

「令和4年度版原子力白書」について

～特集：原子力に関する研究開発・イノベーションの動向～

2023年9月
内閣府 原子力政策担当室
参事官 梅北 栄一



目次

1. 原子力委員会と原子力白書について
2. 「はじめに」：原子力政策の大きな動き
3. 令和4年度版原子力白書（特集）の内容
～原子力に関する研究開発・イノベーションの動向について～
4. 令和4年度版原子力白書（第1章～第9章）の内容

1.

原子力委員会と原子力白書について

原子力委員会について

（設置）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、内閣府に原子力委員会を置く。（原子力基本法 第四条）

（任務）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、決定する（原子力基本法 第五条）

原子力委員会委員長・委員



上坂 充 委員長（常勤）

（元・東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授）

任期：令和2年12月16日～令和5年12月15日



佐野 利男 委員（常勤）

（元・軍縮会議日本政府代表部特命全権大使）

任期：令和2年12月16日～令和5年12月15日



岡田 往子 委員（非常勤）

（現・東京都市大学理工学部客員教授）

任期：令和4年6月16日～令和7年6月15日

主な所掌事務

- 1）原子力利用に関する政策に関すること
- 2）関係行政機関の原子力利用に関する事務の調整に関すること
- 3）原子力利用に関する資料の収集及び調査に関すること
- 4）法律に基づき委員会に属させられた事務その他原子力利用に関する重要事項に関すること

この所掌事務を実施するために、「原子力委員会設置法」に基づき、関係行政機関の長に勧告することができる。

主な業務

- 「原子力利用に関する基本的考え方」の策定
- 「原子力白書」の発刊
- 原子力の平和利用担保に係る取組（プルトニウムの平和利用等）

「原子力白書」について

「原子力白書」について

1. 「原子力白書」は、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、国民に対する説明責任を果たしていくために原子力委員会が発刊
2. 「原子力利用に関する基本的考え方*」の重点的取組の項目に基づいた章（第1章～第9章）及び「特集」（毎年テーマを決定）からなる構成（* 2023年2月原子力委員会改定、政府として尊重する旨閣議決定）
3. 第1章～第9章では、「基本的考え方」のフォローアップとして、原子力利用に関する国内外の動向や取組をアーカイブとして整理
⇒ 令和5年7月発刊の令和4年度版原子力白書では、令和4年度(2022年度)の動向・取組を中心に整理

＜構成＞

特 集 「原子力に関する研究開発・イノベーションの動向」

- 第1章 「『安全神話』から決別し、東電福島第一原発事故の反省と教訓を学ぶ」
- 第2章 「エネルギー安定供給やカーボンニュートラルに資する安全な原子力エネルギー利用」
- 第3章 「国際潮流を踏まえた国内外での取組」
- 第4章 「国際協力の下での原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保」
- 第5章 「原子力利用の大前提となる国民からの信頼回復」
- 第6章 「廃止措置及び放射性廃棄物への対応」
- 第7章 「放射線・放射性同位元素の利用の展開」
- 第8章 「原子力利用に向けたイノベーションの創出」
- 第9章 「原子力利用の基盤となる人材育成の強化」



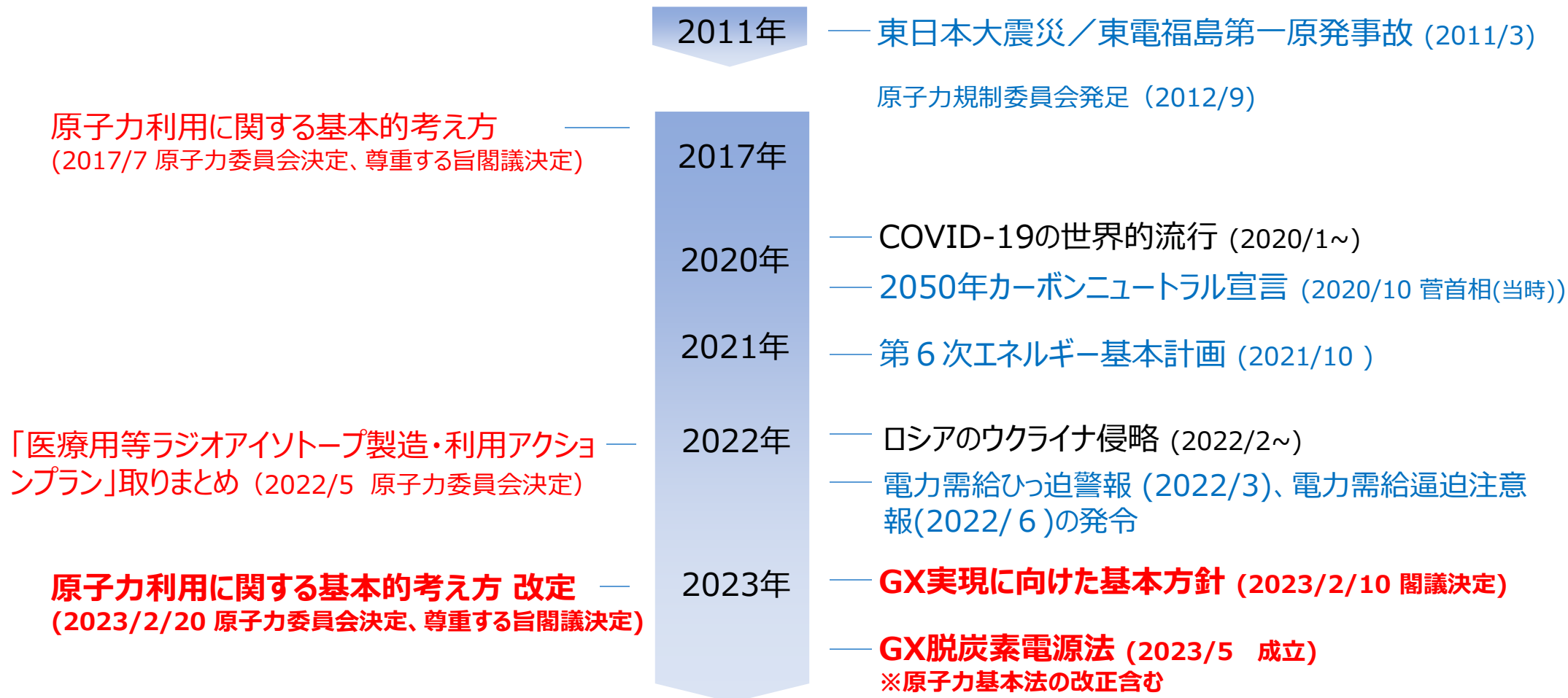
原子力利用に関する基本的考え方

2.

「はじめに」：原子力政策の大きな動き

はじめに：原子力利用に関する基本的考え方の改定及びGX脱炭素電源法

＜最近の原子力を巡る我が国の動き＞



「原子力利用に関する基本的考え方」ポイント

1. 基本的考え方について 及び 改定の背景

- 今後の原子力政策について**政府としての長期的方向性を示す羅針盤**となるものであり、**原子力利用の基本目標と各目標に関する重点的取組を定めている。**
- **平成29年（2017年）7月**に「原子力利用に関する基本的考え方」を**原子力委員会で決定、政府として尊重する旨閣議決定。**
- 「今日を含め原子力を取り巻く環境は常に大きく変化していくこと等も踏まえ、『原子力利用に関する基本的考え方』も**5年を目途に適宜見直し、改定するものとする。**」との見直し規定があり、**令和3年11月には、改定に向けた検討を開始することについて原子力委員会にて公表し、以来、有識者へのヒアリングと検討を重ね、令和5年2月20日に原子力委員会で改定し、2月28日に閣議にて、政府として尊重する旨、決定された。**

2. 本基本的考え方の理念

原子力利用について:

- 原子力はエネルギーとしての利用のみならず、工業、医療、農業分野における放射線利用など、幅広い分野において人類の発展に貢献しうる。
- エネルギー安全保障やカーボンニュートラルの達成に向けあらゆる選択肢を追求する観点から、原子力エネルギーの活用は我が国にとって重要。
- 一方で、使い方を誤ると核兵器への転用や甚大な原子力災害をもたらし得ることを常に意識することが必要。
⇒**原子力のプラス面、マイナス面を正しく認識した上で、安全面での最大限の注意を払いつつ、原子力を賢く利用することが重要となる。**

3. 原子力を取り巻く現状と環境変化

- エネルギー安定供給不安/地政学リスクの高まり
- カーボンニュートラルに向けた動きの拡大
- 世界的な革新炉の開発・建設/既設原発の運転期間延長
- 原子力エネルギー事業の予見性の低下
- テロや軍事的脅威に対する原子力施設の安全性確保の再認識
- 非エネルギー分野での放射線利用拡大
- 経済安全保障の意識の高まり
- ジェンダーバランス等、多様性の確保の重要性増加

4. 今後の重点的取組について

- 「安全神話」から決別し、安全性の確保が大前提という方針の下、安定的な原子力エネルギー利用を図る。その際、円滑な事業を進めるための環境整備に加え、放射性廃棄物処理・処分に係る課題や革新炉の開発・建設の検討等に伴って出てくる新たな課題等に目を背けることなく、国民と丁寧にコミュニケーションを図りつつ、国・業界それぞれの役割を果たす。
- 原子力エネルギー利用のみならず、非エネルギー利用含め、原子力利用の基盤たるサプライチェーン・人材の維持強化を国・業界が一体となって取り組む。

① 東電福島第一原発事故の反省と教訓

- 福島の着実な復興・再生
- ゼロリスクはないとの認識の下での継続的な安全性向上への取組・業務体制の確立・安全文化の醸成・防災対応の強化
- 国及び事業者による避難計画の策定支援等を通じた住民の安全・安心の確保
- 原子力損害賠償の在り方についての慎重な検討

② エネルギー安定供給やカーボンニュートラルに資する原子力利用

- 原発事業の予見性の改善に向けた取組
- 既設原発の再稼働
- 効率的な安全確認
- 原発の長期運転
- 革新炉の開発・建設
- 安定的な核燃料サイクルに向けた取組
- 使用済燃料の貯蔵能力拡大

③ 国際潮流を踏まえた国内外での取組

- グローバル・スタンダードのフォローアップ
- グローバル人材・スタンダード形成への我が国の貢献
- 価値を共有する同志国政府や産業界間での、信頼性の高い原子力サプライチェーンの共同構築に向けた戦略的パートナーシップ構築

④ 原子力の平和利用及び核不拡散・核セキュリティ等の確保

- プルトニウムバランスの確保
- テロや軍事的脅威に対する課題への対応
- IAEA等と連携したウクライナ支援

⑤ 国民からの信頼回復

- ルール違反を起こさず、不都合な情報も隠蔽しない
- 専門的知見の橋渡し人材の育成

⑥ 国の関与の下での廃止措置及び放射性廃棄物の対応

- 今後本格化が見込まれる原発の廃止措置に必要な体制整備
- 処分方法等が決まっていない放射性廃棄物の対応
- 国が前面に立った高レベル放射性廃棄物対応

⑦ 放射線・ラジオアイソトープ(RI)の利用の展開

- 「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」の取組（重要RIの国内製造・安定供給等）
- 社会基盤維持・向上等へ貢献しているという認知拡大及び工業等の様々な分野における利用の可能性拡大

⑧ イノベーションの創出に向けた取組

- 民間企業の活力発揮に資するなど成果を社会に還元する研究開発機関の役割
- 原子力イノベーションに向けた強力な国の支援
- サプライチェーン・技術基盤の維持・強化、多様化

⑨ 人材育成の強化

- 異分野・異文化の多種多様な人材交流・連携
- 産業界のニーズに応じた産学官の人材育成体制拡充
- 若手・女性、専門分野を問わず人材の多様性確保/次世代教育

「GX実現に向けた基本方針」(2023年2月10日閣議決定)

(1) エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXの取組

①徹底した省エネの推進

- 複数年の投資計画に対応できる省エネ補助金の創設
- 省エネ効果の高い断熱窓への改修等、住宅省エネ化への支援強化

②再エネの主力電源化

- 次世代太陽電池(ペロブスカイト)や浮体式洋上風力の社会実装化

③原子力の活用

- 安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替えを具体化
- 規制委員会による厳格な審査を前提に、現行制度と同様に、40年+20年の運転期間制限を設けた上で、一定の停止期間に限り運転期間のカウントから除外を認める

④その他の重要事項

- 水素・アンモニアと既存燃料との価格差に着目した支援
- カーボンリサイクル燃料(メタネーション、SAF、合成燃料等)、蓄電池等の各分野において、GXに向けた研究開発・設備投資・需要創出等の取組を推進

(2) 「成長志向型カーボンプライシング構想」等の実現・実行

①GX経済移行債を活用した、今後10年間で20兆円規模の先行投資支援

②成長志向型カーボンプライシングによるGX投資インセンティブ

③新たな金融手法の活用

⇒ 今後10年間で150兆円を超えるGX投資を官民協調で実現・実行

④国際展開戦略

- クリーン市場の形成やイノベーション協力を主導
- 「アジア・ゼロエミッション共同体」(AZEC)構想を実現

⑤公正な移行などの社会全体のGXの推進

- 成長分野等への労働移動の円滑化支援
- 地域・くらしの脱炭素化を実現

⑥中堅・中小企業のGXの推進

- サプライチェーン全体でのGXの取組を推進

脱炭素社会の実現に向けた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【GX脱炭素電源法】の概要（2023年5月成立）

※電気事業法、再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法（再エネ特措法）、原子力基本法、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（炉規法）、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（再処理法）

背景・法律の概要

- ✓ ロシアのウクライナ侵略に起因する国際エネルギー市場の混乱や国内における電力需給ひっ迫等への対応に加え、グリーン・トランスフォーメーション（GX）が求められる中、脱炭素電源の利用促進を図りつつ、電気の安定供給を確保するための制度整備が必要。
- ✓ 本年2月10日（金）に閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」に基づき、(1)地域と共生した再エネの最大限の導入促進、(2)安全確保を大前提とした原子力の活用に向け、所要の関連法を改正。

（１）地域と共生した再エネの最大限の導入拡大支援 （電気事業法、再エネ特措法）

- ① 再エネ導入に資する系統整備のための環境整備（電気事業法・再エネ特措法）
 - ・電気の安定供給の確保の観点から特に重要な送電線の整備計画を、経済産業大臣が認定する制度を新設
 - ・認定を受けた整備計画のうち、再エネの利用の促進に資するものについては、従来の運転開始後に加え、工事に着手した段階から系統交付金（再エネ賦課金）を交付
 - ・電力広域的運営推進機関の業務に、認定を受けた整備計画に係る送電線の整備に向けた貸付業務を追加
- ② 既存再エネの最大限の活用のための追加投資促進（再エネ特措法）
 - ・太陽光発電設備に係る早期の追加投資（更新・増設）を促すため、地域共生や円滑な廃棄を前提に、追加投資部分に、既設部分と区別した新たな買取価格を適用する制度を新設
- ③ 地域と共生した再エネ導入のための事業規律強化（再エネ特措法）
 - ・関係法令等の違反事業者には、FIT/FIPの国民負担による支援を一時留保する措置を導入
違反が解消された場合は、相当額の取り戻しを認めることで、事業者の早期改善を促進する一方、違反が解消されなかった場合は、FIT/FIPの国民負担による支援額の返還命令を新たに措置
 - ・認定要件として、事業内容を周辺地域に対して事前周知することを追加
(事業譲渡にも適用)
 - ・委託先事業者に対する監督義務を課し、委託先を含め関係法令遵守等を徹底

※1 災害の危険性に直接影響を及ぼしうような土地開発に関わる許可（林地開発許可等）については、認定申請前の取得を求める等の対応も省令で措置。

（２）安全確保を大前提とした原子力の活用/廃炉の推進 （原子力基本法、炉規法、電気事業法、再処理法）

- ① 原子力発電の利用に係る原則の明確化（原子力基本法）
 - ・安全を最優先とすること、原子力利用の価値を明確化（安定供給、GXへの貢献等）
 - ・国・事業者の責務の明確化（廃炉・最終処分等のバックエンドのプロセス加速化、自主的安全性向上・防災対策等）
- ② 高経年化した原子炉に対する規制の厳格化（炉規法）
 - ・原子力事業者に対して、①運転開始から30年を超えて運転しようとする場合、10年以内毎に、設備の劣化に関する技術的評価を行うこと、②その結果に基づき長期施設管理計画を作成し、原子力規制委員会の認可を受けることを新たに法律で義務付け
- ③ 原子力発電の運転期間に関する規律の整備（電気事業法）
 - ・運転期間は40年とし、i)安定供給確保、ii)GXへの貢献、iii)自主的安全性向上や防災対策の不断の改善 について経済産業大臣の認可を受けた場合に限り延長を認める
 - ・延長期間は20年を基礎として、原子力事業者が予見し難い事由（安全規制に係る制度・運用の変更、仮処分命令等）による停止期間（α）を考慮した期間に限定する ※原子力規制委員会による安全性確認が大前提
- ④ 円滑かつ着実な廃炉の推進（再処理法）
 - ・今後の廃炉の本格化に対応するため、使用済燃料再処理機構（NuRO^(※)）に
i)全国の廃炉の総合的調整、ii)研究開発や設備調達等の共同実施、
iii)廃炉に必要な資金管理 等の業務を追加
(※) Nuclear Reprocessing Organization of Japan の略
 - ・原子力事業者に対して、NuROへの廃炉拠出金の拠出を義務付ける

※2 炉規法については、平成29年改正により追加された同法第78条第25号の2の規定について同改正において併せて手当する必要があった所要の規定の整備を行う。

※3 再処理法については、法律名を「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」から「原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施及び廃炉の推進に関する法律」に改める。

主な規定事項【原子力基本法】

原子力基本法

<基本方針>

- ・安全神話に陥り、事故を防止できなかったことを真摯に反省。
- ・原子力事故の発生を常に想定し、その防止に向けて最大限努力。

<国の責務>

- ・原子力発電が、①電気の安定供給の確保、②脱炭素社会の実現、③エネルギー供給の自律性向上に資するよう、必要な措置を講じる。
- ・安全性の確保を前提に、原子力事故の防止に万全の措置を講じ、国民からの信頼確保、立地地域の課題解決に向けた取組を推進する。

<基本的施策>

- ・原子力発電の適切な活用に向けて、安全性の確保を前提に、以下の措置をはじめとする必要な措置を講じる。
 - 技術の維持・開発、人材の育成・確保等
 - 原子力に関する研究開発推進やこれらの成果の円滑な実用化
 - 適切な安全対策投資等を確保するための安定的な事業環境整備
 - 再処理、使用済燃料対策、廃炉の円滑かつ着実な実施
 - 最終処分の円滑かつ着実な実施

