社高浜発電所1、2号機、美浜発電所3号機及び日本原子力発電株式会社東海第二発電所が、運転期間の延長を認められています¹⁰（図2-5）。

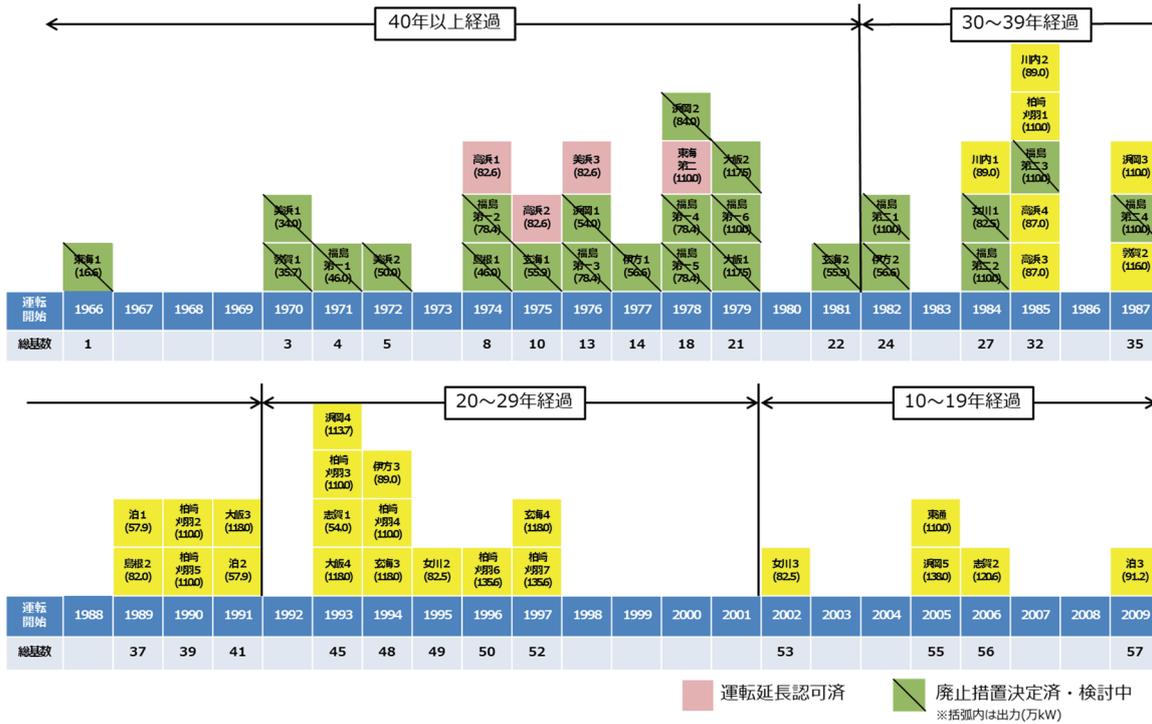


図 2-5 既設発電所の運転年数の状況（2021 年末時点^準）

（注）運転延長認可については 2021 年 3 月末時点。

（出典）一般社団法人日本原子力産業協会「日本の原子力発電炉（運転中、建設中、建設準備中など）」（2021 年 3 月 4 日）情報に基づき、第 3 回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会電気料金審査専門小委員会廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ資料 4 資源エネルギー庁「廃炉を円滑に進めるための会計関連制度の課題」（2014 年）を一部編集

¹⁰ 2021 年 4 月 28 日には、高浜発電所 1、2 号機及び美浜発電所 3 号機について、地元から再稼働へ理解表明。運転期間 40 年超の原子力発電所では全国初。さらに、美浜発電所 3 号機は 2021 年 6 月 23 日に再稼働。

(3) 電力供給の安定性・エネルギーセキュリティと原子力

3Eの構成要素の一つであるエネルギーの安定供給（Energy Security）の確保のため、我が国では1970年代のオイルショック以降、原子力を含む電源の多様化を進めてきました。しかし、東電福島第一原発事故後、原子力発電所が運転を停止し、我が国の電源構成は石炭や液化天然ガス（LNG¹¹）等の化石燃料に大きく依存する構造となっています（図2-2）。

エネルギー資源に乏しい国にとって、輸入に依存する化石燃料の価格変動に大きく左右されず、燃料調達が比較的安定している原子力発電は、エネルギーセキュリティを確保する重要な手段の一つです。自国にエネルギー資源を持たない韓国やフランス等は、原子力を除いた場合のエネルギー自給率が低くなっており、原子力を除いた場合、フランスのエネルギー自給率は11%と我が国より若干高い程度ですが、原子力利用により自給率は55%へと大幅に上昇します（図2-6）。

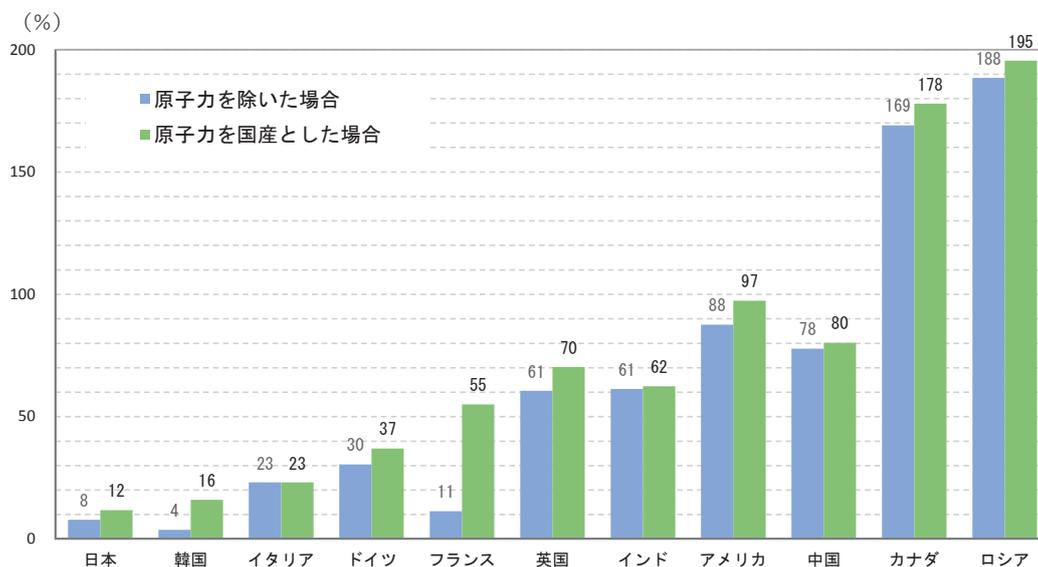


図2-6 主要国のエネルギー自給率（2018年）

（出典）IEA「World Energy Balances」（2020年）に基づき作成

また、大規模災害時の大規模停電回避等により日本全体で電力供給のレジリエンスを向上させていくためには、再生可能エネルギー等の小規模な分散型電源の導入を進める一方で、地域間の電力融通と併せて、大規模電源も日本全体で分散化させていく必要があります。我が国では、首都圏及び近畿圏の火力発電所の大部分が東京湾岸、大阪湾岸、瀬戸内等に集中していますが、仮にこれらの地域で直下型地震等が発生したとしても、日本海側に電源が十分に整備されていれば、供給力不足を回避できる可能性が高まります。原子力発電所は太平洋側、日本海側に分散して立地しており（図2-4）、災害時のレジリエンス向上に貢献できるという特性を有しています。

¹¹ Liquefied Natural Gas

(4) 電力供給の経済性と原子力

3Eの構成要素である経済効率性の向上（Economic Efficiency）のためには、低コストでのエネルギー供給を実現することが重要です。我が国では、東電福島第一原発事故後、原子力発電所の運転停止に伴い火力発電の焼き増しが行われたため、化石燃料の輸入が増加しました。また、再生可能エネルギーで発電された電気をあらかじめ決められた価格で電力会社が買い取る「固定価格買取（FIT¹²）制度」では、買取費用の一部は「賦課金」として電気料金を通じて国民が負担することとされています。これらの影響により、近年、我が国では電気料金が上昇しています。2015年から2016年にかけては、一部の原子力発電所の再稼働と化石燃料の価格下落により電気料金上昇に歯止めがかかりましたが、以降は再び上昇し、家庭向け電気料金、産業向け電気料金ともに高い水準が続いています（図 2-7）。

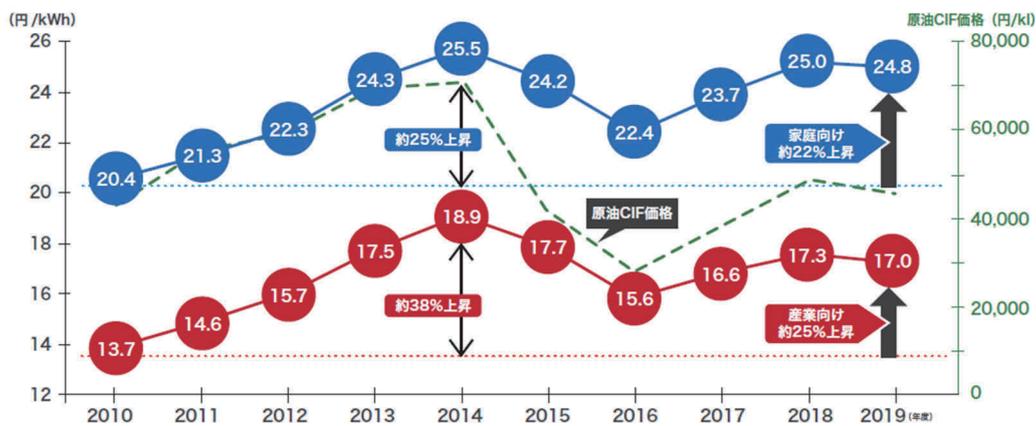


図 2-7 我が国の電気料金の推移

(注 1) 原価 CIF 価格: 輸入額に輸送料、保険料等を加えた貿易取引の価格

(注 2) 発電月報、各電力会社決算資料を基に作成

(出典) 資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「2020-日本が抱えているエネルギー問題(前編)」(2020年)

なお、2020年6月に「強靱かつ持続可能な電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律」(令和2年法律第49号)が成立し、FIT制度に加えて新たに、再生可能エネルギーの市場価格の水準に対して、「賦課金」を原資とする一定の補助額を交付する「フィードインプレミアム（FIP¹³）制度」が定められ、2022年度に導入される予定です。一方で、高い水準の電気料金は、国民生活のみならず、製造業を始めとする産業にも大きな負担となるため、発電に掛かるコストを下げることも重要です。

原子力発電の経済性に関する特性として、運転コストが低廉であることが挙げられます。総合資源エネルギー調査会基本政策分科会長期エネルギー需給見通し小委員会が2015年に行った試算では、原子力発電の発電コストは、発電に直接掛かる費用のほか、再処理費、高レベル廃棄物処分費等を含む核燃料サイクル費用、原子炉の廃止措置費用等の将来発生する費用等も全て含めて、10.1～円/kWhと見積もられています(表 2-1)。

¹² Feed in Tariff

¹³ Feed in Premium

表 2-1 2014年モデルプラント試算による電源別発電コスト

電源	原子力	LNG 火力	石油 火力	石炭 火力	太陽光	陸上 風力	地熱	小水力
設備容量 (kW)	120 万	140 万	40 万	80 万	2,000	2 万	3 万	200
設備利用率 (%)	70	70	30	70	14	20	83	60
稼働年数 (年)	40	40	40	40	20	20	40	40
発電コスト (円/kWh)	10.1~	13.7	30.6	12.3	24.2	21.6	16.9	23.3

(出典) 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会長期エネルギー需給見通し小委員会発電コスト検証ワーキンググループ「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告」(2015年)に基づき作成

また、原子力発電に使用されるウランと、液化天然ガス (LNG)、石油、石炭等の化石燃料とでは、発電に必要な燃料の量が大きく異なります。100 万 kW の発電所を 1 年間運転するために、LNG は 95 万 t、石油は 155 万 t、石炭は 235 万 t が必要となる一方で、ウランの必要量は 21t です (図 2-8)。自国にエネルギー資源を持たず輸入に依存している我が国にとって、必要な燃料の量が多いということは、燃料の購入費用だけでなく、燃料の国内への輸送コストの増大にもつながります。化石燃料の場合、燃料価格は産出国の政治情勢や為替レートの変動の影響も受けます。このように、原子力発電には、化石燃料と比較して必要な燃料量が少なく、燃料価格変動の影響を受けにくいという特性もあります。

これらの特性を踏まえ、再生可能エネルギー導入に伴う賦課金増大や化石燃料の市場価格変動による影響を緩和し、電気料金の上昇を抑えるためにも、安全最優先での原子力発電所の再稼働を進めることが必要です。



図 2-8 100 万 kW の発電設備を 1 年間運転するために必要な燃料

(出典) 資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「原発のコストを考える」(2017年)

(5) 地球温暖化対策と原子力

3Eの構成要素の一つである環境への適合（Environment）に関しては、もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。2020年以降の温暖化対策の国際枠組みを定めた「パリ協定」では、世界共通の目標として、工業化以前からの世界全体の平均気温の上昇を2℃より十分に下回るものに押さえるとともに、1.5℃に抑える努力を継続することとしています。この目標を達成するためには、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成するカーボンニュートラルを目指すことになります。

我が国では、2050年カーボンニュートラルを目指し、2020年12月にグリーン成長戦略が策定されました。言葉を並べることは簡単ですが、カーボンニュートラルの実行は並大抵の努力でできることではありません。同戦略では、大胆な投資を行い、イノベーションを起こすといった民間企業の前向きな挑戦を全力で応援することが、政府の役割であるとしています。その上で、予算や税制、金融、規制改革・標準化、国際連携などあらゆる政策ツールを総動員し、関係省庁が一体となって取り組んでいくため、原子力産業を含む14の重要分野において「実行計画」が策定されました（図2-9）。

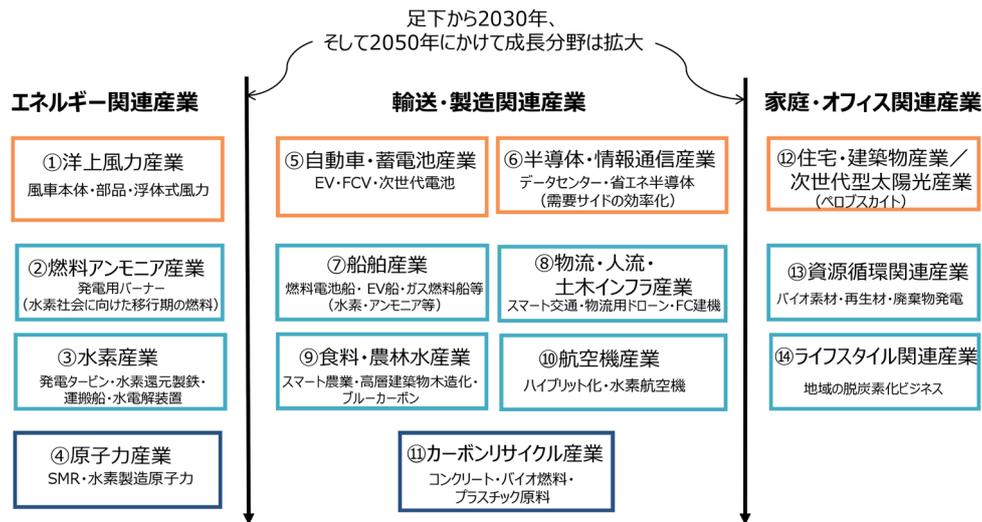


図 2-9 グリーン成長戦略（2020年12月策定）における重要分野の整理

（出典）「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020年）

2020年12月に策定されたグリーン成長戦略における原子力産業分野の実行計画では、原子力は安定的にカーボンフリーの電力を供給することが可能な上、更なるイノベーションによって、安全性・信頼性・効率性の一層の向上に加えて、再生可能エネルギーとの共存、カーボンフリーな水素製造や熱利用といった多様な社会的要請に応えることが可能であるとしています。軽水炉の更なる安全性向上はもちろんのこと、それへの貢献も見据えた革新的技術の原子力イノベーションに向けた研究開発も進めていくため、3つの目標を掲げ、2050年までの時間軸の工程表を提示しました（図2-10）。

④原子力産業の成長戦略「目標」

- ・ 2030年までに国際連携による小型モジュール炉（SMR）技術の実証
- ・ 2030年までに高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立
- ・ ITER（国際熱核融合実験炉）計画等の国際連携を通じた核融合研究開発の着実な推進

④原子力産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ

●具体化すべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

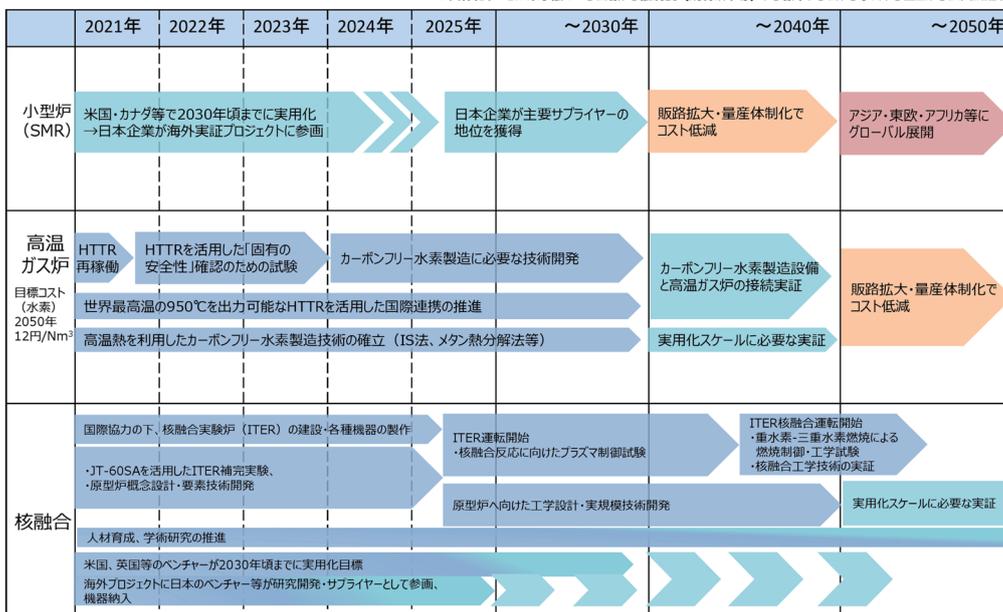


図 2-10 グリーン成長戦略（2020年12月策定）における原子力産業の目標及び工程表

（出典）「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020年）に基づき作成

我が国における発電に伴う二酸化炭素排出量は、東日本大震災後の原子力発電所の運転停止及び火力発電量の増加に伴い、2011年度以降増加傾向でしたが、再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働により、2014年度以降は減少傾向にあります（図 2-11）。また、国際エネルギー機関（IEA¹⁴）や OECD/NEA は、2019年に公表した報告書において、低炭素電源としての原子力の必要性を示しています。原子力発電所の再稼働を進めることは、温室効果ガス排出削減の観点からも重要であると考えられます。

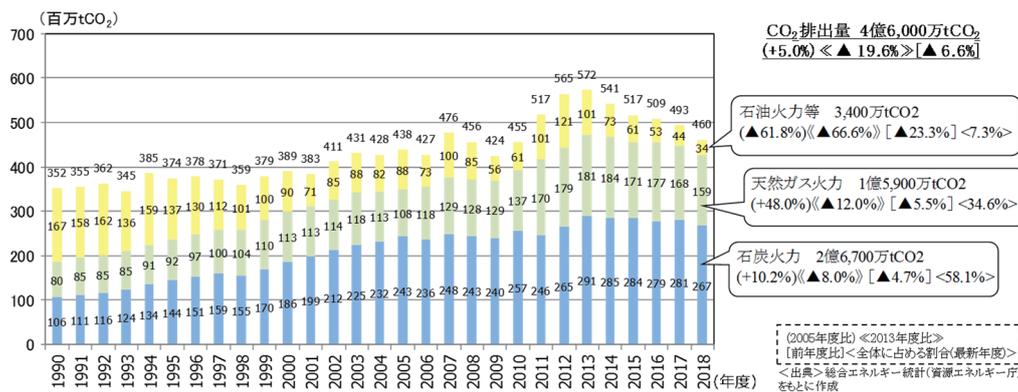


図 2-11 全電源（事業用発電、自家発電）の発電に伴う燃料種別の二酸化炭素排出量

（出典）環境省「2018年度（平成30年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について」（2020年）に基づき作成

¹⁴ International Energy Agency

コラム ～低炭素化のコスト：電力システム全体のコストの考え方～

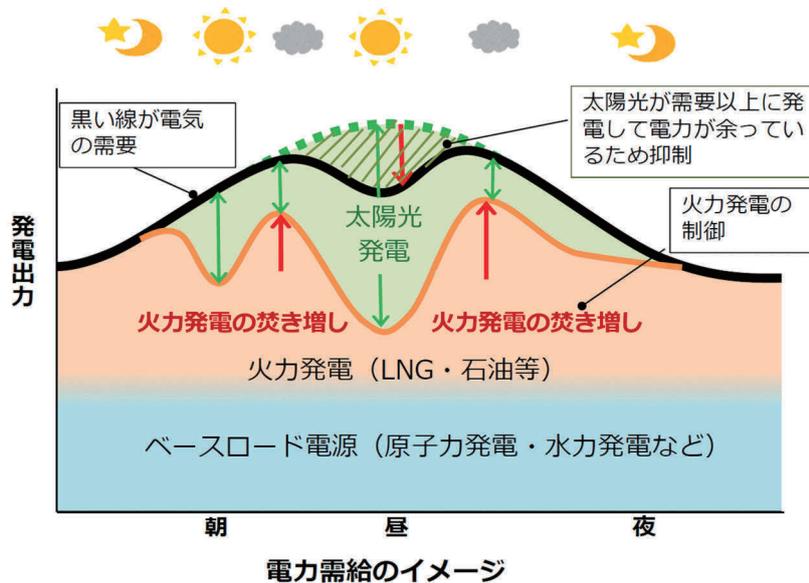
経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）は、2019年に報告書「低炭素化のコスト：原子力・再生可能エネルギーのシェア向上時におけるシステムコスト」を公表しました。同報告書では、風力や太陽光等の気象条件によって変動する再生可能エネルギー電力を評価する際には、発電コストに加えて、次の4種類の電力システム全体のコストを考慮する必要がありますとしています。

電力システムコスト

コストの種類	概要
供給能力維持・過剰対策コスト	再生可能エネルギーによる出力変動を調整するため、再生可能エネルギー以外の電力量調整用プラントの容量を確保するためのコストと、調整用プラントの急速稼働と停止の繰り返しによる利用効率の低下や設備消耗に対応するコスト。
需給調整コスト	発電所の計画外停止等の供給変動に対応し、電力システムの安定性を確保するためのコスト。
送配電コスト	発電所の分散性と場所の制約による、送電と配電のコスト。
送電線への接続コスト	発電所を最も近い接続ポイントで送電網に接続するためのコスト。

(出典) OECD/NEA「The Costs of Decarbonisation: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables」(2019年)に基づき作成

再生可能エネルギー源は出力の不確実性が高く、需給調整コストが増大する傾向があります。送配電コストについては、分散型の太陽光設備等で発電量が地域の需要を上回る場合、逆潮流に対応するために配電網整備への投資が必要となることがあります。また、接続コストについては、洋上風力のように遠距離から接続する場合に大きくなります。



再生可能エネルギー（太陽光を例示）の出力変動に伴う供給能力維持・過剰対策

(出典) 資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「再エネの大量導入に向けて～『系統制御』問題と対策」(2017年)

(6) 世界の原子力発電の状況と中長期的な将来見通し

2011年以降、2020年までの間に、世界では59基の原子炉の営業運転が開始されているとともに、54基の原子炉が建設開始され、65基が閉鎖されています¹⁵。2021年3月末時点で、世界で運転中の原子炉は443基、原子力発電設備容量は3億9,408万kWに達しており、建設中のものを含めると総計497基、4億5,513万kWとなります。また、世界の原子力発電電力量は、2011年の東電福島第一原発事故後に一旦落ち込みましたが、2013年以降は順調に回復しています（図2-12、図2-13）。

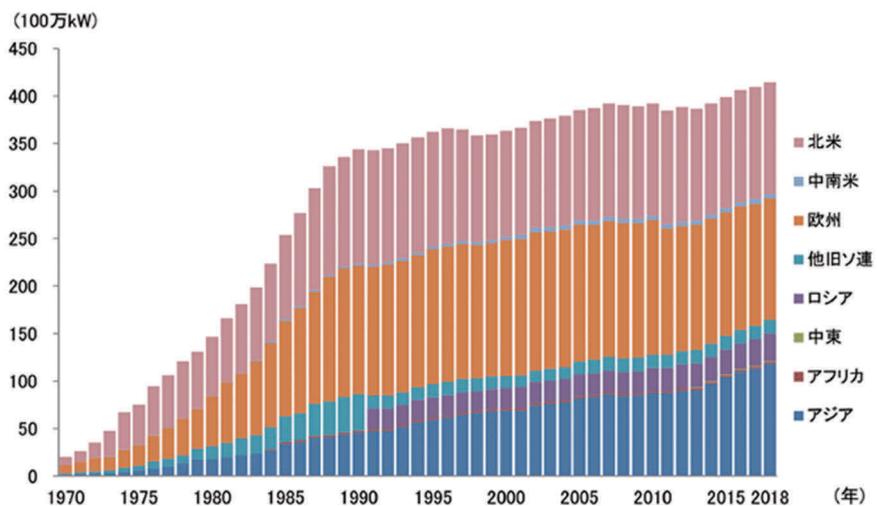


図 2-12 世界の原子力発電設備容量（運転中）の推移（地域別）

(注) 日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向 2019年版」を基に経済産業省が作成。
(出典) 経済産業省「令和元年度 エネルギー白書」(2020年)

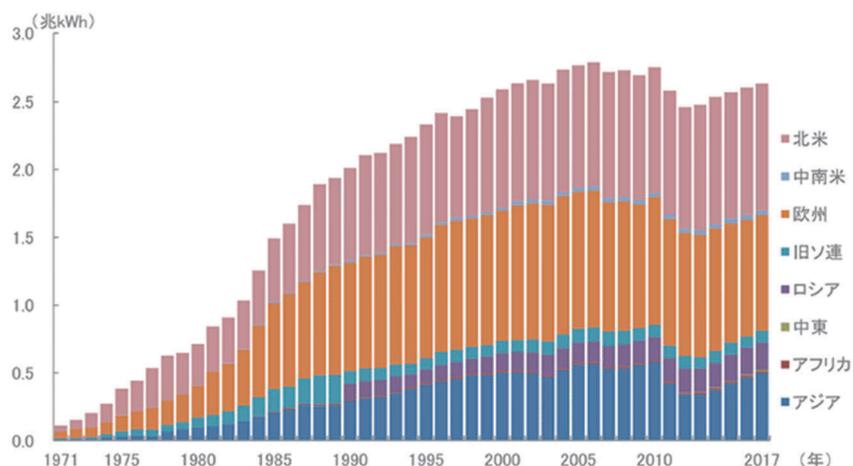


図 2-13 世界の原子力発電電力量の推移（地域別）

(注) IEA「World Energy Balances 2019 Edition」を基に経済産業省が作成。
(出典) 経済産業省「令和元年度 エネルギー白書」(2020年)

¹⁵ 資料編 6(2)「世界の原子力発電所の運転開始・着工・閉鎖の推移（2010年以降）」を参照。

各国の原子力発電の利用動向は、図 2-14 のとおりです。

ウクライナ（旧ソ連）のチェルノブイリ原子力発電所の事故¹⁶、東電福島第一原発事故を経て、西欧諸国の中にはドイツ、イタリア、スイス等のように脱原子力政策に転じる国々が現れました。アジアでも、韓国が脱原子力の方針を示しました。一方、台湾では、脱原子力政策が掲げられていましたが、2018年の住民投票により脱原子力条文が失効したため、2025年以降の原子力発電所の運転継続等について検討が行われています。

そのほかのアジア、東欧、中近東等では、経済成長に伴う電力需要と電力の低炭素化に対応するため、東電福島第一原発事故後も原子力開発が進展しています。特に、中国やインドでは、原子力開発が積極的に進められています。

また、英国等の原子力利用先進国¹⁷においても、低炭素電源としての原子力発電の重要性が再認識されてきています。世界最大の原子力利用国である米国（図 2-15 左）では、2021年3月末時点で94基の原子炉が稼働しています。発電電力量に占める原子力比率が約70%で世界首位のフランス（図 2-15 右）では、原子力発電電力量の比率を2035年までに50%に縮減する目標を掲げています。

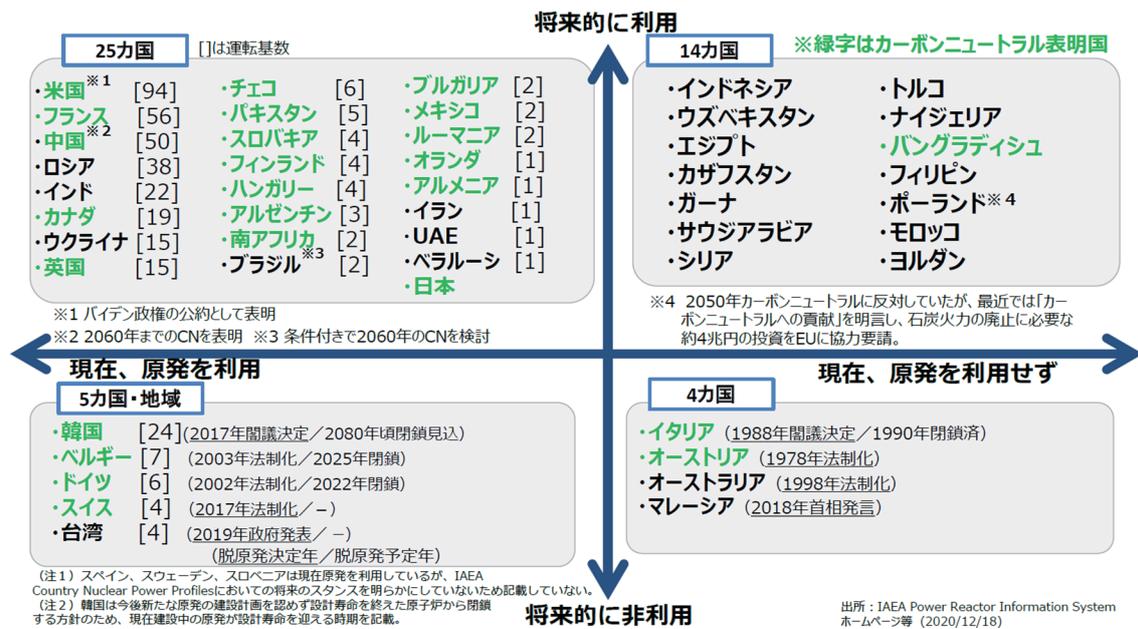
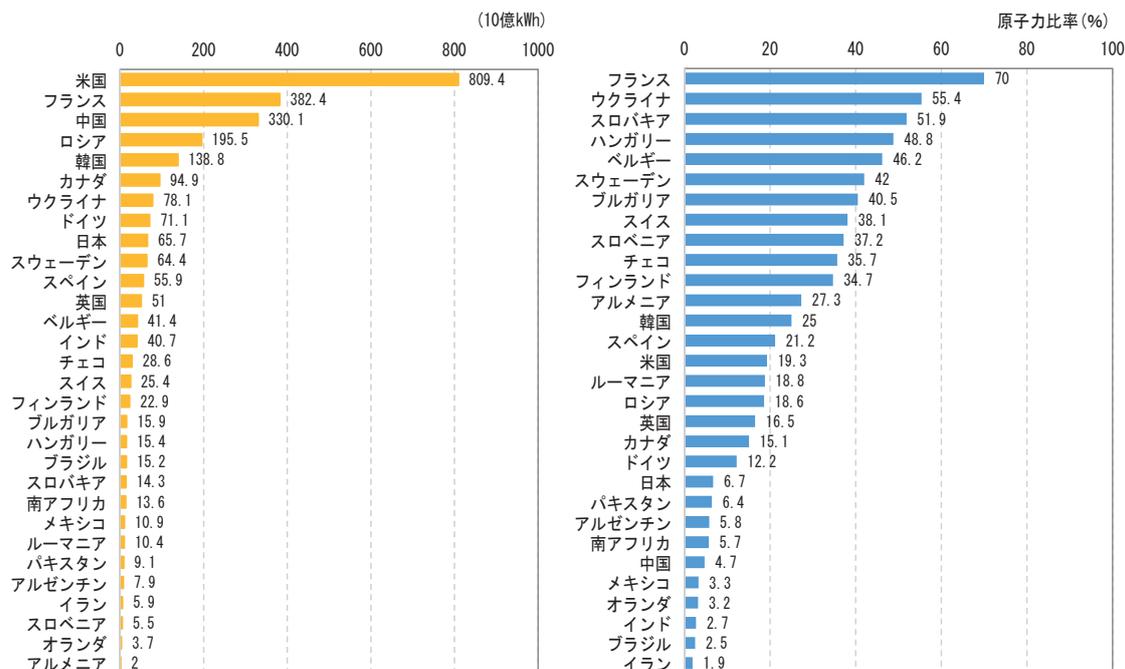


図 2-14 各国の原子力発電の利用動向

(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)

¹⁶ 1986 年 4 月 26 日に、旧ソ連ウクライナ共和国のチェルノブイリ原子力発電所 4 号機で発生した事故。急激な出力の上昇による原子炉や建屋の破壊に伴い大量の放射性物質が外部に放出され、ウクライナ、ロシア、ベラルーシや隣接する欧州諸国を中心に広範囲に飛散。

¹⁷ 第 3 章 3-1 (2) 「海外の原子力発電主要国の動向」を参照。



注：台湾における原子力比率は12.0%

図 2-15 各国の原子力発電電力量 (左) 及び発電電力量に占める原子力比率 (右) (2019年)

(出典)IAEA「Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050」(2020年)に基づき作成

国際原子力機関 (IAEA) が 2020 年 9 月に発表した年次報告書「2050 年までのエネルギー、電力、原子力発電の予測 2020 年版」では、原子力発電の設備容量について、2019 年度版の報告書と同様に、①現在の市場や大幅な技術革新等、原子力を取り巻く環境が大きく変化しないと仮定した保守的な「低位ケース」と、②新興国の経済成長や電力需要の増大の継続を仮定し、パリ協定締約国による温室効果ガス排出削減で原子力の果たす役割が拡大することを前提にした「高位ケース」を設定して、それぞれ見通しを示しています。低位ケースでは、中長期的に原子力発電設備容量が減少する傾向が示されている一方、高位ケースでは、2030 年には 2019 年比 21%、2050 年には 2019 年比 82%増加すると予測されています (図 2-16)。このような見通しの傾向は、2019 年度版の報告書と大きく変わっていません。

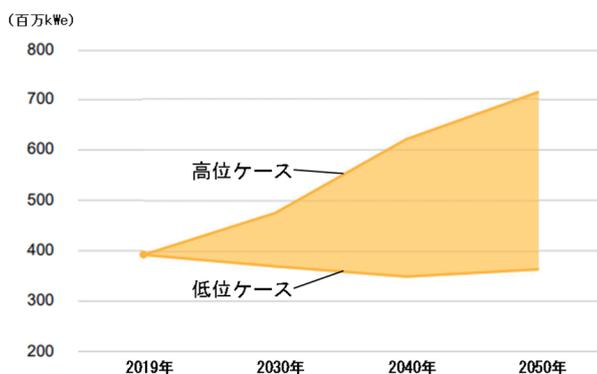


図 2-16 IAEA による 2050 年までの原子力発電設備容量の推移見通し

(出典)IAEA「Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050」(2020年)に基づき作成

2-2 原子力のエネルギー利用を進めていくための取組

エネルギーの安定供給、経済効率性、環境適合性等の課題に対し、原子力エネルギーは、地球温暖化対策に貢献しつつ、安価で安定的に電気を供給できる電源の役割を果たすことが期待されます。また、電力小売全面自由化により、原子力発電も電力市場の競争原理の下に置かれています。

このような状況を踏まえ、安全性の確保を大前提に適切に原子力のエネルギー利用を進めていくことが必要です。原子力規制委員会による厳格な審査の下で、使用済燃料の貯蔵・管理を含め、軽水炉を長期的に利用するための取組が行われるとともに、使用済燃料を資源として有効利用する核燃料サイクルの確立に向けた着実な取組が進められています。

(1) 軽水炉の着実な利用に関する取組

① 電力自由化の下での安全かつ安定的な軽水炉利用

2016年の電力小売全面自由化により、従来の地域独占¹⁸や総括原価方式¹⁹による投資回収の保証制度が撤廃され、原子力発電も電力自由競争の枠組みの中に置かれています。一方で、原子力発電には、事故炉廃炉の資金確保や原子力損害賠償のように、市場原理のみに基づく解決が困難な課題があります(図 2-17)。このような課題に対応するため、事故炉の廃炉を行う原子力事業者等に対して、廃炉に必要な資金を原子力損害賠償・廃炉等支援機構に積み立てることが義務付けられています。

また、電力自由化の下で原子力発電所を長期的に利用するため、原子力事業者等を含む産業界は、安全性向上に係る自律的・継続的な取組を進めています²⁰。

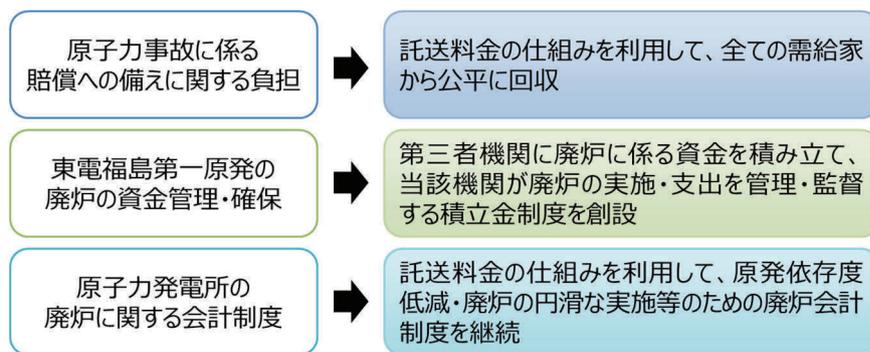


図 2-17 自由化の下での財務・会計上の課題への対応の基本的な考え方

(出典)総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力システム改革貫徹のための政策小委員会「電力システム改革貫徹のための政策小委員会 中間とりまとめ」(2017年)に基づき作成

¹⁸ 特定地域の電力販売をその地域の電力会社1社が独占できる枠組み。

¹⁹ 総原価を算定し、これを基に販売料金単価を定める枠組み。

²⁰ 第1章 1-2(4)「原子力事業者等による自主的安全性向上」を参照。

② 使用済燃料の貯蔵

使用済燃料は、再処理されるまで各原子力発電所の貯蔵プール等で貯蔵・管理されており、2021年3月末時点で、各原子力発電所には合計約16,240tU²¹の使用済燃料が貯蔵・管理されています(表2-2)。

表2-2 各原子力発電所(軽水炉)の使用済燃料の貯蔵量及び管理容量(2021年3月末時点)

電力会社	発電所名	2021年3月末時点				試算値<4サイクル(約5年)後> ^{※1}		
		1炉心 (tU)	1取替分 (tU)	管理容量 ※2 (tU)	使用済燃料 貯蔵量 (tU)	管理容量 (A) (tU)	使用済燃料 貯蔵量(B) (tU)	貯蔵割合 (B)/(A)×100 (%)
北海道電力	泊	170	50	1,020	400	1,020	600	59
東北電力	女川	200	40	860	480	860	640	74
	東通	130	30	440	100	440	220	50
東京電力HD	福島第一	580	140	※3 2,260	2,130	2,260	2,130	94
	福島第二	0	0	1,880	1,650	1,880	1,650	88
	柏崎刈羽	960	230	2,910	2,370	※4 2,920	※5 2,920	※5 100
中部電力	浜岡	410	100	※6 1,300	1,130	※7 1,700	1,530	90
北陸電力	志賀	210	50	690	150	690	350	51
関西電力	美浜	70	20	620	470	※8 620	550	89
	高浜	290	100	1,730	1,340	1,730	※9 1,730	※9 100
	大飯	180	60	2,100	1,740	2,100	1,980	94
中国電力	島根	100	20	680	460	680	540	79
四国電力	伊方	70	20	※10 930	720	※11 1,430	800	56
九州電力	玄海	180	60	1,190	1,080	※12 1,920	1,320	69
	川内	150	50	1,290	1,030	1,290	1,230	95
	敦賀	90	30	910	630	910	750	82
日本原子力発電	東海第二	130	30	440	370	※13 510	490	96
合計		3,920	1,030	21,250	16,240	22,960	19,430	

※1: 各社の使用済燃料貯蔵量については、下記仮定の条件により算定した試算値であり、具体的な再稼働を前提としたものではない。
 ○各発電所の全号機を対象。(廃炉を決定した女川1号機、福島第一、福島第二、浜岡1・2号機、美浜1・2号機、大飯1・2号機、伊方1・2号機、島根1号機、玄海1・2号機、敦賀1号機を除く)
 ○貯蔵量は、2021年3月末時点の使用済燃料貯蔵量に、4サイクル運転分の使用済燃料発生量(4取替分)を加えた値。(単純発生量のみを考慮)
 ○1サイクルは、運転期間13ヶ月、定期検査期間3ヶ月と仮定。(この場合、4サイクルは約5年となる)
 ※2: 管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心+1取替分を差し引いた容量」(なお、運転を終了したプラントについては、貯蔵容量と同じとしている)
 ※3: 福島第一については、廃炉作業中であり第一回推進協議会時点(2015年9月末値)を参考値とし、その後の廃炉作業に伴う乾式キャスク仮保管設備拡張等は除外している
 ※4: 柏崎刈羽5号機については、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の増強(リラッキング)に関する工事未実施であるが、工事完了後の管理容量予定値を記載。
 ※5: 柏崎刈羽については、約2.5サイクル(3年程度)で管理容量に達する。(運転時期は未考慮)
 ※6: 浜岡1・2号機は廃止措置中であり、燃料プール管理容量から除外している。
 ※7: 浜岡4号機については、乾式貯蔵施設の設置に関する申請中であり、竣工後の管理容量予定値を記載。
 ※8: 美浜3号機については、貯蔵性向上対策工事後の管理容量を記載。
 ※9: 高浜については、約4サイクル(5年程度)で管理容量に達する。(運転時期は未考慮)
 ※10: 伊方1号機は廃止措置中で、燃料搬出が完了しているため、使用済燃料ビット管理容量から除外している。
 ※11: 伊方3号機については、乾式貯蔵施設の設置に関する申請中であり、竣工後の管理容量予定値を記載。
 ※12: 玄海については、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の増強(リラッキング)並びに乾式貯蔵施設の竣工後の管理容量予定値を記載。
 ※13: 東海第二については、乾式貯蔵キャスクを24基(現状+7基)とした管理容量を記載。
 注) 四捨五入の関係で、合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある

(出典)電気事業者連合会「使用済燃料貯蔵対策の取組強化について(使用済燃料対策推進計画)」(2021年)

一部の原子力発電所では貯蔵容量がひっ迫しており、今後、原子力発電所の再稼働による使用済燃料の発生等が見込まれる中、貯蔵能力の拡大が重要な課題です。このような状況を踏まえ、「使用済燃料対策に関するアクションプラン」(2015年10月最終処分関係閣僚会議)に基づき、電気事業者が「使用済燃料対策推進計画」を2015年11月に策定(2018年11月一部改定)しました。同計画では、発電所敷地内の使用済燃料貯蔵施設の増強(貯蔵用プールのリラッキング(図2-18)、乾式貯蔵施設(図2-19)の設置等)、中間貯蔵施設の建設・活用等により、2020年頃に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行う方針を示すとともに、使用済燃料発生量の低減の検討や理解活動の強化に向けた検討等に取り組むとしています。2020年9月には、四国電力株式会社の伊方発電所において、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に対し原子炉設置変更許可が行われました。また、中間貯蔵施設として建設が進められているリサイクル燃料貯蔵株式会社のリサイクル燃料備蓄センターについては、2020年11月に原子力規制委員会から新規制基準適合性に係る事業変更許可が行われました。

²¹ ウランが金属の状態であるときの重量を示す単位。

使用済燃料対策に関するアクションプランに基づいて設置された使用済燃料対策推進協議会では、使用済燃料対策推進計画を踏まえた電気事業者の取組状況について確認を行っています。2020年7月に開催された第5回協議会では、計画で示した2020年代頃に使用済燃料貯蔵容量の4,000tU程度の拡大、2030年頃に更に2,000tU程度、合わせて6,000tU程度の拡大に向け、各社の取組の一層の強化と業界全体の連携・協力に取り組む必要性が確認されました。

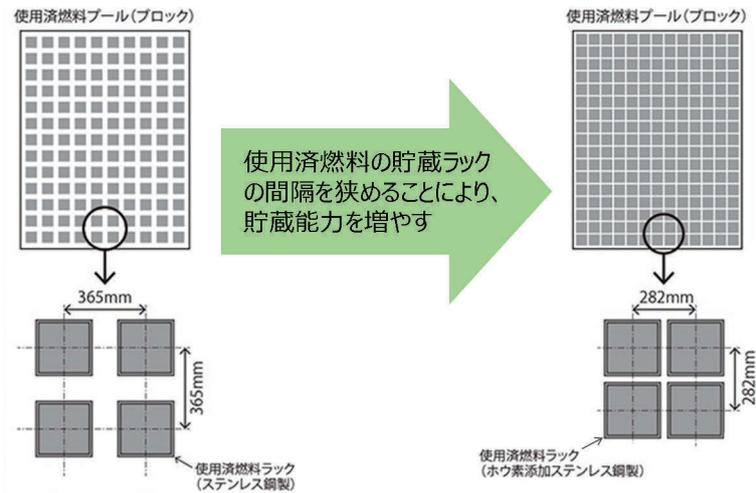


図 2-18 リラッキングの例

(出典)電気事業連合会「貯蔵能力拡大の具体例」に基づき作成

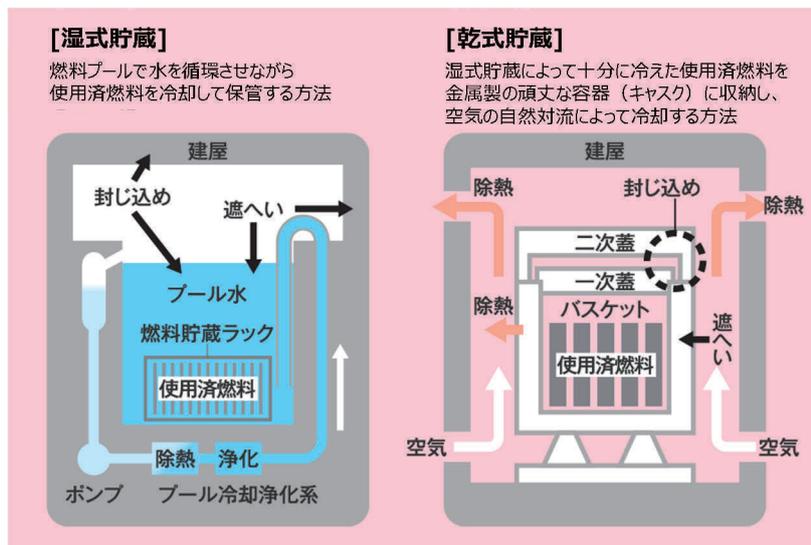


図 2-19 湿式貯蔵と乾式貯蔵の例

(出典)資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「使用済の核燃料を陸上で安全に保管する『乾式貯蔵』とは？」(2019年)に基づき作成

コラム

～海外事例：ドイツとスウェーデンにおける使用済燃料の貯蔵～

原子力発電所再稼働による使用済燃料の発生等を見据えた使用済燃料貯蔵能力の拡大は、我が国における重要課題の一つです。海外事例として、ドイツとスウェーデンの状況を紹介します。

ドイツ

ドイツでは、2002年の原子力法改定により、2005年7月以降は再処理を目的とした原子力発電所からの使用済燃料の搬出が禁止されました。そのため、使用済燃料は最終的に直接処分されるまでの間、原子力発電所内外の貯蔵施設等で貯蔵されることとなりました。

原子炉から取り出された使用済燃料は、原子炉建屋内の貯蔵プールで数年間貯蔵された後、輸送及び貯蔵兼用のキャスクに収納され、強制空冷設備を備えたサイト内の貯蔵施設において乾式貯蔵されています。キャスクは、通常時及び事故時の放射線遮蔽、臨界安全、さらに地震等の外的事象に対しても健全性を維持する基準を満たすものとなっており、許認可上の貯蔵期限は40年とされています。また、一部の使用済燃料は、輸送及び貯蔵兼用キャスクに収納されて原子力発電所サイト外に搬出され、アーハウス（1992年操業開始）とゴアレーベン（1995年操業開始）の集中中間貯蔵施設において乾式貯蔵されています。

スウェーデン

スウェーデンでは、使用済燃料は再処理せず、直接処分することとされています。原子力発電所で発生する使用済燃料は、最終処分が実施されるまでの間、オスカーシャムにある使用済燃料集中中間貯蔵施設（CLAB）で貯蔵されます。

原子炉から取り出された使用済燃料は、約1年間それぞれの発電所サイト内に貯蔵された後、CLABに搬出されます。CLABは、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB）が運用する施設で、使用済燃料の受入れ・取扱い設備と補助システム等で構成される地上部分と、貯蔵プールを備えた地下部分で構成されています。使用済燃料は、地下約30mの岩盤中に設置された貯蔵プールに保管されます。CLABは1985年に操業が開始され、貯蔵容量は8,000t、年間の受入能力は300tとされています。2021年2月までに、約7,300tの使用済燃料が貯蔵されており、貯蔵容量の上限に近づいています。そのため、2015年に、SKBは関係当局に対し、貯蔵容量を11,000tに引き上げるための許可申請を実施しました。

(2) 核燃料サイクルに関する取組

① 核燃料サイクルの概念

「核燃料サイクル」とは、原子力発電所で発生する使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を再び燃料として有効利用することです。核燃料サイクルは、ウラン燃料の生産から発電までの上流側プロセスと、使用済燃料の再利用や放射性廃棄物の適切な処分等からなる下流側プロセスに大別されます（図 2-20）。

上流側のプロセスは、天然ウランの確保・採掘・製錬、六フッ化ウランへの転換、核分裂しやすいウラン 235 の割合を高めるウラン濃縮、二酸化ウランへの再転換、ウラン燃料の成型加工、ウラン燃料を用いた発電からなります。

下流側のプロセスは、使用済燃料の中間貯蔵、使用済燃料からウラン及びプルトニウムを分離・回収するとともに残りの核分裂生成物等をガラス固化する再処理、ウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料の成型加工、MOX 燃料を軽水炉で利用するプルサーマル、放射性廃棄物の適切な処理・処分等からなります。なお、再処理を行わない政策を採っている国では、原子炉から取り出した使用済燃料については、冷却後、直接、高レベル放射性廃棄物として処分（直接処分）される方針です。

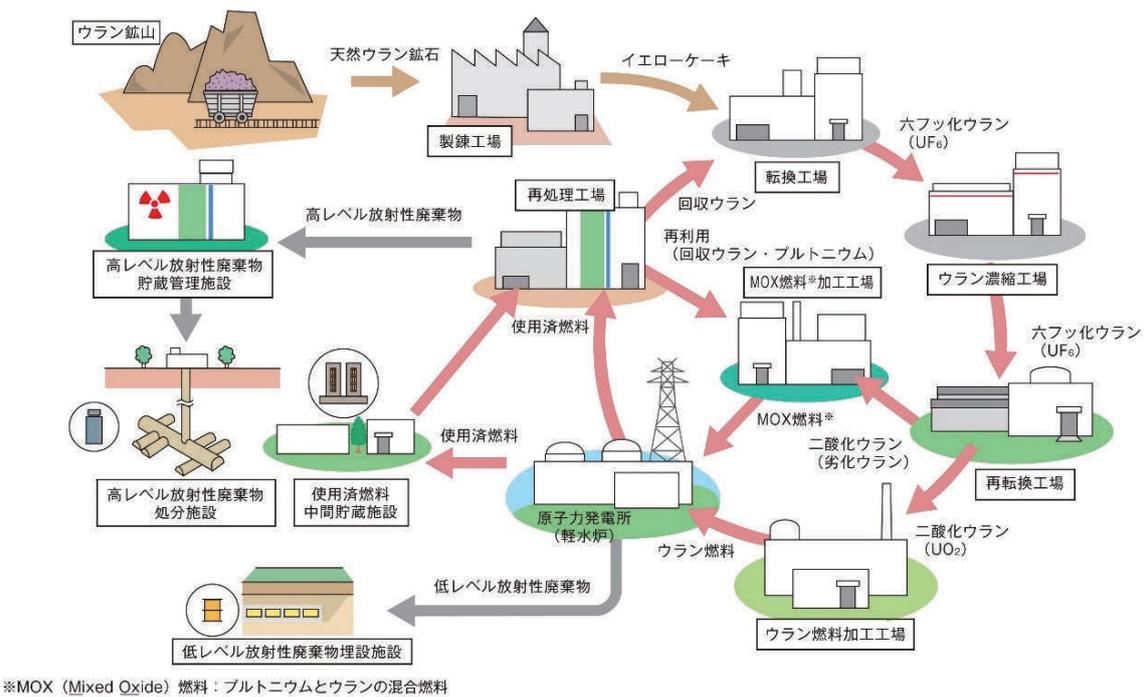


図 2-20 核燃料サイクルの概念

(出典)一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2016年)

② 核燃料サイクルに関する我が国の基本方針

エネルギー資源の大部分を輸入に依存している我が国では、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、核燃料サイクルの推進を基本方針としています。この基本方針に基づき、核燃料サイクル施設や原子力発電所の立地地域を始めとする国民の理解と協力を得つつ、安全の確保を大前提に、国や原子力事業者等による中長期的な取組が進められています（図 2-21）。

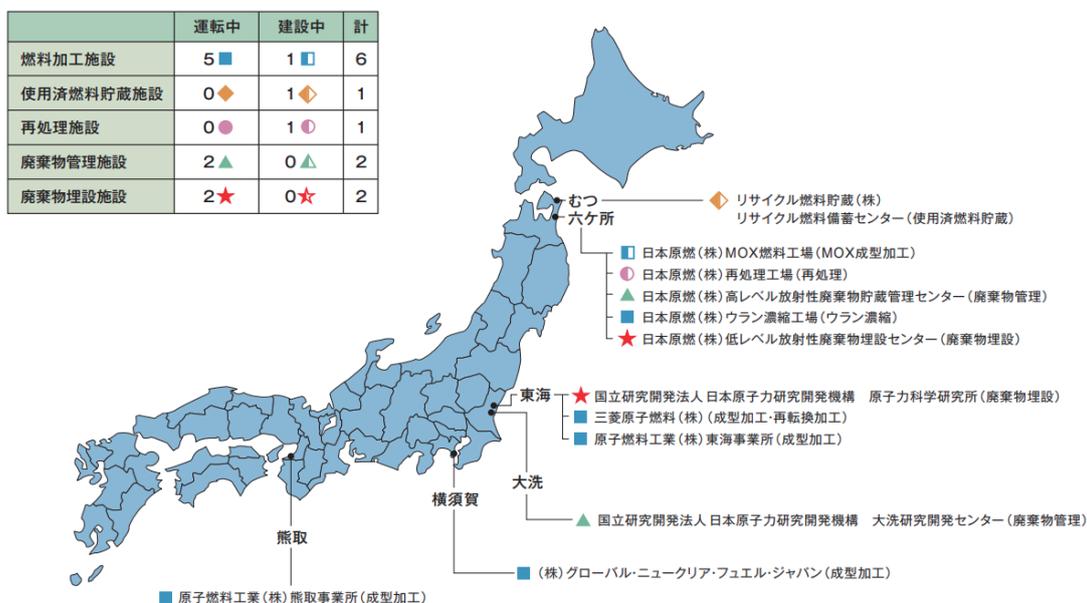


図 2-21 我が国の核燃料サイクル施設立地地点

(出典)一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2017年)

このうちウラン濃縮施設や使用済燃料の再処理施設は、核兵器の材料となる高濃縮ウランやプルトニウムを製造するための施設に転用されないことを確保する必要があります。我が国は、原子力基本法において原子力利用を厳に平和の目的に限るとともに、IAEA 保障措置の厳格な適用を受け、原子力の平和利用を担保しています。また、利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を引き続き堅持し、プルトニウムの適切な管理と利用に係る取組を実施しています²²。

なお、2020年7月の日本原燃六ヶ所再処理工場の新規基準適合性に係る事業変更許可を受け、同年10月に「核燃料サイクル協議会」が10年ぶりに開催されました。同協議会では、原子力・核燃料サイクル政策の推進、特定放射性廃棄物の最終処分²³、原子力人材育成・研究開発について、三村青森県知事と加藤内閣官房長官・関係閣僚等による意見交換が行われました。また、核燃料サイクル政策を我が国の基本的方針として引き続き堅持し、六ヶ所再処理工場やMOX燃料工場の竣工を進めるとともに、地元の理解を得ながらプルサーマルを推進すること、最終処分の実現に向けて国が前面に立って取り組むこと等が確認されました。

²² 第4章4-1(3)「政策上の平和利用」を参照。

²³ 高レベル放射性廃棄物及び一部の低レベル放射性廃棄物を地層処分すること。第6章表6-5を参照。

③ 天然ウランの確保に関する取組

天然ウランの生産国は、政治情勢が比較的安定している複数の地域に分散しています(図 2-22)。また、ウランは国内での燃料備蓄効果が高く、資源の供給安定性に優れています。冷戦構造の崩壊後、高濃縮ウランの希釈による発電用燃料への転用が開始されたことにより生産量は一時落ち込みましたが、需要はほぼ横ばいで推移しており、2011 年の東電福島第一原発事故以降も一定量の生産が維持されています(図 2-23)。

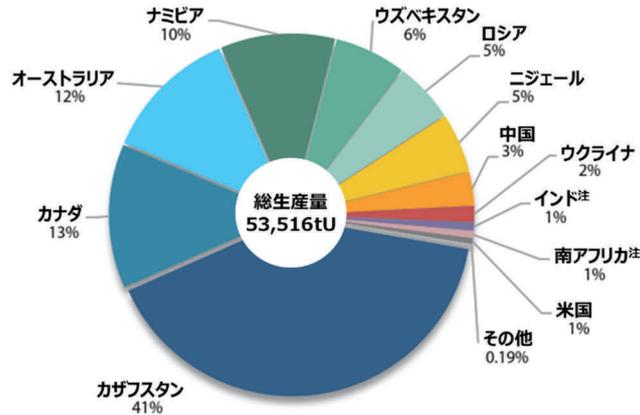


図 2-22 ウラン生産国の内訳 (2018 年)

(注) インドと南アフリカは、OECD/NEA 及び IAEA による推定値。

(出典) OECD/NEA & IAEA「Uranium 2020: Resources, Production and Demand」(2020 年)に基づき作成

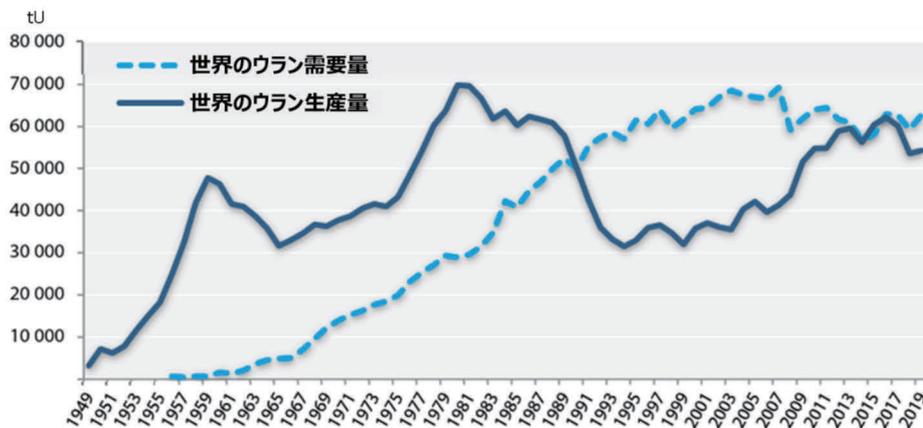


図 2-23 ウラン需給の変遷

(出典) OECD/NEA & IAEA「Uranium 2020: Resources, Production and Demand」(2020 年)に基づき作成

国際的なウラン価格は、2005 年以降、大きく変動しています。スポット契約価格²⁴は、2007 年から 2008 年にかけて急上昇した後、2009 年には急下落しました。一方で、長期契約価格は 2012 年頃まで上昇を続けましたが、その後は下降傾向にあります。近年では、スポット契約価格が 75 米ドル/kgU 程度、長期契約価格が 100 米ドル/kgU 程度で推移しています(図 2-24)。

²⁴ 長期契約等で定めた価格ではなく、一回の取引ごとに交渉で取り決めた価格。

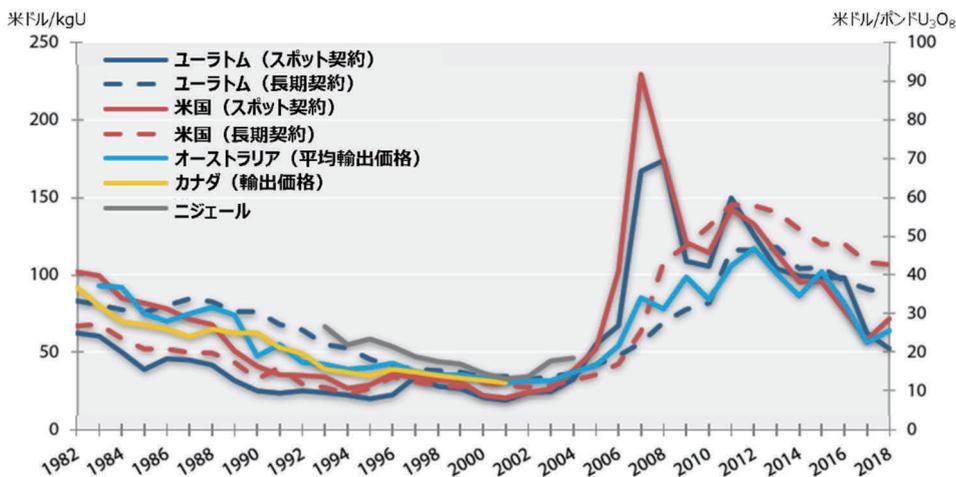


図 2-24 ウラン価格の推移

(出典) OECD/NEA & IAEA「Uranium 2020: Resources, Production and Demand」(2020年)に基づき作成

ウラン資源量について、原子力委員会は、2018年12月に公表した「高速炉開発について（見解）」において、枯渇が懸念される石油や天然ガス等の資源と同様に、ウランも資源量は探査技術、採掘技術の進歩とともに増加してきたとの見方を示しています。OECD/NEA と IAEA が共同で公表した報告書でも、2019年末における発見済の既知資源量は1997年に比べて増加しており、中長期的に見るとウラン資源量は増加してきたといえます。

一方で、今後の見通しについては、中国やインド等、世界的に原子力発電が拡大してウラン需要が高くなるケースでは、中長期的にウラン需給ひっ迫の可能性が高まると予測されています（図 2-25）。天然ウランの全量を海外から輸入している我が国にとって、安定的に天然ウランを調達することは重要な課題です。資源エネルギー庁は、資源国との関係強化に資する探鉱等について、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC²⁵）への支援を実施し、ウラン調達の多角化や安定供給の確保を図っています。

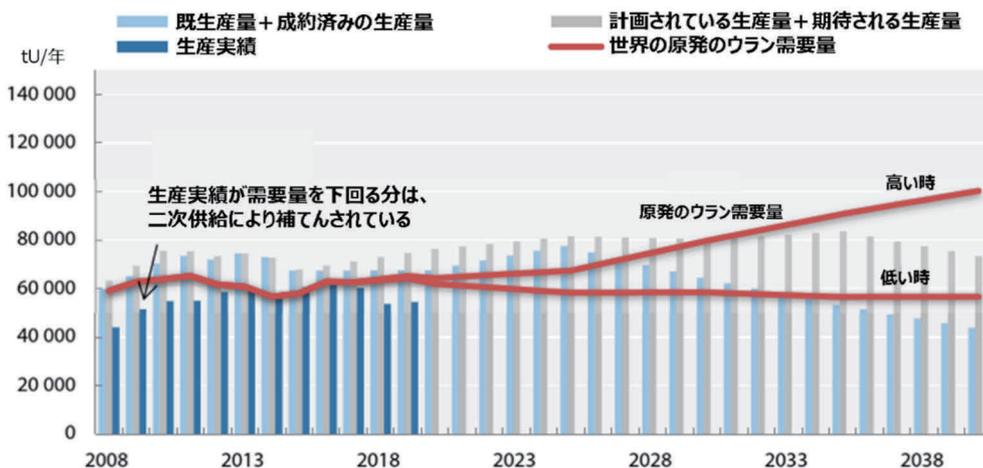


図 2-25 ウラン需給の見通し

(出典) OECD/NEA & IAEA「Uranium 2020: Resources, Production and Demand」(2020年)に基づき作成

²⁵ Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

④ ウラン濃縮に関する取組

原子力発電所で利用されるウラン 235 は、天然ウラン中には 0.7%程度しか含まれていないため、3～5%まで濃縮した上で燃料として使用されています（図 2-26）。初期にはガス拡散法というウラン濃縮手法が用いられていましたが、現在は、遠心分離法が主流になっています。我が国では、日本原燃の六ヶ所ウラン濃縮工場（濃縮能力は年間 75tSWU²⁶）において、1992 年から濃縮ウランが生産されています。2012 年からは、日本原燃が開発した、より高性能で経済性に優れた新型遠心分離機が段階的に導入されています。

なお、世界のウラン濃縮能力は表 2-3 のとおりです。

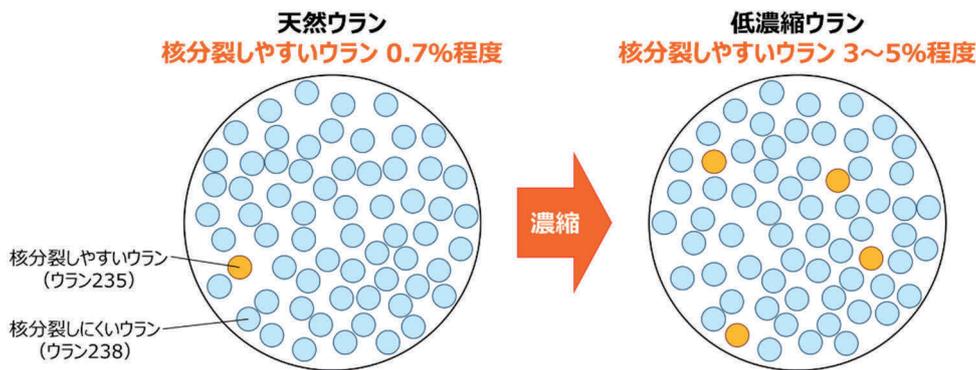


図 2-26 ウラン濃縮のイメージ

(出典)内閣府作成

表 2-3 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	75
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	核工業集团公司 (CNNC ²⁷)	陝西省漢中、甘肅省蘭州	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)世界原子力協会(WNA)「Uranium Enrichment」(2020年)等に基づき作成

²⁶ 天然ウランから濃縮ウランを製造する際に必要な作業量を表す単位。

²⁷ China National Nuclear Corporation

⑤ 濃縮ウランの再転換・ウラン燃料の成型加工に関する取組

濃縮ウランから軽水炉用のウラン燃料を製造するためには、六フッ化ウランから粉末状の二酸化ウランにする再転換工程と、粉末状の二酸化ウランを成型、焼結し、ペレット状に加工し、被覆管の中に収納して燃料集合体に組み立てる成型加工工程の2つの工程が必要となります。

再転換工程については、国内では三菱原子燃料株式会社のみが実施しています。なお、東電福島第一原発事故前は、海外で濃縮し再転換されたものの輸入も行われていました。

成型加工工程については、国内では三菱原子燃料株式会社、株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン及び原子燃料工業株式会社の3社が実施しています。なお、東電福島第一原発事故前は、加圧水型軽水炉（PWR）用と沸騰水型軽水炉（BWR）用ともに、国内で必要とされる量の大部分をこの3社で賄っていました。

⑥ 使用済燃料の再処理に関する取組

1) 使用済燃料再処理機構の設立

再処理等が将来にわたって着実に実施されるよう、「原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律」（平成17年法律第48号。平成28年法律第40号により改正。以下「再処理等拠出金法」という。）に基づき、2016年10月に使用済燃料再処理機構（以下「再処理機構」という。）が設立されました（図2-27）。なお、再処理等拠出金法の附帯決議において、経済産業大臣が再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画を認可する際には、原子力委員会の意見を聴くものとされています²⁸。

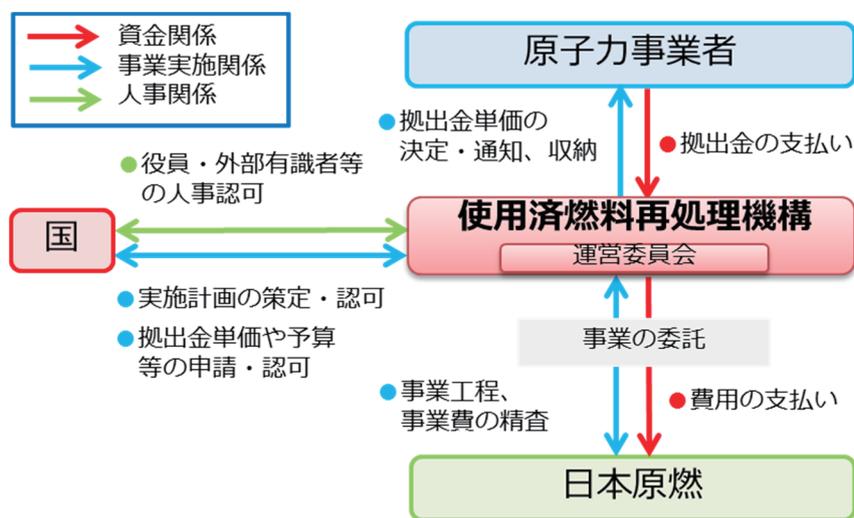


図 2-27 原子力発電における使用済燃料の再処理等のための拠出金制度の概要

（出典）第20回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料2 資源エネルギー庁「使用済燃料の再処理等に係る制度の見直しについて」（2016年）に基づき作成

²⁸ 第4章4-1(3)④「プルトニウム・バランスに関する取組」を参照。

2) 使用済燃料の貯蔵及び再処理の推進

軽水炉でウラン燃料を使用することにより発生する使用済燃料は、中間貯蔵施設等において貯蔵された後、再処理によりウラン及びプルトニウムが分離・回収されます。

リサイクル燃料貯蔵株式会社のリサイクル燃料備蓄センター（むつ中間貯蔵施設）は、最終的に5,000tの貯蔵容量拡大を計画している中間貯蔵施設です。原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査の結果、同施設は2020年11月に使用済燃料の貯蔵事業の変更許可を受け、竣工に向け取組を進めています。

日本原燃再処理事業所の六ヶ所再処理工場（再処理能力は年間800tU）では、2000年12月から使用済燃料の受入れ・貯蔵が開始され、2021年3月末時点で約3,393tが搬入されています。また、そのうち約425tがアクティブ試験²⁹において再処理されています。原子力規制委員会は2020年7月、新規制基準への適合性審査の結果、同事業所における再処理の事業変更許可を行いました。これを受け、安全性向上対策工事（図2-28）の工程見直しが行われ、施設の竣工時期は2022年度上期に延期されています。



図 2-28 日本原燃六ヶ所再処理工場の冷却塔移設工事（竜巻対策）の様子

（出典）日本原燃「再処理工場の主な安全性向上対策のための準備工事状況について」

我が国では、原子力機構の東海再処理施設を中心として再処理及び再処理技術に関する研究開発を行い、1977年から2007年まで累積で約1,140tの使用済燃料の再処理を実施しました。この過程を通じて得られた技術は、日本原燃への移転がほぼ完了しています。2018年6月には東海再処理施設の廃止措置計画が原子力規制委員会により認可され、高放射性廃液のガラス固化等を最優先で進めることとしています。なお、ガラス固化作業については、2019年7月から機器の不具合により処理が中断されており、原子力機構において、処理再開に向けた作業等が進められています。

なお、我が国の使用済燃料の一部は、英国及びフランスの再処理施設で再処理されてきました。世界の再処理能力は表2-4のとおりです。

表 2-4 世界の主な再処理施設（2020年）

国名	運転者	所在地（施設名）	再処理能力 (tU/年)	営業開始時期	
フランス	オラノ社	ラ・アージュ	1,700	1966年	
英国	セラフィールド社	カンブリア・シー スケール	(ソープ)	900	1994年（2018年閉鎖）
			(マグノックス)	1,000	1964年（2021年閉鎖予定）
ロシア	生産公社マヤーク	チェリャビンスク	400	1977年	
日本	原子力機構	茨城県東海村	120	1981年（廃止措置中）	
	日本原燃	青森県六ヶ所村	800	2022年度上期竣工予定	

（出典）一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」（2020年）、英国セラフィールド社ウェブサイトに基づき作成