<事業者の責務>

- ・安全性向上を図る態勢や防災態勢を充実強化する。
- ・立地地域等が行う地域振興の取組等に協力する。

<運転期間に係る規制>

- ・運転期間に係る規制は、電気の安定供給確保等のため、原子力の安定的な利用を図る観点から措置。

電気事業法

- ・利用政策の観点から運転期間の規定を新設

原子炉等規制法

- ・電気事業法の改正に対応し、運転期間の規定を削除
- ・高経年化炉の安全規制を強化

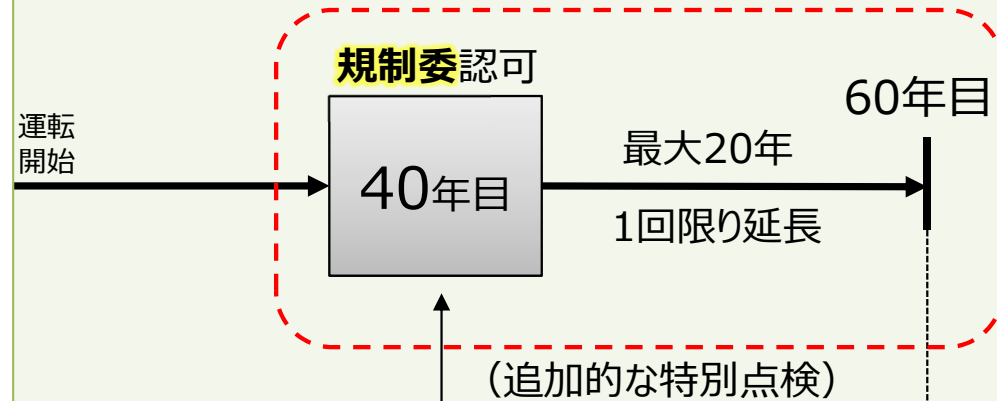
再処理等拠出金法

- ・円滑かつ着実な廃炉の推進に向けた制度整備

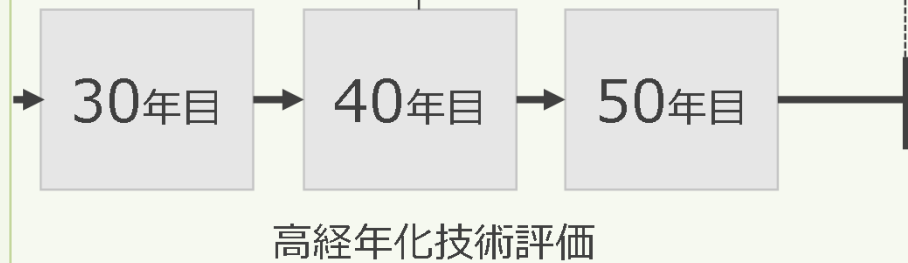
運転期間と高経年化炉に係る規制のイメージ【電気事業法・炉規法】

<現行>

炉規法：運転期間制限

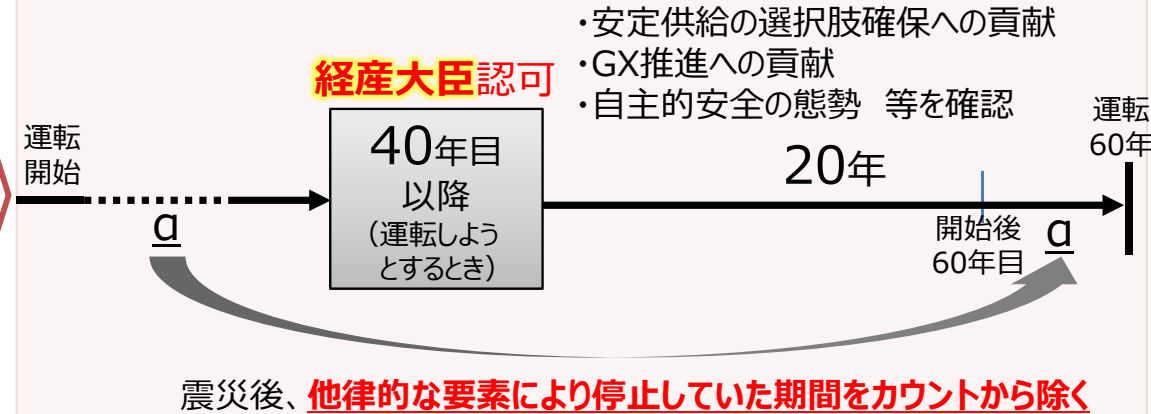


規則(省令相当) ：高経年化技術評価



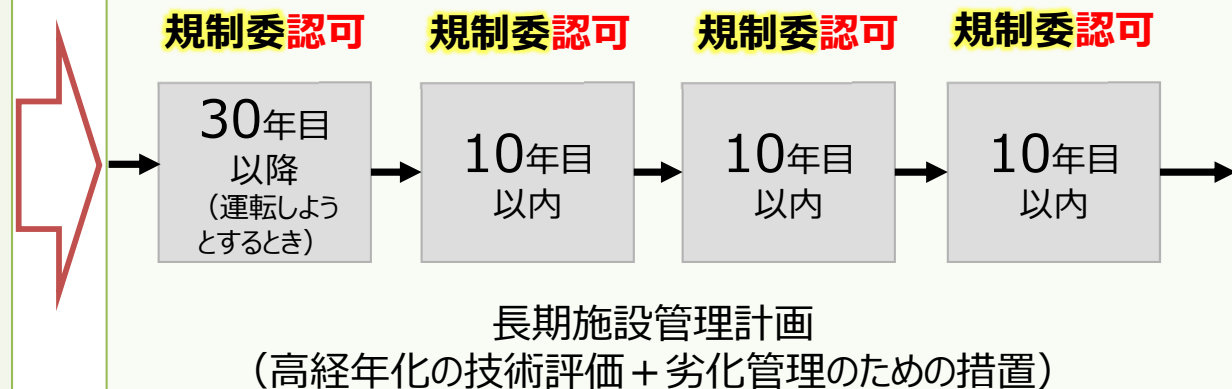
<新制度>

電事法（利用）：運転期間制限



利用と規制の峻別

炉規法（規制）：高経年化の安全規制



円滑かつ着実な廃炉の推進【再処理法】

機構の事業継続が困難になるなど、不測の事態が生じた場合には、必要な制度的措置を講じる。

適切な関与・監督
(設立等の認可、解散制限、監督命令等)

認可

廃炉推進業務中期計画
の作成

使用済燃料再処理
・廃炉推進機構

＜廃炉推進業務＞ ※事故炉を除く

- ① 日本全体の廃炉の総合的なマネジメント
- ② 事業者共通の課題への対応
(研究開発、共用設備の調達、地域理解の増進等)
- ③ 資金の確保・管理・支弁

連携

JAEA

確認

中期計画に
適合するよう
作成

廃炉実施計画
の作成

廃炉実施計画に基づき廃炉を実施

¥
廃炉拠出金の
納付

原子力事業者

原子力事業者

原子力事業者

※費用を支弁する際、事業者が実施する
解体等の費用が適正であるかを、
機構が一定の手続に従い確認

＜適正なガバナンスの確保＞

- 外部有識者を構成員に含む運営委員会において、拠出金年度総額等の重要事項を議決
- 重要事項（拠出金年度総額や役員・外部有識者の人事等）を国の認可にかからしめること等により、適切な業務運営を担保
- 事業計画・財務諸表等の作成・公表

廃炉拠出金

= 年度総額 × 事業者ごとの負担率

- 年度総額・負担率は、機構が廃炉推進業務全体に要する費用を勘案した上で、毎年度決定・通知
- 年度総額は、将来の不確実性も踏まえた水準としつつ、事業者の経営状況等にも配慮

※現行の解体引当金残高に相当する額については、別途、30年間で分割拠出を求める

3.

令和4年度版原子力白書（特集）の内容 ～原子力に関する研究開発・イノベーションの 動向について～

特集 原子力に関する研究開発・イノベーションの動向

原子力利用に関する研究開発の歴史

真理の探究

「原子」の存在の予想（自然哲学）

「原子」の存在の提唱（自然科学）

放射線・RIの発見

特殊相対性理論の発表、核変換実験、
中性子照射による核反応に関する実験

加速器（サイクロトロン）の開発

エネルギー利用の可能性の追求

臨界実験における核分裂連鎖反応の実証
原子爆弾の開発

発電実験に成功

“Atoms for Peace”

原子力エネルギーの平和利用の開始



1954年に2億3500万円の原子力予算を計上

- ・原子力発電の制御や安全性向上
 - ・放射性廃棄物の処理・処分
 - ・廃止措置
 - ・社会科学的側面
- 等に関する研究開発が進展していく。

非エネルギー利用・学術研究

医療利用（診断・治療）と研究の開始

加速器を用いたRIの研究・生産

原子炉を用いたRIの研究・生産



透過作用や電離を利用した研究が進む

医療

透過・電離作用
を利用した診断・
治療

農業

電離作用を利用
した食品照射によ
る芽止め効果、
害虫防除 等

工業

透過作用を利用
した非破壊検査、
電離作用を利用
した材料加工、
滅菌 等

特集 原子力に関する研究開発・イノベーションの動向

原子力利用に関する研究開発の全体像

原子炉の安全性向上:

- ・革新炉における安全性実証⇒トピック1
- ・高経年化に関する知見拡充(劣化メカニズム)⇒トピック3
- ・原子炉の健全性評価手法の研究(解析コード開発、監視試験片再利用)⇒トピック3
- ・事故耐性燃料(ATF)の開発⇒トピック2
- など

原子炉の再エネとの共存・多目的利用の実用化:

- ・原子炉の負荷追従運転⇒トピック1
- ・原子炉の熱利用(高温による水素製造など)⇒トピック1
- ・原子炉を利用したRI製造
- など

医療利用(放射線・RIによる診断・治療):

- ・ α 線核種の製造
- ・治療・診断に使える核種の多様化
- ・粒子線の利便性向上(加速器の小型化)
- など

核燃料サイクルシステムの確立:

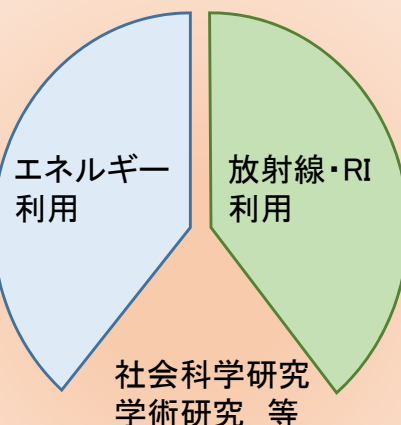
- ・使用済MOX燃料の再処理の実現
- ・革新炉の使用済燃料再処理技術の開発⇒トピック1
- ・高速炉の開発⇒トピック1、5
- ・核拡散抵抗性の高い原子力システム技術開発
- など

東電福島第一原発廃炉を含む廃止措置の安全な実施:

- ・高線量の線源把握技術⇒トピック4
- ・遠隔ロボット技術⇒トピック4
- ・燃料デブリ性状分析・推定技術⇒トピック4
- ・汚染水・処理水対策
- ・廃止措置エンジニアリングシステムの研究開発⇒トピック4
- ・放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物の再利用と処分(クリアランスレベル以下)
- ・放射線の環境・生物影響評価
- など

放射性廃棄物の処理・処分:

- ・革新炉の廃棄物処理技術の検討・開発⇒トピック1
- ・使用済燃料にかかる廃棄物発生量の低減・減容化(MA等の分離・回収、MA含有燃料設計・製造、核変換など)⇒トピック5
- ・高レベル放射性廃棄物の地層処分(処分手法開発、断層モデル構築)
- ・世代間倫理の研究⇒トピック7
- など



工業利用(非破壊検査による社会インフラの保全、材料加工、滅菌等):

- ・非破壊検査に用いる放射線発生装置(加速器)の小型化⇒トピック6
- ・非破壊検査に用いる観測装置の高度化⇒トピック6
- ・半導体製造
- ・ニーズを踏まえた新材料開発
- など

農業利用(品種改良、食品・農産物処理 等):

- ・放射線照射による品種改良
- ・低エネルギー放射線による食品・農産物処理の研究開発
- など

放射線の健康影響に関する理解促進:

- ・放射線モニタリング技術、放射線被ばく線量評価の性能向上
- ・リスクコミュニケーション
- など

原子力利用への信頼回復:

- ・社会的意思決定手法の開発⇒トピック7
- など

知のフロンティアの拡大:

- ・核融合炉の実証
- ・宇宙原子炉の実証

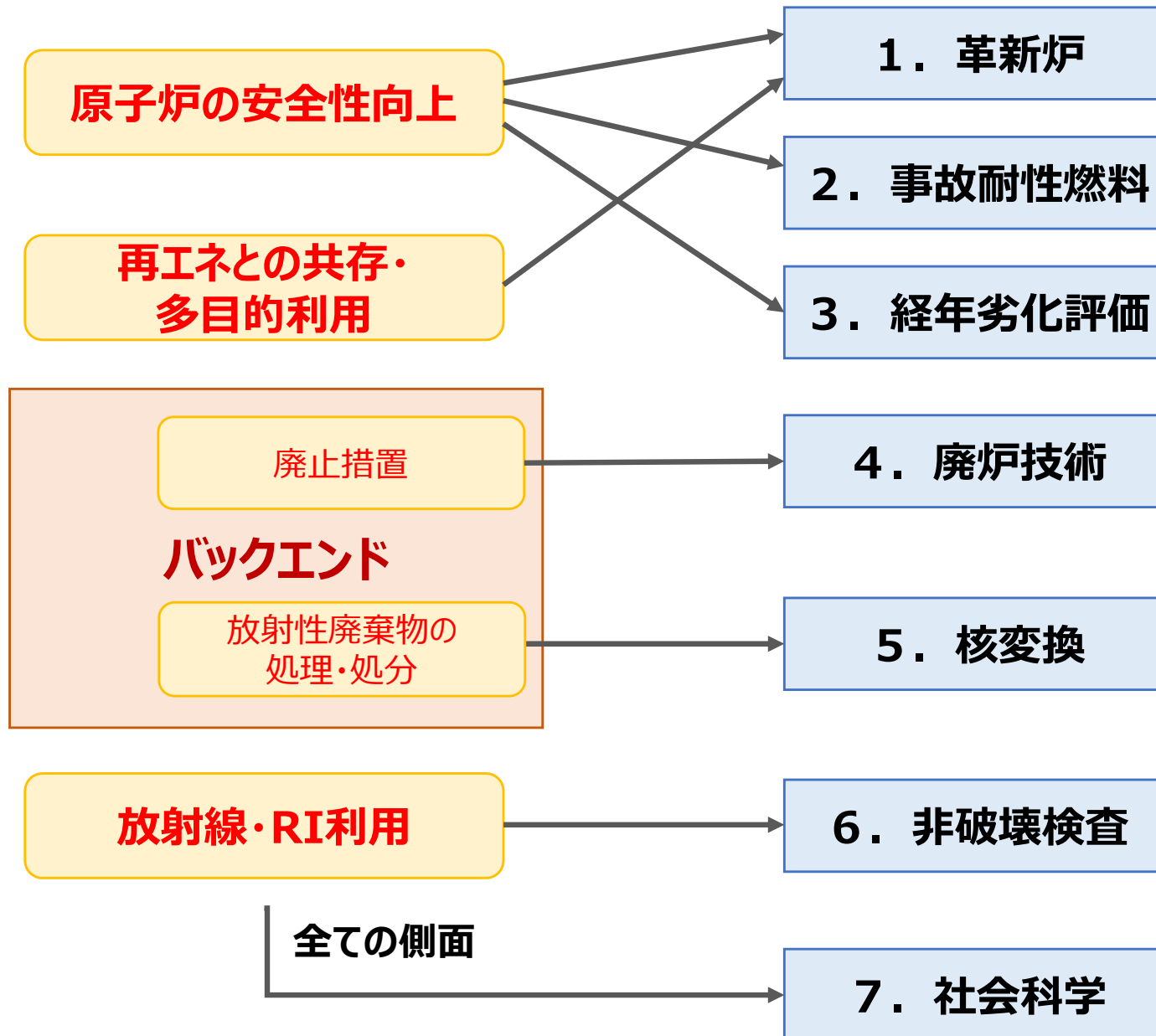
- ・月資源探索(中性子による水モニター)
- ・理論検証(中性子寿命の測定、量子もつれなど)

- ・材料等の構造解析
- ・量子ビームの技術開発
- など

特集で取り上げた研究開発トピックス

＜目的＞

＜研究開発トピックス＞



トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

○グリーン転換フォーメーション（GX）が注目される中、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発が世界的に進む。

革新軽水炉

※現行炉と同じ出力規模



◆ 三菱重工業

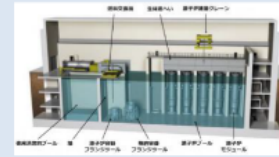
- 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- 受動安全や外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による所外影響の低減

<課題>

・初期投資の負担 ・建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

※軽水炉、小出力

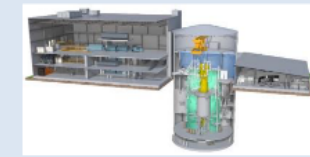


◆ VOYGR（NuScale社）

- 炉心が小さく自然循環冷却、事故も小規模に
- 工期短縮・初期投資の抑制

<課題>

・小規模なため効率低い（規模の経済性小） ・安全規制等の整備



◆ BWRX-300（日立GE）

トピックで取り上げた炉型

高速炉

※冷却材に軽水でなくナトリウムを使用



◆ 実験炉：常陽（JAEA）

- 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- 廃棄物の減容・有害度低減
- 資源の有効利用

<課題>

・ナトリウムの安定制御等の技術的課題
・免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

※冷却材にヘリウムガス、減速材に黒鉛を使用



◆ 試験炉：HTTR（JAEA）

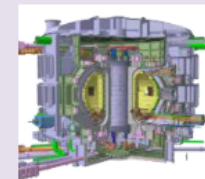
- 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- 高温耐性で炉心溶融なし
- 950℃の熱の利用が可能（水素製造等）