²⁹ 再処理工場の操業開始に向けて実施される試験運転のうち、最終段階の試験運転として、実際の使用済燃料を用いてプルトニウムを抽出する試験。

⑦ ウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料製造に関する取組

再処理施設で回収されたウラン及びプルトニウムは、MOX 燃料へと成型加工されます。我が国では、日本原燃が商用の軽水炉用 MOX 燃料加工施設（最大加工能力は年間 130tHM³⁰）の建設を進めています（図 2-29）。原子力規制委員会による新規規制基準への適合性審査の結果、同施設は 2020 年 12 月に加工事業の変更許可を受けました。これに伴い、安全性向上対策のために必要な工事工程の精査が行われ、同施設の竣工時期は 2024 年度上期に延期されています。



図 2-29 日本原燃 MOX 燃料加工施設の建設工事の様子（2021 年 1 月）

（出典）日本原燃「MOX 燃料工場の建設状況」

なお、原子力機構を中心として、高速増殖原型炉もんじゅ（以下「もんじゅ」という。）、高速実験炉原子炉施設（以下「常陽」という。）等の高速増殖炉、新型転換炉等に使用するための MOX 燃料製造（成型加工）に関する研究開発の実績があり、2010 年までに累積で約 173tHM の MOX 燃料が製造されました。また、海外の再処理施設で回収された我が国のプルトニウムは、MOX 燃料体に加工された上で我が国に輸送されています。世界の MOX 燃料加工能力は表 2-5 のとおりです。

表 2-5 世界の主な MOX 燃料加工施設（2020 年）

国名	運転者	所在地	MOX 燃料製造能力 (tHM/年)	営業開始時期
フランス	オラノ社	パニョルーシュレーセズ	195	1995 年
日本	原子力機構	茨城県東海村	4.5	1988 年
	日本原燃	青森県六ヶ所村	130（最大）	2024 年度上期竣工予定
ベルギー	FBFC インター ナショナル社	デッセル	200	1960 年（2015 年閉鎖）

（出典）一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」（2020 年）、日本原燃「MOX 燃料工場のしゅん工時期の変更について」（2020 年）に基づき作成

³⁰ MOX 燃料中のプルトニウムとウラン金属成分の質量。

⑧ 軽水炉による MOX 燃料利用（プルサーマル）に関する取組

MOX 燃料を原子力発電所の軽水炉で利用することを、「プルサーマル」といいます。我が国では、第 5 次エネルギー基本計画において、関係自治体や国際社会の理解を得つつ、プルサーマルを着実に推進することとしています。

また、2018 年 7 月に改定された原子力委員会の「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」では、プルトニウムの需給バランスを確保し、プルトニウム保有量を必要最小限とする方針が明示されています³¹。これを踏まえ、電気事業連合会は 2020 年 12 月に、新たなプルサーマル計画を公表しました。同計画では、プルトニウム保有量の適切な管理のため、自社で保有するプルトニウムを自社の責任で消費することを前提に、図 2-30 に示す対応を行い、引き続きプルサーマルの推進を図るとしています。加えて、電気事業連合会は、2021 年 2 月に新たなプルトニウム利用計画を公表しました³²。

- ◇ プルサーマルを早期かつ最大限導入することを基本とする。
- ◇ このため、全ての事業者は、地域の皆さまのご理解を前提に、中長期的な取組として、稼働する全ての原子炉を対象に一基でも多くプルサーマルが導入できるよう検討し、プルトニウムの需給バランスの確保に最大限取り組む。
- ◇ その上で、2030 年度までに、少なくとも 12 基の原子炉で、プルサーマルの実施を目指す。
- ◇ さらに、事業者間の連携・協力等により、国内外のプルトニウム利用の促進・保有量の削減を進める。

図 2-30 新たなプルサーマル計画で示された対応

(出典)電気事業連合会「新たなプルサーマル計画について」(2020 年)に基づき作成

海外では 1970 年代からプルサーマルの導入が開始され、2020 年 1 月時点で、約 7,300 体の MOX 燃料の利用実績があります。我が国では、表 2-6 に示す 5 基においてプルサーマルを実施した実績があります。このうち東電福島第一原発 3 号機を除く 4 基は、2021 年 3 月末時点で、新規制基準への適合審査に係る設置変更許可を受けて再稼働しています。また、建設中の電源開発株式会社大間原子力発電所を含め、6 基が原子力規制委員会の審査を受けています。大間原子力発電所では、運転開始時には全燃料の約 3 分の 1 を MOX 燃料とし、その後 5 年から 10 年をかけて MOX 燃料の割合を段階的に増加させ、最終的には全て MOX 燃料による発電を行う予定です。

表 2-6 我が国の軽水炉における MOX 燃料利用実績

電力会社名	発電所名	装荷 ³³ 開始	MOX 燃料の累積装荷数	状況
九州電力(株)	玄海 3	2009 年	32 体	再稼働
四国電力(株)	伊方 3	2010 年	16 体	再稼働
関西電力(株)	高浜 3	2010 年	28 体	再稼働
	高浜 4	2016 年	20 体	再稼働
東京電力	福島第一 3	2010 年	32 体	2012 年 4 月廃止

(出典)一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2020 年)に基づき作成

³¹ 第 4 章 4-1(3)①「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」を参照。

³² 第 4 章 4-1(3)③「プルトニウム利用目的の確認」を参照。

³³ 原子炉の炉心に燃料集合体を入れること。

⑨ 高速炉に関する検討状況

我が国の将来的な高速炉開発方針案の検討・策定作業を行うために設置された「高速炉開発会議」での検討を踏まえ、2016年12月に開催された第6回原子力関係閣僚会議では、『もんじゅ』の取扱いに関する政府方針」とともに、「高速炉開発の方針」が決定され、「もんじゅ」は今後、廃止措置に移行し、併せて将来の高速炉開発における新たな役割を担うよう位置付けられました。

2018年12月に開催された原子力関係閣僚会議において、今後10年程度の高速炉開発に関する「戦略ロードマップ」が決定されました。同ロードマップでは、高速炉の本格利用が期待される時期は、21世紀後半のいずれかのタイミングとなる可能性があります。

なお、原子力委員会は、戦略ロードマップの決定に先立ち、高速炉開発に関する見解を公表しました(図2-31)。同見解では、原子力技術の可能性の一つとして高速炉開発を支持しつつ、軽水炉の長期利用も念頭に置き、市場で使われてこそ意味のあるものとの意識で常に取り組むことが必要不可欠であるとしています。

戦略ロードマップ案について

- ◇ 民間主導のイノベーションを促進することや多様な選択肢、柔軟性を確保するなど、これまでの原子力委員会の考え方を踏まえたものと評価する。

高速炉について

- ◇ 高速炉は原子力技術の可能性の一つであるが、経済性に十分留意することが必要である。
- ◇ 再処理技術が確立していることが前提である以上は、軽水炉核燃料サイクル技術の実用化の知見を十分に生かすことも重要である。国民の利益と負担の観点から、安価な電力を安全かつ安定的に供給するという原点を改めて強く意識し、多様な選択肢と柔軟性を維持しつつ、市場で使われてこそ意味のあるものとの意識で常に取り組むことが必要不可欠であろう。

高速炉と核燃料サイクルの今後の検討について

- ◇ 国民の利益や原子力発電技術の維持、国際市場への対応の観点で検討を進めること、また、これまで得られてきた技術的成果や知見を踏まえて、その在り方や方向性を将来にわたって引き続き検討していくことが必要である。

図 2-31 原子力委員会の「高速炉開発について（見解）」の概要

(出典)原子力委員会「高速炉開発について(見解)」(2018年)に基づき作成

なお、高速炉の研究開発に関しては、第8章8-2(4)「高速炉に関する研究開発」に記載しています。

第3章 国際潮流を踏まえた国内外での取組

3-1 国際的な原子力の利用と産業の動向

世界では、東電福島第一原発事故後、脱原発に転じる国々が現れた一方で、電力需要増大への対応と地球温暖化対策の両立がグローバルな課題として認識され、英国のように原子力を継続的に発電に利用する方針を示している国もあります。また、アジア、中近東、アフリカ等では、新たに原子力開発が進展している国もあります。さらに、中国やロシア等を中心に、これらの新興国に対して積極的に自国の原子力発電技術を輸出する動きも見られます。このように社会・経済全体がグローバル化する中、世界における我が国の原子力利用の在り方が問われています。我が国の原子力関係機関は国際感覚の向上に努め、国際的な知見や経験を収集・共有・活用し、様々な仕組みを我が国の原子力利用に適用していく必要があります。

(1) 国際機関等の動向

① 国際原子力機関（IAEA）

IAEA は、原子力の平和的利用を促進すること、原子力の軍事利用への転用を防止することを目的として、1957年に国連総会決議を経て設置されました。IAEAには2021年3月末時点で172か国が加盟しており、約40名の日本人職員がIAEA事務局で勤務しています。IAEAは発電のほか、がん治療や食糧生産性の向上等、非発電分野も含めた様々な目的のために原子力技術を活用する取組を行っています。

2020年6月には、IAEAサイバースドルフ原子力応用研究所において、故・天野之弥事務局長¹の業績を称え命名された「天野之弥研究棟」が開所しました（図3-1）。この研究棟は、食糧・環境保護研究棟、畜産・動物衛生研究棟、土壌・水資源管理・穀物栄養学研究棟で構成されています。



図 3-1 天野之弥研究棟の開所式典の様子

（出典）外務省「IAEA『天野之弥研究棟』開所式典」（2020年）

¹ 2009年12月からIAEA事務局長を務めていた天野之弥氏は、2019年7月に逝去。

グロッシェ事務局長は、これまでの放射線や放射性同位元素の利用推進事業において培った研究ネットワークを活用し、新型コロナウイルス感染症等の動物由来の感染症に関する検査・分析能力強化を支援するための新プロジェクトである統合的人畜共通感染症行動 (ZODIAC²) を提案しました。2020年11月のIAEA理事会において、ZODIACを進めるための技術協力プログラムが承認されています。

② 経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA)

OECD/NEAは、参加国間の協力を促進することにより、安全かつ環境的にも受け入れられる経済的なエネルギー資源としての原子力エネルギーの発展に貢献することを目的として、原子力政策、技術に関する情報・意見交換、行政上・規制上の問題の検討、各国法の調査及び経済的側面の研究等を実施しています。OECD/NEAには2021年3月末時点で34か国が参加しており、加盟各国代表により構成される運営委員会が政策的な決定を行い、具体的な活動は8つの常設技術委員会等で実施しています (図 3-2)。また、次長ポストを含め、4名の日本人職員が勤務しています (その他、コンサルタント4名が勤務しています)。

OECD/NEAは、原子力安全や放射性廃棄物管理分野を中心に原子力科学や放射線防護、原子力法分野の共同プロジェクトやデータベースプロジェクトを実施・運用しており、加盟各国で知見や経験を共有するとともに、多くの成果を報告書として公表しています。



図 3-2 OECD/NEA の委員会組織図

(出典) 外務省「経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA)」及び OECD/NEA「NEA Mandates and Structures」に基づき作成

² Zoonotic Disease Integrated Action

③ 原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）は、1950年代に大気圏核実験が頻繁に行われ、大量に放出された放射性物質による環境や健康への影響についての懸念が増大する中、1955年の国連総会決議により設立されました。UNSCEARには2021年3月末時点で27か国が加盟しており、科学的・中立的な立場から、放射線の人・環境等への影響等について調査・評価等を行い、毎年国連総会へ結果の概要を報告するとともに、数年ごとに詳細な報告書を出版しています。

2021年3月には、報告書「2011年東日本大震災後の福島第一原子力発電所における事故による放射線被ばくのレベルと影響：UNSCEAR2013年報告書刊行後に発表された知見の影響」を公表しました³。

④ 世界原子力協会（WNA）

世界原子力協会（WNA⁴）は、原子力発電を推進し原子力産業を支援する世界的な業界団体であり、情報の提供を通じて原子力発電に対する理解を広めるとともに、原子力産業界として共通の立場を示し、エネルギーを巡る議論に貢献していくことを使命としています。WNAには、世界の原子炉ベンダー、原子力発電事業者に加え、エンジニアリングや建設、研究開発を行う企業・組織等、産業全体をカバーするメンバーが参加しており、「原子力産業界の相互協力」、「一般向けの原子力基本情報やニュースの提供」、「国際機関やメディア等、エネルギーに関する意思決定や情報伝播に影響を持つステークホルダーとのコミュニケーション」の3つの分野での活動を行っています。

⑤ 世界原子力発電事業者協会（WANO）

世界原子力発電事業者協会（WANO⁵）は、チェルノブイリ原子力発電所事故を契機に、自社・自国内のみでの取組には限界があると認識した世界の原子力発電所事業者によって1989年に設立されました。WANOは、世界の原子力発電所の運転上の安全性と信頼性を最高レベルに高めるために、共同でアセスメントやベンチマーキングを行い、更に相互支援、情報交換や良好事例の学習を通じて原子力発電所の運転性能（パフォーマンス）の向上を図ることを使命としています。この使命の下で、原子力発電所に対する他国事業者の専門家チームによるピアレビュー、原子力発電所の運転経験・知見の収集分析・共有、各種ガイドライン等の作成、ワークショップやトレーニングプログラムの提供等を実施しています。

³ 第1章1-1(2)③1「放射線による健康影響の調査」を参照。

⁴ World Nuclear Association

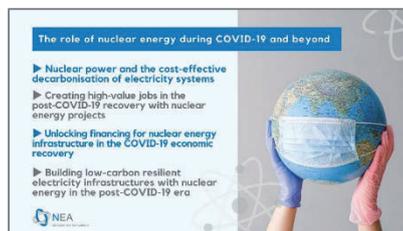
⁵ World Association of Nuclear Operators

コラム

～国際機関の報告書：ポストコロナ社会における原子力の役割～

OECD/NEA は 2020 年 6 月に、「新型コロナウイルス感染症の流行下とその後における原子力の役割 (The role of nuclear energy during COVID-19 and beyond)」に関する 4 つの政策文書を発表しました。OECD/NEA はこれらの文書で各国政府に対し、新型コロナウイルス感染症流行後（以下「ポストコロナ」という。）の経済回復を、気候変動目標達成に向けたエネルギー変革の好機として活用することを推奨するとともに、原子力が果たす役割や必要な施策等について説明しています。公表された 4 つの政策文書ではそれぞれ、以下のよう主張が示されています。

- ◇ 電力コストの著しい上昇や安定供給への影響といったリスクを抑えつつ、カーボンニュートラルな電力システムへの移行を図るには、低炭素かつ低コストな原子力発電の活用が必要である。
- ◇ ポストコロナの経済回復において、原子力のような大規模かつ長期的にわたるプロジェクトに投資することは、高賃金・高スキル（高付加価値）な雇用や、地元経済に対する高い波及効果の創出に貢献する。
- ◇ ただし、プロジェクトの規模が投資の障壁となりうることから、原子力のように大規模で長期的な低炭素インフラへの投資にインセンティブを与えるような、政策や市場枠組みの構築が必要である。
- ◇ 原子力は、ポストコロナの社会における低炭素で強靱な電力インフラ構築に貢献する。



WNA も 2020 年 7 月に、政策文書「より強い明日を作るーパンデミック後の世界における原子力ー (Building a stronger tomorrow: Nuclear power in the post-pandemic world)」を発表しました。同文書では、世界には、必要な許認可等を取得済みで適切な支援さえあればすぐにでも着工可能な原子炉建設計画が 108 基分あり、ポストコロナの経済回復段階でこのような原子炉建設を進めることにより、短期的な雇用増加に加え、長期的にも高付加価値な仕事の創出につながるとしています。また、既設炉の長期運転を進めることにより、クリーンで安価な電力の供給が可能になることに加え、長期運転に関連して行われる改修工事等によって雇用や経済効果の創出が可能であるとしています。このように、原子力への投資は短期・長期の経済効果をもたらすとともに、低炭素で強靱かつ安価なインフラの構築に寄与するとした上で、WNA は政策立案者に対して以下の 3 点を求めています。

- ◇ エネルギー変革を計画する際は、原子力が社会経済、環境、公衆衛生にもたらす利益も常に考慮し、こうした利益が発揮されるような政策をとる。
- ◇ 計画済みの原子炉の建設を加速し、さらに、30 年以上稼働している 290 基の既存炉の長期運転を図る。
- ◇ 原子力への投資を促進し、資金調達上の制約を外す適切な枠組みを構築する。



(2) 海外の原子力発電主要国の動向

① 米国

米国は、2021年3月末時点で94基の実用発電用原子炉が稼働する、世界第1位の原子力発電利用国であり、ボーグル原子力発電所3、4号機の2基のプラントの建設が進められています。原子力発電に対しては、共和・民主両党の超党派的な支持が得られています。2021年1月に就任した民主党のバイデン大統領は、大統領選挙時から、気候変動対策の一環として先進的原子力技術等の重要なクリーンエネルギー技術のコストを劇的に低下させ、それらの商用化を速やかに進めるために投資を行っていく方針を明らかにしています。先進炉や小型モジュール炉（SMR⁶）の開発にも積極的に取り組んでおり、エネルギー省（DOE⁷）が2020年に開始した「革新的原子炉実証プログラム（ARDP⁸）」等を通じて開発支援を行っており、多数の民間企業も参画しています⁹。

米国における原子力安全規制は、原子力規制委員会（NRC）が担っています。NRCは、稼働実績とリスク情報に基づく原子炉監視プロセス（ROP）等を導入することで、合理的な規制の施行に努めています。また、産業界の自主規制機関である原子力発電運転協会（INPO）や、原子力産業界を代表する組織である原子力エネルギー協会（NEI）も、安全性の向上に向けた取組を進めています。

また、原子力発電所の80年運転に向けて、2度目となる20年間の運転認可更新が進められています。2021年3月末時点で、NRCから更新の承認を受けて80年運転が可能となった原子炉が合計4基、NRCが更新申請を審査中の原子炉が合計6基となっています（表3-1）。

表3-1 米国における80年運転に向けた運転認可更新の状況（2021年3月末時点）

80年運転に向けた運転認可更新の状況	原子炉
NRCが承認済	ターキーポイント3、4号機（2019年12月承認）
	ピーチボトム2、3号機（2020年3月承認）
NRCが審査中	サリー1、2号機
	ノースアナ1、2号機
	ポイントビーチ1、2号機

（出典）NRC「Status of Subsequent License Renewal Applications」に基づき作成

米国では、民生・軍事起源の使用済燃料や高レベル放射性廃棄物を同一の処分場で地層処分する方針に基づき、ネバダ州ユッカマウンテンでの処分場建設が計画されています。2009年に発足したオバマ政権は、同計画を中止する方針でした。2017年に誕生したトランプ政権は一転して計画継続を表明しましたが、2018年から2020会計年度にかけて連邦議会は同計画への予算配分を認めませんでした。このような状況の中、2021会計年度の予算要求では、膠着状態を傍観せずに代替の解決策を策定する方針が表明されています。

⁶ Small Modular Reactor

⁷ Department of Energy

⁸ Advanced Reactor Demonstration Program

⁹ さらに、2021年4月27日、国務省が、気候変動対策の一環として国際支援プログラム「SMR技術の責任ある活用に向けた基本インフラ（FIRST）」を始動すると発表。

② フランス

フランスでは、2021年3月末時点で56基の原子炉が稼働中です。我が国と同様にエネルギー資源の乏しいフランスは、総発電電力量の約7割を原子力発電で賄う原子力立国であり、その規模は米国に次ぐ世界第2位となっています。また、10年ぶりの新規原子炉となるフラマンビル3号機の建設が、2007年以降進められています。

2015年にエネルギー転換法が制定され、国内の原子力発電の割合を現行の75%から2025年までに50%に削減する目標が規定されました。しかし、2017年に、この目標を実現するためには既存の石炭火力発電所の維持とガス火力発電所の新規建設が必要との分析結果を送電系統運用会社が提示したことを受け、政府は原子力比率の削減目標達成時期を2025年から2035年に先送りしました。また、2020年4月に政府が公表した改定版多年度エネルギー計画（PPE¹⁰）では、2035年の減原子力目標達成のため、十数基の90万kW級原子炉を閉鎖する方針が示される一方で、2035年以降の低炭素電源の確保のため、原子力発電比率の維持も念頭に、6基の欧州加圧水型原子炉（EPR）の新設を想定して原子炉新設の検討を2021年頃まで行う方針も示されています。

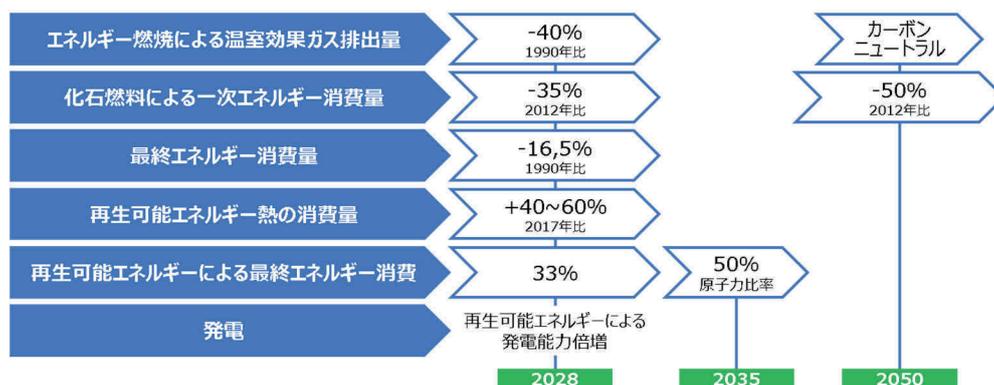


図 3-3 改訂版多年度エネルギー計画（PPE）における主な目的

(出典)フランス環境連帯移行省「Programmation pluriannuelle de l'énergie résumée en 4 pages」(2020年)に基づき作成

このように原子力削減の方向性は示されていますが、一方で、フランス政府は原子炉等の輸出を支持しています。政府による原子力産業界の再編の結果、燃料サイクル事業はオラノ社、原子炉製造事業はフラマトム社が、それぞれ担っています。フラマトム社が開発したEPRは、既に中国で2基の運転が開始されているほか、フランス及びフィンランドでは1基ずつ、英国では2基の建設が進められています。

高レベル廃棄物処分に関しては、2006年に制定された放射性廃棄物等管理計画法に基づき、「可逆性のある地層処分」を基本方針として、放射性廃棄物管理機関（ANDRA¹¹）がフランス東部ビュール近傍で高レベル放射性廃棄物等の地層処分場の設置に向けた準備を進めています。同処分場の操業開始は2030年頃と見込まれています。

¹⁰ Programmes pluriannuels de l'énergie

¹¹ Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

③ ロシア

ロシアでは、2021年3月末時点で38基の原子炉が稼働中で、2019年の原子力発電比率は約20%です。また、2基が建設中です。2020年5月には、初の浮揚式原子力発電所であるアカデミック・ロモノソフ2基が商業運転を開始しました。また、高速炉についても、ベロヤルスクでナトリウム冷却型高速炉の原型炉1基、実証炉1基の合計2基が運転中です。

原子力行政に関しては、国営企業ロスアトムが民生・軍事両方の原子力利用を担当し、連邦環境・技術・原子力監督局が民生利用に係る安全規制・検査を実施しています。

ロシアは、2030年までに発電電力量に占める原子力の割合を25%に高め、従来発電に用いていた国内の化石燃料資源を輸出に回す方針です。また、原子力事業の海外展開を積極的に進めており、ロスアトムは旧ソ連圏以外のイラン、中国、インドにおいてロシア型加圧水型原子炉（VVER）を運転開始させているほか、トルコやフィンランド等にも進出しています。原子炉や関連サービスの供給と併せて、建設コストの融資や投資建設（Build）・所有（Own）・運転（Operate）を担うB00方式での契約も行っており、初期投資費用の確保が大きな課題となっている輸出先国に対するロシアの強みとなっています。

また、核燃料供給保証¹²を目的として、シベリア南東部のアンガルスクに国際ウラン濃縮センター（IUEC¹³）を設立し、IAEAの監視の下、約120tの低濃縮ウランを備蓄しています。

④ 中国

中国では、2021年3月末時点で49基の原子炉が稼働中で、設備容量は合計4,700万kWを超えています。また、17基の原子炉が建設中です。原子力発電の利用拡大が進められており、2021年1月には、中国国産の第3世代炉である華龍1号の世界初号機となる福清5号機（福建省）が営業運転を開始しました。

また、中国核工業集团公司（CNNC）と中国広核集団（CGN¹⁴）がそれぞれ軽水炉の国産化を進めてきましたが、これを統合して華龍1号を開発し、2015年に両社出資による華龍国際核電技術有限公司（華龍公司）が発足しました。華龍1号は国内外での展開を想定しており、中国国内では福清5号機に続き、更に8基が建設中です。国外でも、華龍1号を採用したパキスタンのカラチ原子力発電所2、3号機の建設が進められています。

英国でも、2015年の両国首脳合意に基づき、原子力発電所新規建設への中国企業の出資や華龍1号の建設が検討されています（表3-2）。そのほか、中国の原子力事業者は、東欧、中東、アジア、南米においても、各種原子炉の建設協力に向け、協力覚書の締結等を進めています。

なお、中国はクローズドサイクルの実現に向けた高速炉開発も進めており、2017年には高速実証炉の建設が開始されています。

¹² 第4章4-3(3)④「核燃料供給保証に関する取組」を参照。

¹³ International Uranium Enrichment Centre

¹⁴ China General Nuclear Power Corporation

⑤ 英国

英国では、2021年3月末時点で15基の原子炉が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約16%です。北海ガス田の枯渇や気候変動が問題となる中、英国政府は2008年以降一貫して原子炉新設を推進していく政策方針を掲げています。2020年11月には「10 Point Plan」を公表し、「英国は原子力技術のリーダーであり続ける」ことを宣言するとともに、SMRの開発等を目指すための革新原子力ファンドの創設も示しました。

2021年3月末時点では、フランス電力（EDF¹⁵）と中国広核集団（CGN）の出資により、ヒンクリーポイントC原子力発電所（図3-4）、サイズウェルC原子力発電所及びブラッドウェルB原子力発電所において新設計画が進められています（表3-2）。

表 3-2 英国での主たる原子炉新設プロジェクト

電力会社・コンソーシアム	サイト	炉型	基数
EDF と CGN	ヒンクリーポイントC	EPR	2
EDF と CGN	サイズウェルC	EPR	2
EDF と CGN	ブラッドウェルB	華龍1号	2

(注)各プロジェクトへのEDFとCGNの出資比率はサイトによって異なる。

(出典)WNA「Nuclear Power in the United Kingdom」に基づき作成



図 3-4 建設中のヒンクリーポイントC原子力発電所

(出典)EDF「Coronavirus update from Hinkley Point C - 23 July」及び「Big Carl's biggest lift ends 2020 at Hinkley Point C」

高レベル廃棄物処分に関しては、英国政府は2006年、国内起源の使用済燃料の再処理で生じるガラス固化体について、再処理施設内で貯蔵した後、地層処分する方針を決定しました。2018年に公開した白書「地層処分の実施—地域との協働：放射性廃棄物の長期管理」に基づき、地域との協働に基づくサイト選定プロセスを開始しています。

なお、英国は2016年の国民投票の結果を受け、2020年1月末にEU及び欧州原子力共同体（ユーラトム）から離脱し、移行期間も同年12月末に終了しました。英国政府は、ユーラトム離脱後も原子力平和利用に関する国際協力を維持していくため、2018年に、IAEAとの間で保障措置協定及び追加議定書に署名するとともに、米国、オーストラリア、カナダとの間でそれぞれ二国間原子力協定に署名しました。また、2020年12月にはユーラトムとの間でも二国間原子力協定に署名しました。

¹⁵ Électricité de France

⑥ 韓国

韓国では、2021年3月末時点で24基の原子炉が運転中で、2019年の原子力発電比率は約26%です。また、4基の原子炉が建設中です。2017年に発足した文在寅（ムン・ジェイン）政権は、原子炉の新增設を認めず、設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する漸進的な脱原子力を進める方針を掲げています。政府は、討論型世論調査の結果を踏まえ、同年10月に、計画段階にあった6基の新設を白紙撤回し、設計寿命満了後の原子炉の運転延長を禁止する脱原子力ロードマップを決定しました。

国内で脱原子力政策を進める一方で、文政権は、輸出については国益にかなう場合は推進する方針を打ち出しています。韓国電力公社（KEPCO¹⁶）は、アラブ首長国連邦（UAE）のバラカ原子力発電所において、4基の韓国次世代軽水炉 APR-1400 の建設を進めてきました。1号機は2018年に竣工し、2020年には2月に60年の運転認可が発給され、同年3月に燃料装荷後、同年12月に定格出力に到達しており、2021年内予定の営業運転開始に向けた準備が進められています。また、2号機も2020年7月に竣工し、2021年3月に運転認可を取得しました。韓国政府はそのほかにも、サウジアラビア、チェコ等の原子炉の新設を計画する国に対してアプローチしています。

⑦ カナダ

カナダは世界有数のウラン生産国の一つであり、世界全体の生産量の約22%を占めています。2021年3月末時点で19基の原子炉がオンタリオ州とニューブランズウィック州で稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約15%です。原子炉は全てカナダ型重水炉（CANDU炉）であり、国内で生産される天然ウランを濃縮せずに燃料として使用しています。

現在や将来の電力需要に対応するために、州政府や原子力事業者は、原子炉の新增設よりも既存原子炉の改修・寿命延長計画を優先的に進めています。オンタリオ州では10基の既存炉を段階的に改修する計画で、2020年6月にはダーリントン2号機が改修工事を終え、4年ぶりに運転を再開しました。

その一方で、SMRの研究開発に力を入れており、2018年に策定されたロードマップに基づき、2020年12月には連邦政府がSMR行動計画を公表しました。同計画では、2020年代後半にカナダでSMR初号機を運転開始することを想定し、政府に加え産学官、自治体、先住民や市民組織等109団体が参加する「チームカナダ」体制で、SMRを通じた低炭素化や国際的なリーダーシップ獲得、原子力産業における能力やダイバーシティ拡大に向けた取組を行う方針です（表3-3）。なお、カナダ原子力研究所（CNL¹⁷）がSMRの実証施設建設・運転プロジェクトを進めているほか、安全規制機関であるカナダ原子力安全委員会（CNSC¹⁸）が、小型炉や先進炉を対象とした許認可前ベンダー設計審査を進めています。

¹⁶ Korea Electric Power Corporation

¹⁷ Canadian Nuclear Laboratories

¹⁸ Canadian Nuclear Safety Commission

表 3-3 カナダの SMR 行動計画における原則

原則	
1	協力して SMR 技術の開発・展開を支援し、2020 年代後半までに初の SMR を運転開始する。
2	諸外国のパートナーと連携して SMR の輸出機会を捉え、国際基準に影響を与え、カナダの将来へ投資するため、「チームカナダ」として団結する。
3	カナダの低炭素社会化を加速するため、SMR をその他のクリーンエネルギー源、貯蔵技術、アプリケーションと統合する機会を模索する。
4	放射性廃棄物の排出量を最小限に抑えるとともに、核燃料を再利用する可能性も追求し、放射性廃棄物を安全かつ長期的に管理するための既存の制度を補完する。
5	女性、少数民族、若者の参画を促すとともに、先住民、遠隔地等との有意義で長期的な経済連携の機会を模索することにより、原子力産業界の多様性と発信力を強化する。
6	SMR の展開及び輸出において、アカデミア、エンジニアリング、製造等におけるカナダの能力を活用する。
7	各パートナーによる補完的な活動を支援する。

(出典)カナダ天然資源省 SMR 行動計画「Statement of Principles」に基づき作成

高レベル放射性廃棄物の管理・処分について、使用済燃料の再処理を行わない方針をとっており、使用済燃料は原子力発電所サイト内の施設で保管されています。処分の実施主体として設立された核燃料廃棄物管理機関（NWMO¹⁹）が国民対話等の結果を踏まえて使用済燃料の長期管理アプローチを提案し、政府による承認を経て処分サイト選定プロセスが進められており、2 か所の自治体を対象として現地調査が実施されています。

上記以外の原子力発電を行っている諸外国の動向については資料編「7. 世界の原子力に係る基本政策」に、低レベル放射性廃棄物の扱いについては第 6 章コラム「～海外事例：諸外国における低レベル放射性廃棄物の分類と処分方法～」にまとめています。

(3) 我が国の原子力産業の国際的動向

我が国では、2006 年の株式会社東芝による米国ウェスチングハウス（WH）社買収を皮切りに、株式会社日立製作所と米国ゼネラルエレクトリック（GE）社がそれぞれの原子力部門に相互に出資する新会社の設立、さらに、三菱重工業株式会社はフランス AREVA NP 社²⁰と合弁会社 ATMEA を設立するなど、各社とも国外企業との関係を強化してきました。

しかし、株式会社東芝は、2017 年 3 月の WH 社による米国連邦倒産法第 11 章に基づく再生手続の申立てにより、2018 年 8 月に、カナダに本拠を置く投資ファンドのブルックフィールド・ビジネス・パートナーズ（BBP）への WH 社の全株式の譲渡を完了しています。また、株式会社日立製作所は、2020 年 9 月に、英国における原子力発電所建設プロジェクトからの撤退を公表しています。

¹⁹ Nuclear Waste Management Organization

²⁰ 現在は機能の一部をフラマトム社に移管。

3-2 原子力産業の国際展開における環境社会や安全に関する配慮等

東電福島第一原発事故後も、多くの国が原子力を継続的に利用しており、新規導入を検討する国もあります。我が国としても、東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、高い品質を持つ原子力技術等を諸外国に提供することを通じて、国際的な原子力利用に貢献していく必要があります。我が国の原子力産業が国際展開する上で、国や原子力関係事業者等は、国際ルールに従いつつ、厳格かつ適切に対応することが求められます。

(1) 原子力施設主要資機材の輸出等における環境社会や安全に関する配慮

我が国の原子炉施設において使用される主要資機材の輸出等を行う際に、公的信用付与実施機関（株式会社日本貿易保険（NEXI²¹）や株式会社国際協力銀行（JBIC²²））が公的信用（貿易保険、融資等）を付与する場合には、「OECD 環境及び社会への影響に関するコモンアプローチ」（2001年、以下「コモンアプローチ」という。）²³遵守の一環として、NEXI 及び JBIC は、対象となるプロジェクトについて、プロジェクト実施者によって環境や地域社会に与える影響²⁴を回避又は最小化するような適切な配慮がなされているかについて確認を行うこととしています。

これに加えて、NEXI 及び JBIC は、公的信用を付与するか否かの決定に際して、国際認識も踏まえ対象となるプロジェクトの実施者が情報公開や住民参加への配慮を適切に行っているかを確認するための指針を策定し、2018年4月から指針の運用を開始しています。

また、安全に関しては、コモンアプローチ遵守の一環として、国は、輸出相手国において安全確保等に係る国際的取決めが遵守されているか、国内制度が整備されているか等について事実関係の確認を行い、NEXI 及び JBIC に対し情報提供を行う²⁵こととしています。

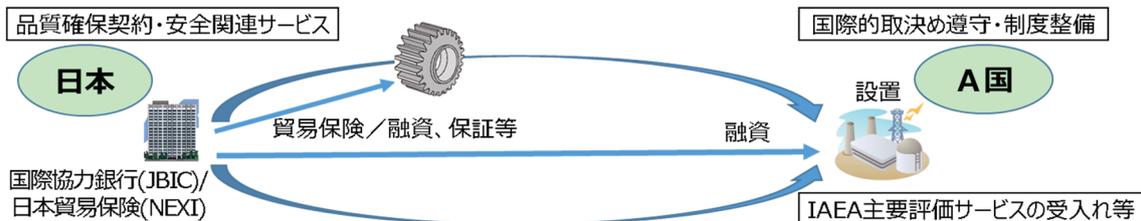


図 3-5 環境社会や安全に関する配慮

(出典)内閣府作成

²¹ Nippon Export and Investment Insurance

²² Japan Bank for International Cooperation

²³ 途上国等へのインフラ投資において環境や社会への影響に配慮すべきとの問題意識から、輸出国が公的信用付与を行うに当たっては、事前に環境や社会に与える潜在的影響について評価することを求めるもので、OECD 加盟国に対して道義的義務が課されています。

²⁴ 環境や地域社会に与える影響としては、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、生態系及び生物相等を通じた人間の健康と安全への影響及び自然環境への影響、人権の尊重を含む社会的関心事項（非自発的住民移転、先住民族、文化遺産、景観、労働環境、地域社会の衛生・安全・保安等）、越境又は地球規模の環境問題への影響が含まれます。

²⁵ 国は、「原子力施設主要資機材の輸出等に係る公的信用付与に伴う安全配慮等確認の実施に関する要綱」（2015年10月6日原子力関係閣僚会議決定）に即して確認を行います。

3-3 グローバル化の中での国内外の連携・協力の推進

我が国は、グローバル化の中での原子力の平和利用において、国内外での連携や協力を進め、東電福島第一原発事故の経験と教訓を世界と共有しつつ、国際社会における原子力の安全性強化に取り組んでいく必要があります。我が国は、途上国や先進国との間で二国間、多国間の協力を推進するとともに、国際機関の活動にも積極的に関与し、原子力の平和的利用の促進に取り組んでいます。

(1) 国際機関への参加・協力

IAEA や OECD/NEA においては、原子力施設及び放射性廃棄物処分の安全性、原子力技術の開発や核燃料サイクルにおける経済性、技術面での検討等、技術的側面を中心に、これに政策的側面を併せた活動が行われています。

① IAEA を通じた我が国の国際協力

IAEA は、発電分野、保健・医療、食糧・農業、環境・水資源管理、産業応用等の非発電分野に係る原子力技術の平和的利用の促進に取り組んでいます。我が国は、拠出金を通じた支援のほか、専門家の派遣等を通じて人的、技術的、財政的な支援を行っています。

1) 拠出金を通じた支援

IAEA は、原子力の平和的利用促進の一環として、途上国を中心とする IAEA 加盟国に対して、原子力技術に係る技術協力活動を実施しています。我が国は、同活動の主要な財源である技術協力基金 (TCF²⁶) の分担額の全額を 1970 年以降一貫して拠出し、IAEA の同活動を支援しています。

また、我が国は、原子力の平和的利用の促進に係る IAEA の活動を支援するため、2010 年 5 月に開催された核兵器不拡散条約 (NPT²⁷) 運用検討会議にて設立された平和的利用イニシアティブ (PUI²⁸) を通じた支援も行っています。PUI に対しては、24 か国及び欧州委員会 (EC²⁹) が拠出を行っており、我が国もこれまでに合計 5,100 万ドル以上 (政府開発援助) を拠出しています。IAEA のプロジェクトには国内の大学・研究機関、企業等が参画・協力しており、PUI 拠出により国内組織と IAEA の連携を強化し、我が国の優れた人材・技術の国際展開も支援しています。さらに、2020 年度には PUI を通じて、ZODIAC 等の新型コロナウイルス感染症対策の取組に対して 1,100 万ユーロを、原子力分野での若手女性研究者の活躍推進に向けた取組であるマリー・キュリー奨学金に 50 万ユーロを、それぞれ拠出しました。

²⁶ Technical Cooperation Fund

²⁷ Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons

²⁸ Peaceful Uses Initiative

²⁹ European Commission

2) 原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定（RCA）に係る協力

「原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定」（RCA³⁰）は、IAEAの活動の一環として、アジア・大洋州地域の IAEA 加盟国を対象に、原子力科学技術分野での共同研究や技術協力を促進・調整することを目的として 1972 年に発効しました。基本的な枠組みは残しつつ一部を改正して 2017 年に発効した新協定の下では、2021 年 3 月末時点で、我が国を含む 22 の締約国が、RCA の下で実施される農業、医療・健康、環境、工業分野の技術協力プロジェクトに参加しています。

我が国は、RCA 総会、RCA 政府代表者会合、ワーキンググループ会合等への出席を通じて、RCA の政策の決定に積極的に関与しているほか、我が国の専門家や研究機関、大学や病院の協力の下、各分野のプロジェクトに参画し、関連会合の開催や専門家派遣等を含む様々な協力を行っています。特に、放射線医療分野において長年主導的な役割を果たしており、アジア・大洋州地域のがん治療の発展に貢献しています。

3) 原子力安全の向上

IAEA を中心として、加盟国の原子力安全の高度化に資するべく国際的な規格基準の検討・策定が行われており、我が国も、原子力施設、放射線防護、放射性廃棄物及び放射性物質の輸送に係る IAEA 安全基準文書³¹の継続的な見直し活動に協力しています。

また、東電福島第一原発事故後、IAEA と我が国は事故対応と国際的な原子力安全強化のため緊密に協力しています。IAEA は、2013 年に福島県内に原子力事故対応等のための緊急時対応援助ネットワーク（RANET³²）の研修センター（CBC³³）を指定しました。また、量研は 2017 年に CBC として指定され、2020 年 11 月に CBC として再指定を受けました。CBC では、国内及び IAEA 加盟国の政府関係者等向けに、原子力緊急事態時の準備及び対応の強化を目的とした IAEA ワークショップが 1 年に数回程度開催されています。

4) 原子力発電の導入に必要な人材育成

IAEA は、原子力発電新規導入国・拡大国の国内基盤整備のための人材育成の支援を行っており、我が国はその取組に協力しています。その一環として、我が国側のホストを原子力人材育成ネットワークが務め、IAEA との共催により、「Japan-IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクール」や「IAEA 原子力発電基盤整備訓練コース」等を開催しています。

³⁰ Regional Cooperative Agreement for Research, Development and Training Related to Nuclear Science and Technology

³¹ 安全原則（Safety Fundamentals）、安全要件（Safety Requirements）、安全指針（Safety Guides）の 3 段階の階層構造。各国の上級政府職員で構成される安全基準委員会で承認を経て策定。2021 年 3 月末時点で、約 130 件の安全基準文書が策定済。

³² Response and Assistance Network :

2000 年に IAEA 事務局により設立された、原子力事故又は放射線緊急事態発生時の国際的な支援の枠組み。2021 年 3 月末時点の参加国は、我が国を含む 35 か国。

³³ Capacity Building Centre

5) 革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト (INPRO)

革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト (INPRO³⁴) は、エネルギー需要増加への対応の一環として、2000年にIAEAの呼び掛けにより発足したプロジェクトです。安全性、経済性、核拡散抵抗性等を高いレベルで実現し、原子力エネルギーの持続可能な発展を促進する革新的システムの整備のための国際協力を目的としています。2021年3月末時点で、我が国を含む41か国と1機関 (EC) が参加しています。

② OECD/NEA を通じた原子力安全研究への参加

我が国は、OECD/NEA における様々な原子力安全研究等にも参加しています。例えば、「福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析」(ARC-F) プロジェクトでは、我が国が中心となって、炉心溶融した原子炉の過酷事故の進展や原子炉の現状に関する知見を提供しています。また、我が国は、各国規制機関の協力強化、新設計原子炉の安全性向上のための参考となる規制実務、基準確立を目的として OECD/NEA が 2006 年に開始した多国間設計評価プログラム (MDEP³⁵) にも参加しています。

コラム ～IAEA 総会～

IAEA 総会は、毎年 1 回、加盟各国の閣僚級代表等が参加して開催されます。2020 年 9 月に第 64 回総会が開催され、井上内閣府特命担当大臣が一般討論演説 (ビデオ録画) を行い、以下の我が国の取組等について説明しました。

- 新型コロナウイルス感染症との闘いが続く中での、グロッシェ事務局長のリーダーシップへの敬意表明
- 2020 年 2 月のグロッシェ事務局長の訪日 (協力強化を進める有意義な機会)
- 東電福島第一原発事故後の取組 (多核種除去設備 (ALPS) 等で浄化した処理水の取扱いの検討状況)
- 原子力の平和的利用 (我が国が PUI を通じて、新型コロナウイルス感染症対策及び奨学金に支援)
- 保障措置の強化・効率化に向けた IAEA の取組支持
- 北朝鮮の核問題 (国際社会と協働していくという強いコミットメントの再確認等)
- イランの核問題 (核合意の支持、イランによるコミットメントの継続的な低減への強い懸念、イランと IAEA との共同ステートメントの歓迎、IAEA への支援継続の表明等)



第 64 回 IAEA 総会で演説する
井上内閣府特命担当大臣

(出典)IAEA「Video Streaming Portal」より作成

³⁴ International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles

³⁵ Multinational Design Evaluation Programme

(2) 二国間原子力協定及び二国間協力

① 二国間原子力協定に関する動向

我が国は、移転される原子力関連資機材等の平和利用及び核不拡散の確保等を目的として、二国間原子力協定を締結しています。2021年3月末時点で、我が国は、カナダ、オーストラリア、中国、米国、フランス、英国、ユーラトム、カザフスタン、韓国、ベトナム、ヨルダン、ロシア、トルコ、UAE 及びインドとの間で二国間原子力協定を締結しています。なお、我が国を含む主要国（米国、フランス、英国、中国、ロシア、インド）における、二国間原子力協定に関する最近の主な動向は表 3-4 のとおりです。

表 3-4 主要国における二国間の原子力協定等に関する最近の主な動向（過去3年間）

国名・地域名	経緯等	
日本－英国	2020年12月	日本と英国が原子力協定改正議定書に署名
米国－メキシコ	2018年5月	米国とメキシコが原子力協定に署名
米国－英国	2018年5月	米国と英国が原子力協定に署名
米国－ポーランド	2019年6月	米国とポーランドが原子力協力覚書に署名
米国－ポーランド	2020年10月	米国とポーランドが原子力開発に関する協力協定に署名
米国－ブルガリア	2020年10月	米国とブルガリアが原子力協力覚書に署名
英国－オーストラリア	2018年8月	英国とオーストラリアが原子力協定に署名
英国－カナダ	2018年11月	英国とカナダが原子力協定に署名
ロシア－ルワンダ	2018年6月	ロスアトムとルワンダインフラ省が原子力協力覚書に署名
インド－EU	2020年7月	インドとユーラトムが原子力研究開発に関する協力協定に署名

(出典) 各国関連機関発表に基づき作成

② 米国との協力

我が国と米国は、日米原子力協定を締結し様々な協力を行ってきています。同協定は2018年7月に当初の有効期間を満了しましたが、6か月前に日米いずれかが終了通告を行わない限り存続することとなっており、現在も効力を有しています³⁶。同協定は、我が国の原子力活動の基盤の一つをなすだけでなく、日米関係の観点からも極めて重要です。

また、2012年の日米首脳会談を受けて設立された「民生用原子力協力に関する日米二国間委員会」が定期的開催されています。同委員会の下には、核セキュリティ、民生用原子力の研究開発、原子力安全及び規制関連、緊急事態管理、廃炉及び環境管理の5項目に関するワーキンググループが設置されています。

③ フランスとの協力

我が国とフランスは、原子力規制、核燃料サイクル、放射性廃棄物管理等の分野において、長年にわたり協力関係を構築してきました。2021年1月にオンラインで「原子力エネルギーに関する日仏委員会」の第10回会合が開催され、両国の原子力エネルギー政策、原子力安全協力、原子力事故の緊急事態対応、核燃料サイクル、放射性廃棄物の管理、研究開発、東電福島第一原発の廃炉、オフサイトの環境回復について意見交換が行われました。

④ 英国との協力

2012年の日英首脳会談を受けて開始された「日英原子力年次対話」の第9回会合が、2020年12月にオンラインで開催され、原子力政策、廃炉及び環境回復、原子力研究・開発、パブリック・コミュニケーション、原子力安全及び規制に関する両国の考え方や取組について意見交換が行われました。

日英原子力協定は、英国のEU及びユーラトム離脱後も英国に適用されます。しかし、英国のユーラトム離脱に伴い同国において適用される保障措置等に変更が生じるため、日英原子力協定にこれを反映すべく、両国政府は2020年12月にロンドンで、現行協定の一部を改める日英原子力協定改正議定書に署名しました。

³⁶ (日米原子力協定第16条1及び2)

1 (略) この協定は、三十年間効力を有するものとし、その後は、2の規定に従って終了する時まで効力を存続する。

2 いずれの一方の当事国政府も、六箇月前に他方の当事国政府に対して文書による通告を与えることにより、最初の三十年の期間の終わりに又はその後いつでもこの協定を終了させることができる。

⑤ その他

1) 原子力委員会による原子力技術及び放射線利用分野における国際交流

原子力委員会は、インドネシア原子力庁との共催により、2020年11月にオンラインで「原子力技術研究に関する日インドネシア共同シンポジウム」を開催しました。このシンポジウムは、両国の原子力技術及び放射線利用分野における研究・高等教育機関間の交流の促進を図るとともに、当該分野の研究開発の進展及び国際的な人材育成・確保に貢献することを目的として、初めて開催されたものです。

コラム ～インドネシアにおける原子力利用の進展と我が国との協力～

インドネシアにおける原子力利用は、1954年に、太平洋における核実験に対する放射能調査に係る国家委員会が設立されたことから始まりました。原子力エネルギーの平和利用の促進を目的として、1958年には原子力評議会と原子力機関が設立され、その後の組織改編によりインドネシア原子力庁が設置されました。

1965年にインドネシア初の原子炉（TRIGA-II）が運転を開始して以来、研究開発や放射性同位元素の製造等を目的とした原子炉が稼働しています。ジャカルタの原子力研究センターでは、コバルト60を利用したガンマ線照射装置を運用しています。また、セルボン原子力研究センターに設置された同国3番目の研究用原子炉は、放射性同位元素の製造や中性子ビームを利用した医療の基礎研究等、様々な用途で活用されてきました。また、放射線の農業利用も精力的に進められており、2014年には、放射線を用いた品種育成の成果に対してIAEAから優秀賞を授与されました。

一方で、発電を目的とする商業用原子力発電所はありませんが、設置に向けた検討が進められています。1991年からは、日本企業である株式会社ニュージェックが参加した研究プロジェクトにより、原子力発電所の設置サイト選定及び実現可能性の評価が行われ、2000年代の早い時期に原子力発電所を導入するための妥当性検討結果が取りまとめられました。

原子力機構とインドネシア原子力庁は、2007年に原子力の平和利用分野における取決めを作成しています。また、原子力機構は2014年に、インドネシア原子力庁との間で「高温ガス炉の研究開発に関する協力のための附属書」を作成しています。



セルボン原子力研究センターの多目的炉

(出典)インドネシア原子力庁「The GA Siwabessy Multi Purpose Reactor」

2) 文部科学省による放射線利用技術等国際交流（研究者育成事業・講師育成事業）

文部科学省は1985年から原子力分野での研究交流制度を実施しており、近隣アジア諸国の原子力研究者や技術者を我が国の研究機関や大学へ招へいし、放射線利用技術や原子力基盤技術等に関する研究、研修活動を実施しています。

また、講師育成事業では、アジア諸国から講師候補者を我が国に招へいし、専門家による講義や各種実験装置等を使用した実習、原子力関連施設への訪問等を通じて、母国において技術指導ができる原子力分野の講師を育成しています。加えて、講師育成研修の修了生が中心となり、母国で研修を運営し、講師を務めます。我が国から相手機関に専門家を派遣し、講義を行うとともに、各国の研修の自立化に向けたアドバイスを行っています（図 3-6）。2020年度は、オンライン形式に変更して、研修等を実施しました。



図 3-6 招へい者の研修の様子

（出典）左：原子力機構 講師育成事業ニュースレターVol.7(2021年3月)、右：原子力安全研究協会 文部科学省研究者育成事業(原子力研究交流制度)ニュースレター第7号(2021年3月)

3) 経済産業省による原子力発電導入支援に関する取組

経済産業省資源エネルギー庁は、原子力発電を新たに導入・拡大しようとする国に対し、我が国の原子力事故から得られた教訓等を共有する取組を行っています。2020年度はインドネシア、ポーランド、チェコ、UAE等の原子力発電導入国等について、オンライン形式のセミナー開催や我が国専門家等の派遣等を通じて、原子力発電導入に必要な法制度整備や人材育成等を中心とした基盤整備の支援を行いました。

4) 外務省による各国に対する非核化協力

旧ソ連時代に核兵器が配備されていたウクライナ、カザフスタン、ベラルーシの3か国は、独立後、非核兵器国としてIAEAの保障措置を受けることとなりました。しかし、技術的基盤を欠いていたため、我が国は3か国に対して国内計量管理制度確立支援や機材供与等の協力を実施し、非核化への取組を支援してきました。

5) 革新炉等の研究開発における協力

高温ガス炉や高速炉等の革新的な原子炉等に関する研究開発に当たっては、政府間や研究機関間で協力覚書等を作成し、取組を進めています³⁷。

³⁷ 第8章8-2「研究開発・イノベーションの推進」を参照。

(3) 多国間協力

① 主要国との多国間協力

2010年に発足した国際原子力エネルギー協力フレームワーク(IFNEC³⁸)は、原子力安全、核セキュリティ、核不拡散を確保しつつ、原子力の平和利用を促進するための互恵的なアプローチを目指し、参加国間の協力の場を提供することを目的としています。我が国も、原子力の平和利用の拡大に向けて、我が国の経験と知見を生かしながら各国と協力する方針を表明しています。

IFNECは、2021年3月末時点で、参加国34か国、オブザーバー国31か国、オブザーバー機関4機関で組織されています。各参加国、機関の閣僚級メンバーで構成される執行委員会、米国、アルゼンチン、中国、我が国、ケニア、ロシアの6か国の局長級メンバーにより構成され、活動を実施する主体である運営グループ、特定分野での活動を実施するワーキンググループの3階層で構成されており、我が国は運営グループの副議長を務めています。

② アジア地域を始めとする途上国との多国間協力

我が国と開発途上国との協力は、相手国の原子力に関する知的基盤の形成、経済社会基盤の向上、核不拡散体制の確立・強化、安全基盤の形成等に寄与することを目的としています。

我が国はアジア地域における地域協力として、アジア原子力協力フォーラム(FNCA³⁹)、アジア原子力安全ネットワーク(ANSN⁴⁰)、ASEAN⁴¹+3(日中韓)等の活動等に貢献しています。

1) アジア原子力協力フォーラム(FNCA)における協力

地理的に我が国に近い近隣アジア諸国は、経済的にも我が国と密接な関わりがあり、農業・工業・医療・環境の各分野での放射線の利用、研究用原子炉(以下「研究炉」という。)の利用、原子力発電所建設や安全な運転体制の確立等、多くの課題を共有しています。

FNCAは、原子力技術の平和的で安全な利用を進め、社会・経済的発展を促進することを目的とした、我が国主導の地域協力枠組みで、我が国、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ及びベトナムの12か国が参加しています(IAEAがオブザーバー参加)。毎年1回、大臣級会合、スタディ・パネル、コーディネーター会合の3つの会合と、それらの準備会合である上級行政官会合を内閣府主催で開催しています(図3-7)。また、放射線利用を中心とする4分野において7件のプロジェクトが実施されており、それらのうち6件を文部科学省が実施しています。

³⁸ International Framework for Nuclear Energy Cooperation

³⁹ Forum for Nuclear Cooperation in Asia

⁴⁰ Asian Nuclear Safety Network

⁴¹ 東南アジア諸国連合: Association of Southeast Asian Nations

イ) 大臣級会合

大臣級会合では、FNCA 各国の原子力所管の大臣級代表により、原子力技術の平和利用に関する地域協力のための政策対話を行っています。

2020年12月には、第21回FNCA大臣級会合がオンラインで開催されました。同会合では、グロッシェーIAEA事務局長による「IAEAにおける新型コロナウイルス感染症対策への取組」をテーマとした基調講演や、「新型コロナウイルス流行下での原子力関連活動状況と新型コロナウイルスに対応する原子力技術開発状況について」をテーマとした各国による報告が行われ、新型コロナウイルスにより停滞を余儀なくされたFNCAプロジェクト活動の正常化、医療分野でのFNCAとIAEAの将来的連携の可能性等に言及した共同コミュニケが採択されました。

ロ) スタディ・パネル

FNCAは従来、放射線利用等の非発電分野での協力が主でしたが、参加国におけるエネルギー安定供給及び地球温暖化防止の意識の高まりを受け、原子力発電の役割や原子力発電の導入に伴う課題等を討議する場として、スタディ・パネルを開催しています。2021年3月にオンラインで開催されたスタディ・パネルでは、「原子力同位体技術と気候変動」をテーマとして、各国からの発表や議論が行われました。

ハ) コーディネーター会合

FNCAの協力活動に関する参加国相互の連絡調整を行い、協力プロジェクト等の実施状況評価や計画討議等を行う場として、コーディネーター会合を年1回開催しています。

ニ) プロジェクト

FNCAでは現在、図3-7に示す4分野で7件のプロジェクトが実施されています。プロジェクトごとに、通常年1回のワークショップ等が開催されており、それぞれの国の進捗状況と成果が発表・討議され、次期実施計画が策定されます。2020年度は、オンライン形式でワークショップ等を開催しました。

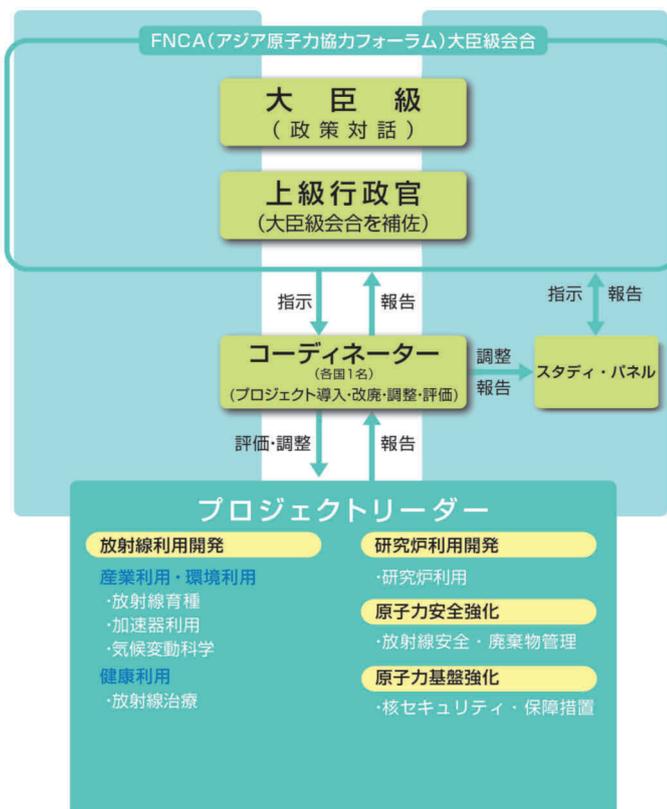


図 3-7 FNCA の構成

(出典)FNCA ウェブサイト「FNCAとは」

2) ASEAN、ASEAN+3、東アジア首脳会議（EAS）における協力

アジアの新興国は原子力発電の新規導入を検討しており、ASEAN、ASEAN+3（日中韓）及び東アジア首脳会議（EAS⁴²：ASEAN+8（日中韓、オーストラリア、インド、ニュージーランド、ロシア、米国））の枠組みにおける原子力協力も行われています。

2020年11月には、ASEAN+3及びEASのエネルギー大臣会合がオンラインで開催されました。ASEAN+3エネルギー大臣会合の共同声明では、ASEAN+3諸国における原子力リテラシー、国民の受容と意識、原子力科学技術に係る人的能力開発に関する継続した協力を確認し、民生用原子力開発に関する核の安全、セキュリティ及び保障措置の重要性に留意し、原子力機構の核不拡散・核セキュリティ総合支援センターのイニシアティブへの期待を表明しました。また、民生用原子力開発の最良事例と経験を共有するため、ASEAN+3メカニズムを引き続き活用することを推奨しました。



図 3-8 ASEAN+3 エネルギー大臣会合の様子

(出典)経済産業省「ASEAN+3 及び東アジアサミットのエネルギー大臣会合が開催されました」(2020年)

3) アジア原子力安全ネットワーク（ANSN）における協力

ANSN は 2002 年に開始した IAEA の活動の一つで、東南アジア・太平洋・極東諸国地域における原子力安全基盤の整備を促進し、原子力安全パフォーマンスを向上させ、地域における原子力の安全を確保することを目的としています。ANSN には我が国、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、マレーシア、フィリピン、シンガポール、韓国、タイ及びベトナムが加盟しているほか、準加盟国としてパキスタン、協力国としてオーストラリア、フランス、ドイツ、米国が参加しています。我が国は設立当初から活動資金を拠出し積極的に活動を支援しています。

⁴² East Asia Summit

はじめに

特集

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

資料編

用語集

第4章 平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保

4-1 平和利用の担保

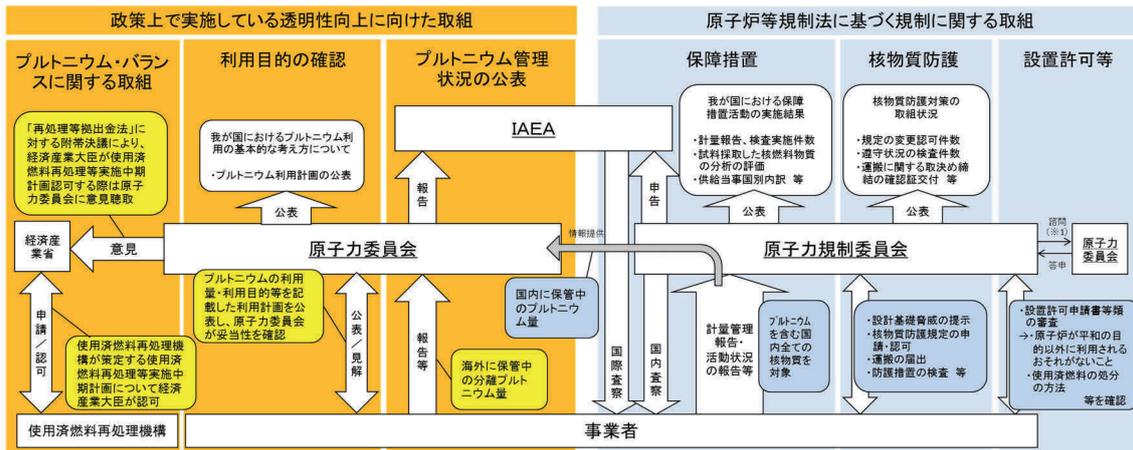
1957年に、原子力の平和的利用の促進を目的に、国際連合傘下の自治機関として国際原子力機関（IAEA）が設立されました。さらに、1970年には、国際的な核軍縮・不拡散を実現する基礎となる「核兵器不拡散条約」（NPT）が発効しました。NPTは核兵器国を含む全締約国に対して誠実な核軍縮交渉の義務を課すとともに、平和的利用の権利を認め、我が国を含む非核兵器国に対しては、原子力活動をIAEAの保障措置の下に置く義務を課しています。

我が国は、原子力基本法で原子力の研究、開発及び利用を厳に平和の目的に限るとともに、原子炉等規制法に基づき、IAEA保障措置の厳格な適用等により、原子力の平和利用を担保しています。加えて、「利用目的のないプルトニウムを持たない」との原則を堅持し、プルトニウムの管理状況の公表や利用目的の確認等を通じて、プルトニウム利用の透明性を向上し国内外の理解を得る取組を継続しています。これらの取組を通じて、国際社会における原子力の平和利用への信用の堅持に務めています。

(1) 我が国における原子力の平和利用

我が国では、1955年に原子力基本法が制定され、原子力の研究、開発及び利用を厳に平和目的に限ることが定められました。同法の下で、平和利用を担保する体制を整えています（図4-1）。

原子力規制委員会では、IAEA保障措置の厳格な適用、核物質防護、原子炉等施設の設置許可審査等を通じ、平和利用を担保しています（「原子炉等規制法に基づく平和利用」の担保）。また、我が国はエネルギー資源に乏しいことから、使用済燃料を再処理してプルトニウムを利用する核燃料サイクル政策を採用しています。国内外に対する透明性向上の観点から、「利用目的のないプルトニウムを持たない」との原則を堅持し、原子力委員会において、プルトニウム管理状況の公表、プルトニウム利用計画の妥当性の確認、プルトニウム需給バランスの確保等の取組を行っています（「政策上の平和利用」の担保）。



※1 原子炉、貯蔵施設、再処理施設について実施（法定手続き）。

図 4-1 原子力の平和利用を担保する体制

(出典) 第27回原子力委員会資料第3-1号 原子力委員会「我が国のプルトニウム利用について」(2018年)

(2) 原子炉等規制法に基づく平和利用

① 保障措置活動

1) IAEAによる保障措置

NPT 締約国である非核兵器国は、IAEA との間で保障措置協定を締結して、国内の平和的な原子力活動に係る全ての核物質を申告して保障措置の下に置くことが義務付けられており、このような保障措置を「包括的保障措置」といいます。2021年3月末時点で、NPT 締約国191か国のうち、我が国も含め非核兵器国176か国がIAEAとの協定に基づき包括的保障措置を受け入れています。

IAEA は、締約国が申告する核物質の計量情報や原子力関連活動に関する情報について、申告された核物質の平和利用からの転用や未申告の活動がないかを査察等により確認し、その評価結果を毎年取りまとめています。IAEA は、当該国で「申告された核物質の平和的活動からの転用の兆候が認められないこと」及び「未申告の核物質及び原子力活動が存在する兆候が認められないこと」が確認された場合、全ての核物質が平和的活動にとどまるとの「拡大結論」を下すことができます。拡大結論を下した場合、IAEA は当該国に対して「統合保障措置」と呼ばれる制度を適用することができます。統合保障措置の適用により、IAEA の検認能力を維持しつつ、査察回数を削減することによる効率化が期待されます。

2) 我が国における保障措置活動の実施

我が国では、1976年にNPTを批准し、1977年にIAEAと「包括的保障措置協定」を締結してIAEA保障措置を受け入れ、原子炉等規制法等に基づく国内保障措置制度を整備しています(図4-2)。さらに、1999年には、保障措置を強化するための「追加議定書」をIAEAと締結しました。

我が国は、IAEAから2003年以降連続して拡大結論を得ており、2004年9月から統合保障措置を段階的に適用されています。この適用が今後も継続されるよう努めており、原子力規制委員会は、原子力施設等が保有する全ての核物質の在庫量等をIAEAに報告し、その報告内容が正確かつ完全であることをIAEAが現場で確認する査察等への対応を行っています。

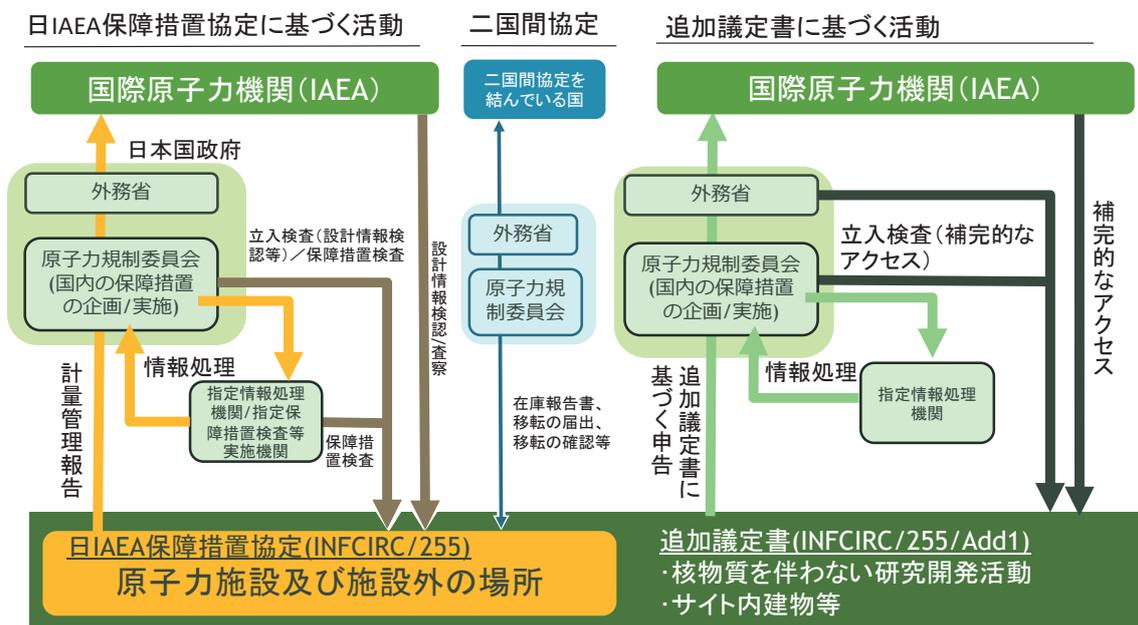


図 4-2 我が国における保障措置実施体制

(出典)原子力規制委員会「令和2年度年次報告」(2021年)

2020年には、原子炉等規制法に基づき、2,122事業者から4,704件の計量管理に関する報告が原子力規制委員会に提出され、IAEAに提供されました。IAEAは我が国からの報告を基に原子力規制委員会等の立会いの下に査察等を行いました。また、我が国も1,795人・日の保障措置検査等を実施しました。東電福島第一原発の1~3号機に対して、カメラと放射線モニターによる常時監視や、同発電所のサイト内のみ適用される特別な追加的検認活動により、未申告の核物質の移動がないことが確認されました。3号機の使用済燃料プールから共用プールへ移送された燃料については、実在庫検認が行われました。また、1~3号機の燃料デブリの取り出しや、燃料デブリの払出し施設及び受入れ施設における計量管理等に関して、IAEAと検討・協議が行われました。1~3号機以外にある全ての核物質については、通常の軽水炉と同等の検認活動が行われました。

2020年中に原子力規制委員会が実施した保障措置検査等により、国際規制物資使用者等による国際規制物資の計量及び管理が適切に行われていることが確認されました。

2020年の我が国における主要な核燃料物質の移動量及び施設別在庫量は、図4-3に示すとおりです。

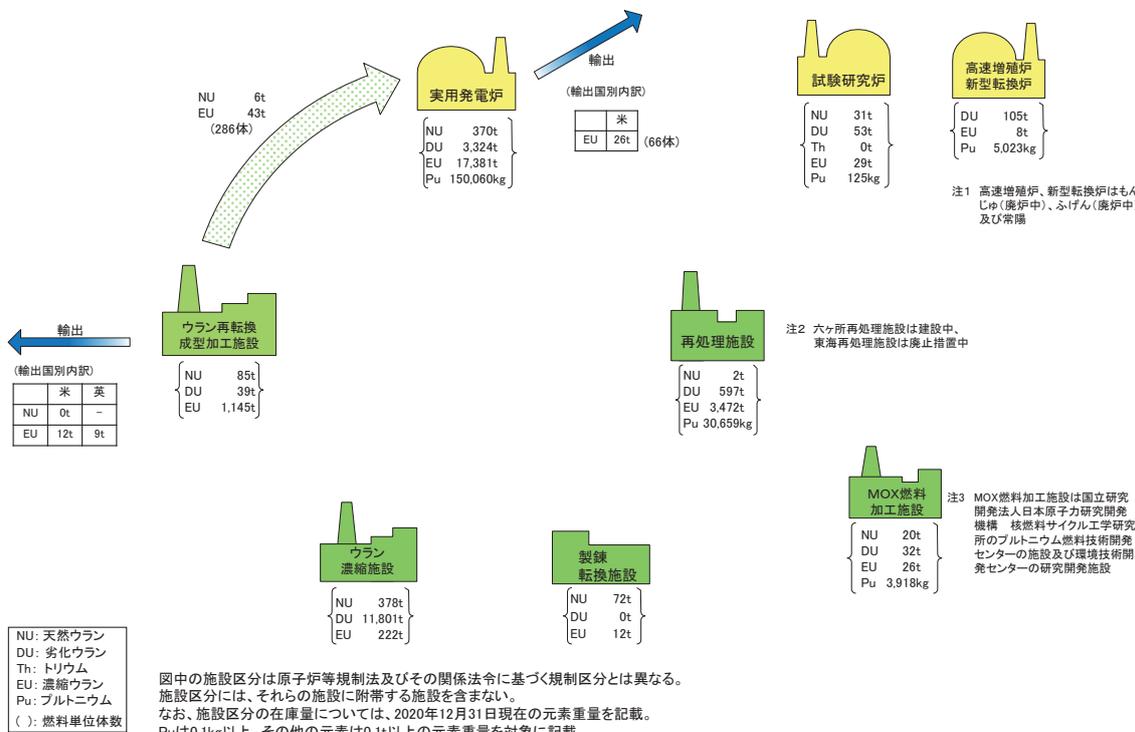


図4-3 我が国における主要な核燃料物質の移動量及び施設別在庫量 (2020年)

(出典) 第8回原子力規制委員会資料4 原子力規制庁「我が国における2020年の保障措置活動の実施結果について」(2021年)に基づき作成

なお、我が国は、IAEA ネットワーク分析所として認定されている原子力機構安全研究センターの高度環境分析研究棟において、IAEA が査察等の際に採取した環境試料の分析への協力を行うなど、IAEA の保障措置活動へ貢献するとともに、我が国としての核燃料物質の分析技術の維持・高度化を図っています。また、「IAEA 保障措置技術支援計画」(JASPAS¹)を通じ、我が国の保障措置技術を活用して、IAEA 保障措置を強化・効率化するための技術開発への支援を行うなど、保障措置に関する国際協力を実施しています。

¹ Japan Support Programme for Agency Safeguards

② 原子炉等施設の設置許可等の審査における利用目的の確認

原子炉等規制法に基づき、原子力規制委員会は、原子炉施設等の設置（変更）の許可の段階で原子炉施設等が平和の目的以外に利用されるおそれがないことに関し、原子力委員会の意見を聴かなければならないと定められています。2020年度には、東京電力柏崎刈羽原子力発電所6、7号機の設置変更許可等12件について、原子力規制委員会より意見を求められた原子力委員会は平和の目的以外に利用されるおそれがないものと認められるとする原子力規制委員会の判断は妥当であるとの答申を行いました。

③ 核物質防護

原子炉等規制法に基づく核物質防護の取組については、第4章4-2(2)①「核物質及び原子力施設の防護」に記載しています。

(3) 政策上の平和利用

① 我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方

プルトニウム利用を進めるに当たり、国際社会と連携し、核不拡散に貢献し、平和利用に係る透明性を高めることが重要です。原子力委員会は、2018年7月に我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方の和文及び英文を公表しました（図4-4）。

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、厳に平和の目的に限り行われてきた。我が国は、我が国のみならず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。

記

我が国は、上記の考え方にに基づき、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。

1. 再処理等の計画の認可（再処理等拠出金法）に当たっては、六ヶ所再処理工場、MOX燃料加工工場及びプルサーマルの稼働状況に応じて、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、情勢の変化によって機動的に対応することとして、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全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組を着実に実施する。

加えて、透明性を高める観点から、今後、電気事業者及び原子力機構は、プルトニウムの所有者、所有量及び利用目的を記載した利用計画を改めて策定した上で、毎年度公表していくこととする。

図4-4 「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」

（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）に基づき作成

② プルトニウム管理状況の公表及び IAEA へのプルトニウム保有量の報告

原子力委員会は、プルトニウム国際管理指針²に基づき、我が国のプルトニウム管理状況を IAEA に対して報告しています。2021 年 7 月、原子力委員会は、2020 年末における我が国のプルトニウム管理状況を公表しました。また、IAEA に管理状況を報告する予定です。

2020 年末時点で、国内外において管理されている我が国の分離プルトニウム総量は約 46.1t で、その内訳は国内保管分が約 8.9t、海外保管分が約 37.2t（うち、英国保管分が約 21.8t、フランス保管分が約 15.4t）となっています（表 4-1）。我が国の原子力施設等における分離プルトニウムの保管等の内訳等は資料編に示します。また、IAEA から公表されている、各国が 2019 年末において自国内に保有するプルトニウムの量は表 4-2 のとおりです。

表 4-1 分離プルトニウムの管理状況

				2020 年末時点
総量（国内+海外）				約 46.1t
内訳	国内			約 8.9t
	海外	（総量）		約 37.2t
		内訳	英国	約 21.8t
			フランス	約 15.4t

（出典）第 21 回原子力委員会資料第 1 号 内閣府「令和 2 年における我が国のプルトニウム管理状況」（2021 年）

表 4-2 プルトニウム国際管理指針に基づき IAEA から公表されている
2019 年末における各国の自国内のプルトニウム保有量を合計した値

（単位：tPu）

	未照射プルトニウム ^{注1}	使用済燃料中のプルトニウム ^{注2}
米国	未報告	未報告
ロシア	63.0	180
英国	139.8	26
フランス	90.3	299.8
中国	未報告	未報告
日本	8.9	172
ドイツ	0.0	124.6
ベルギー	(50kg 未満 ^{注3})	44
スイス	2kg 未満	21

（注 1）100kg 単位で四捨五入した値。ただし、50kg 未満の報告がなされている項目は合計しない。

（注 2）1,000kg 単位で四捨五入した値。ただし、500kg 未満の報告がなされている項目は合計しない。

（注 3）燃料加工中、MOX 燃料等製品及びその他の場所のプルトニウム保管量（各項目 50kg 未満）。

（出典）IAEA、INFCIRC/549「Communication Received from Certain Member States Concerning Their Policies Regarding the Management of Plutonium」、第 21 回原子力委員会資料第 1 号 内閣府「令和 2 年における我が国のプルトニウム管理状況」（2021 年）に基づき作成。

² 米国、ロシア、英国、フランス、中国、我が国、ドイツ、ベルギー、スイスの 9 か国が参加し、プルトニウム管理に係る基本的な原則を示すとともに、その透明性の向上のため、保有するプルトニウム量を毎年公表することとした指針。1998 年 3 月に IAEA が発表。

③ プルトニウム利用目的の確認

使用済燃料再処理工場及びMOX燃料加工工場が操業を開始すれば、プルトニウムが分離、回収され、MOX燃料へと加工されることとなります。そのため、プルトニウム利用の一層の透明性向上を図る観点から、我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方にに基づき、電気事業者はプルトニウムを分離する前にその利用目的等を記載した利用計画を公表し、原子力委員会がその妥当性を確認しています。

我が国初の商業用再処理工場である日本原燃六ヶ所再処理施設³は2022年度上期に、我が国初の商業用MOX燃料加工工場である日本原燃六ヶ所MOX燃料加工施設⁴は2024年度上期に、竣工予定です。日本原燃は2020年12月に暫定的な操業計画を公表しました(表4-3)。

表 4-3 日本原燃による再処理施設及びMOX燃料加工施設の暫定操業計画(2020年12月)

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
再処理可能量 (tU _{Pl})	—	0	70	170	140
プルトニウム回収見込み量 (tPut)	—	0	0.6	1.4	1.1
MOX燃料加工可能量 (tPut)	—	—	—	0	0.6

(出典)日本原燃「六ヶ所再処理施設及びMOX燃料加工施設 操業計画」(2020年)に基づき作成

電気事業連合会は2020年12月に新たなプルサーマル計画⁵を公表し、2030年度までに少なくとも12基の原子炉でプルサーマルの実施を目指すことを明らかにしました。さらに、電気事業連合会及び原子力機構は、2021年2月にプルトニウム利用計画を策定し、プルトニウムの所有者、利用目的、利用場所、利用量、再処理による回収見込みプルトニウム量等を明示しました。電気事業連合会による利用計画では、軽水炉燃料として利用するという目的の下、関西電力株式会社高浜発電所3、4号機における利用計画等が示されています(表4-4)。また、原子力機構による利用計画では、高速炉を活用した研究開発を目的とし、「常陽」における利用計画を示していますが、「常陽」の新規制基準への適合性確認の終了時期が未定のため、利用量は未定としています(表4-5)。

これらの利用計画の公表を受けて、原子力委員会は2021年3月9日に見解を公表しました。同見解では、2021年度の我が国全体のプルトニウム保有量が2020年度末の保有量約46.1t以下となる見込みであること等を踏まえ、2021年度の利用計画について「現時点においては概ね妥当である」としました。その上で、電気事業者に対し、海外保有分のプルトニウムの着実な削減に向け、事業者間の一層の連携及び協力を進めるとともに関係方面との調整を加速させることを求めました。加えて、我が国のプルトニウム利用に関する透明性向上の観点から、電気事業者及び原子力機構に対して、具体的な取組の進捗に応じて従来どおりプルトニウム利用計画を適切に公表していくことを期待するとしました。

なお、2020年12月末時点の各電力各社のプルトニウム所有量は、表4-6のとおりです。

³ 第2章2-2(2)⑥2「使用済燃料の貯蔵及び再処理の推進」を参照。

⁴ 第2章2-2(2)⑦「ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料製造に関する取組」を参照。

⁵ 第2章2-2(2)⑧「軽水炉におけるMOX燃料利用(プルサーマル)に関する取組」を参照。

表 4-4 電気事業連合会によるプルトニウム利用計画 (2021年2月)

所有者	所有量(トNPut)*1 (2020年度末予想)	利用目的(軽水炉燃料として利用)				年間利用 目安量*5 (トNPut/年)	(参考) 現在貯蔵する 使用済燃料 の量(tU) (2019年度末 実績)
		ブルサーマルを実施する原子炉 及び これまでの調整も踏まえ、地元の理解 を前提として、各社がブルサーマルを 実施することを想定している原子炉*2	利用量(トNPut)*1,*3,*4				
			2021年度	2022年度	2023年度		
北海道電力	0.3	泊発電所3号機	—	—	—	約0.5	510
東北電力	0.7	女川原子力発電所3号機	—	—	—	約0.4	680
東京電力HD	13.7	立地地域の皆様からの信頼回復に 努めること、及び確実なプルトニウム 消費を基本に、東京電力HDのいず れかの原子炉で実施	—	—	—	—	7,040
中部電力	4.0	浜岡原子力発電所4号機	—	—	—	約0.6	1,380
北陸電力	0.3	志賀原子力発電所1号機	—	—	—	約0.1	170
関西電力	12.6	高浜発電所3, 4号機	0.0	0.7	1.4	約1.1	4,190
		大飯発電所1~2基	—	—	—	約0.5~1.1	
中国電力	1.4	島根原子力発電所2号機*7	—	—	—	約0.4	590
四国電力	1.5	伊方発電所3号機	0.2 *8	0.0	0.0	約0.5	890
九州電力	2.2	玄海原子力発電所3号機	0.0	0.0	0.0	約0.5	2,410
日本原子力発電	5.0	敦賀発電所2号機	—	—	—	約0.5	1,180
		東海第二発電所	—	—	—	約0.3	
電源開発	他電力より必要量 を譲受*6	大間原子力発電所	—	—	—	約1.7	
合計	41.7		0.2 *8	0.7	1.4		19,040
再処理による回収見込みプルトニウム量(トNPut)*9			—	0	0.6		
所有量合計値(トNPut)			41.5 *8	40.8 *8	40.0 *8		

本計画は、今後、再稼働やブルサーマル計画の進展、MOX燃料工場の操業開始などを踏まえ、順次、詳細なものとしていく。

2021~2023年度の利用量は各社の運転計画に基づく(2021年1月時点)。

2024年度以降の運転計画は未定であるが、六ヶ所再処理工場の操業開始後におけるプルトニウムの利用見通しを示す観点から、現時点での2024年度以降の利用見通しを以下に記載。

2024年度以降のプルトニウムの利用量の見通し(全社合計)

- ・2024年度: 0.7トNPut
- ・2025年度: 1.4~2.8トNPut *10
- ・2026~2030年度: ~約6.6トNPut/年 *11

*1 全プルトニウム(Pu)量を記載。(所有量は小数点第2位を四捨五入の関係で、合計が合わない場合がある)

*2 従来から計画している利用場所。なお、利用場所は今後の検討により変わる可能性がある。

*3 国内MOX燃料の利用開始時期は、2026年度以降となる見込み。

*4 「0.0」:ブルサーマルが実施できる状態の場合
「—」:ブルサーマルが実施できない状態にない場合

*5 「年間利用目安量」は、各電気事業者の計画しているブルサーマルにおいて、利用場所に装荷するMOX燃料に含まれるプルトニウムの1年当りに換算した量を記載している。

*6 仏国回収分のプルトニウムの一部が電気事業者より電源開発に譲渡される予定。(核分裂性プルトニウム量で東北電力 約0.1トN、東京電力HD約0.7トN、中部電力 約0.1トN、北陸電力 約0.1トN、中国電力 約0.2トN、四国電力 約0.0トN、九州電力 約0.1トNの合計約1.3トN)

*7 現状運転計画が未定のためブルサーマル導入時期も未定であるが、再稼働後、地域の皆さまのご理解を頂きながら、ブルサーマルを実施することとしている。(約0.3トNPut)

*8 広島高等裁判所での抗告審における伊方発電所3号機運転差止仮処分決定のため、運転計画は未定であるが、暫定値として記載している。

*9 「六ヶ所再処理施設およびMOX燃料加工施設 操業計画」(2020年12月16日、日本原燃株式会社)に示されるプルトニウム回収見込量。

*10 自社で保有するプルトニウムを自社のブルサーマル炉で消費することを前提に、事業者間の連携・協力等を含めて、海外に保有するプルトニウムを消費するためのあらゆる方策を検討中である。

*11 2026年度以降、2030年度までに、800トN再処理時に回収される6.6トNPutを消費できるよう年間利用量を段階的に引き上げていく。

(出典)電気事業連合会「プルトニウム利用計画について」(2021年)

表 4-5 原子力機構による研究開発用プルトニウム利用計画 (2021年2月)

所有者	所有量(トンPut) ^{*1} (2020年度末予想)	利用場所	利用目的(高速炉を活用した研究開発) ^{*2}						年間利用 目安量 (トンPut/年) ^{*4}
			利用量(トンPut) ^{*3}						
			当面の計画			将来の計画		(参考)	
			2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026~ 2030年度	
日本原子力 研究開発機構	3.6 ^{*5}	高速実験炉「常陽」	-	-	-	-	-	-	0.1
再処理により生成するプルトニウム量(トンPut) ^{*6}			0	0	0	0	0	0	
所有量(トンPut) ^{*7}			3.6	3.6	3.6	3.6	3.6		

今後、高速実験炉「常陽」が操業を始める段階など進捗に従って順次より詳細なものとしていく。

- *1 全プルトニウム(Pu)量を記載。
 *2 原子力機構では、常陽の燃料として利用する他、研究開発施設において許可された目的・量の範囲内で再処理技術基盤研究やプルトニウム安定化等の研究開発に供する場合がある。
 *3 常陽の新規制基準への適合性確認の終了時期が未定のため、年度毎の利用量は未定として、「-」と記載している。
 *4 「年間利用目安量」は、標準的な運転において、炉に新たに装荷するMOX燃料に含まれるプルトニウム量の1年あたりに換算した量を記載している。
 *5 原子力機構が管理するプルトニウムのうち、東海再処理施設にて、電気事業者との役割契約に基づき回収したプルトニウム約1.0tについては、上記の所有量に含めていない。
 *6 東海再処理施設は運転を終了し、廃止措置に移行したため、今後再処理により分離されるプルトニウムはない。
 *7 所有量は小数点第2位を四捨五入の関係で、合計が合わない場合がある。

(出典)原子力機構「令和3年度研究開発用プルトニウム利用計画の公表について」(2021年)

表 4-6 各社のプルトニウム所有量 (2020年12月末時点)

(全プルトニウム量、kgPu)

所有者	国内所有量				海外所有量			合計
	JAEA ※1	日本原燃 ※2	発電所 ※3	小計	仏国 ※4	英国	小計	
北海道電力	-	91	-	91	106※5	138	244	335
東北電力	17	99	-	115	318	312	629	744
東京電力HD	198	955	205	1,358	3,166※5	9,142	12,309	13,667
中部電力	119	231	213	563	2,327	1,077	3,404	3,967
北陸電力	-	11	-	11	144	119	263	274
関西電力	268	701	-	969	7,693	3,951	11,644	12,613
中国電力	29	107	-	136	651	644	1,295	1,431
四国電力	93	168	198	459	97	974	1,071	1,530
九州電力	112	402	-	514	167	1,540	1,707	2,222
日本原子力発電	149	179	-	328	742	3,908※6	4,650	4,978
(電源開発)※4								
合計	986	2,944	616	4,545	15,411	21,805	37,216	41,761

※ 端数処理(小数点第一位四捨五入)の関係で、合計が合わない箇所がある。また、「-」はプルトニウムを所有していないことを示す。

- ※1 日本原子力研究開発機構(JAEA)にて既に研究開発の用に供したものは除く。
 ※2 各電気事業者に引渡し済のプルトニウム量を記載している。
 ※3 MOX燃料が原子炉に装荷され、原子炉での照射が開始されると、相当量が所有量から減じられる。
 ※4 仏国回収分のプルトニウムの一部が電気事業者より電源開発に譲渡される予定。(核分裂性プルトニウム量で東北電力 約0.1トン、東京電力HD 約0.7トン、中部電力 約0.1トン、北陸電力 約0.1トン、中国電力 約0.2トン、四国電力 約0.0トン、九州電力 約0.1トンの合計約1.3トン)
 ※5 東京電力HDが仏国に保有しているプルトニウムの一部(核分裂性プルトニウム量で約40kg)が北海道電力に譲渡される予定。
 ※6 日本原子力発電の英国での所有量は一部推定値を含む。

(出典)電気事業連合会「各社のプルトニウム所有量(2020年12月末時点)」

④ プルトニウム・バランスに関する取組

2016年5月に成立した再処理等拠出金法に対する附帯決議において、再処理機構⁶が策定する使用済燃料再処理等実施中期計画（以下「実施中期計画」という。）を経済産業大臣が認可する際には、原子力の平和利用やプルトニウムの需給バランス確保の観点から、原子力委員会の意見を聴取することとされています。

また、我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方においても、再処理等の計画の認可に当たっては、六ヶ所再処理工場、MOX燃料加工工場及びプルサーマルの稼働状況に応じて、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い、生産されたMOX燃料が、事業者によって時宜を失わずに確実に消費されるよう指導・確認するとしています。

2020年12月に日本原燃による六ヶ所再処理施設及びMOX燃料加工施設の暫定操業計画が、2021年2月に電気事業者によるプルトニウム利用計画が公表されたことを踏まえ、再処理機構は同年3月に、具体的な再処理量等を実施中期計画に記載し（表4-7）、経済産業大臣に対して変更の認可申請を行いました。当該申請の認可に当たり経済産業大臣から意見を求められた原子力委員会は、同年3月24日に見解を取りまとめ、「今般の実施中期計画⁷は、原子力の平和利用やプルトニウムの需給バランス確保の観点から、概ね妥当と考える」としました。その上で、原子力委員会は、プルトニウムの需給バランスの確保等を実現するために経済産業省が関係事業者に必要な指導を行うことを求めるとともに、実施中期計画を実施するための適切な役割分担や実施体制の下で効率的・効果的に事業が推進されること、電気事業者等から再処理機構に対して十分な技術的・人的支援がなされることへの期待を表明しました。この原子力委員会の意見を踏まえ、同年3月31日に経済産業大臣は実施中期計画の変更を認可しました。

表 4-7 再処理機構による実施中期計画（2021年3月）において示された再処理量等

	計画			(参考) 見通し	
	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
再処理を行う 使用済燃料の量 (tU)	—	0	70	170	140
(参考) プルトニウム 回収見込み量 (tPut)	—	0	0.6	1.4	1.1
再処理関連加工 ^注 を行う プルトニウムの量 (tPut)	—	—	—	0	0.6

(注)ウラン及びプルトニウムの混合酸化物燃料加工(MOX燃料加工)

(出典)再処理機構「使用済燃料再処理等実施中期計画」(2021年)に基づき作成

⁶ 第2章2-2(2)⑥1「使用済燃料再処理機構の設立」を参照。

⁷ 2021年度から2023年度までの3年間における再処理及び再処理関連加工の実施場所、実施時期及び量を記載。

4-2 核セキュリティの確保

核セキュリティとは、「核物質、その他の放射性物質、その関連施設及びその輸送を含む関連活動を対象にした犯罪行為又は故意の違反行為の防止、探知及び対応」のことをいいます。

2001年9月11日の米国同時多発テロ事件以降、国際社会は新たな緊急性を持ってテロ対策を見直し、取組を強化してきました。放射性物質の発散装置（いわゆる「汚い爆弾」）の脅威も懸念されるようになり、核爆発装置に用いられる核燃料物質だけでなく、あらゆる放射性物質へと防護の対象が広がっています。

我が国では、原子炉等規制法により、原子力事業者等に対して核物質防護措置を講じることが義務付け、その措置の実効性を国が定期的に確認する体制を整備しています。また、関連諸条約の締結を始めとして、人材育成や技術開発を含む様々な国際協力や情報交換を行いつつ、核セキュリティに関する取組を推進しています。

(1) 核セキュリティに関する国際的な枠組み

1987年2月に発効した「核物質の防護に関する条約」は、核物質の不法な取得及び使用の防止を主目的とした条約であり、2021年3月末時点の締約国は162か国と1機関（ユラトム）です。2005年の改正（2016年5月発効）により、適用の対象が国内で使用、貯蔵、輸送されている核物質又は原子力施設へと拡大されるとともに、処罰対象の犯罪が拡大され、題名が「核物質及び原子力施設の防護に関する条約」（以下「改正核物質防護条約」という。）へと改められました。

2001年9月11日の米国同時多発テロ事件を契機として、原子力施設自体に対するテロ攻撃や、核物質やその他の放射性物質を用いたテロ活動（いわゆる「核テロ活動」）の脅威等に対処するための対策強化が求められるようになりました。2007年7月に発効した「核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約」（以下「核テロリズム防止条約」という。）は、核によるテロリズムの行為の防止並びに、同行為の容疑者の訴追及び処罰のための効果的かつ実行可能な措置を取るための国際協力を強化することを目的とした条約であり、2021年3月末時点の締約国数は117か国です。

IAEA は、核物質や放射性物質の悪用が想定される脅威を、核兵器の盗取、盗取された核物質を用いた核爆発装置の製造、放射性物質の発散装置（いわゆる「汚い爆弾」）の製造、原子力施設や放射性物質の輸送等に対する妨害破壊行為の4種類に分類しています（図4-5）。



図 4-5 IAEA が想定する核テロリズム

（出典）外務省「核セキュリティ」

また、IAEA は、各国が原子力施設等の防護措置を定める際の指針となる文書（IAEA 核セキュリティ・シリーズ文書）について、体系的な整備を実施しています。最上位文書である基本文書⁸及び3つの勧告文書⁹に加えて、実施指針21冊、技術指針15冊が刊行されています（2021年3月末時点）。さらに、IAEA が加盟各国の核セキュリティ体制強化を支援する国際核物質防護諮問サービス（IPPAS¹⁰）も、改正核物質防護条約等の枠組みへの準拠と措置の実効性の向上を図る上で重要な取組の一つです。IAEA は、IPPAS を通じて、核物質及びその他の放射性物質と関連施設の防護に関する国際条約、IAEA のガイダンスの実施に関する助言を行っています。

我が国は、テロ対策のための国際的な取組に積極的に参画しており、改正核物質防護条約や核テロリズム防止条約を含め、国連その他の国際機関で採択されたテロ防止関連諸条約のうち13の国際約束を締結しています。

⁸ 2013年2月発刊の「国の核セキュリティ体制の基本：目的及び不可欠な要素」。

⁹ 2011年1月に発刊された「核物質及び原子力施設の物理的防護に関する核セキュリティ勧告改訂第5版」、「放射性物質及び関連施設に関する核セキュリティ勧告」及び「規制上の管理を外れた核物質及びその他の放射性物質に関する核セキュリティ勧告」。

¹⁰ International Physical Protection Advisory Service

(2) 我が国における核セキュリティ体制

① 核物質及び原子力施設の防護

我が国では、原子炉等規制法により、原子力施設に対する妨害破壊行為や、特定核燃料物質¹¹の輸送・貯蔵・使用時等の核物質の盗取等を防止するための対策を講じることを原子力事業者等に義務付けています（図 4-6）。原子力事業者等は、原子力施設において防護区域を定め、当該施設を鉄筋コンクリート造りの障壁等によって区画するとともに、出入管理、監視装置の設置、巡視、情報管理等を行っています。また、核物質防護管理者を選任し、核物質防護に関する業務を統一的に管理しています（図 4-7）。原子力規制委員会は、原子力事業者等が講じる防護措置の実施状況を、核物質防護規定の遵守状況の検査（原子力規制検査）において定期的に確認しています。

また、核セキュリティ文化とは、原子力組織に携わる人々が核セキュリティを確保するための信念、理解、習慣について話し合い、その結果を実施し根付かせていくものです。核セキュリティ文化の醸成及び維持は、原子力に携わる者全ての務めです。2012 年の法令改正により、核物質防護規定において「核セキュリティ文化を醸成するための体制（経営責任者の関与を含む。）に関すること」を定めることが原子力事業者等に義務付けられました。

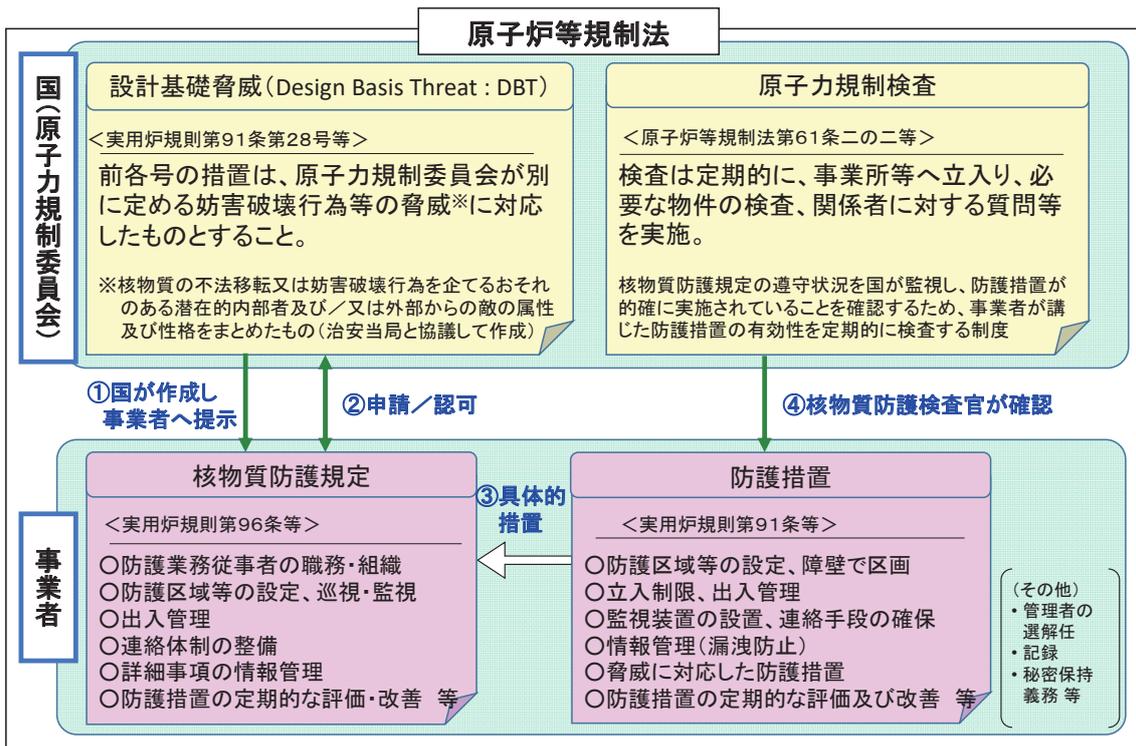


図 4-6 原子力施設における核物質防護の仕組み

（出典）原子力規制委員会作成

¹¹ プルトニウム（プルトニウム 238 の同位体濃度が 100 分の 80 を超えるものを除く）、ウラン 233、ウラン 235 のウラン 238 に対する比率が天然の混合率を超えるウランその他の政令で定める核燃料物質。

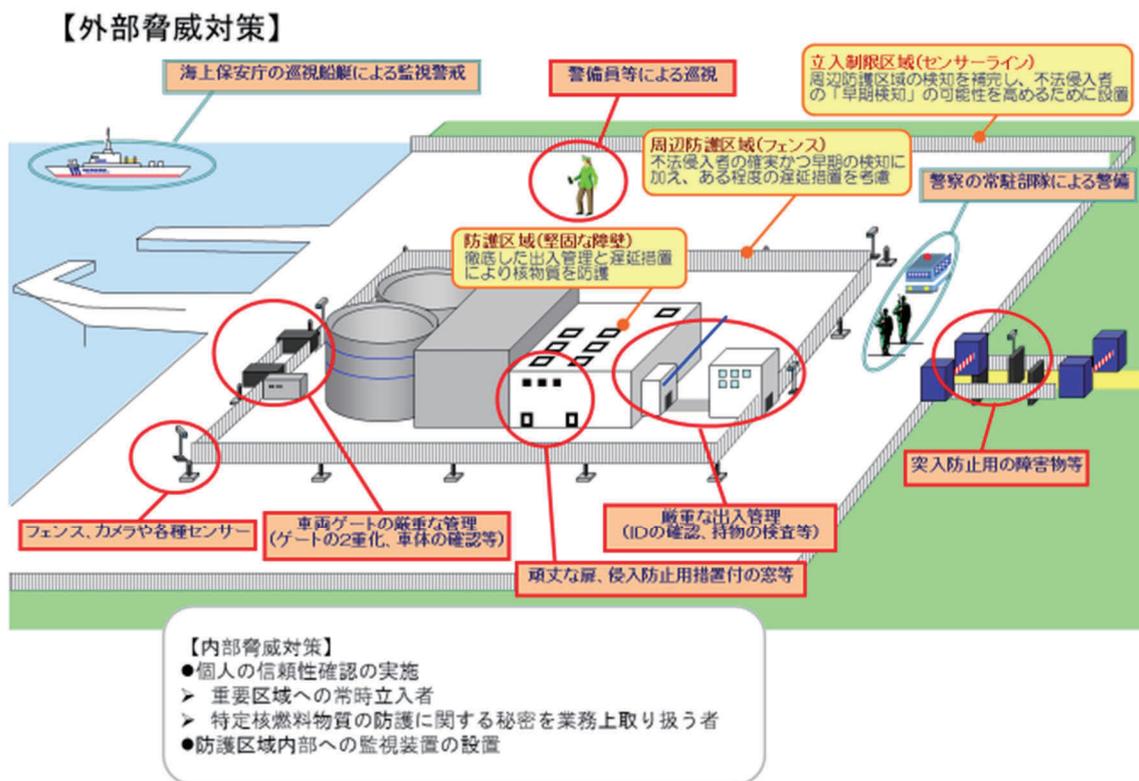


図 4-7 原子力施設における核物質防護措置の例

(出典)原子力規制委員会「令和元年度年次報告」(2020年)

② 輸送における核セキュリティ

輸送時の核セキュリティは、輸送の種類によって所管する規制行政機関及び治安当局が異なります(表 4-8)。特定核燃料物質の輸送時の要件は、陸上輸送に関しては原子炉等規制法で、海上輸送に関しては「船舶安全法」(昭和8年法律第11号)で定められています。

表 4-8 特定核燃料物質の輸送を所管する関係省庁

	輸送物	輸送方法	輸送経路・日時
陸上輸送	原子力規制委員会	【所外輸送】国土交通省	都道府県公安委員会
		【所内輸送】原子力規制委員会	
海上輸送	国土交通省	国土交通省	海上保安庁

(注) 特定核燃料物質の航空輸送は実施されない。

(出典) 第2回核セキュリティに関する検討会資料 4 国土交通省・原子力規制庁「輸送における核セキュリティの検討について」(2013年)

(3) 我が国における核セキュリティ対策強化の取組

① 原子力規制委員会における取組

原子力規制委員会では、2015年1月に「核セキュリティ文化に関する行動指針」を策定しました。同指針では、脅威に対する認識、安全との調和、幹部職員の務め、教育と自己研鑽、情報の保護と意思疎通の5点について、原子力規制委員会として自らの核セキュリティ文化を醸成するための行動指針を示しています。

核物質防護については、原子炉等規制法に基づき、特定核燃料物質の防護のために事業者とその従業員が守るべき核物質防護規定の変更認可申請の審査を厳正かつ適切に実施しています。同規定の遵守状況については、IAEAによる勧告文書¹²を踏まえて導入した個人の信頼性確認制度の運用状況を含め、毎年検査を行っています。

また、2020年4月には、「核物質防護に係る重要度評価に関するガイド」や対象施設別の「核物質防護に係る検査ガイド」が制定され、原子力規制検査¹³の運用が開始されました。同検査では、監視領域の一つとして核物質防護を定め、事業者の安全活動の目的の達成状況を監視しています。2020年度には、東京電力柏崎刈羽原子力発電所におけるIDカード不正使用による防護区域入域事案及び核物質防護設備の機能の一部喪失事案を踏まえ、原子力規制委員会は同発電所の原子力規制検査における対応区分を「第4区分」とすることを決定し、2021年4月14日に是正措置命令を発出しました¹⁴。

そのほか、原子力事業者等との間では、原子力規制委員会が経営層との面談等を通じてセキュリティに対する関与意識の強化を図っています。

② 文部科学省における取組

我が国は、2010年の核セキュリティ・サミットにおいて、主にアジア諸国の核セキュリティ強化を支援するセンターの設立を表明し、同年12月に原子力機構に「核不拡散・核セキュリティ総合支援センター」(ISCN¹⁵)を設置しました。ISCNは人材育成支援、技術開発等の活動を積極的に進めています。

人材育成支援では、原子力平和利用のセミナー、バーチャルリアリティ(VR)技術や核物質防護の実習施設を活用したトレーニング、保障措置の体制整備の実務者トレーニング等を実施し、各国から高い評価を受けています(図4-8)。また、IAEA査察官向けに、原子力機構の施設を活用した我が国でしか実施できないトレーニングを提供し、IAEAからも高く評価されています。2020年度は、IAEA等と連携して本分野での世界初の海外向けオンライントレーニングを開発・実施しました。これらを含め、トレーニングコースは2021年3月までに99か国、6国際機関から累計4,900名以上が受講しています。

¹² 「核物質及び原子力施設の物理的防護に関する核セキュリティ勧告第5版」。

¹³ 第1章1-2(1)③2)「新たな検査制度『原子力規制検査』の導入」を参照。

¹⁴ 第1章1-2(1)③3)ハ)「原子力規制検査の実施」を参照。

¹⁵ Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

技術開発では、欧米と協力して、押収・採取された核物質を分析して出所等を割り出す核鑑識技術、中性子線を照射して対象物を非破壊分析するアクティブ法等の技術開発を進めています。アクティブ法は対象物からの放射線による影響があっても適用できる分析手法であり、高い放射線レベルの試料中の核物質測定等への適用が可能です（図 4-9）。また、大規模イベント等におけるテロ活動を抑止するための核・放射性物質を検知する技術開発、核爆発装置や放射性物質を飛散させる爆発物等への核物質・放射性物質の転用を防ぐための評価研究も進めています。

そのほか、ISCN では原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラムを毎年開催しています。2020年12月にオンラインで開催されたフォーラムでは、『第1回核セキュリティ・サミット』から10年～ISCNが刻む『未来へのMilestone』～』をテーマに、国内外の有識者による講演や議論が行われました。

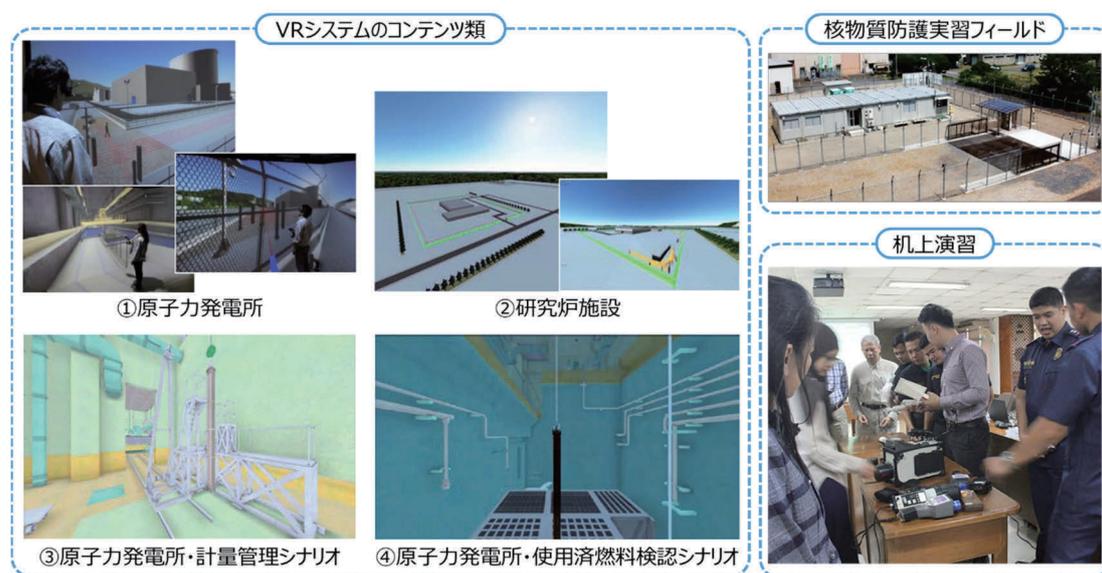


図 4-8 原子力機構 ISCN による様々なトレーニングの実施

(出典) 原子力機構核不拡散・核セキュリティ総合支援センター「ISCN ニューズレター No.0281」(2020年)、原子力機構核不拡散・核セキュリティ総合支援センター「トレーニング、教育等を含む人材育成などを通じたキャパシティ・ビルディング強化」、FNCA「FNCA 2019 核セキュリティ・保障措置ワークショップ」に基づき作成

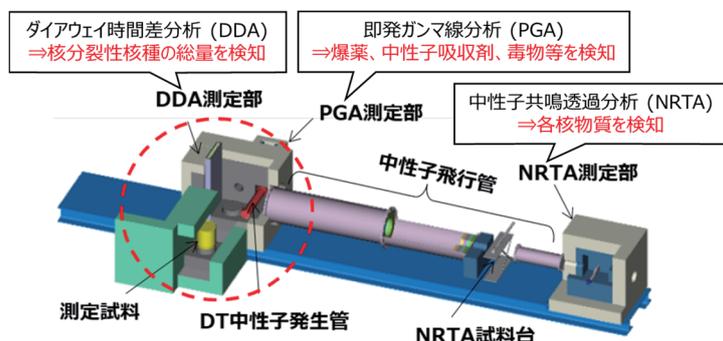


図 4-9 原子力機構が開発中の3つのアクティブ中性子法を統合した試験装置

(出典) 2020 原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム 原子力機構核不拡散・核セキュリティ総合支援センター「ISCN/JAEA の10年間の歩みと成果」(2020年)に基づき作成

③ 国際的取組への対応

我が国は、2015年にIAEAの国際核物質防護諮問サービス（IPPAS）ミッションを受け入れ、「国の核セキュリティ体制」、「原子力施設における核セキュリティの実施状況」及び「コンピュータセキュリティの実施」の3つの項目のレビューを受けました。また、2018年には、同ミッションでの勧告事項や助言事項に対する対応状況に関するフォローアップミッションを受け入れました。2019年4月に受領した同フォローアップミッション報告書においては、「前回のミッション以降、日本の核セキュリティ体制には顕著な改善がみられる。その体制は、強固で十分に確立されており、改正核物質防護条約の基本原則に従ったものである。」との見解が示されました。原子力規制委員会は、これらの評価結果を踏まえ、引き続き核セキュリティ対策の向上に取り組んでいくとともに、IAEAとの密接な協力の下、国際社会に貢献していくとしています。

また、我が国は、2020年東京オリンピック競技大会・東京パラリンピック競技大会¹⁶に向け、大規模国際行事の核テロ対策を強化することとしており、IAEAや米国政府との協力の下、核セキュリティ分野での取組を実施しています。

(4) 核セキュリティに関する国際的な取組

① 核セキュリティ・サミット

オバマ米大統領（当時）が提唱した核セキュリティ・サミットは、2010年4月から2016年4月にかけて合計4回開催され、首脳レベルで核テロ対策に関する基本姿勢や取組状況、国際協力の在り方についての議論が行われました。最終回となった第4回では、サミット終了後の核セキュリティ強化の取組に向けた行動計画等が採択されました。

② 国連の行動計画

国連総会と国連安全保障理事会（以下「安保理」という。）は、グローバルな核セキュリティを強化する上で重要な役割を果たしています。2016年の第4回核セキュリティ・サミットで発表された国連の行動計画では、国連安保理決議第1540号¹⁷の核セキュリティに関する義務を2021年までに完全に履行すること等を目指す方針が示されました。

③ IAEAにおける取組

IAEAは2002年3月、核テロ対策を支援するために、核物質及び原子力施設の防護等8つの活動分野で構成される核セキュリティ第1次活動計画を策定し、核物質等テロ行為防止

¹⁶ 2020年3月30日に、東京オリンピック競技大会は2021年7月23日から8月8日に、東京パラリンピック競技大会は同年8月24日から9月5日に開催されることが決定されました。

¹⁷ 大量破壊兵器及びその運搬手段の拡散が国際の平和と安全に対する脅威を構成することが明記された、初の国連憲章第7章下の国連安保理決議。全ての国連加盟国は、非国家主体への大量破壊兵器（核兵器、生物兵器、化学兵器）及びその運搬手段（ミサイル）の拡散防止の義務を負い、本件決議の履行について安保理の下に置かれる1540委員会へ報告することが定められました。

特別基金を設立しました。現在は、2017年に承認された第5次行動計画（2018年から2021年まで）が遂行されています。

また、IAEAが主催する閣僚級会議「核セキュリティに関する国際会議」は、2020年2月に3回目が開催され、130以上の国が参加し、我が国を含めて57か国以上から閣僚レベルの代表者が出席しました（図4-10）。同会議では、核セキュリティを世界的に強化するという共通のコミットメントが確認され、核テロやその他の悪意のある行為による脅威に対抗する閣僚宣言が発出されました。



図4-10 核セキュリティに関する国際会議において政府代表演説を行う若宮外務副大臣
 (出典) 外務省「若宮外務副大臣の核セキュリティに関する国際会議出席(結果)」(2020年)

④ その他の取組

上記のほか、我が国も参加する、核セキュリティの向上を目的とした代表的な国際取組として、「大量破壊兵器及び物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ」(GP¹⁸)、「核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ」(GICNT¹⁹)、「核セキュリティ・コンタクトグループ」(NSCG²⁰)等が挙げられます。これらは、それぞれ2002年、2006年のG8を機に設置されましたが、その後G8の枠を超えて、多くの国や国際機関が参加する取組へと拡大しています。

また、2008年の第52回IAEA年次総会の際に設立された「世界核セキュリティ協会」(WINS²¹)は、核物質及び放射性物質がテロ目的に使用されないように、これらの物質の管理を徹底することを目的として活動を行っています。WINSは、核セキュリティ管理に関するWINSアカデミーをオンラインで提供しているほか、世界各地で核セキュリティに関わるワークショップを開催しています。2021年2月には、原子力機構ISCNとWINSの共催により、「核セキュリティに係るサプライチェーン・リスク」をテーマとしたワークショップがオンラインで開催されました。

¹⁸ Global Partnership

¹⁹ Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism

²⁰ Nuclear Security Contact Group

²¹ World Institute for Nuclear Security

4-3 核軍縮・核不拡散体制の維持・強化

我が国は、世界で唯一の戦争被爆国として、核兵器のない世界の実現に向けて、国際社会の核軍縮・核不拡散の取組を引き続き主導していく使命を有しています。そのため、国際的な核不拡散体制を維持・強化するための議論に積極的に参加するとともに、人材の育成に努め、「核不拡散と原子力の平和利用の両立を目指す趣旨で制定された国際約束・規範の遵守が、原子力利用による利益を享受するための大前提」とする国際的な共通認識の醸成に国際社会と協力して取り組むことが重要です。核兵器不拡散条約（NPT）を中心とした様々な国際枠組みの下で、核軍縮・核不拡散に向けた取組を積極的に推進しています。

(1) 国際的な核軍縮・核不拡散体制の礎石としての核兵器不拡散条約（NPT）

NPTは、米国、ロシア、英国、フランス及び中国を核兵器国と定め、これらの核兵器国には核不拡散の義務に加え、核兵器国を含む全締約国に対して誠実に核軍縮交渉を行う義務を課す一方、非核兵器国には原子力の平和的利用を奪い得ない権利として認めて、IAEAの保障措置を受託する義務を課すもので、国際的な核軍縮・核不拡散を実現し、国際安全保障を確保するための最も重要な基礎となる普遍性の高い条約として位置付けられています（図4-11）。我が国は同条約を1976年6月に批准しており、2021年3月末時点の同条約の締約国数は191か国²²です。

NPT運用検討会議は、条約の目的の実現及び条約の規定の遵守を確保することを目的として、5年に1度開催される国際会議です。NPT運用検討会議では、条約が発効した1970年以来、その時々国際情勢を反映した議論が展開されてきました。近年、NPT体制は深刻な課題に直面しており、我が国も条約発効50周年となる2020年のNPT運用検討会議の意義ある成果に向けた様々な取組を行ってきました。同会議は、新型コロナウイルス感染症の影響により延期となっています。



図4-11 核兵器不拡散条約（NPT）の3つの柱

（出典）外務省「わかる！国際情勢 Vol.42 核兵器のない世界へ」（2009年）

²² 国連加盟国では、インド、パキスタン、イスラエル及び南スーダンが未加入。

(2) 核軍縮に向けた取組

① 核軍縮の推進に向けた我が国の取組

我が国は、唯一の戦争被爆国として、核兵器のない世界を実現するため、核軍縮・核不拡散外交を積極的に行っています。1994年以降、毎年国連総会に核兵器廃絶決議案を提出し、幅広い国々の支持を得て採択されてきています。

また、核軍縮の進め方をめぐり様々なアプローチを有する国々の信頼関係を再構築し、実質的な進展に資する提案を得ることを目的として、「核軍縮の実質的な進展のための賢人会議」を2017年から2019年にかけて全5回開催しました。その後、賢人会議における議論の成果のフォローアップ及び更なる発展を図るため「核軍縮の実質的な進展のための1.5トラック会合」を立ち上げ、2020年3月に東京で第1回会合、2021年3月にオンラインで第2回会合を開催しました。第2回会合では、核兵器のない世界の実現に向けた各国間の信頼醸成及び共通の基盤の形成に貢献することを目指し、次回のNPT運用検討会議において意義ある成果を達成するための方策について議論が行われました（図4-12）。



図 4-12 第2回「核軍縮の実質的な進展のための1.5トラック会合」の様子

(出典) 外務省「第2回『核軍縮の実質的な進展のための1.5トラック会合』の開催(結果)」(2021年)

さらに、2010年9月に我が国とオーストラリアが中心となって立ち上げた「軍縮・不拡散イニシアティブ」(NPDI²³)を通じて、核兵器国と非核兵器国の橋渡し役となることを目指した活動を行っています。2020年4月には、NPDI高級実務者レベルによる共同メッセージを発出し、核兵器のない世界というNPTの究極的な目標の達成に引き続きコミットすること等を表明しました。

²³ Non-proliferation and Disarmament Initiative

② 包括的核実験禁止条約（CTBT）

「包括的核実験禁止条約」（CTBT²⁴）は、全ての核兵器の実験的爆発又は他の核爆発を禁止するもので、核軍縮・核不拡散を進める上で極めて重要な条約であり、我が国は1997年に批准しました。2021年3月末時点で、批准国は170か国ですが、CTBTの発効に必要な特定の44か国のうち批准は36か国²⁵にとどまり、条約は発効していません。

我が国は、CTBTの発効を重視しており、CTBT発効促進会議、CTBTフレンズ外相会合、賢人グループ（GEM²⁶）、二国間協議を通じて未批准国への働きかけに積極的に取り組んでいます。2020年10月には、新型コロナウイルス感染症の影響に鑑み、CTBTフレンズ外相会合開催の代わりに、CTBTフレンズ各国外務大臣がビデオメッセージを发出了しました。我が国からは茂木外務大臣が、広島と長崎で起きた悲劇を二度と繰り返してはならないという決意を表明するとともに、CTBTの発効促進に取り組み、核実験を防ぐためにCTBTの監視能力を強化する必要性を強調しました。

また、条約の遵守状況の検証体制については、我が国は、国内に国際監視制度（IMS²⁷）の10か所の監視施設及び実験施設を維持・運営しているほか（図4-13）、世界各国の将来のIMSステーションオペレーター（観測点の運営者）の能力開発支援や包括的核実験禁止条約機関（CTBTO²⁸）への任意拠出の提供を通じて、その強化に貢献しています。

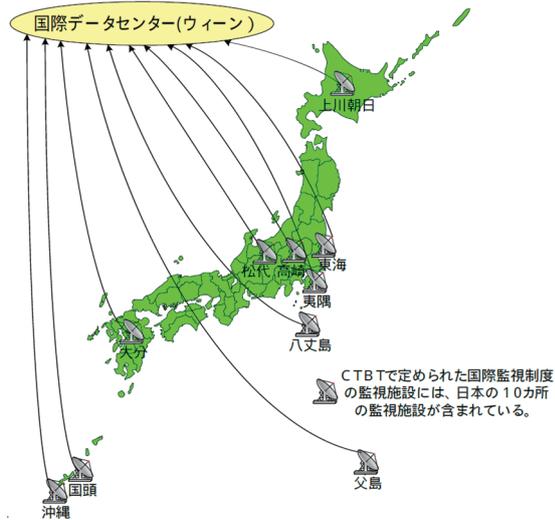


図4-13 日本国内の国際監視施設設置ポイント
 (出典)外務省「CTBT 国内運用体制の概要 日本国内の国際監視施設設置ポイント」に基づき作成

③ 核兵器用核分裂性物質生産禁止条約（「カットオフ条約」）（FMCT）

1993年にクリントン米大統領（当時）が提案した「核兵器用核分裂性物質生産禁止条約」（「カットオフ条約」）（FMCT²⁹）は、兵器用の核分裂性物質（高濃縮ウラン及びプルトニウム等）の生産を禁止することにより、新たな核兵器保有国の出現を防ぎ、かつ核兵器国における核兵器の生産を制限する条約で、核軍縮・不拡散の双方の観点から大きな意義を有します。

これまで、ジュネーブ軍縮会議（CD³⁰）において、条約交渉を開始するための議論が行われてきているものの、実質的な交渉は開始されていません。そのため、2017年と2018年に

²⁴ Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty

²⁵ 未批准の発効要件国は、インド、パキスタン、北朝鮮、中国、エジプト、イラン、イスラエル及び米国。

²⁶ Group of Eminent Persons

²⁷ International Monitoring System

²⁸ Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization

²⁹ Fissile Material Cut-off Treaty

³⁰ Conference on Disarmament

ハイレベル FMCT 専門家準備グループを開催し、条約の実質的な要素と勧告を盛り込んだ報告書を採用しました。

我が国としては、FMCT 早期交渉開始を実現すること、また、交渉妥結までの間、核兵器保有国が核兵器用核分裂性物質の生産モラトリアムを宣言することは、核兵器廃絶の実現に向けた次の論理的なステップであり、核軍縮分野での最優先事項の一つと考えています。

④ 核兵器禁止条約

「核兵器禁止条約」は、核兵器その他の核爆発装置の開発、実験、生産、製造、その他の方法による取得、所有又は貯蔵等を禁止するとともに、核兵器その他の核爆発装置の所有、占有又は管理の有無等について締約国が申告すること等について規定しています。同条約は、2017年7月に国連総会において採択され、2020年10月に締約国数が発効要件である50か国に達したことで、2021年1月に発効しました。2021年3月末時点の締約国は54か国で、現状では、核兵器国のみならず、我が国と同様に核の脅威にさらされている多くの非核兵器国からも支持を得られていません。

我が国は、唯一の戦争被爆国であり、核兵器禁止条約が目指す核兵器廃絶という目標を共有しています。一方で、近年の国際的な安全保障環境は厳しく、核軍縮の進め方をめぐっては、核兵器国と非核兵器国との間のみならず、核兵器の脅威にさらされている非核兵器国とそうでない非核兵器国との間においても立場の違いが見られます。このような状況の下、核軍縮を進めていくために、我が国としては、核兵器国も参加する現実的かつ実践的な取組を積み重ねていく考えです。

⑤ 軍備管理枠組み

2021年2月、米国及びロシアは、「新戦略兵器削減条約」(新START³¹)を5年間延長することを発表しました。我が国としては、新STARTは米露両国の核軍縮における重要な進展を示すものであると考えており、その延長を歓迎しました。

一方、核兵器をめぐる昨今の情勢を踏まえれば、米露を超えたより広範な国家、より広範な兵器システムを含む新たな軍備管理枠組みを構築していくことが重要であり、例えば、我が国は中国とも様々なレベルでこの問題についてやり取りを行ってきています。2020年9月に開催されたASEAN地域フォーラム(ARF³²)閣僚会合においては、茂木外務大臣から、中国が核兵器国として、また国際社会の重要なプレーヤーとしての責任を果たし、米中二国間で軍備管理に関する対話を行うことを関係各国と共に後押ししたいと表明しました。

さらに、2020年の国連総会で採択された我が国提出の核兵器廃絶決議においても、核兵器国間の透明性の重要性を強調し、軍拡競争予防の効果的な措置に関する軍備管理対話を開始する核兵器国の特別な責任について再確認することが盛り込まれています。

³¹ Strategic Arms Reduction Treaty

³² ASEAN Regional Forum

(3) 核不拡散に向けた取組

① 原子力供給国グループ (NSG)

1974年のインドの核実験を契機として、原子力関連の資機材を供給する能力のある国の間で「原子力供給国グループ」(NSG³³)が設立され、2021年3月末時点で我が国を含む48か国が参加しています。NSG参加国は、核物質や原子力活動に使用するために設計又は製造された品目及び関連技術の輸出条件を定めた「NSGガイドライン・パート1³⁴」を1978年に選定し、これに基づいた輸出管理を行っています。さらに、その後策定された「NSGガイドライン・パート2³⁵」は、通常の産業等に用いられる一方で原子力活動にも使用し得る資機材(汎用品)及び関連技術も輸出管理の対象としています。

第30回NSG総会は2020年に開催予定でしたが、新型コロナウイルス感染症の影響により2021年半ばまで延期されています。

② 北朝鮮の核開発問題

2018年6月には史上初となる米朝首脳会談が行われ、北朝鮮は朝鮮半島の「完全な非核化」について約束しましたが、北朝鮮は、累次の国連安保理決議に従った、全ての大量破壊兵器及びあらゆる射程の弾道ミサイルの完全な、検証可能な、かつ不可逆的な方法での廃棄を依然として行っていません。北朝鮮は2019年5月から11月にかけて短距離弾道ミサイルの発射などを繰り返し、2020年3月にも4回短距離弾道ミサイルを発射したのに続いて、2021年3月にも弾道ミサイルを発射しました。

引き続き、北朝鮮による全ての大量破壊兵器及びあらゆる射程の弾道ミサイルの完全な、検証可能な、かつ不可逆的な廃棄に向け、国際社会が一致結束して、安保理決議を完全に履行することが重要です。

③ イランの核開発問題

イランの核開発問題は、国際核不拡散体制への重大な挑戦となっていました。2015年7月に、EU3+3(英国、フランス、ドイツ、米国、中国、ロシア及びEU)とイランとの間で「包括的共同作業計画」(JCPOA³⁶)が合意され、JCPOAを支持する安保理決議第2231号が採択されました。JCPOAは、イランの原子力活動に制約をかけつつ、それが平和的であることを確保し、これまでに課された制裁を解除していく手順を詳細に明記したものです。

³³ Nuclear Suppliers Group

³⁴ 主な対象品目は、①核物質、②原子炉とその付属装置、③重水、原子炉級黒鉛等、④ウラン濃縮、再処理、燃料加工、重水製造、転換等に係るプラントとその関連資機材。

³⁵ 主な対象品目は、①産業用機械(数値制御装置、測定装置等)、②材料(アルミニウム合金、ベリリウム等)、③ウラン同位元素分離装置及び部分品、④重水製造プラント関連装置、⑤核爆発装置開発のための試験及び計測装置、⑥核爆発装置用部分品。

³⁶ Joint Comprehensive Plan of Action

しかし、2018年には米国が JCPOA から離脱し、イランに対する制裁措置を再適用しました。これに対してイランは、2019年5月に JCPOA 上の義務の段階的停止を発表し、低濃縮ウラン貯蔵量の上限超過、濃縮レベルの上限超過、フォルドにある燃料濃縮施設での濃縮再開等の措置を順次講じました。2021年に入ってから、1月にフォルドの施設において20%の濃縮ウランの製造を開始したこと等を発表し³⁷、2月には JCPOA 上の透明性措置を停止することを IAEA に通告しました。これに対して、IAEA とイランは共同声明を発表し、最大3か月間にわたり IAEA が一定の検証・監視活動を継続すること等について合意しました。なお、IAEA 事務局長報告書によると、2021年2月16日時点におけるイランの濃縮ウラン保有量は2967.8 kg (JCPOA で定めた上限202.8 kgの約15倍) に達しています。

我が国は、国際不拡散体制の強化と中東の安定に資する JCPOA を一貫して支持しており、引き続きイランに対し、核合意を遵守するよう働きかけるとともに、中東における緊張緩和と情勢の安定化に向け、関係国と連携していく方針です。なお我が国は、JCPOA 採択から5年が経過したことを受けて2020年10月の閣議了解により、安保理決議第2231号に基づく措置の一部³⁸を解除しました。

④ 核燃料供給保証に関する取組

ウラン濃縮や使用済燃料再処理等の機微な技術の不拡散と、原子力の平和利用との両立を目指す上で、政治的な理由による核燃料の供給途絶を回避する供給保証が重視されています。

ロシアが主導するアンガルスクの国際ウラン濃縮センター (IUEC) については、ロシアの国営企業ロスアトムが IAEA と備蓄の構築に関する協定を交わし、2011年2月より燃料供給保証として120tの低濃縮ウラン備蓄の利用が可能となりました。

また、カザフスタンの低濃縮ウラン備蓄バンクについては、同国と IAEA が協定に署名し、2017年8月に開所しました。2019年にはフランスのオラノ社及びカザフスタン国営原子力企業のカズアトムプロム社から低濃縮ウランが納入され、同バンクの操業に必要な低濃縮ウランの備蓄が完了しました。

³⁷ さらに、2021年4月13日、イランは IAEA に対し、60%までの濃縮ウランの製造を開始することを通告。

³⁸ イランに対する大型通常兵器等の供給、販売、移転、提供、製造、維持又は使用に関連する資金の移転を防止する一方、国連安保理の事前承認を得られる場合、これを許可することが可能となる措置。

第5章 原子力利用の前提となる国民からの信頼回復

東電福島第一原発事故の政府事故調報告書では、事故の状況や放射線の人体への影響等についての政府や東京電力から国民に対する情報提供の方法や内容に多くの課題があったことが指摘されました。また、事故が発生した際の緊急時だけでなく、平時の情報提供の在り方についても課題が指摘されています。これらの課題は、国民の原子力に対する不信・不安を招く主原因の一つとなったと考えられます。

失われた信頼を回復するため、原子力に携わる関係者は、国民の声に謙虚に耳を傾け、必要なあらゆる取組を一層充実していくことが不可欠です。このような認識の下で、国や事業者を始めとする原子力関係機関は、情報提供やコミュニケーション活動等の取組を進めています。

5-1 理解の深化に向けた方向性

東電福島第一原発事故は、福島県民を始め多くの国民に多大な被害を及ぼしました。事故から既に10年が経過した現在でも、依然として国民の原子力への不信・不安が根強く残っています。さらに、事故を契機に、我が国における原子力利用は、原子力発電施設等立地地域に限らず、電力供給の恩恵を受けてきた国民全体の問題として捉えられるようになりました。

事故により失われた原子力利用に対する信頼を回復するために、原子力に携わる関係者は、立地地域を始めとする国民の声に謙虚に耳を傾けるとともに、原子力利用に関する透明性を確保し、国民の不信・不安に対して真摯に向き合うことが不可欠です。そのためにまず、科学の不確実性やリスクにも十分留意しながら、双方向の対話や広聴等のコミュニケーション活動をより一層進め、国民の関心に応え、取組や活動を強化していくことが必要です。また、国民が自らの関心に応じて自ら見つけた情報を自ら取捨選択し、納得すると、「腑に落ちる」状態になると考えられます。このような状態を実現するためには、科学的に正確な情報や客観的な事実（根拠）に基づく情報体系を整えることにより、このような情報に基づいて国民一人一人が理解を深め、議論を通じて合意形成していけるような環境の整備を進めることが求められます。

IT技術の進化に伴いコミュニケーション方法が多様化している中、ソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）を始めとした情報入手やコミュニケーションの手段の変化に対応していくことも必要です。また、社会に定着したインターネットを国民とのコミュニケーション活動のインフラとして利用できるような情報の整備が求められます。

5-2 科学的に正確な情報や客観的な事実（根拠）に基づく情報体系の整備と国民への提供

原子力委員会は2016年12月、理解の深化に向けた根拠に基づく情報体系の構築についての見解を取りまとめました。同見解では、国民が自らの関心や疑問に応じて自ら検索し、必要に応じて専門的な情報までたどれるように、一般向け情報、橋渡し情報、専門家向け情報、根拠等の各階層をつなぐ情報体系を整備することの必要性を指摘しています。

また、同見解では、国民の関心が大きく、原子力政策の観点でも重要な分野から着手すべきとしており、特に「地球環境・経済性・エネルギーセキュリティ（3E）」及び「安全・防災（S）」については、原子力関係機関による情報体系の具体化が進められています。例えば、電気事業連合会を中心に、関係機関が保有する情報の階層構造を整理し、関連する情報のリンク付けを行っています（図5-1）。

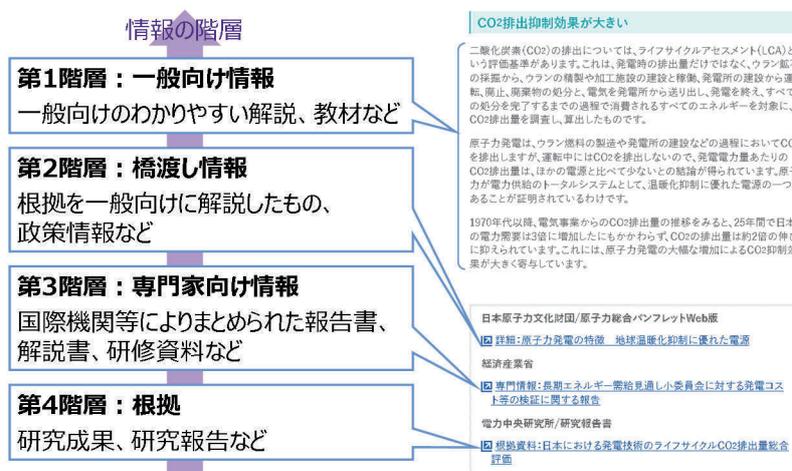


図 5-1 電気事業連合会ホームページにおける各階層の情報のリンク付け例

(出典) 電気事業連合会ウェブサイト「原子力発電の特徴：CO2を排出しない」に基づき作成

原子力機構は、原子力に関連した科学的かつ客観的な情報提供を行う「原子力百科事典ATOMICA¹」の再構築を行っており、情報更新の必要度が高いものから順次更新を進めています。2020年度には、「高レベル放射性廃液の処理」等の一部の記事が更新されました。また、多様な利用者にとって分かりやすくなるよう、ユーザーインターフェースの改善等についても検討が行われており、使用端末の特性に応じた画面表示を可能とする機能や斜め読み機能等の導入に向けた作業が進められています。

一般財団法人日本原子力文化財団は、エネルギーや原子力に関する網羅的な情報を提供するウェブサイト「エネ百科²」を運営しています。エネ百科では、原子力やエネルギーに関する説明資料の作成等に利用可能な図面集、原子力や放射線等に関する電子パンフレット、原子力に関する専門用語や時事ネタに関する解説記事、子ども向けも含めたコラム等、多数のコンテンツが提供されています。

¹ <https://atomica.jaea.go.jp/>

² <https://www.ene100.jp/>

5-3 コミュニケーション活動の強化

以前は、我が国の原子力分野におけるコミュニケーション活動では、情報や決定事項を一方向的に提供し、それを理解・支持してもらうことに主眼が置かれてきました。しかし、現代では、そのような枠組みが有効であった時代とは異なり、個々人が様々な情報に容易にアクセスすることが可能になりました。今後、我が国のコミュニケーション活動を考える上で、従前の枠組みでは見落としがちであった図 5-2 のような視点が必要と考えられています。

- ◇ どのような者が政策や事業の影響を受けるかの把握（様々なステークホルダーの特定）
- ◇ ステークホルダーが何を知りたいかの把握
- ◇ ステークホルダーの関心やニーズを踏まえたコミュニケーション活動の実施

図 5-2 原子力に係るコミュニケーションにおいて我が国で見落としがちな視点

(出典) 第 9 回原子力委員会資料第 1-1 号 原子力政策担当室「ステークホルダー・インボルブメントに関する取組について」(2018 年)に基づき作成

このような状況を踏まえ、原子力委員会は、原子力分野におけるステークホルダーと関わる取組全体を「ステークホルダー・インボルブメント」と定義し、2018 年 3 月にその基本的な考え方を取りまとめました(図 5-3)。ステークホルダー・インボルブメントを進める上では、情報環境の整備、双方向の対話、ステークホルダー・エンゲージメント(参画)のような目的を明確に設定し、状況やテーマに応じて最適な方法を選択・組み合わせることが必要です。コミュニケーション活動には画一的な方法はなく、ステークホルダーの関心や不安に真摯に向き合い対応していくことが重要であり、関係機関で目的に応じたコミュニケーションの在り方を考え、ステークホルダーとの間での信頼関係構築につなげていくことが求められます。

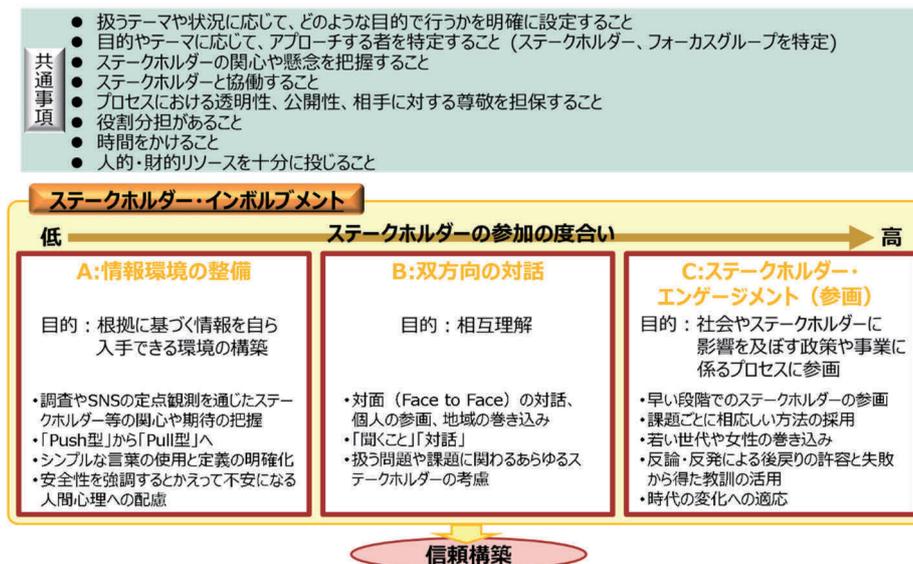


図 5-3 ステークホルダー・インボルブメントの要点

(出典) 第 9 回原子力委員会資料第 1-1 号 原子力政策担当室「ステークホルダー・インボルブメントに関する取組について」(2018 年)

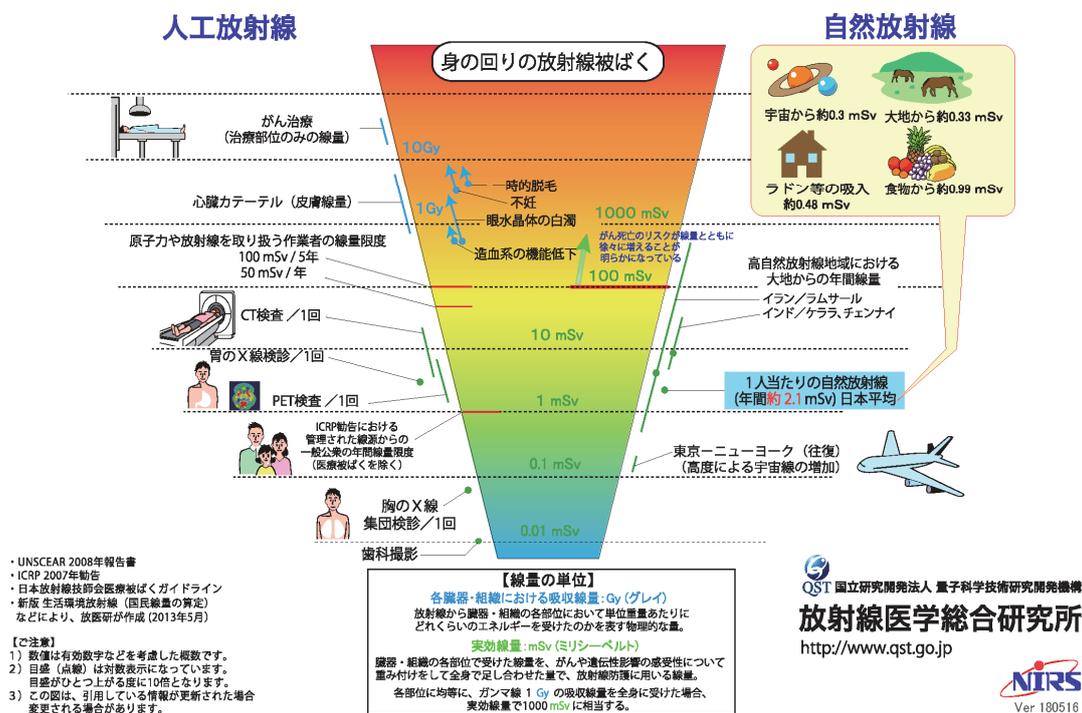
コラム

～身の回りの放射線影響に関する量研の情報発信～

東電福島第一原発事故後、一般になじみのない放射線の単位等が繰り返し報道され、不安感が高まりました。このような状況を受け、量研では、放射線の影響について考える際の参考として、「放射線被ばくの早見図」を公表しています。同早見図では、身近に使われる医療放射線や身の回りの放射線、それらの線量に応じた人体への影響、管理上の基準となる値等を一覧にまとめて情報発信しています。

例えば、宇宙から降り注ぐ宇宙線、大地を構成する岩石に含まれる放射性物質、大気中に含まれる放射性物質（ラドン等）、食べ物に含まれる放射性物質（カリウム 40 等）の影響により、私たちは日常生活を送るだけでも自然放射線を受けています。日本で1年間に受ける自然放射線の量は、平均約2.1ミリシーベルトとなります。また、病院でのレントゲン撮影等の医療行為を受けることにより人工放射線を受けており、その量の1年間の平均は約3.9ミリシーベルトです。国際放射線防護委員会（ICRP³）の勧告では、一般公衆において、自然放射線や医療行為による被ばくを除き、管理された線源から1年間に受ける線量限度を1ミリシーベルトとしています。早見図の情報を参照することにより、1ミリシーベルトという値がどのような大きさのものか、実感を持って捉えることが可能になります。

なお、量研では、科学的妥当性を損なわないように留意しつつ、専門家ではない国民にとって分かりやすい早見図となるよう心がけており、随時見直しも行っていきます。



(出典) 量研『放射線被ばくの早見図』について (2018年)

³ International Commission on Radiological Protection

5-4 原子力関係機関における取組

(1) 国の取組

資源エネルギー庁では、東電福島第一原発事故の反省を踏まえ、国民や立地地域との信頼関係を再構築するために、エネルギー、原子力政策等に関する広報・広聴活動を実施しています。この活動では、立地地域はもちろん、電力消費地域や次世代層を始めとした国民全体に対して、シンポジウムや説明会等においてエネルギー政策に関する説明を2016年から累計570回以上実施し、多様な機会を捉えてエネルギー政策等の理解促進活動に取り組んでいます(図5-4)。また、原子力の利用に当たっては、その重要性や安全対策、原子力防災対策等について、様々な機会を利用して、丁寧に説明することが重要です。



図 5-4 次世代層への知識普及に向けての取組(左)やシンポジウムの様子(右)
(出典)資源エネルギー庁ウェブサイトより作成

近時ではウェブサイトを通じた活動等の充実に努めています。例えば、エネルギーに関する話題を分かりやすく発信するスペシャルコンテンツをウェブサイトに掲載しています(図5-5)。同コンテンツでは、2017年6月の開始から、これまで約280本の記事を配信しており、うち原子力関連の記事は約60本配信し、原子力の基礎的な情報からイノベーションの動向などタイムリーな話題についても展開しています。

キーワード：原子力

 <p>2021-04-13 「復興と廃炉」に向けて進む、処理水の安全・安心な処分～ALPS処理水の海洋放出と風評影響への対応 今回はさまざまな議論を経て決定された、ALPS処理水の処分方法についてご紹介します。</p>	 <p>2021-04-06 あれから10年、2021年の福島「今」(後編) 東日本大震災から今年で10年、福島の「今」をご紹介します。後編では「オンサイト」#福島第一原発の今をたくさんの方々を通じてお伝えします。</p>	 <p>2021-04-02 あれから10年、2021年の福島「今」(前編) 東日本大震災から今年で10年、福島の「今」を2回にわたってご紹介します。前編は「オフサイト」の取り組みを見ていきます。</p>	 <p>2020-09-11 最終処分地を温る時の「文庫調査」ってどんなもの? 原発を利用する際に避けて通れない「放射性廃棄物」処理。処分地選定プロセスにおける初期のステップ「文庫調査」についてご紹介します。</p>
 <p>2020-08-28 原子力にいま起こっているイノベーション(後編)～実は身近でも使われている原子力技術 米國や日本で開発が進む革新的な原子力技術。福島の発電分野に続き、後編では私たちの身近でも利用される発電以外の分野についてご紹介します。</p>	 <p>2020-08-20 原子力にいま起こっているイノベーション(前編)～次世代の原子炉はどんな姿? 「脱炭素化」の選択肢でもある原子力。日本でも取り組まれている革新的な原子力技術とはどのようなものか、2回に分けてご紹介します。</p>	 <p>2020-06-25 北欧の「最終処分」の取り組みから、日本が学ぶべきもの 原発を利用する際に避けて通れない「放射性廃棄物」処理。シリーズ最終回となる今回は、更に関心を広げ、理解を深めていくために始められている新しい取組をご紹介します。</p>	 <p>2020-06-19 汚染水処理で発生する廃棄物「スラリー」とは？なぜ発生する？どのように保管されている？ 汚染水の浄化処理の途中で発生する廃棄物「スラリー」、なぜ発生し、どのように保管されているのかをご紹介します。</p>