<課題>

・エネルギー密度・経済性の向上
・安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

※水素をヘリウムに融合・メカニズム大きく異なる



◆ 実験炉：ITER

- 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- 廃棄物が非常に少ない

<課題>

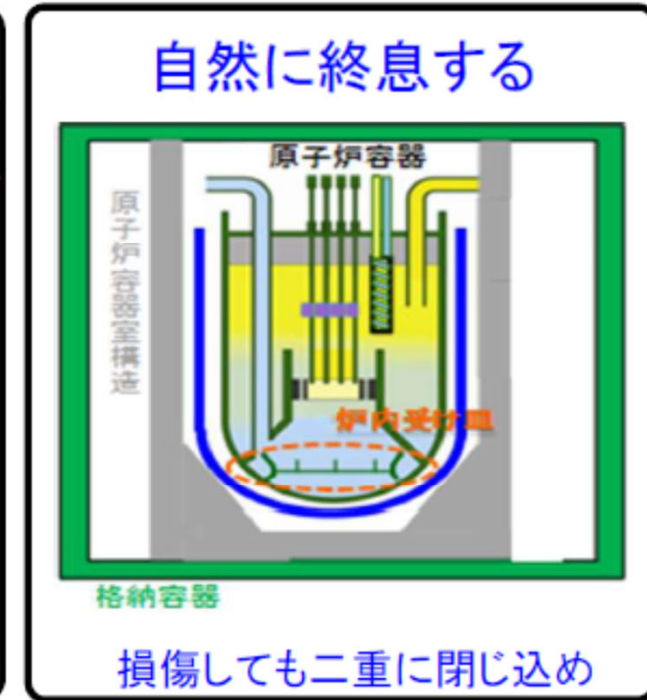
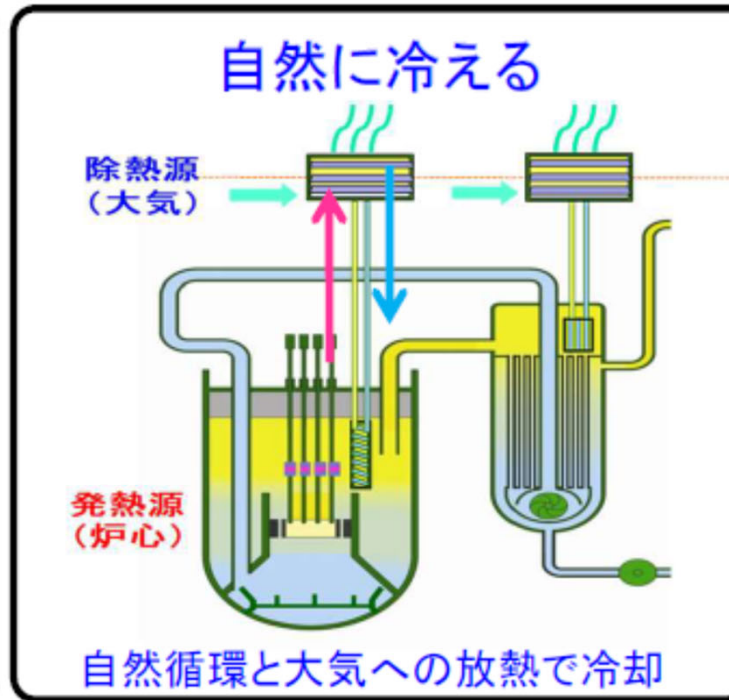
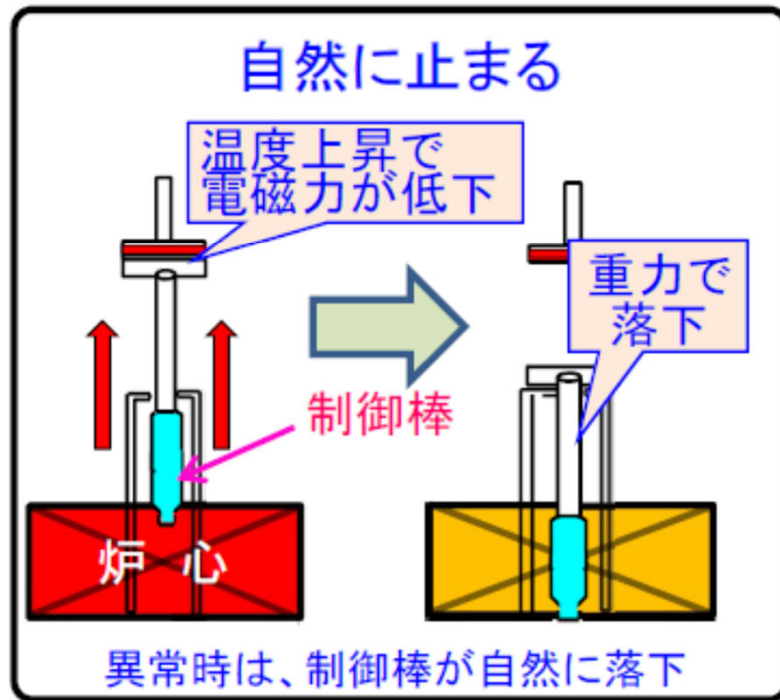
・プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間）
・エネルギー密度・経済性の向上

（出典）第50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「エネルギーの安定供給の再構築」（2022年）に基づき作成

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

- 冷却液体の重力による注入や、自然循環による冷却といった自然法則を安全機能に採用した**受動的安全炉**の開発・導入が進められている。
- 受動的安全性により、万が一外部からの電源がなくなるような非常時でも炉心や格納容器を冷却し、放射性物質を格納容器内に閉じ込めることが可能になると期待されている。

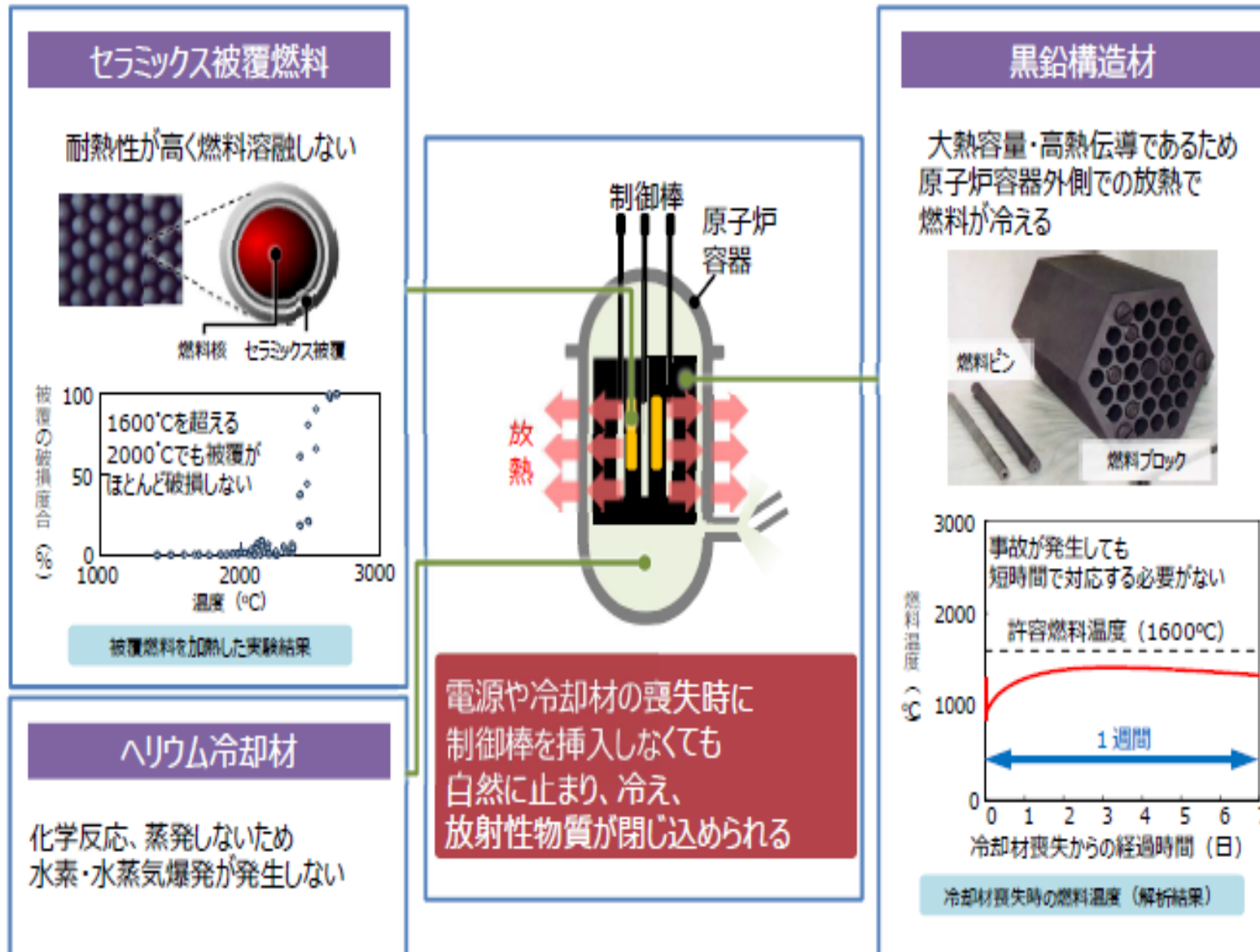
＜原子炉の受動的安全性＞



(出典) 第11回原子力委員会資料第1号「革新炉(高速炉(サイクル)、高温ガス炉+SMR)開発の現状とポテンシャルについて(2023年3月28日青砥紀身)

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

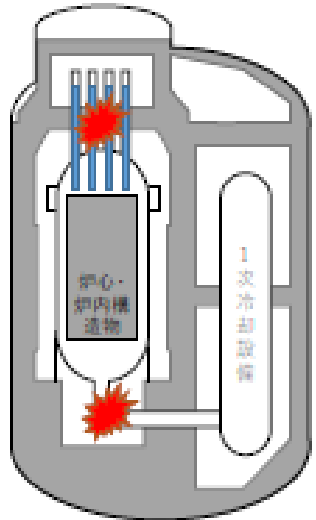
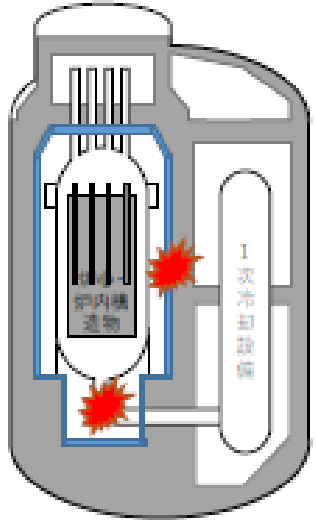
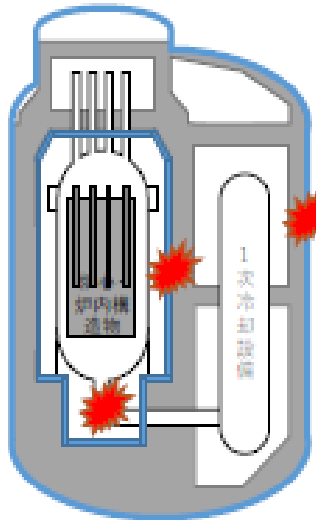
＜高温ガス炉の安全性の例＞



(出典) 次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤に関する提言 (2023年)

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

HTTRの新規制基準適合性審査結果

事象 設備・機能	1次冷却設備二重管破断 ＋ 原子炉停止機能の喪失	1次冷却設備二重管破断 ＋ 炉心冷却機能の喪失	1次冷却設備二重管破断 ＋ 閉じ込め機能の喪失
想定概要			
評価結果*1	●スクラム失敗でも負の温度係数により出力低下 ●自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去 ●多量の放射性物質放出に至る恐れなし	●制御棒挿入により原子炉停止 ●自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去 ●多量の放射性物質放出に至る恐れなし	●制御棒挿入により原子炉停止 ●自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去

*1：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） 原子炉設置変更許可申請書、添付書類十

（出典）第11回原子力委員会資料第1号「革新炉（高速炉（サイクル）、高温ガス炉＋SMR）開発の現状とポテンシャルについて（2023年3月28日青砥紀身）

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

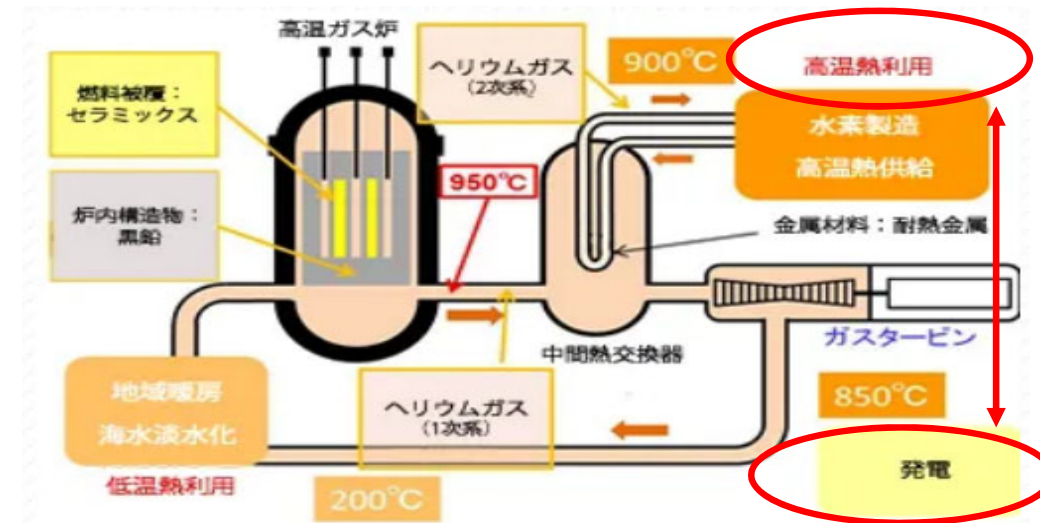
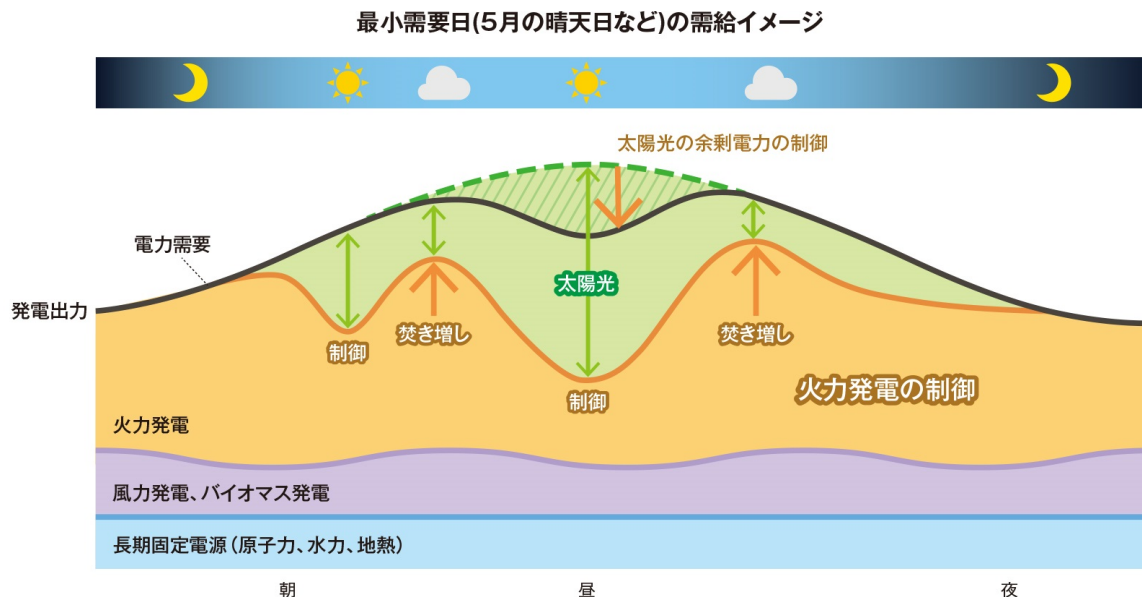
○革新炉は、出力が変動する再生可能エネルギーの大量導入に必要な電力需給バランス調整の面からも期待される。
← 火力発電や蓄電池等の役割を代替できる機能

ー負荷追従運転：

- ・小型軽水炉⇒モジュールごとの制御
- ・高温ガス炉⇒ヘリウムガスタービンと組み合わせた出力制御
- ・高速炉⇒溶融塩を用いた蓄熱システム等による制御

なお、出力の増減に伴う材料の熱疲労や発電量を下げた際に蓄積される核分裂生成物による毒作用の考慮などの対応も必要

高温ガス炉の出力制御



(出典) 原子力機構大洗研究所ウェブサイト

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

- 来るべき水素社会に向けて原子力エネルギーを活用したカーボンフリー水素製造が着目されている。
- 公平な条件の下で、再エネ由来水素等との比較優位性を示す必要あり。**
- 需要サイド（例えば製鉄業、アンモニア製造等）が求める水素コスト、需要量との間には大きなギャップ**があり、現時点では、公的機関による何らかのサポートがない限り、商用化は見通せていない。

＜原子力利用によるグリーン水素の供給＞

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

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

製鉄における水素価格面の課題について

- ・2050年断面における政府の水素コスト目標（20円/Nm³）を前提としても、**現状コストとの比較においては大きなギャップが生ずる**
- ・我が国の産業競争力の源泉である国内製鉄業の競争力維持の観点からは、**現状コストとの値差解消が必要**

現状と比較した水素の価格面課題

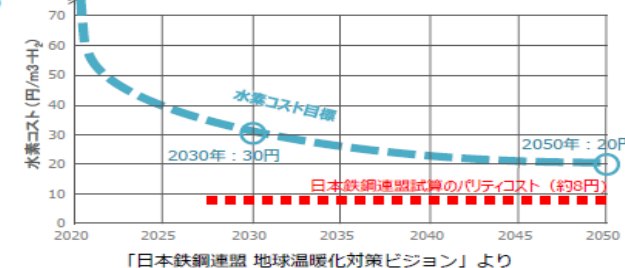
～日本鉄鋼連盟によるパリティコスト試算～

現状(炭素還元)と等価にする場合の水素価格は**約8円/Nm³**(7.7¢/Nm³)

(試算条件)

- ・原料炭価格前提：\$200/t
- ・1tの鉄鉄製造時の原料炭使用量：700kg/t-p
- ・原料炭のうち還元機能で消費される分のみ考慮(55%)
- ・新規設備コストは含まない
- ・為替前提：\$ = 100円

【参考】水素コスト目標と鉄連のパリティコスト
鉄連試算値を基に当社にて換算



NIPPON STEEL

© 2022 NIPPON STEEL CORPORATION All Rights Reserved.