2021-04-13

「復興と廃炉」に向けて進む、処理水の安全・安心な処分～ALPS処理水の海洋放出と風評影響への対応

記事 | 原子力 | 汚染水・処理水対策 | 廃炉 | 福島

お問い合わせ | 検索 | ツイート | 印刷 | 共有

大規模なコンテンツを閲覧する



(出典) 東京電力ホールディングス ホームページ

2021年3月には、東日本大震災が起きてから10年の節目、大震災にももたらした発生した、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）の事故から10年ということになります。原発事故による災害からの復旧を上げるためには、廃炉を確実に進めること、また周辺住民への放射線リスクを低減することが必要となります。政府は、「復興と廃炉の両方」を方針として、さまざまな取り組みを進めてきました。そこで復興のひととつながってきたのが、「ALPS処理水」の処分方法です。今回は、さまざまな議論を経て決定された、ALPS処理水の処分方法についてご紹介します。

図 5-5 資源エネルギー庁ウェブサイトの「スペシャルコンテンツ」

(出典) 資源エネルギー庁「スペシャルコンテンツ」⁴より作成

「広報・調査等交付金」事業では、立地地域の住民の理解促進を図るため、地方公共団体が行う原子力発電に係る対話や知識の普及等の原子力広報の各種取組への支援を行っています。なお、過年度に同交付金を活用して実施された広報事業等の概要と評価をまとめた報告書は、資源エネルギー庁のウェブサイトにて公開されています。

高レベル放射性廃棄物の最終処分に関しては、科学的特性マップ等を活用して国民理解・地域理解を深めていくための取組として、資源エネルギー庁、原子力発電環境整備機構（NUMO⁵、以下「原環機構」という。）により、対話型全国説明会を始めとするコミュニケーション活動が行われています（図 5-6）。



図 5-6 対話型全国説明会の様子

(出典) 原環機構「対話型全国説明会 開催報告」

⁴ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/>

⁵ Nuclear Waste Management Organization of Japan

原子力規制委員会では、2017年11月に行った5年間の活動に関する振り返りの議論の中で、立地地域の地方公共団体とのコミュニケーションの向上の必要性を確認したことを踏まえ、委員による現地視察及び地元関係者との意見交換を実施しています。具体的には、委員が分担して国内の原子力施設を視察するとともに、当該原子力施設に関する規制上の諸問題について、被規制者だけでなく希望する地元関係者を交えた意見交換を継続的に行っています。2020年12月には、九州電力株式会社川内原子力発電所に関して、対面形式とテレビ会議の併用により、地元関係者及び事業者との意見交換を行いました。

環境省では、廃棄物の埋立処分事業の情報を発信するため「リプルンふくしま」を福島県富岡町に、中間貯蔵施設工事の進捗状況や安全への取組を発信するため「中間貯蔵工事情報センター」を福島県大熊町に、それぞれ開設しています(図5-7)。映像を含む展示に加え、埋立処分施設や中間貯蔵施設等を実際に見学できるなど、体験型の開かれた情報発信を行っています。

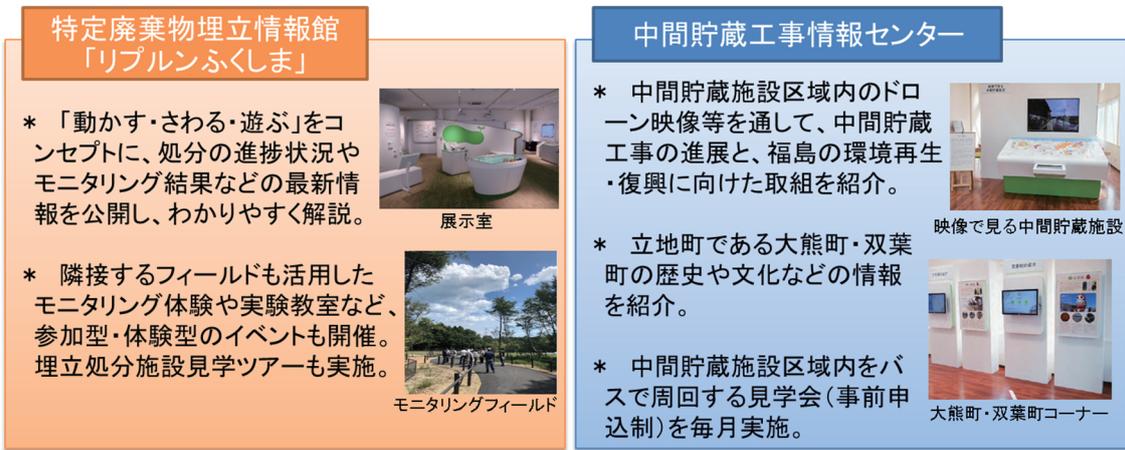


図 5-7 「リプルンふくしま」及び「中間貯蔵工事情報センター」の概要

(出典)第2回原子力委員会資料第1号 環境省「東日本大震災からの被災地の復興・再生に向けた環境省の取組」(2021年)等に基づき作成

そのほか、福島復興・再生に向けた風評払拭のための取組については第1章1-1(2)⑤4)「風評払拭・リスクコミュニケーションの強化」に、核燃料サイクル政策に関する青森県と関係閣僚との意見交換については第2章2-2(2)②「核燃料サイクルに関する我が国の基本方針」に、それぞれ記載しています。

コラム

～東北電力株式会社女川原子力発電所2号機の再稼働に係る地元理解～

東日本大震災で被災した原発としても、東電福島第一原発と同じ沸騰水型軽水炉（BWR）としても、全国で初となる東北電力株式会社女川原子力発電所2号機の再稼働について、地元理解に向けた取組が進められました。

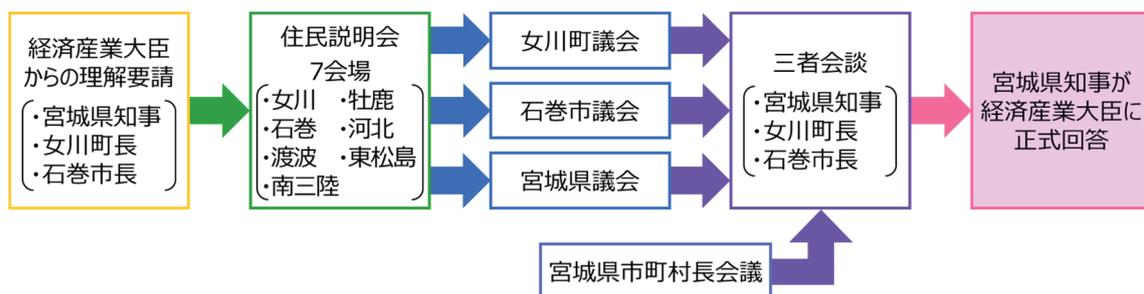
2020年2月に原子力規制委員会が女川原子力発電所2号機の設置変更を許可したことを受けて、梶山経済産業大臣は「原子力規制委員会の判断を尊重して、地元の理解を得ながら再稼働を進めていく」という政府の方針を村井宮城県知事、須田女川町長、亀山石巻市長に伝え、理解を求める要請を行いました。

この経済産業大臣からの要請を受けて、宮城県では同年8月に、知事又は副知事が参加した住民説明会が計7回開催されました。これらの説明会では、原子力規制庁が新規規制基準適合性審査の結果を、内閣府が原子力防災対応に係る国の方針や取組を、資源エネルギー庁が原子力を含むエネルギー政策の概要を、東北電力株式会社が女川原子力発電所2号機の安全対策をそれぞれ説明し、参加者との間で累計120件を超える質疑応答が行われました。説明会はインターネット中継され、そのアーカイブ動画は宮城県のウェブサイトで公開されています。

住民説明会での意見交換の内容も踏まえ、9月から10月にかけて、女川町議会、石巻市議会、宮城県議会がそれぞれ再稼働を容認する意思を示しました。また、11月9日には、県内の全市町村長の意見聴取をするため「宮城県市町村会議」が開催され、宮城県知事、女川町長、石巻市長の三者会談の結論を市町村長会議の総意とすることが了承されました。

これらの動きを受け、11月11日には宮城県知事、女川町長、石巻市長による三者会談において女川原子力発電所2号機の再稼働を理解することで一致し、同日に宮城県知事がその旨を表明しました。その後、2020年11月18日に宮城県知事から経済産業大臣に対して理解要請に了承する旨の回答が行われました。

このように、様々なステークホルダーによる丁寧なコミュニケーション活動を経た意思決定が行われ、女川原子力発電所2号機の再稼働に向けた取組が進められています。



女川原子力発電所2号機の再稼働に係る地元理解の流れ

(出典)宮城県「宮城県市町村長会議を開催しました(令和2年11月9日)」等に基づき作成

(2) 原子力関係事業者の取組

各原子力関係事業者は、原子力発電所の周辺地域において地方公共団体や住民等とのコミュニケーションを行っています。例えば、原子力総合防災訓練に参加し、防災体制や関係機関における協力体制の実効性の確認を行うことや、発電所立地県内全自治体へ毎月訪問して原子力に係る情報提供や問合せ対応等を行っています。また、一般市民への説明においては、原子力発電所やその安全対策の取組についてより理解を深められるよう、投影装置、映像、ジオラマ、VR スコープを活用した説明等が実施されています。

また、原子力発電所の立地地域や周辺地域だけでなく、広く国民全体やメディアに向けて、SNSを含む様々な媒体を活用し、報道会見、プレスリリースや広報誌の発行等を通じた情報発信も行っています。

今後も、これらの原子力関係事業者による取組を継続するとともに、より一層強化していくことが求められています。

一方で、2019年9月、関西電力株式会社の役職員等が、福井県高浜町の元助役から多額の金品を受領していたことが明らかになりました。この問題を受けて、経済産業省は2020年3月、関西電力株式会社に対して「電気事業法」（昭和39年法律第170号）に基づく業務改善命令を発出し、この命令を受けて、同月、関西電力株式会社は経済産業省に業務改善計画を提出しました。経済産業省は、2021年3月末までに関西電力株式会社より、業務改善計画の実行状況等について計3回の報告を受けています。

(3) 東電福島第一原発の廃炉に関する取組

東電福島第一原発の廃炉については、福島県や国民の理解を得ながら進めていく必要があります。そのため、正確な情報の発信やコミュニケーションの充実が図られており、事業者や資源エネルギー庁では様々な取組を進めてきています。例えば、廃炉・汚染水・処理水対策に関して、進捗状況を分かりやすく伝えるためのパンフレットや解説動画を作成し、情報発信を行っています（図5-8）。また、原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、2016年から「福島第一廃炉国際フォーラム」を実施し、廃炉の最新の進捗、技術的成果を国内外の専門家が広く共有するとともに、地元住民との双方向のコミュニケーションを実施しています。



図 5-8 東電福島第一原発の廃炉・汚染水・処理水対策に関する広報資料

(出典) 資源エネルギー庁「廃炉・汚染水・処理水対策ポータルサイト」より作成

汚染水・処理水対策に関しては、風評被害等の社会的な観点も含め、汚染水を多核種除去設備（ALPS）等で浄化した処理水の取扱いが課題となっています。2020年2月に「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」が公表した報告書において、「政府には、本報告書での提言に加えて、地元自治体や農林水産業者を始めとした幅広い関係者の意見を丁寧に聴きながら、責任と決意をもって方針を決定することを期待する」とされました。

同報告書を踏まえ、政府は幅広い関係者との意見交換を行っています（図5-9）。具体的には、2020年4月から10月にかけて「多核種除去設備等処理水の取扱いに係る関係者の御意見を伺う場」を計7回開催し、地元自治体等に加え、流通・小売の関係者も含む幅広い関係者（29団体43名）から意見を伺いました。また、同年4月から7月末には幅広い国民の方々からの意見も募集し、4,000件を超える意見が寄せられました。これらの意見等を踏まえ、同年10月に開催された廃炉・汚染水対策チーム会合において、風評対策や国内外への情報発信の在り方等の論点について検討を行いました。こうした検討を経て、2021年4月13日、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議⁶において、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」（以下「ALPS処理水の処分に関する基本方針」という。）を決定しました⁷。

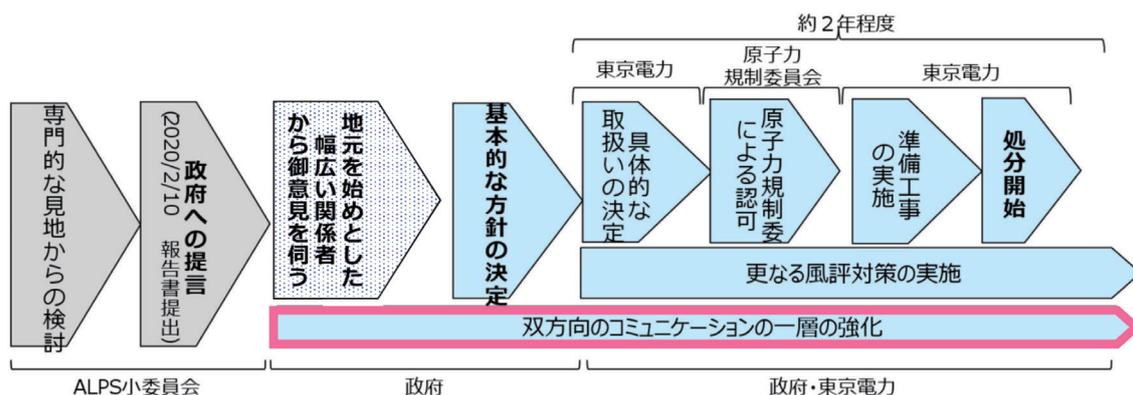


図 5-9 多核種除去設備等処理水の処分に向けた流れ

（出典）第6回廃炉・汚染水対策チーム会合資料1 廃炉・汚染水対策チーム事務局「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する御意見について」（2020年）に基づき作成

なお、廃炉に向けた取組については第6章6-1(2)「東電福島第一原発の状況と廃炉に向けた取組」に、福島の復興・再生に関するコミュニケーションの取組については第1章1-1(2)「福島の復興・再生に向けた取組」に詳細を記載しています。

⁶ 2021年4月13日に、「廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議」から名称を変更。

⁷ 第6章6-1(2)①「汚染水・処理水対策」を参照。

5-5 立地地域との共生

我が国の原子力利用には、原子力関係施設の立地自治体や住民等関係者の理解と協力が必要であり、関係者のエネルギー安定供給への貢献を再認識していくことが重要です。また、立地地域においては、地域経済の持続的な発展につながる地域資源の開発・観光客の誘致等の地域振興策、地域経済への影響の緩和、防災体制の充実等、地域ごとに様々な課題を抱えており、政府は真摯に向き合い、それに対する取組を進めることが必要です。

立地地域との共生を図る観点から、国は、電源三法（「電源開発促進税法」（昭和49年法律第79号）、「特別会計に関する法律」（平成19年法律第23号）、「発電用施設周辺地域整備法」（昭和49年法律第78号））に基づく地方公共団体への交付金の交付（図5-10）等を行っています。

2021年度予算では、「電源立地地域対策交付金」として836.1億円が計上されており、道路、水道、教育文化施設等の整備や維持補修等の公共用施設整備事業や、地域の観光情報の発信や地場産業支援等の地域活性化事業等に活用されます。

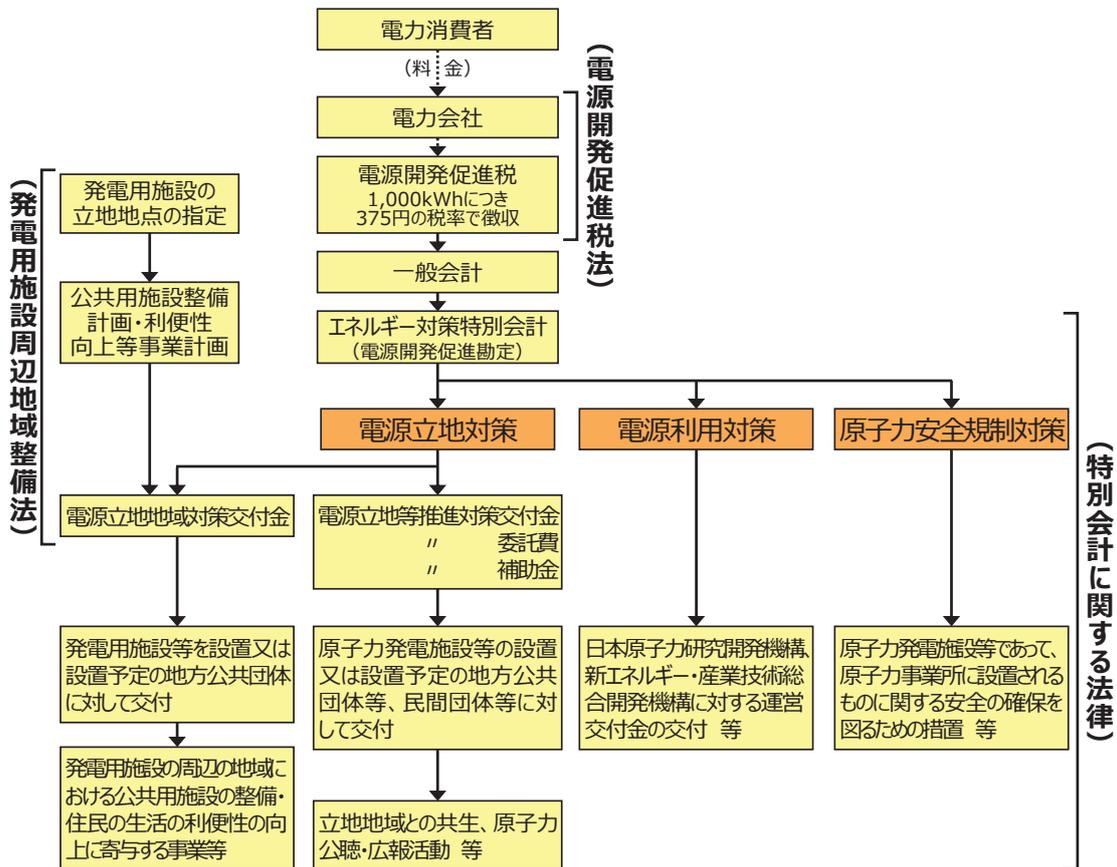


図 5-10 電源三法制度

(出典) 電気事業連合会「INFOBASE」に基づき作成

また、原子力発電所の長期停止、再稼働、廃炉等による地域への影響を緩和し、中長期的な視点に立った地域振興に国と立地地域が一体となって取り組むために、原子力発電施設等立地地域基盤整備支援事業による地方公共団体への交付金の交付等が行われています。さらに、同支援事業では、地域資源の活用とブランド力の強化を図る産品・サービスの開発、販路拡大、PR 活動等の地域の取組に対する支援も実施しており、原子力発電所立地地域の経済の活性化、雇用の確保、新たな産業の創出等を目指しています。

立地地域の振興のため、2000年12月に10年間の時限を設けて成立した「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法」（平成12年法律第148号。以下「原子力立地地域特措法」という。）は、2010年12月の法改正により10年間延長されました。2021年3月末に延長の期限を迎えることから、原子力委員会は2020年12月に立地地域との意見交換を行い、「原子力立地地域特措法を延長し、立地地域における防災インフラ整備に対する支援措置を継続することが必要である」とする見解を取りまとめました。これを受け、原子力立地地域特措法を更に10年間延長することを定める改正法案が2021年1月に閣議決定され、同年3月に成立、施行されました。本法は原子力発電施設等の周辺の地域について、地域の防災に配慮しつつ、総合的かつ広域的な整備に必要な特別措置を講ずることにより、これらの地域の振興を図ることを目的とし、住民生活の安全の確保に資する道路等の整備に対し、補助率のかさ上げ等の支援措置を講じています（図5-11）。

（1）防災インフラ整備への支援

【対象】

住民生活の安全の確保に資する道路、港湾、漁港、消防施設、義務教育施設

【支援内容】

- | | |
|----------------------|----------------|
| ①国の補助率のかさ上げ（50%→55%） | } 地方負担は実質13.5% |
| ②地方債への交付税措置（70%） | |

（2）企業投資・誘致への支援（不均一課税による地方団体の減収額を交付税で補てん）

【対象事業】

製造業、道路貨物運送業、倉庫業、こん包業、卸売業

【対象税目】

設備の新增設に係る事業税、不動産取得税、固定資産税

【支援内容】

地方公共団体が、不均一課税を行い、地方税を減額した場合、その減収分の一定割合（75%）を交付税で補てん

図 5-11 原子力立地地域特措法による立地地域に対する支援措置

（出典）第42回原子力委員会資料第1-1号 原子力政策担当室「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法について」（2020年）に基づき作成

第6章 廃止措置及び放射性廃棄物への対応

6-1 東電福島第一原発の廃止措置

東電福島第一原発の廃炉は、汚染水・処理水対策、使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリ取り出し等の作業からなり、「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」（以下「中長期ロードマップ」という。）に基づいて進められています。汚染水を浄化した処理水については、地元や全国の関係者からの意見を伺うなどしながら、処分方針を決定しました。

また、中長期にわたる廃止措置を遂行するためには、廃炉を支える技術の向上や、それらを担う人材の確保・育成を行うことも重要です。国や原子力関係機関は、国際社会に開かれた形で情報発信や協力を行いながら、廃炉に関する技術開発、研究開発、研究者や技術者等の人材育成、研究施設の整備等を進めています。

(1) 東電福島第一原発の廃止措置等の実施に向けた基本方針等

中長期ロードマップでは、東電福島第一原発の具体的な廃止措置の工程・作業内容、作業の着実な実施に向けた、研究開発から実際の廃炉作業までの実施体制の強化や、人材育成・国際協力の方針等が示されています。また、現場の状況等を踏まえて継続的に見直すこととされており、2019年12月に5回目の改訂が行われました（図6-1）。これに基づき、「復興と廃炉の両立」を大原則とし、国も前面に立ち、安全かつ着実に取組が進められています。



主な目標工程

汚染水対策	汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内	達成済 (2020年平均140m ³ /日)
	汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制	2025年内	
滞留水処理	建屋内滞留水処理完了※※	2020年内	達成済
	原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減	2022年度～ 2024年度	
燃料取り出し	1～6号機燃料取り出しの完了	2031年内	
	1号機大型カバーの設置完了	2023年度頃	
	1号機燃料取り出しの開始	2027年度～ 2028年度	
	2号機燃料取り出しの開始	2024年度～ 2026年度	
燃料デブリ取り出し	初号機の燃料デブリ取り出しの開始 (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)	2021年内(※)	
廃棄物対策	処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見直し	2021年度頃	
	ガレキ等の屋外一時保管解消	2028年度内	

※1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却建屋を除く。

図6-1 中長期ロードマップ（2019年12月27日改訂）の目標工程及び進捗

（出典）第5回原子力委員会資料第1号「廃炉・汚染水対策チーム事務局「福島第一原発の廃炉・汚染水対策の進捗と今後の取組について」（2021年）」

原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、中長期ロードマップに技術的根拠を与え、その円滑・着実な実行や改訂の検討に資することを目的として、2015年以降毎年「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン」(以下「戦略プラン」という。)を策定しています。2020年10月に公表された戦略プラン2020では、2019年12月の中長期ロードマップの改訂により示された新たな目標工程を踏まえ、特に、燃料デブリ取り出しの更なる規模拡大に向けて、取り出し方法の重要な要求事項の抽出、安全確保の考え方の明確化、研究開発の管理体制の強化等が特徴的に記載されています。

原子力規制委員会は、2012年11月から特定原子力施設監視・評価検討会¹を開催し、東電福島第一原発の監視・評価や同原発における放射性物質の安定的な管理に係る課題について検討を行っています。また、東電福島第一原発の廃止措置に関する目標を示すため、「東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ」(2015年2月策定、2021年3月最終改訂。以下「リスク低減目標マップ」という。)を策定し、リスク低減目標マップに従って廃炉・汚染水対策が計画的に実施されていることを確認しています。

東京電力は2020年3月、中長期ロードマップやリスク低減目標マップに掲げられた目標を達成するため、廃炉全体の主要な作業プロセスを示す「廃炉中長期実行プラン2020」を策定しました。廃炉作業の今後の見通しについて地元住民や国民に丁寧に分かりやすく伝えるとともに、作業の進捗や課題に応じて同実行プランを定期的に見直ししながら、廃炉を計画的に進めていくとしています。

なお、東電福島第一原発の廃炉・汚染水対策に関する体制は、図6-2のとおりです。

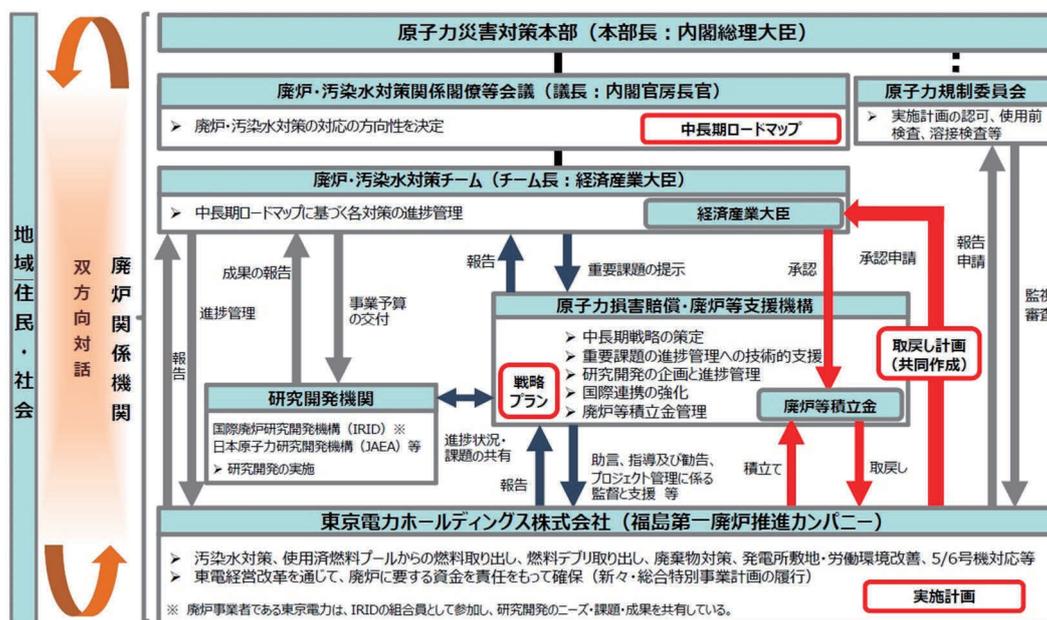


図 6-2 東電福島第一原発廃炉・汚染水対策の役割分担 (2020年度)

(出典)原子力損害賠償・廃炉等支援機構「福島第一原子力発電所廃炉・汚染水対策の役割分担図」

¹ 2015年10月から特定原子力施設放射線管理規制検討会で行われていた東電福島第一原発における廃棄物の管理に係る検討についても、2019年2月以降は特定原子力施設監視・評価検討会にて実施。

(2) 東電福島第一原発の状況と廃炉に向けた取組

① 汚染水・処理水対策

東電福島第一原発では、燃料デブリが冷却用の水と触れることや、原子炉建屋内に流入した地下水や雨水が汚染水と混ざること等により、新たな汚染水が発生しています。そのため、「東京電力（株）福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」（2013年9月原子力災害対策本部決定）に基づき、「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」という三つの基本方針に沿って、様々な汚染水対策が複合的に進められています（図 6-3）。

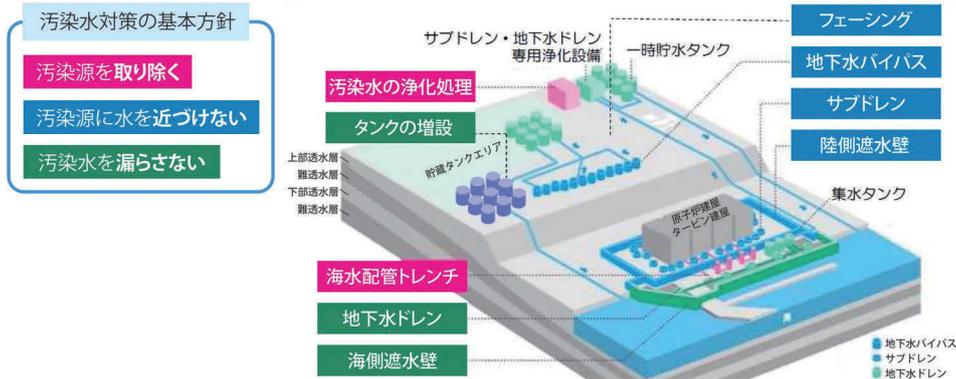


図 6-3 様々な汚染水対策

（出典）資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「汚染水との戦い、発生量は着実に減少、約3分の1に」（2019年）

「汚染源を取り除く」対策として、複数の浄化設備により汚染水の浄化を行っています。ストロンチウム除去装置で浄化した処理水については、多核種除去設備（ALPS）による再浄化が進められ、2020年8月には日々の水処理に必要な運用タンクを除く貯留タンク分の処理がおおむね完了しました。2020年9月以降は、トリチウム以外の告示濃度比総和が1以上の水をもう一度ALPSで浄化する二次処理の性能確認試験を実施し、同年12月にはトリチウム以外の告示濃度比総和を1未満まで低減できることを確認しました。また、日々発生する汚染水の浄化等にも継続的に取り組んでいます。さらに、政府としてALPS処理水の取扱い方針を決定するため、2020年2月に「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」が取りまとめた報告書も踏まえ、地元自治体等の関係者との意見交換等を実施し、同年10月の廃炉・汚染水対策チーム会合において風評対策や国内外への情報発信の在り方等の論点について検討を行いました²。こうした経緯で、2021年4月13日、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議においてALPS処理水の処分に関する基本方針が決定され、各種法令等を厳格に遵守するとともに、風評影響を最大限抑制する対応を徹底することを前提に、ALPS処理水の海洋放出を行う方針が示されました³。さらに、同基本方針に定められた対策を、政府が一丸となって、スピード感を持って着実に実行していくため、「ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議」が新設されました。

² 第5章5-4(3)「東電福島第一原発の廃炉に関する取組」を参照。

³ https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps_policy.pdf

「汚染源に水を近づけない」対策は、汚染水発生量の低減を目的として、建屋への地下水等の流入を抑制するものです。建屋山側の高台で地下水をくみ上げ海洋に排水する地下水バイパス、建屋周辺で地下水をくみ上げ浄化処理後に海洋へ排水するサブドレン、周辺の地盤を凍結させて壁を作る陸側遮水壁（凍土壁）等の取組が行われています。こうした予防的・重層的な対策を進めたことにより、汚染水の発生量は、対策前の約 540 m³/日（2014 年 5 月）に対し、2020 年の実績では約 140 m³/日まで低減され、中長期ロードマップにおける目標工程「汚染水発生量を 150 m³/日程度に抑制」を達成しました。また、近年国内で頻発している大規模な降雨に備え、2022 年の台風シーズン前までに豪雨リスクの解消を図るため、2021 年 2 月から新たな排水路整備に向けた準備工事に着手しています。

「汚染水を漏らさない」対策としては、海洋への流出をせき止める海側遮水壁、護岸エリアで地下水をくみ上げる地下水ドレン、信頼性の高い溶接型の貯水タンクへの置き換え等の取組が実施されています。また、建屋滞留水の漏えいリスクを低減するため 1～4 号機建屋水位を順次引き下げており、2020 年 12 月に中長期ロードマップにおける目標工程「1～3 号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く建屋内滞留水処理完了（2020 年内）」を達成し、最下階床面より低い水位を維持する運用が開始されました。1～3 号機原子炉建屋については、2022 年度から 2024 年度内までに建屋滞留水を 2020 年末の半分程度に低減する計画です。プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋については、建屋滞留水の中に高線量の土嚢が残置されているため、まずは土嚢を回収した後で滞留水を処理するという対応方針が 2021 年 1 月に確認され、土嚢取り出しの工法の絞り込みが進められています。

「汚染源に水を近づけない」と「汚染水を漏らさない」の両面から、津波の建屋流入に伴う建屋滞留水の増加と流出を防止すること等を目的に、防潮堤の設置が進められています。2020 年度内に千島海溝津波防潮堤の補強工事が進められ、2021 年度から 2023 年度にかけて日本海溝津波防潮堤の新設が行われる予定です。また、5、6 号機の建屋滞留水を一時貯留するために活用されていたメガフロート（人工島）については、津波により漂流して周辺設備を損傷させるリスクを低減するため、2020 年 8 月に着底工事が完了しました。

5、6 号機放水口北側付近における海水中の放射性物質濃度の推移は、図 6-4 のとおりです。2011 年 3 月以降、放射性物質濃度が下がっていることが分かります。

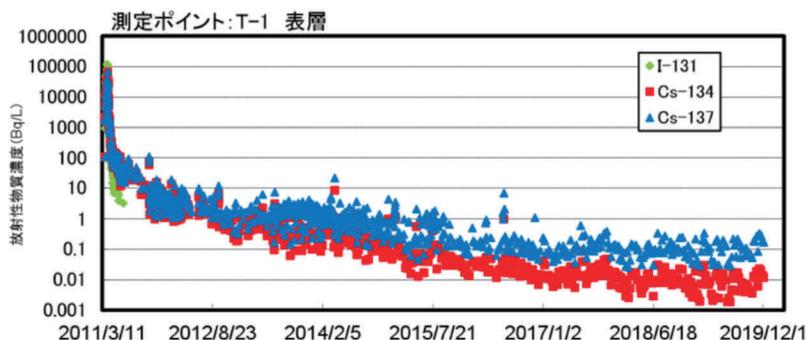


図 6-4 5、6 号機放水口北側付近における放射性物質濃度の推移

(出典)原子力規制庁「福島近傍・沿岸の海水の放射性物質濃度の推移」

② 使用済燃料プールからの燃料取り出し

事故当時に1～4号機の使用済燃料プール内に保管されていた燃料は、リスク低減のため、各号機の使用済燃料プールから取り出しを行い、敷地内の共用プール等において適切に保管することとしています。

1号機は、燃料取り出しプランについて工法の見直しも含め検討が進められた結果、オペレーティングフロア作業中のダスト対策の更なる信頼性向上や雨水の建屋流入抑制の観点から、原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、カバー内でガレキ撤去を行う案が選択されました（図 6-5 左）。2020年11月に使用済燃料プール等へのガレキ落下防止・緩和対策が完了し、同年12月からは残置されている建屋カバーの解体工事が進められています。2021年度上期から大型カバーの設置工事に着手し、その後、2027年度から2028年度に燃料取り出しを開始し、2年程度をかけて取り出し完了を目指すとされています。

2号機では、空間線量が一定程度低減していると判明していることや燃料取扱設備の小型化検討を踏まえ、ダスト飛散をより抑制するため、建屋を解体せず建屋南側に構台を設置してアクセスする工法が採用されています（図 6-5 右）。2024年度から2026年度に燃料取り出しを開始し、2年程度をかけて取り出し完了を目指すとされています。

3号機使用済燃料プールに保管されていた燃料については、2021年2月に全566体の取り出しが完了しました。また、4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しは、2014年12月に完了しました。

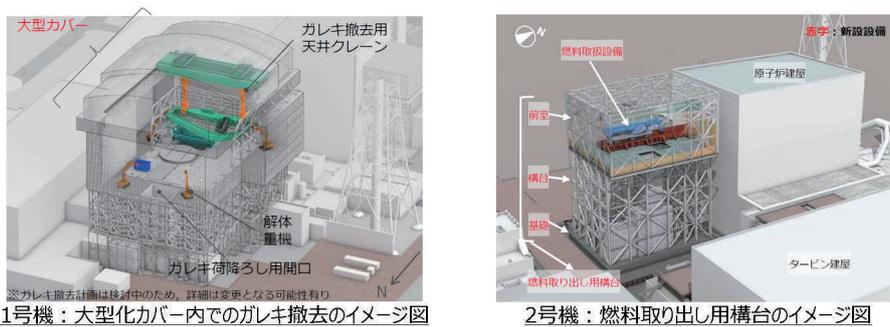


図 6-5 1号機（左）及び2号機（右）における燃料取り出し工法の概要

（出典）第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料3-2 東京電力「1号機使用済燃料取り出しに向けた大型カバーの検討状況について」（2021年）、第87回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料3-2 東京電力「2号機燃料取り出しに向けた検討状況及び作業の進捗について」（2021年）に基づき作成

③ 燃料デブリ取り出し

1～3号機では、事故により溶融した燃料や原子炉内構造物等が冷えて固まった「燃料デブリ」が、原子炉格納容器内の広範囲に存在していると推測されています。燃料デブリ取り出しに向け、遠隔操作機器・装置等を用いた原子炉格納容器内部の調査により、燃料デブリの分布、堆積物の性状や分布、線量等の状況把握が進められています。2020年10月には、2号機格納容器貫通孔内の堆積物への接触調査及び3Dスキャン測定が実施され、砂状等の堆積物の形状は接触により変化すること、残置されているケーブルは固着しておらず持ち

上がること等が確認されました（図 6-6）。1号機では、原子炉格納容器内部に調査装置を投入するための準備作業等が進められています。また、廃炉の進捗とともに、1～3号機原子炉格納容器内の堆積物等のサンプル取得が徐々に可能になってきており、サンプル中の微粒子の組成や結晶構造等の化学的特性の分析が進められています。



図 6-6 2号機格納容器貫通孔内の堆積物への接触調査の結果

(出典)第84回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 3-3 東京電力「2号機PCV内部調査及び試験的取り出しの準備状況 X-6 ペネ内堆積物調査の結果」(2020年)

中長期ロードマップでは、2021年内に2号機で試験的取り出しに着手し、段階的に規模を拡大するとされています。これに向けて英国との協力により進めている試験的取り出し装置の開発については、新型コロナウイルス感染症の影響により遅延が見込まれることから、作業工程を一部見直し、遅延を最小限に抑えられるよう対応が行われています。

④ 廃棄物対策

事故により、ガレキや水処理二次廃棄物等の固体廃棄物が発生しています。また、今後の燃料デブリ取り出しに伴い、燃料デブリ周辺の撤去物、機器等が廃棄物として発生します。これらは、破損した燃料に由来する放射性物質を含むこと、海水成分を含む場合があること、対象となる物量が多く汚染レベルや性状の情報が十分でないこと等、既往の原子力発電所の廃炉作業で発生する放射性廃棄物と異なる特徴があります。

戦略プラン2020では、廃棄物対策における当面の目標は、「①当面10年間程度に発生する固体廃棄物の物量予測を定期的に見直しながら、発生抑制と減容、モニタリングを始め、適正な保管管理計画の策定・更新とその遂行を進める」、「②性状把握から処理・処分に至るまで一体となった対策の専門的検討を進め、2021年度頃までを目途に、固体廃棄物の処理・処分方策とその安全性に関する技術的な見通しを示す」こととしています。目標①に関し、東京電力は、2020年7月に「固体廃棄物の保管管理計画」の4回目の改訂を行い、ガレキや水処理二次廃棄物の発生量実績や発生量予測値の更新、施設設計及び工事進捗の反映、記載の適正化を行いました。屋外の一時保管エリアに保管されている固体廃棄物については、遮へい・飛散抑制機能を備えた設備を導入し、可能な限り減容した上で建屋内保管へ集約していく方針としています。これにより、中長期ロードマップの目標工程「2028年度内までに、水処理二次廃棄物及び再利用・再使用対象を除く全ての固体廃棄物の屋外での保管を解消」を達成する見通しが示されています。

⑤ 作業等環境改善

長期に及ぶ廃炉作業の達成に向けて、高度な技術、豊富な経験を持つ人材を中長期的に確保するため、モチベーションを維持しながら安心して働ける作業環境を整備することが重要です。作業環境の改善に向けて、法定被ばく線量限度の遵守に加え、可能な限りの被ばく線量の低減、労働安全衛生水準の不断の向上等の取組が行われています。多くの作業員が作業するエリアから順次、表土除去、天地返し、遮へい等の線量低減対策を実施しており、2020年度下半期の線量状況確認では、1～4号機周辺（図 6-7）や構内主要道路の線量低下が確認されています。

■ 平均線量率

単位：[$\mu\text{Sv/h}$]

	海拔2.5mの地盤 (2.5m盤)	海拔8.5mの地盤 (8.5m盤)
2017年度 (2018年2)	20	140
2018年度 (2019.2)	17	122
2019年度 (2019.12)	15	110
2020年度 (2021.1)	9.8	102

■ 線量分布 (2021.1)

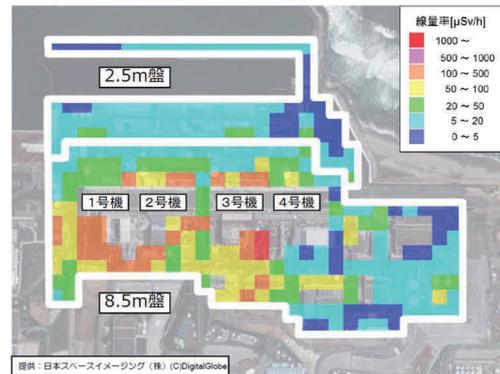


図 6-7 1～4号機周辺の平均線量率の推移及び線量分布

(注) 平均線量率、線量分布ともに、胸元高さ(地表面から1mの高さ)の測定値。線量分布は30mメッシュ。

(出典) 第89回廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議資料4-6-5 東京電力「福島第一原子力発電所構内の線量状況について」(2021年)に基づき作成

また、定期的に、東電福島第一原発の全作業員（東京電力の社員を除く）を対象とした、労働環境の改善に向けたアンケートが実施されています。2020年8月から9月にかけて実施された第11回アンケートについては、新型コロナウイルス感染拡大防止対策を含む労働環境に対する評価、放射線に対する不安、東電福島第一原発で働くことに対するやりがい等の様々な項目に関する要望や意見を踏まえ、同年12月に改善の方向性やスケジュールが取りまとめられました。

(3) 廃炉に向けた研究開発、人材育成及び国際協力

① 廃炉に向けた研究開発

国、民間企業、研究開発機関、大学等が実施主体となり、廃炉研究開発連携会議の下で連携強化を図りつつ、基礎・基盤から実用化に至る様々な研究開発が行われています。

経済産業省は、東電福島第一原発の廃炉・汚染水対策に係る技術的難度の高い研究開発のうち、国が支援するものについて研究開発を補助する「廃炉・汚染水対策事業」を実施しており、原子炉格納容器内の内部調査技術や、燃料デブリ取り出しに関する基盤技術、取り出した燃料デブリの収納・移送・保管に関する技術等の開発を進めています。

文部科学省は、「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」（以下「英知事業」という。）を実施しており、原子力機構の廃炉環境国際共同研究センター（CLADS）を中核とし、国内外の多様な分野の知見を融合・連携させることにより、中長期的な廃炉現場のニーズに対応する基礎的・基盤的研究及び人材育成を推進しています。

原子力機構は、CLADSを中心として、国内外の研究機関等との共同による基礎的・基盤的研究を進めています。また、廃炉に関する技術基盤を確立するための拠点整備も進めており、遠隔操作機器・装置の開発・実証施設（モックアップ施設）として「檜葉遠隔技術開発センター」（図 6-8）を運用しています。また、燃料デブリや放射性廃棄物等の分析手法、性状把握、処理・処分技術の開発等を行う「大熊分析・研究センター」は、2018年3月に一部施設の運用を開始しており、同センターを活用した分析実施体制の構築に向けて第1棟及び第2棟の整備を進めています。



図 6-8 檜葉遠隔技術開発センターにおける VR システムによる東電福島第一原発原子炉建屋内のシミュレーション

（出典）原子力機構檜葉遠隔技術開発センター「VR 室」

② 廃炉に向けた人材育成

東電福島第一原発の廃炉には 30 年から 40 年を要すると見込まれており、中長期的かつ計画的に、廃炉を担う人材を育成していく必要があります。

東京電力は、廃炉事業に必要な技術者養成の拠点として「福島廃炉技術者研修センター」を設置し、地元人材の育成に取り組んでいます。

文部科学省は、英知事業の一部として「研究人材育成型廃炉研究プログラム」を実施し、原子力機構を中核として大学や民間企業と緊密に連携し、将来の廃炉を支える研究人材育成の取組を推進しています。

原子力機構は、学生の受入制度の活用等を通じた人材育成を実施しています。また、CLADSを中心に、国内外の大学、研究機関、産業界等の人材交流ネットワークを形成しつつ、研究開発と人材育成を一体的に進める体制を構築しています。

技術研究組合国際廃炉研究開発機構は、同機構の研究開発成果の報告及び若手研究者や技術者の育成を目的として、シンポジウムを開催しています。

③ 国際社会との協力

東電福島第一原発事故を起こした我が国としては、国際社会に対して透明性を確保する形で情報発信を行い、事故の経験と教訓を共有するとともに、国際機関や海外研究機関等と連携して知見・経験を結集し、国際社会に開かれた形で廃炉等を進め、国際社会に対する責任を果たしていかなければなりません。また、廃炉作業の進捗や得られたデータ等を積極的に発信することは、福島に関する国際社会の正確な理解の形成に不可欠です。

我が国は、毎年秋に開催される IAEA 総会において事故後の我が国の取組を紹介するなど、IAEA に対して定期的に東電福島第一原発に関する包括的な情報を提供し、IAEA との協力関係を構築しています。グロッシェー IAEA 事務局長は、2020 年 2 月に東電福島第一原発を訪問し、同原発の廃炉の取組は「体系的かつ周到」であり、多核種除去設備等処理水の処分方法の選択肢は国際慣行に沿っているとの認識を示しました。同年 4 月には、IAEA により、「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」報告書等に対するフォローアップレビュー報告書が取りまとめられました。同報告書において IAEA は、日本政府が処理水の処分方法を公表した際には、放射線安全に係る支援のフレームワークを日本政府と協力して構築する用意があるとしています。我が国は、同年 9 月の IAEA 第 64 回総会⁴において、処理水の取扱いについては同レビュー報告書の助言も踏まえ検討し、IAEA の支援を得つつしっかりと取り組み、丁寧かつ透明性をもって国際社会に説明していく旨を示しました。さらに、2021 年 4 月 13 日、ALPS 処理水の処分に関する基本方針の公表を受けてグロッシェー事務局長はビデオメッセージを発表し、我が国が選択した方法は技術的に実現可能であり国際慣行にも沿っているとの認識を改めて述べました。

IAEA を通じた取組に加え、原子力発電施設を有する国の政府や産業界等の各層との協力関係を構築しており、継続的に情報交換を行っています。各国の在京大使館向けには、廃炉・汚染水対策の現状について累次にわたってブリーフィングを行っており、2020 年度は 4 月及び 10 月にブリーフィングを実施しました。さらに、英語版動画やパンフレット等の説明資料を作成し、IAEA 総会サイドイベントや要人往訪の機会等、様々なルートで海外に向けて情報を発信するとともに、経済産業省のウェブサイト⁵にも掲載しています。

また、廃炉作業に伴い得られたデータも活用し、必要な技術開発等を進めるため、様々な国際共同研究が進められています。経済産業省の廃炉・汚染水対策事業や文部科学省の英知事業では、海外の研究機関や企業等との協力による取組が実施されています。英知事業の「国際協力型廃炉研究プログラム」の枠組みでは、2020 年度は英国、ロシアとの二国間共同研究が行われました。また、原子力機構の CLADS では、海外からの研究者招へい、海外研究機関との共同研究を実施しており、国際的な研究開発拠点の構築を目指しています。OECD/NEA の共同研究プロジェクト「燃料デブリの分析に関する予備的研究 (PreADES⁶)」プロ

⁴ 第 3 章コラム「～IAEA 総会～」を参照。

⁵ <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/index.html>

⁶ Preparatory Study on Analysis of Fuel Debris

ジェクト」では、原子力機構の主導により、燃料デブリの分析に関する知見や方法論を向上させるために必要な情報収集等が行われています。

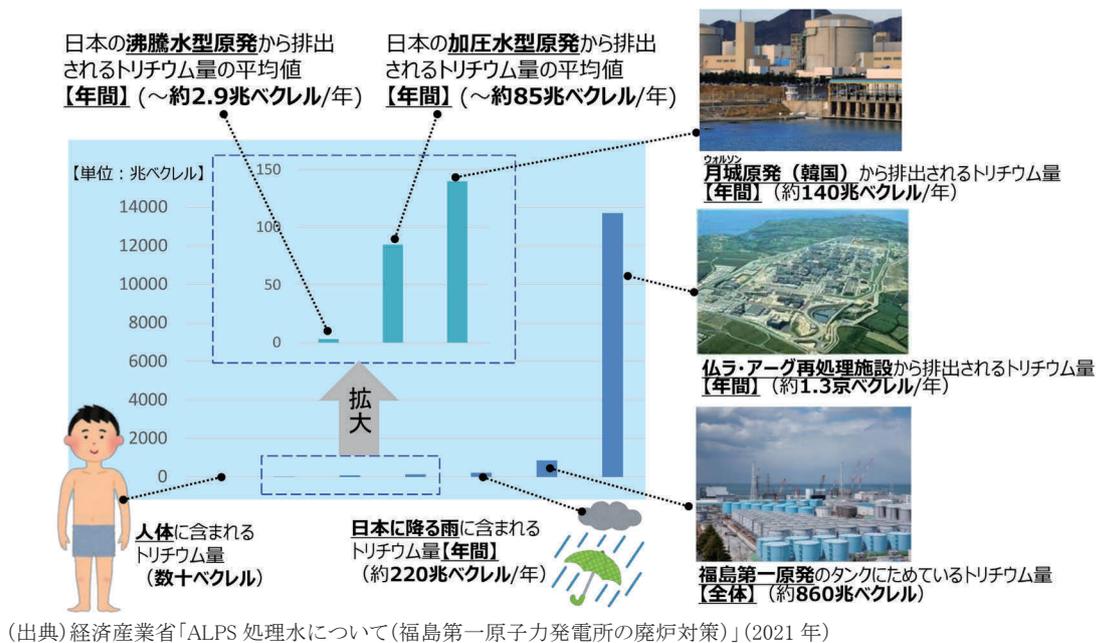
コラム ～身の回りのトリチウムの存在と取扱い～

トリチウムとは、水素の放射性同位体で、一般的な水素と同様に酸素と結合して水分子（トリチウム水）を構成します。トリチウムは、宇宙から地球へ降り注いでいる放射線（宇宙線）と地球上の大気が反応することにより自然に発生するため、トリチウム水の形で自然界にも広く存在し、大気中の水蒸気、雨水、海水、水道水、人の体内にも含まれます。

トリチウムは放射線の一種であるβ線を出しますが、エネルギーが小さく、紙一枚で遮ることができます。この弱いβ線は服や皮膚を通過できないため、体の外にある放射性物質から人が影響を受ける外部被ばくは、トリチウムではほとんど発生しません。一方、空気中の水蒸気として吸い込んだり、水道水として飲み込んだりすることにより、私たちは日常生活の中でトリチウムを体内に取り込んでいます。現在の研究では、トリチウム水は普通の水と同様に体外へ排出され、体内に蓄積されていくことはないと見られています。

トリチウムは、原子力発電所の運転や使用済燃料の再処理でも発生します。トリチウム水は普通の水と同じ性質を持つため、トリチウム水だけを分離・除去することは非常に困難です。そのため、原子力発電所や再処理施設で発生したトリチウムは、過去40年以上にわたり各国の規制基準を遵守して海洋や大気等に排出されています。我が国では、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に沿って規制基準が定められています。

東電福島第一原発の汚染水の浄化により発生するALPS処理水にも、トリチウムが含まれます。同処理水の処分に関する基本方針では、規制基準等の科学的な観点だけでなく、風評影響等の社会的な観点も含めた対応が示されています。



6-2 原子力発電所及び研究開発施設等の廃止措置

東電福島第一原発事故後、原子力発電所や研究開発機関、大学等の研究開発施設等のうち多くが廃止措置に移行することを決定しました。廃止措置は、安全を旨として計画的に進めるとともに、施設の解体や除染等により発生する放射性廃棄物の処理・処分と一体的に検討することが必要です。事業者や研究機関等は、廃止に伴う実施方針をあらかじめ公表するとともに、廃止が決定された施設については原子力規制委員会による廃止措置計画の認可を得て廃止措置を開始するなど、着実な取組を進めています。

(1) 廃止措置の概要と安全確保

① 廃止措置の概要

通常の実用発電用原子炉施設等の原子力施設の廃止措置では、まず、運転を終了した施設に存在する核燃料物質等を搬出し、核燃料物質による汚染の除去を行った後、設備を解体・撤去します。加えて、廃止措置で生じる放射性廃棄物は、放射能のレベルに応じて適切に処理・処分されます。

IAEA は、各国の廃止措置経験等に基づき、廃止措置の方式は「即時解体」と「遅延解体」の二つに分類されるとしています（表 6-1）。以前は「密閉管理」も廃止措置の方法の一つとされていましたが、現在では、廃止措置の方法の一つというよりも、事故を経験した原子力施設等の過酷な状況にある施設の例外的な措置と捉えられています⁷。

表 6-1 IAEA による廃止措置等の方式の分類

	方式	概要
廃止措置	即時解体	施設の無制限利用あるいは規制機関による制限付き利用ができるレベルまで、放射性汚染物を含む施設の機器、構造物、部材を撤去又は除染する方法。施設の操業を完全に停止した直後に、廃止措置を開始。
	遅延解体	安全貯蔵や安全格納とも呼ばれ、施設の無制限利用あるいは規制機関による制限付き利用ができるレベルまで、放射性汚染物質を含む施設の一部を処理又は保管しておく方法。一定期間後、必要に応じて除染して解体。
例外的な措置	密閉管理	長期間にわたり、放射性汚染物質を耐久性のある構造物に封入しておく方法。

(出典)IAEA 安全要件「GSR Part 6 Decommissioning of Facilities」(2014 年)等に基づき作成

⁷ 米国では、事故炉ではない核開発用原子炉に適用した廃止措置を密閉管理と呼んでいる例があります。

② 廃止措置の安全確保

我が国では、廃止措置に当たって、原子力事業者等は原子炉等規制法に基づき、「廃止措置計画」を定め、原子力規制委員会の認可を受けます。原子力規制委員会による審査においては、廃止措置中の安全確保のため、施設の維持管理方法、放射線被ばくの低減策、放射性廃棄物の処理等の方法が適切なものであるかが確認されます。

また、施設の稼働停止から廃止へのより円滑な移行を図るため、事業の許可等を受けた事業者は、廃棄する核燃料物質によって汚染されたものの発生量の見込み、廃止措置に要する費用の見積り及びその資金調達方法等、廃止措置の実施に関し必要な事項を定める「廃止措置実施方針」をあらかじめ作成し公表することが義務付けられています。廃止措置実施方針は、記載内容に変更があった場合には遅滞なく公表するとともに、公表後5年ごとに全体の見直しを行うこととされており、各原子力事業者はウェブサイトにおいて廃止措置実施方針を公表しています。

原子力施設は、運転中と廃止措置の各段階によって、あるいは施設の規模や使用形態等によって、内在するリスクの種類や程度が大きく異なります（図 6-9）。そのため、IAEAの安全指針では、安全性を確保しつつ円滑かつ着実に廃止措置を実施するため、作業の進展に応じて変化するリスクレベルに応じて最適な安全対策を講じていく考え方（グレーデッドアプローチ）を提唱しています。原子力規制委員会においても、2020年度に取り組む重点計画の一つとして、「リスク情報を活用したグレーデッドアプローチの積極的な適用により、安全上の重要度に応じて規制要件などを見直す」ことを挙げています。また、欧米諸国では、グレーデッドアプローチを広く採用し、放射線安全の確保を前提に適切なリスク管理を行い、合理的な廃止措置を進めています。

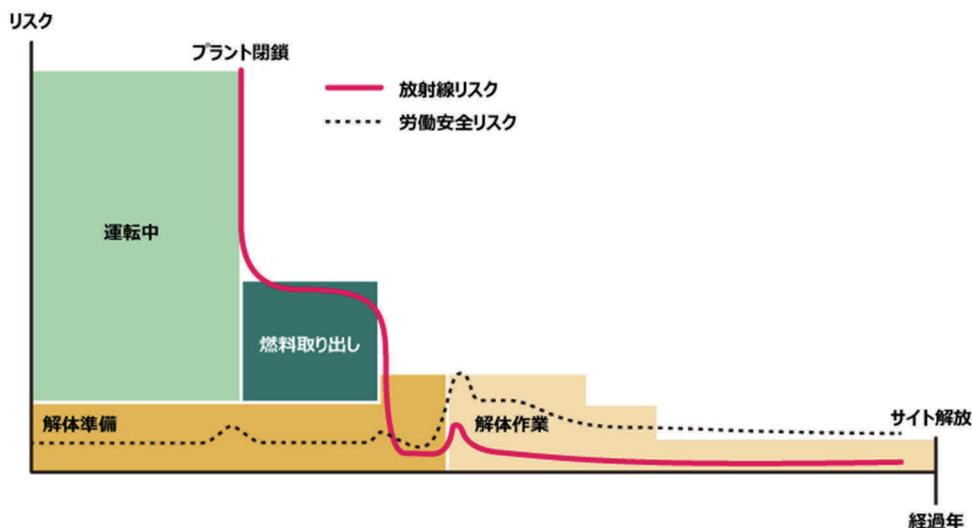


図 6-9 原子力施設のリスクレベルの変化イメージ

(注) IAEA「Safety Reports Series No. 77 Safety Assessment for Decommissioning, Annex I, Part A Safety Assessment for Decommissioning of a Nuclear Power Plant」に基づき株式会社三菱総合研究所が作成。

(出典) 株式会社三菱総合研究所「廃止措置プラントのリスク管理『グレーデッドアプローチ』導入に向けて」(2020年)

(2) 廃止措置の状況

① 原子力発電所の廃止措置

我が国では、2021年3月末時点で、実用発電用原子炉施設のうち14基の廃止措置計画が認可されています(表6-2)。このうち四国電力株式会社伊方発電所2号機については、2020年10月に廃止措置計画が原子力規制委員会により認可されました。また、同年5月には、東京電力が原子力規制委員会に対し、東京電力福島第二原子力発電所1～4号機の廃止措置計画認可申請書を提出しました。

表6-2 原子力発電所の廃止措置の状況(2021年3月末時点)

	施設等	炉型 ^注	運転終了時期	廃止措置完了予定時期	備考
日本原子力発電(株)	東海	GCR	1998年3月	2030年度	廃止措置中
	敦賀1	BWR	2015年4月	2039年度	廃止措置中
東北電力(株)	女川1	BWR	2018年12月	2053年度	廃止措置中
東京電力	福島第二1	BWR	2019年9月	—	廃止措置計画の審査中
	福島第二2	BWR	2019年9月	—	
	福島第二3	BWR	2019年9月	—	
	福島第二4	BWR	2019年9月	—	
中部電力(株)	浜岡1	BWR	2009年1月	2036年度	廃止措置中
	浜岡2	BWR	2009年1月	2036年度	廃止措置中
関西電力(株)	美浜1	PWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
	美浜2	PWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
	大飯1	PWR	2018年3月	2048年度	廃止措置中
	大飯2	PWR	2018年3月	2048年度	廃止措置中
中国電力(株)	島根1	BWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
四国電力(株)	伊方1	PWR	2016年5月	2056年度	廃止措置中
	伊方2	PWR	2018年5月	2059年度	廃止措置中
九州電力(株)	玄海1	PWR	2015年4月	2054年度	廃止措置中
	玄海2	PWR	2019年4月	2054年度	廃止措置中

(注)GCR:黒鉛減速ガス冷却炉、BWR:沸騰水型軽水炉、PWR:加圧水型軽水炉

(出典)一般社団法人日本原子力産業協会「日本の原子力発電炉(運転中、建設中、建設準備中など)」等に基づき作成

② 研究開発施設等の廃止措置

原子力機構は2018年12月に、バックエンド対策(廃止措置、廃棄物処理・処分等)の長期にわたる見通しと方針を取りまとめた「バックエンドロードマップ」を公表しました。バックエンドロードマップでは、今後約70年間を第1期、第2期、第3期に分け、現存する原子力施設89施設のうち原子炉等規制法の許可施設79施設を対象に、廃止措置、廃棄

物処理・処分及び核燃料物質の管理の方針が示され、必要な費用の試算も行われています(図 6-10)。文部科学省及び原子力機構は、今後のバックエンド対策や費用の試算精度の向上に関する助言を受けること等を目的として、2021年第2四半期にIAEAによるARTEMIS⁸レビューミッションを受け入れることを決定しました⁹。ARTEMIS レビューは、原子力施設の廃止措置や放射性廃棄物に関する総合的レビューサービスで、2014年の開始以来、我が国で実施されるのは初めてです。

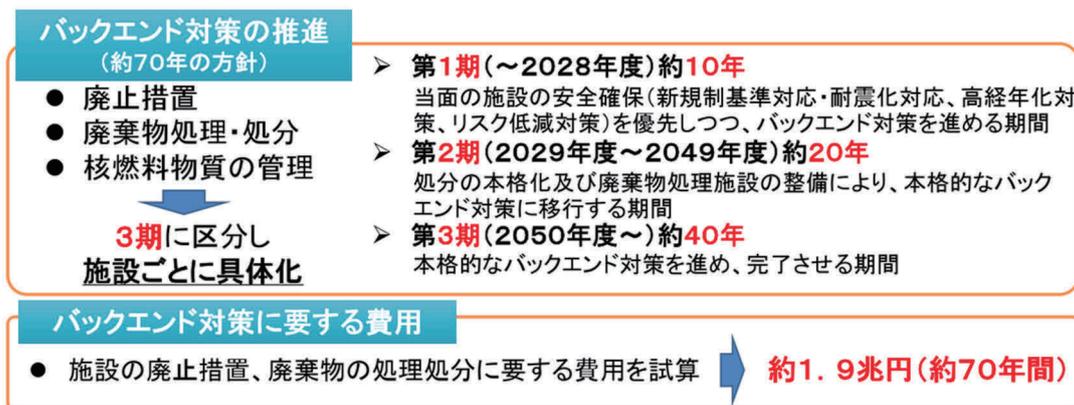


図 6-10 原子力機構「バックエンドロードマップ」の概要

(出典)原子力機構「バックエンドロードマップの概要」

原子力機構のバックエンドロードマップを具体化した「施設中長期計画」(2020年4月改定)では、89施設が継続利用施設46施設と廃止施設43施設に選別¹⁰されており、廃止施設43施設のうち16施設は2028年度までに廃止措置を終了し、その他の施設は2029年度以降も廃止措置を継続するとしています。原子力機構の施設は、大規模で廃止措置に長期間を要する施設があること、数や種類が多いこと、扱う放射性核種が原子力発電所で発生するものとは異なること等の特徴があるため、各施設に応じた廃止措置が実施されます。特に規模の大きなものとして、「ふげん」、「もんじゅ」及び東海再処理施設の廃止措置が挙げられます。「ふげん」の廃止措置は4段階の期間に区分して進められており、2033年度までに完了する予定です。「もんじゅ」の廃止措置計画は、30年間にわたる廃止措置の全体工程を4段階に区分しています。2022年度までに完了する予定の第1段階では燃料体の取り出しを最優先に実施しており、第4段階の建物等の解体撤去は2047年に完了する計画です。東海再処理施設の廃止措置には70年を要する見通しで、まずは、高放射性廃液のガラス固化処理等が最優先で進められています。

原子力機構の様々な種類の施設に加え、東京大学や立教大学等の大学の研究炉、民間企業の研究炉においても、廃止措置が進められています(表 6-3)。

⁸ Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Nuclear Management, Decommissioning and Remediation Programmes

⁹ 2021年4月12日から22日に開催。

¹⁰ 第8章8-3(3)「原子力機構の研究開発施設の集約化・重点化」を参照。

表 6-3 主な研究開発施設等の廃止措置の状況（2021年3月末時点）

	施設等 ^{注1}	運転終了時期等	炉型等 ^{注1}	備考
原子力機構	JPDR	1976年3月	BWR	1996年3月解体撤去 2002年10月廃止届
	原子力第1船むつ	1992年2月	加圧軽水冷却型	廃止措置中
	JRR-2	1996年12月	重水減速冷却型	廃止措置中
	DCA	2001年9月	重水臨界実験装置	廃止措置中
	ふげん	2003年3月	新型転換炉原型炉	廃止措置中
	JMTR	2006年8月	材料試験炉	廃止措置中
	TCA	2010年11月	軽水臨界実験装置	廃止措置中
	JRR-4	2010年12月	濃縮ウラン軽水減速冷却 スイミングプール型	廃止措置中
	TRACY	2011年3月	過渡臨界実験装置	廃止措置中
	FCA	2011年3月	高速炉臨界実験装置	廃止措置計画の審査中
	もんじゅ	2018年3月 ^{注2}	高速増殖原型炉	廃止措置中
東海再処理施設	2018年6月 ^{注2}	再処理施設	廃止措置中	
(株) 東芝	TTR-1	2001年3月	教育訓練用原子炉	廃止措置中
	NCA	2013年12月	臨界実験装置	廃止措置計画の審査中
日立製作所 (株)	HTR	1975年	濃縮ウラン 軽水減速冷却型	廃止措置中
東京大学	弥生	2011年3月	高速中性子源炉	廃止措置中
立教大学	立教大学炉	2001年	TRIGA-II	廃止措置中
東京都市大学 原子力研究所	武蔵工大炉	1989年12月	TRIGA-II	廃止措置中

(注1) 略称の正式名称は、用語集を参照。

(注2) 廃止措置計画認可時期。

(出典) 原子力規制委員会「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6回国別報告」(2017年)等に基づき作成

原子力委員会は2019年1月に、原子力機構における廃止措置についての見解を取りまとめました。その中で、原子力委員会は、図 6-11 に示すような取組の必要性を指摘した上で、今後の原子力機構の廃止措置に係る進捗状況や対応状況について、適宜フォローアップしていくこととしています。

- ◇ 国による長期的かつ継続的な予算確保、合理的な廃止措置による費用低減
- ◇ 全体像の俯瞰的な把握、段階的な廃止措置計画、責任を明確にした運営
- ◇ 規制機関との対話
- ◇ 合理的な安全確保、計画遅延を防止するマネジメント
- ◇ 国内外の知見や情報の共有と活用
- ◇ 廃止措置に係る経験や知識の継承、人材育成
- ◇ 廃棄物の処理計画の廃止措置との一体的な検討
- ◇ ステークホルダーとの対話・コミュニケーションによる信頼醸成

図 6-11 原子力機構における廃止措置に係る原子力委員会の見解（概要）

(出典) 原子力委員会「日本原子力研究開発機構における研究開発施設に係る廃止措置について（見解）」(2019年)に基づき作成

(3) 廃止措置の費用措置

① 原子力発電所等の廃止措置費用

通常の実用発電用原子炉施設の廃止措置は、長期間にわたること、多額の費用を要すること、発電と費用発生の時期が異なること等の特徴を有することに加え、合理的に見積もることが可能と考えられます。そのため、解体時点で費用を計上するのではなく、費用収益対応の原則に基づいて発電利用中の費用として計上することが、世代間負担の公平を図る上で適切であるとの考え方に立ち、電気事業者が電気事業法に基づいて廃止措置費用の積立てを行っています（表 6-4）。

なお、再処理施設については、再処理等拠出金法の規定に基づき、電気事業者が再処理機構に拠出金を納付しています¹¹。

表 6-4 原子力発電所と火力発電所の廃止措置費用の比較

	原子力発電所	火力発電所等
解体撤去への着手時期	安全貯蔵期間の後	運転終了後、直ちに着手可能
廃止措置の期間	20～30年程度	1～2年程度
廃止措置の費用	小型炉（50万kW級）：360～490億円程度 中型炉（80万kW級）：440～620億円程度 大型炉（110万kW級）：570～770億円程度	～30億円程度（50万kW級以下）
廃止に必要な費用の扱い	原子力発電施設解体引当金省令に基づき、運転期間中、発電量に応じて引当を行い、料金回収。	固定資産除却費として廃止の際に当期費用計上し、料金回収。

（出典）総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業部会電気料金審査専門小委員会廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ「原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策」（2013年）

② 研究開発施設等の廃止措置費用

原子力機構は、バックエンドロードマップにおいて、廃止措置を含むバックエンド対策に要する費用の合計額を約1兆9,100億円と見積もっています（図 6-10）。廃止措置の実施に当たり、原子力機構の本部組織に廃止措置や廃棄物処分等を担う「バックエンド統括本部」が設置され、同本部のマネジメントの下で、拠点・施設ごとの具体的な廃止措置が実施されています。主務大臣から交付される運営費交付金について、理事長裁量により原子力機構内における配分を決定し、廃止措置費用に充てています。

¹¹ 第2章 2-2(2)⑥1 「使用済燃料再処理機構の設立」を参照。

コラム

～海外事例：諸外国における原子力施設の廃止措置の基本方針～

米国

廃止措置方式として、DECON（即時解体）、SAFSTOR（安全貯蔵）、ENTOMB（密閉管理）の3種類のいずれかを選択できます。また、発生する廃棄物の処分場の有無等の要因により、施設の一部を安全貯蔵状態に残したまま施設を解体又は除染する SAFSTOR と DECON の組合せを採用することもできます。なお、原子力発電所の廃止措置は、規制機関（NRC）が公衆の健康と安全のために必要と認める場合を除き、60年以内に終了することが求められています。なお、NRCの規制の下では、ENTOMBを選択した事業者はいません。

ドイツ

廃止措置方式として、即時解体と安全貯蔵の2種類のオプションが認められていますが、政府の諮問委員会は即時解体を推奨しています。実際に安全貯蔵方式を選択したのは一部のプロトタイプ炉で、大部分の施設が即時解体方式を採用しています。

フランス

廃止措置方式として、安全貯蔵方式や密閉管理方式ではなく、即時解体方式を採用するよう事業者にも勧告されています。その理由として、規制機関である原子力安全機関（ASN¹²）は、技術的、財政的に将来の世代に対する負担を先送りするべきではないこと、廃止措置作業は長期にわたり、多額の資金が必要となること、現時点で、一部の放射性廃棄物を除き、廃棄物の処分方法が確立されていることを挙げています。

英国

廃止措置方式として、即時解体を基本とし、合理的に実行可能な限り早く進めることとされています。しかし、施設再利用の実現性、放射能の減衰効果の利点、人と環境へのリスクの低減等を考慮して、遅延解体方法を選択することもできます。

現在、廃止措置対象となっているマグノックス炉26基については、放射能の減衰により作業員のアクセス性の向上ができる、放射性廃棄物のカテゴリ変更が期待できる、地層処分対象の放射性廃棄物の暫定保管を回避する等の理由から、閉鎖後約85年間をかけた遅延解体方式が採用されています。

諸外国で選択可能な原子力施設の廃止措置方式（2021年3月末時点）

	即時解体	遅延解体 (安全貯蔵)	密閉管理	備考
米国	○	○	○	安全貯蔵と即時解体の組合せも可能
ドイツ	○	○	—	即時解体を推奨
フランス	○	—	—	—
英国	○	○	—	即時解体が基本、遅延解体も可能

(出典)内閣府作成

¹² Autorité de sûreté nucléaire

6-3 現世代の責任による放射性廃棄物処分の着実な実施

全ての人間の活動は廃棄物を生み出します。原子力発電所、核燃料サイクル施設、大学、研究施設、医療機関等における原子力のエネルギー利用や放射線利用、施設の廃止措置等においても、廃棄物が発生します。これらの廃棄物には放射性物質を含むものがあり、放射性廃棄物と呼ばれます。人間の生活環境に有意な影響を与えないように放射性廃棄物を処分することは、原子力利用に関する活動の一部として重要です。原子力利用による便益を享受し放射性廃棄物を発生させた現世代の責任として、将来世代に負担を先送りしないという認識の下で、放射性廃棄物の処分が着実に進められています。

(1) 放射性廃棄物の処分の概要と安全確保

① 放射性廃棄物の処分の概要

放射性廃棄物の処分に当たっては、原子力利用による便益を享受し放射性廃棄物を発生させた現世代の責任として、その処分を確実に進め、将来世代に負担を先送りしないとの認識を持つことが必要です。IAEAの安全要件では、放射性廃棄物の発生は可能な限り抑制することとされており、廃棄物発生の低減、当初意図されたとおりの品目の再使用、材料のリサイクル、そして最終的に放射性廃棄物として処分する、という順序で検討されます。

我が国でも、最終的に処分する放射性廃棄物について、含まれる放射性核種の種類と量に応じて適切に区分した上で処分するという方針の下で、必要な安全規制等の枠組みの整備を進めています(表6-5)。放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物と低レベル放射性廃棄物に大別され、それぞれの性質に応じた取組が進められています。また、放射線による障害の防止のための措置を必要としない放射能濃度のものについては、再利用又は一般の産業廃棄物として取り扱うことができる「クリアランス制度」の運用も行われています。

表 6-5 放射性廃棄物の種類と処分方法

廃棄物の種類		廃棄物の例	発生源	処分方法
高レベル放射性廃棄物		ガラス固化体	再処理施設	地層処分
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	放射能レベルの比較的高い廃棄物	原子力発電所	中深度処分
		放射能レベルの比較的低い廃棄物		ピット処分
		放射能レベルの極めて低い廃棄物		トレンチ処分
	超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU ¹³ 廃棄物)	燃料棒の部品、廃液、フィルター	再処理施設、MOX燃料加工施設	地層処分、中深度処分、ピット処分、トレンチ処分
	ウラン廃棄物	消耗品、スラッジ、廃器材	ウラン濃縮・燃料加工施設	未定
研究施設等廃棄物	廃液、フィルター、廃器材	研究炉、RI使用施設等	ピット処分、トレンチ処分	
クリアランスレベル以下のもの		原子力発電所解体廃棄物の大部分	上に示した全ての発生源	再利用又は産業廃棄物として処分

(出典)資源エネルギー庁「低レベル放射性廃棄物」等に基づき作成

¹³ Transuranic

② 放射性廃棄物の処分の安全確保

我が国では、放射性廃棄物の処分事業を行おうとする者は、埋設の種類（第一種廃棄物埋設¹⁴、第二種廃棄物埋設¹⁵）ごとに原子力規制委員会の許可を受ける必要があります。許可を受けるに当たり、廃棄する核燃料物質又は核燃料物質によって汚染されたものの性状及び量、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備並びに廃棄の方法、第二種廃棄物埋設の事業の許可を受けようとする者にあつては、上記に加えて放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設施設についての保安のために講ずべき措置の変更予定時期等を記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならないとされています。原子力規制委員会は、許可を与えるに当たり、その事業を適確に遂行するに足る技術的能力及び経理的基礎があること、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備が核燃料物質又は核燃料物質によって汚染されたものによる災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するもの及び廃棄物埋設施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制が原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであることを審査します。

(2) 放射性廃棄物の処理・処分に関する取組と現状

① 高レベル放射性廃棄物の処理・処分に関する取組と現状

1) 高レベル放射性廃棄物の発生・処理・保管

原子炉を稼働させると使用済燃料が発生します。この使用済燃料を再処理することで生じる放射能レベルの非常に高い廃液は、ガラス原料と混ぜて熔融し、キャニスタと呼ばれるステンレス製の容器に注入した後、冷却し固体化します。出来上がったガラス固化体と呼ばれる高レベル放射性廃棄物（図 6-12）は、発熱量が十分小さくなるまで、地上の貯蔵施設で 30 年から 50 年間程度保管されます。

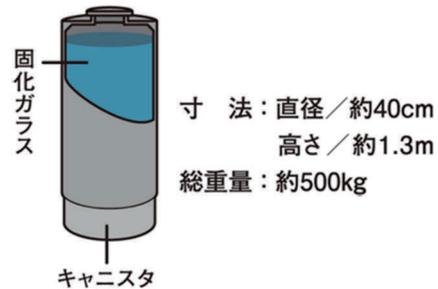


図 6-12 ガラス固化体（日本原燃の例）

（出典）資源エネルギー庁「高レベル放射性廃棄物」に基づき作成

2021 年 3 月時点で、原子力機構の東海再処理施設では合計 316 本、日本原燃の六ヶ所再処理施設では合計 346 本のガラス固化体が保管されています。

また、我が国の原子力発電により生じた使用済燃料は、フランス及び英国の施設においても再処理されてきました。これにより発生したガラス固化体は、安全対策を施した輸送容器に収納した上で専用輸送船により我が国に返還¹⁶され、日本原燃の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターで保管されています。2016 年 10 月末までに両国から合計 1,830 本が返還さ

¹⁴ 人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして政令で定める基準を超える放射性廃棄物を、埋設の方法により最終処分すること。いわゆる地層処分。

¹⁵ 第一種廃棄物埋設に該当しない放射性廃棄物を、埋設の方法により最終処分すること。具体的には、中深度処分、ピット処分、トレンチ処分。

¹⁶ 海外での再処理に伴い発生した低レベル放射性廃棄物についても、今後返還される予定。

れており、今後、更に英国から約 380 本の返還が予定されています。

2021 年 3 月末時点で、国内に保管されているガラス固化体は合計 2,492 本です(表 6-6)。

表 6-6 高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の保管量（2021 年 3 月末時点）

施設名	2020 年 3 月末時点の 保管量 (本)	2020 年度内の 発生量又は 受入量 (本)	2021 年 3 月末時点の 総保管量 (本)	備考
原子力機構 東海再処理施設	316	0	316	廃止措置の過程で、施設 に貯蔵されている廃液 の固化を順次実施中
日本原燃 再処理 事業所	再処理施設	0	346	アクティブ試験の過程 で製造されたもの
	高レベル放射 性廃棄物貯蔵 管理センター	0	1,830	(内訳) フランスから返還:1,310 本 英国から返還:520 本
合計	2,492	0	2,492	—

(出典)原子力機構「再処理廃止措置技術開発センター(週報)」、日本原燃「再処理工場の運転情報(月報)」、日本原燃「高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの運転情報(月報)」に基づき作成

2) 高レベル放射性廃棄物の最終処分に向けた取組方針

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(平成 12 年法律第 117 号。以下「最終処分法」という。)により、高レベル放射性廃棄物及び一部の低レベル放射性廃棄物(地層処分対象 TRU 廃棄物)は、地下 300m 以上深い安定した地層中に最終処分(地層処分)することとされています。同法に基づき、最終処分事業の実施主体である原環機構が設立されるとともに、処分地の選定プロセスが定められました。最終処分に必要な費用については、2000 年以降、廃棄物発生者である電気事業者等から処分実施主体である原環機構へ納付され、その拠出金は、公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターにより資金管理・運用されています。

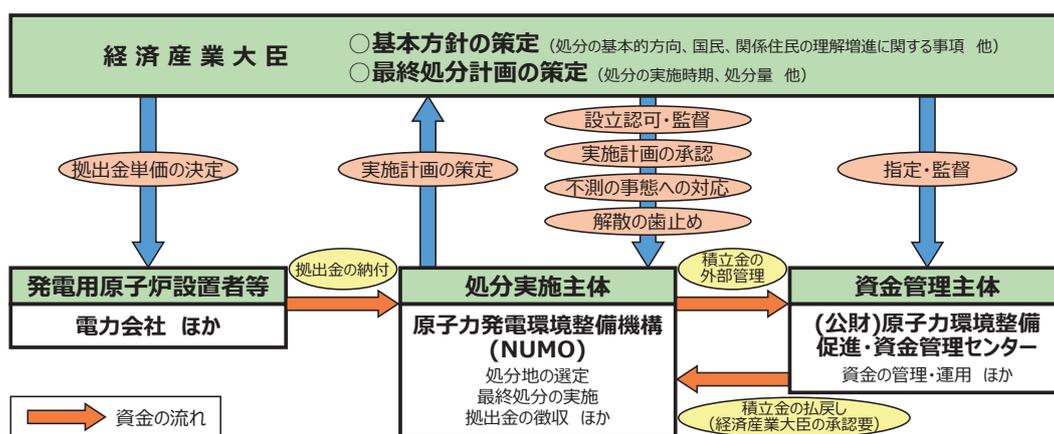


図 6-13 最終処分法の概要

(出典)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放射性廃棄物ワーキンググループ「放射性廃棄物WG中間とりまとめ」(2014 年)に基づき作成

3) 高レベル放射性廃棄物の最終処分事業を推進するための取組

高レベル放射性廃棄物の処分地選定に当たっては、既存の文献により過去の火山活動の履歴等を調査する「文献調査」、ボーリング等により地上から地下の状況を調査する「概要調査」、地下施設を設置した上で地下環境を詳細に調査する「精密調査」といった段階的な調査を行うことが最終処分法により定められています（図 6-14）。

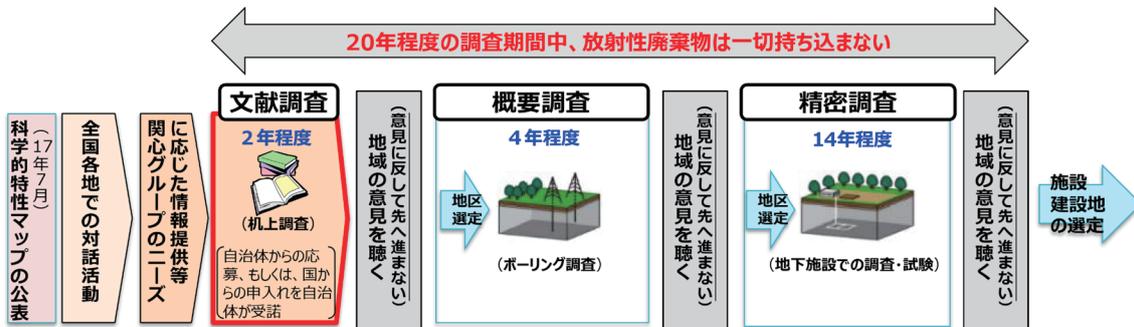


図 6-14 処分地選定のプロセス

(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)

経済産業省は 2017 年 7 月に、地層処分の仕組みや日本の地質環境等について理解を深めていただくため、客観的なデータに基づいて、火山や断層といった地層処分に関して考慮すべき科学的特性を 4 色の色で塗り分けた「科学的特性マップ」(図 6-15) を公表しました。科学的特性マップの公表以降、経済産業省及び原環機構によって対話型全国説明会が実施されています。こうした活動の結果、地層処分に関心を持ち、自主的に勉強や情報発信に取り組むグループ(NPO や経済団体等) が、2021 年 3 月末時点で、全国で約 100 団体にまで増えてきています。このような中、北海道の寿都町、神恵内村において、最終処分地選定プロセスの最初の調査である文献調査を 2020 年 11 月から開始しています。引き続き、対話活動を通じて、地域理解に取り組むとともに、全国のできるだけ多くの地域で事業について関心を持っていただき、調査を実施できるよう、全国での対話活動を継続しています。

一方、原環機構は 2018 年、「包括的技術報告：我が国における安全な地層処分の実現一適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築一」のレビュー版を取りまとめました。2021 年 2 月には、日本原子力学会によるレビュー等を踏まえ、同報告の改訂版及びその内容を平易に解説した冊子「なぜ、地層処分なのか」が公表されました。同報告は、サイト調査の進め方、安全な処分場の設計・建設・操業・閉鎖、さらに、閉鎖後の長期間にわたる安全性確保に関し、これまで蓄積されてきた科学的知見や技術を統合し、サイトを特定しない一般的なセーフティケースとして説明したものであり、事業の進展に応じて作成するサイト固有のセーフティケースの基盤として活用していくこととされています。

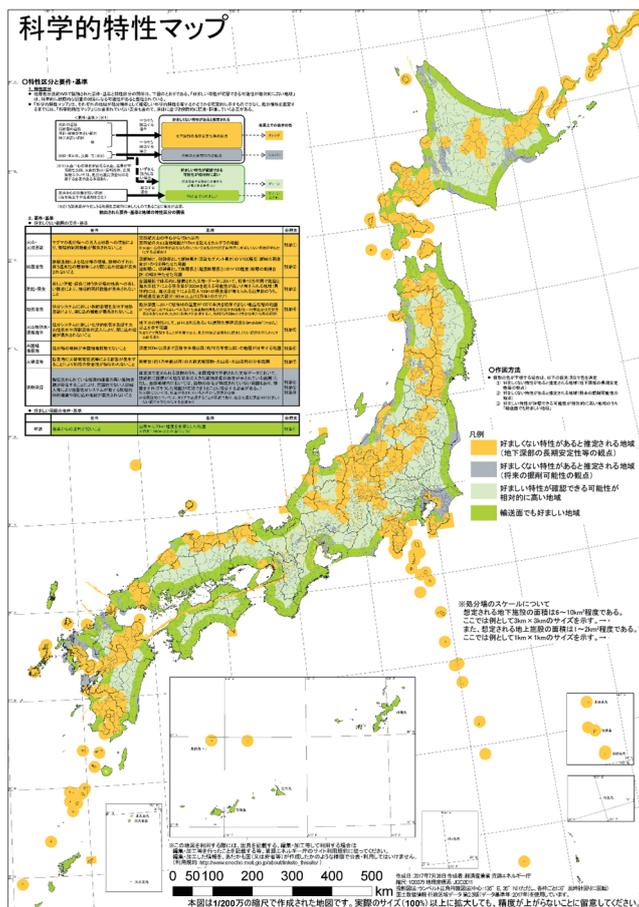


図 6-15 科学的特性マップ

(出典)資源エネルギー庁「科学的特性マップ公表用サイト」

最終処分の実現に向けた各国の取組を加速するため、国際協力の強化も進められています。2019年6月に、世界の主要な原子力利用国の政府が参加する「最終処分国際ラウンドテーブル」が立ち上げられました。2020年8月には、ラウンドテーブルを共催した OECD/NEA が、2回の会合での議論を踏まえ、「ハイレベル政府代表からの国際協力に関するメッセージ」として、政府の役割や各国の対話活動の知見・経験・ベストプラクティス、研究開発協力の方向性等を盛り込んだ報告書を公表しました。同報告書では、政策立案、ステークホルダーの関与、研究開発及び人材育成における国際協力は価値のあるものであること、透明性の確保や地層処分計画の中で地元コミュニティに早い段階から関与してもらうことが極めて重要であること、各国の利用可能な資源、経験、技術力を共有し、課題に対応すべきであること等を示しています。

我が国は、ラウンドテーブルで挙げられた研究開発で国際協力を強化すべき分野の具体化に向けて、専門家間で議論するためのワークショップを OECD/NEA とともに開催する意向を示すとともに、ラウンドテーブル参加国との知見の共有や各国の進捗のフォローアップを継続しながら、国内の取組に随時反映させ、日本における最終処分の実現に向けた道筋がつけられるよう、一歩ずつ取り組んでいくこととしています。

コラム ～海外事例：フランスにおける高レベル放射性廃棄物の処分に向けた国民対話～

フランスでは、1980年代から高レベル放射性廃棄物の処分地の選定に向けた検討が開始されました。しかし、政府が主導して進めた地質調査は地元への事前説明もなく開始されたため、地域住民等の強い反対を受け、1990年には1年間の活動中断に至りました。この時期を境に、処分地選定の進め方や処分方針の決定プロセスにおいて、国民の意見を反映させる方向への転換が行われました。

活動中断期間中に議会議員の主導により行われた国民からの意見聴取の結果を踏まえ、1991年に放射性廃棄物管理研究法が制定されました。同法では、地層処分、長期貯蔵及び核種分離変換の三つの代替管理方法について、15年間の研究を行った上で総括評価することが定められるとともに、研究の進捗状況を毎年政府が議会に報告することや、地下研究所の地元地域情報フォローアップ委員会（CLIS¹⁷）を設置し地域との協議を行うことも規定されました。段階的な進捗評価や国民との対話を行いながら進められた研究活動の成果報告書の内容等を受けて、2006年には放射性廃棄物等管理計画法が制定され、「可逆性のある地層処分」を行うという基本方針が決定されました。

「可逆性のある地層処分」の実施主体である放射性廃棄物管理機関（ANDRA）による地層処分プロジェクトを進めるに当たり、計画段階から国民の意見を反映できるよう、行政、事業者、国民、専門家等が意見交換を行う公開討論会制度が適用されています。2013年には、ANDRAによる地層処分場の設置許可申請に先立ち、7か月間にわたる公開討論会が開催されました。この公開討論会における議論の結果を受けて、地層処分場の操業開始に当たり実際の処分場環境での試験を可能とするパイロット操業期間を設けること、処分場操業基本計画の定期レビューを通じた市民参加の機会を設けること等が定められました。

このように、フランスの高レベル放射性廃棄物の地層処分プロジェクトは、一度は活動中断にまで至った過去の経験から得られた教訓を生かし、国民の意見を重要な意思決定に反映する仕組みを整え、進捗を適切に管理しつつ段階的に進められており、設置許可申請の段階を迎えようとしています。



公開討論会の様子

(出典)放射性廃棄物管理機関(ANDRA)提供資料

¹⁷ Commissions Locales d'Information et de Surveillance

4) 高レベル放射性廃棄物の処理・処分にに関する研究開発

高レベル放射性廃棄物の処理に関しては、原子力機構や日本原燃において研究開発が行われています。原子力機構では、高レベル放射性廃液のガラス固化施設の開発、運転を行い、ガラス溶融炉の改良等の技術開発を進め、運転技術、保守技術等を蓄積しています。また、日本原燃は、現行のガラス溶融炉でのトラブル対処で得た情報や知見を反映させた新型ガラス溶融炉の開発を進め、実機への導入判断に向けた検討を行っています。

高レベル放射性廃棄物の処分にに関しては、原環機構及び原子力機構における研究開発が行われています。原環機構では、処分事業の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする技術開発を行っています。原子力機構では、深地層の研究施設等を活用し、深地層の科学的研究や安全評価手法の開発等の基盤的・体系的な研究開発を計画的に行っています。原子力機構の深地層の研究施設としては、岐阜県瑞浪市（結晶質岩）と北海道幌延町（堆積岩）に整備した施設において、地下坑道の掘削とそれに伴う深部地質環境変化の把握等の調査研究等を行っており国民との相互理解促進に貢献する観点から深部地質環境を実体験できる場としても活用されています。なお、瑞浪市の研究施設は2019年度末で結晶質岩に関する調査研究を終了しており、2022年1月までに坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を完了する計画であり、幌延町の研究施設では2028年度までを目途に研究課題に取り組む計画です。また、原子力機構の基盤的な研究開発としては、茨城県東海村の核燃料サイクル工学研究所において、設計・評価に活用する評価モデルやデータベース等の技術基盤整備に関する研究開発を実施しています。

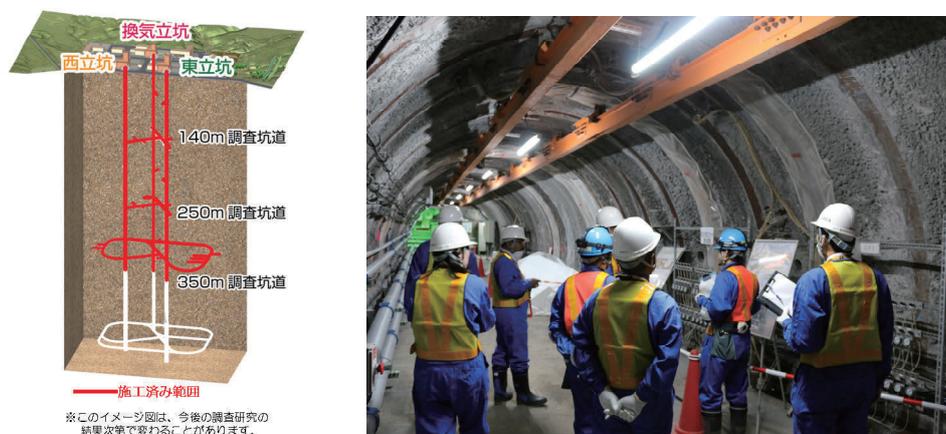


図 6-16 幌延深地層研究施設の概要（左）及び調査坑道での見学の様子（右）

(出典)原子力機構幌延深地層研究センター「幌延深地層研究計画 令和2年度調査研究計画」(2020年)

高レベル放射性廃棄物の処分にに関する研究は、地質環境調査・評価技術、工学・設計技術、処分場閉鎖後の長期安全性を確認するための安全評価技術等の多岐にわたる分野の技術を統合し、重複を避け効率的かつ効果的に実施する必要があります。そのため、原環機構や原子力機構を始めとする関係機関で構成される「地層処分研究開発調整会議」において、「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～令和4年度）」が策定されました。これらの機関が緊密に連携を図りつつ、地層処分にに関する研究開発が計画的に進められています。

② 低レベル放射性廃棄物の処理・処分にに関する取組と現状

1) 低レベル放射性廃棄物の発生・処理

低レベル放射性廃棄物は、発生源別に分類されています。具体的には、原子力発電所から発生するもの（発電所廃棄物）、再処理施設、MOX 燃料加工施設から発生するもの（TRU 廃棄物）、ウラン濃縮施設、ウラン燃料加工施設から発生するもの（ウラン廃棄物）、大学、研究所、医療機関等における原子力のエネルギー利用、放射線利用、関連する研究開発から発生するもの（研究施設等廃棄物）に分類されています（表 6-5）。

原子力施設等の運転、廃止措置に伴い、様々な廃棄物が気体状、液体状、固体状で発生します。気体状の廃棄物（放射性気体廃棄物）は、放射性物質の濃度に応じて、減衰、洗浄等により処理し、高性能フィルターで放射性物質を取り除いた後、排気中の放射性物質濃度が規制基準値以下であることを確認した上で、大気中に放出します。液体状の廃棄物（放射性液体廃棄物）は、ろ過、脱塩、あるいは蒸発濃縮処理します。濃縮廃液はセメントやアスファルト等で固化処理し、放射性固体廃棄物としてドラム缶に詰めます。蒸発分や放射性物質の濃度が極めて低いものについては、再利用、あるいは放射性物質濃度が規制基準値以下であることを確認した上で施設外に放出します。固体状の廃棄物（放射性固体廃棄物）は、可燃性、難燃性、不燃性に仕分をしてドラム缶等の容器に入れます。廃棄物の性状によっては、焼却処理、圧縮処理、熔融処理、セメント充填固化処理等の減容・安定化処理を施した後で、ドラム缶等に詰めます。

2) 低レベル放射性固体廃棄物の保管

ドラム缶等に詰められた放射性固体廃棄物は、各原子力施設等で保管されます。2020 年 3 月末時点の、我が国における低レベル放射性固体廃棄物の保管状況は、表 6-7 のとおりです。

原子力発電所等については、原子力発電所で約 701,700 本（200 リットルドラム缶換算値、以下同様）、加工施設（ウラン濃縮施設、ウラン燃料加工施設）で約 60,100 本、再処理施設で約 48,400 本、廃棄物管理施設では 1,100 本、それぞれ保管されています。

研究開発施設等については、原子炉等規制法施設で約 354,200 本、「放射性同位元素等の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 167 号。以下「放射性同位元素等規制法」という。）による規制を受ける施設では約 275,200 本、それぞれ保管されています¹⁸。

¹⁸ 法令で届出を義務付けられていない医療法等廃棄物は含まれていません。

表 6-7 低レベル放射性固体廃棄物の保管量
(地層処分相当低レベル放射性廃棄物と想定されるものを含む)

(2020年3月末時点)

規制法	発生施設区分	廃棄物発生施設	事業者	事業所数	低レベル放射性固体廃棄物保管量*1	
					本数*4	出典
原子炉等規制法*2	原子力発電所等	実用発電用原子炉施設	北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電	18	701,700	・東日本大震災前の東電福島第一原発の保管量、約187,600本を含む。 ・このほか、蒸気発生器保管庫、給水加熱器保管庫、使用済燃料プール、サイトバンカ、タンク等に保管されている。
		加工施設	日本原燃等民間企業	5	60,100	・このほか、使用済金属胴遠心機が保管されている。
		再処理施設	日本原燃	1	48,400	・このほか、せん断被覆片等が約221本(1,000リットルドラム缶換算)保管されている。
		廃棄物管理施設	日本原燃	1	1,100	
	研究開発施設等	研究開発段階発電用原子炉施設	原子力機構(ふげん、もんじゅ)	2	27,000	・このほか、使用済燃料プール、タンク等に保管されている。
		試験研究用等原子炉施設	原子力機構、研究機関、教育機関、民間機関	12	134,000	・試験研究用等原子炉施設、核燃料物質使用施設及び放射性同位元素使用施設の多重規制施設についてはその合計値。
		加工施設	原子力機構	1	600	
		再処理施設	原子力機構	1	76,700	・このほか、高レベル放射性固体廃棄物が約6,800本保管されている。
		核燃料物質使用施設	原子力機構、大学等	11	84,800	・核燃料物質使用施設の単独規制施設だけの合計値。
		廃棄物管理施設	原子力機構	1	31,100	
放射性同位元素等規制法*3	使用事業所	許可事業所合計(2,151)、届出事業所合計(5,384)	7,535			
		研究機関	407	7,239		
		教育機関	485	1,890		
		医療機関	1,141	609		
		民間企業	4,487	3,268		
	その他の機関	1,015	48			
廃棄業者	原子力機構、日本アイソトープ協会*5等	7	262,157	・原子力機構は、原子炉施設、核燃料物質使用施設及び放射性同位元素使用施設にも該当しており、本表の値は両施設を含む合算値である。		

*1 固体廃棄物貯蔵庫の保管量を示す。このほかの保管は施設毎に注記した。

*2 実用発電用原子炉等が原子力規制委員会に提出した「令和元年度下期放射線管理等報告書」(2020年)により整理

*3 原子力規制委員会 規制の現状(2020年3月31日時点)参照

*4 200リットルドラム缶本数あるいは200リットルドラム缶換算本数の合計概算値。

*5 日本アイソトープ協会は放射性同位元素等規制法の許可廃棄業者及び医療法等の指定を受けて放射性同位元素等規制法単独規制施設及び医療法等(医療法、臨床検査技師等に関する法律、医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律)規制施設から放射性廃棄物を集荷し処理・保管を行っている。

(出典)実用発電用原子炉等が原子力規制委員会に提出した「令和元年度下期放射線管理等報告書」(2020年)、原子力規制委員会「規制の状況」に基づき作成

3) 低レベル放射性固体廃棄物の処分

低レベル放射性廃棄物の発生源、性状等は幅広く、含まれる放射性核種の種類と量に応じて、主にトレンチ処分、ピット処分、中深度処分に適切に区分して処分され（図 6-17）、一部の低レベル放射性廃棄物は地層処分されます（表 6-5）。地層処分の実施主体は原環機構、地層処分以外については、発電所廃棄物等の処分実施主体は原子力事業者等¹⁹、研究施設等廃棄物の処分実施主体は原子力機構となっています。

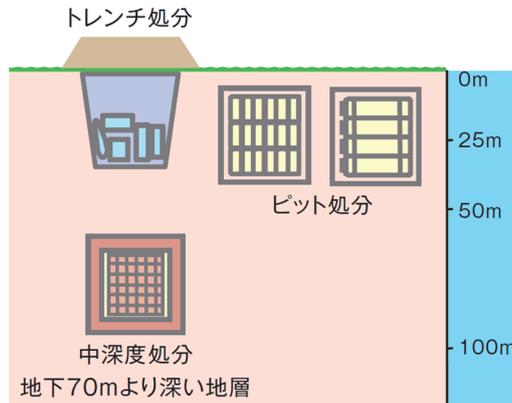


図 6-17 トレンチ処分、ピット処分、中深度処分のイメージ

(出典)一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」に基づき作成

トレンチ処分とは、コンクリートや金属等の化学的、物理的に安定な性質の廃棄物のうち放射能レベルが極めて低い廃棄物を、浅地中に人工構造物を設置せずに定置して覆土する処分方法です。原子力機構は、動力試験炉（JPDR²⁰）の解体で発生した極低レベルのコンクリート廃棄物を対象に、敷地内でトレンチ処分の埋設実地試験を行っています。1997年までの埋設段階終了後、埋設地の巡視点検等を行う保全段階の管理を2025年まで継続する予定です（図 6-18）。また、日本原子力発電株式会社は、東海発電所の解体に伴い発生する極低レベル放射性廃棄物を発電所敷地内でトレンチ処分する計画で、原子力規制委員会による審査が進められています。



図 6-18 原子力機構の埋設実地試験における埋設段階（左）及び保全段階（右）の様子

(出典)原子力機構原子力科学研究所「埋設実地試験」

¹⁹ 一部の発電所廃棄物の処分については、日本原燃がピット処分を実施中。

²⁰ Japan Power Demonstration Reactor

ピット処分とは、放射能レベルの比較的低い廃棄物を、浅地中にコンクリートピット等の人工構築物を設置して埋設する処分方法です。原子力発電所の運転に伴い発生するものは、各原子力発電所で固化処理された後、青森県六ヶ所村の日本原燃低レベル放射性廃棄物埋設センターに運ばれます。同センターの1号埋設施設では、濃縮廃液、使用済樹脂、焼却灰等をドラム缶に収納し、セメント等で固めた廃棄体（均質固化体）を、2号埋設施設では、雑固体廃棄物（金属、プラスチック類、保温材、フィルター類等）をドラム缶に収納し、モルタルで固めた廃棄体（充填固化体）を対象として受け入れており、2021年3月末時点で、ドラム缶換算で合計約32万本の廃棄体を埋設しています（表6-8）。また、日本原燃は2018年8月に、3号埋設施設の増設（対象は充填固化体）等の申請を行っており、原子力規制委員会による審査が進められています。

表 6-8 日本原燃における低レベル放射性廃棄物のピット処分量（2021年3月末時点）

	2020年3月末時点の 延べ埋設量（本）	2020年度の 受入量（本）	2020年度の 埋設量（本）	2021年3月末時点の 延べ埋設量（本）
1号埋設施設	149,107	328	328	149,435
2号埋設施設	163,600	10,074	10,632	174,232
合計	312,707	10,402	10,960	323,667

（出典）日本原燃「低レベル放射性廃棄物埋設センターの運転情報（日報）」に基づき作成

中深度処分とは、放射能レベルの比較的高い廃棄物を、地表から深さ70メートル以上の地下に設置された人工構造物の中に埋設する処分方法です。具体的な管理の内容については、今後検討されることとされています。

研究開発施設等の廃棄物については、国は2008年12月に、埋設処分業務を進める際の基本的な考え方等を示した「埋設処分業務の実施に関する基本方針」を策定しました。原子力機構は同基本方針に基づき、「埋設処分業務の実施に関する計画」（2009年11月策定、2019年11月最終変更）において、埋設処分業務の対象とする放射性廃棄物の種類及びその量の見込み等を示しています。また、原子力機構は、2018年12月に取りまとめたバックエンドロードマップ（図6-10）において、研究施設等廃棄物の埋設事業は放射能レベルの低いトレンチ処分及びピット処分から優先的に進め、第2期（2029年度から2049年度）での本格化を目指すとしています。この方針に基づき、処分場所の立地手順及び立地基準に基づく立地対応を進めるとともに、廃棄体確認や受入基準等の整備の一環として、様々な種類の放射性核種が含まれる研究炉廃棄物中の放射能評価手法の確立に向けた検討等が進められています。

4) 低レベル放射性廃棄物処分の規制

浅地中処分（ピット処分及びトレンチ処分）については、原子力規制委員会が2019年12月に、施設や廃棄体の性能規定化及び規制期間終了後の被ばく評価シナリオの線量基準等に係る規則等の改正を行いました。また、原子炉施設以外の施設から発生する放射性廃棄物についても、ピット処分及びトレンチ処分の対象（ただしウラン廃棄物を除く）に拡張されました。さらに、2020年10月には、日本原燃の廃棄物埋設事業変更許可申請における廃止措置開始後の公衆の被ばく線量評価に係る、将来の人間活動に関する設定の妥当性に関する審査方針が了承されました。

中深度処分については、2017年4月の原子炉等規制法の改正により、中深度処分における坑道の閉鎖措置計画の認可や規制期間終了後の廃棄物埋設地の掘削制限の制度が定められました。原子力規制委員会では、中深度処分に係る規則等の策定に向けた検討を進めています。中深度処分に係る規制基準等における要求事項のうち、断層に係るものを除いた内容については2020年7月から8月に、断層と地すべり面に係るものについては2021年2月から3月に、それぞれ科学的・技術的意見の募集を実施しました。

ウラン廃棄物やウランに汚染された資材については、含まれる放射性物質は自然環境中にも存在するものです。ウランに汚染されたものは、数十年から数百年の期間における放射能の減衰は見込めず、子孫核種が生成し放射エネルギーが増える等の特徴を有しています。そのため、従来の処分やクリアランスの規制基準をそのまま適用することについては課題があります。原子力規制委員会では、このような課題を踏まえ、ウラン廃棄物の処分等に係る規制等の策定に向けた検討を進めています。2020年12月から2021年1月には、ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方等に対する科学的・技術的意見の募集を実施しました。意見募集の結果も参考にしつつ、中深度処分に係る規制基準等と合わせて、規則案の作成等を進めるとしています。

研究開発施設等の廃棄物については、発生源は多岐にわたることから、発生する放射性廃棄物の処分事業を規制する法律も原子炉等規制法、放射性同位元素等規制法、医療法等²¹にまたがり、複数の許可が必要となります。2017年4月の放射性同位元素等規制法の改正により、廃棄に係る特例として、許可届出使用者及び許可廃棄業者は、放射性同位元素等の廃棄を原子炉等規制法に基づく廃棄事業者へ委託できることとされ、原子炉等規制法と放射性同位元素等規制法の間で処理・処分の合理化が図られました。また、原子力機構が保管している放射性廃棄物の中には、放射性物質で汚染された鉛等が混入しているものがあり、放射性廃棄物に含まれる重金属等の有害物質は、現時点ではどのような法令に基づき規制を行うか明確になっていないことから、安全規制の在り方について検討が行われています。

²¹ 「医療法」（昭和23年法律第205号）、「臨床検査技師等に関する法律」（昭和33年法律第76号）、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」（昭和35年法律第145号）及び「獣医療法」（平成4年法律第46号）。

コラム

～海外事例：諸外国における低レベル放射性廃棄物の分類と処分方法～

IAEA 分類 / 国名	中レベル 放射性廃棄物 ^{注1}	低レベル 放射性廃棄物	極低レベル 放射性廃棄物	極短 寿命 廃棄物	規制免除・ クリアランス
英国	低レベル放射性廃棄物： 浅地中処分		サイト内埋立処分 ^{注2} 一般埋立処分 ^{注3}	有	有
フランス	長寿命低レベル放射性廃棄物： 浅地中処分（検討中）		特定埋立処分 ^{注4}	有	制度なし。限定的免除有り。基本は極低レベル放射性廃棄物として処分。
	短寿命低中レベル放射性廃棄物： 浅地中処分				
ドイツ	非発熱性放射性廃棄物： 地層処分（建設中）		条件付きクリアランス による一般埋立処分 ^{注5}	有	有
フィンランド	中レベル廃棄物、低レベル廃棄物： 岩盤空洞内処分		サイト内埋立処分 ^{注2} （環境影響評価手続中）	有	有
スウェーデン	短寿命低中レベル廃棄物： 岩盤空洞内処分		短寿命極低レベル廃棄物： サイト内埋立処分 ^{注2}	有	有
スイス	低中レベル廃棄物： 地層処分（サイト選定中）		認可機関の承認による 一般埋立処分 ^{注5}	有	有
カナダ ^{注6}	原子力発電の中レベル放射性廃棄物： OPG ²² 社による地層処分（計画中止）		有	有	有
	原子力研究開発（遺産、事業継続中、医療・大学等を含む）の 中レベル放射性廃棄物：未定				
	同上の低レベル放射性廃棄物： 浅地中処分（申請段階）				
	歴史的な低レベル放射性廃棄物： 地上長期廃棄物管理（建設中）				
米国	クラスC超：処分方法検討中		有	有	制度なし。個別審査を実施。
	クラスC：浅地中処分				
	クラスB：浅地中処分				
	クラスA：浅地中処分				
	クラスAの低いレベル： 一般埋立処分 ^{注4} 等（枠組み見直し中）				

(注1) 地層処分対象を除く

(注2) 原子力施設サイトの許可された埋立処分場

(注3) 認可された一般の埋立処分場

(注4) 原子力施設ではないが原子力施設から発生した廃棄物に限定

(注5) 一般の埋立処分場

(注6) このほか、ウラン採鉱・製錬廃棄物がある

免除・クリアランスされた廃棄物は規制上の放射性廃棄物としての管理は受けない。

網掛けは、操業中あるいは実施中であることを示す。網掛けなしは、建設中、サイト選定中、検討中、見直し中のいずれかである。

(出典) 内閣府作成

²² Ontario Power Generation

(3) クリアランス

① クリアランス制度

原子力施設等の廃止措置に伴って発生する廃材等の大部分は、放射性物質によって汚染されていない廃棄物や、放射能濃度が極めて低く、人の健康への影響が無視できることから「放射性物質として扱う必要がないもの」です（表 6-5）。このうち、後者については「クリアランス制度」が適用されます。クリアランス制度とは、放射能濃度が基準値以下であることを原子力規制委員会が確認したものを、原子炉等規制法による規制から外し、再利用又は一般の産業廃棄物として処分することができる制度です。2020年8月に行われたクリアランス制度に関する規則の改正により、施設ごとに分かれていた規則が廃止され、全ての原子力施設から発生する資材及び廃棄物²³がクリアランスの対象となりました。

② クリアランスの実績

我が国では、これまで、原子炉等規制法に基づく原子力発電所、加工施設、一部の核燃料物質使用施設等の原子力施設の運転及び廃止措置・解体により発生した金属くず、コンクリート破片等にクリアランス制度が適用されています。2021年3月時点で、原子力施設から発生した金属 1,395t とコンクリート 3,866t がクリアランスされており、その一部は再利用されています（図 6-19、表 6-9）。これまでのところ、再利用を行う原子力事業者は、再利用先を原子力施設等に限定しています。今後、廃止措置の本格化に伴いクリアランス物の発生量の増加が見込まれる中、廃止措置の円滑な推進や資源の有効利用のため、再利用先の拡大とともに、クリアランス制度が社会に定着することが必要です。原子力規制庁は、2020年3月から「クリアランスの測定及び評価の不確かさに関する事業者との意見交換会」を開催しており、不確かさの取扱いについて理解を深め規制上の検討に役立てるための具体的な議論を行っています。

なお、放射性同位元素の使用施設等から発生する放射性廃棄物についてもクリアランス制度が導入されていますが、実績はありません。



図 6-19 クリアランスされた金属等の再利用実績例

（出典）第 22 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 資源エネルギー庁「着実な廃止措置に向けた取組」（2021 年）

²³ ウラン廃棄物については金属くずのみ。廃液や気体は除外。

表 6-9 クリアランスされた金属等の再利用実績例

原子力施設	再利用された廃棄物	再利用先等
日本原子力発電(株)	東海発電所の廃止措置工事から発生した金属	遮へい体、ブロック、車両進入防止ブロック、ベンチ、テーブル、埋込金物、クレーン荷重試験用ウェイト等の加工品を製作し、関連場所で使用又は展示 中深度処分用容器(内容器)を試験製作 ²⁴
原子力機構 原子力科学研究所	研究炉 JRR-3 の改造工事により発生し保管廃棄されていたコンクリート	同研究所内の路盤材等に再利用
原子力機構 人形峠環境技術センター	解体、除染した使用済遠心分離機から発生したアルミ材	構内等の花壇の構造物及び土留め、同センター正門前広場に設置したテーブルとベンチに再利用

(出典)原子力規制委員会「クリアランス制度の実績」、電気事業連合会「クリアランス制度に関する国内外の状況」に基づき作成

(4) 廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム(仮称)

「廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム(仮称)²⁵」では、国内の様々な関係機関の連携により、当該分野における情報体系の整備(図 6-20)や、海外情報を含む各関係機関の取組の紹介による情報共有等を実施しています。

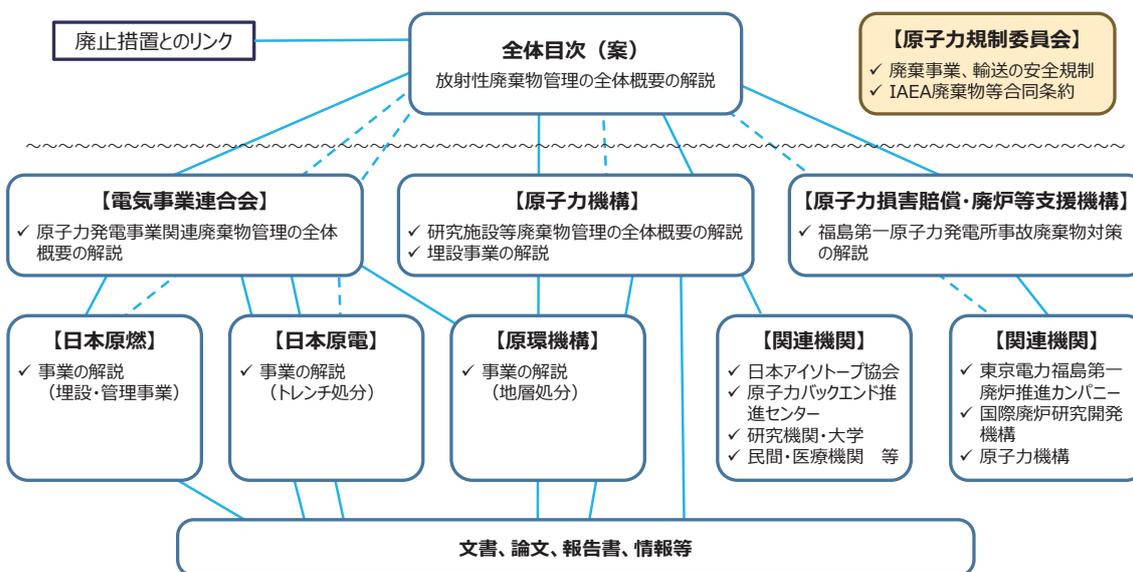


図 6-20 放射性廃棄物に関する根拠情報の整備に係る関連機関の連携イメージ

(出典)内閣府作成

²⁴ 経済産業省委託事業「原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発」(2015年度から2017年度)にて実施。

²⁵ プラットフォームについては、第8章 8-1(3)「原子力関係組織の連携による知識基盤の構築」を参照。

第7章 放射線・放射性同位元素の利用の展開

7-1 放射線利用に関する基本的考え方と全体概要

放射線・放射性同位元素（RI¹）の利用（以下「放射線利用」という。）は、原子力エネルギー利用と共通の科学的基盤を持ち、工業、医療、農業を始めとした幅広い分野において社会を支える重要な技術となっています。

放射線には、アルファ線（ α 線）、ベータ線（ β 線）、エックス線（X線）、中性子線、重粒子線等の様々な種類があり、それぞれ異なる性質を持ちます。また、放射線を発生する機器やものにも、RI、加速器、原子炉等の様々なタイプがあります。医療機関、研究機関、教育機関、民間企業等では、利用目的や手段に応じて、これらが適切に使い分けられています。

放射線発生装置等の研究開発の進展により放射線・RIの活用範囲は広がりを見せており、分野間連携を促進し、国や大学、研究機関、民間企業が連携してオールジャパン体制で取り組んでいくことが今後更に求められています。

(1) 放射線利用に関する基本的考え方

放射線は生体組織に対して過度に照射すると障害をもたらしますが、図 7-1 に示すような特性を有しています。これらの性質を学術研究や産業利用に幅広く活用することにより、国民生活の水準向上等に大きく貢献しています。

原子力利用に関する基本的考え方では、放射線・RIの活用の発展により、これまで想定されていなかった領域を含め、イノベーションが創出されることへの期待が示されています。また、2020年7月に閣議決定された「統合イノベーション戦略2020」においても、放射線・RIについては、先端的な科学技術と共通の科学的基盤を有する分野であり、今後は工学、医学、理学等の分野間連携を促進することや、複数の専門領域を融合させ、国や大学、研究機関だけでなく、民間企業も連携したオールジャパン体制で取り組むことを通じて、放射線等を戦略的かつ有効に活用していくことが求められるとされています。

- ◇ 物質を透過するため、物質や生体の内部を細部まで調べることができる。
- ◇ 局所的にエネルギーを集中させ、材料の加工や特殊な機能の付与ができる。
- ◇ 細菌やがん細胞等に損傷を与えて、不活性化することができる。
- ◇ 化学物質等に照射して別の物質に変えることができる。

図 7-1 放射線の特性

(出典)内閣府作成

¹ Radio Isotope

(2) 放射線の種類

放射線には、電離放射線と非電離放射線の二種類があります。電離放射線は、原子や分子から電子を引き離しイオン化（電離）する能力を持ちます。電離放射線には、 α 線、 β 線及び陽子線のように電荷を持った粒子線や、中性子線のような電荷を持たない粒子線、X線やガンマ線（ γ 線）のような電磁波等、様々な種類があります。一方、非電離放射線は、電離放射線のような相互作用をしない可視光線やマイクロ波等です。一般的に、放射線というと電離放射線を指します（図 7-2）。

多くの放射線は、物質に当たるときや物質中を透過するとき、物質の分子や原子と相互作用します。その相互作用は放射線の種類によって異なり、例えば、X線は物質を通り抜ける能力が高い、 α 線は物質内部で止まる際に局所的・集中的にエネルギーを与える、といった特徴があります。このような特徴を生かし、様々な放射線利用が行われています。

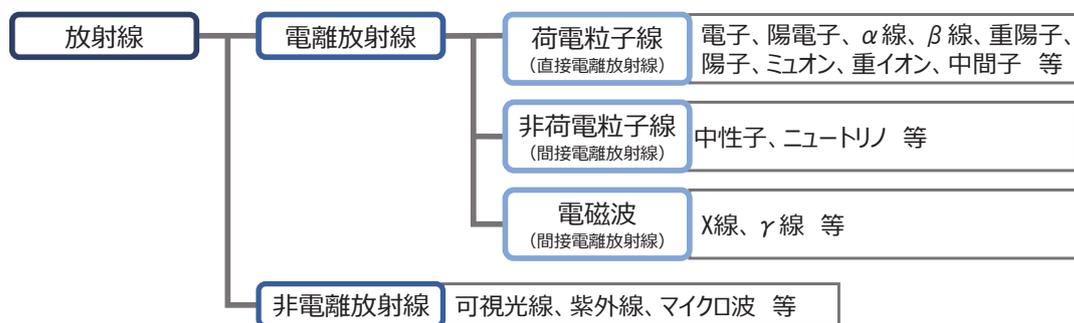


図 7-2 放射線の種類

(出典) 地人書館 中村尚司著「放射線物理と加速器安全の工学」(1995年)、環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和元年度版」(2020年)等に基づき作成

(3) 放射線源とその供給

放射線を発生する機器やものには、RI、加速器、原子炉等、様々なタイプがあり、それぞれから得られる放射線の種類にも特徴があります（表 7-1）。これらを目的や手段に応じて使い分けて、効果的に放射線利用が行われています。

表 7-1 放射線発生装置（放射線源を含む）と得られる放射線

	RI	加速器	原子炉	X線発生装置	レーザー発振器
α 線	○	○			
β 線	○	○			
γ 線	○	○			
中性子線	○	○	○		
ニュートリノ	○	○			
ミュオン		○			
陽子線		○			
重粒子線		○			
放射光		○			
X線				○	
レーザー光					○

(出典) 原子力委員会研究開発専門部会加速器検討会「加速器の現状と将来」(2004年)等に基づき作成

① 放射性同位元素 (RI)

RI は、それ自体が放射線源となります。RI は原子核が不安定であるため、より安定な状態に移行しようとして別の原子に変わる放射性崩壊を起こすことがあります。その際に放出される放射線 (α 線、β 線、γ 線、中性子線) が利用されています。天然に存在する RI の利用は効率が低いため、原子炉や加速器を用いて RI を人工的に製造しています。

原子炉での RI 製造は、原子核の核分裂反応あるいは中性子を吸収する反応により行われます。我が国で RI 製造・供給を行うことのできる原子炉 (研究炉) は、過去に JRR²-3、材料試験炉 (JMTR³)、京都大学研究用原子炉 (KUR⁴) の 3 基ありました。このうち、KUR は 2017 年に運転を再開しており、JRR-3 は耐震補強工事等を経て 2021 年 2 月に運転再開しました。なお、JMTR は、新規規制基準対応のための耐震工事費用等を勘案し、廃止が決定されました。

加速器での RI 製造は、加速された荷電粒子 (陽子、α 線等) をいろいろな試料に照射することにより行われます。我が国では、主要な RI 医薬品のテクネチウム 99m (Tc-99m) の原料であるモリブデン 99 (Mo-99) の全量を海外から輸入しており、製造に用いられる研究炉の老朽化や故障により、Mo-99 の入手が極めて困難になった時期がありました。このような状況を受けて、加速器による Mo-99 製造の実用化に向けた検討が進められています。

RI の利用には、容器に密封された RI (密封 RI) と、密封されていない RI (非密封 RI) の二つの形態があります。密封 RI は民間企業への供給量が特に多く (図 7-3 左)、非破壊検査や計測等の装置、医療機器や衛生材料の滅菌、医療機関におけるガンマナイフ装置⁵等に使用されています。また、非密封 RI は教育機関を中心に供給されており (図 7-3 右)、分子生物学等の研究分野において、地表の物質の移動現象や動植物等の生体内における元素の移動現象を追跡できる、感度の高いトレーサーとして利用されています。

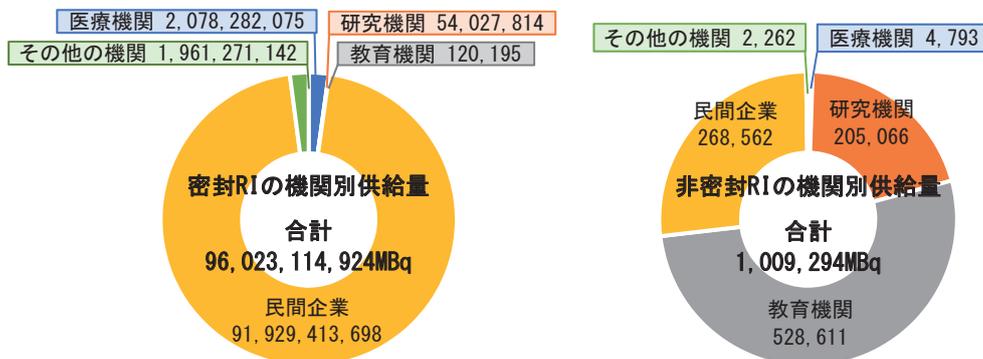


図 7-3 密封 RI (左) 及び非密封 RI (右) の機関別供給量 (2020 年度)

(出典)公益社団法人日本アイソトープ協会「アイソトープ等流通統計 2021(第 2 版)」(2021 年)に基づき作成

² Japan Research Reactor

³ Japan Materials Testing Reactor

⁴ Kyoto University Research Reactor

⁵ 病巣部周囲の正常な組織を傷つけることなく、約 200 個のコバルト 60 (RI) の線源から出る γ 線を用いて、虫眼鏡の焦点のように病巣部に対して集中的に照射する治療法。ビームが集中する箇所のみがナイフで切り取られたかのように治療できることが、命名の由来。

RIを使用する事業所は2020年3月末時点で7,535か所あり、機関別に見ると、民間企業が4,487か所、医療機関が1,141か所、研究機関が407か所、教育機関が485か所、その他の機関が1,015か所です(図7-4)。民間企業では、化学工業、パルプ・紙製造業、鉄鋼業、電気機器製造業を始めとして、幅広い業種において使用されています(図7-5)。

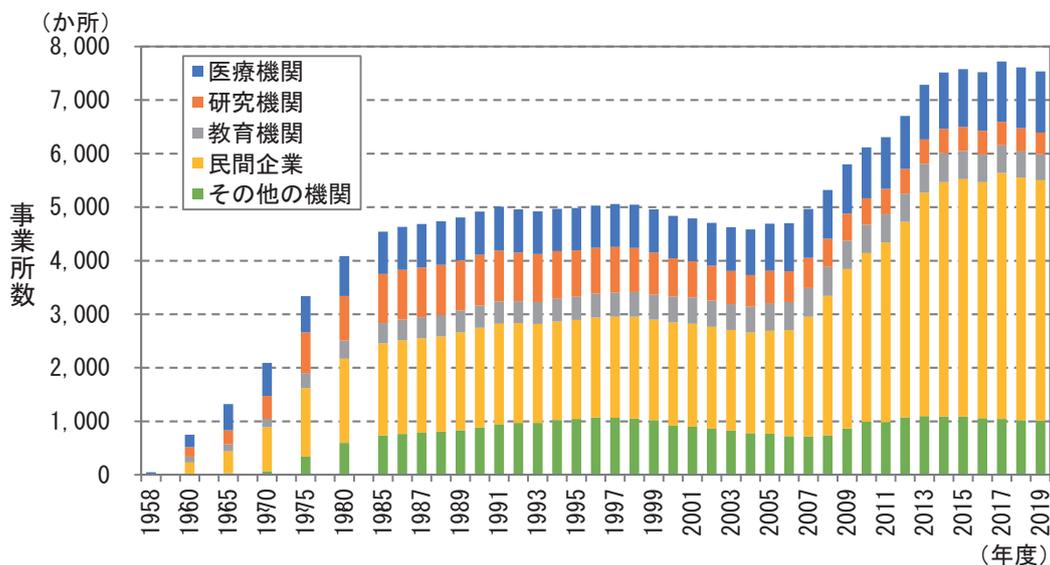


図 7-4 放射性同位元素を使用する事業所数の推移

(出典)原子力規制委員会「規制の現状 表2 機関別使用事業所数の推移」に基づき作成

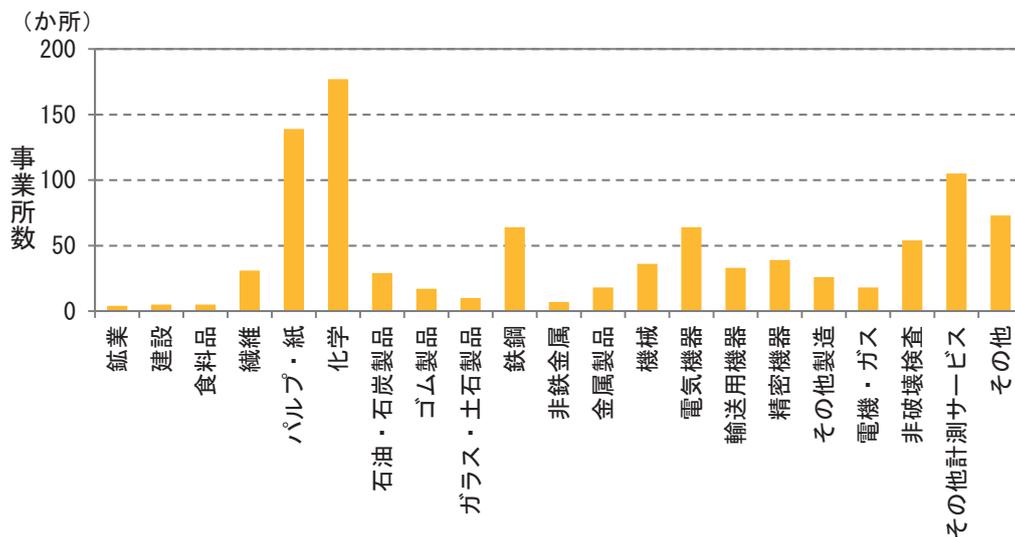


図 7-5 放射性同位元素を使用する民間企業の業種別事業所数 (2019年3月末時点)

(出典)公益社団法人日本アイソトープ協会「放射線利用統計2019」に基づき作成

② 原子炉

原子炉では、RI 製造以外にも、核分裂の際に放出される中性子が利用されています。核分裂により放出されるエネルギーを熱として取り出し動力源に用いるのが原子力発電であり、核分裂により放出される中性子を利用するのが研究炉です。研究炉では、中性子をビームとして炉心から取り出し、学術研究等に利用しています。

③ 加速器

加速器は、RI 製造以外にも、陽子、電子、炭素原子核等の粒子を光の速度近くまで加速して、エネルギーの高い電子線、陽子線、重粒子線の状態で取り出すことができます。粒子を加速する形状により、直線的に加速する線形加速器と、円軌道を描かせながら次第に加速する円形加速器の 2 種類に大別されます。例えば、円形加速器では、電子の加速により、様々な波長の電磁波が含まれる放射光を発生させることができます。放射光から、目的に応じて特定の波長の電磁波を取り出し、タンパク質の構造解析等に利用されています。

放射性同位元素等規制法の許可を受けて使用されている加速器（放射線発生装置）は、2019年3月末時点で1,747台です（図 7-6）。このうち1,310台は医療機関に設置され、がん治療等に利用されています。また、教育機関、研究機関、民間企業等でも利用されています。そのほか、放射性同位元素等規制法の規制対象とならない低エネルギー電子加速器、イオン注入装置等も民間企業等に多数導入され、幅広く利用されています。

なお、中性子源として用いる加速器には持ち運び不可能な大規模な装置が必要ですが、X線や電子線を発生する加速器は小型化・軽量化が進められ、利用対象が広がっています。

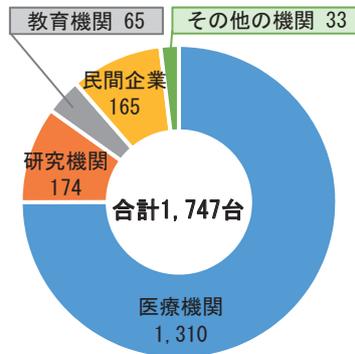


図 7-6 放射線発生装置の使用許可台数（2019年3月末時点）

（出典）公益社団法人日本アイソトープ協会「放射線利用統計 2019」に基づき作成

④ その他（X線発生装置、レーザー発振器）

X線発生装置では、陰極と陽極の間に高電圧をかけ、陰極から出た熱電子が高速で陽極とぶつかったときにX線が発生します。X線は、レントゲンや非破壊検査等に利用されています。

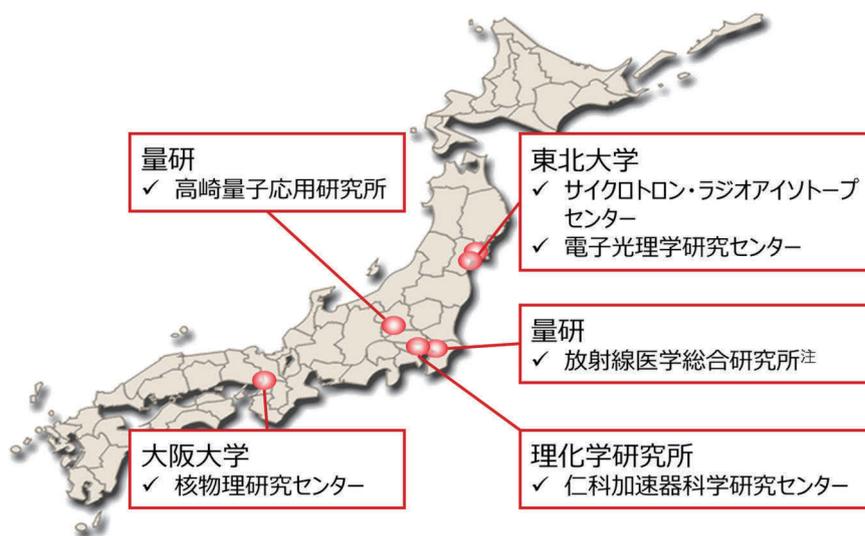
レーザー発振器は、気体や固体の原子の電子エネルギーを変化させて取り出した光を増幅し、ほぼ単一の波長の電磁波であるレーザー光として発振します。指向性が優れている、エネルギー密度が高いなどの理由から、レーザー溶接や歯の治療等に利用されています。

コラム

～国内における短寿命 RI の製造・安定供給に向けた取組～

我が国では、RI 製造のほとんどを海外に依存しています。一方で、半減期の短い RI は、長距離輸送中に RI としての効能を失ってしまいます。そのため、国内においても短寿命核種の製造の取組が進められています。

文部科学省科学研究費助成事業「新学術領域研究（研究領域提案型）『学術研究支援基盤形成』」リソース支援プログラムにおいて発足した「短寿命 RI 供給プラットフォーム」では、大阪大学核物理研究センターを中核とする6つの機関が RI 供給を行っています。同プラットフォームは、基礎開発・研究用 RI の年間を通じた安定な供給を行うことを目的として、市販品では入手不可能な 100 種類を超える RI の供給を実施しており、その支援対象分野は腫瘍診断学、医学物理学・放射線技術学、生体関連化学、環境動態解析、無機化学、宇宙地球科学等、非常に多岐にわたります。また、RI の安全な取扱いのための技術的な支援を行うため、RI 製造技術講習会も開催しています。



短寿命RI供給プラットフォームにおいてRI供給を担う6機関

(注) 量研の組織改編により、2021年4月からは量子医科学研究所。

(出典) 短寿命 RI 供給プラットフォーム「研究」に基づき作成

また、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST⁶）産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラムにおいて、2020年10月に「革新的医療用 RI 製造施設（DATE⁷プロジェクト）整備計画」が立ち上がりました。同プロジェクトは東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、量研、住友重機械工業株式会社、株式会社千代田テクノルが共同で立ち上げたもので、RI 医薬品として利用できる銅 64 と銅 67 の大量製造と様々ながんの診断治療に有効な RI 医薬品開発のため、多様な RI のオンデマンド製造を目指すとされています。

⁶ Japan Science and Technology Agency

⁷ Deuteron Accelerator for Theranostics mEdicine at Tohoku University

7-2 様々な分野における放射線利用

RI、加速器、原子炉から取り出される放射線は、その特性を生かして先端的な科学技術、工業、農業、医療、環境保全、核セキュリティ等の様々な分野で利用されており、技術インフラとして国民の福祉や生活水準向上等に大きく貢献しています。加えて、物質の構造解析や機能理解、新元素の探索、重粒子線や α 線放出RI等による腫瘍治療を始めとして、今後ますます発展していくことが見込まれる利用もあります。国や大学、研究機関、民間企業が連携して、先端的な利用技術の研究開発や、そのための装置の開発が進められています。

(1) 放射線の利用分野の概要

放射線は、私たちの身近なところから広く社会の様々な分野で有効に利用されています(図 7-8)。我が国における 2015 年度の放射線利用(工業分野、医療・医学分野、農業分野)の経済規模は約 4 兆 3,700 億円と評価されており、医療・医学分野を中心に増加傾向にあります(図 7-7)。この経済規模は、放射線を利用したサービスの価格や放射線照射の割合を考慮した製品の市場価格等から推計したもので、放射線が国民の生活にどの程度貢献しているかを示す指標の一つと捉えることができます。

国際原子力機関(IAEA)の報告書「Nuclear Technology Review 2020」においても、放射線の利用例が紹介されています。工業分野ではプラスチック材料の放射線による改質、農業分野ではペスト対策のための不妊虫放飼法、食品流通の追跡可能システム等が挙げられています。医療分野では、RI トレーサーによる体内の栄養摂取解析、放射線による診断、生物学的線量評価法(バイオドシメトリー)等が挙げられています。また、環境保全分野では、温室効果ガスのモニタリングが取り上げられています。

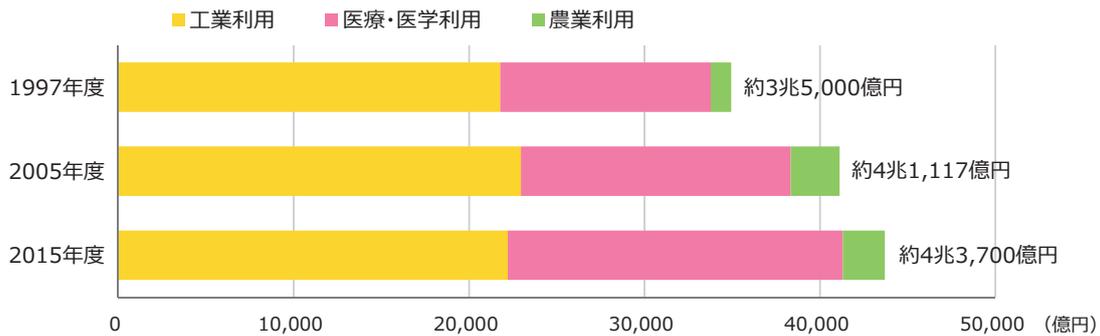


図 7-7 我が国における放射線利用の経済規模の推移

(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)等に基づき作成

【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
- RIイメージングによる追跡解析



大強度陽子加速器施設 J-PARC
RIイメージングによる追跡実験 (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
- シンチグラフィ (SPECT)



CT画像

<放射線による治療>

- X線治療
- ガンマナイフ
- 粒子線治療
- ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)
- 核医学治療 (RI内用療法)



PET-CT装置

【工業】

- 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)
- 精密計測
- 非破壊検査
- 滅菌・殺菌等 (医療器具等)

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。



半導体

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
- 食品照射
- 害虫防除

耐病性イネの作出

放射線照射による突然変異を利用して新品種を開発

**ジャガイモ芽止め**

放射線照射によってジャガイモ発芽を防止



(未照射) (照射済み)

ウリムバエの根絶

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

**【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

【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、目的等进行分析・解析)
- 隠匿された核物質の検出

図 7-8 様々な分野における放射線利用の具体例

(出典) 第 25 回原子力委員会資料第 1-3 号 原子力委員会「原子力利用に関する基本的考え方 参考資料」(2017 年)に基づき作成

(2) 工業分野での利用

① 材料加工

放射線の照射により、強度、耐熱性、耐摩耗性等の機能性向上のための材料改質が行われています。例えば、自動車用タイヤの製造では、ゴムに電子線を照射することにより、強度を増しつつ精度よく成形した高品質なラジアルタイヤが製造されています。特に利用規模が大きい半導体加工においても、電子線や中性子線等を照射することにより、特性の向上が行われています。また、宝石に γ 線等を照射し色合いを変える改質処理も実施されています。

② 測定・検査

部材や製品の厚さ、密度、水分含有量等の精密な測定や非破壊検査等において、放射線が利用されています。例えば、老朽化した社会インフラの保全において、コンクリート構造物の内部損傷や劣化状態を調べるため、放射線を用いた非破壊検査が行われています。製造工程管理、プラントの設備診断、エンジンの摩耗検査、航空機等の溶接部検査等にも広く利用されています。このような測定や検査に用いられる RI 装置機器は、2019年3月時点で、厚さ計が2,357台、レベル計が1,235台、非破壊検査装置が971台設置されています。

③ 滅菌

製品や材料に γ 線や電子線を照射することにより、残留物や副生成物を残すことなく、確実に滅菌を行うことができます。そのため、注射針等の医療機器、化粧品の原料や容器、マスク等の衛生用品等の滅菌に広く利用されています。

コラム

～小型加速器による社会インフラの「レントゲン検査」～

我が国では、社会インフラの老朽化が重要な社会課題となっています。「道路法」（昭和27年法律第180号）により、トンネルや橋等の点検を5年に一度実施することが義務付けられており、国土交通省が定める定期点検要領においては、外観から把握できる範囲の情報では不足する場合に非破壊検査等を実施することが推奨されています。

トンネルや橋等の巨大な構造物は、非破壊検査のために加速器施設に運搬することが困難です。そのため、持ち運び可能な小型の高出力 X 線加速器を用いた「レントゲン検査」により、内部のコンクリートの劣化や鉄筋の腐食等を現地で「診断」する技術の研究開発が進められています。一方で、法令の規制により、高出力の X 線発生装置を非破壊検査のために屋外で利用できる対象は、橋梁又は橋脚に限られています。今後、様々な社会インフラの保全活動に活用範囲を広げていくためには、装置の技術開発と規制の見直しを両輪として一体的に進めていくことも重要です。



橋梁の X 線検査画像例

(出典) 第34回原子力委員会資料第1号 東京大学上坂充「加速器小型化の最前線について」(2018年)に基づき作成

(3) 農業分野での利用

① 品種改良

植物に γ 線等を照射することにより多様な突然変異体を作り出し、その中から有用な性質を持つものを選抜することにより、効率的に品種改良を行うことができます(図 7-9)。これまでに、大粒でデンプン質が多く日本酒醸造に適した米、黒斑病に強いナシ、斑点落葉病に強いリンゴ、花の色や形が多彩なキクやバラ、冬でも枯れにくい芝等、多数の新品種が作り出されてきました。新品種は、農薬使用量の削減により環境保全や農業関係者の負担軽減につながるとともに、消費者の多様なニーズに合った商品開発にも貢献しています。国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構では、多様な突然変異体を利用して有用遺伝子の探索や機能解析を進めるとともに、放射線育種場において、外部からの依頼による花きや農作物等への照射も行っています。

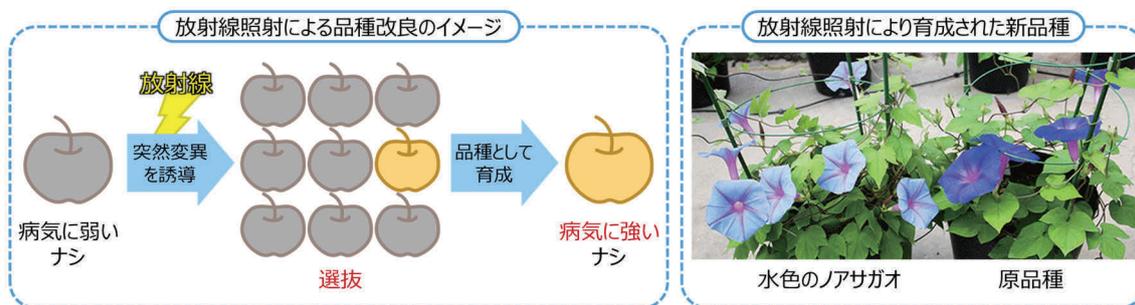


図 7-9 放射線照射による品種改良のイメージ

(出典)バイオステーション「さまざまな品種改良の方法」及び国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構「放射線育種場」に基づき作成

② 食品照射

食品や農畜産物に γ 線や電子線等を照射することにより、発芽防止、殺菌、殺虫等の効果が得られ、食品の保存期間を延長することが可能です。我が国では、ばれいしょ（じゃがいも）の発芽防止のための照射が実用化されています。

③ 害虫防除

害虫駆除の例として、不妊虫放飼法があります。これは、 γ 線照射によって不妊化した害虫を大量に野外に放つことにより、交尾しても子孫が生まれない確率を上げ、数世代かけて害虫の数を減少させ最終的に根絶させるという方法です。放飼法を実施している地域と実施していない地域との間で対象となる害虫の行き来がないこと等、成功させるための条件もありますが、大量の殺虫剤散布による駆除で懸念される人や環境への影響がないという優れた特徴を持ちます。我が国では、沖縄県と奄美群島において、キュウリやゴーヤ等のウリ類に寄生するウリミバエの根絶が行われました。

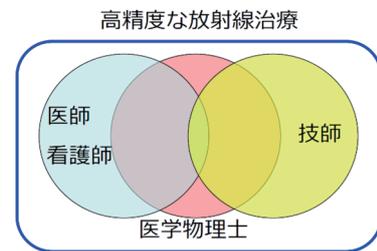
(4) 医療分野での利用

医療分野では、診断と治療の両方に放射線が活用されています。診断では、レントゲン検査、X線CT⁸検査、PET⁹検査や骨シンチグラフィ等の核医学検査（RI検査）等が広く実施されています。治療では、高エネルギーX線・電子線治療、陽子線治療、重粒子線治療、ホウ素中性子捕捉療法、小線源治療、核医学治療（RI内用療法）等、腫瘍の効果的な治療に利用されており、今後の更なる進展が期待される領域の一つです。また、特に放射線治療分野では、医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士¹⁰等がそれぞれの専門性を生かして密接に連携することが求められます。

コラム ～高度な放射線治療を支える医学物理士～

放射線治療は、人体の機能温存性が高く治療後のQOL（生活の質）を維持できるがん治療法の一つです。高精度な放射線治療を行うためには、装置や技術の向上だけでなく、それらを医療として展開するための対応も必要となります。医療現場における医学物理士は、医師と診療放射線技師との密な連携を取りながら、高度な技術を医療へ提供するために、患者ごとの治療計画の実施や投与線量の精度管理、治療装置の維持管理や性能向上等に貢献しています。

医学物理士には、臨床現場での問題点を的確に見つけ出す洞察力、臨床における物理・技術的問題に対する解決力、不確かさに対する臨床実施への判断力、新たな治療法や装置に対する十分な理解力といった臨床現場での治療・診断業務上の能力だけでなく、装置の性能向上や新治療技術・評価法等の研究開発を行う能力、若手に対して医学物理学の教育を行う能力も求められ、これらを備えた人材を十分に確保することが必要です。そのため、文部科学省の「多様な新ニーズに対応する『がん専門医療人材（がんプロフェッショナル）』養成プラン」では、医学物理士を含む医療人材を育成するための教育プログラムの構築が進められています。また、一般財団法人医学物理士認定機構により、大学院における「医学物理教育コース」の認定も行われています。2021年3月末時点で、我が国では約1,300名の医学物理士が認定されていますが、その多くは医療機関において診療放射線技師の業務等と兼務している状態です。医学物理士の不足を解消し、高品質な放射線治療を患者に提供できる体制を強化していくためには、放射線物理学や理学・工学の専門知識を必要とする医療分野の専門職である医学物理士の認知度を高め、医学系・放射線技術学系に加えて理工学系から医学物理士へのキャリアパスを確立していくことも重要です。



(出典)第9回原子力委員会資料第1号
大阪大学 西尾禎治「医学物理士の役割・人材育成・今後」(2021年)

⁸ Computed Tomography（コンピュータ断層撮影）

⁹ Positron Emission Tomography（陽電子放出断層撮影）

¹⁰ 放射線医学における物理的及び技術的課題の解決に先導的役割を担う者。一般財団法人医学物理士認定機構による認定資格。

① 放射性同位元素 (RI) による核医学検査・核医学治療

核医学検査 (RI 検査) とは、対象となる臓器や組織に集まりやすい性質を持つ化合物に γ 線を放出する RI を組み合わせた医薬品を、経口や静脈注射により投与し、RI 医薬品が放出する γ 線をガンマカメラや PET カメラを用いて体外から検出し、画像化する検査方法です。 γ 線の分布や集積量等の情報から、病巣部の位置、大きさ、臓器の変化状態等を精度よく知り、様々な病態や機能を診断することができます。核医学検査では、内部被ばく量を極力抑えるために、表 7-2 に示すような半減期の短い RI が選択されます。

核医学治療 (RI 内用療法、標的アイソトープ治療) とは、対象となる腫瘍組織に集まりやすい性質を持つ化合物に α 線や β 線を放出する RI を組み合わせた医薬品を、経口や静脈注射により投与し、体内で放射線を直接照射して腫瘍を治療する方法です。核医学治療では、周囲の正常な細胞に影響を与えないようにするために、放出される粒子の飛ぶ距離が短い RI が選択されます。表 7-2 に示す治療用の RI を用いた医薬品は保険適用¹¹されており、その実績は増加傾向にあります (図 7-10)。しかし、全国的に放射線治療病室が不足しているなど体制面に課題があることから、「第 3 期がん対策推進基本計画」(2018 年 3 月閣議決定) では、国が関係団体等と連携し、必要な施設数や人材等を考慮した上で、核医学治療を推進するための体制整備について総合的に検討を進めるとしています。

表 7-2 検査や治療に使用される主な RI

利用目的	RI の種類	半減期	主な製造装置
PET 検査	フッ素 18 (F-18)	約 1.8 時間	加速器
SPECT 検査	テクネチウム 99m (Tc-99m)	約 6 時間	原子炉、加速器
	ヨウ素 123 (I-123)	約 13.2 時間	加速器
β 線治療	ヨウ素 131 (I-131)	約 8 日	原子炉
	イットリウム 90 (Y-90)	約 2.7 日	原子炉
α 線治療	ラジウム 223 (Ra-223)	約 11.4 日	原子炉