(出典) 総合エネルギー調査会 アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議 資料1

トピック1：安全性向上と脱炭素推進を兼ね備えた革新炉の開発

○放射性廃棄物の処理・処分など、既存炉と異なる面もあることから、**ライフサイクル全体を見据えた検討が必要。**

＜SMRに対する期待と求められる対応：まとめ＞

※ここではSMRとは比較的出力の小さな全ての炉型を含み、小型軽水炉のみならず、小型の高速炉や高温ガス炉も含む。

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

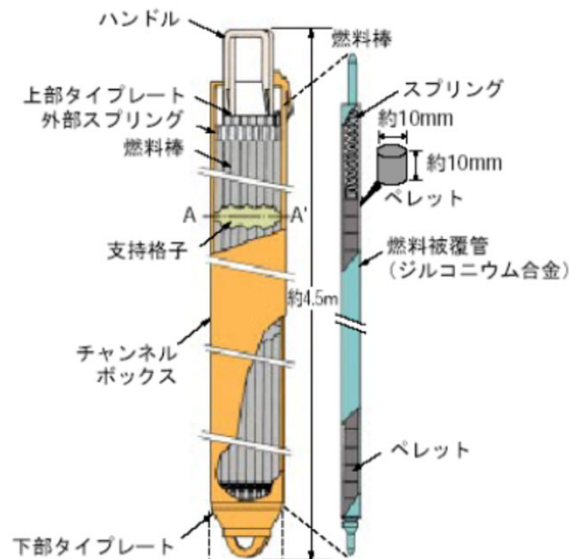
トピック2：水素発生を抑制する事故耐性燃料の開発

○ 現行の発電用軽水炉のジルコニウム合金被覆管は、熱中性子吸収が少ないなど優れた特性がある一方で、高温状態で水との酸化反応により熱と水素を発生させ、東電福島第一原発事故においては、水素爆発が起きた。

＜東電福島第一原発事故の経過の概要＞



(出典) 東京電力ホールディングス(株)「福島第一原子力発電所1～3号機の事故の経過の概要」を基に作成



ジルコニウムの水による酸化反応：
$$\text{Zr} + 2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{ZrO}_2 + 2\text{H}_2$$

(出典) 原子力機構

トピック2：水素発生を抑制する事故耐性燃料の開発

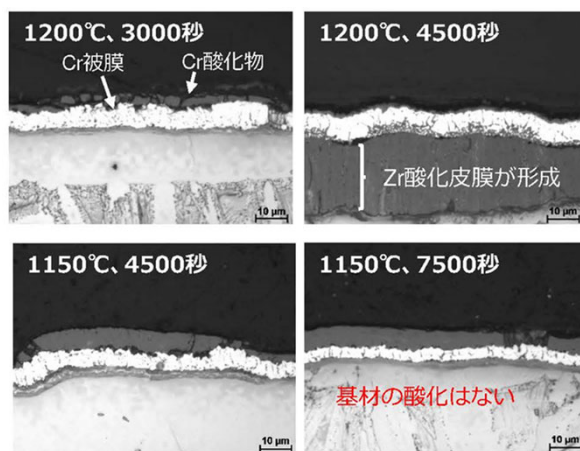
- 水素発生を抑制し事故時の耐性を向上させる燃料（事故耐性燃料）開発が国内外で進む。我が国は2030年代半ば以降の実用化を目指している。
- 事故耐性燃料の使用は、持続可能な経済活動を促進するEUタクソノミーにおける原子力発電の適格条件の一つとなっているなど（2025年まで適用免除）、世界的にもその開発が求められている。

＜実用化までの開発ステップ＞



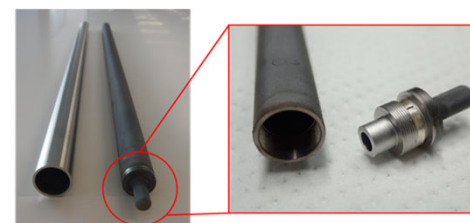
（出典）原子力の安全性向上に資する技術開発事業での事故耐性燃料の開発、東京大学・原子力機構主催「事故耐性燃料に関するワークショップ」講演資料、2023/12/21を基に作成

＜クロムコーティング被覆管＞

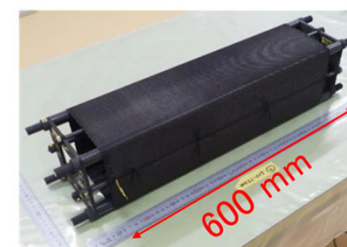


高温酸化試験後サンプルの金相観察写真

＜炭化ケイ素の複合材被覆管他＞



End plug sealing structure



SiC Channel Box Preform

（出典）第12回原子力委員会資料
第1号 原子力機構「日本における事故耐性燃料研究の現状及び今後の見通し」（2023年）を基に作成

トピック3：原子炉の長期利用に向けた経年劣化評価手法の開発

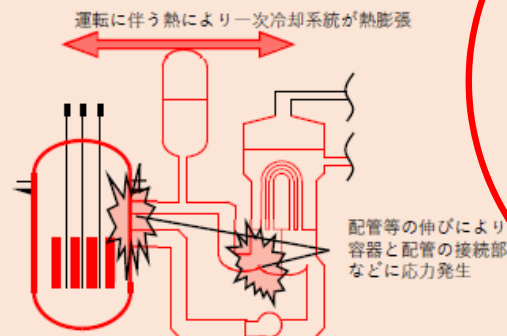
○今般の法改正により、原子炉の運転期間について、一定の停止期間に限り、追加的な延長を認めることが可能となり、高経年化した原子炉の健全性への関心が高まっている。

㊦ 主要な6つの物理的な経年劣化事象

運転に伴い劣化が進展するもの

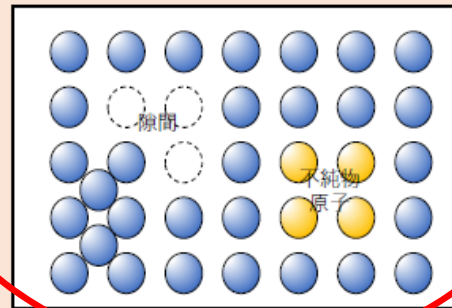
① 低サイクル疲労

温度・圧力の変化によって、大きな繰り返し応力がかかる部位に割れが発生する事象。



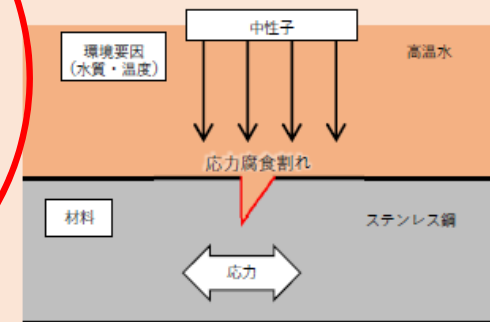
② 原子炉容器の中性子照射脆化

長期間にわたり原子炉容器に中性子が照射されることにより、その強度（靱性）が徐々に低下（脆化）する事象。



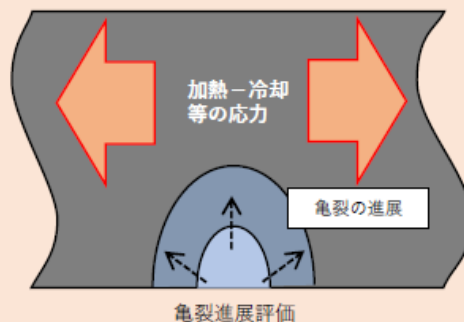
③ 照射誘起型応力腐食割れ

中性子の照射により、応力腐食割れの感受性が高くなり、ひび割れが発生する事象。



④ 2相ステンレス鋼の熱時効

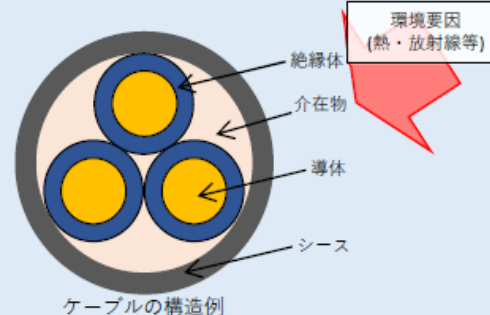
ステンレス鋼が高温での長期使用に伴い、靱性の低下を起こす事象。



停止中でも進展するもの

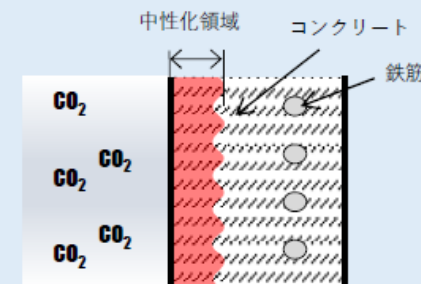
⑤ 電気・計装設備の絶縁低下

電気・計装設備に使用されている絶縁物が環境要因等で劣化し、電気抵抗が低下する事象。



⑥ コンクリート構造物の強度低下

コンクリートの強度が、熱、放射線照射等により低下する事象。また、放射線の遮へい能力が熱により低下する事象。

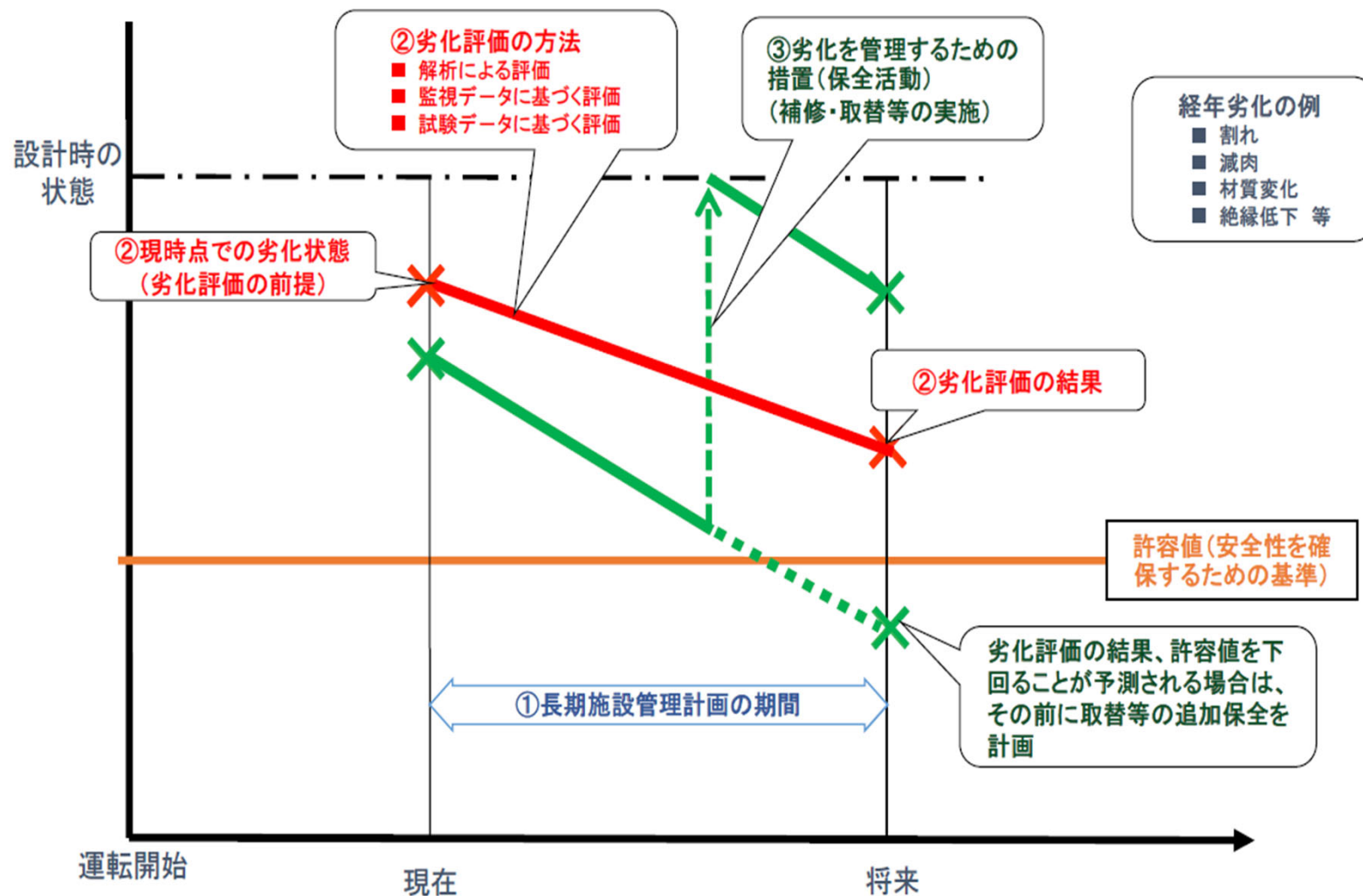


トピック3：原子炉の長期利用に向けた経年劣化評価手法の開発

○原発の多くの機器は取替可能である一方、原子炉圧力容器など、**取替困難機器が原子炉の寿命を判断する上で重要**となる。

－取替困難機器：
原子炉圧力容器、原子炉格納容器、コンクリート構造物

＜発電用原子炉の規制制度の枠組み＞



(出典) 原子力着せ委員会 高経年化した発電用原子炉の安全規制に関する検討チーム

トピック3：原子炉の長期利用に向けた経年劣化評価手法の開発

○原子炉圧力容器の代表的な経年劣化事象である中性子照射脆化について、劣化予測精度の向上や確率論的な健全性評価手法、限りある監視試験片の再利用などに向けた開発が行われている。

○原子力関連機関は、**経年劣化に対する安全性確保の取組や科学的・客観的データについて、国民に分かりやすく発信していくことが必要。**

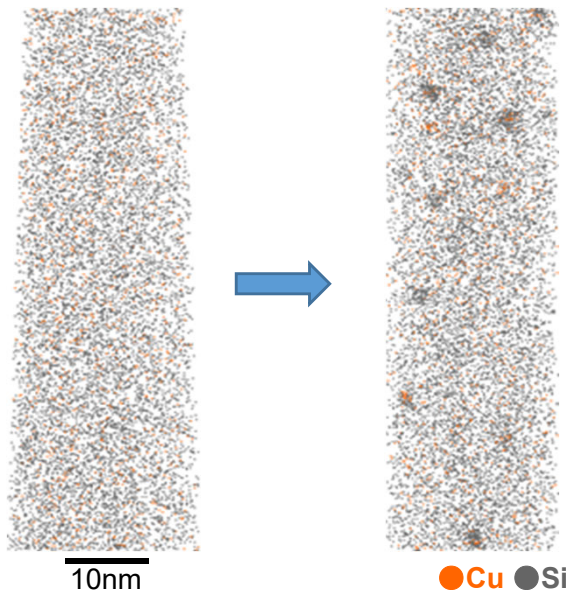
－劣化予測精度の向上：

脆化量の将来の予測精度向上のために、アトムプローブなどを用いた微細組織変化分析により、クラスターなどの形成やその脆化への影響を理解するための取組が進められている。

－確率論的破壊力学による健全性評価

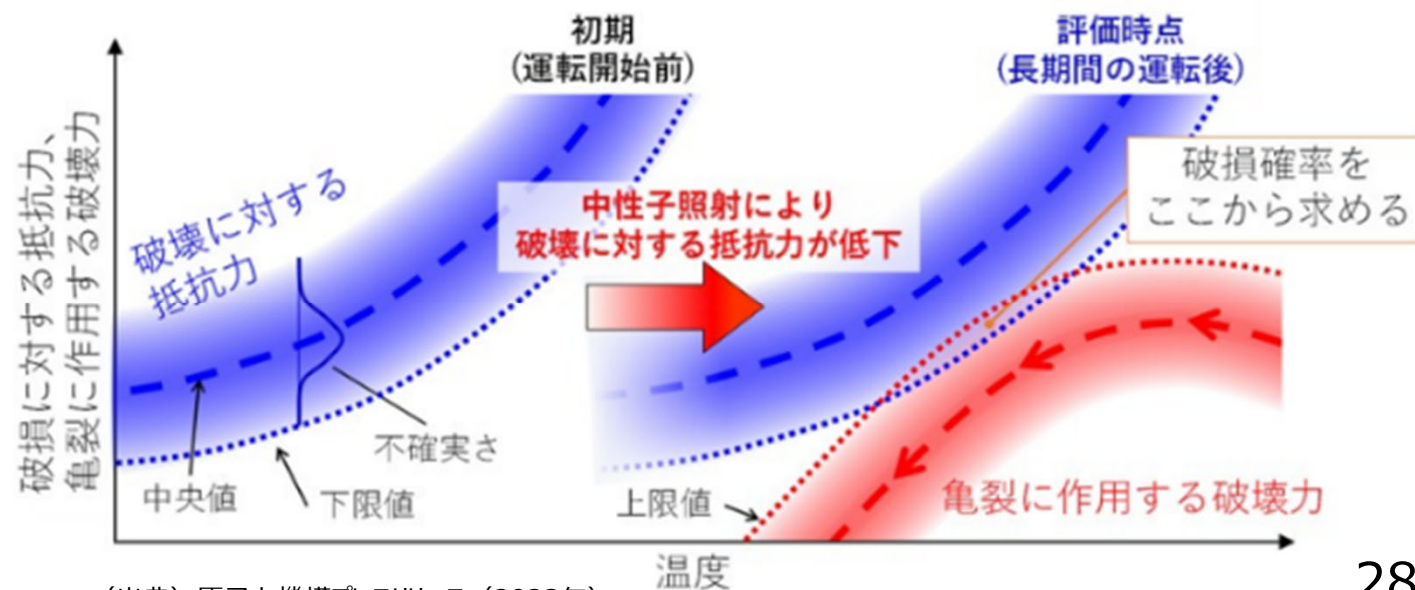
劣化進展の予測や構造物の破壊に係る評価には様々な不確実性因子があり、確率論的破壊力学に基づく評価手法が開発されている。

<照射前（左）と照射後（右）の原子炉圧力容器鋼の3次元アトムプローブ分析結果>



（出典）電力中央研究所

<確率論的破壊力学による原子炉圧力容器の健全性評価>



（出典）原子力機構プレスリリース（2023年）

トピック4：高線量を克服する廃炉に向けた技術開発

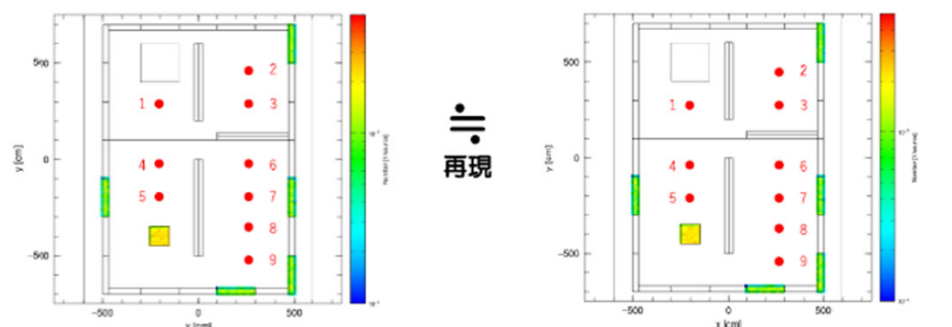
○事故炉は燃料デブリの存在、汚染水の発生、原子炉建屋内の高線量化、状態が不明な要素が多いなど、通常炉とは異なる点が多く存在する。

○事故炉である東電福島第一原発の廃炉に向けては、作業員の被ばくリスクを回避するための線源把握技術や遠隔技術、燃料デブリを取り出す作業現場で簡易的かつ迅速に分析できる非破壊分析等の開発が実施されている。

→ 放射線量など、現場での不確かさの幅の低減が実現できれば、過度な安全対策を防止し、迅速かつ合理的な廃炉作業が可能となる。

<線源把握技術の開発（線量率分布の比較）>

①



テスト線源分布（正解を自身で用意）

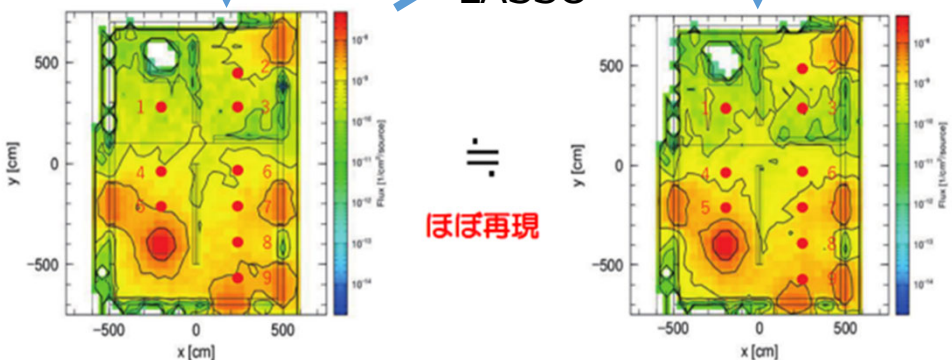
PHITS

逆推定により得た線源分布

PHITS

LASSO

②

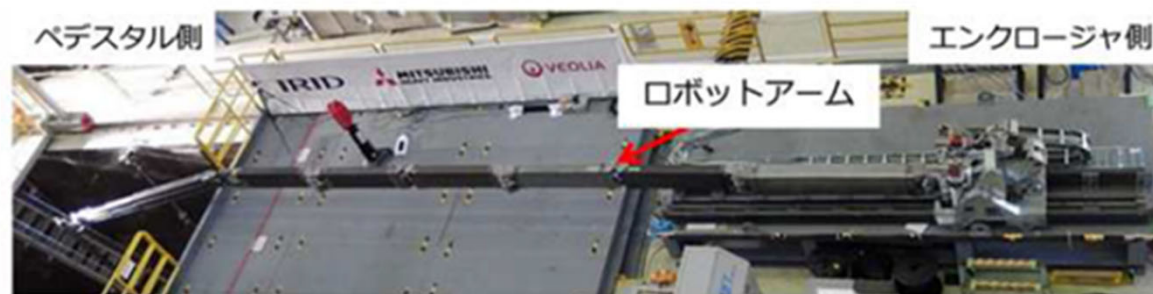


テスト線源を配置しモンテカルロ計算で
得た線量率分布(正解)

逆推定により得られた線源(予測解)による
線量率分布

(出典) RISTニュースNo.68(2022)

<燃料デブリの試験的取り出しのためのロボットアーム>

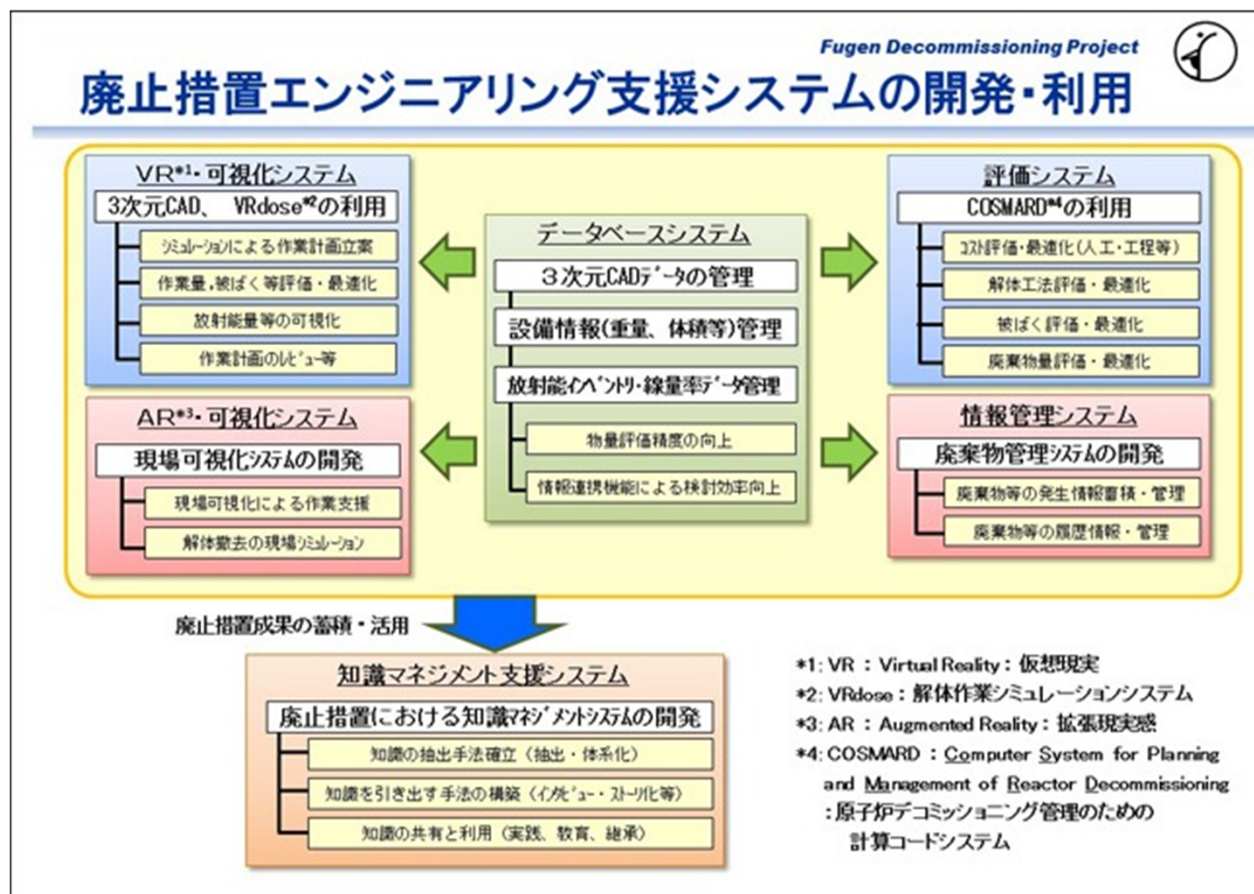


(出典) 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2022

トピック4：高線量を克服する廃炉に向けた技術開発

- 世界で186基が廃止措置中であり（2022年10月時点）、今後国内外での廃止措置の本格化が見込まれる。
- 事故炉のみならず通常炉を含めた廃止措置は、土木・建築、メカニクス、ロボティクス、安全確保などの総合的なシステム技術であり、国内外の知見を活かした工程全体のマネジメントが重要。
- 東電福島第一原発の廃炉の経験を国際社会に共有し活用することで、国内外での廃止措置や原子力利用全体における安全性確保にも貢献することが期待される。

＜事例：原子力機構の廃止措置エンジニアリング支援システム＞



（出典）原子力機構「既存技術の改良・高度化 廃止措置エンジニアリング支援システム

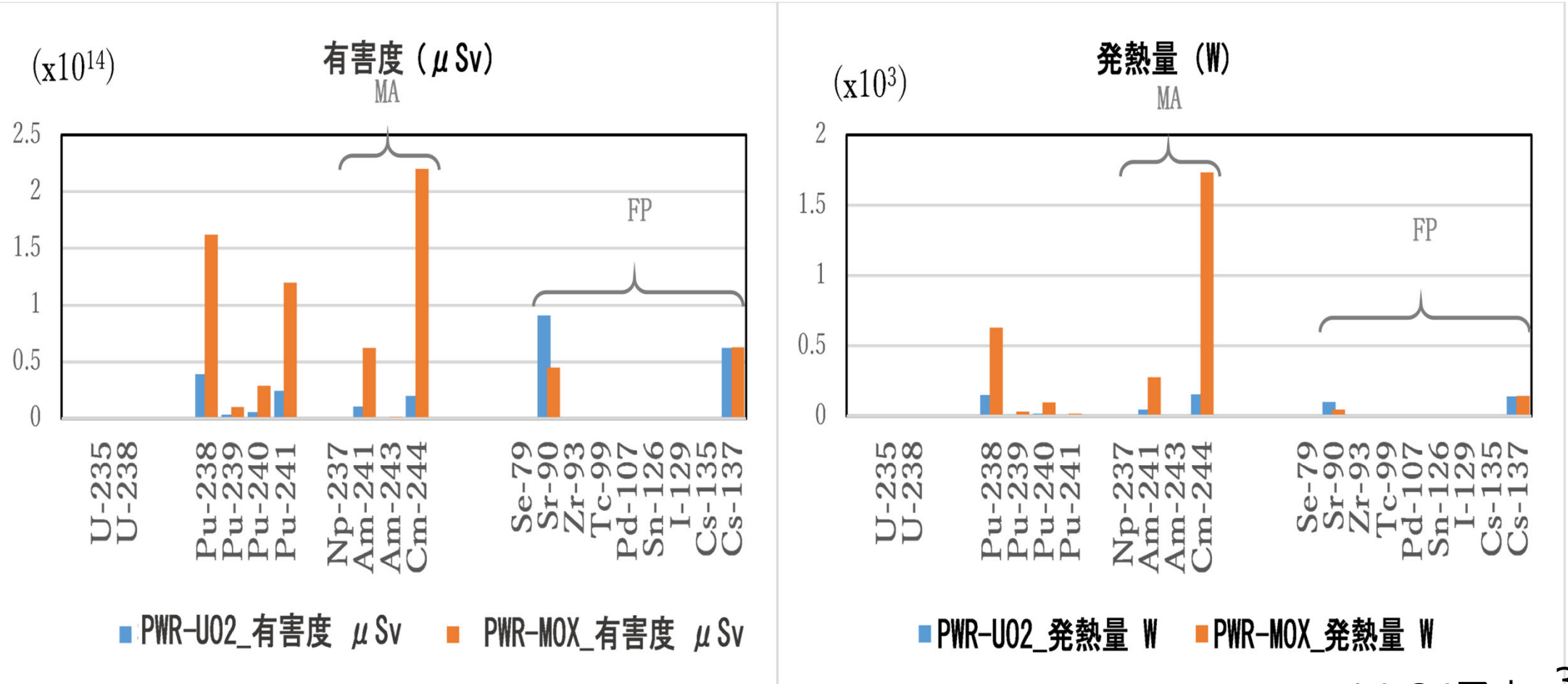
トピック5：核変換による使用済燃料の有害度低減への挑戦

○高レベル放射性廃棄物の中には、発熱量が大きく、半減期が極めて長いマイナーアクチノイド（MA）等の核種が含まれ、これらを分離・変換することで、減容化・有害度低減、処分場の規模低減等が期待される。

○ただし、MA等の分離変換技術を用いたとしても、最終的な地層処分が不要になるわけではない。

＜使用済燃料1トン中に含まれる各核種による有害度と発熱量＞

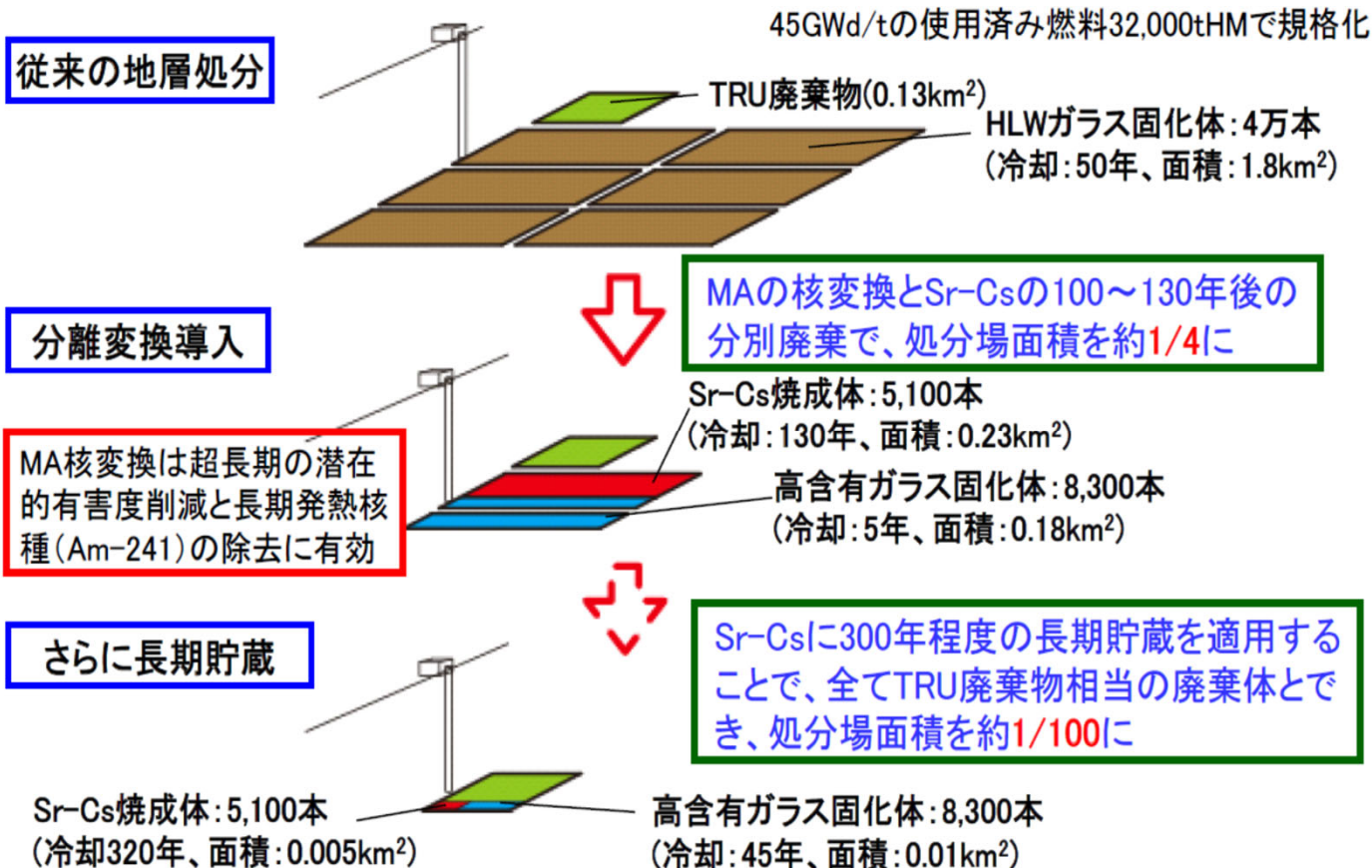
※一般的に、使用済MOX燃料の有害度・発熱量ともに大きくなり取り扱いが難しくなる。



トピック5：核変換による使用済燃料の有害度低減への挑戦

- 一定のシナリオを想定すると、MA等のリサイクルにより、必要となる処分場面積の大幅な低減が期待できる。
- また、下記の前提を置いて試算すると、**100万kWの高速炉1基でMAの核変換を行う場合、100万kWの軽水炉約3.1基から発生するMAを変換できると推計**できる。

＜分離変換技術の導入による処分概念の合理化＞



＜分離変換技術の導入効果試算の条件＞

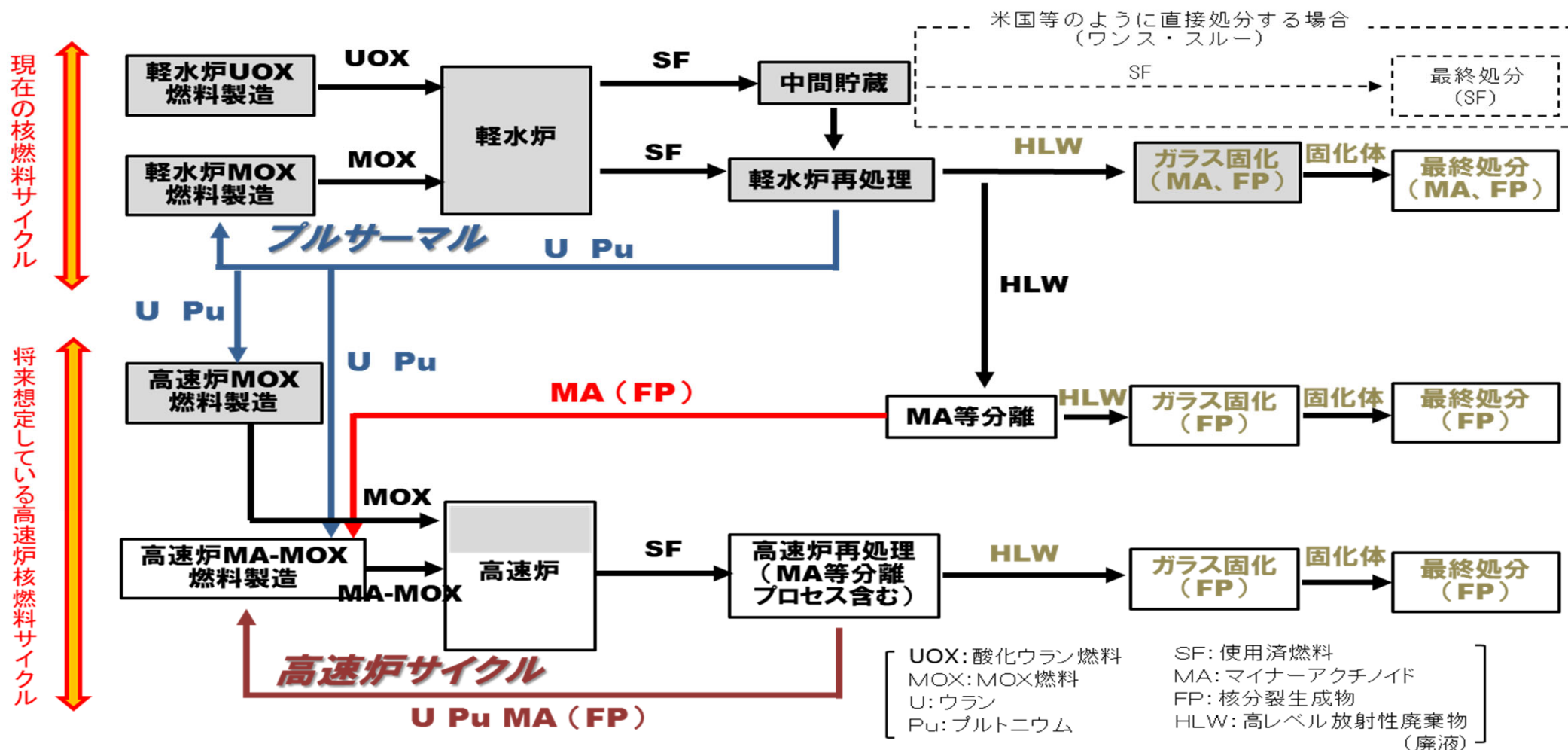
諸元	軽水炉	高速炉
設備利用率	80%	90%
熱効率	35%	40%
燃焼度	45GWd/t	150GWd/t
冷却期間	10年	-
MA添加率	-	4%
核変換率	-	40%

※上記条件の下計算すると、軽水炉からの年間MA発生量が28.6kg、高速炉による年間MA変換量が87.6kgと評価される。

トピック5：核変換による使用済燃料の有害度低減への挑戦

○高線量下でのMA等の分離回収、回収したMA等を含有する燃料製造、更に、高速炉等を利用した核変換といった一連のプロセスが必要。

＜MAを含む核燃料サイクルの例（内閣府作成）＞



（注）網掛けされた施設（プロセス含む）は、技術開発が進んでおり、実用化のレベルに達していると判断される。

トピック5：核変換による使用済燃料の有害度低減への挑戦

○各プロセスとも多様な手法・技術があるが、未だ実験室レベルで工業レベルとのギャップは大きい。どのレベルまでの有害度低減を目指すのかを含め、個々の技術の成熟度を考慮しつつ、全体シナリオの検証を進めることが重要。