(出典) 内閣府作成

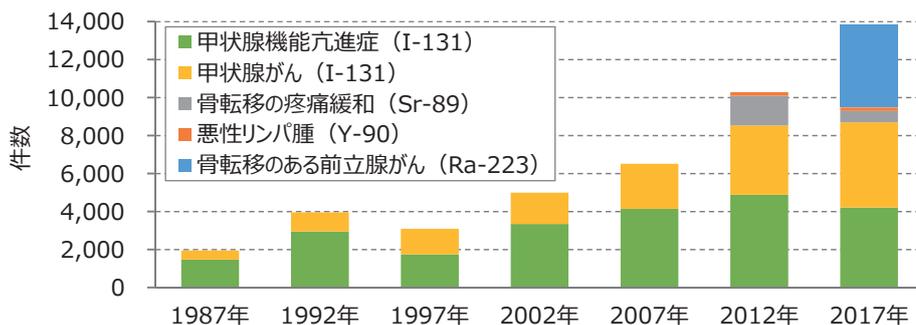


図 7-10 非密封 RI を用いた核医学治療件数 (年間) の推移

(出典) 第 12 回原子力委員会 公益社団法人日本アイソトープ協会「核医学診療の現状と課題」(2021 年)、公益社団法人日本アイソトープ協会「第 8 回全国核医学診療実態調査報告書」(2018 年)に基づき作成

¹¹ I-131、Y-90、Ra-223 を用いた医薬品は、医療機関等で保険診療に用いられる医療用医薬品として、薬価基準に収載されている品目リスト (2020 年 12 月 11 日適用) に掲載。なお、ストロンチウム 89 (Sr-89) を用いた医薬品「メタストロン注」については、2007 年に薬価基準に収載されたものの、製造販売終了に伴い 2020 年 3 月 31 日以降は除外。

コラム

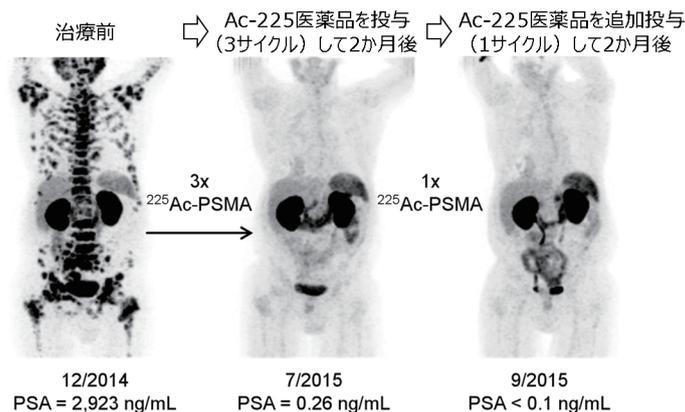
～ α 線放出 RI を用いた医薬品によるがん治療の進展～

ドイツのハイデルベルク大学の研究チームが 2016 年に、 α 線放出 RI であるアクチニウム 225 (Ac-225) を用いた医薬品の投与により、患者の全身に転移した前立腺がんが寛解したという成果を発表し、大きな注目を集めました。 α 線には、エネルギーが高く DNA 二重鎖を切断できるため細胞殺傷効果が高く、その一方で、飛ぶ距離が短いため周囲の正常な細胞への影響が少ない、という特徴があります。そのため、Ac-225 やアスタチン 211 (At-211) のような α 線放出 RI を用いたがん治療への期待が高まっており、我が国でも臨床研究等が進められています。

これらの α 線医薬品による核医学治療を本格的に実現するためには、医療現場への安定供給が可能な体制整備も重要な課題です。我が国では、Ac-225 の供給の多くを海外からの輸入に依存しており、加速器を用いた国内製造の実現に向けて、研究機関や企業等による製造技術の研究開発等が行われています。At-211 については、量研（高崎量子応用研究所、放射線医学総合研究所¹²）、国立研究開発法人理化学研究所（以下「理化学研究所」という。）、大阪大学、福島県立医科大学が供給を開始していますが、将来的に医薬品として実用化された場合には更に大量の需要が見込まれます。

また、RI を用いた医薬品の利用に伴い発生する廃棄物への対応も必須です。公益社団法人日本アイソトープ協会の滝沢研究所では、全国の医療機関から発生する医療用 RI 廃棄物を受け入れ、性状に応じて焼却や圧縮等の処理を行っています。しかし、2021 年 3 月末時点では、 α 線放出 RI 由来の廃棄物の搬入については地元の合意が得られていません。

今後、高い治療効果が期待される α 線放出 RI を用いた医薬品の恩恵を我が国が享受するためには、医薬品等の研究開発の推進とともに、供給体制や廃棄物処理といった利用環境の整備に向けた取組も進めていくことが重要です。



2016年にハイデルベルク大学のチームが発表した、Ac-225による前立腺がん治療効果

(注)PSMA:前立腺がん細胞に特異的に集まる性質を持つ化合物、PSA:前立腺がんになると血中濃度が上がる腫瘍マーカー (出典) Kratochwil C, et al. 「²²⁵Ac-PSMA-617 for PSMA-Targeted α -Radiation Therapy of Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer」(2016年)に基づき作成

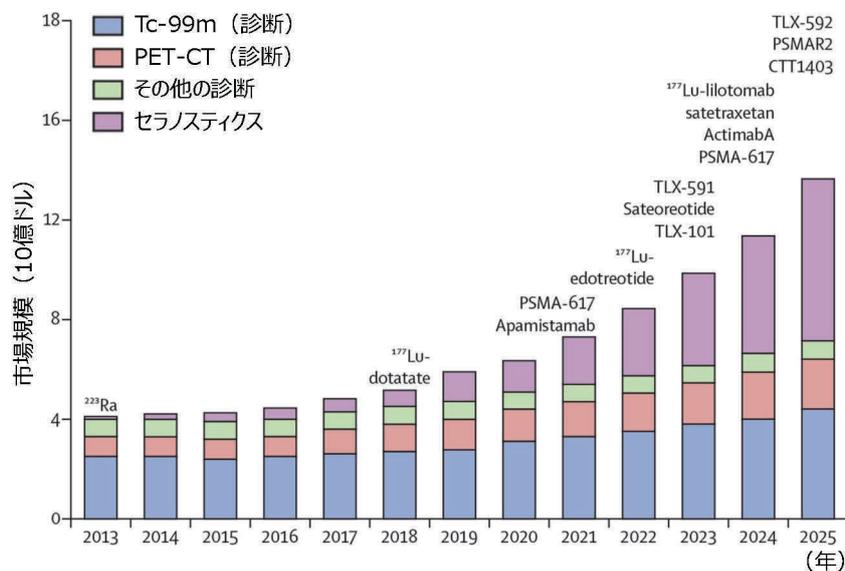
¹² 量研の組織改編により、2021年4月からは量子医科学研究所。

コラム ～RI を用いた治療と診断の組合せ：「セラノスティクス」への期待～

腫瘍の治療では、様々な検査・診断を行った上で治療法を決定することが一般的です。しかし、近年、RI 医薬品を用いて治療（Therapeutics）と診断（Diagnostics）を合わせて行う「セラノスティクス」（Theranostics）が注目され始めています。

セラノスティクスでは、対象となる腫瘍組織に特異的に集まる性質を持つ化合物に診断用の RI と治療用の RI をそれぞれ組み合わせ、体内で同じ仕組みで同じ場所に運ばれる RI 診断薬と RI 治療薬としてセットで用います。まず RI 診断薬で腫瘍を画像化し、腫瘍が確認された場合には続けて RI 治療薬を投与することにより、確認された腫瘍を効率的かつ効果的に治療することが可能になります。また、RI 治療薬による治療効果を RI 診断薬で随時把握することもできます。このようなセラノスティクスの手法は、診断から治療までの一連の医療行為の効率を上げるだけでなく、初期段階の小さな腫瘍を捉えて早期に治療を開始し、患者の身体への負担を軽減できることも特徴として挙げられます。

国内外の研究機関や企業等では、セラノスティクスの診断精度や治療効果を向上させるため、狙った腫瘍に高い精度で RI を運ぶことができる化合物の探索、化合物と RI とを効果的に結合する方法の探索、Ac-225 等の α 線放出 RI の利用等の研究開発が活発に進められています。今後、セラノスティクス医薬品の市場規模が飛躍的に拡大するという予測も発表されており、取組の加速が期待されています。



セラノスティクス医薬品の市場予測

(出典) Paul-Emmanuel Goethals and Richard Zimmermann「Nuclear Medicine MEDrainsintell Report & Directory」(2019)、Ken Herrmann K, et al.「Radiotheranostics: a roadmap for future development」(2020年)に基づき作成

② 中性子線ビームを利用したホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)

ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT¹³) は、中性子線を利用して腫瘍を治療する方法です (図 7-11)。BNCTではまず、中性子と核反応 (捕獲) しやすいホウ素を含み悪性腫瘍に集まる性質を持つ医薬品を、点滴により投与します。その後、患部にエネルギーの低い中性子線を照射すると、中性子は医薬品の集積していない正常な細胞を透過しますが、医薬品の集積した悪性腫瘍の細胞では医薬品中のホウ素により中性子が捕獲されます。中性子を捕獲したホウ素はリチウム 7 と α 線を放出し、これらが悪性腫瘍の細胞を攻撃します。リチウム 7 と α 線が放出される際に飛ぶ距離はごく短く、一般的な細胞の直径を超えないため、悪性腫瘍の細胞のみを選択的に破壊することができます。

以前は中性子源を原子炉に依存していたため普及に制限がありましたが、病院内に設置できる加速器を用いた小型 BNCT システムの開発が進められ、医療機器として実用化されています (図 7-12)。臨床試験も数多く実施されており、2020 年 6 月には、一部の腫瘍¹⁴を対象として保険適用が開始されました。

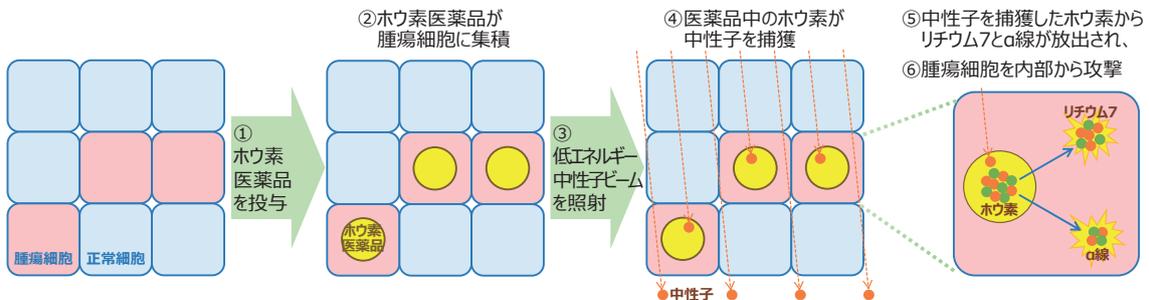


図 7-11 BNCT のイメージ

(出典)内閣府作成



図 7-12 BNCT 治療システム (南東北 BNCT 研究センターの例)

(出典)総合南東北病院 広報誌 SOUTHERN CROSS Vol.87「究極のがん治療 ホウ素中性子補足療法(BNCT)」

¹³ Boron Neutron Capture Therapy

¹⁴ 切除不能な局所進行又は局所再発の頭頸部がん。

③ 粒子線治療（陽子線治療、重粒子線治療）

粒子線の照射による腫瘍の治療として、水素原子核を加速した陽子線を利用する陽子線治療と、ヘリウムよりも重い原子核（一般に治療に利用されているのは炭素原子核）を加速した重粒子線を利用する重粒子線治療が行われています。照射された粒子線は、体内組織にあまりエネルギーを与えず高速で駆け抜け、ある深さで急に速度を落とし、停止する直前に周囲へ与えるエネルギーがピークになる性質があります。そのため、ピークになる深さをコントロールすることにより、がん細胞を集中的に攻撃することができます。また、重粒子線には生物効果（殺細胞効果）や直進性が高いという優れた特性がありますが、治療装置が大型であるため、量研では「量子メス¹⁵」と呼ばれる小型治療装置の研究開発を進めています。

陽子線治療、重粒子線治療ともに、一部¹⁶は保険適用されており、それ以外は先進医療として実施されています。粒子線治療を実施している医療機関は、図 7-13 のとおりです。

なお、粒子線治療に関する国際協力も進められています。2020年9月には、内閣府と量研の共催により第64回IAEA総会バーチャルサイドイベント「放射線がん治療の加速的な進歩」がオンラインで開催され、重粒子線や陽子線を利用した先端がん治療技術の研究や関連機器の開発について、国際協力の促進を目的として取組状況の共有が行われました。

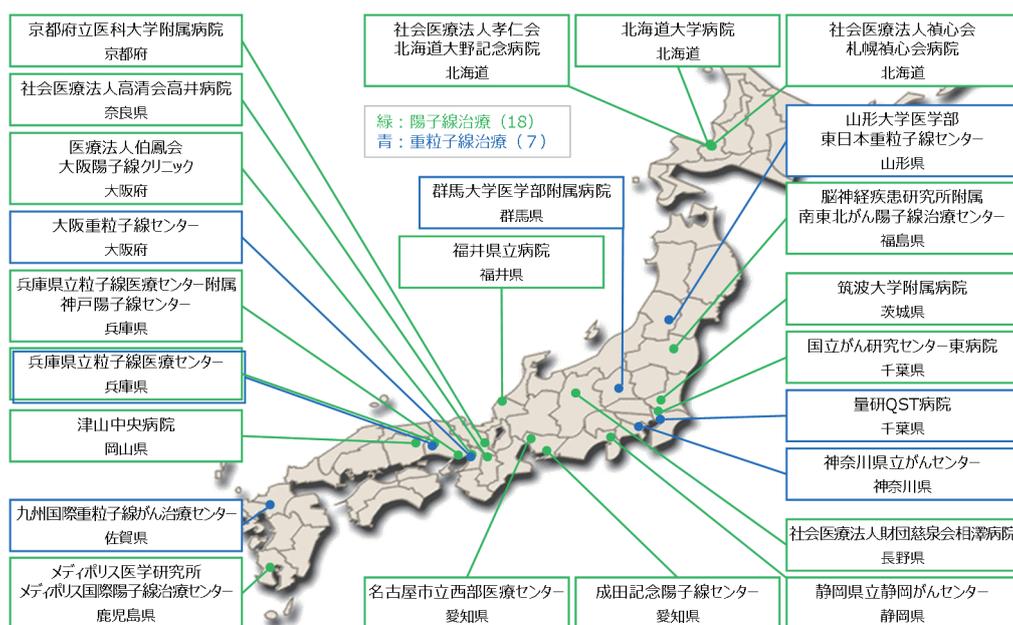


図 7-13 我が国において粒子線治療を実施している医療機関（2021年3月末時点）

（出典）厚生労働省「先進医療を実施している医療機関の一覧」等に基づき作成

¹⁵ <https://www.qst.go.jp/site/qst-kakushin/39695.html>

¹⁶ 2020年4月1日時点における保険適用の範囲は以下のとおり。

重粒子線治療：手術による根治的な治療法が困難である限局性の骨軟部腫瘍、頭頸部悪性腫瘍（口腔・咽喉頭の扁平上皮癌を除く。）又は限局性及び局所進行性前立腺癌（転移を有するものを除く。）に対して根治的な治療法として行った場合。

陽子線治療：小児腫瘍（限局性の固形悪性腫瘍に限る。）、手術による根治的な治療法が困難である限局性の骨軟部腫瘍、頭頸部悪性腫瘍（口腔・咽喉頭の扁平上皮癌を除く。）又は限局性及び局所進行性前立腺癌（転移を有するものを除く。）に対して根治的な治療法として行った場合。

① 中性子線ビームの利用

大強度パルス中性子源¹⁷を使ったビーム利用実験が可能な代表的な施設に、大強度陽子加速器施設 J-PARC¹⁸の物質・生命科学実験施設 (MLF¹⁹) があります。

MLF には、中性子線を利用する装置だけでなく、ミュオンを取り出して利用する装置があります。ミュオンは電子と同じ仲間の素粒子で、電磁的な相互作用をします。ミュオンの特性の一つであるスピン回転が磁気非常に敏感であることを利用した方法²⁰は、物質の磁気的な性質や物質中に存在する微量の水素原子の存在状態の探索等の物質研究において非常に有効なツールとなっています (図 7-15)。

MLF を利用した研究の一例として、中性子やミュオンの特長を生かしたりチウムイオン電池の研究開発があります。電池の大容量化、劣化、安全性に関する研究開発は、電気自動車や再生可能エネルギーの普及のために重要な役割を果たします。電気自動車の普及が進むことにより、移動に用いられている化石燃料の削減をもたらし、地球温暖化対策にも貢献することが期待されます。

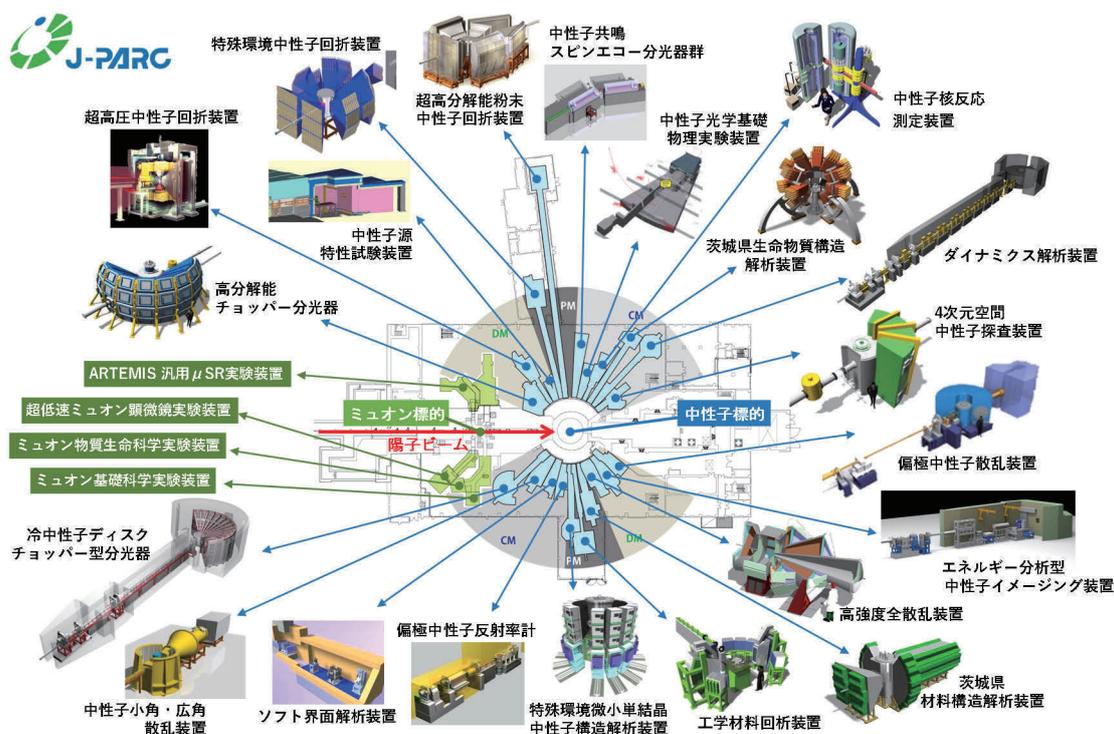


図 7-15 J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) の実験装置配置概要

(出典)J-PARC センター提供資料

¹⁷ 100 万分の 1 秒等の短い時間 (パルス) に極めて大きなエネルギーを持った (大強度) 中性子を繰り返し発生させる装置。

¹⁸ Japan Proton Accelerator Research Complex

¹⁹ Materials and Life Science Experimental Facility

²⁰ ミュオンズピン回転・緩和・共鳴法 (μ SR)。

② 放射光の利用

大型放射光源を使ったビーム利用実験が可能な代表的な施設に、大型放射光施設 SPring-8²¹があります。SPring-8 は、微細な物質の構造や状態の解析が可能な世界最高性能の放射光施設であり、生命科学、環境・エネルギーから新材料開発まで広範な分野において、先端的・革新的な研究開発に貢献しています。SPring-8 の研究成果として、比較的波長の長い X 線（軟 X 線）ナノビームを用いた磁石の結晶構造解析があります。資源が中国等に偏在する貴重な希土類元素を用いない高性能永久磁石の開発に向けて、成果を上げています。また、極めて短い時間間隔での分析が可能な X 線吸収微細構造（XAFS²²）測定により、粘土鉱物のセシウム取り込み過程を追跡する福島環境回復研究も行われています。燃料デブリの形成過程を詳細に解明するためにも放射光が用いられており、東電福島第一原発の安全な廃炉作業を支援しています。なお、理化学研究所では、現行の SPring-8 の 100 倍以上の輝度を実現する SPring-8-II の概念設計書を策定し、ウェブサイトにて公開しています。

また、X 線自由電子レーザー²³（XFEL²⁴）施設 SACLA²⁵は、非常に高速のパルス光を利用できるため、X 線による試料損傷の影響の低減が期待できるとともに、物質を原子レベルの大きさで、かつ非常に速く変化する様子をコマ送りのように観察することが可能です。SACLA の研究成果として、光合成による水分解反応を触媒する光化学系 II 複合体（PSII²⁶）の構造解明研究があります。この研究成果は人工光合成開発への糸口となるもので、エネルギー、環境、食糧問題解決への貢献が期待されます。

さらに、次世代放射光施設（軟 X 線向け高輝度 3GeV 級放射光源）の整備に向け、官民地域パートナーシップにより、2023 年度の運転開始を目指して建屋工事や機器の製作、線量評価が行われています（図 7-16）。同施設は、物質の構造解析に加え、機能に影響を与える電子状態等の詳細な解析が可能であるという特徴を持ちます。創薬、新たな高活性触媒、磁石やスピントロニクス素子等の研究開発への利用が期待されています。



図 7-16 次世代放射光施設の完成イメージ

（出典）一般財団法人光科学イノベーションセンター提供資料

²¹ Super Photon ring-8 GeV

²² X-ray Absorption Fine Structure

²³ X 線でのレーザーを作る方式の一つ。従来の物質中での発光現象を使う方式ではなく、電子を高エネルギー加速器の中で制御して運動させ、それから出る光を利用する方式で、原子からはぎ取られた自由な電子を用いて X 線レーザーを作ることが X 線自由電子レーザーと呼ばれる由来。

²⁴ X-ray Free Electron Laser

²⁵ SPring-8 Angstrom Compact free electron LASer

²⁶ Photosystem II

③ RI ビームの利用

RI ビームを使ったビーム利用実験が可能な代表的な施設に、理化学研究所の RI ビームファクトリーがあります。RI ビームファクトリーは、水素からウランまでの全元素の RI を、世界最大の強度でビームとして発生させる加速器施設です。宇宙における元素の起源や生成、素粒子の振る舞いの解明等の学術的、基礎的な研究から、植物の遺伝子解析による品種改良技術への適用、RI 製造技術の高度化研究等の応用・開発研究まで、幅広い領域での活用が進められています。

RI ビームファクトリーを利用した大きな研究成果として、新元素「ニホニウム」の発見があります(図 7-17 右上)。これは、RI ビームファクトリーで合成に成功した原子番号 113 の元素であり、理化学研究所を中心とする研究グループが新元素の命名権を獲得したものです。

さらに、2019 年 11 月には、RI ビームファクトリーを用いた国際共同研究により、フッ素(陽子数 9)とネオン(陽子数 10)について、中性子数が最も多い RI の存在限界がそれぞれフッ素 31(中性子数 22、質量数 31)とネオン 34(中性子数 24、質量数 34)であることを初めて同定しました(図 7-17 左下)。これにより、各元素が RI として存在できる中性子数の範囲を示す「原子核の地図」の境界線が、20 年ぶりに更新されました。

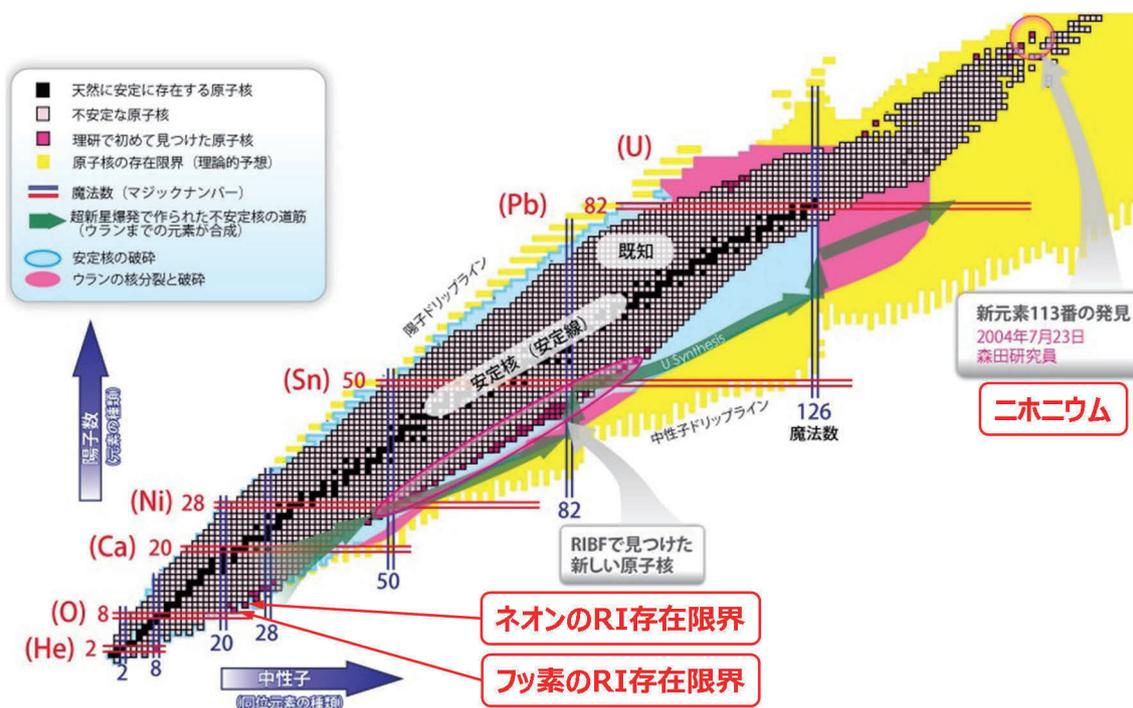


図 7-17 理化学研究所で発見された原子核等を記した「原子核の地図」

(注) 1 マスが 1 種類の原子核に対応し、その原子核を構成する陽子の数が縦軸、中性子の数が横軸に表される。
(出典) 理化学研究所 仁科加速器科学研究センター「図・イラスト」に基づき作成

7-3 放射線利用環境の整備

様々な分野で利用され、私たちの生活や社会に便益をもたらす放射線ですが、取扱いを誤れば、環境を汚染したり人体に悪影響を与えたりする可能性があります。放射線・RIを安全かつ適切に利用するために、廃棄物の処理・処分を含め、様々な規則が定められています。これらの規則は、国際的に合意された放射線防護体系の考え方を取り入れており、科学的知見に基づき策定される国際基準等に照らし、必要な改正が行われます。

また、放射線防護や線量評価等を実施する際に根拠となるデータを得るための調査・研究や、原子力災害に備えた専門的な被ばく医療人材の育成も進められています。

(1) 放射線利用に関する規則

放射性同位元素等規制法は、RI や放射線発生装置の使用等を規制することにより、放射線障害を防止し、公共の安全を確保するとともに、セキュリティ対策の観点から、特に危険性の高い RI（特定 RI）の防護を図ることを目的としています。ほかにも、放射線利用は、放射線障害等から労働者を保護する「労働安全衛生法」（昭和 47 年法律第 57 号）、放射線や RI 等を診断や治療の目的で用いる際の基準等を定める医療法、医薬品等の安全性等の確保のために必要な規制を行う医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律等に基づいて、厳格な安全管理体制の下で進められています。

我が国の放射線利用に関する規則は、国際的に合意された放射線防護体系（図 7-18）の考え方を尊重し取り入れています。国際放射線防護委員会（ICRP）の声明を踏まえ、2020 年 3 月には放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則の一部を改正する規則が、同年 4 月には医療法施行規則の一部を改正する省令及び電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令等が公布され、水晶体の被ばく限度が引き下げられました。

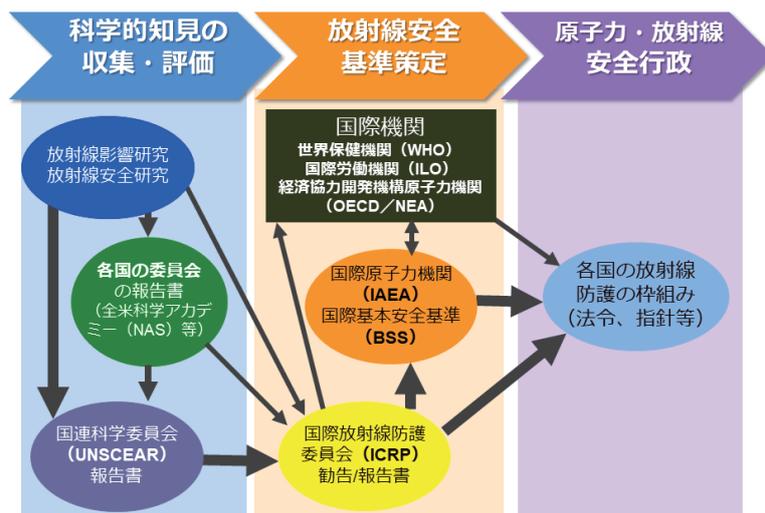


図 7-18 放射線防護体系

(出典) 環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和元年度版」(2020 年)

放射線利用を進める上では、それに伴い発生する放射性廃棄物を適切に取り扱うことも重要です。研究開発施設等から発生する RI 廃棄物の処理・処分については、放射性同位元素等規制法における廃棄に係る特例により、原子炉等規制法と放射性同位元素等規制法の間で処理・処分の合理化が図られました²⁷。また、医療機関等から発生する医療用 RI 廃棄物についても、処理・処分の合理化を図るための検討が進められています。

(2) 放射線防護に関する研究と原子力災害医療体制の整備

原子力規制委員会では、放射線源規制・放射線防護による安全確保のための根拠となる調査・研究を推進するため、「放射線安全規制研究戦略的推進事業」を実施しています。同事業では、原子力規制委員会が実施する規制活動におけるニーズ、国内外の動向や放射線審議会等の動向を踏まえ、年度ごとに重点テーマが設定されます。2020年度の公募では、「原子力・放射線緊急事態における被ばく評価手法に関する研究」、「原子力災害に対する防護措置のリスク・ベネフィット評価」及び「国際動向を踏まえた放射線安全規制の技術的課題に関する検討」という重点テーマが設定されました。

原子力機構は、外部被ばくや内部被ばくの線量評価に関する研究や関連する基礎データの整備等を進めており、核医学検査・治療に伴う患者の被ばく線量評価のための米国核医学会の線量計算用放射性核種データ集の改訂に貢献する等の成果も上げています。

量研では、原子力災害時の医療体制において中心的、先導的な役割を担う専門的な被ばく医療人材を育成する中核拠点として、高度被ばく医療支援センターの医師や看護師、技術者等の育成が行われています(図 7-19)。高度被ばく医療支援センターでは、全国の被ばく医療関係の病院や行政機関等の所属員を対象に、幅広い内容の研修を開催しています。

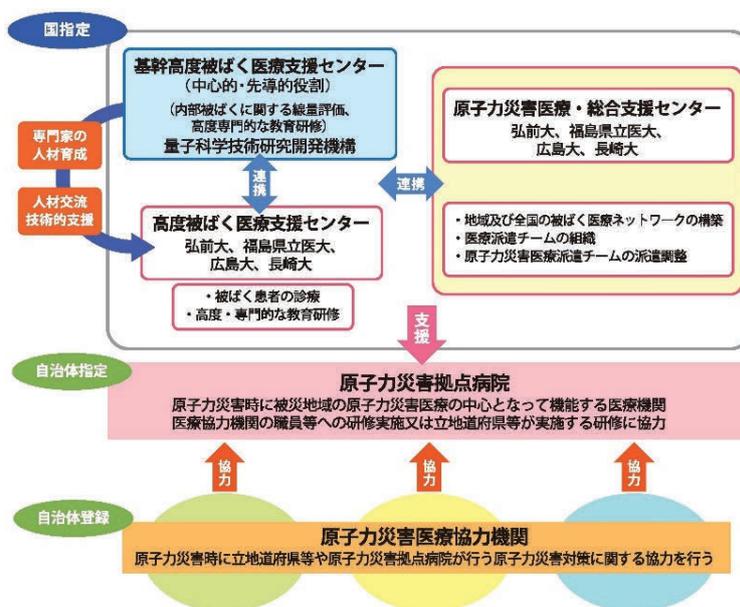


図 7-19 量研高度被ばく医療支援センターを中核とした原子力災害医療体制

(出典) 量研「基幹高度被ばく医療支援センターと原子力災害時における医療体制」

²⁷ 第 6 章 6-3(2)②4 「低レベル放射性廃棄物処分の規制」を参照。

第8章 原子力利用の基盤強化

8-1 研究開発に関する基本的考え方と関係機関の役割・連携

原子力エネルギーが安定的な電力供給や 2050 年カーボンニュートラル実現に貢献するためにも、事故炉の廃炉や放射性廃棄物の処理・処分等の困難な課題を解決していくためにも、研究開発を推進することは重要です。東電福島第一原発事故の反省・教訓、原子力を取り巻く環境の変化、国際動向等を踏まえ、政府や研究開発機関は研究開発計画を策定・推進するとともに、適切なマネジメント体制の構築に向けた取組を行っています。

また、科学的知見や知識の収集・体系化・共有により、知識基盤の構築を進めるため、原子力関係組織における分野横断的・組織横断的な連携・協働に向けた取組も進められています。

(1) 研究開発に関する基本的考え方

2016 年度から 2020 年度までを対象とする「第 5 期科学技術基本計画」(2016 年 1 月閣議決定)では、エネルギーの安定的な確保とエネルギー利用の効率化のため、安全性・核セキュリティ・廃炉技術の高度化等の原子力の利用に資する研究開発を推進し、さらに、将来に向けた重要な技術である核融合等の革新的技術、核燃料サイクル技術の確立に向けた研究開発にも取り組むとしてきました。同基本計画に基づき、文部科学省は 2017 年 2 月に「研究開発計画」を策定し(2017 年 8 月最終改訂)、文部科学省として重点的に推進すべき研究開発の取組及びその推進方策について取りまとめました。この中で、原子力科学技術は国家戦略上重要な科学技術として位置付けられており、研究開発目標として、安全性・核セキュリティ・廃炉技術の高度化等の原子力の利用に資する研究開発を推進し、将来に向けた革新的技術の確立に向けた研究開発に取り組むことが掲げられました。また、革新的なエネルギー技術の開発として、核融合エネルギーの実現に向けた研究開発に取り組むことが示されました。

また、2021 年 3 月に閣議決定された、2021 年度から 2025 年度までを対象とする「第 6 期科学技術・イノベーション基本計画」においては、カーボンニュートラルの実現に向けて、多様なエネルギー源の活用等のための研究開発・実証等を推進するため、エネルギー基本計画等を踏まえ、原子力、核融合等に関する必要な研究開発や実証、国際協力を進めるとしています。

第 5 次エネルギー基本計画では、過酷事故対策を含む軽水炉の一層の安全性・信頼性・効率性向上に資する技術の開発、水素製造を含めた多様な産業利用が見込まれ、固有の安全性を有する高温ガス炉等の安全性の高度化に貢献する技術開発、原子力利用の安全性・信頼性・効率性を抜本的に高める新技術等の開発を進めるとともに、このような取組を支えるため、人材育成や研究開発等に必要な試験研究炉の整備を含め、産学官の垣根を越えた人材・

技術・産業基盤の強化を進めるとしています。また、核融合エネルギーの実現に向けた取組を長期的視野に立って着実に推進することや、放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、安定した放射性廃棄物の最終処分に必要となる技術開発等を進めることも示されています。

原子力利用に関する基本的考え方では、知識基盤や技術基盤、人材といった基盤的な力は原子力利用を支えるものであり、その強化を図るとともに、原子力関連機関の自らの役割に応じた人材育成や基礎研究を推進することを、原子力利用のための基盤強化に関する基本目標として位置付けています。

「技術開発・研究開発に対する考え方」（2018年6月原子力委員会決定）では、原子力エネルギーは、地球温暖化防止に貢献しつつ、安価で安定に電気を供給できる電源として役割を果たすことが期待できるとした上で、軽水炉の再稼働を進め、長期に安定、安全に利用できるように努力すること、多様な選択肢と戦略的な柔軟性を維持しつつ、技術開発・研究開発の実施に際しては実用化される市場や投資環境を考慮することが重要であるとしています。このような考え方を踏まえ、政府、国立研究開発機関及び産業界の各ステークホルダーの果たすべき役割を示しています（表 8-1）。

表 8-1 技術開発・研究開発に対する考え方において示された関係機関の役割

政府の役割	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り、新たな「補助スキーム」の構築が必要である。このスキームは、新たな炉型の研究開発との位置付けではなく、民間が技術開発・研究開発を経て原子力発電方式を決定・選択するための支援をするものと位置付ける必要がある。予算補助の在り方も技術の成熟度や利用目的等に応じて補助の割合を考えるべきである。
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。知識基盤を企業等関係者ともしっかりと共有することによって、ニーズに対応した研究開発が可能になり、効率化がもたらされるだけでなく、イノベーションの基盤が構築でき、重層的な我が国の原子力の競争力強化につながると考えられる。
産業界のあるべき役割	産業界は、電力市場が自由化された中で国民の便益と負担を考え、安価な電力を安全かつ安定的に供給するという原点を考える必要がある。こうした視点から、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。

（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）に基づき作成

(2) 原子力機構の在り方

原子力機構は、2019年10月に将来ビジョン「JAEA 2050+」を公表し、原子力機構が将来にわたって社会に貢献し続けるために、2050年に向けて何を目指し、そのために何をすべきかを取りまとめました。2020年11月には「イノベーション創出戦略 改定版」を公表し、「JAEA 2050+」に示した「新原子力」の実現に向けて、イノベーションを持続的に創出する組織に変革するための10年後の在るべき姿と、それを達成するために強化すべき取組の方針を提示しています（図8-1）。

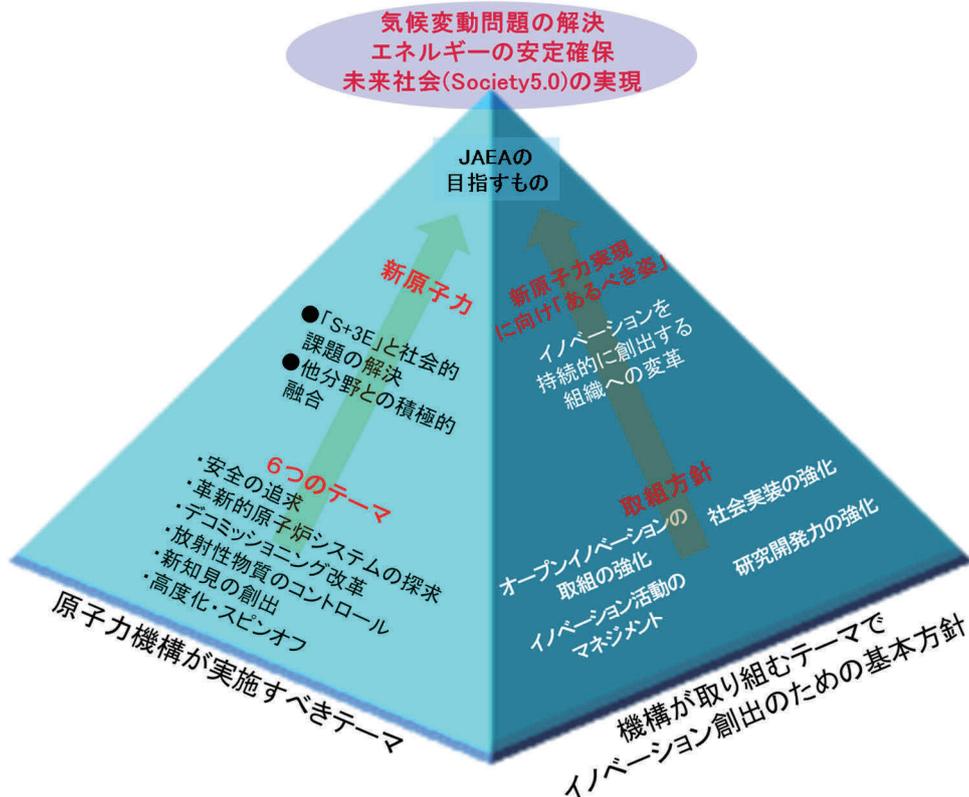


図 8-1 原子力機構が目指す「新原子力」の実現（左）とそのための在るべき姿（右）

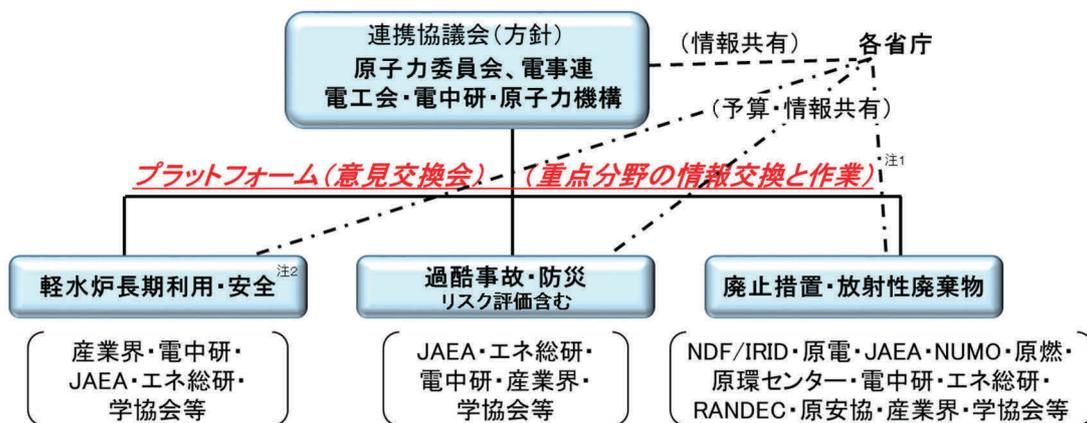
（出典）原子力機構「イノベーション創出戦略改定版の概要」（2020年）

文部科学省の原子力研究開発・基盤・人材作業部会では、原子力機構の中長期目標・計画が2022年度から改定されることを踏まえ、今後の原子力機構の在り方についての検討を行っています。検討事項案として、業界や大学と連携し、戦略性をもった機動的な研究開発を進めるためにどのような取組を行うべきか、我が国全体の原子力の研究開発・人材育成の基盤を支える観点からどのような役割を果たすべきか、という2つの観点が挙げられています。これらを念頭に、2021年2月に、原子力機構に期待する役割や成果、原子力機構において維持・高度化すべき施設・設備やその利活用の在り方等について、関係機関からのヒアリングが実施されました。

(3) 原子力関係組織の連携による知識基盤の構築

原子力利用の基盤強化において、新技術を市場に導入する事業者と、技術創出に必要な新たな知識や価値を生み出す研究開発機関や大学との連携や協働は重要です。しかし、我が国の原子力分野では分野横断的・組織横断的な連携が十分とはいえず、科学的知見や知識も組織ごとに存在している状況です。このような現状を踏まえ、原子力委員会は、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しました。「軽水炉長期利用・安全」、「過酷事故・防災¹⁾」、「廃止措置・放射性廃棄物²⁾」の3つのテーマで、産業界と研究機関等の原子力関係機関による連携プラットフォーム（図 8-2）が立ち上げられており、重要な研究開発テーマの抽出、技術向上、専門人材の育成等につながることを期待されます。

軽水炉長期利用・安全プラットフォームの下には、更に「燃料プラットフォーム」が設置されています。フェーズ1（2018年10月から2020年3月まで）では、軽水炉燃料に関する国内外の研究開発状況の調査・整理、研究開発課題の抽出と産業界の立場からの重要度評価が実施され、2020年5月にフェーズ1の報告書が取りまとめられました。2020年度から2022年度は、フェーズ2として、フェーズ1で抽出した研究開発課題についてのロードマップ検討等を進めています。



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運営力増進、④研究開発のかじ取り

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) プラットフォームは意見交換会として開始し、自立を求める。原子力委員会は情報収集・共有しつつ、経過を監視。

図 8-2 原子力関係組織の連携プログラム

（出典）第14回原子力委員会資料第2-1号 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

¹⁾ 第1章 1-3(3) 「過酷事故プラットフォーム」を参照。

²⁾ 第6章 6-3(4) 「廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム（仮称）」を参照。

8-2 研究開発・イノベーションの推進

第5次エネルギー基本計画や統合イノベーション戦略2020においては、原子力について、安全性・信頼性・効率性の一層の向上に加えて、再生可能エネルギーとの共存、水素製造や熱利用等の多様な社会的要請の高まりも見据えた原子力関連技術のイノベーションを促進するという観点の重要性が挙げられています。その上で、2050年に向けて、人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手し、安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていくとしています。

これらやグリーン成長戦略³に基づき、原子力関係機関による連携や国際協力により、基礎的・基盤的なものから実用化を見据えたものまで様々な研究開発・技術開発が推進されています。

(1) 基礎・基盤研究から実用化までの原子力イノベーション

原子力は実用段階にある脱炭素化の選択肢であり、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、国、研究開発機関、大学、企業等が連携し、基礎・基盤研究から実用化に至るまでの中長期的な視点に立って、軽水炉の安全性向上に向けた研究開発に加え、高速炉、小型モジュール炉(SMR)、高温ガス炉、核融合等に関する研究開発等を推進しています(図8-3)。また、人的・資金的資源を分担し、成果を共有する国際的な枠組みを進めることが合理的であるという認識の下、国際協力の枠組みを活用した研究開発も進めています。



図 8-3 安全性・経済性等の向上に向けた原子力イノベーションの推進

(出典) 第35回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料1 資源エネルギー庁「2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討」(2020年)

³ 第2章2-1(5)「地球温暖化対策と原子力」を参照。

原子力に関する基礎的・基盤的な研究開発は、主に原子力機構、量研、大学等で実施されています。原子力機構は、我が国における原子力に関する総合的研究開発機関として、核工学・炉工学研究、燃料・材料工学研究、環境・放射線工学研究、先端基礎研究、高度計算科学技術研究等、原子力の持続的な利用と発展に資する基礎的・基盤的研究等を担っています。量研は、量子科学技術についての基盤技術から重粒子線がん治療や疾病診断研究等の応用までを総合的に推進するとともに、これまで国立研究開発法人放射線医学総合研究所が担ってきた放射線影響・被ばく医療研究についても引き続き実施しています。

また、文部科学省と資源エネルギー庁は、開発に関与する主体が有機的に連携し、基礎研究から実用化に至るまで連続的にイノベーションを促進することを目指し、2019年4月にNEXIP (Nuclear Energy × Innovation Promotion) イニシアチブを立ち上げました。同イニシアチブでは、文部科学省の「原子力システム研究開発事業」と経済産業省の「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」及び「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」について、原子力機構の研究基盤等も活用しながら相互に連携することにより、原子力イノベーションの創出を目指しています(図8-4)。なお、「原子力システム研究開発事業」については、2020年度に事業の見直しが行われ、多様な社会的要請の高まりを見据えた原子力関連技術のイノベーション創出につながる新たな知見の獲得や課題解決を目指し、原子力技術を支える戦略的な基礎・基盤研究を推進することを目的として実施されています。

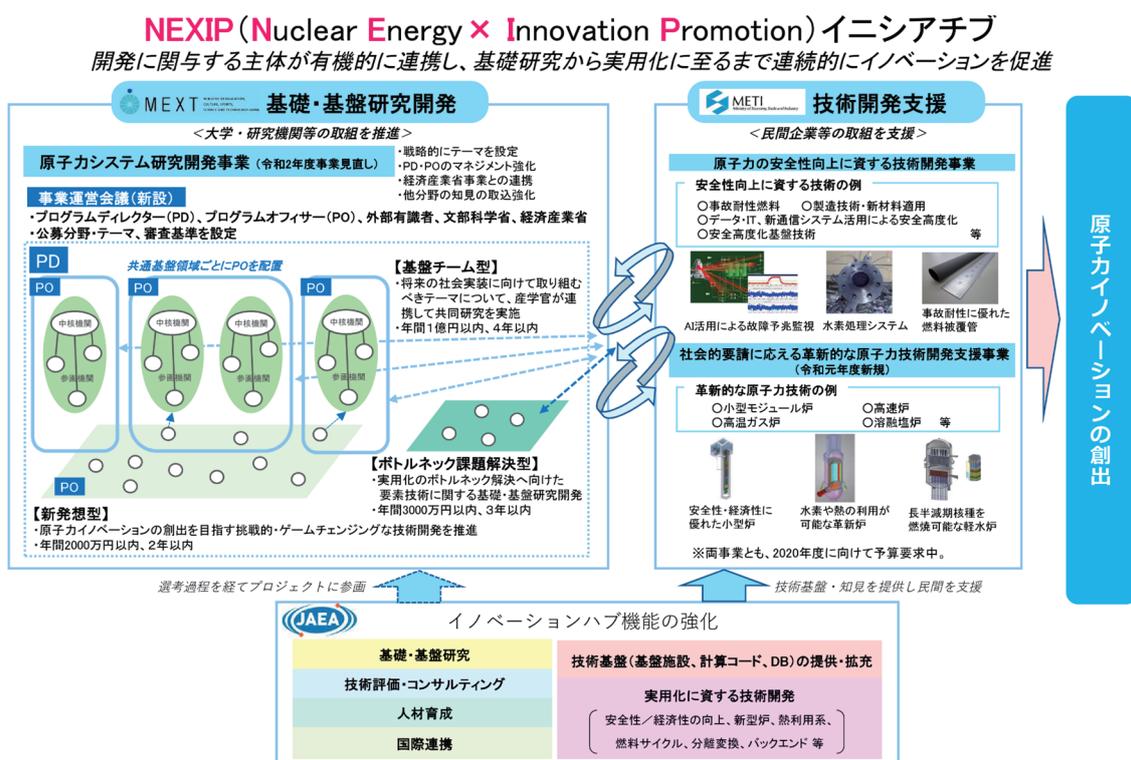


図 8-4 NEXIP イニシアチブにおける各事業の位置付け

(出典)第2回科学技術・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・人材作業部会資料1-1 文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた研究開発事業の見直しについて」(2019年)

(2) 軽水炉利用に関する研究開発

1950年代、1960年代には様々な炉型の数十基の試験炉が建設されました。これらのうち、水により中性子を減速・冷却する軽水炉は、最も多く建設され利用されてきた炉型です。2019年末時点では、世界で運転中の443基の原子炉のうち軽水炉は365基で、発電設備容量では約89%を占めています(図8-5)。今もなお、原子力発電の主流は軽水炉によるものであり、世界の多くの国で継続的に利用され、新規建設も行われています。

我が国では、再稼働している原子力発電所、再稼働を目指している原子力発電所、建設中の原子力発電所は、全て軽水炉です(第2章 図2-4)。地球温暖化対策に貢献しつつ安価で安定的に電気を供給できる電源として、これらの軽水炉を長期的に有効利用していくためには、安全性、信頼性、効率性の一層の向上が求められます。そのため、高経年化対策、稼働率向上、発電出力の増強、安全性向上⁴、過酷事故対策⁵、建設期間の短縮、建設性の向上、セキュリティ対策等の様々な課題に対応するための研究開発が、関係機関の連携により引き続き実施されています。

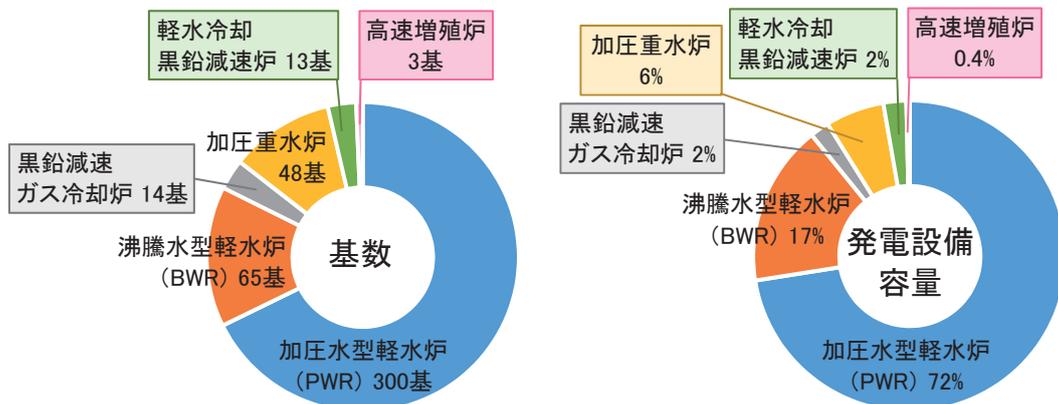


図 8-5 世界の原子力発電所における各炉型の割合 (2019 年末時点)

(出典)IAEA「Nuclear Power Reactors in the World 2020 Edition」(2020年)に基づき作成

(3) 高温ガス炉に関する研究開発

高温ガス炉は、冷却材として化学的に安定なヘリウムガスを利用しており、万が一冷却材がなくなるような事故が起きても自然に炉心が冷却されるという固有の安全性を有する原子炉です。また、900℃を超える高温の熱を供給することが可能であり、発電のみならず、水素製造を含む多様な産業利用についても期待されています。グリーン成長戦略では、高温工学試験研究炉 (HTTR) を活用し、安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な要素技術の確立を目指すとされています。

⁴ 第1章 1-2(2)②「原子力安全研究」を参照。

⁵ 第1章 1-3(2)「過酷事故に関する原子力安全研究」を参照。

① 高温工学試験研究炉 (HTTR)

HTTR (図 8-6) は、我が国初かつ唯一の高温ガス炉であり、高温ガス炉の基盤技術の確立を目指してデータを取得・蓄積しています。1998年に初臨界を達成した後、2010年3月に定格出力3万kW、原子炉出口冷却材温度約950°Cでの50日間の連続運転を実現しました。原子力機構は、2020年6月に原子力規制委員会から新規基準への適合性に係る設置変更許可を取得し、2021年7月頃の運転再開を目指して作業を進めています。また、950°Cの熱供給能力を有効利用できる水素製造技術(熱化学法 IS⁶プロセス)の開発を進めています。



図 8-6 高温工学試験研究炉 (HTTR)

(出典)原子力機構高温ガス炉研究開発センター「高温工学試験研究炉(HTTR)の概要」

② 高温ガス炉研究開発に関する日・ポーランド協力

2017年5月、日・ポーランド外相会談における「日・ポーランド戦略的パートナーシップに関する行動計画」への署名を受け、原子力機構は、ポーランド国立原子力研究センターと「高温ガス炉技術に関する協力のための覚書」を締結しました。さらに、両者は2019年9月に「高温ガス炉技術分野における研究開発協力のための実施取決め」に署名し、研究データ共有等による研究協力の範囲で、高温ガス炉の設計研究、燃料・材料研究、原子力熱利用の安全研究等の協力を実施しています。

③ 高温ガス炉研究開発に関する日英協力

2019年7月に経済産業省と英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省による「日本国経済産業省と英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省との間のクリーンエネルギーイノベーションに関する協力覚書」への署名を受け、原子力機構は、2020年10月に英国国立原子力研究所(NNL⁷)と締結している包括的な技術協力取決めを改定し新たに「高温ガス炉技術分野」を追加するとともに、同年11月には英国原子力規制局(ONR)と高温ガス炉の安全性に関する情報交換のための取決めを締結しました。これにより、開発と規制の両輪で、英国との高温ガス炉開発の協力体制が強化されています。

⁶ Iodine-sulfur

⁷ National Nuclear Laboratory

(4) 高速炉に関する研究開発

高速の中性子を減速せずに利用する高速炉及びそのサイクル技術（高速炉サイクル技術）は、使用済燃料に含まれるプルトニウムを燃料として再利用する技術です。原子力関係閣僚会議が策定した戦略ロードマップでは、①競争を促し、様々なアイデアを試すステップ、②絞り込み、支援を重点化するステップ、③今後の開発課題及び工程について検討するステップ、の3つのステップに大きく区分して研究開発を進めていく計画が示されており、2023年末頃までの当面5年間程度は、これまで培った技術・人材を最大限活用し、民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進するとしています⁸。

① 高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

「常陽」は、我が国初の高速増殖炉であり、高速炉の実用化のための技術開発や燃料・材料の開発に貢献しています。1977年の初臨界以来、累積運転時間約70,798時間、累積熱出力約62.4億kWh⁹に達しており、588体の運転用燃料、220体のブランケット燃料及び101体の試験燃料等を照射し、高速炉炉心での燃料集合体や燃料ピンの安全性と照射特性を明らかにしてきました。運転再開に向けて、原子力機構は、2017年3月に新規基準への適合性審査に係る設置許可申請を行いました。2021年3月末時点で、原子力規制委員会において審査が進められています。

② 高速増殖原型炉もんじゅ

「もんじゅ」については、「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針において、廃止措置へ移行するとともに、「もんじゅ」サイトを活用して新たな試験研究炉を設置することで、今後の高速炉研究開発における新たな役割を担うよう位置付けることとされました。2017年6月、政府は『もんじゅ』の廃止措置に関する基本方針を策定し、この方針に基づき、原子力機構が『もんじゅ』の廃止措置に関する基本的な計画を策定しました。同計画では、策定から約5年半での燃料体取出し作業の終了を目指し、廃止措置作業をおおむね30年で完了するとしています。2018年8月に燃料体の炉外燃料貯蔵槽から燃料池への移送が開始され、2019年9月からは燃料体の炉心から炉外燃料貯蔵槽への移送が実施されています。

「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉の炉型については文部科学省において調査・検討が進められ、西日本における原子力分野の研究開発・人材育成の中核的拠点の形成及び地元振興への貢献の観点から、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉とする方針が2020年9月に示されました。これを受け、試験研究炉の概念設計及び運営の在り方の検討を実施するため、中核的機関（原子力機構、京都大学、福井大学）、学术界、産業界、地元関係機関等からなるコンソーシアムが構築され、2021年3月に開催された第1回コンソーシアム委員会では利用ニーズに関する意見交換等が行われました。

⁸ 第2章2-2(2)⑨「高速炉に関する検討状況」を参照。

⁹ 発電設備を有しないため電気出力はなく、熱出力のみ。

③ 高速炉開発に関する日仏協力

2014年5月、日仏両政府は、フランスのナトリウム冷却高速炉の実証炉開発計画である第4世代ナトリウム冷却高速炉実証炉（ASTRID¹⁰）計画及びナトリウム冷却炉の開発に関する一般取決めを締結し、日仏間の研究開発協力を開始しました。その後、フランスにおける高速炉の研究開発方針の見直しを踏まえ、2019年6月、日仏政府間で、高速炉研究開発の枠組みについて定めた新たな取決めが締結されました。また、2019年12月には、原子力機構、三菱重工業株式会社、三菱FBRシステムズ株式会社、フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA¹¹）及びフラマトム社の間で、ナトリウム冷却高速炉開発の協力に係る実施取決めが締結されました。2020年1月から、同取決めの下でシミュレーションや実験に基づく協力を実施しています。

④ 高速炉開発に関する日米協力

米国では、高速炉の多目的試験炉（VTR）の建設を検討中です。2019年6月、日米政府間でVTR計画への研究協力に関する覚書が締結され、安全に関する研究開発等の協力が進められています。

(5) 小型モジュール炉（SMR）に関する研究開発

小型モジュール炉（SMR）は、プレハブ住宅に代表されるモジュール建築の手法を取り入れ、規格化したユニットを工場生産し、現地で組み上げる原子炉です。炉心が小さいため、システムのシンプル化を通じた信頼性向上や避難区域縮小、モジュール生産による工期短縮での初期投資コスト削減を図れることが期待されています。グリーン成長戦略では、海外の実証プロジェクトとの連携により、2030年までにSMR技術の実証を目指すとしています。

NEXIPイニシアチブでは、SMRに関する研究開発・技術開発も行われています。また、米国ニュースケール社（図8-7）を始めとして、英国、カナダ等でSMRの実証プロジェクトが進められており、その一部には我が国の企業も参画しています。

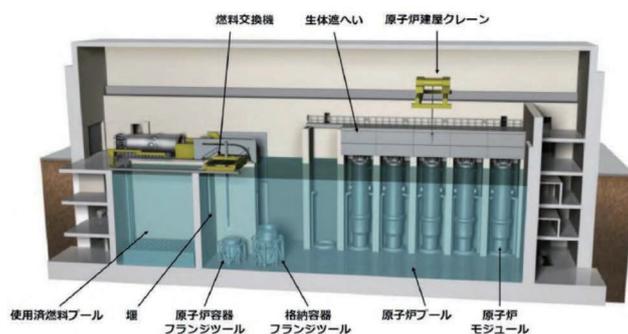


図 8-7 ニュースケール社が開発を進める SMR の概要

（出典）第23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5 資源エネルギー庁「原子力人材・技術・産業基盤の維持・強化について」（2021年）

¹⁰ Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration

¹¹ Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

(6) 核融合に関する研究開発

核融合エネルギーは、軽い原子核同士（重水素、三重水素）が融合してヘリウムと中性子に変わる際、質量の減少分がエネルギーとなって発生するものです。将来的かつ長期的な安定供給が期待されるエネルギー源として、「原型炉研究開発ロードマップについて（一次まとめ）」（2018年7月）等を踏まえ、量研、大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所と大学等が相互に連携・協力して段階的に研究開発を推進しています。また、グリーン成長戦略では、ITER（国際熱核融合実験炉）計画等の国際連携を通じた核融合研究開発を着実に推進し、21世紀中葉までに核融合エネルギー実用化の目処を得ることを目指すとされています。

ITER 計画は、核融合エネルギーの科学的、技術的実現性を確立することを目指す国際共同プロジェクトであり、日本、欧州、米国、ロシア、中国、韓国及びインドの7極により進められています（図 8-8）。2025年運転開始（ファーストプラズマ）、2035年核融合運転開始を目標としてサン・ポール・レ・デュランス（フランス）において建設作業が行われており、日本製の超伝導コイルを始め各極から機器が納入され、2020年夏に核融合炉の組立てが開始されました。我が国では量研が国内機関となっており、ITER 機構（本部：フランス）との調達取決めにに基づき、超伝導コイル等の高い技術を必要とする主要機器等の製作を担当するなど、ITER 計画の推進に大きな役割を担っています。



Credit © ITER Organization, <https://www.iter.org/>

図 8-8 ITER の概要

(出典)ITER ORGANIZATION ウェブサイト

また、幅広いアプローチ（BA¹²）活動は、ITER 計画を補完・支援するとともに、核融合原型炉に必要な技術基盤を確立することを目的とした先進的研究開発プロジェクトであり、日欧協力により我が国で実施しています。我が国では量研が実施機関となっており、青森県六ヶ所村にある六ヶ所核融合研究所では、核融合原型炉に必要な高強度材料の開発を行う施設的设计・要素技術開発のほか、核融合原型炉の概念設計及び研究開発並びに ITER での実験を遠隔で行うための施設の整備を進めています。さらに、茨城県那珂市にある那珂核融

¹² Broader Approach

合研究所では、2020年3月末に組立てが完了した先進超伝導トカマク装置 JT-60SA を用いて、核融合原型炉建設に求められる安全性・経済性等のデータの取得や、ITER の運転や技術目標達成を支援・補完するための取組等を進めるため、運転開始に向けた準備を進めています。

上記プロジェクトのほか、IAEA や IEA の枠組みでの多国間協力、米国、欧州等との二国間協力も推進しています。これらの協力を通じて、ITER での物理的課題の解決のために国際トカマク物理活動 (ITPA¹³) で実施されている装置間比較実験へ参加するとともに、協力相手国の装置での実験に参加しています。

(7) 第4世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF)

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF¹⁴) は、「持続可能性」、「経済性」、「安全性・信頼性」及び「核拡散抵抗性・核物質防護」の開発目標の要件を満たす次世代の原子炉概念を選定し、その実証段階前までの研究開発を国際共同作業で進めるためのフォーラムです。2021年3月末時点で、13か国と1機関(アルゼンチン、オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、フランス、日本、韓国、ロシア、南アフリカ、スイス、英国、米国及びユーラトム)が参加しています¹⁵。第4世代原子力システムに求められている達成目標を満足させ、2030年代以降に実用化が可能と考えられる6候補概念(ガス冷却高速炉、熔融塩炉、ナトリウム冷却高速炉(MOX燃料、金属燃料)、鉛冷却高速炉、超臨界圧水冷却炉、超高温ガス炉)を対象に、多国間協力で研究開発を推進するとともに、経済性、核拡散抵抗性・核物質防護及びリスク・安全性についての評価手法検討ワーキンググループで横断的な評価手法の整備を進めています。

(8) 原子力革新 2050 (NI2050) イニシアチブ

原子力革新 2050 (NI¹⁶2050) イニシアチブは、原子力エネルギーが低炭素エネルギーミックスにおいて重要な役割を果たすこと、新たな原子力技術を開発及び商用化するに当たりイノベーションが必要であることを踏まえ、OECD/NEA が開始した活動です。原子炉システム、燃料サイクル、廃棄物、廃止措置、発電以外への活用等、幅広い技術領域を対象にしており、2050年を念頭に置いた将来のロードマップを策定しています。2020年8月には、OECD/NEA、IEA、IAEAの3機関による共同プロジェクトの成果として、原子力が直面する課題に対する革新的な原子力技術の取組に関する報告書が公開されました。

¹³ International Tokamak Physics Activity

¹⁴ Generation IV International Forum

¹⁵ ただし、アルゼンチンとブラジルは「第四世代の原子力システムの研究及び開発に関する国際協力のための枠組協定」に未署名。

¹⁶ Nuclear Innovation

8-3 基盤的施設・設備の強化

研究開発や技術開発、人材育成を進める上で、研究開発機関や大学等が保有する基盤的施設・設備は不可欠です。しかし、多くの施設・設備は高経年化が進んでいることに加え、東電福島第一原発事故以降は、新規制基準への対応のために一旦全ての研究炉の運転が停止しました。関係機関では、運転再開に向けた取組や、求められる機能を踏まえた選択と集中を進めています。

(1) 基盤的施設・設備の現状及び課題

研究炉や放射性物質を取り扱う研究施設等の基盤的施設・設備は、研究開発や人材育成の基盤となる不可欠なものです。しかし、新規制基準への対応や高経年化により、研究開発機関、大学等における利用可能な基盤的施設・設備等は減少しており、その強化・充実が喫緊の課題となっています。そのため、国、原子力機構及び大学は、長期的な見通しの下に求められる機能を踏まえて選択と集中を進め、国として保持すべき研究機能を踏まえてニーズに対応した基盤的施設・設備の構築・運営を図っていく必要があります。

また、研究開発機関及び大学等が保有する基盤的施設・設備は、産学官の幅広い供用の促進や、そのための利用サービス体制の構築、共同研究等の充実により、効果的かつ効率的な成果の創出に貢献することが期待されます。

(2) 研究炉等の運転再開に向けた新規制基準対応状況

原子力機構、大学等の研究炉や臨界実験装置は、最も多い時期には20基程度運転していましたが、2021年3月末時点では停止中のものを含めても8基にまで減少しています(図8-9)。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、東電福島第一原発事故以降は全ての研究炉が一旦運転を停止し、新規制基準への対応を行っています。原子力機構の研究炉のうち、原子炉安全性研究炉(NSRR)、JRR-3、高温工学試験研究炉(HTR)、定常臨界実験装置(STACY¹⁷)は新規制基準への適合に係る設置変更が許可されました。NSRRは2018年6月、JRR-3は2021年2月に運転が再開されており、HTRは2021年7月頃、STACYは2023年1月頃の運転再開が計画されています。「常陽」については、新規制基準への適合性確認に係る審査対応を進めています。また、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA¹⁸)、京都大学研究用原子炉(KUR)、近畿大学原子炉(UTR-KINKI)は、新規制基準への適合に係る設置変更が原子力規制委員会により許可(承認)され、運転を再開しています。

¹⁷ Static Experiment Critical Facility

¹⁸ Kyoto University Critical Assembly



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

2021年3月末	○運転中	△停止中	×廃止措置中
原子炉施設	5	3	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。

図 8-9 我が国の研究炉・臨界実験装置の状況

(出典)文部科学省提供資料

(3) 原子力機構の研究開発施設の集約化・重点化

文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力科学技術委員会の下に設置された原子力研究開発基盤作業部会¹⁹が2018年4月に取りまとめた「中間まとめ」では、国として持つべき原子力の研究開発機能を大きく7つに整理しています(表 8-2)。

表 8-2 国として持つべき原子力の研究開発機能

	研究開発機能
1.	東電福島第一原発事故の対処に係る、廃炉等の研究開発
2.	原子力の安全性向上に向けた研究
3.	原子力の基礎基盤研究
4.	高速炉の研究開発
5.	放射性廃棄物の処理・処分に関する研究開発等
6.	核不拡散・核セキュリティに資する技術開発等
7.	人材育成

(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作業部会「原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会 中間まとめ」(2018年)に基づき作成

¹⁹ 2019年8月、原子力人材育成作業部会、群分離・核変換技術評価作業部会、高温ガス炉技術研究開発作業部会とともに、「原子力研究開発・基盤・人材作業部会」に改組・統合。

原子力機構が管理・運用している原子力施設は、研究開発のインフラとして欠かせないものです。2021年3月末時点で、加速器施設等も含めて11施設・設備が供用施設として大学、研究機関、民間企業等に属する外部研究者に提供されています。また、東電福島第一原発事故以前は、現在量研に移管されたイオン照射研究施設（TIARA²⁰）等も含め、年間1,000件程度の利用実績がありました。しかし、施設の多くは高経年化への対応が課題となっていることに加え、継続利用する施設の新規制基準への対応にも、閉鎖する施設の廃止措置及びバックエンド対策²¹にも多額の費用が発生することが見込まれます。このような状況を踏まえ、原子力機構は、施設の集約化・重点化、施設の安全確保、バックエンド対策を三位一体で進める総合的な計画として「施設中長期計画」を2017年4月に策定し、以降は進捗状況等を踏まえて毎年度改定しています（図8-10）。

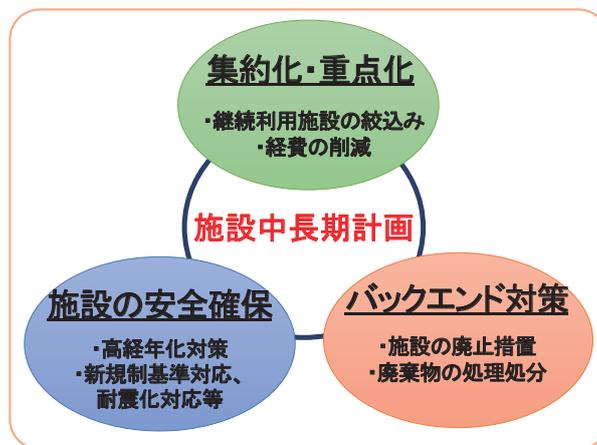


図 8-10 原子力機構「施設中長期計画」の概要

(出典)原子力機構「施設中長期計画(令和2年4月1日)」(2020年)

施設の集約化・重点化に当たっては、最重要分野とされる「安全研究」及び「原子力基礎基盤研究・人材育成」に必要な施設や、東電福島第一原発事故への対処、高速炉研究開発、核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び廃棄物の処理処分研究開発等の原子力機構の使命達成に必要な施設については継続利用とする方針の下で、検討が進められました。2020年4月に改定された計画では、全89施設のうち、46施設が継続利用施設、廃止措置中のものを含めて43施設が廃止施設とされています（図8-11）。

廃止施設の中には、各種照射実験、中性子ビーム実験、放射性同位体（RI）製造や医療照射等に利用された研究炉であるJRR-2、放射化分析、半導体用シリコンの照射、原子力技術者の養成等に利用されたJRR-4、放射性物質の放出挙動を究明するための過渡臨界実験装置

²⁰ Takasaki Ion Accelerators for Advanced Research Application

²¹ 第6章6-2(2)②「研究開発施設等の廃止措置」を参照。

TRACY²²、重水臨界実験装置 DCA²³、我が国で唯一の材料試験炉である JMTR 等も含まれています。JMTR 廃止により機能が失われる照射利用については、原子力機構は 2019 年 3 月に JMTR 後継炉検討委員会を設置し、JMTR に期待されていた利用ニーズの再整理、将来の利用ニーズ動向及び技術動向、海外施設利用のメリット・デメリット等について議論を行い、JMTR 後継炉の概略仕様の検討を進めています。