＜参考：分離変換に必要なとなる様々な技術＞

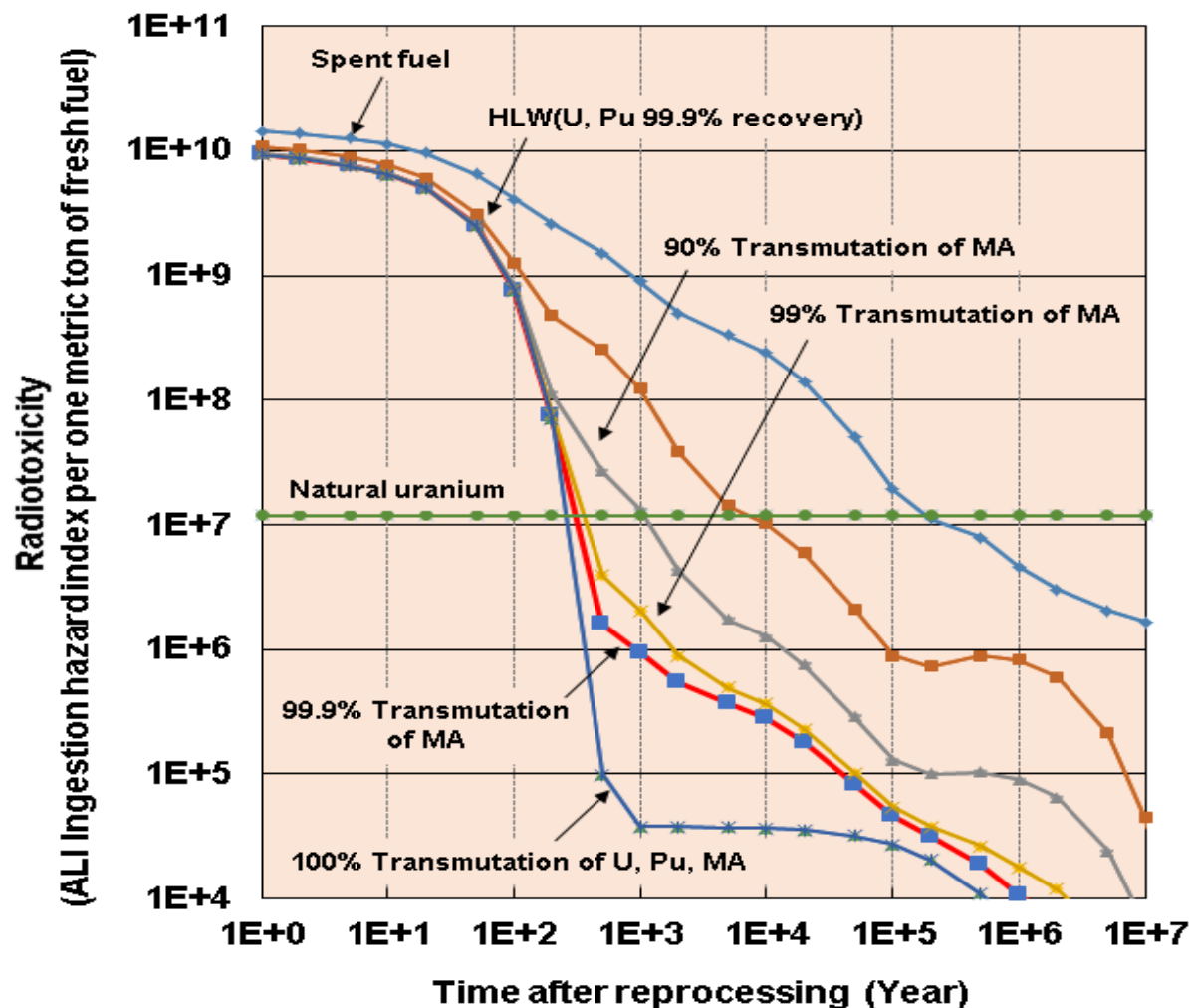
分離回収プロセス	○湿式法・・・水溶液や有機溶媒中で使用済燃料からのMA等の分離回収を行う化学プロセス。これまで商用化された核燃料再処理プラントで使っているPUREX法も湿式法の一つ。 ○乾式法・・・溶液を用いず、熔融塩や液体金属などを溶媒として電解精製等の手法により分離回収を行う化学プロセス。実用化で後れを取るが、溶媒劣化が少ないなどの利点から国際的に研究開発も進む。 ※上記に加え、何を分離対象とするか（MAのみ分離するのか、その場合MAの中で何を分離するのか、また、現状、核変換技術が概念検討に留まっているFPの分離をどうするのか等）といった検討課題がある。 ※分離回収方式の選択に当たっては、既存技術との親和性や使用済燃料の性状（MA等含有割合等）などの観点を考慮。
燃料製造	○酸化物燃料・・・ウランとプルトニウムのMOX燃料の利用実績に伴う知見が活用可能。 ○金属燃料・・・酸化物に比して実績面では劣るが、中性子スペクトル硬化による高効率なMA核変換、射出鑄造法の採用による簡素な遠隔製造プロセスが可能とされている。 ○窒化物燃料・・・開発の歴史は浅いが、照射下での安定性に優れ、核分裂生成ガス放出も酸化物燃料などと比べて低減できるとされている。
核変換プロセス	○高速炉・・・発電用の高速炉内で核変換を行うプロセス。MAの装荷方法として、全ての燃料に均質にMAを混合する概念（均質型）と通常の燃料体とは別により高い比率でMAを装荷した燃料体を装荷する概念（非均質型）がある。 ○階層型（ADS）・・・加速器駆動システム（ADS）を利用した核変換を主目的とする核変換プロセス。高速炉利用と異なり、発電システムとは別の施設が必要とはなるが、発電炉としての炉心特性への影響を考慮する必要がないため、より効率的な核変換が可能。

トピック5：核変換による使用済燃料の有害度低減への挑戦

○放射性廃棄物の有害度低減効果のある核変換技術は極めて重要な技術であるが、その効果は前提条件や必要となる技術選択など全体シナリオによって大きく変化。

○今後の研究開発や実用化に当たっては、技術の成熟度を考慮しつつ、コストとベネフィットを十分比較検証すること
が必要。

MAの回収率と有害度低減効果の関係



(参考) バタイユ法

1991年に「放射性廃棄物管理の研究に関する法律」(バタイユ議員が中心となり制定したためバタイユ法とも呼ばれる。)が制定され、放射性廃棄物の管理について長寿命放射性核種の分離・核変換を含む三つの方策について研究を行うことを規定。

2004年と2012年に研究を評価した報告書では、「分離変換は限られた核種のみ可能で、地層処分の必要性をなくすることができず、分離変換の過程で地層処分の必要な廃棄物を生み出す。また、長寿命FPの核変換の研究は中断し、MAの中でもアメリカシウム(Am)のみの分離変換に関する研究を継続する。」旨を決定。

(出典) 原子力機構「潜在的放射性毒性(潜在的有害度) 評価のためのデータベースに基づき、内閣府作成」

トピック6：経済・社会活動を支える放射線による内部透視技術開発

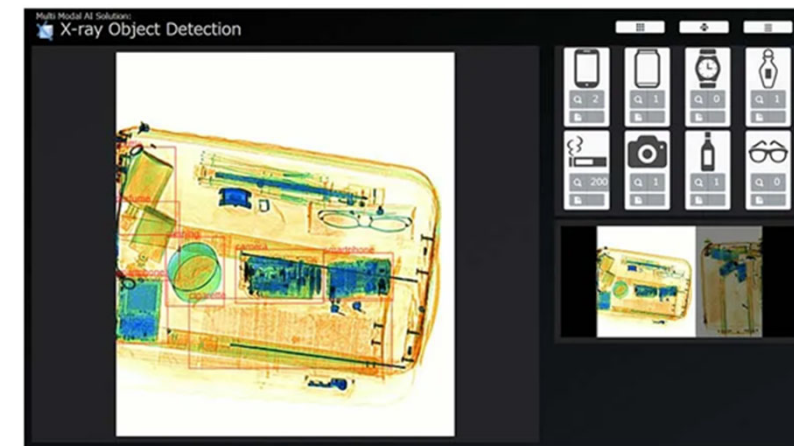
○放射線の「物を通りぬける能力（透過力）」を活用した非破壊検査の適用のための開発が進む。

○**放射線透過試験**は、記録性や視認性に優れ、**他の試験方法では確認が難しい表面や内部の欠陥の2次元的な形・大きさ・分布や種類などが分かる。**

＜主な非破壊検査方法＞

名称	特徴
浸透探傷試験 Penetrant Testing (PT)	- 被検査体表面に特殊な浸透液を塗布し、指示模様により材料表面の微細欠陥を検出 - 携帯性が良い
磁粉探傷試験 Magnetic Particle Testing (MT)	- 磁化した被検査体表面に磁粉を散布し、磁粉模様により表面層の欠陥を検出 - 経済的で操作性が良い
放射線透過試験 Radiographic Testing (RT)	- 放射線を被検査体に照射し、透過映像（写真）により内部の欠陥を検出 - 機器や配管の内部欠陥を検出するのに優れた検査方法として広く利用 - 医療レントゲン写真のように内部の状態を写真で把握でき、記録性や視認性に優れている（他の試験方法では確認が難しい表面や内部の欠陥の2次元的な形・大きさ・分布や種類などが分かる） - 放射線の進行方向に奥行きのある内部欠陥を検出しやすい - 材質や結晶構造の影響を受けにくい（金属、非金属を問わず適用できる）
超音波探傷試験 Ultrasonic Testing (UT)	- 超音波の反射を利用し、被検査体内部の欠陥を検出 - 検査装置が小型 - 検査の自動化が可能
渦流探傷試験 Electromagnetic Testing (ET)	- 被検査体に渦電流を流し、欠陥によって生ずるインピーダンス（交流回路における電気抵抗の値）の変化を利用し、表面層の欠陥を検出 - 検査の自動化が可能 - 検査速度が速い

＜X線による手荷物検査（AIによる物品検出）＞

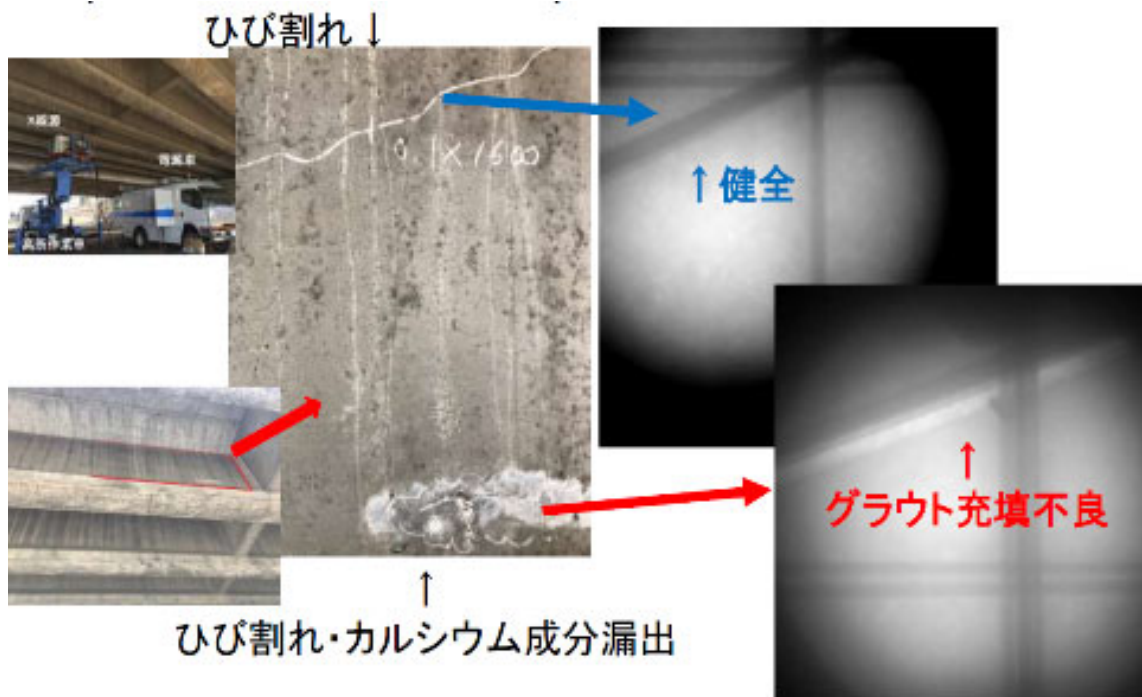


AIによる物品検出のイメージ

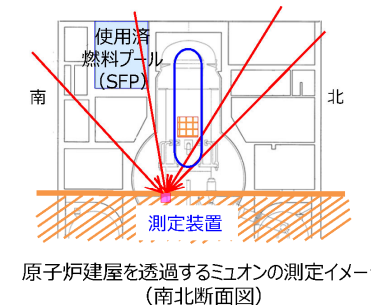
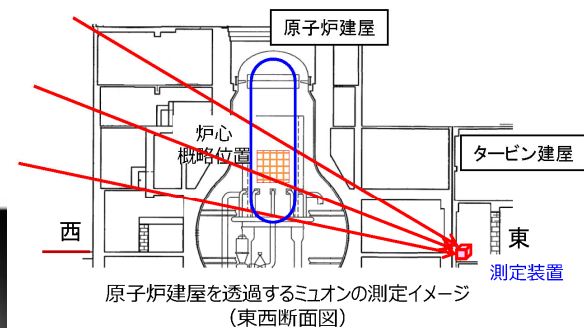
トピック6：経済・社会活動を支える放射線による内部透視技術開発

○例えば、コンパクト化した可搬型のX線源の開発により、通常の検査技術（目視検査や打音検査などの表面スクリーニング）では判断が困難なコンクリート構造物内部の非破壊検査がその場で可能となった。

＜可搬型X線源による橋梁の非破壊検査 （腐食進行につながるグラウト未充填箇所の確認）＞

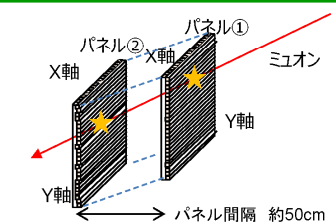


＜ミュオンを用いた原子炉内燃料デブリの検知＞



＜ミュオン透過法測定装置の計測原理（イメージ）＞

上空から飛来するミュオンを装置内部に配置した2枚のパネル検出器（プラスチックシンチレータ）で検知し、通過したパネルの座標からミュオンの軌跡を算出。



（出典）福島第一原子力発電所3号機 ミュオン測定による炉内燃料デブリ位置把握について

（出典）第34回原子力委員会資料第1号 上坂充「加速器小型化の最前線について」
（2018年）

トピック6：経済・社会活動を支える放射線による内部透視技術開発

○規制整備や利用基準作成、放射線技師などの人材の育成等、実務上の課題への対応も含めた総合的な取組も不可欠。

ー放射線発生装置の使用場所の変更における使用目的の規程
放射性同位元素等の規制に関する法律および施行令において、
直線加速装置の使用目的は「橋梁又は橋脚の非破壊検査」とされている。

○放射性同位元素等の規制に関する法律施行令 抜粋

（許可使用に係る使用場所の一時的変更の届出）

第九条

2 法律第十条第六項に規定する政令で定める放射線発生装置は、次の各号に掲げるものとし、同項に規定する政令で定める放射線発生装置の使用の目的は、それぞれ当該各号に定めるものとする。

一 直線加速装置（原子力規制委員会が定めるエネルギーを超えるエネルギーを有する放射線を発生しないものに限る。） **橋梁又は橋脚の非破壊検査**

二～三 （略）

※原子力規制委員会が定めるエネルギー⇒4 MeV

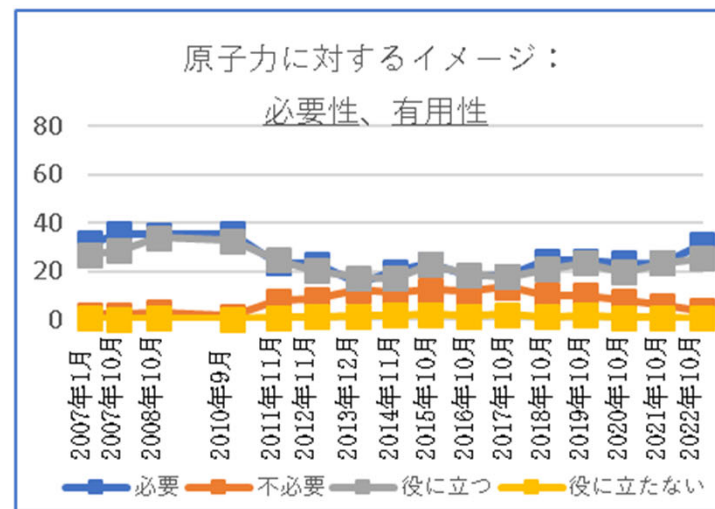
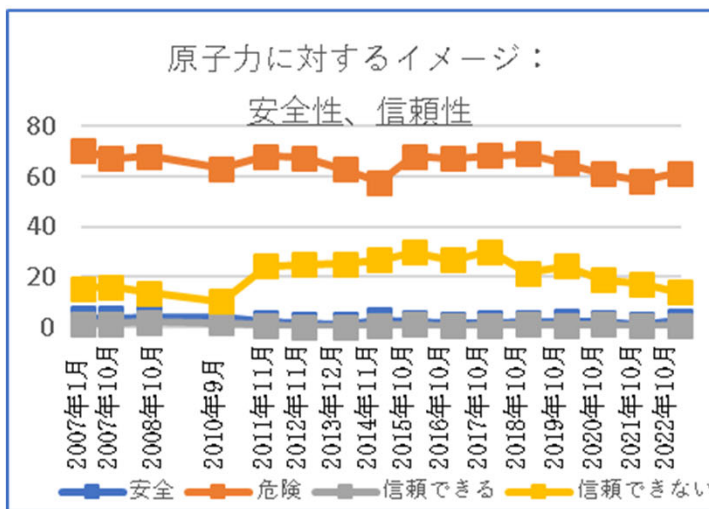
トピック7： 原子力利用に関する社会科学の側面からの研究

○国民から懸念がもたれている原子力の利用に当たっては、社会からの信頼獲得に向けた取組、更には、そのための国民とのコミュニケーションが不可欠であり、そのような観点から、社会科学研究が活発に進められている。

○具体的には、社会的意思決定やリスクコミュニケーション、情報の信頼性、将来世代の権利等に配慮した現世代の責任に関する研究が行われている。

＜原子力文化財団による世論調査結果＞

原子力に対するイメージ（安全性/信頼性、必要性/有用性）



＜原子力技術利用に関わるリスク＞

個々の国民が独力で対応することは困難

国・専門家等に判断を委ねる

国・専門家等の指導・助言の下に対応する

国民の国・専門家等への信頼が条件

- 国・専門家等を国民が信頼しない場合
- ✓ 国民の対応は一種の群衆行動となる
- ✓ 客観的事実に基づかない情報の影響が強まる
- ✓ 客観的には危険が増加

（出典）一般財団法人 日本原子力文化財団「原子力に関する世論調査（2022年度）」を基に内閣府作成

（出典）日本学術会議公開シンポジウム「原子力総合シンポジウム」
土田昭司「社会心理学的観点から原子力コミュニケーションを考える」
（2020年）に基づき内閣府作成

原子力委員会メッセージ：研究開発を通じたイノベーションへの期待と課題

技術開発の相対的なレベル	TRL	TRLの定義
システムの運転段階	TRL 9	想定される全ての条件で運転された実システム
システムの試運転段階	TRL 8	試験と実証を通じて完成し性能確認された実システム
	TRL 7	フルスケールで、同様な（原型的な）システムを、現実的な環境において実証しているレベル
技術の実証段階	TRL 6	工学規模で、同様な（原型的な）システムを、現実的な環境において検証しているレベル
技術の開発段階	TRL 5	実験室規模で、同様なシステムを、現実的な環境において検証しているレベル
	TRL 4	実験室環境で、機器・サブシステムを検証しているレベル
実現可能性を示すための研究段階	TRL 3	解析や実験によって、概念の重要な機能・特性を証明しているレベル
	TRL 2	技術概念・その適用性を確認しているレベル
基礎技術の研究段階	TRL 1	基本原理を確認しているレベル

研究開発上の大きなギャップ

Technology Readiness Assessment Guide, U.S. DOE, DOE G 413.3-4A, 9-15-2011

～研究開発に当たって求められる態度～

- ① 研究のための研究とならないよう、技術のメリットを強調するだけでなく、社会実装に向けて、科学的・工学的な課題を含めた技術の客観的な検証を進めていくべき。 →「**〇〇も◇◇もできる**」というレベルからの脱却
- ② 社会実装の早期実現のため、放射性廃棄物対策、事業段階でのサプライチェーン、規制対応、経済性など、事業全体のライフサイクルに対する影響を早い段階から議論の俎上に載せるべき。
- ③ 効果的・効率的な研究開発を促進するため、事業を担う産業界の主体性を活かす産学連携や国際連携を積極的に進めることが必要

原子力委員会としては、原子力利用によるイノベーションが花開くよう、国民からの信頼が大前提という認識を持ちつつ、関係者が総力を結集して、研究開発に取り組むことを期待。

4.

令和4年度版原子力白書（第1章～第9章）の内容

我が国の原子力利用に関する現状及び取組【第1章・第2章】

第1章 「安全神話」から決別し、東電福島第一原発事故の反省と教訓を学ぶ

1. 福島復興・再生に向けた取組

- ① 2022年6月には葛尾村と大熊町、同年8月に双葉町、2023年3月に浪江町の特定復興再生拠点区域の避難指示を解除。
- ② 2023年4月の福島国際研究教育機構（F-REI）の設立に向けた、2022年5月の法改正、同年8年の基本計画の策定等。

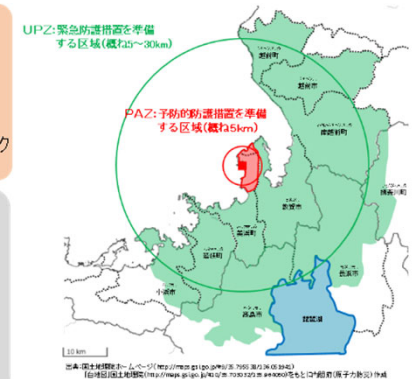
2. 不断の安全性向上、原子力災害対策

- ① 2022年4月から実施された原子力規制委員会と事業者等による意見交換の結果を踏まえて、同年9月にできるだけ手戻りがなくなるよう、審査会合を頻度高く開催するなど審査の進め方を見直し。
- ② 2022年11月、美浜発電所を対象に原子力総合防災訓練を実施。

福島国際研究教育機構における 主な研究開発の内容



美浜地域の 原子力災害対策重点地域



第2章 エネルギー安定供給やカーボンニュートラルに資する安全な原子力エネルギー利用

1. 我が国におけるエネルギー利用の方針

- ① GX実行会議にて、原子力の活用について、安全性の確保を大前提に、廃炉を決定した原発の次世代革新炉への建て替えや、運転期間の追加的延長に関する措置等を盛り込んだ「GX実現に向けた基本方針」を取りまとめ、2023年2月10日閣議決定。
- ② 2023年2月20日、原子力委員会にて、「原子力利用に関する基本的考え方」を改定。安全性の確保を大前提として、「既設原発の再稼働」、「安全性の効率的な確認」、「原発の長期運転」、「革新炉の開発・建設」に関して新たに重点的取組として記載。

2. 原子力発電の状況

- ① 川内原発1号機及び2号機が2022年10月に運転期間延長認可申請。
※高浜発電所3,4号機についても、2023年4月に申請。

3. 使用済燃料の再処理に向けた状況

- ① 2022年12月、2022年度上期であった六ヶ所再処理工場の竣工時期を、2024年度上期のできるだけ早期に延期。

4. 高速炉開発に関する戦略ロードマップの改訂

- ① 2022年12月、約4年ぶりに原子力関係閣僚会議が開催され、高速炉開発に関する「戦略ロードマップ」を改訂。
ナトリウム冷却高速炉が、今後開発を進めるに当たって最有望と評価。



GX実現に向
けた基本方針



原子力利用に関
する基本的考え方

福島復興の状況

- 2020年3月以降、特定復興再生拠点区域での避難指示解除が進んでいる。
- 2023年、4月1日には、福島国際研究教育機構が設立。

避難指示区域の変遷

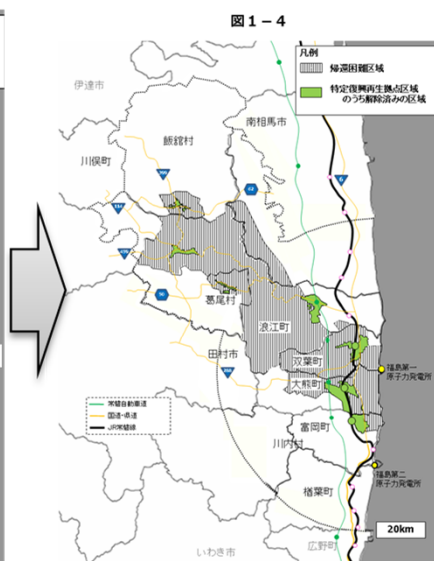
2013年8月時点

(避難指示区域の見直しが完了)



2023年5月時点

(葛尾村、大熊町、双葉町、浪江町、富岡町、飯館村の特定復興再生拠点区域の避難指示解除)



福島国際研究教育機構の概要

福島国際研究教育機構（以下「機構」）は、**福島をはじめ東北の復興を実現するための夢や希望**となるものとともに、**我が国の科学技術力・産業競争力の強化を牽引し、経済成長や国民生活の向上に貢献する、世界に冠たる「創造的復興の中核拠点」**を目指す。

内閣総理大臣
文部科学大臣
厚生労働大臣
農林水産大臣
経済産業大臣
環境大臣

主務大臣として共管

7年間の中期目標・中期計画

※機構が長期・安定的に運営できるように必要な予算を確保

福島国際研究教育機構(F-REI)
Fukushima Institute for Research, Education and Innovation
〔福島復興再生特別措置法に基づく特別の法人〕

理事長：山崎光俊（前金沢大学長）

理事長のリーダーシップの下で、研究開発、産業化、人材育成等を一体的に推進

- 研究者にとって魅力的な研究環境（国際的に卓越した人材確保の必要性を考慮した給与等の水準などを整備）
- 若手・女性研究者の積極的な登用

国内外の優秀な研究者等

将来的には数百名が参画

研究開発

- 福島での研究開発に優位性がある下記5分野で、被災地や世界の課題解決に資する国内外に誇れる研究開発を推進

産業化

- 産学連携体制の構築
- 実証フィールドの積極的な活用
- 戦略的な知的財産マネジメント

人材育成

- 大学院生等
 - 地域の未来を担う若者世代
 - 企業の専門人材等
- に対する人材育成

司令塔

- 既存施設等に横串を刺す協議会
- 研究の加速や総合調整のため、一部既存施設・既存予算を機構へ統合・集約

機構が取り組むテーマ ※新産業創出等研究開発基本計画（R4.8.26策定）

【①ロボット】

廃炉にも資する高度な遠隔操作ロボットやドローン等の開発、性能評価手法の研究等



ドローン



遠隔操作ロボット

【②農林水産業】

農林水産資源の超省力生産・活用による地域循環型経済モデルの実現に向けた実証研究等



生産自動化システム等の実証



有用資源の探索・活用

【③エネルギー】

福島を世界におけるカーボンニュートラル先駆けの地にするための技術実証等



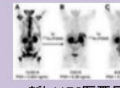
水素エネルギーネットワークの構築・実証



ネガティブエミッション技術

【④放射線科学・創薬医療、放射線の産業利用】

放射線科学に関する基礎基盤研究やR.I.の先端的な医療利用・創薬技術開発、超大型X線CT装置による放射線産業利用等



新しいMRI医薬品によるがん治療



超大型X線CT装置（ものづくりDX）

【⑤原子力災害に関するデータや知見の集積・発信】

自然科学と社会科学の融合を図り、原子力災害からの環境回復、原子力災害に対する備えとしての国際貢献、更には風評払拭等にも貢献する研究開発・情報発信等



放射線物質の環境動態研究

＜機構及び仮事務所の立地＞

円滑な施設整備、周辺環境、広域波及等の観点から、以下に決定

本部：ふれあいセンターなみえ内

本施設：浪江町川添地区

福島国際研究教育機構の設置効果の広域的な波及へ

- 機構を核として、市町村、大学・研究機関、企業・団体等と多様な連携を推進
- 沿道地域を中心に「世界でここにしかない研究・実証・実装の場」を実現し、国際的に情報発信

審査プロセスの改善の取組

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

電力会社経営層との意見交換において、事業者から示された提案：

提案1 できるだけ早い段階での確認事項や論点の提示

提案2 公開の場における「審査の進め方」に関する議論及び共有

提案3

審査会合における論点や確認事項の書面による事前通知

提案4

原子力規制委員又は原子力規制庁職員の現地確認の機会を増加

提案5

基準や審査ガイドの内容の明確化

提案に対する対応方針：

(1) 「できるだけ早い段階での確認事項や論点の提示」

①確認事項及び論点の提示

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

②審査会合の開催頻度等の改善

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

③事業者による提出資料の工夫

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

(2) 「公開の場における「審査の進め方」に関する議論及び共有

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

(3) 「審査会合における論点や確認事項の書面による事前通知」

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

(4) 「原子力規制委員又は原子力規制庁職員の現地確認の機会の増加」

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

(5) 「基準や審査ガイドの内容の明確化」

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

我が国における原子力エネルギー利用の現状

➤ **再稼働済みの炉：12基**

稼働中10基、停止中2基

➤ **原子炉設置変更許可がなされた炉：5基**

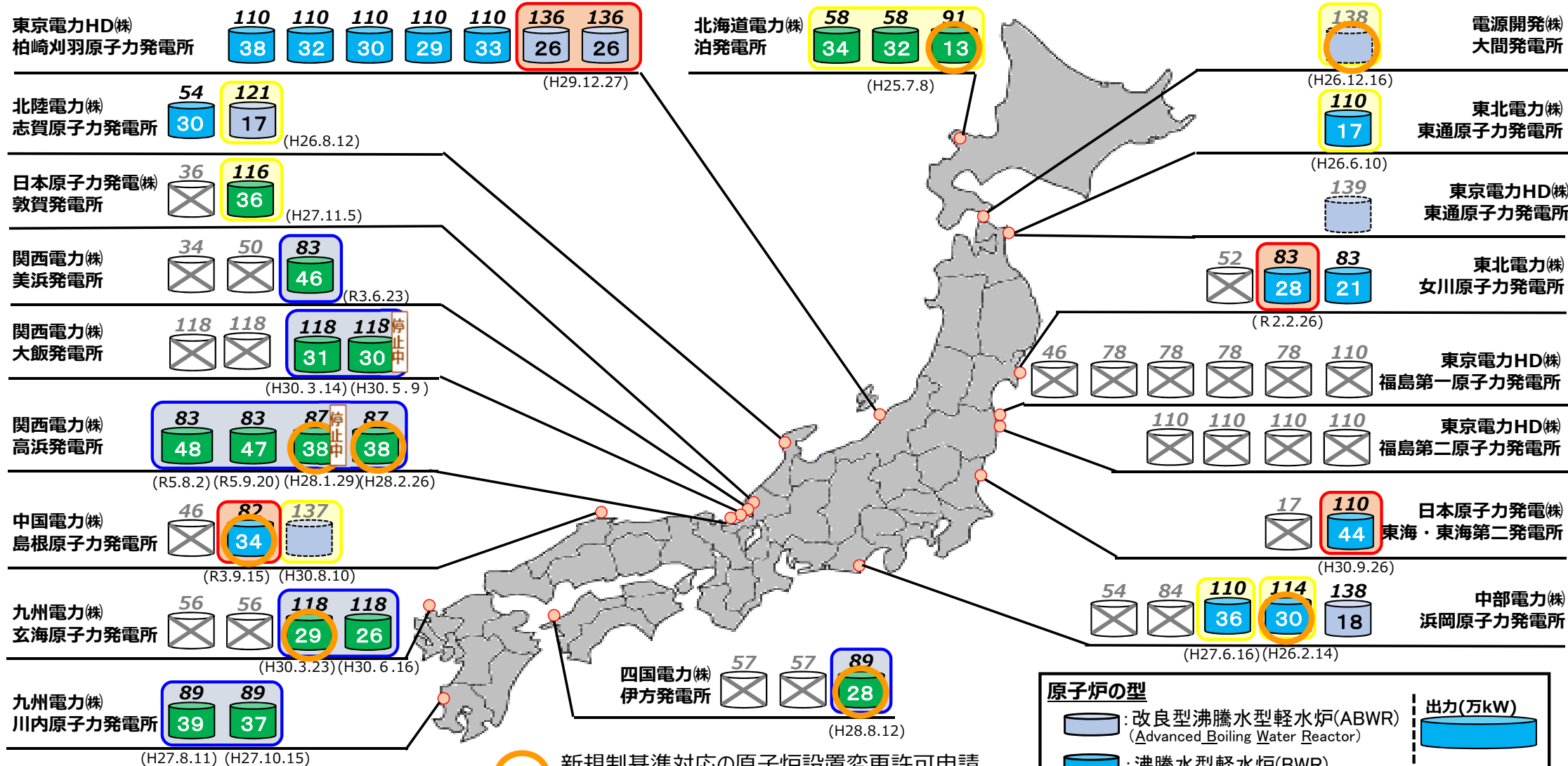
➤ **新規制基準への適合審査中の炉：10基**

➤ **適合審査未申請の炉：9基**

➤ **廃炉を決定した炉：24基**



令和5年9月20日時点



※ 稼働中： () は、原子炉起動日
許可： () は、許可された日
申請： () は、申請日



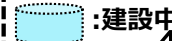
新規制基準対応の原子炉設置変更許可申請書においてMOX燃料装荷を明記している炉

(出典) 資源エネルギー庁「日本の原子力発電所の状況」を基に作成

原子炉の型

- 改良型沸騰水型軽水炉(ABWR) (Advanced Boiling Water Reactor)
- 沸騰水型軽水炉(BWR) (Boiling Water Reactor)
- 加圧型軽水炉(PWR) (Pressurized Water Reactor)

出力(万kW)



建設中

45

高速炉開発の戦略ロードマップ改訂

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

「戦略ロードマップ」改訂案の主なポイント

＜高速炉技術の評価＞

- 技術の成熟度、市場性、国際連携等の観点から、複数の高速炉技術を評価。
- その結果、常陽・もんじゅ等を経て民間企業による研究開発が進展し、国際的にも導入が進んでいるナトリウム冷却高速炉が、今後開発を進めるに当たって最も有望と評価。

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

＜今後の開発の作業計画＞

2023 年夏：炉概念の仕様を選定

2024 年度～2028 年度：実証炉の概念設計・研究開発

2026 年頃：燃料技術の具体的な検討

2028 年頃：実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断

我が国の原子力利用に関する現状及び取組【第3章・第4章】

第3章 国際潮流を踏まえた国内外での取組

1. 国際機関、原子力発電主要国の動向

- ① IAEAが2022年4月に、東京電力福島第一原子力発電所のALPS処理水の安全性に関するレビュー（1回目）の報告書を公表。人及び環境への放射線影響は日本の規制当局が定める水準より大幅に小さいことを確認。
- ② 2023年1月、**米国NRCがニュースケール社のSMRの設計認証を発給。**
- ③ **欧州議会・理事会の審査を経て、条件付き(※)で原子力を含めたEUタクソミーを2023年1月に発効。**
(※)高レベル放射性廃棄物処分場操業に向けた詳細な計画があること等
- ④ ドイツは、2022年末に脱原発を完了させる予定だったが、ロシアによるウクライナ侵略などを背景に、2023年4月まで原発の運転を延長。
(2023年4月15日に最後の3基の原発を停止。)

2. 国際機関への参加・協力、二国間・多国間協力の推進

- ① 2022年9月に開催されたIAEA総会にて、高市内閣府特命担当大臣が政府代表演説を実施し、ALPS処理水の取扱い等について説明。
- ② 2022年10月に開催されたFNCA（アジア原子力協力フォーラム）大臣級会合において、放射線がん治療の普及・強化に向けた協力等に言及した共同コミュニケを採択。



FNCA第23回大臣級会合
(2022年10月)

第4章 国際協力の下での原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保

1. 原子力の平和利用

- ① 原子力委員会は、平和利用とプルトニウムバランス確保の観点から、事業者等が策定するプルトニウム利用計画や使用済燃料再処理等実施中期計画を評価。
- ② 我が国保有の分離プルトニウム総量は、2022年末で約45.1トン。
- ③ 2022年12月、電事連は「プルサーマル計画の推進に係る取組の強化について」を発表。

2. 核セキュリティの確保

- ① 原子炉等規制法に基づく核物質防護、核セキュリティ文化の醸成、核セキュリティ対策強化の取組を実施。
- ② 2022年8月～9月にIAEA事務局長及び支援・調査ミッション(ISAMZ)がザポリジャ原発を訪問・調査。
2023年1月以降、ウクライナのすべての原発及び関連施設にIAEAのスタッフが常駐。

3. 核軍縮・核不拡散体制の維持・強化

- ① 唯一の戦争被爆国として、核兵器不拡散条約を基礎に、非核兵器国に認められた奪い得ない権利である原子力の平和的利用の観点も踏まえつつ、核軍縮・核不拡散に向けた取組（国連総会への核兵器廃絶決議案の提出、核軍縮に関する国際賢人会議の開催等）を積極的に実施。
- ② 2022年8月に開催された第10回NPT運用検討会議に、日本の総理として初めて岸田総理が出席し、「ヒロシマ・アクション・プラン」を提唱。

		2022年末時点
総量（国内+海外）		約45.1t
内訳	国内	約 9.3t
	(総量)	約35.9t
	海外内訳 英国	約21.8t
	フランス	約14.1t