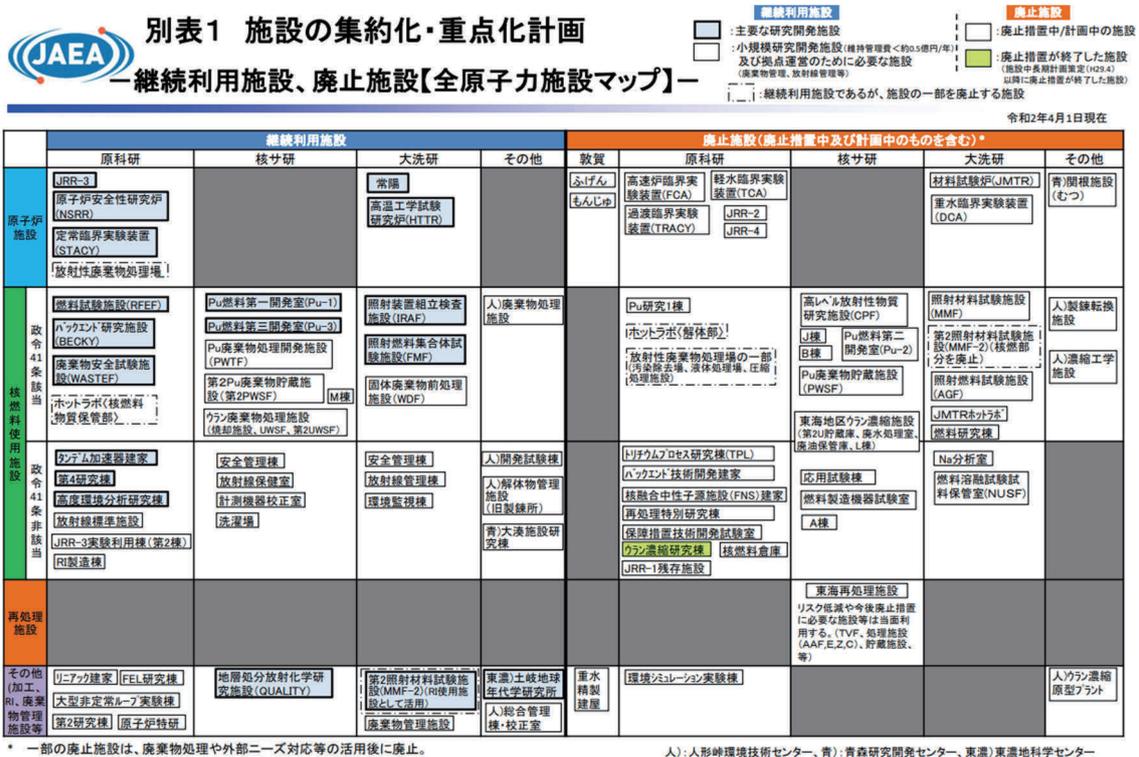


図 8-11 原子力機構における施設の集約化・重点化計画

(出典)原子力機構「施設中長期計画(令和2年4月1日)の概要」(2020年)

²² Transient Experiment Critical Facility

²³ Deuterium Critical Assembly

8-4 人材の確保及び育成

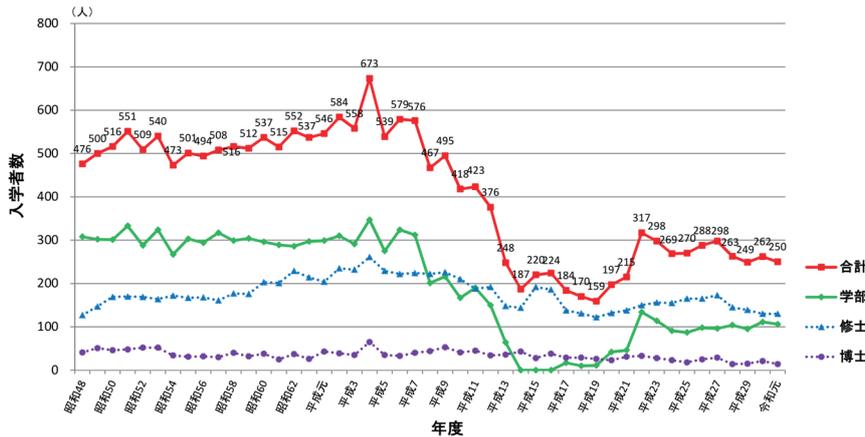
東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、安全性を追求しつつ原子力エネルギーや放射線の利用を行っていくためには、高度な技術と高い安全意識を持った人材の確保が必要です。人材育成は、イノベーションを生み出すための基盤と捉えることもできます。

一方で、我が国では、原子力利用を取り巻く環境変化や世代交代等により、人材が不足し、知識・技術が継承されないことへの懸念が生じています。このような課題は原子力関係機関の共通認識となっており、各機関の特色を生かしつつ、大学における教育、研究機関における専門知識を持つ研究者・技術者の育成、民間企業における現場を担う人材の育成、国等の行政機関の職員の育成等が進められています。

(1) 人材育成・確保の動向及び課題

安全確保を図りつつ原子力利用を進めるためには、発電事業に従事する人材、廃止措置に携わる人材、大学や研究機関の教員や研究者、利用政策及び規制に携わる行政官、医療、農業、工業等の放射線利用を行う技術者等、幅広い分野において様々な人材が必要とされます。

しかしながら、原子力利用を取り巻く環境変化等を受け、大学では、原子力分野への進学を希望する学生の減少(図 8-12)や、学部や専攻の大きくくり化等(図 8-13)による原子力専門科目の開講科目数の減少、原子力分野を専門とする大学教員、特に若手教員の減少、稼働している教育試験炉の減少に伴う実験・実習の機会が減少が進んでいます。また、企業では、建設プロジェクト従事経験者の高齢化が進んでいます。このような状況により、人材が不足し、知識や技術の継承が途絶えてしまい、原子力利用の推進と安全管理の両方に支障を来すことが懸念されます。なお、フィンランド、フランス、米国では原子力発電所の建設が大きく遅延しました。その一因は、新規建設が長年行われなかったことにより、原子力発電所特有の建設や製造経験の継承に失敗したためであると分析されています。



※「学校基本調査」の学科系統分類表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計をもとに作成
 原子力工学関係(大学) …原子(力)核工学、原子力工学、原子炉工学、原子工学、応用原子核工学、システム量子工学、量子エネルギー工学、原子力技術応用工学、原子力安全工学
 原子力理学関係(大学院) …原子核理学、原子核宇宙線学、原子物理学
 原子力工学関係(大学院) …原子核工学、原子力工学、原子工学、応用原子核工学、量子エネルギー工学、エネルギー工学、原子力・エネルギー安全工学、共同原子力、原子力システム安全工学、量子放射線系

図 8-12 原子力関係学科・専攻の入学者数の推移

(出典) 第 3 回科学技術・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・人材作業部会資料 2-2 文部科学省「国際原子力人材育成イニシアティブ事業の見直し等について」(2020 年)

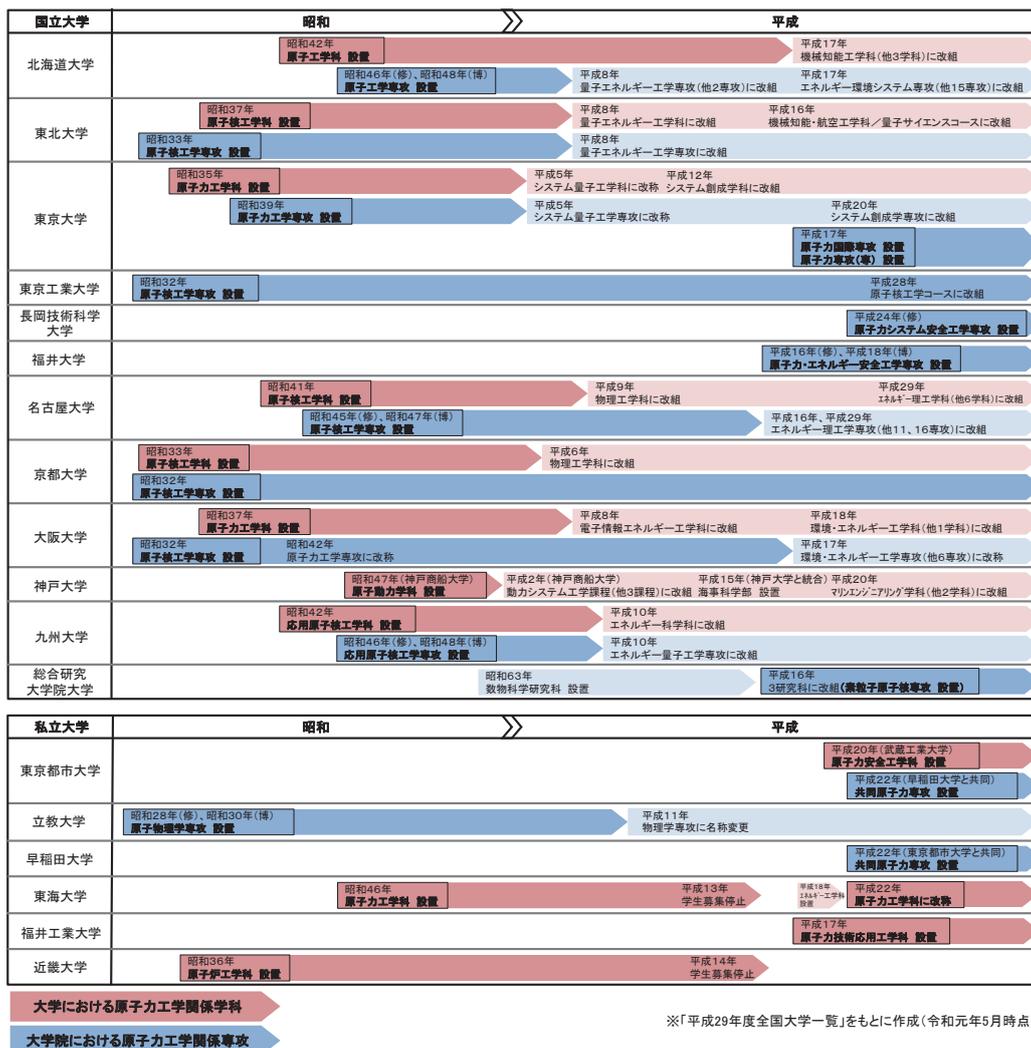


図 8-13 原子力関係学科・専攻の設立変遷

(出典)第3回科学技術・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・人材作業部会資料2-2 文部科学省「国際原子力人材育成イニシアティブ事業の見直し等について」(2020年)

原子力委員会は、2018年2月に「原子力分野における人材育成について(見解)」を取りまとめ、優秀な人材の勧誘、高等教育段階と就職後の仕事を通じた人材育成について、それぞれ留意すべき事項を示しました。また、令和元年度版原子力白書では、原子力分野を担う人材の育成を特集として取り上げ、我が国の大学における原子力教育の質向上に向けて取り組むべき方向性例を示しました(図8-14)。

- ◇ 原子力教育の改善(質確保の仕組み、双方向コミュニケーション等)
- ◇ 研究・教育の国際的なプレゼンスの向上(優秀な留学生の獲得、諸外国との連携等)
- ◇ 大学における原子力教育の維持(若手教員の確保、実験設備の維持等)
- ◇ 大学外での人材育成(企業や研究開発機関との連携、インターンシップ等)
- ◇ 原子力分野の魅力の発信(原子力分野の人気向上等)

図 8-14 大学における原子力教育の質向上に向けて取り組むべき方向性例

(出典)原子力委員会「令和元年度版原子力白書」(2020年)に基づき作成

(2) 人材育成・確保に向けた取組

① 産学官連携による取組

「原子力人材育成ネットワーク」は、国（内閣府、外務省、文部科学省、経済産業省）の呼び掛けにより 2010 年 11 月に設立されました。2021 年 3 月末時点で 83 機関²⁴が参加し、産学官連携による相互協力の強化と一体的な原子力人材育成体制の構築を目指し、機関横断的な事業を実施しています（図 8-15）。具体的には、国内外の関係機関との連携協力関係の構築、ネットワーク参加機関への連携支援、国内外広報、国際ネットワーク構築、機関横断的な人材育成活動の企画・運営、海外支援協力（主に新規原子力導入国）の推進等を行っています²⁵。

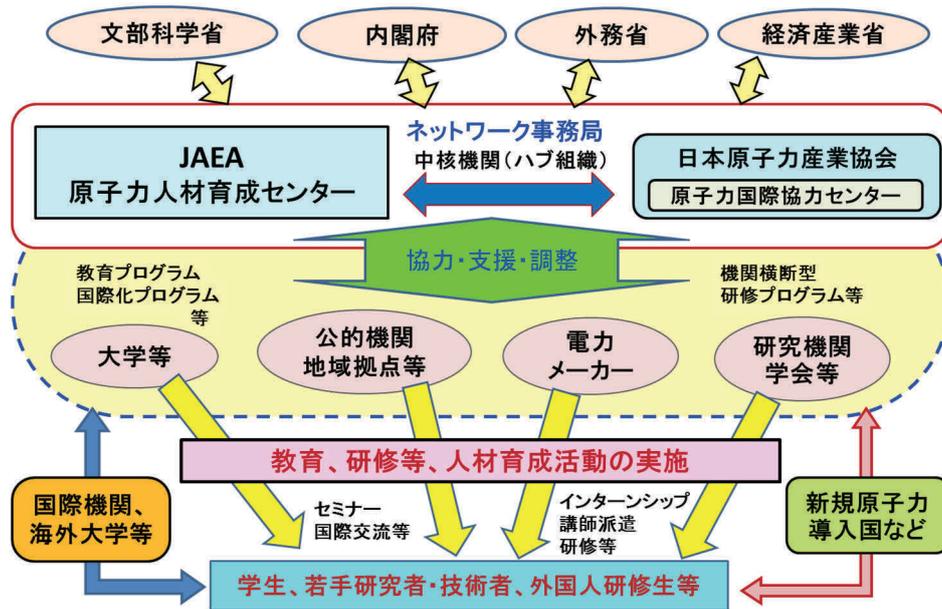


図 8-15 原子力人材育成ネットワークの体制

（出典）原子力人材育成ネットワークパンフレット²⁶

② 国による取組

文部科学省は、「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」や英知事業等により、産学官が連携した国内外の人材育成の取組を支援しています。国際原子力人材育成イニシアティブ事業については、2020 年度に事業スキームが大幅に見直され、我が国の原子力分野の人材育成機能を維持・充実していくために、大学や研究機関等が組織的に連携したコンソーシアムによる人材育成拠点の構築を推進しています。また、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の下に原子力研究開発・基盤・人材作業部会を設置し、研

²⁴ 大学等（27）、電力事業者等（14）、原子力関連メーカー（7）、研究機関・学会（10）、原子力関係団体（15）、行政機関（7）、その他（3）。

²⁵ 原子力人材育成ネットワーク等が IAEA と共催している「Japan-IAEA 原子力エネルギーマネジメントスクール」等の開催については、第 3 章 3-3 (1) ①4 「原子力発電の導入に必要な人材育成」を参照。

²⁶ <https://jn-hrd-n.jaea.go.jp/material/common/pamphlet20210702.pdf>

究開発、研究基盤、人材育成に関する課題や在り方について、国内外の最新動向を踏まえつつ一体的・総合的に検討を行っています。

資源エネルギー庁は、我が国の原子力施設の安全を確保するための人材の維持・発展を目的の一つとして、「原子力産業基盤強化事業」を実施しています。原子力産業基盤強化事業は、2020年度に新たに開始され、原子力関連機器・サービスの安全性・信頼性の向上、原子力分野の人材の技能向上と専門性強化を目指しています。

原子力規制委員会は、「原子力規制人材育成事業」により国内の大学等と連携し、原子力規制に関わる人材を効果的・効率的・戦略的に育成するための取組を推進しています。また、同委員会の下に設置された原子力安全人材育成センターでは、「原子力規制委員会職員の人材育成の基本方針」に沿って職員への研修や人材育成制度等の充実に取り組んでいるほか、原子炉主任技術者及び核燃料取扱主任者の国家試験を行っています。

内閣府は、原子力災害への対応の向上を図るため、原子力災害対応を行う行政職員等を対象とした各種の研修等を実施しています。

外務省は、若手人材を国際機関に派遣する JPO²⁷派遣制度や経済産業省と共催でのウェビナー開催等を通じ、国際的に活躍する国内人材の育成を行っているほか、IAEA の技術協力事業を通じた海外人材の育成支援を実施しています。

③ 研究開発機関による取組

原子力機構、量研では、それぞれが保有する多様な研究施設を活用しつつ、研究者、技術者、医療関係者等幅広い職種を対象とした様々な研修を実施しています。

原子力機構の原子力人材育成センターでは、RI・放射線技術者や原子力エネルギー技術者を養成するための国内研修、専門家派遣や学生受入等による大学との連携協力、近隣アジア諸国を対象とした国際研修等を行っています（図 8-16 左）。

量研の人材育成センターでは、放射線利用や被ばく医療に係る専門家・指導者を養成するための研修、大学生や若手社会人向けの研修、出前授業や教員向け研修による教育支援、放射線の理解を効率よく進めるための教材等の開発等を実施しています（図 8-16 右）。



図 8-16 原子力機構における研修（左）、量研による中学校への出前授業（右）の様子
 (出典)左:原子力機構「原子力人材育成センターとは」、右:量研「人材育成センター」

²⁷ Junior Professional Officer

④ 大学・高等専門学校による取組

大学や高等専門学校（以下「高専」という。）においても、特色のある人材育成の取組が進められています。

例えば、東京大学の原子力専攻（専門職大学院）における授業科目の一部は、国家資格である核燃料取扱主任者及び原子炉主任技術者の一次試験を一部免除できるものとして、原子力規制委員会により認定されています。京都大学では、京都大学臨界集合体実験装置（KUCA）を用いて京都大学及び他大学の大学院生が参加する大学院生実験を実施しており、原子炉の基礎実験だけでなく、燃料の取扱い、原子炉運転操作等、原子炉に直接接する貴重な体験を提供しています（図 8-17）。近畿大学でも、近畿大学原子炉（UTR-KINK1）を用いて、全国の大学の学生・研究者に原子炉実機を扱う実習を提供しています。大阪大学は、放射線科学に関連する教育、研究、安全管理の機能を強化することを目的として放射線科学基盤機構を設置し、RIを用いた α 線核医学治療²⁸の手法開発を中心に、課題解決とそのための人材育成を部局横断で機動的に行っています。

国立高専機構は、モデルコアカリキュラムを策定し、全国の国立高専で育成する技術者が備えるべき能力についての到達目標等を提示しています。分野別の専門的能力のうち電気分野では、到達目標の一つとして、原子力発電の原理について理解し、原子力発電の主要設備を説明できることが挙げられています。各国立高専では、同カリキュラムに基づき、社会ニーズに対応できる技術者の育成に向けた実践的教育が実施されています。



図 8-17 京都大学臨界集合体実験装置（KUCA）における大学院生実験

（出典）京都大学臨界集合体実験装置ウェブサイト「大学院生実験 実験模様」

⑤ 原子力関係団体や各地域による取組

一般社団法人原子力安全推進協会（JANSI）は、緊急時対応力の向上のためのリーダーシップ研修、原子力発電所の運転責任者に必要な教育・訓練、運転責任者に係る基準に適合する者の判定、原子力発電所の保全工事作業者を対象とした保全技量の認定等を構築、運用しています。また、公益社団法人日本アイソトープ協会や公益財団法人原子力安全技術センター等では、地方公共団体、大学、民間企業等の幅広い参加者を対象に、放射線取扱主任者等の資格取得に関する講習等を実施しています。

²⁸ 第7章 7-2(4)①「放射性同位元素（RI）による核医学検査・核医学治療」を参照。

また、各地域において、原子力関連施設の立地環境を生かした取組が進められています。青森県では2017年10月に青森県量子科学センターが、福井県では1994年9月に若狭湾エネルギー研究センター、2011年4月に同研究センターの下に福井県国際原子力人材育成センターが、茨城県では2016年2月に原子力人材育成・確保協議会がそれぞれ設立され、当該地域の関係機関等が協力して原子力人材の育成に取り組んでいます。

コラム

～廃炉創造ロボコン～

廃止措置人材育成高専等連携協議会等の主催により、長期に及ぶ東電福島第一原発の廃炉作業を想定したロボットコンテストである「廃炉創造ロボコン」が実施されています。同大会は、ロボットの製作を通じて、学生に廃炉に関する興味を持ってもらうと同時に、学生が創造力、課題解決能力、課題発見能力を身につける機会となることを目的としています。

2021年1月にオンラインで開催された第5回廃炉創造ロボコンには、全国の国公立高専13校から14チームが参加しました。原子炉建屋内で溶け落ちたデブリを模した物体を回収するという課題に対して、各チームが製作したロボットの性能や操作を競い合い、スムーズな動作や模擬デブリの種類によって回収方法を変える工夫等が評価された福島高専が文部科学大臣賞（最優秀賞）を受賞しました。

なお、第1回（2016年12月）から第4回（2019年12月）までは文部科学省の英知事業の一環として行われていましたが、第5回は同事業の成果を踏まえて実施されました。



第5回廃炉創造ロボコンの競技フィールド外観

(出典)第5回廃炉創造ロボコンウェブサイト「課題概要」

資料編

1 我が国の原子力行政体制

我が国の原子力の研究、開発及び利用は、1956年以来、「原子力基本法」（昭和30年法律第186号）に基づき、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、民主的な運営の下に自主的に推進されてきています。また、これを担保するため、原子力委員会、原子力規制委員会、原子力防災会議が設置されています。

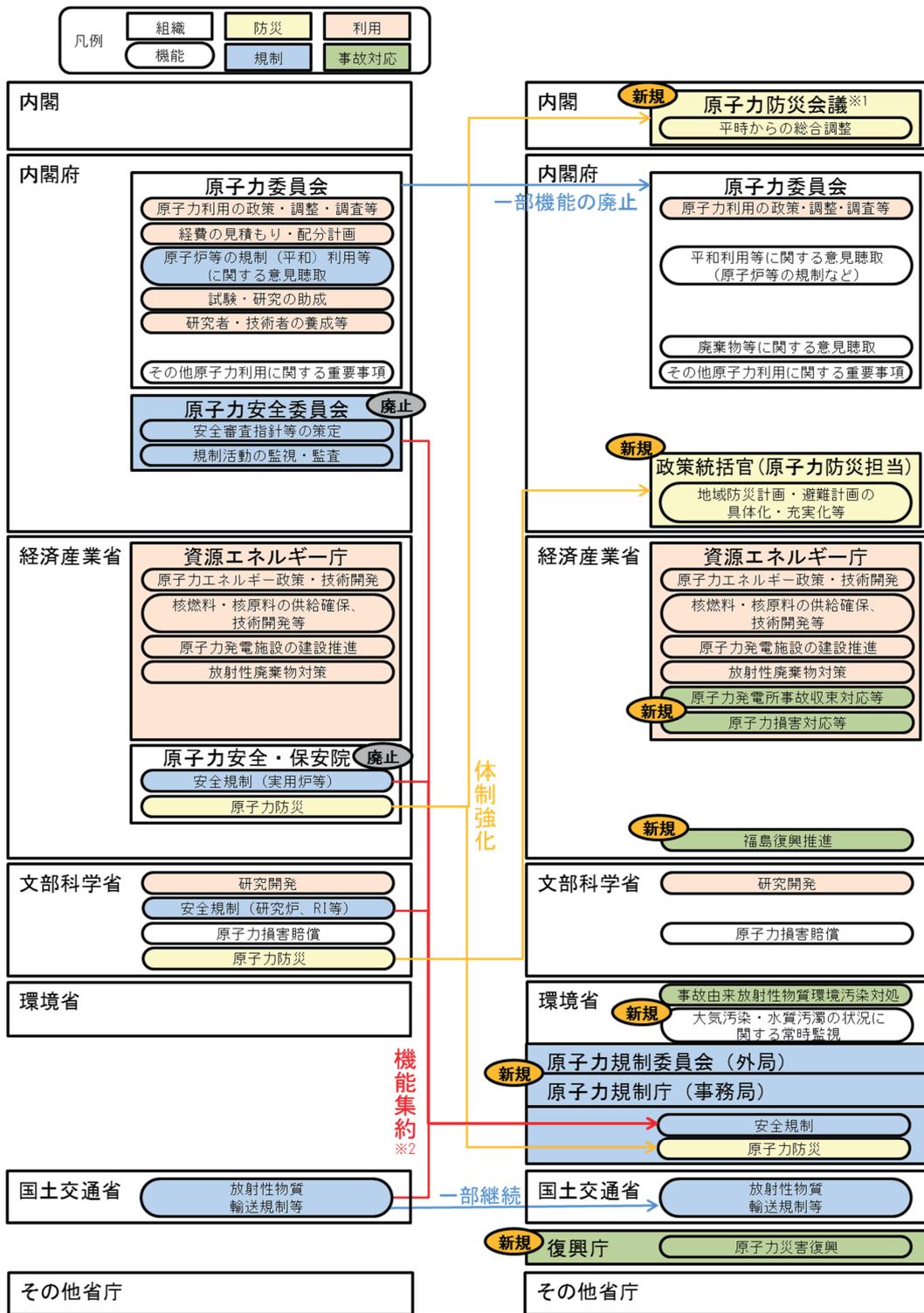
原子力委員会は、原子力利用に関する国の施策を計画的に遂行し、原子力行政の民主的な運営を図るため、内閣府に設置され、原子力利用に関する事項（安全の確保のうちその実施に関するものを除く）について企画し、審議し、及び決定することを担当しています。

原子力規制委員会は、原子力利用における安全の確保を図るため、環境省の外局として設置されています。

原子力防災会議は、内閣総理大臣を議長として、政府全体としての原子力防災対策を進めるため、関係機関間の調整や計画的な施策遂行を図る役割を担う機関として内閣に設置されています。

また、関係行政機関として、総務省、外務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省等があり、原子力委員会の所掌事項に関する決定を尊重しつつ、原子力行政事務が行われています。

このように、原子力行政機関は「推進行政」と「安全規制行政」を担当する機関が分離されています。



※1 原子力緊急事態宣言時、原子力災害対策本部に移行
 ※2 国交省からは一部の機能（陸上輸送の輸送物の規制）のみ集約

【事故前の原子力行政の体制】

【現在の原子力行政の体制】

東電福島第一原発事後前後の原子力行政の体制

2 原子力委員会

原子力委員会は、「原子力基本法」並びに「原子力委員会設置法」（当時）に基づき、原子力の研究、開発及び利用に関する国の施策を計画的に遂行し、原子力行政の民主的運営を図る目的をもって、1956年1月1日、総理府に設置されました（国家行政組織法第8条に基づく審議会等）。国務大臣をもって充てられた委員長と4人の委員（両議院の同意を得て、内閣総理大臣が任命）から構成され、設置時は、正力松太郎委員長、石川一郎委員、湯川秀樹委員、藤岡由夫委員、有澤廣巳委員の5名でした。なお、同年5月に科学技術庁が設置され、それ以降、委員長は科学技術庁長官たる国務大臣をもって充てることとされました。

1974年の原子力船「むつ」問題を直接の契機として設けられた原子力行政懇談会の報告を参考とし、原子力行政体制の改革・強化を図るため、1978年10月に原子力基本法等の改正が施行されました。この改正により、推進と規制の機能が分割され、複数の省庁にまたがる規制を一貫化し、責任体制の明確化が図られました。同時に、従来の原子力委員会が有していた安全の確保に関する機能を分離して、新たに安全の確保に関する事項について企画し、審議し、及び決定する原子力安全委員会が設置され、行政庁の行う審査に対しダブルチェックを行うこととするなど、規制体制の整備充実が図られました。

2001年1月には、中央省庁等改革により、原子力委員会が内閣府に設置されることとされました。それまで科学技術庁長官たる国務大臣をもって充てられていた原子力委員会委員長については、委員と同様に両議院の同意を得て内閣総理大臣が任命することとされ、学識経験者が委員長に就任することとなりました。

その後、2011年3月に発生した東電福島第一原発事故を踏まえた安全規制体制の見直しにより、独立性の高い原子力規制組織である原子力規制委員会が設置され、原子力委員会が担ってきた一部の事務が原子力規制委員会に移管されました。

さらに、東電福島第一原発事故により原子力をめぐる環境が大きく変化したことを踏まえ、原子力委員会の在り方見直しのための有識者会議が設置され、2013年12月に報告書「原子力委員会の在り方見直しについて」が取りまとめられました。同報告書を踏まえ、2014年12月に原子力委員会設置法の一部を改正する法律が施行されました。これにより、原子力委員会の所掌事務は、原子力利用に関する政策の重要事項に重点化することとし、形骸化している事務を廃止・縮小するなどの所要の処置が講じられ、委員長及び委員2名から構成される新たな体制での原子力委員会が発足しました。

原子力委員会委員（2021年3月末時点）

	<p>原子力委員会委員長 上坂充 （元 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授）</p> <p>安全でサステナブルな原子力のために全力を尽くします。将来の原子力のため、人材育成が重要と考えます。原子力発電・放射線応用を含めた広い、かつ若い世代が夢を持つ原子力をわかりやすく説明していきます。</p>
	<p>原子力委員会委員 佐野利男 （元 軍縮会議日本政府代表部特命全権大使）</p> <p>東電福島の前記事故後の安全性確保、地球温暖化に対するパリ協定の実施、電力自由化後の市場に於る競争など原子力発電をめぐる環境が激変する中、国民の理解を得つつ、国際核不拡散問題や核セキュリティ問題に貢献する形で我が国に於る原子力の平和利用を如何に確保していくかが大きな課題と考えております。</p>
	<p>原子力委員会委員 中西友子 （東京大学大学院農学生命科学研究科特任教授、星薬科大学学長）</p> <p>長年、放射線や放射性物質をツールとして研究をしてきました。特に最近、放射性物質を用いた植物の生育メカニズムを解析する研究に注力しています。その関係で福島における農業問題の研究も行ってきました。憶測によらず、可能な限り科学的な立場から考えていきたいと思っています。</p>

3 原子力委員会決定等

(1) 声明・見解等（2020年3月～2021年3月）

年月日	件名
2020.12.28	原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法の延長について（見解）
2021.3.9	原子力委員会委員長談話
2021.3.9	電気事業者等により公表されたプルトニウム利用計画について（見解）
2021.3.24	使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更について（見解）

(2) 原子炉等規制法に係る諮問・答申（2020年3月～2021年3月）

諮問年月日	答申年月日	件名
2020.3.25	2020.4.22	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所（北地区）の原子炉設置変更許可〔HTTR（高温工学試験研究炉）原子炉施設の変更〕について
2020.4.8	2020.4.30	東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所の発電用原子炉の設置変更許可（6号及び7号発電用原子炉施設の変更）について
2020.5.13	2020.6.2	日本原燃株式会社再処理事業所における再処理の事業の変更許可について
2020.6.3	2020.6.24	関西電力株式会社美浜発電所の発電用原子炉の設置変更許可（3号発電用原子炉施設の変更）について
2020.6.24	2020.7.28	四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉の設置変更許可（3号原子炉施設の変更）について
2020.7.8	2020.7.30	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の原子炉設置変更許可〔STACY（定常臨界実験装置）施設等の変更〕について
2020.9.2	2020.10.1	リサイクル燃料貯蔵株式会社リサイクル燃料備蓄センターにおける使用済燃料の貯蔵の事業の変更許可について
2020.9.23	2020.10.15	九州電力株式会社川内原子力発電所の発電用原子炉の設置変更許可（1号及び2号発電用原子炉施設の変更）について
2020.10.14	2020.11.6	関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉の設置変更許可（1号、2号、3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について
2020.12.2	2020.12.15	関西電力株式会社大飯発電所の発電用原子炉の設置変更許可（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について
2020.12.2	2020.12.15	関西電力株式会社美浜発電所の発電用原子炉の設置変更許可（3号発電用原子炉施設の変更）について
2021.2.5	2021.2.17	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が達成すべき業務運営に関する目標（中長期目標）の変更について
2021.3.3	2021.3.17	京都大学複合原子力科学研究所の原子炉設置変更承認（臨界実験装置の変更）について

4 2019年度～2021年度原子力関係経費

単位：百万円
債：国庫債務負担行為限度額

	2019年度	2020年度	2021年度
一 般 会 計	債 7,759 79,978	債 13,930 77,762	債 33,993 79,034
内閣府	債 0 199	債 0 193	債 0 194
外務省	債 0 6,352	債 0 4,918	債 0 4,894
文部科学省	債 7,565 60,807	債 13,811 60,250	債 16,960 60,721
国土交通省	債 0 22	債 0 23	債 0 19
環境省	債 0 1,690	債 0 1,619	債 0 1,544
原子力規制庁	債 193 10,908	債 119 10,759	債 17,033 11,661
エネルギー対策特別会計 電源開発促進勘定	債 5,086 335,931	債 1,501 330,777	債 10,319 327,303
内閣府	債 0 15,635	債 0 15,404	債 0 12,089
文部科学省	債 238 109,256	債 526 108,926	債 669 108,803
経済産業省	債 261 170,522	債 0 166,335	債 0 165,414
環境省	債 0 416	債 0 382	債 0 367
原子力規制庁	債 4,587 40,102	債 974 39,730	債 9,650 40,630
・電源立地対策	債 238 170,804	債 526 167,503	債 0 166,622
文部科学省	債 238 14,032	債 526 14,095	債 0 13,999
経済産業省	債 0 156,772	債 0 153,408	債 0 152,623
・電源利用対策	債 261 109,788	債 0 108,532	債 669 108,245
文部科学省	債 0 95,224	債 0 94,831	債 669 94,804
経済産業省	債 261 13,749	債 0 12,927	債 0 12,791
原子力規制庁	債 0 815	債 0 774	債 0 650
・原子力安全規制対策	債 4,587 55,338	債 974 54,743	債 9,650 52,436
内閣府	債 0 15,635	債 0 15,404	債 0 12,089
環境省	債 416 4,587	債 382 974	債 367 9,650
原子力規制庁	債 39,287	債 38,956	債 39,980
エネルギー対策特別会計 エネルギー需給勘定 エネルギー需要構造高度化対策	債 0 5,620	債 0 7,200	債 0 7,200
経済産業省	債 0 5,620	債 0 7,200	債 0 7,200
東日本大震災復興特別会計	債 9,055 107,696	債 21,276 87,179	債 2,458 83,856
内閣府	債 0 0	債 0 0	債 0 0
文部科学省	債 0 5,925	債 0 5,350	債 0 5,076
農林水産省	債 5,805 0	債 5,677 0	債 5,863 0
経済産業省	債 260 9,055	債 261 21,276	債 261 2,458
環境省	債 92,441 0	債 72,770 0	債 69,197 0
原子力規制庁	債 3,264	債 3,121	債 3,459
合 計	債 21,899 529,224	債 36,707 502,919	債 46,770 497,394

注1) 原子力関係経費には、原子力の研究、開発及び利用に関する経費、東京電力福島原子力発電所の事故に伴う経費を計上している。具体的には、原子力（エネルギー及び放射線）に係る安全対策（原子力災害対策、原子力防災、放射線モニタリング等を含む）、核セキュリティ、平和利用の担保、廃止措置や放射性廃棄物の処理・処分、人材育成・確保、国民・地域社会との共生、エネルギーや放射線の利用、研究開発、国際的な取組、東京電力福島原子力発電所事故収束に関する活動等に係る経費である。

注2) 当初予算を記載。

注3) 一部の事業については、予算額全額が原子力のために使用されているわけではない事業もあるが、電源種ごとに支出額を算出することが困難なため、当該事業の予算額全額を原子力関係予算として計上している。

注4) 最終的に事業者負担となる経費や事業者に求償する予算は、含めていない。

注5) 四捨五入により、端数において合致しない場合がある。

5 我が国の原子力発電及びそれを取り巻く状況

(1) 我が国の原子力発電所の状況(2021年3月時点)

	設置者名	発電所名(設備番号)	所在地	炉型	認可出力(万kW)	運転開始年月日等
稼働中	関西電力(株)	高 浜 (3号)	福井県大飯郡高浜町	PWR	87.0	1985-01-17
		〃 (4号)	〃	〃	87.0	1985-06-05
		大 飯 (3号)	福井県大飯郡おおい町	〃	118.0	1991-12-18
		〃 (4号)	〃	〃	118.0	1993-02-02
	四国電力(株)	伊 方 (3号)	愛媛県西宇和郡伊方町	〃	89.0	1994-12-15
	九州電力(株)	玄 海 原 子 力 (3号)	佐賀県東松浦郡玄海町	〃	118.0	1994-03-18
		〃 (4号)	〃	〃	118.0	1997-07-25
川 内 原 子 力 (1号)		鹿児島県薩摩川内市	〃	89.0	1984-07-04	
		〃 (2号)	〃	89.0	1985-11-28	
新規制基準に基づき設置変更の許可がなされた炉	日本原子力発電(株)	東 海 第 二	茨城県那珂郡東海村	BWR	110.0	1978-11-28
	東北電力(株)	女 川 原 子 力 (2号)	宮城県牡鹿郡女川町、石巻市	〃	82.5	1995-07-28
	東京電力ホールディングス(株)	柏崎刈羽原子力(6号)	新潟県柏崎市、刈羽郡刈羽村	ABWR	135.6	1996-11-07
		〃 (7号)	〃	〃	135.6	1997-07-02
	関西電力(株)	美 浜 (3号)	福井県三方郡美浜町	PWR	82.6	1976-12-01
		高 浜 (1号)	福井県大飯郡高浜町	〃	82.6	1974-11-14
	〃 (2号)	〃	〃	82.6	1975-11-14	
小計				(16基)	1624.5	
新規制基準への適合性を審査中の炉	日本原子力発電(株)	敦 賀 (2号)	福井県敦賀市	PWR	116.0	1987-02-17
	北海道電力(株)	北 泊 (1号)	北海道古宇郡泊村	〃	57.9	1989-06-22
		〃 (2号)	〃	〃	57.9	1991-04-12
		〃 (3号)	〃	〃	91.2	2009-12-22
	東北電力(株)	東 通 原 子 力 (1号)	青森県下北郡東通村	BWR	110.0	2005-12-08
	中部電力(株)	浜 岡 原 子 力 (3号)	静岡県御前崎市	〃	110.0	1987-08-28
		〃 (4号)	〃	〃	113.7	1993-09-03
北陸電力(株)	志 賀 原 子 力 (2号)	石川県羽咋郡志賀町	ABWR	120.6	2006-03-15	
中国電力(株)	島 根 原 子 力 (2号)	島根県松江市	BWR	82.0	1989-02-10	
小計				(9基)	859.3	
新規制基準に対して未申請の炉	東北電力(株)	女 川 原 子 力 (3号)	宮城県牡鹿郡女川町、石巻市	BWR	82.5	2002-01-30
	東京電力ホールディングス(株)	柏崎刈羽原子力(1号)	新潟県柏崎市、刈羽郡刈羽村	〃	110.0	1985-09-18
		〃 (2号)	〃	〃	110.0	1990-09-28
		〃 (3号)	〃	〃	110.0	1993-08-11
		〃 (4号)	〃	〃	110.0	1994-08-11
	中部電力(株)	浜 岡 原 子 力 (5号)	静岡県御前崎市	ABWR	138.0	2005-01-18
北陸電力(株)	志 賀 原 子 力 (1号)	石川県羽咋郡志賀町	BWR	54.0	1993-07-30	
小計				(8基)	824.5	
建設中(新規制基準への適合性を審査中の炉)	電源開発(株)	大 間 原 子 力	青森県下北郡大間町	ABWR	138.3	未定
	中国電力(株)	島 根 原 子 力 (3号)	島根県松江市	〃	137.3	未定
建設中(新規制基準に対して未申請の炉)	東京電力ホールディングス(株)	東 通 原 子 力 (1号)	青森県下北郡東通村	〃	138.5	未定
小計				(3基)	414.1	

(参考)

	設置者名	発電所名(設備番号)	所在地	炉型	出力 (万kW)	運転終了年月日等	
廃止決定・ 廃止措置中	日本原子力発電(株)	東海	茨城県那珂郡東海村	GCR	16.6	1998-03-31	
		敦賀(1号)	福井県敦賀市	BWR	35.7	2015-04-27	
	東北電力(株)	女川原子力(1号)	宮城県牡鹿郡女川町、石巻市	〃	52.4	2018-12-21	
		東京電力	福島第一原子力(1号)	福島県双葉郡大熊町、双葉町	〃	46.0	2012-04-19
	ホールディングス(株)	〃	(2号)	〃	〃	78.4	2012-04-19
		〃	(3号)	〃	〃	78.4	2012-04-19
		〃	(4号)	〃	〃	78.4	2012-04-19
		〃	(5号)	〃	〃	78.4	2014-01-31
		〃	(6号)	〃	〃	110.0	2014-01-31
		福島第二原子力(1号)	福島県双葉郡楢葉町、富岡町	〃	110.0	2019-09-30	
	中部電力(株)	〃	(2号)	〃	〃	110.0	2019-09-30
		〃	(3号)	〃	〃	110.0	2019-09-30
		〃	(4号)	〃	〃	110.0	2019-09-30
		浜岡原子力(1号)	静岡県御前崎市	〃	54.0	2009-01-30	
	関西電力(株)	〃	(2号)	〃	〃	84.0	2009-01-30
		美浜(1号)	福井県三方郡美浜町	PWR	34.0	2015-04-27	
		〃	(2号)	〃	〃	50.0	2015-04-27
		大飯(1号)	福井県大飯郡おおい町	〃	117.5	2018-03-01	
	中国電力(株)	〃	(2号)	〃	〃	117.5	2018-03-01
		島根原子力(1号)	島根県松江市	BWR	46.0	2015-04-30	
	四国電力(株)	伊方(1号)	愛媛県西宇和郡伊方町	PWR	56.6	2016-05-10	
		〃	(2号)	〃	〃	56.6	2018-05-23
	九州電力(株)	玄海原子力(1号)	佐賀県東松浦郡玄海町	〃	55.9	2015-04-27	
〃		(2号)	〃	〃	55.9	2019-04-09	
日本原子力研究開発機構	新型転換炉原型炉	ふげん	福井県敦賀市	ATR (原型炉)	16.5	2003-03-29	
	高速増殖炉	もんじゅ	〃	FBR (原型炉)	28.0	2018-03-28 廃止措置計画認可	

(注) BWR: 沸騰水型軽水炉
PWR: 加圧水型軽水炉
ABWR: 改良型沸騰水型軽水炉
APWR: 改良型加圧水型軽水炉
ATR: 新型転換炉
FBR: 高速増殖炉
GCR: ガス冷却炉

(出典) 日本原子力産業協会「日本の原子力発電炉(運転中、建設中、建設準備中など)」等に基づき作成

(2) 我が国における核燃料物質在庫量一覧

① 原子炉等規制法上の規制区分別内訳

2020年12月31日現在
()内は2019年12月31日現在

核燃料物質の区分 ^{注1} 原子炉等規制 法上の規制区分 ^{注2}	天然ウラン (t)	劣化ウラン (t)	トリウム (t)	濃縮ウラン		プルトニウム (kg)
				U(t)	U-235(t)	
加工	463 (469)	11,839 (11,840)	0 (0)	1,367 (1,431)	55 (58)	- (-)
試験研究用等 原子炉	31 (31)	63 (63)	0 (0)	34 (34)	2 (2)	1,842 (1,842)
実用発電用 原子炉	370 (393)	3,324 (3,279)	- (-)	17,381 (17,394)	352 (361)	150,060 (147,315)
研究開発段階 発電用原子炉	- (-)	95 (95)	- (-)	3 (3)	0 (0)	3,306 (3,306)
再処理	2 (2)	597 (597)	0 (0)	3,472 (3,472)	33 (33)	30,659 (30,660)
使用	121 (121)	252 (252)	5 (5)	48 (48)	1 (1)	3,999 (4,002)
原子力利用 国際規制物資使用者	0 (0)	0 (0)	0 (0)			
非原子力利用 国際規制物資使用者	0 (0)	0 (0)	0 (0)			
合計 ^{注3}	987 (1,016)	16,171 (16,126)	5 (5)	22,305 (22,383)	443 (454)	189,866 (187,125)

・表中の「-」については在庫を保有していないことを表し、「0」については0.5未満の在庫を保有していることを表す。

注1 原子力基本法及び核燃料物質、核原料物質、原子炉及び放射線の定義に関する政令の規定に基づいている。物理的、化学的な状態によらず区分毎の合計量を記載。

注2 原子炉等規制法に基づき国際規制物資を使用している者の区分。加工事業者(第13条第1項)、試験研究用等原子炉設置者(第23条第1項)、発電用原子炉設置者(第43条の3の5第1項)、再処理事業者(第44条第1項)、核燃料物質の使用者(第52条第1項)、国際規制物資使用者(第61条の3第1項)に区分され、そのうち、発電用原子炉設置者は実用発電用原子炉設置者と研究開発段階発電用原子炉設置者に、国際規制物資使用者は原子力利用国際規制物資使用者と非原子力利用国際規制物資使用者に分類される。製錬事業者(第3条第1項)、使用済燃料貯蔵事業者(第43条の4第1項)及び廃棄事業者(第51条の2第1項)は施設数が0のため記載せず。

注3 四捨五入の関係により、合計が一致しない場合がある。

(出典)第8回原子力規制委員会資料4 原子力規制庁「我が国における2020年の保障措置活動の実施結果について」(2021年)

② 国籍区分別内訳

2020年12月31日現在
()内は2019年12月31日現在

国籍の区分 核燃料物質の区分 ^注	天然ウラン (t)	劣化ウラン (t)	トリウム (t)	濃縮ウラン		プルトニウム (kg)
				U(t)	U-235(t)	
アメリカ	80 (85)	3,750 (3,719)	1 (1)	16,107 (16,166)	313 (321)	135,770 (133,880)
イギリス	13 (13)	447 (447)	0 (0)	2,325 (2,333)	45 (46)	20,372 (20,150)
フランス	36 (36)	6,507 (6,507)	0 (0)	6,089 (6,093)	99 (101)	59,268 (59,156)
カナダ	676 (691)	5,293 (5,265)	0 (0)	5,723 (5,745)	101 (103)	55,096 (54,407)
オーストラリア	20 (20)	1,031 (1,031)	- (-)	4,011 (4,030)	80 (83)	31,548 (30,968)
中国	27 (27)	254 (253)	- (-)	277 (277)	7 (7)	2,237 (2,199)
ユーラトム	49 (49)	6,509 (6,509)	0 (0)	8,120 (8,135)	175 (178)	23,729 (23,037)
カザフスタン	- (-)	- (-)	- (-)	37 (37)	1 (1)	- (-)
韓国	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
ベトナム	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
ヨルダン	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
ロシア	- (-)	- (-)	- (-)	67 (67)	3 (3)	- (-)
トルコ	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
UAE	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
インド	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
IAEA	1 (1)	2 (2)	- (-)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
その他	168 (180)	2,075 (2,063)	4 (4)	358 (360)	8 (8)	4,231 (4,094)

・ 二国間原子力協定及びIAEAウラン供給協定の対象となる核燃料物質の量を締約国毎に記載。なお、複数の協定の対象となる核燃料物質は、それぞれの供給当事国区分に重複して計上。

・ 表中「-」については在庫を保有していないことを表し、「0」については0.5未満の在庫を保有していることを表す。

注 原子力基本法及び核燃料物質、核原料物質、原子炉及び放射線の定義に関する政令の規定に基づいている。物理的・化学的状況によらず区分毎の合計量を記載。

(出典) 第8回原子力規制委員会資料4 原子力規制庁「我が国における2020年の保障措置活動の実施結果について」(2021年)

③ 2020年における国内に保管中の分離プルトニウムの期首・期末在庫量と増減内訳

単位:kgPu

<合計> (注1)		
	炉内に装荷し照射した総量	—
	各施設の受払量	0
	各施設内工程での増減量	△ 6
	増減	△ 6

【日本原子力研究開発機構再処理施設】			
再処理の分離・精製工程から混合転換の原料貯蔵庫まで (注1)			
令和2年1月1日 (令和元年末)現在の在庫量		195	
増減内訳	受入による増量(令和2年一年間の搬入量)	0	
	払出による減量(令和2年一年間の搬出量)	△ 0	
	再処理施設内工程での増減量 (注2)	△ 2	
	詳細内訳	保管廃棄	△ 2.2
		保管廃棄再生	0.0
		核的損耗	△ 0.1
測定済廃棄		△ 0.0	
	在庫差	△ 0.1	
令和2年12月末現在の在庫量		193	

【日本原子力研究開発機構プルトニウム燃料加工施設】			
混合酸化物(MOX)の粉末原料から燃料集合体に仕上げるまで (注1)			
令和2年1月1日 (令和元年末)現在の在庫量		3,918	
増減内訳	受入による増量(令和2年一年間の搬入量)	0	
	払出による減量(令和2年一年間の搬出量)	△ 0	
	燃料加工施設内工程での増減量 (注2)	△ 3	
	詳細内訳	核的損耗	△ 1.1
		在庫差	△ 1.6
令和2年12月末現在の在庫量		3,916	

【原子炉施設等】		
「常陽」、「もんじゅ」、「実用発電炉」及び「研究開発施設」(注1)		
令和2年1月1日 (令和元年末)現在の在庫量		1,143
増減内訳	受入による増量(令和2年一年間の搬入量)	2
	炉内に装荷し照射したことによる減量(令和2年一年間の装荷し照射した量)	—
	払出による減量(令和2年一年間の搬出量)	△ 2
	原子炉施設等内での増減量 (注2)	△ 0
	詳細内訳	保管廃棄 等
令和2年12月末現在の在庫量		1,143

【日本原燃株式会社再処理施設】		
再処理の分離・精製工程から混合転換の原料貯蔵庫まで ^(注1)		
令和2年1月1日（令和元年末）現在の在庫量		3,603
増減 内訳	受入による増量(令和2年一年間の搬入量)	0
	払出による減量(令和2年一年間の搬出量)	△ 0
	再処理施設内工程での増減量 ^(注2)	△ 1
	詳細 内訳	
	保管廃棄	△ 0.1
	核的損耗	△ 0.6
	在庫差	△ 0.5
令和2年12月末現在の在庫量		3,602

(注1) 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。「△」は、減量を示す。

(注2) 各施設内工程での増減量の内訳には、施設への受入れ、施設からの払出し以外の計量管理上の在庫変動(受払間差異、保管廃棄、保管廃棄再生、核的損耗、測定済廃棄等)及び在庫差がある。これらの定義は以下のとおりであり、計量管理上、国際的にも認められている概念である。なお、この表中では、プルトニウムの増減をわかりやすく示す観点から、在庫量が減少する場合には負(△)、増加する場合には正(符号なし)の量として示している。そのため、計量管理上の表記と異なる場合があるので注意されたい。

- 受 払 間 差 異:異なる施設間で核燃料物質の受渡しが行われた際の、受入側の測定値から払出し側が通知した値を引いた値。
- 保 管 廃 棄:使用済燃料溶解液から核燃料物質を回収する過程で発生する高放射性廃液や低放射性廃液等に含まれるプルトニウムなど、当面回収できない形態と認められる核燃料物質を保管する場合に、帳簿上の在庫から除外された量。
- 保 管 廃 棄 再 生:保管廃棄された核燃料物質のうち、再び帳簿上の在庫に戻された量。
- 核 的 損 耗:核燃料物質の自然崩壊により損耗(減少)した量。
- 測 定 済 廃 棄:測定され又は測定に基づいて推定され、かつ、その後の原子力利用に適さないような態様(ガラス固化体等)で廃棄された量。
- 在 庫 差:実在庫確認時に実際の測定により確定される「実在庫量」から「帳簿上の在庫量」を引いた値。測定誤差やプルトニウムを粉末や液体で扱う施設においては、機器等への付着等のため、発生する。

(注3) 令和2年には、「受入による増量」及び「払出による減量」として、安全上の確認、安定化処理、分析などのために異なる施設間で分離プルトニウムを受払いしたことによる増減があった。

(出典)第21回原子力委員会資料第1号「令和2年における我が国のプルトニウム管理状況」(2021年)

⑤ 原子炉施設等における保管プルトニウム・装荷プルトニウムの内訳

原子炉名等	保管プルトニウム ^(注1) (未照射分離プルトニウム量)		うち、炉内に装荷されているプルトニウム ^(注2) (未照射分離プルトニウム量)		うち、核分裂性 プルトニウム量 (kgPu)	
	(kgPu)	うち、核分裂性 プルトニウム量 (kgPu)	(kgPu)	うち、核分裂性 プルトニウム量 (kgPu)	(kgPu)	うち、核分裂性 プルトニウム量 (kgPu)
日本原子力研究開発機構	134	98	—	—	261	184
常陽	280	191	164	112	1,066	745
もんじゅ	—	—	—	—	210	143
東京電力ホールディングス(株)	205	138	—	—	—	—
柏崎刈羽原子力発電所3号機	—	—	—	—	—	—
中部電力(株)	213	145	—	—	—	—
浜岡原子力発電所4号機	—	—	—	—	—	—
関西電力(株)	—	—	—	—	901	585
高浜発電所3号機	—	—	—	—	887	557
高浜発電所4号機	—	—	—	—	—	—
四国電力(株)	198	136	—	—	633	436
伊方発電所3号機	—	—	—	—	—	—
九州電力(株)	—	—	—	—	801	516
玄海原子力発電所3号機	—	—	—	—	—	—
大洗研究所	87	72	—	—	—	—
重水臨界実験装置	—	—	—	—	—	—
原子力科学研究所	15	11	—	—	—	—
定常臨界実験装置及び過渡臨界実験装置	—	—	—	—	—	—
日本原子力研究開発機構	—	—	—	—	—	—
その他の研究開発施設	11	9	—	—	—	—

(注1) 令和2年末の未照射分離プルトニウム量。

(注2) 令和2年末の未照射分離プルトニウムのうち、炉内に装荷されているプルトニウム量。

(注3) 令和2年末時点で炉内に装荷中のMOX燃料の未照射時点でのプルトニウム量を記載。なお、定期事業者検査のため、一時MOX燃料を炉外に移動し保管されている場合もある。

参考データ(令和2年末)

原子炉施設等に貯蔵されている使用済燃料等に含まれるプルトニウム 149,550kgPu

再処理施設に貯蔵されている使用済燃料に含まれるプルトニウム 26,734kgPu

放射性廃棄物に微量含まれるプルトニウム等、当回収できないと認められているプルトニウム 135kgPu

(出典) 第21回原子力委員会資料第1号「令和2年における我が国のプルトニウム管理状況」(2021年)

⑥ プルトニウム国際管理指針に基づき IAEA を通じて公表する 2020 年末における我が国のプルトニウム保有量

()内は令和元年末の公表値

民生未照射プルトニウム年次保有量 *1

(単位:tPu)

1. 再処理工場製品貯蔵庫中の未照射分離プルトニウム	3.8	(3.8)
2. 燃料加工又はその他製造工場又はその他の場所での製造又は加工中未照射分離プルトニウム及び未照射半加工又は未完成製品に含まれるプルトニウム	3.5	(3.5)
3. 原子炉又はその他の場所での未照射MOX燃料(炉内に装荷された照射前を含む)又はその他加工製品に含まれる未照射プルトニウム	1.5	(1.5)
4. その他の場所で保管される未照射分離プルトニウム	0.1	(0.1)
[上記 1-4 の合計値]*2	[8.9	(8.9)]
(i)上記 1-4 のプルトニウムのうち所有権が他国であるもの	0	(0)
(ii)上記 1-4 のいずれかの形態のプルトニウムであって他国に存在し、上記 1-4 には含まれないもの	37.2*3	(36.6*3)
(iii)上記 1-4 のいずれかの形態のプルトニウムであって、国際輸送中で受領国へ到着前のものであり、上記 1-4 には含まれないもの	0	(0)

使用済民生原子炉燃料に含まれるプルトニウム推定量 *4

(単位:tPu)

1. 民生原子炉施設における使用済燃料に含まれるプルトニウム	149	(146)
2. 再処理工場における使用済燃料に含まれるプルトニウム	27	(27)
3. その他の場所で保有される使用済燃料に含まれるプルトニウム	<0.5	(<0.5)
[上記 1-3 の合計値]*5	[176	(172)]
(定義)		
1: 民生原子炉施設から取り出された燃料に含まれるプルトニウムの推定量		
2: 再処理工場で受け入れた燃料のうち、未だ再処理されていない燃料に含まれているプルトニウムの推定量		

*1; 100kg単位で四捨五入した値。

*2, *5; 合計値はいずれも便宜上算出したものであり、IAEAの公表対象外。

*3; 再処理施設に保管されているプルトニウムについては、Pu241の核的損耗を考慮した値。

*4; 1,000kg単位で四捨五入した値。

(出典)第21回原子力委員会資料第1号「令和2年における我が国のプルトニウム管理状況」(2021年)

(4) 原子力関連年表 (2020年4月～2021年3月)

・ 2020年

月日	国内	国際
4.1	原子力規制庁が新たな検査制度「原子力規制検査」の運用を開始	
4.2	経済産業省が国際原子力機関（IAEA）による「東京電力福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水管理の進捗状況及び多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会報告書に係るフォローアップレビュー報告書」を公表	
4.6	資源エネルギー庁が「第1回多核種除去設備等処理水の取扱いに係る『関係者の御意見を伺う場』」を開催（以降10月8日までに計7回実施）	
4.23		<ul style="list-style-type: none"> 米国で大統領が設立したワーキンググループが、原子力分野における米国の主導権回復に向け勧告を示した戦略を公表 フランス政府、2050年のカーボンニュートラル目標達成への道筋を示した改定版「多年度エネルギー計画（PPE）」を公表
5.14		米国エネルギー省（DOE）、民間企業による先進炉の実証支援のためのプログラムの開始を発表
5.21		米国連邦議会上院、原子力規制委員会（NRC）の委員2名の指名を承認
5.22		ロシアのロスアトム、世界初の浮揚式原子力発電所「アカデミック・ロモノソフ」の商業運転を開始
5.27		英国のEDF エナジー社、サイズウェルC原子力発電所の新設事業計画許可である開発合意令（DCO）の発給を政府に申請
5.29	東京電力が福島第二原子力発電所の廃止措置計画認可申請を提出	
6.2		フランスのフラマトム社、米国のBWV テクノロジーズ社の商業用原子力部門の買収完了を発表
6.3	原子力規制委員会が原子力機構の高温工学試験研究炉（HTTR）に係る原子炉設置変更を許可	
6.5	「令和元年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2020）」が閣議決定	
6.10		ブラジルの投資連携プログラム（PPI）審議会、アングラ3号機建設の完了に向けた基本方針を承認
6.18		ロシアのロスアトム、フランスのフラマトム社及び米国のGE スチームパワー社との、ブルガリア・ベレネ原子力発電所の建設に係る覚書締結を発表
6.30		<ul style="list-style-type: none"> フランス電力（EDF）、フェッセンハイム2号機を恒久閉鎖 英国のEDF エナジー社、ムーアサイドサイトにおける欧州加圧水型原子炉（EPR）等の建設を検討することを公表

月日	国内	国際
7.3		ドイツ連邦議会、脱石炭火力発電の行程及び影響緩和策の枠組み等を定める法案を可決
7.10		英国政府、先進モジュール炉 (AMR) 開発に向けた資金援助を行うプロジェクト3件を選定
7.15		インド政府とユーラトム、原子力の平和利用に向けた研究開発 (R&D) に係る協力合意を締結
7.23		米国国際開発金融公社 (USDFC) が原子力プロジェクトへの支援が可能となるように内部文書を改定
7.29	原子力規制委員会が日本原燃(株)の六ヶ所再処理工場に係る事業変更を許可	
8.21	<ul style="list-style-type: none"> 内閣府が「我が国のプルトニウム管理状況」を公表 経済産業省が経済協力開発機構/原子力機関 (OECD/NEA) による最終処分国際ラウンドテーブルの報告書取りまとめについて公表 	
8.26	原子力規制委員会が日本原燃(株)の廃棄物管理施設に係る事業変更を許可	米国のエクセロン社、バイロン・ドレスデン両原子力発電所の2021年における早期閉鎖を発表
8.27		韓国産業通商資源部 (MOTIE) と韓国水力原子力 (KHNP)、廃炉産業の育成及び技術革新の基盤となる廃炉研究所を設立
8.28		米国 NRC、米国のニュースケール・パワー社製小型モジュール炉 (SMR) の設計認証申請 (DC A) 審査を
8.31	原子力委員会が「令和元年度版原子力白書」を公表	
9.2	文部科学省が「『もんじゅ』サイトに設置する試験研究炉の炉型及び今後の検討の進め方について」を公表	中国国務院、第3世代原子炉「華龍1号」を新設するプロジェクト2件を承認
9.3		フランス政府、コロナ禍からの経済再生策として、SMR 開発等の原子力分野に資金を投じる方針を発表
9.8		ポーランド政府、2040年までに原子炉6基の建設を目指す計画を発表
9.11		米国 NRC、米国のニュースケール・パワー社製 SMR に標準設計承認 (SDA) を発給
9.16	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制委員会が四国電力(株)伊方発電所における使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に関する設置変更を許可 (株)日立製作所が英国における原子力発電所新設プロジェクトの事業運営からの撤退を発表 	
10.7	原子力規制委員会が四国電力(株)伊方発電所2号機の廃止措置計画を認可	
10.9	<ul style="list-style-type: none"> 北海道寿都町が文献調査に応募 北海道神恵内村が国からの文献調査の申入れを受諾 	

月日	国内	国際
10.16	原子力機構が英国国立原子力研究所 (NNL) と締結している包括的な技術協力取決めを改定し、高温ガス炉技術分野での技術開発協力を開始	
10.19		米国とポーランド、ポーランドにおける原子力発電所建設に向けた戦略協定締結で合意
10.21	内閣府・文部科学省・経済産業省が核燃料サイクル協議会を開催し青森県と意見交換	
10.23		米国とブルガリア、民生用原子力分野における連携強化に係る了解覚書を締結
10.26	菅内閣総理大臣が所信表明演説において「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする」方針を宣言	ルーマニアとフランス、ルーマニアのチェルナボータ3、4号機の改修等を目的とした、原子力分野の戦略的パートナーシップに係る宣言文書に署名
11.2	内閣府が「新型コロナウイルス感染拡大を踏まえた感染症の流行下での原子力災害時における防護措置の実施ガイドライン」を公表	米国のホルテック・インターナショナル社、同社製使用済燃料の乾式貯蔵・移送技術「HI-STORM UMAX」の導入に向け日立 GE ニュークリア・エナジー (株) と覚書を締結したと発表
11.4		英国カンブリア州のコーブランド市が、地層処分施設のサイト選定プロセスにおいてワーキンググループを設置
11.5		エストニア政府、原子力発電の導入を検討するワーキンググループの設置を発表
11.8		英国のロールスロイス社、自社製小型モジュール炉 (UKSMR) の英国内外における運転可能性の検討に向け、米国のエクセロン社との覚書締結を発表
11.9		英国のロールスロイス社、UKSMR のチェコでの建設可能性の検討に向け、チェコ電力との覚書締結を発表
11.11	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制委員会がリサイクル燃料貯蔵 (株) リサイクル燃料備蓄センター (むつ中間貯蔵施設) の事業変更を許可 九州電力 (株) 川内原子力発電所1号機で、全国初となる特定重大事故等対処施設が運用を開始 	
11.13		カナダのオンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社、ダーリントン原子力発電所サイトにおける SMR の建設計画を公表
11.16		カナダの天然資源省 (NRCan)、放射性廃棄物政策の近代化に様々なステークホルダーが関与して取り組むプロセスを開始
11.17	北海道寿都町と神恵内村において文献調査を開始	
11.18	宮城県知事が東北電力 (株) 女川原子力発電所2号機再稼働への同意を正式回答	英国政府、コロナ禍からの復興に向けた、先進原子力技術への投資を含むグリーンリカバリー計画を発表
11.23		米国 NRC、米国のエンタジー社のインディアンポイント 1~3 号機の廃止措置に向けたライセンス譲渡を承認

月日	国内	国際
11. 24	川崎重工業(株)、原子力事業を(株)アトックスに譲渡する基本合意の覚書を締結	
11. 27	<ul style="list-style-type: none"> 原子力機構が「イノベーション創出戦略 改定版」を公表 原子力機構が英国原子力規制局(OBR)と高温ガス炉の安全性に関する情報交換のための取決めを締結 	中国核工業集团公司(CNNC)、第3世代炉・華龍1号の世界初号機である福清5号機を送電網へ並列
11. 30		スウェーデンのバッテンフォール社、エストニアのフェルミ・エネルギー社との、エストニアにおけるSMR導入への協力強化に向けた基本合意書(LOI)の締結を発表
12. 4	大阪地方裁判所が関西電力(株)大飯発電所3号機及び4号機の設置変更許可を取り消す判決	フランスのオラノ社と韓国KHNP、韓国及び欧州における原子力施設の廃止措置向上を目的とした協力協定を締結
12. 9	原子力規制委員会が日本原燃(株)のMOX燃料加工工場に係る事業変更を許可	
12. 14		英国政府、大型炉の建設やSMR及びAMRの開発推進を明記したエネルギー白書を公表
12. 15	岡芳明原子力委員会委員長が退任	
12. 16	上坂充原子力委員会委員長が着任、佐野利男原子力委員が再任	米国DOE、先進炉実証プログラム(ARDP)の「将来の実証のためのリスク低減プロジェクト」における資金提供先5社を公表
12. 18		カナダNRCan、2020年代後半の運転開始に向けたSMRアクションプランを公表
12. 21		チェコ政府、放射性廃棄物の地層処分場の候補地4か所を承認
12. 25	政府が「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を公表	

- 2021年

月日	国内	国際
1. 14		英国カンブリア州のアラデル市が、地層処分施設のサイト選定プロセスにおいてワーキンググループを設置
1. 20	<ul style="list-style-type: none"> 東京電力が英国原子力公社と、原子力発電所等の廃止措置の分野におけるロボット活用に向けた協力で合意 原子力規制委員会が原子力機構人形峠環境技術センター加工の事業の廃止措置計画を認可 	
1. 23		米国 NRC、米国バイデン大統領が NRC 新委員長にハンソン委員を指名したと発表
1. 30		中国が独自開発した第3世代炉・華龍1号の世界初号機となる福清5号機の営業運転を開始
2. 2		ポーランド政府、原子炉の新設計画を含む2040年までのエネルギー政策（PEP2040）を承認
2. 24	原環機構が日本原子力学会のレビューを受けて改訂した「包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－」を公表	
2. 25		<ul style="list-style-type: none"> フランス原子力安全機関（ASN）、国内の90万kW級原子炉の50年間の運転継続は可能との立場を表明 米国連邦議会上院、グランホルム元ミシガン州知事のDOE新長官への指名を承認
2. 26	原子力機構の研究用原子炉「JRR-3」が運転再開	
2. 28	東京電力福島第一原子力発電所3号機、使用済燃料プールからの燃料取り出し完了	
3. 2		英国のロールスロイス社、エストニアのフェルミ・エネルギー社とSMR導入を検討する協力覚書を締結
3. 3		OECD/NEA、東電福島第一原発事故後の10年に関する包括的な報告書を公表
3. 4	原子力機構及び日本原子力発電（株）が、「原子力災害時における相互協力に関する基本協定」を締結	韓国 MOTIE、原子力輸出諮問委員会の設置を発表
3. 5	原子力規制委員会が東電福島第一原発事故の調査・分析に係る中間取りまとめを公表	<ul style="list-style-type: none"> ドイツ連邦政府と電気事業者4社、脱原子力に係る金銭的補償で合意 ロシアのロスアトム、2045年までに国内で原子炉24基の新設が必要と発表
3. 8		エストニアのフェルミ・エネルギー社、米国のGE日立ニュークリア・エナジー社とSMR導入に係る協力協定を締結

月日	国内	国際
3.9	『第2期復興・創生期間』以降における東日本大震災からの復興の基本方針』が閣議決定	<ul style="list-style-type: none"> 国連科学委員会 (UNSCEAR) が東電福島第一原発事故後 10 年を受け報告書を公表、放射線被ばくが直接の原因となる健康影響が将来見られる可能性は低いと言及 アラブ首長国連邦 (UAE) の原子力規制庁 (FANR)、バラカ原子力発電所 2 号機の運転許可を NAWAH エナジー社に発給したと発表
3.11		国連欧州経済委員会 (UNECE)、持続可能な発展に向けた原子力導入に関する報告書を公表
3.16		韓国 KHNP 等 4 社、エジプト・ダバ原子力発電所新設プロジェクトに参画
3.17	原子力規制委員会が原子力機構の軽水臨界実験装置 (TCA) 施設及び材料試験炉 (JMTR) 施設の廃止措置計画を認可	
3.18	<ul style="list-style-type: none"> 広島高等裁判所が四国電力 (株) 伊方発電所 3 号機の運転差止仮処分命令の取消を決定 水戸地方裁判所が日本原子力発電 (株) 東海第二発電所の運転差止請求を認める判決 原子力機構が OECD/NEA の国際的な照射試験フレームワーク (FIDES) への参加を発表 	<ul style="list-style-type: none"> カナダ連邦政府がニューブランズウィック州で実施される SMR の開発や実用化に向けたプロジェクトに対して資金支援を実施することを公表 韓国の使用済燃料管理政策再検討委員会、使用済燃料管理に関する政府への勧告を公表
3.19		フランス大統領及び東欧 6 か国の首相、欧州委員会 (EC) に書簡を送付し、欧州連合 (EU) の地球温暖化防止の取組における原子力の役割を強調
3.22		韓国 KHNP と UAE の原子力公社 (ENEC)、UAE で営業運転を開始する韓国国産炉 APR1400 の研究開発・技術交流に係る覚書を締結
3.23	「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」第 1 回コンソーシアム会議が開催され、検討が開始	
3.26	<ul style="list-style-type: none"> 原環機構が「NUMO 寿都交流センター」と「NUMO 神恵内交流センター」、「札幌事務所」を開設 「第 6 期科学技術・イノベーション基本計画」が閣議決定 	
3.31	<ul style="list-style-type: none"> 原子力機構が高速炉臨界実験装置 (FCA) 施設の廃止措置計画の認可を原子力規制委員会に申請 「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法の一部を改正する法律」が公布 	

6 世界の原子力発電の状況

(1) 世界の原子力発電の状況 (2021年3月時点)

(MWe、グロス電気出力)

国地域	原子力による 年間発電量 (2019年)	原子力 発電比率 (2019年)	運転中		建設中		計画中	
	TWh	%	出力	基数	出力	基数	出力	基数
1 米国	809.4	19.7	96,553	94	2,500	2	2,550	3
2 フランス	382.4	70.6	61,370	56	1,650	1	0	0
3 中国	330.1	4.9	47,498	49	18,453	17	41,885	38
4 ロシア	195.5	19.7	28,578	38	2,510	2	21,380	21
5 韓国	138.8	26.2	23,172	24	5,600	4	0	0
6 カナダ	94.9	14.9	13,554	19	0	0	0	0
7 ウクライナ	78.1	53.9	13,107	15	1,900	2	0	0
8 ドイツ	71.9	12.4	8,113	6	0	0	0	0
9 日本	65.7	7.5	31,679	33	2,756	2	1,385	1
10 スウェーデン	64.4	34.0	6,859	6	0	0	0	0
11 スペイン	55.9	21.4	7,121	7	0	0	0	0
12 英国	51.0	15.6	8,923	15	3,440	2	3,340	2
13 ベルギー	41.4	47.6	5,930	7	0	0	0	0
14 インド	40.7	3.2	6,885	23	4,600	6	10,500	14
15 台湾	31.1	13.4	3,844	4	0	0	0	0
16 チェコ	28.6	35.2	3,932	6	0	0	1,200	1
17 スイス	25.4	23.9	2,960	4	0	0	0	0
18 フィンランド	22.9	34.7	2,794	4	1,720	1	1,250	1
19 ブルガリア	15.9	37.5	2,006	2	0	0	1,000	1
20 ハンガリー	15.4	49.2	1,902	4	0	0	2,400	2
21 ブラジル	15.2	2.7	1,884	2	1,405	1	0	0
22 スロバキア	14.2	53.9	1,814	4	942	2	0	0
23 南アフリカ	13.6	6.7	1,860	2	0	0	0	0
24 メキシコ	10.9	4.5	1,552	2	0	0	0	0
25 ルーマニア	10.4	18.5	1,300	2	0	0	1,440	2
26 パキスタン	9.1	6.6	2,332	6	1,100	1	1,170	1
27 アルゼンチン	7.9	5.9	1,641	3	29	1	1,150	1
28 イラン	5.9	1.8	915	1	1,057	1	1,057	1
29 スロベニア	5.5	37.0	688	1	0	0	0	0
30 オランダ	3.7	3.2	482	1	0	0	0	0
31 アルメニア	2.0	27.8	375	1	0	0	0	0
32 UAE	0	0	1,345	1	4,200	3	0	0
33 ベラルーシ	0	0	1,110	1	1,194	1	0	0
34 トルコ	0	0	0	0	3,600	3	1,200	1
35 バングラデシュ	0	0	0	0	2,400	2	0	0
36 エジプト	0	0	0	0	0	0	4,800	4
37 ウズベキスタン	0	0	0	0	0	0	2,400	2
合計	2,657	10.1	394,078	443	61,056	54	100,107	96

(注1)原子力発電比率は、総発電量に占める原子力による発電量の割合。

(注2)WNAの集計によるデータであり、5(1)「我が国の原子力発電所の現状(2021年3月時点)」に示した日本原子力産業協会のデータに基づく表の基数と整合しない部分があります。

(出典)世界原子力協会(WNA)「World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements」に基づき作成

(2) 世界の原子力発電所の運転開始・着工・閉鎖の推移（2010年以降）

年	営業運転開始		建設開始		閉鎖（運転終了）	
	基	国地域（原子炉）	基	国地域（原子炉）	基	国地域（原子炉）
2010年	5	中、中、印、印、露	16	日、中、中、中、中、中、中、中、中、中、中、中、印、露、露、伯	1	仏
2011年	4	中、韓、印、パキ	4	印、印、パキ、パキ	13	日、日、日、日、独、独、独、独、独、独、英
2012年	4	中、韓、韓、露	7	中、中、中、中、韓、露、UAE	3	英、英、加
2013年	3	中、中、イラン	10	米、米、米、米、中、中、中、韓、UAE、ベラルーシ	6	日、日、米、米、米、米
2014年	6	中、中、中、中、中、印	3	UAE、ベラルーシ、アルゼンチン	1	米
2015年	8	中、中、中、中、中、中、韓、露	8	中、中、中、中、中、中、UAE、パキ	7	日、日、日、日、日、独、英
2016年	12	米、中、中、中、中、中、中、中、韓、露、パキ、アルゼンチン	3	中、中、パキ	4	日、米、瑞典、露
2017年	5	中、中、印、パキ、露	4	韓、印、印、バングラ	5	日、独、瑞典、西、韓
2018年	9	中、中、中、中、中、中、中、露、露	5	英、韓、露、バングラ、トルコ	7	日、日、日、日、米、台、露
2019年	5	中、中、中、韓、露	5	英、中、中、露、イラン	13	日、日、日、日、日、米、米、独、瑞典、瑞西、韓、台、露
2020年	3	中、露、露	5	中、中、中、中、トルコ	6	米、米、仏、仏、瑞典、露

(注1) 2013年に建設が開始された米国の4基のうち2基は、その後建設が中止された。

(注2) 中：中国、印：インド、露：ロシア、日：日本、伯：ブラジル、仏：フランス、韓：韓国、パキ：パキスタン、独：ドイツ、英：英国、加：カナダ、米：米国、瑞典：スウェーデン、バングラ：バングラデシュ、西：スペイン、台：台湾、瑞西：スイス

(出典) 日本原子力産業協会「世界の最近の原子力発電所の運転・建設・廃止動向」、IAEA-PRIS (Power Reactor Information System) に基づき作成

(3) 世界の原子力発電所の設備利用率の推移

単位：％（ ）内は基数

暦年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
国名又は地域名															
米国	91.1(103)	90.8(103)	92.2(104)	91.4(104)	90.3(104)	91.2(104)	89.0(104)	86.5(104)	90.1(104)	91.8(100)	92.1(99)	92.4(100)	91.8(99)	92.6(99)	93.2(98)
フランス	77.8(59)	77.6(59)	75.8(59)	75.6(59)	70.7(59)	74.1(59)	76.6(58)	76.0(58)	76.6(58)	79.6(58)	78.6(58)	71.5(58)	70.4(58)	73.0(58)	71.0(58)
日本	69.7(54)	70.2(55)	64.4(55)	58.0(55)	64.7(56)	68.3(54)	38.0(54)	4.3(50)	3.5(50)	0.0(48)	1.2(48)	8.0(43)	8.4(42)	16.3(42)	20.6(38)
中国	87.2(9)	87.9(9)	87.5(11)	88.1(11)	88.9(11)	90.4(13)	88.2(14)	89.2(15)	89.5(17)	86.9(22)	87.4(27)	89.6(35)	89.2(37)	90.6(43)	89.5(46)
ロシア	73.4(31)	75.9(31)	77.7(31)	79.6(31)	80.2(31)	81.5(32)	81.5(32)	80.6(32)	81.0(33)	81.0(33)	85.7(34)	82.2(35)	82.2(35)	77.9(37)	78.3(36)
韓国	95.1(20)	92.3(20)	89.4(20)	93.1(20)	91.1(20)	90.9(20)	90.4(21)	81.6(23)	75.8(23)	85.7(23)	84.6(24)	79.4(24)	71.1(25)	64.6(24)	68.1(25)
カナダ	81.3(18)	83.7(18)	79.8(18)	79.9(18)	77.3(18)	77.6(18)	80.0(18)	79.1(20)	81.1(19)	85.0(19)	81.4(19)	80.8(19)	80.5(19)	79.1(19)	79.9(19)
ウクライナ	74.2(14)	73.9(15)	76.0(15)	73.4(15)	67.9(15)	73.1(15)	73.9(15)	75.2(15)	76.5(15)	77.5(15)	74.0(15)	67.9(15)	70.8(15)	67.9(15)	67.4(15)
ドイツ	86.3(18)	89.1(17)	74.4(17)	78.4(17)	71.2(17)	74.1(17)	68.9(17)	90.5(9)	88.6(9)	89.0(9)	89.7(7)	86.3(8)	78.4(8)	88.1(7)	87.1(7)
英国	72.6(23)	66.9(23)	63.1(19)	54.2(19)	70.9(19)	64.0(19)	71.1(19)	77.1(18)	78.8(16)	70.3(16)	77.1(16)	82.6(15)	81.5(15)	75.7(15)	65.6(15)
スウェーデン	87.1(11)	82.8(10)	81.3(10)	77.6(10)	63.5(10)	68.4(10)	71.2(10)	74.5(10)	76.6(10)	74.7(10)	64.9(10)	71.2(10)	81.0(9)	86.9(8)	85.1(8)
スペイン	82.7(9)	87.5(9)	80.8(8)	86.3(8)	77.5(8)	90.1(8)	83.2(8)	88.7(8)	84.5(8)	87.9(7)	87.6(7)	89.8(7)	89.0(7)	85.5(7)	89.7(7)
ベルギー	89.2(7)	86.9(7)	89.9(7)	84.8(7)	87.6(7)	88.0(7)	88.5(7)	74.1(7)	78.1(7)	61.6(7)	54.4(7)	79.6(7)	77.5(7)	52.2(7)	79.6(7)
インド	67.2(15)	54.2(16)	48.4(17)	39.7(17)	44.5(17)	56.7(19)	75.5(20)	77.3(20)	78.4(20)	80.1(20)	74.5(21)	73.4(21)	64.2(22)	64.6(22)	74.4(22)
台湾	89.8(6)	89.1(6)	90.4(6)	90.4(6)	91.6(6)	91.4(6)	92.5(6)	87.7(6)	90.0(6)	91.5(6)	87.1(6)	90.2(6)	75.0(6)	71.7(6)	85.1(5)
チェコ	76.8(6)	79.7(6)	78.7(6)	78.5(6)	80.0(6)	82.1(6)	81.9(6)	86.0(6)	86.4(6)	83.8(6)	73.6(6)	65.6(6)	77.5(6)	81.8(6)	82.7(6)
スイス	78.4(5)	93.5(5)	93.9(5)	92.9(5)	92.6(5)	89.4(5)	89.9(5)	84.8(5)	86.0(5)	90.8(5)	76.0(5)	69.4(5)	67.1(5)	83.8(5)	87.0(5)
フィンランド	95.7(4)	93.5(4)	95.3(4)	93.1(4)	95.7(4)	92.3(4)	93.2(4)	91.0(4)	93.5(4)	93.7(4)	92.3(4)	91.8(4)	88.7(4)	90.1(4)	93.6(4)
ブルガリア	72.9(4)	76.1(4)	82.0(2)	88.1(2)	85.2(2)	85.3(2)	91.4(2)	88.5(2)	86.7(2)	88.8(2)	86.5(2)	88.3(2)	86.8(2)	88.6(2)	89.4(2)
ブラジル	55.2(2)	78.0(2)	74.1(2)	85.2(2)	74.5(2)	83.5(2)	89.6(2)	92.0(2)	83.9(2)	87.1(2)	84.2(2)	90.0(2)	89.6(2)	89.1(2)	92.3(2)
ハンガリー	84.7(4)	81.4(4)	87.2(4)	86.2(4)	87.6(4)	88.6(4)	88.9(4)	89.0(4)	86.5(4)	88.1(4)	89.1(4)	90.5(4)	90.9(4)	88.6(4)	91.3(4)
南アフリカ	77.6(2)	63.9(2)	79.9(2)	80.6(2)	73.4(2)	81.8(2)	80.9(2)	77.4(2)	84.0(2)	90.8(2)	67.4(2)	93.4(2)	92.6(2)	65.0(2)	83.5(2)
スロバキア	76.4(6)	77.6(6)	79.5(5)	85.3(5)	86.3(4)	86.8(4)	90.2(4)	90.4(4)	92.0(4)	90.7(4)	89.7(4)	87.0(4)	89.0(4)	87.5(4)	90.0(4)
アルゼンチン	77.8(2)	87.3(2)	82.1(2)	83.4(2)	92.7(2)	81.7(2)	72.0(2)	71.9(2)	74.3(2)	95.8(2)	87.6(2)	46.5(3)	40.5(3)	45.1(3)	55.4(3)
メキシコ	86.6(2)	87.3(2)	83.5(2)	82.0(2)	88.8(2)	49.1(2)	81.8(2)	62.6(2)	97.6(2)	78.4(2)	88.0(2)	76.5(2)	77.6(2)	96.8(2)	79.9(2)
ルーマニア	89.1(1)	90.2(1)	95.8(2)	90.5(2)	95.0(2)	94.0(2)	94.9(2)	92.6(2)	93.5(2)	94.1(2)	93.8(2)	91.0(2)	92.8(2)	91.9(2)	90.9(2)
イラン	—	—	—	—	—	—	—	—	95.1(1)	56.4(1)	64.4(1)	73.9(1)	80.0(1)	77.5(1)	72.5(1)
パキスタン	64.7(2)	68.4(2)	62.0(2)	46.6(2)	70.8(2)	68.8(2)	68.1(3)	84.3(3)	72.8(3)	77.4(3)	72.8(3)	85.1(4)	87.8(5)	82.6(5)	80.3(5)
スロベニア	97.7(1)	91.3(1)	93.0(1)	102.1(1)	93.6(1)	92.2(1)	97.9(1)	86.5(1)	83.0(1)	100(1)	88.5(1)	89.2(1)	98.5(1)	90.6(1)	91.3(1)
オランダ	95.7(1)	82.5(1)	94.6(1)	92.9(1)	95.5(1)	88.9(1)	92.8(1)	86.9(1)	63.7(1)	91.2(1)	90.5(1)	87.8(1)	75.6(1)	78.3(1)	86.8(1)
アルメニア	76.0(1)	73.5(1)	71.3(1)	68.6(1)	69.7(1)	69.6(1)	71.8(1)	66.4(1)	64.4(1)	67.3(1)	77.4(1)	65.4(1)	71.4(1)	55.8(1)	57.2(1)
リトアニア	91.9(1)	76.5(1)	87.4(1)	87.8(1)	96.6(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(出典) IAEA-PRIS (Power Reactor Information System) に基づき作成

(4) 世界の一次エネルギー需要の見通し

単位：Mtoe（石油換算100万t）

種別	国名	日本		米国		欧州連合 (EU)		ロシア		中国		インド	
		2018年度	2030年度	2018年度	2030年度	2018年度	2030年度	2018年度	2030年度	2018年度	2030年度	2018年度	2030年度
石油		166	130	802	758	462	359	144	145	614	699	235	335
		39%	34%	36%	36%	32%	30%	19%	19%	19%	19%	26%	27%
石炭		114	83	321	132	216	74	120	98	1,986	1,945	414	498
		27%	22%	14%	6%	15%	6%	16%	13%	62%	52%	45%	40%
天然ガス		97	71	709	764	324	304	414	417	233	397	52	113
		23%	19%	32%	36%	23%	25%	55%	55%	7%	11%	6%	9%
水力・その他		32	41	177	280	225	326	25	37	301	524	208	261
		8%	11%	8%	13%	16%	27%	3%	5%	9%	14%	23%	21%
原子力		17	55	219	188	199	151	54	57	77	169	10	28
		4%	14%	10%	9%	14%	12%	7%	8%	2%	5%	1%	2%
設備容量 (100万kW)		38	30	105	91	114	91	29	32	46	93	7	16
		426	380	2,228	2,121	1,426	1,214	756	755	3,211	3,735	920	1,237
合計		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(注)2018年の値は実績値。2030年度の予測値は、各国政府の現在の計画を組み込んだIEAの公表政策シナリオ(旧:新政策シナリオ)をベースに試算されたもの。
(出典)IEA「World Energy Outlook 2020」に基づき作成

(5) 世界の原子炉輸出実績

輸出元の国名	炉型	輸出先の国・地域名（最初の原子炉の運転開始年）
米国	沸騰水型軽水炉 (BWR)	イタリア（1964）、オランダ（1969）、インド（1969）、 日本（1970）、スペイン（1971）、スイス（1972）、 台湾（1978）、メキシコ（1990）
	加圧水型軽水炉 (PWR)	ベルギー（1962）、イタリア（1965）、ドイツ（1969）、 スイス（1969）、日本（1970）、スウェーデン（1975）、 韓国（1978）、スロベニア（1983）、台湾（1984）、 ブラジル（1985）、英国（1995）、中国（2018）
英国	黒鉛減速ガス冷却炉 (GCR)	イタリア（1964）、日本（1966）
フランス	GCR	スペイン（1972）
	PWR	ベルギー（1975）、南アフリカ（1984）、韓国（1988）、 中国（1994）
カナダ	カナダ型重水炉 (CANDU 炉)	パキスタン（1972）、インド（1973）、韓国（1983）、 アルゼンチン（1984）、ルーマニア（1996）、中国（2002）
ドイツ	PWR	オランダ（1973）、スイス（1979）、スペイン（1988）、 ブラジル（2001）
	圧力容器型重水炉	アルゼンチン（1974）
スウェーデン	BWR	フィンランド（1979）
ロシア (旧ソ連)	黒鉛減速軽水冷却 沸騰水型原子炉 (RBMK)	ウクライナ（1978）、リトアニア（1985）
	ロシア型加圧水型 原子炉 (VVER)	ブルガリア（1974）、フィンランド（1977）、 アルメニア（1977）、スロバキア（1980）、 ウクライナ（1981）、ハンガリー（1983）、中国（2007）、 イラン（2013）、インド（2014）、ベラルーシ（2020）
中国	PWR	パキスタン（2000）
韓国	PWR	アラブ首長国連邦（2020）

(出典)IAEA「Country Nuclear Power Profiles 2020」、「Power Reactor Information System (PRIS)」に基づき作成

7 世界の原子力に係る基本政策

(1) 北米

① 米国

米国は、2021年3月時点で94基の原子炉が稼働する、世界第1位の原子力発電利用国です。米国では、シェールガス革命により2009年頃から天然ガス価格が低水準で推移しており、原子力発電の経済性が相対的に低下しています。こうした状況は電気事業者の原子力発電の継続や新增設に関する意思決定にも影響を及ぼしています。

米国では2021年1月に、バイデン民主党政権が発足しました。バイデン新大統領は先進的原子力技術をクリーンエネルギーのコスト削減の手段の一つと位置付けています。連邦議会では、おおむね共和・民主両党ともに、原子力発電を支持する姿勢であり、今後も先進炉の開発等に対する連邦政府・議会の支持姿勢は変わらないものと見られています。米国の政府予算は、毎年歳出法を制定することで連邦議会により決定されます。2017年のトランプ前政権の成立後は、原子力分野の研究開発予算について、議会は一貫して政権の予算要求を上回る額を連邦エネルギー省(DOE)に割り当てていました。また、2018年9月には、先進的な原子力技術開発等を促進する「原子力イノベーション能力法」が成立しました。このほかDOEは、「原子力分野のイノベーション加速プログラム(GAIN)」や「革新的原子炉実証プログラム(ARDP)」等を通じた先進炉や小型モジュール炉(SMR)の開発支援や、ボーグル3、4号機建設のために政府の債務保証プログラムを追加適用する手続の推進等の施策を行っています。

米国において、原子力安全規制は原子力規制委員会(NRC)が担っています。NRCは、我が国の新検査制度である原子力規制検査の制度設計においても参考とされた、稼働実績とリスク情報に基づく原子炉監視プロセス(ROP)等を導入することで、合理的な規制の実施に努めています。2019年1月には、NRCに対し予算・手数料の適正化や先進炉のための許認可プロセス確立を指示する「原子力イノベーション・近代化法」が成立しており、規制の側から既存炉・先進炉の開発を支援する取組が進むことが期待されます。また、同年12月にNRCは、ターキーポイント原子力発電所3、4号機に対して2度目となる20年間の運転認可更新を承認しました。米国で80年間運転が承認されたのはこれが初です。2020年3月には、ピーチボトム2、3号機も2度目の運転認可更新が承認されました。なお、産業界の自主規制機関である原子力発電運転協会(INPO)や、原子力産業界を代表する組織である原子力エネルギー協会(NEI)も、原子力の安全性向上のための自主的な取組を進めています。

米国では、民生・軍事起源の使用済燃料や高レベル放射性廃棄物を同一の処分場で地層処分する方針に基づき、ネバダ州ユッカマウンテンでの処分場建設が計画され、ブッシュ政権期の2008年6月にDOEがNRCに建設認可申請を提出しました。しかし、オバマ政権が同プロジェクトを中止する方針を示して以降、膠着状態が続いています。

なお、1977年のカーター民主党政権が使用済燃料の再処理を禁止したことを受けて、米国では再処理は行われておらず、最終処分場も未整備の状況であるため、使用済燃料は事業者が発電所等で貯蔵しています。

② カナダ

カナダは世界有数のウラン生産国の一つであり、世界全体の生産量の約 22%を占めています。カナダでは、2021 年 3 月時点で 19 基の原子炉がオンタリオ州（18 基）とニューブランズウィック州（1 基）で稼働中であり、2019 年の原子力発電比率は約 15%です。原子炉は全てカナダ型重水炉（CANDU 炉）であり、国内で生産される天然ウランを濃縮せずに燃料として使用しています。

各地方政府と電気事業者は、今後の電力需要への対応と気候変動対策の両立手段として原子力利用を重視していますが、近年は、電力需要の伸びの鈍化等も踏まえ、経済性の観点から、原子炉の新增設よりも既存原子炉の改修・寿命延長計画を優先的に進めています。その一方で、SMR の研究開発には力を入れており、2018 年 11 月には州政府や電気事業者等で構成される委員会により、SMR ロードマップが策定されました。ロードマップでは、SMR の実証と実用化、政策と法制度、公衆の関与や信頼、国際的なパートナーシップと市場の 4 分野で、連邦・州政府や事業者等に対して、資金やリスクシェアの体制、効率的な許認可制度の構築等を促す勧告が提示されました。ロードマップの勧告を実現に移すために、2020 年 12 月には連邦政府が SMR 行動計画を公表しました。同計画では、連邦・州政府に加え産学官、自治体、先住民や市民組織等が実施すべき 450 項目が示されています。こうした中、カナダ原子力研究所（CNL）が同研究所の管理サイトにおいて SMR の実証施設建設・運転プロジェクトを進めているほか、安全規制機関であるカナダ原子力安全委員会（CNSC）が、小型炉や先進炉を対象とした許認可前ベンダー設計審査を進めています。

カナダは使用済燃料の再処理を行わない方針を採っており、使用済燃料は原子力発電所サイト内の施設で保管されています。2002 年に核燃料廃棄物法が制定され、処分の実施主体として核燃料廃棄物管理機関（NWMO）が設立されました。NWMO が国民対話等の結果を踏まえて政府に提案し、採用された使用済燃料の長期管理アプローチに基づき、処分サイト選定プロセスが進められており、2021 年 3 月時点では 2 か所の自治体を対象として現地調査が実施されています。

(2) 欧州

欧州連合（EU）では、欧州委員会が 2019 年 12 月に、2050 年までに EU における温室効果ガス排出量を実質ゼロ（気候中立）にすることを目指す政策パッケージ「欧州グリーンディール」を発表しました。2020 年 5 月に発表された新型コロナウイルス感染症の流行からの復興計画「欧州復興計画」もこのグリーンディールを基軸としています。2021 年 3 月時点で、このグリーンディールや欧州復興計画の実施に必要な法令や制度整備の取組が進められており、2030 年までの温室効果ガス排出削減目標についても、従来の 1990 年比 40%から 55%に引き上げる調整が進められています。

温室効果ガスの排出削減方法やエネルギーミックスの選択は各加盟国の判断に委ねられており、原子力発電の位置付けや利用方策について、EU として統一的な方針は示されてい

ません。しかし、2019年11月には、EU議会が第25回国連気候変動枠組条約締約国会議（UNFCCC COP25）開催に先立ち採択した決議文において、気候目標達成と域内電力供給における原子力発電の役割を評価する文言を盛り込むなどの動きが見られました。

また、欧州委員会は、低炭素エネルギー技術開発及び域内の原子力安全向上の側面から、原子力分野における技術開発を推進する方針を示しています。EUにおける研究開発支援制度である「ホライズン2020」の枠組みにおいて、EU加盟国の研究機関や事業者等を中心に立ち上げられた研究開発プロジェクトに対し、資金援助が行われてきました。2021年内には、後継となる「ホライズン・ヨーロッパ」の枠組みでの取組が開始される予定です。

① 英国

英国では、2021年3月時点で15基の原子炉が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約16%です。1990年代以降は原子炉の新設が途絶えていましたが、北海ガス田の枯渇や気候変動が問題となる中、英国政府は2008年以降一貫して原子炉新設を推進していく政策方針を掲げています。2020年11月には「10 Point Plan」を公表し、「英国は原子力技術のリーダーであり続ける」ことを宣言しました。

2021年3月時点では、フランス電力（EDF）、中国広核集団（CGN）の出資により、ヒンクリーポイントC（欧州加圧水型原子炉（EPR）2基）、サイズウェルC（EPR2基）、ブラッドウェルB（華龍1号2基）の3サイトにおいて新設計画が進められています。このうちヒンクリーポイントCサイトにおける建設プロジェクトについては、2016年9月に政府、EDF、CGNの3者が差額決済契約（CfD）と投資合意書に署名しており、2018年11月に原子力規制局（ONR）からのコンクリート打設の許可が発給され、建設作業が開始されています。CfD制度により、発電電力量当たりの基準価格を設定し、市場における電力価格が基準価格を下回った場合には差額の補填を受けることができるため、長期的に安定した売電収入を見込めることになります。

EPRのような大型炉以外にも、英国政府はSMRの建設も検討しており、そのための技術開発支援や規制対応支援を実施しています。例えば、英ロールスロイス社は軽水炉をベースとするSMRの開発を進めており、英国政府から2019年に1,800万ポンドの資金援助を受けています。また、英国政府は、より先進的な技術を活用したSMR開発も支援しており、2018年6月にフィージビリティスタディ実施支援対象として選定した8社の中から、実用化に向けた支援を行う対象として2020年7月に3社が選定されました。2020年11月には、2030年代初頭までにSMRの開発と革新モジュール炉（AMR）実証炉の建設を目指し、3.85億ポンドの革新原子力ファンドを創設しました。さらに、SMRの規制審査を行うため、英国政府からONRへの資金提供も実施する方針です。

このような政府による支援が行われる一方で、原子炉新設は民間企業によって実施されるものであるため、巨額の初期投資コストを賄うための資金調達が大きな課題となります。ウィルファサイトでの新設を計画していた日立製作所が2020年9月にプロジェクトから撤

退したことも、英国政府による資金調達支援の協議の難航が要因の一つでした。2021年3月時点で、英国政府は新たな資金調達支援策として、規制機関が認めた収入を事業者が確保できることで投資回収を保証する規制資産モデル（RAB）の導入を検討しています。

英国では、1950年代から2018年11月まで、セラフィールド再処理施設で国内外の使用済燃料の再処理を行っていました。政府は2006年10月、国内で発生する使用済燃料の再処理で生じるガラス固化体について、再処理施設内で貯蔵した後で地層処分する方針を決定しました。2014年7月に公表した白書「地層処分-高レベル放射性廃棄物の長期管理に向けた枠組み」に基づきサイト選定プロセスの検討を進めてきましたが、2018年12月に新たな白書「地層処分の実施-地域との協働：放射性廃棄物の長期管理」を公表し、地域との協働に基づくサイト選定プロセスが新たに開始されました。

なお、英国は2016年6月の国民投票の結果を受け、2020年1月末にEU及びユーラトムから離脱し、約1年間の移行期間を経て2020年末に完全離脱しました。英国政府は、ユーラトム離脱に伴い、IAEAと2018年6月に保障措置協定及び追加議定書に署名するとともに、米国との間で同年5月に、オーストラリアとの間で同年8月に、カナダとの間で同年11月に、それぞれ原子力平和利用に関する二国間協定に署名しました。また、2020年12月には、我が国との間で既存の二国間協定を改正する議定書に、ユーラトムとの間でも原子力協力協定に、それぞれ署名しました。

② フランス

フランスでは、2021年3月時点で56基の原子炉が稼働中です。我が国と同様にエネルギー資源の乏しいフランスは、総発電電力量の約7割を原子力発電で賄う原子力立国であり、その規模は米国に次ぐ世界第2位となっています。また、10年ぶりの新規原子炉となるフラマンビル3号機（EPR、165万kW）の建設が、2007年12月以降進められています。

2012年に発足したオランド前政権は、総発電電力に占める原子力の割合を2025年までに50%に縮減する目標を掲げ、2015年8月には、この政策目標が規定された「グリーン成長のためのエネルギー転換に関する法律」（エネルギー転換法）が制定されました。2017年に発足したマクロン政権もこの方針を踏襲しましたが、2025年までの原子力比率の削減目標を実現すると温室効果ガスの排出量を増加させる可能性があるとして、目標達成時期を2035年に先送りしました。また、2020年4月に政府が公表した改定版多年度エネルギー計画（PPE）では、2035年の減原子力目標達成のため、合計14基（このうち2基はフェッセンハイム原子力発電所の2基で、2020年6月末までに閉鎖済）の90万kW級原子炉を閉鎖する方針が示される一方で、2035年以降の低炭素電源の確保のため、原子力発電比率の維持を念頭に、6基のEPRの新設を想定して原子炉新設の検討を2021年頃まで行う方針も示されています。

このように原子力縮減の方向性は示されていますが、一方で、マクロン政権も、フランスの原子力事業者の海外進出等を支援する方針です。政府は、円滑な原子力事業者の協力体制を構築するために、株式の大半を保有するEDF及びアレバ社を中心とする原子力産業界を

再編し、アレバ社は燃料サイクル事業を担うオラノ社、原子炉製造事業を担うフラマトム社等に分割されました。フラマトム社の株式の75.5%をEDFが、19.5%を三菱重工業株式会社が、5%をフランスのエンジニアリング会社Assystemが保有しています。また、オラノ社には、日本原燃及び三菱重工業株式会社がそれぞれ5%ずつ出資しています。フラマトム社が開発したEPRについては、既に中国で2基の運転が開始されているほか、フランス及びフィンランドでは1基ずつ、英国では2基の建設が進められています。

高レベル廃棄物処分に関しては、2006年に制定された放射性廃棄物等管理計画法に基づき、「可逆性のある地層処分」を基本方針として、放射性廃棄物管理機関（ANDRA）がフランス東部ビュール近傍で地層処分場の設置に向けた準備を進めています。同処分場の操業開始は2030年頃と見込まれています。なお、地層処分場の操業は、地層処分場の可逆性と安全性を立証することを目的としたパイロット操業フェーズから開始される予定です。その後、地層処分の可逆性の実現条件を定める法律が制定され、原子力安全機関（ASN）により地層処分場の全面的な操業許可に係る審査が行われます。

③ ドイツ

ドイツでは、2021年3月時点で6基の原子炉が稼働中です。東電福島第一原発事故後に行われた2011年の原子力法改正により、各原子炉の閉鎖年限が定められており、2022年までに全ての原子力発電所を閉鎖して原子力発電から撤退することとされています。次の閉鎖は、2021年末に閉鎖年限を迎えるグローンデ、グンドレミンゲンC、ブロックドルフとなる予定です。なお、2020年には、2038年までに石炭火力発電から撤退する脱石炭政策も開始されています。

ドイツでは、1970年代からゴアレーベンを候補地として高レベル放射性廃棄物処分場計画が進められてきましたが、東電福島第一原発事故後の原子力政策見直しの一環で白紙化されました。その後、公衆参加型の新たなサイト選定プロセスを経て、複数の候補地から段階的に絞り込みを行う方針が決定しました。この方針決定を受け、「発熱性放射性廃棄物の処分場サイト選定法」が制定され、2017年に新たなプロセスによるサイト選定が開始されました。同法では、2031年末までに処分場サイトを確定することが定められています。

④ スウェーデン

スウェーデンでは、2021年3月時点で6基の原子炉が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約34%です。同国では、国民投票の結果や政権交代により、原子力政策が何度も転換されてきました。

1980年の国民投票の結果を受け、2010年までに既存の原子炉12基（当時）を全廃するとの国会決議がなされましたが、代替電源確保のめどが立たない中、2006年に政府は脱原子力政策を凍結しました。その後、2014年10月に発足した社会民主党と緑の党の連立政権は脱原子力政策を推進することで合意しましたが、2016年6月には、同連立政権と一部野党が、既

存サイトにおいて10基を上限としてリプレースを認める方針で合意しました。しかし、2021年3月時点でリプレースは実現しておらず、一部のプラントでは早期閉鎖が行われています。

スウェーデンでは、使用済燃料の再処理は行わず、地層処分する方針です。使用済燃料は、各発電所で冷却された後、オスカーシャム自治体にある集中中間貯蔵施設（CLAB）で貯蔵されています。地層処分場については、2009年6月に立地サイトとしてエストハンマル自治体のフォルスマルクが選定され、使用済燃料処分の実施主体であるスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB社）が2011年3月に立地・建設の許可申請を行いました。原子力施設を建設するためには、環境法典に基づく許可と、原子力活動法に基づく許可の二つの許可が必要となり、前者は土地・環境裁判所、後者は放射線安全機関（SSM）による審査が進められています。環境法典に基づく許可の審査に関して、SSMは政府に対して提出した意見書において、許可を発給するよう勧告しています。しかし、土地・環境裁判所は、政府が環境法典に基づく処分場の許可を発給するためには、SKB社による処分場の安全性立証に関する追加資料の提出が必要であるとの結論を示しました。これを受け、SKB社は2019年4月に追加資料を提出しており、2021年3月時点では政府の判断が待たれています。

⑤ フィンランド

フィンランドでは、2021年3月時点で4基の原子炉が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約35%です。政府は、気候変動対策やロシアへのエネルギー依存度の低減を目的として、エネルギー利用の効率化や再生可能エネルギー開発の推進と合わせて、原子力発電も活用する方針です。

この方針に沿って、ティオリスーデン・ボイマ社（TVO社）は国内5基目の原子炉となるオルキルオト3号機（EPR、172万kW）の建設を2005年5月から進めていますが、工事の遅延により、運転開始は当初予定の2009年から大幅に遅れて2022年となる予定です。また、国内6基目の原子炉として、フェンノボイマ社がハンヒキビ原子力発電所1号機の建設を計画しており、2015年9月から建設許可申請の審査が行われています。

フィンランドは、高レベル放射性廃棄物の地層処分場のサイトが世界で初めて最終決定された国です。地元自治体の承認を経て、政府は2000年末に、地層処分場をオルキルオトに建設する原則方針を決定しました。2003年には、同地において地下特性調査施設（ONKALO）の建設が許可され、建設作業と調査研究が実施されています。その後、地層処分事業の実施主体であるポシバ社が2012年12月に処分場の建設許可申請を行い、政府は2015年11月に建設許可を発給しました。地層処分場は2020年代に操業開始する予定です。

⑥ スイス

スイスでは、2021年3月時点で4基の原子炉が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約24%です。同国では、2011年3月の東電福島第一原発事故を受けた改正原子力法が2018年に発効し、段階的に脱原子力を進めることになりました。

改正原子力法では、新規炉の建設と既存炉のリプレースを禁止していますが、既存炉の運転期間には制限を設けていません。また、従来英国及びフランスに委託して実施していた使用済燃料再処理も禁止となったため、今後は使用済燃料の全量が直接処分されます。なお、既存炉の運転期間に法的な制限はありませんが、ミューレベルク原子力発電所については、運転者が経済性の観点から閉鎖する方針を決定し、2019年12月に閉鎖されました。

放射性廃棄物処分場に関しては、3段階のプロセスで候補地の絞り込みが進められています。2018年11月に「チューリッヒ北東部」、「ジュラ東部」及び「北部レゲレン」の3エリアに候補が絞り込まれ、プロセスの第2段階が完了しました。2021年3月時点で、最終段階となる第3段階の手続きが進められており、2030年頃には最終的な立地についての政府決定が行われる見込みです。

⑦ イタリア

イタリアでは、1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故により原子力への反対運動が激化した後、1987年に行われた国民投票の結果を受け、政府が既設原子力発電所の閉鎖と新規建設の凍結を決定しました。その結果、2021年3月時点で、主要先進国（G7）の中で唯一、イタリアでは原子力発電所の運転が行われていません。

電力供給の約10%以上を輸入に頼るという国内事情から、産業界等から原子力発電の再開を期待する声が上がったため、2008年4月に発足したベルルスコーニ政権（当時）は、原子力発電再開の方針を掲げて必要な法整備を進めました。しかし、2011年3月の東電福島第一原発事故を受けて、国内世論が原子力に否定的な方向に傾く中で、原子力発電の再開に向けて制定された法令に関する国民投票が実施された結果、原子力発電の再開に否定的な票が全体の約95%を占め、政府は原子力再開計画を断念しました。

⑧ 中東欧及びコーカサス諸国

中東欧及びコーカサス諸国では、2021年3月時点で、ブルガリア（2基）、チェコ（6基）、スロバキア（4基）、ハンガリー（4基）、ルーマニア（2基）、スロベニア（1基）、アルメニア（1基）の7か国で計20基の原子炉が運転中、スロバキアで2基が建設中です。また、ポーランドでも原子力発電の新規導入が計画されています。なお、同地域で運転中の原子炉は、ルーマニアの2基（CANDU炉）とスロベニアの1基（米国製加圧水型軽水炉（PWR））を除き、全て旧ソ連型の炉です。

このうちEU加盟国では、EU加盟に際し、旧ソ連型炉の安全性を懸念する西側諸国の要請を受けて複数の原子炉が閉鎖されましたが、電力需要の増加と低炭素化、天然ガス供給国であるロシアへの依存度低減等の観点から、2021年3月時点で、複数の国で原子炉の新増設や社会主義体制崩壊後に建設が中断された原子炉の建設再開等が計画されています。ただし、現在の国際的な経済情勢の下、EUの国家補助（State Aid）規則や公正競争に係る規則への抵触を避けつつ、いかに原子力事業に係る資金調達を行うかが大きな課題となっています。

ポーランドでは、2021年2月に、2040年までの長期エネルギー政策（PEP2040）が閣議決定されました。PEP2040には原子力新規導入のロードマップも含まれており、2033年に初号機を運転開始後、10年間で発電用の中大型炉を合計6基まで拡大していく方針です。また、発電用原子炉の次の段階として、産業での熱利用を想定した小型炉の導入も検討しており、我が国との協力も進められています。我が国の原子力機構とポーランド国立原子力研究センターは、2017年に高温ガス炉技術に関する協力のための覚書を締結し、2019年にはより具体的な実施取決めを締結しています。

(3) 旧ソ連諸国

① ロシア

ロシアでは、2021年3月時点で38基の原子炉が稼働中で、2019年の原子力発電比率は約20%です。また、2基が建設中です。2020年5月には、初の浮揚式原子力発電所であるアカデミック・ロモノソフ2基が商業運転を開始しました。また、高速炉についても、ベロヤルスクでナトリウム冷却型高速炉の原型炉1基、実証炉1基の合計2基が運転中です。

原子力行政に関しては、2007年に設置された国営企業ロスアトムが民生・軍事両方の原子力利用を担当し、連邦環境・技術・原子力監督局が民生利用に係る安全規制・検査を実施しています。

ロシアは、2030年までに発電電力量に占める原子力の割合を25%に高め、従来発電に用いていた国内の化石燃料資源を輸出に回す方針です。また、原子力事業の海外展開を積極的に進めており、ロスアトムは旧ソ連圏以外のイラン、中国、インドにおいてロシア型原子炉（VVER）を運転開始させているほか、トルコやフィンランド等にも進出しています。原子炉や関連サービスの供給と併せて、建設コストの融資や投資建設（Build）・所有（Own）・運転（Operate）を担うB00方式での契約も行っており、初期投資費用の確保が大きな課題となっている輸出先国に対するロシアの強みとなっています。

また、ロシアは、政治的理由により核燃料の供給が停止した場合の供給保証を目的として、2007年5月にシベリア南東部のアンガルスクに国際ウラン濃縮センター（IUEC）を設立しました。同センターでは、2010年以降、IAEAの監視の下で約120tの低濃縮ウランを備蓄しています。

② ウクライナ

ウクライナでは、2021年3月時点で15基の原子炉が稼働中であり、総発電電力量の50%以上を供給しています。従来、核燃料供給や石油・天然ガス等、エネルギー源の大部分をロシアに依存してきましたが、クリミア問題等に起因する両国の関係悪化もあり、原子力分野も含めてロシアへの依存脱却に向けた取組を進めています。

ウクライナ政府は、2017年8月に策定された新エネルギー戦略において、2035年まで総発電量が増加する中で、原子力発電比率を約50%に維持する目標を設定しています。1990

年に建設途上で中断したフメルニツキ 3、4 号機については、両機を VVER として完成させる計画で 2010 年にロシアと協力協定を締結しましたが、議会は 2015 年に、ロシアに発注する計画を撤回し同協定を取り消すことを決議しました。その後、2016 年に韓国水力・原子力会社 (KHNP) と協力協定を締結し、ロシアからの事業引継に関する検討を行うなど、ロシア以外の国との関係を強化しています。このほか、既存原子炉への燃料供給元の多様化や寿命延長のための安全対策等にも、欧米の企業や国際機関の協力を得て取り組んでいます。

なお、チェルノブイリ原子力発電所では、1986 年に事故が発生した 4 号機を密閉するため、国際機関協力の下で老朽化したコンクリート製「石棺」を覆うシェルターが建設され、2019 年 7 月にウクライナ政府に引き渡されました。

③ カザフスタン

カザフスタンは、世界一のウラン生産国です。ウルバ冶金工場 (UMP) において、国営原子力会社カズアトムプロムがウラン精錬、転換及びペレット製造等を行っています。同社は、2030 年までに世界の核燃料供給の 3 割を占めることを目標に、事業の多国籍化・多角化を図っており、UMP 内のプラントにラインを増設して様々な炉型向けの燃料を製造する計画です。また、カズアトムプロムは、低濃縮ウランの国際備蓄にも大きく関与しています。IAEA との協定に基づき UMP で建設が進められていたウラン燃料バンクは、2017 年に完工し、2019 年 12 月までに 90 t の低濃縮ウラン納入が完了し、備蓄が開始されました。さらに、カズアトムプロムは、ロシアの IUEC に 10% 出資しています。

カザフスタンでは、中小型炉を中心とした原子力発電の本格導入も検討されています。2030 年までに原子力発電設備容量を 150 万 kW とする発電開発計画が 2012 年に策定され、2014 年にはロスアトムとカズアトムプロムの間で設備容量合計 30~120 万 kW の原子炉建設に係る協力覚書に署名しました。ただし、導入計画は進んでおらず、原子力発電所の建設についてカザフスタン政府の決定は行われていません。

我が国との間では、2010 年に原子力協定が締結されています。2015 年には、日本原子力発電株式会社及び丸紅ユティリティ・サービス株式会社がカズアトムプロムと、原子力発電導入に向けた協力に関する協力協定を締結しました。また、原子力機構も、ウラン開発や高温ガス炉の研究開発で継続的に協力しています。

(4) アジア

① 韓国

韓国では、2021 年 3 月時点で 24 基の原子力発電所が運転中で、2019 年の原子力発電比率は約 26% です。また、4 基の原子炉が建設中です。

韓国政府は、エネルギーの安定供給や気候変動対策に取り組むため、二酸化炭素の排出が少ない電源として原子力発電を維持する方針を示し、原子力技術の国産化と次世代炉の開発等、積極的な原子力政策を進めてきました。しかし、2017 年 5 月に発足した文在寅

(ムン・ジェイン) 政権は、新增設を認めず、設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する漸進的な脱原子力を進める方針を掲げています。政府は、討論型世論調査の結果を踏まえ、同年10月に、建設中の新古里5、6号機については建設継続を認めましたが、計画段階にあった6基の新設は白紙撤回し、設計寿命満了後の原子炉の運転延長を禁止する脱原子力ロードマップを決定しました。

国内で脱原子力政策を進める一方で、文政権は、輸出については、国益にかなう場合は推進する方針を打ち出しています。韓国電力公社(KEPCO)は、アラブ首長国連邦(UAE)のバラカ原子力発電所において、2012年から4基の韓国次世代軽水炉APR-1400の建設を進めてきました。1号機は2018年に竣工し、2020年2月には60年の運転認可が発給され、2021年内予定の営業運転開始に向けた準備が進められています。また、2号機も2020年7月に竣工し、2021年3月に運転認可を取得しました。

韓国政府はそのほかにも、サウジアラビア、チェコ等の原子炉の新設を計画する国に対してアプローチしています。サウジアラビアとは、2015年に、10万kW級の中小型原子炉(SMART)の共同開発の覚書を締結しています。ヨルダンには、熱出力0.5万kWの研究用原子炉を建設し、2016年に初臨界を達成しました。

② 中国

中国では、2021年3月時点で49基の原子炉が稼働中で、設備容量は合計4,700万kWを超えています。また、17基の原子炉が建設中です。原子力発電の拡大が進められており、米ウェスチングハウス(WH)社製のAP1000やフランスのフラマトム社が開発したEPR、中国国産の第3世代炉である華龍1号の初号機(福清5号機)が既に営業運転を開始しています。2019年10月には、福建省の漳州原子力発電所1号機の建設が開始されました。中国で、政府により原子炉の建設開始が承認されたのは、約4年ぶりです。また、東電福島第一原発事故を契機に、安全性の向上に向けた取組も強化されています。

中国では、米国及びフランスの技術をベースに、中国核工業集团公司(CNNC)と中国広核集団(CGN)がそれぞれ軽水炉の国産化を進めてきましたが、これを統合して国産の華龍1号を開発し、2015年12月には両社出資による華龍国際核電技術有限公司(華龍公司)が発足しました。華龍1号は国内外での展開を想定しており、中国国内では福清5号機に続き、更に8基が建設中です。国外でも、華龍1号を採用したパキスタンのカラチ原子力発電所2、3号機の建設が進められています。

中国は近年、原子炉の国外輸出を積極的に進めています。前述のパキスタンに加え、英国でも、2015年の両国首脳合意に基づき、原子力発電所新規建設への中国企業の出資が予定されており(ヒンクリーポイントC、サイズウェルC)、更には華龍1号の建設も検討されています(ブラッドウェルB)。そのほか、中国の原子力事業者は、東欧、中東、アジア、南米等においても、高温ガス炉や、AP1000の技術に基づき中国が自主開発しているCAP1400等を含む各種原子炉の建設協力に向け、協力覚書の締結等を進めています。

なお、中国はクローズドサイクルの実現に向けた高速炉開発も進めており、2010年には中国実験高速炉 CEFR が初臨界を達成し、2011年に送電を開始しました。また、2017年には、高速実証炉初号機の建設が開始されています。

③ 台湾地域

台湾地域では、2021年3月時点で2か所の原子力発電所で合計4基の原子炉が運転中であり、総発電電力量の10%以上を供給しています。台湾では、住民投票の結果や政権交代により、原子力政策が何度も転換されてきました。

2000年に発足した民進党政権は、段階的脱原子力政策を掲げていました。その後、2008年の政権交代で発足した国民党政権は、再生可能エネルギー社会に至るまでの過渡的な電源として原子力発電を維持する方針を示し、龍門で建設中であった第四原子力発電所（改良型沸騰水型軽水炉（ABWR）2基、各135万kW）の建設を継続するとともに、既存炉のリブレースや増設も検討する意向を示しました。しかし、2011年の東電福島第一原発事故を受け、同年6月、中長期的な脱原子力発電へと再度政策を転換し、既存炉の寿命延長やリブレースを行わないことが決定されました。ただし、例外として、第四原子力発電所については安全性を確認した上で建設を継続する方針が示されていました。

2013年2月には、台湾当局と議会が第四原子力発電所建設中止の是非を住民投票で決定することで合意したため、住民投票実施まで建設に関する活動を凍結することになりました。しかし、その後も住民投票は実施されないまま、蔡政権（民進党）下の2017年1月に、2025年までに原子力発電を全廃するとの内容を含む改正電気事業法が成立しました。ところが、2018年11月に実施された住民投票により、この脱原子力条文は失効しました。

住民投票の結果を受け、2025年以降の原子力発電所の運転継続をどのように実現するかについて、当局が検討を行っています。また、第四原子力発電所の建設については、改めて住民投票でその是非を問うことが決定されており、投票は2021年8月に実施予定です。

④ ASEAN 諸国

ASEANを構成する10か国は、2021年3月時点で、いずれも原子力発電所を保有していません。しかし、気候変動対策やエネルギー安全保障の観点から、原子力計画への関心を示す国が増加しています。

ベトナムでは2009年に、2020年の運転開始を目指して原子力発電所を2か所（100万kW級の原子炉計4基）建設する計画が国会で承認されました。同国初の原子力発電所となるニントゥアン第1、第2原子力発電所は、ロシアと我が国がそれぞれ建設プロジェクトのパートナーに選定されました。しかし、2016年11月、政府は国内の経済事情を背景に両発電所の建設計画の中止を決定し、国会もこれを承認しました。

インドネシアは、2007年に制定された「長期国家開発計画（2005年から2025年）に関する法律」において、2015年から2019年までに初の原子炉の運転を開始し、2025年までに追加で4基の原子炉を運転開始させる計画を示しました。しかし、ムリア半島における初号機建設計画は2009年に無期限延期となりました。2010年以降は、原子力発電所建設の決定には至っていません。一方で、政府は、ロシアや中国の協力を得て実験用発電炉（高温ガス炉）の建設計画を進めるなど、商用発電炉導入に向けたインフラ整備を進めています。

タイは、2010年の電源開発計画（PDP2010）において、2020年から2028年までに5基の原子炉（各100万kW）を運転開始する方針を示していましたが、東電福島第一原発事故や2014年の軍事クーデター後の政情不安等に伴い、計画は先送りされています。軍による暫定政権下で2015年に発表された電源開発計画（PDP2015）では、初号機の運転開始時期が2035年、2基目が2036年とされています。

マレーシアは、2010年策定の「経済改革プログラム」において原子力発電利用を検討し、2011年にマレーシア原子力発電会社（MNPC）を設立しました。2021年と2022年に原子炉各1基を運転開始することを目標としていましたが、マハティール現首相は2018年9月に行った演説の中で、原子力利用の可能性を否定しています。

フィリピンでは、2016年に就任したドゥテルテ大統領が2020年7月に大統領令第116号を発出し、原子力政策の再検討や長期的な発電オプションとして原子力を利用する可能性の検討が必要であるとの認識の下、国家原子力計画の策定に向けた省庁間委員会の設置を指示しました。同大統領令は省庁間委員会に対し、1986年の完成後も運転しないままとなっているバターン原子力発電所（62万kW）を含め、原子力利用のために必要とされるステップについて勧告することを求めました。なお、バターン原子力発電所については、2017年11月にロスアトムとの間で修復を含むプラント状態の技術監査に係る協力覚書に署名したものの、大統領は、まずは周辺住民の意見を聴取すべきであるとの見解を表明しています。

⑤ インド

インドでは、2021年3月時点で23基の原子炉が運転中です。このうち17基が国産の加圧重水炉（PHWR）、2基が沸騰水型軽水炉（BWR）、2基がVVER、2基がCANDU炉です。また、6基の原子炉が建設中です。

インドは、急増するエネルギー需要を賄うため、原子力発電の拡大を計画しています。2018年から2027年を対象とする国家電力計画では、原子力発電設備容量を、2017年の約600万kWから2027年3月までに約1,700万kWへと拡大する見通しが示されています。

核兵器不拡散条約（NPT）未締約国であるインドに対しては、従来、核実験実施に対する制裁として国際社会による原子力関連物資・技術の貿易禁止措置が講じられており、専ら国産PHWRを中心に原子力発電の開発を独自に進めてきました。しかし、2008年以降に米国、フランス、ロシア等と相次いで二国間原子力協定を締結したことにより、諸外国からも民生用原子力機器や技術を輸入することができるようになりました。

既に運転を開始しているロシアのVVERに加え、2018年にはフランスからのEPR導入について枠組み合意が結ばれました。2019年には、米国との高官協議においてAP1000導入に合意しました。さらに、2017年には、我が国との間で日印原子力協定が発効しています。

また、インドは独自のトリウムサイクル開発計画に基づき、高速増殖炉（FBR）の開発・導入を進めています。1985年に運転を開始した高速増殖実験炉（FBTR）については、2011年に、2030年までの運転延長が決定しました。また、上述の建設中6基のうちの1基として、高速増殖原型炉（PFBR）の建設が進められています。

(5) その他

① 中東諸国

中東地域では、2021年3月時点で、唯一イランで原子力発電所が営業運転を行っています。また、その他の国においても、電力需要の伸びを背景として原子力発電所の建設・導入に向けた動きが活発化しています。

UAEでは、電力需要の増加により、2020年までに4,000万kW分の発電設備が必要との見通しを受け、フランス、米国、韓国と協力し原子力発電の導入を検討してきました。2020年までに100万kW級原子炉4基を建設するプロジェクトに関する国際入札の結果、2009年末に、韓国電力公社（KEPCO）を中心とするコンソーシアムが建設等の発注先として選定されました。建設サイトであるバラカでは、2012年に建設が開始された1号機に対して、2020年2月に60年の運転認可が発給されました。同年8月に同機は初臨界を達成、12月には定格出力に到達しており、2021年内予定の営業運転開始に向けた準備が進められています。また、2号機も2020年7月に竣工し、2021年3月に運転認可を取得しました。

トルコは、経済成長と電力需要の伸びを背景として、原子力発電の導入を進めています。アックユ原子力発電所ではロシアが120万kW級原子炉4基を建設する予定であり、1号機は2018年4月に、2号機は2020年4月に、3号機は2021年3月に建設が開始されています。

サウジアラビアは、2030年までに16基の原子炉を建設する計画です。原子力導入に向けて、2018年7月には、2基の商用炉を新設するプロジェクトの応札可能者として米国、ロシア、中国、フランス及び韓国の事業者が選定されています。

ヨルダン、フランス、中国、韓国と原子力協定に署名し、同国初の原子力発電所建設を担当する事業者の選定を進めていました。2013年10月にはロシアを優先交渉権者として選定し、2015年10月に原子力発電所の建設・運転に関する政府間協定を締結したものの、2018年7月にロシアからの商用炉導入計画の中止が公表されました。

イランでは、ロシアとの協力で建設されたブシェール原子力発電所1号機が2013年に運転を開始しました。さらに、両国は2014年、イランに更に8基の原子炉を建設することで合意し、このうちブシェール2号機の建設が2019年11月に開始されています。

② アフリカ諸国

アフリカでは、唯一、南アフリカ共和国で原子力発電所が稼働しています。

南アフリカ共和国では、クバーグ原子力発電所で2基の原子炉（PWR）が稼働しており、2019年の原子力発電比率は約7%です。同国では、今後の原子力導入に関する検討が続けられており、2019年10月に策定された統合資源計画（IRP2019）では、2030年以降の石炭発電の減少分をクリーンエネルギーで賄うために、SMRの導入を含めて検討を進める必要性が指摘されています。

エジプトは、ロシアとの間で2015年11月に、120万kW級の原子炉4基の建設・運転に関する政府間協定を締結しました。さらに、2017年12月には、ダバ原子力発電所建設に係る契約が発効しています。

アルジェリアは、2027年の運転開始を目指して国内初の原子力発電所の建設を計画しており、2007年12月のフランスとの原子力協定締結を始めとして、米国、中国、アルゼンチン、南アフリカ共和国、ロシアと原子力協定を締結しています。

モロッコは、2009年の国家エネルギー戦略に基づき、2030年以降のオプションとして原子力発電の導入を検討する方針です。2017年10月には、ロシアとの間で原子力協力覚書を締結しており、モロッコ国内での原子力発電導入を目的とした共同研究を開始することとしています。

ナイジェリアは、2025年までに120万kW分の原子力発電所の運転開始を目指し、2035年までに合計480万kWまで増設する計画です。同国はロシアとの間で、2009年3月に原子力協力協定を、2017年10月にはナイジェリアにおける原子力発電所の建設・運転に向けた協定を締結しています。

ケニアは、中長期的な開発計画「Vison 2030」の中で、総発電電力設備容量を1,900万kWまで拡大する目標を掲げており、この目標の達成に向けて原子力を活用する方針です。この方針に基づき、韓国、中国、ロシアとの協力を進めています。

③ オーストラリア

オーストラリアは、世界最大のウラン資源埋蔵量を有していますが、豊富な石炭資源を背景に、これまで原子力発電は行われていません。ただし温室効果ガス排出削減の観点から、原子力発電導入の是非が度々議論されています。

2005年の京都議定書発効後、保守連合政権下で原子力発電の導入を検討する方針が示されましたが、2007年に原子力に批判的な労働党へと政権が交代し、検討は中止されました。近年は再び、パリ協定の目標達成に向けた気候変動対策と電気料金高騰抑制の観点から、原子力発電導入の可能性を検討する機運が高まっています。2017年には、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）が、第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）に正式加盟しました。2019年には、連邦議会下院の環境エネルギー常任委員会が政府に報告書を提出し、原子力利用に関して、第3世代プラス以降の先進炉を将来のエネルギーミック

スの一部として検討することなどを提言しました。また、2020年5月に連邦政府が公表した温室効果ガス削減に向けた技術投資ロードマップでは、低炭素技術の一つとして SMR の導入可能性に言及し、海外の開発状況を注視するとしています。

ウラン輸出については、近年、初の原子力発電所建設中の UAE に加え、長年禁輸対象であったインド、燃料供給のロシア依存度低減に取り組むウクライナ等と協定を締結し、新興国等への輸出拡大を図っています。

④ 中南米諸国

中南米諸国では、2021年3月時点で、メキシコ（2基）、アルゼンチン（3基）、ブラジル（2基）の3か国で計7基の原子炉が運転中です。

メキシコでは、2基のBWRが稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約5%です。2018年に発行された「国家電力システム開発プログラム（PRODESEN）2018-2032」では、2029年から2031年までに1基ずつ、計3基を運転開始する計画が示されていましたが、2021年に公表された「PRODESEN2020-2034」では、2034年までの期間について原子力発電所の建設計画は示されていません。

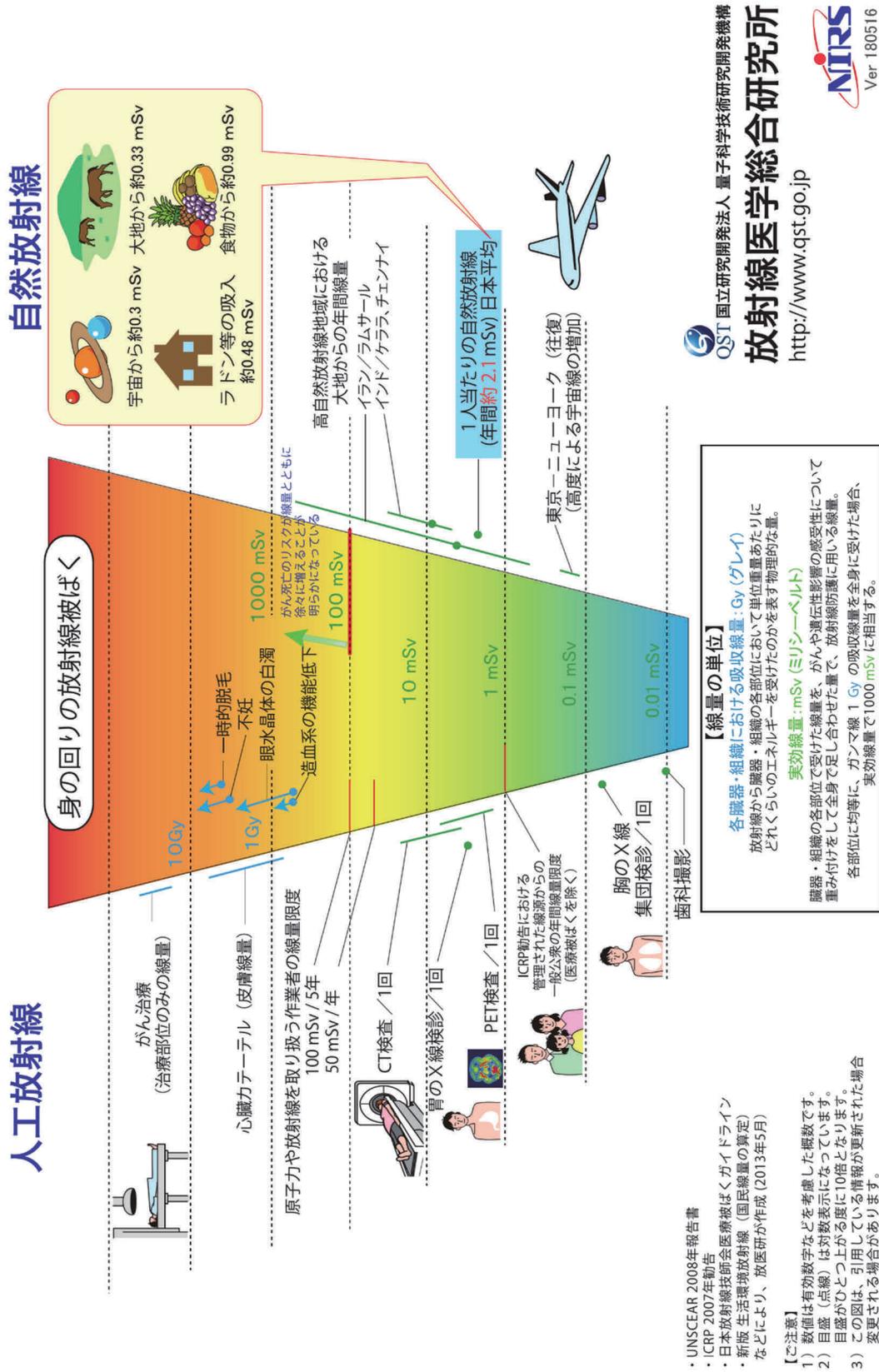
アルゼンチンでは、PHWR2基とCANDU炉1基の計3基が稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約6%です。さらに、1基（PHWR）が中国の協力の下で建設される計画です。また、その後の計画として、中国製の華龍1号の導入やロシア製VVERの建設も検討されています。

ブラジルでは、2基のPWRが稼働中であり、2019年の原子力発電比率は約3%です。経済不況により1980年代に建設を中断していたアングラ3号機は、2010年に建設が再開されましたが、2015年以降は建設が再度中断されています。2019年には、政府が同機の建設を再開する方針を公表しており、運転開始は2026年頃と見込まれています。また、核燃料工場を始めとする核燃料サイクル施設が立地するレゼンデでは、燃料自給を目的としてウラン濃縮工場が2006年から稼働しており、段階的に拡張されています。

キューバでは、1980年代に2基の原子炉が着工しましたが、提供者であった旧ソ連の崩壊に伴い建設中止となりました。キューバとロシアは、2016年9月に原子力の平和利用に関する二国間協定を締結しており、2019年には多目的照射センターの建設について合意しています。

ボリビアでは、ロシアとの協力により、研究炉1基や円形加速器（サイクロトロン）を含む、原子力技術研究開発センターが建設されています。

8 放射線被ばくの早見図



(出典)量研放射線医学総合研究所「放射線被ばくの早見図について」(2018年)

はじめに

特集

第1章

第2章

第3章

第4章

第5章

第6章

第7章

第8章

資料編

用語集

用語集

1 主な略語（アルファベット順）

略語	正式名称	日本語名称等
ALPS	Advanced Liquid Processing System	多核種除去設備
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs	(フランス) 放射性廃棄物管理機関
ANSN	Asian Nuclear Safety Network	アジア原子力安全ネットワーク
ARC-F	Analysis of Information from Reactor Building and Containment Vessels of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	福島第一原子力発電所の原子炉建屋及び格納容器内情報の分析
ARDP	Advanced Reactor Demonstration Program	革新的原子炉実証プログラム
ARF	ASEAN Regional Forum	ASEAN 地域フォーラム
ARTEMIS	Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Nuclear Management, Decommissioning and Remediation Programmes	放射性廃棄物及び使用済燃料管理、廃止措置、除染等に係る統合的評価サービス
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASN	Autorité de sûreté nucléaire	(フランス) 原子力安全機関
ASTRID	Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration	ASTRID (フランスが開発を進めるナトリウム冷却高速炉実証炉)
ATENA	Atomic Energy Association	原子力エネルギー協議会
BA	Broader Approach	幅広いアプローチ
BNCT	Boron Neutron Capture Therapy	ホウ素中性子捕捉療法
BSAF	Benchmark Study of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	東電福島第一原発事故のベンチマーク研究
BWR	Boiling Water Reactor	沸騰水型軽水炉
CANDU reactor	Canadian Deuterium Uranium reactor	カナダ型重水炉
CAP	Corrective Action Program	是正処置プログラム
CBC	Capacity Building Centre	(RANET の) 研修センター
CD	Conference on Disarmament	ジュネーブ軍縮会議
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	(フランス) 原子力・代替エネルギー庁
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
CGN	China General Nuclear Power Corporation	中国広核集団
CLADS	Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science	廃炉環境国際共同研究センター
CLIS	Commissions Locales d'Information et de Surveillance	(フランス) 地域情報フォローアップ委員会
CNL	Canadian Nuclear Laboratories	カナダ原子力研究所
CNNC	China National Nuclear Corporation	中国核工業集团公司
CNO	Chief Nuclear Officer	原子力部門の責任者
CNSC	Canadian Nuclear Safety Commission	カナダ原子力安全委員会
CT	Computed Tomography	コンピュータ断層撮影

略語	正式名称	日本語名称等
CTBT	Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty	包括的核実験禁止条約
CTBTO	Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization	包括的核実験禁止条約機関
DCA	Deuterium Critical Assembly	重水臨界実験装置
DOE	Department of Energy	(米国) エネルギー省
EAS	East Asia Summit	東アジア首脳会議
EC	European Commission	欧州委員会
EDF	Électricité de France	フランス電力
EFTA	European Free Trade Association	欧州自由貿易連合
EPR	European Pressurised Water Reactor	欧州加圧水型原子炉
EU	European Union	ヨーロッパ連合
FCA	Fast Critical Assembly	高速炉臨界実験装置
FIP	Feed in Premium	フィードインプレミアム
FIT	Feed in Tariff	固定価格買取
FMCT	Fissile Material Cut-off Treaty	核兵器用核分裂性物質生産禁止条約 〔「カットオフ条約」〕
FNCA	Forum for Nuclear Cooperation in Asia	アジア原子力協力フォーラム
GCR	Gas Cooled Reactor	黒鉛減速ガス冷却炉
GEM	Group of Eminent Persons	賢人グループ
GICNT	Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism	核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ
GIF	Generation IV International Forum	第4世代原子力システムに関する国際フォーラム
GP	Global Partnership	大量破壊兵器及び物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ
HTR	Hitachi Training Reactor	日立教育訓練用原子炉
HTTR	High Temperature Engineering Test Reactor	高温工学試験研究炉
IAEA	International Atomic Energy Agency	国際原子力機関
ICRP	International Commission on Radiological Protection	国際放射線防護委員会
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IFNEC	International Framework for Nuclear Energy Cooperation	国際原子力エネルギー協力フレームワーク
IMS	International Monitoring System	国際監視制度
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale	国際原子力事象評価尺度
INPO	Institute of Nuclear Power Operations	(米国) 原子力発電運転協会
INPRO	International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles	革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト
IPPAS	International Physical Protection Advisory Service	国際核物質防護諮問サービス
IRRS	Integrated Regulatory Review Service	総合規制評価サービス
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	(フランス) 放射線防護原子力安全研究所
ISCN	Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security	核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
ITER	ITER (ラテン語で「道」を意味する単語)	イーター (国際熱核融合実験炉)

略語	正式名称	日本語名称等
ITPA	International Tokamak Physics Activity	国際トカマク物理活動
IUEC	International Uranium Enrichment Centre	国際ウラン濃縮センター
JANSI	Japan Nuclear Safety Institute	一般社団法人原子力安全推進協会
JASPAS	Japan Support Programme for Agency Safeguards	IAEA 保障措置技術支援計画
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	株式会社国際協力銀行
JCPOA	Joint Comprehensive Plan of Action	包括的共同作業計画
JMTR	Japan Materials Testing Reactor	材料試験炉
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
J-PARC	Japan Proton Accelerator Research Complex	J-PARC (大強度陽子加速器施設)
JPDR	Japan Power Demonstration Reactor	動力試験炉
JPO	Junior Professional Officer	ジュニア・プロフェッショナル・オフィサー
JRR-2	Japan Research Reactor No.2	JRR-2 (試験研究用等原子炉施設)
JRR-3	Japan Research Reactor No.3	JRR-3 (試験研究用等原子炉施設)
JRR-4	Japan Research Reactor No.4	JRR-4 (試験研究用等原子炉施設)
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
KEPCO	Korea Electric Power Corporation	韓国電力公社
KUCA	Kyoto University Critical Assembly	京都大学臨界集合体実験装置
KUR	Kyoto University Research Reactor	京都大学研究用原子炉
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
MDEP	Multinational Design Evaluation Programme	多国間設計評価プログラム
MLF	Materials and Life Science Experimental Facility	物質・生命科学実験施設
MOX	Mixed Oxide	ウラン・プルトニウム混合酸化物
NCA	Toshiba Nuclear Critical Assembly	東芝臨界実験装置
NEI	Nuclear Energy Institute	原子力エネルギー協会
NEXI	Nippon Export and Investment Insurance	株式会社日本貿易保険
NEXIP	Nuclear Energy × Innovation Promotion	NEXIP (文部科学省と経済産業省の連携による原子力イノベーション促進イニシアチブ)
NI2050	Nuclear Innovation 2050	原子力革新 2050
NNL	National Nuclear Laboratory	(英国) 国立原子力研究所
NPDI	Non-proliferation and Disarmament Initiative	軍縮・不拡散イニシアティブ
NPT	Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons	核兵器不拡散条約
NRC	Nuclear Regulatory Commission	(米国) 原子力規制委員会
NRRC	Nuclear Risk Research Center	原子力リスク研究センター
NSCG	Nuclear Security Contact Group	核セキュリティ・コンタクトグループ
NSG	Nuclear Suppliers Group	原子力供給国グループ
NSRR	Nuclear Safety Research Reactor	原子炉安全性研究炉
NUMO	Nuclear Waste Management Organization of Japan	原子力発電環境整備機構 (原環機構)
NWMO	Nuclear Waste Management Organization	(カナダ) 核燃料廃棄物管理機関

略語	正式名称	日本語名称等
OECD/NEA	Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency	経済協力開発機構/原子力機関
ONR	Office for Nuclear Regulation	(英国) 原子力規制局
PET	Positron Emission Tomography	陽電子放出断層撮影
PPE	Programmations pluriannuelles de l'énergie	(フランス) 多年度エネルギー計画
PRA	Probabilistic Risk Assessment	確率論的リスク評価
PreADES	Preparatory Study on Analysis of Fuel Debris	燃料デブリの分析に関する予備的研究
PUI	Peaceful Uses Initiative	平和的利用イニシアティブ
PWR	Pressurized Water Reactor	加圧水型軽水炉
RANET	Response and Assistance Network	緊急時対応援助ネットワーク
RCA	Regional Cooperative Agreement for Research, Development and Training Related to Nuclear Science and Technology	原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定
RI	Radio Isotope	放射性同位元素
RIDM	Risk-Informed Decision-Making	リスク情報を活用した意思決定
ROP	Reactor Oversight Process	原子炉監視プロセス
SA	Severe Accident	過酷事故
SACLA	SPring-8 Angstrom Compact free electron LAsEr	SACLA (XFEL 施設)
SBO	Station Blackout	全交流電源喪失
SMR	Small Modular Reactor	小型モジュール炉
SPring-8	Super Photon ring-8 GeV	SPring-8 (大型放射光施設)
STACY	Static Experiment Critical Facility	定常臨界実験装置
START	Strategic Arms Reduction Treaty	戦略兵器削減条約
TCA	Tank-type Critical Assembly	軽水臨界実験装置
TCF	Technical Cooperation Fund	技術協力基金
TIARA	Takasaki Ion Accelerators for Advanced Research Application	TIARA (イオン照射研究施設)
TRACY	Transient Experiment Critical Facility	過渡臨界実験装置
TRIGA	Training, Research, Isotopes, General Atomics	TRIGA 炉 (教育訓練・アイソトープ生産用原子炉)
TRU waste	Transuranic waste	TRU 廃棄物 (超ウラン核種を含む放射性廃棄物)
TTR	Toshiba Training Reactor	東芝教育訓練用原子炉施設
UAE	United Arab Emirates	アラブ首長国連邦
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation	原子放射線の影響に関する国連科学委員会
VTR	Versatile Test Reactor	多目的試験炉
VVER	Voda Voda Energo Reactor	ロシア型加圧水型原子炉
WANO	World Association of Nuclear Operators	世界原子力発電事業者協会
WINS	World Institute for Nuclear Security	世界核セキュリティ協会
WNA	World Nuclear Association	世界原子力協会
XAFS	X-ray Absorption Fine Structure	X線吸収微細構造
XEFL	X-ray Free Electron Laser	X線自由電子レーザー
ZODIAC	Zoonotic Disease Integrated Action	統合的人畜共通感染症行動

2 主な略語（五十音順）

略語	正式名称等
ALPS 処理水	ALPS 等の浄化装置の処理により、トリチウム以外の核種について、環境放出の際の規制基準を満たす水
安保理	安全保障理事会
英知事業	英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業
改正核物質防護条約	核物質及び原子力施設の防護に関する条約
核テロリズム防止条約	核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約
学会事故調	一般社団法人日本原子力学会東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会
強化戦略	風評払拭・リスクコミュニケーション強化戦略
原環機構	原子力発電環境整備機構（NUMO）
研究炉	研究用原子炉
原子力機構	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
国会事故調	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会
コモンアプローチ	OECD 環境及び社会への影響に関するコモンアプローチ
再処理機構	使用済燃料再処理機構
実施中期計画	使用済燃料再処理等実施中期計画
「常陽」	高速実験炉原子炉施設
政府事故調	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会
戦略プラン	東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン
対策地域	汚染廃棄物対策地域
中長期ロードマップ	東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ
東京電力	東京電力株式会社、東京電力ホールディングス株式会社（2016年4月社名変更）
東電事故調	東京電力株式会社福島原子力事故調査委員会
東電福島第一原発	東京電力株式会社福島第一原子力発電所
日本原燃	日本原燃株式会社
放射線利用	放射線・RI の利用
民間事故調	福島原発事故独立検証委員会
「もんじゅ」	高速増殖原型炉もんじゅ
理化学研究所	国立研究開発法人理化学研究所
リスク低減目標マップ	東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ
量研	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

3 主な関連政策文書（五十音順）

名称	略称	決定
2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略	グリーン成長戦略	2020年12月策定
技術開発・研究開発に対する考え方	—	2018年6月原子力委員会決定
軽水炉安全技術・人材ロードマップ	—	2015年6月自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ決定、2017年3月改訂
原子力分野における人材育成について（見解）	—	2018年2月原子力委員会決定
原子力利用に関する基本的考え方	—	2017年7月原子力委員会決定、政府として尊重する旨閣議決定
高速炉開発について（見解）	—	2018年12月原子力委員会決定

名称	略称	決定
高速炉開発の方針	—	2016年12月原子力関係閣僚会議決定
戦略ロードマップ	—	2018年12月原子力関係閣僚会議決定
「第2期復興・創生期間」以降における東日本大震災からの復興の基本方針	—	2019年12月閣議決定、2021年3月改定
第3期がん対策推進基本計画	—	2018年3月閣議決定
第5期科学技術基本計画	—	2016年1月閣議決定
第5次エネルギー基本計画	—	2018年7月閣議決定
第6期科学技術・イノベーション基本計画	—	2021年3月閣議決定
地球温暖化対策計画	—	2016年5月閣議決定
東京電力(株)福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針	—	2013年9月原子力災害対策本部決定
東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針	ALPS 処理水の処分に関する基本方針	2021年4月廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議決定
統合イノベーション戦略2020	—	2020年7月閣議決定
特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針	—	2015年5月閣議決定
「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針	—	2016年12月原子力関係閣僚会議決定
「もんじゅ」の廃止措置に関する基本方針	—	2017年6月「もんじゅ」廃止措置推進チーム決定
理解の深化～根拠に基づく情報体系の整備について～(見解)	—	2016年12月原子力委員会決定
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7月原子力委員会決定

4 主な関連法律（五十音順）

名称	略称	法律番号
核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	原子炉等規制法	昭和32年法律第166号
国会法	—	昭和22年法律第79号
原子力基本法	—	昭和30年法律第186号
原子力災害対策特別措置法	原災法	平成11年法律第156号
原子力損害の賠償に関する法律	—	昭和36年法律第147号
原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法	原子力立地地域特措法	平成12年法律第148号
原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律	再処理等拠出金法	平成17年法律第48号
中間貯蔵・環境安全事業株式会社法	JESCO法	平成15年法律第44号
電気事業法	—	昭和39年法律第170号
電源開発促進税法	—	昭和49年法律第79号
特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律	最終処分法	平成12年法律第117号
特別会計に関する法律	—	平成19年法律第23号
発電用施設周辺地域整備法	—	昭和49年法律第78号
福島復興再生特別措置法	福島特措法	平成24年法律第25号
平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法	放射性物質汚染対処特措法	平成23年法律第110号
放射性同位元素等の規制に関する法律	放射性同位元素等規制法	昭和32年法律第167号