(注) 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

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

※¹EUタクソミー：サステナブル（持続可能な）経済活動を明示化・体系化する分類システム。

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

「一定の要件」の例

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

我が国の原子力利用に関する現状及び取組【第5章・第6章】

第5章 原子力利用の大前提となる国民からの信頼回復

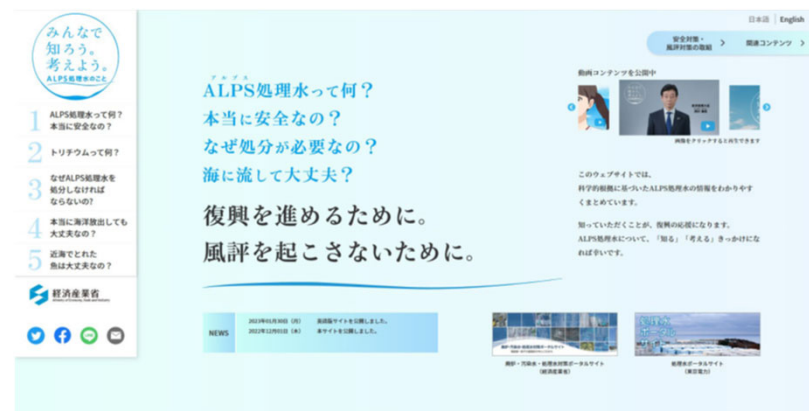
1. 原子力関係機関による情報提供やコミュニケーション等の取組

- ① エネルギー政策に関するシンポジウム開催、ウェブサイトでのタイムリーな記事配信、YouTube等での動画コンテンツ等による情報発信。
(例：原子力文化財団「原子力総合パンフレットweb版」)
- ② 高レベル放射性廃棄物の最終処分について、対話型全国説明会を開催。
北海道寿都町及び神恵内村では、文献調査の実施に伴い、「対話の場」を寿都町で合計15回、神恵内村で合計12回開催。

2. 立地地域との共生

- ① 2022年6月、「福井県・原子力発電所の立地地域の将来像に関する共創会議」にて、「将来像の実現に向けた基本方針と取組」の取りまとめを公表。

経産省特設ウェブサイト
「みんなで知ろう。考えよう。ALPS処理水のこと」



第6章 廃止措置及び放射性廃棄物への対応

1. 東電福島第一原発の廃止措置

- ① 2022年7月にALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の基本設計等について、原子力規制委員会から認可。
同年8月と2023年1月には、政府が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において、政府の行動計画を改定。風評対策の更なる強化、拡充を進めるとともに、ALPS処理水の具体的な海洋放出の時期を、2023年春から夏頃までと見込むと示した。
- ② 2023年3月末時点においては、燃料デブリ試験的取り出し装置であるロボットアームのソフトウェア改良等を行っており、2023年度後半を目途に試験的取り出しに着手する予定で進めている。
- ③ 2022年11月、ALPS処理水の安全性について、
2023年1月、ALPS処理水の規制について、IAEAが2回目のレビューを実施。



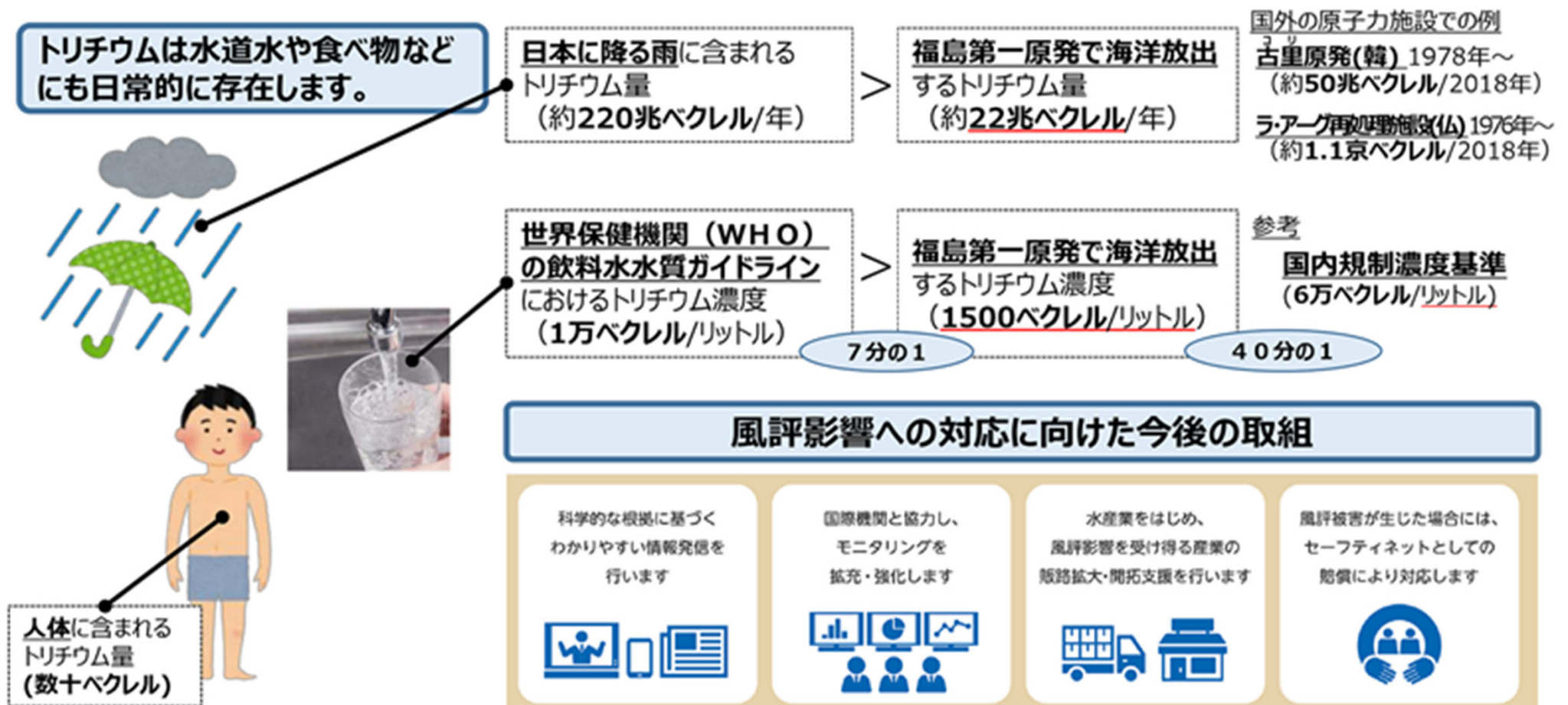
ALPS処理水の処分の
安全性に関する
IAEAレビュー報告書
(経産省プレスリリース)

2. 原子力発電所及び研究開発施設等の廃止措置、放射性廃棄物の処分

- ① 2023年3月時点で、18の実用発電用原子炉施設、18の研究開発施設等が廃止措置中。
- ② 2023年2月に、最終処分関係閣僚会議（第8回）が開催され、高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現に向けた政府を挙げた取組の強化として、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」改定案取りまとめ。（2023年4月に閣議決定）

ALPS処理水の海洋放出について

- 東京電力福島第一原子力発電所の建屋内にある放射性物質を含む水については、安全基準を満たすまで浄化し、残ったトリチウムについても、安全基準を十分に満たすレベルに薄めた上で海洋に放出。
- 処理水について、IAEAは「国際安全基準に合致」し、「人及び環境に対する放射線影響は無視できるほどである」と、包括報告書で結論付けている。



高レベル放射性廃棄物の最終処分

- 2023年2月、最終処分関係閣僚会議にて「高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現に向けた政府を挙げた取組の強化について」が取りまとめられ、2023年4月、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」が改定された。

高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現に向けた政府を挙げた取組の強化

国は、政府一丸となって、かつ、政府の責任で、最終処分に向けて取り組んでいく。

1. 国を挙げた体制構築

○関係府省庁連携の体制構築

- ・「最終処分関係閣僚会議」のメンバーを拡充。
- ・「関係府省庁連絡会議」（本府省局長級）及び「地方支分部局連絡会議」（地方支分部局長級）を新設。

○国・NUMO・電力の合同チームの新設/全国行脚

- ・国（経産省、地方支分部局）が主導し、地元電力・NUMO協働で全国行脚（100以上の自治体を訪問）。
- ・処分事業主体であるNUMOの地域体制を強化。

2. 国による有望地点の拡大に向けた活動強化

○国から首長への直接的な働きかけの強化

- ・国主導の全国行脚（再掲）、全国知事会等の場での働きかけ。

○国と関係自治体との協議の場の新設

- ・関心や問題意識を有する首長等との協議の場を新設（順次、参加自治体を拡大）。

3. 国の主体的・段階的な対応による自治体の負担軽減、判断の促進

○関心地域への国からの段階的な申し入れ

- ・関心地域を対象に、文献調査の受け入れ判断の前段階から、地元関係者（経済団体、議会等）に対し、国から、様々なレベルで段階的に、理解活動の実施や調査の検討などを申し入れ。

4. 国による地域の将来の持続的発展に向けた対策の強化

○関係府省庁連携による取組の強化

- ・文献調査受け入れ自治体等を対象に、関係府省庁で連携し、最終処分と共生する地域の将来の持続的発展に向けた各種施策の企画・実施。

我が国の原子力利用に関する現状及び取組【第7章・第8章】

第7章 放射線・放射性同位元素の利用の展開

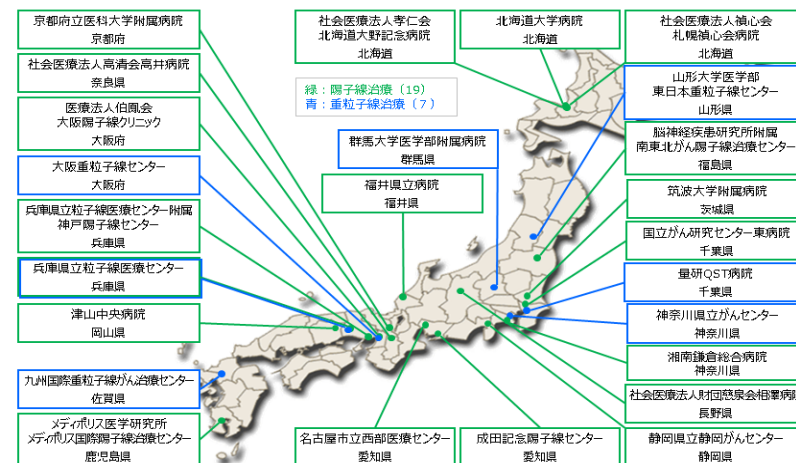
1. 医療関連分野における放射線・放射性同位元素（RI）利用

- ① 2022年5月、原子力委員会で「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」を策定。
- ② 2022年4月、粒子線治療（陽子線治療、重粒子線治療）の保険適用範囲拡大。
- ③ 医療機関において使用される放射性医薬品のうち、一部の未承認放射性医薬品にかかる二重規制改善（※）のため、放射性同位元素等規制法施行令を2022年11月に改正。
※ 医療法と放射性同位元素等規制法

2. その他の分野における放射線利用等

- ① 工業や農業等の幅広い分野において、社会を支える重要な技術として活用。

粒子線治療を実施している医療機関（2023年3月時点）



第8章 原子力利用に向けたイノベーションの創出

1. 研究開発・イノベーションの推進

- ① 資源エネルギー庁原子力小委員会の下で革新炉WGを開催。2022年11月に「カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロードマップ（骨子案）」を取りまとめ。
- ② 文部科学省研究開発局長の下で次世代革新炉の開発に必要な研究開発基盤の整備に関する検討会を開催。2023年3月に次世代革新炉開発に必要な基盤の整備や人材育成等について提言を取りまとめ。
- ③ 2022年9月、原子力機構、英国NNL及び英国企業から構成されるチームが、英国の先進モジュール炉研究開発・実証プログラムにおける予備調査実施事業者として採択される。
- ④ 2023年1月、西村経済産業大臣と米国DOE長官が、SMRを含む革新炉の開発・建設などの原子力協力の機会を各国内及び第三国において開拓する意向である旨の共同声明を発表。

2. 基盤的施設・設備の強化

- ① 「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉について、2022年12月、詳細設計段階以降における実施主体として原子力機構を選定。

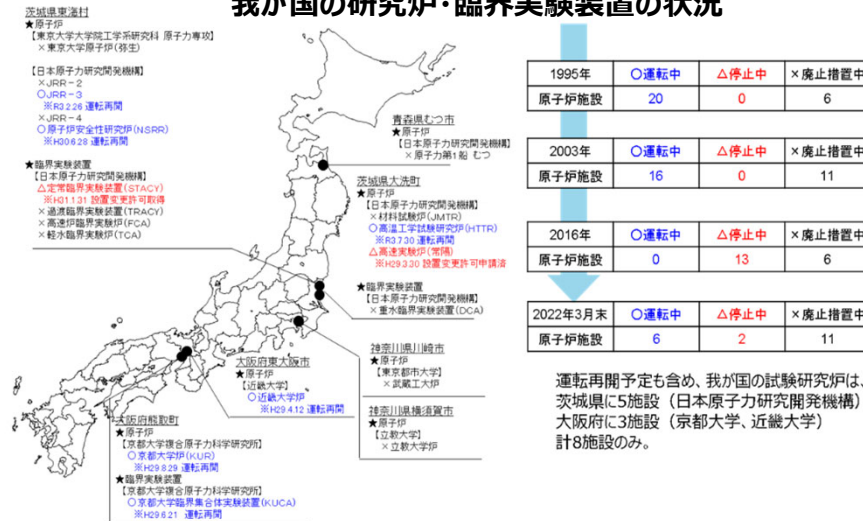


革新炉WG
ロードマップ



次世代革新炉の開発
に必要な研究開発基
盤の整備に関する提言

我が国の研究炉・臨界実験装置の状況



医療用ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン 策定

- 2022年5月、原子力委員会において、「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」を策定

医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン

アクションプラン策定の経緯

2022年5月31日原子力委員会決定

核医学治療への期待

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

国内の動き・課題

- ラジオアイソトープの大量製造を可能とする研究炉の再稼働の動き
- 一方、
 - 核医学治療を行う病床数の不足
 - ラジオアイソトープ製造・利用を推進する人材不足

海外の状況

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

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

10年の間に実現すべき目標

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

アクションプラン

(1) 重要ラジオアイソトープの国内製造・安定供給のための取組推進

- JRR-3・加速器を用いたモリブデン-99/テクネチウム-99mの安定供給（可能な限り2027年度末に国内需要の約3割を製造し、国内へ供給）
- 「常陽」・加速器を用いたアクチニウム-225大量製造のための研究開発強化（「常陽」において2026年度までに製造実証）
- アスタチン-211実用化に向けた取組強化（2028年度を目途に医薬品としての有用性を示す）等

(2) 医療現場でのアイソトープ利用促進に向けた制度・体制の整備

- 核医学治療を行える病室の整備（特別措置病室等）（核医学治療実施までの平均待機月数について、3.8か月（2018年）→平均2か月（2030年））
- トリウム-227・ガリウム-68等、新たな放射性医薬品への対応 等

(3) ラジオアイソトープの国内製造に資する研究開発の推進

- 研究炉・加速器による製造のための技術開発支援 ・福島国際研究教育機構による取組推進
- 新たな核医学治療薬の活用促進に向けた制度・体制の整備 等

(4) ラジオアイソトープ製造・利用のための研究基盤や人材、ネットワークの強化

- 人材育成の強化（研究人材、医療現場における人材等） ・国産化を踏まえたサプライチェーン強化 ・廃棄物の処理・処分に係る仕組みの検討 等

○ 科学技術・イノベーション政策、健康・医療政策、がん対策の観点からも重要であるため、関係する政府戦略の方向性とも軌を一にして取り組む

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

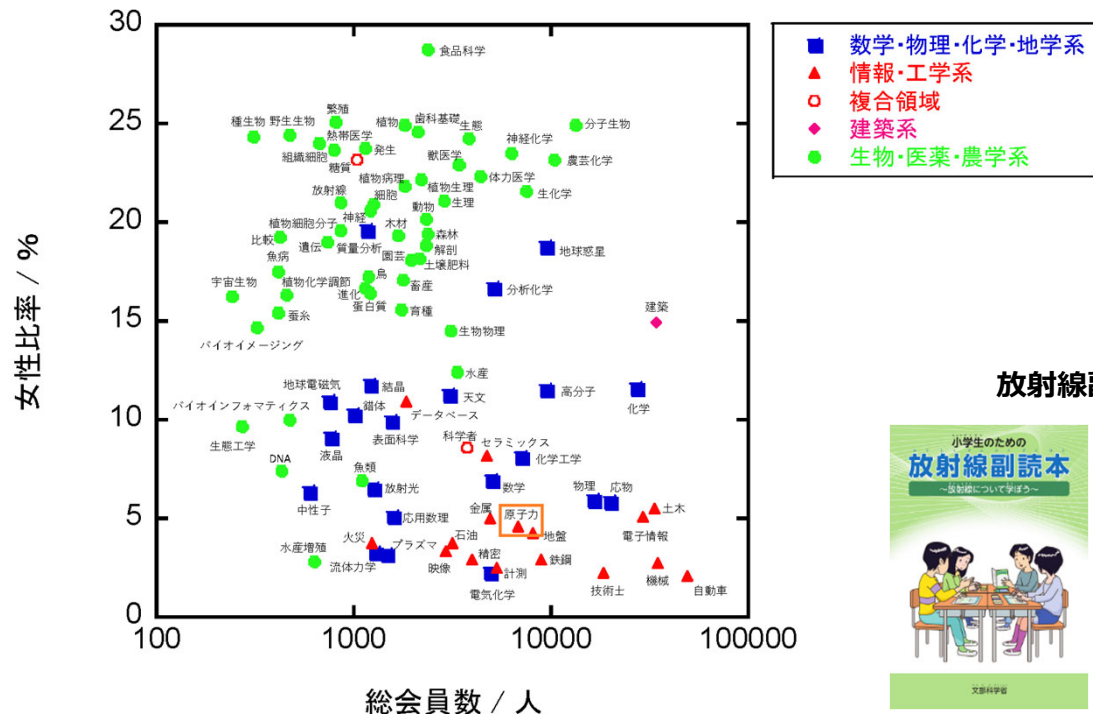
我が国の原子力利用に関する現状及び取組【第9章】

第9章 原子力利用の基盤となる人材育成の強化

サプライチェーンの強化及び人材の確保・育成

- ① 2023年2月に原子力委員会が改定した「原子力利用に関する基本的考え方」において、我が国の原子力分野の課題として、若い世代の減少による高年齢化や女性比率の低さを指摘し、原子力分野の魅力を発信して若い世代の確保に取り組む必要性や、あらゆる世代、性別、分野の能力が発揮しやすい環境を整備する必要性を指摘。
- ② 2022年12月に原子力関係閣僚会議で示された「今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針（案）」^(※)において、人材育成・確保支援、部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援など、サプライチェーン全般に対する支援体制を構築することが示され、2023年3月、資源エネルギー庁が原子力関連企業を支援する枠組みである原子力サプライチェーンプラットフォーム設立を発表。
(※) 当該行動指針（案）は2023年4月28日に原子力関係閣僚会議にて決定された。
- ③ 国内外広報や機関横断的な人材育成活動の企画・運営等の推進を行う「原子力人材育成ネットワーク」において、2022年8月にバーチャル原子力施設見学会を開催。
- ④ 次世代教育として、文部科学省は小学生向け及び中学生・高校生向けの放射線副読本を作成。また、原子力学会は教科書における放射線利用、エネルギー資源、原子力利用等に関する記述の調査・提言等を実施。

学協会的女性比率



放射線副読本



原子力サプライチェーンプラットフォーム

