

令和5年1月26日  
日本学術会議原子力総合シンポジウム

# 我が国の原子力政策の在り方について

原子力委員会委員長  
上坂 充

本資料には講演者の個人的視点に基づく内容が含まれています。

# 内容

1. 「原子力利用に関する基本的考え方」改訂案  
ーパブリックコメント中(4.12.23-5.1.23)ー
2. 原子力技術活用への期待と課題
3. さらなる信頼回復を目指して

# 「原子力利用に関する基本的考え方」ポイント案

## 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てきた。

## 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
- 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
- カーボンニュートラルに向けた動きの拡大
- 非エネルギー分野での放射線利用拡大
- 世界的な革新炉の開発・建設/既設原発の運転期間延長
- 経済安全保障の意識の高まり
- 原子力エネルギー事業の予見性の低下
- 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、非エネルギー利用を含め、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

- 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の確立
- 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・向上等に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

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

- 原子力は、出力が安定的であり自律性が高いという特徴を有しており、安定供給とカーボンニュートラル実現の両立に向け、脱炭素のベースロード電源としての重要な役割を担う。このため、2030年度電源構成に占める原子力比率20～22%の確実な達成に向けて、安全最優先で再稼働を進める。
- 着実な再稼働を進めていくとともに、円滑な運営を行っていくため、地元の理解確保に向けて、国が前面に立った対応や事業者の運営体制の改革等を行う。具体的には、「安全神話からの脱却」を不断に問い直し、規制の充足にとどまらない自主的な安全性向上、地域の実情を踏まえた自治体等の支援や防災対策の不断の改善等による立地地域との共生、手段の多様化や目的の明確化等による国民各層とのコミュニケーションの深化・充実に取り組む。
- 将来にわたって持続的に原子力を活用するため、安全性の確保を大前提に、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む。地域の理解確保を大前提に、まずは廃止決定した炉の次世代革新炉への建て替えを対象として、六ヶ所再処理工場の竣工等のバックエンド問題の進展も踏まえつつ具体化を進めていく。その他の開発・建設は、各地域における再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえて検討していく。あわせて、安全性向上等の取組に向けた必要な事業環境整備を進めるとともに、研究開発や人材育成、サプライチェーン維持・強化に対する支援を拡充する。また、同志国との国際連携を通じた研究開発推進、強靱なサプライチェーン構築、原子力安全・核セキュリティ確保にも取り組む。
- 既存の原子力発電所を可能な限り活用するため、原子力規制委員会による厳格な安全審査が行われることを前提に、運転期間に関する新たな仕組みを整備する。現行制度と同様に、運転期間は40年、延長を認める期間は20年との制限を設けた上で、一定の停止期間に限り、追加的な延長を認めることとする。
- あわせて、六ヶ所再処理工場の竣工目標実現などの核燃料サイクル推進、廃炉の着実かつ効率的な実現に向けた知見の共有や資金確保等の仕組みの整備を進めるとともに、最終処分の実現に向けた国主導での国民理解の促進や自治体等への主体的な働きかけを抜本強化するため、文献調査受け入れ自治体等に対する国を挙げての支援体制の構築、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）の体制強化、国と関係自治体との協議の場の設置、関心地域への国からの段階的な申入れ等の具体化を進める。

# 今後の原子力政策の方向性と行動指針（案）の概要

●「第六次エネルギー基本計画」、「原子力利用に関する基本的考え方」に則り、GX実行会議における議論等を踏まえ、今後の原子力政策の主要な課題、その解決に向けた対応の方向性、関係者による行動の指針を整理する。これに基づき、今後の取組を具体化する。

## 再稼働への 総力結集

（自主的安全性の向上）

・「安全神話からの脱却」を不断に問い直す  
→事業者が幅広い関係者と連携した安全マネジメント改革

（立地地域との共生）

・地域ごとの実情やニーズに即した対応の強化  
→将来像共創など、地域ニーズに応じた多面的支援・横展開  
・防災対策の不断の改善、自治体サポートの充実・強化  
→実効的な意見交換・連携の枠組み構築と支援の強化等

（国民各層とのコミュニケーション）

・一方通行的な情報提供にとどまらない、質・量の強化・充実、継続的な振り返りと改善検討  
→目的や対象の再整理、コンテンツ・ツールの多様化・改善

## 既設炉の 最大限活用

（運転期間の取扱いに関する仕組みの整備）

・原子力規制委員会による安全性の確認がなければ、運転できないことは大前提

・利用政策の観点から、運転期間に関する枠組みを整備

→地域・国民の理解確保や制度連続性にも配慮し、期間上限は引き続き設定

→エネルギー供給の「自己決定力」確保、GX「牽引役」、安全への不断の組織改善を果たすことを確認した上で、一定の停止期間についてはカウントから除外

→理解確保や研究開発の進展、国際基準の動向等も継続評価し、必要に応じた見直し実施を明確化

（設備利用率の向上）

・安全性確保を大前提に、自己決定力やGX等に貢献

→規制当局との共通理解の醸成を図りつつ、運転サイクルの長期化、運転中保全の導入拡大等を検討

## 次世代革新炉 の開発・建設

（開発・建設に向けた方針）

・原子力の価値実現、技術・人材維持・強化に向けて、地域理解を前提に、次世代革新炉の開発・建設に取り組む

→まずは廃止決定炉の建て替えを対象に、バックエンド問題の進展も踏まえつつ具体化

→その他の開発・建設は、再稼働状況や理解確保等の進展等、今後の状況を踏まえ検討

（事業環境整備のあり方）

・原子力の価値実現に向けた次世代革新炉への投資促進

→実証炉開発への政策支援

→収入安定化に資する制度措置の検討・具体化等

（研究開発態勢の整備）

・官民のリソースを結集して、実効的な開発態勢を整備

→将来見通しの明確化・共有、プロジェクトベースでの支援、「司令塔機能」の確立等

→米英仏等との戦略的な連携による自律的な次世代革新炉の研究開発の推進

→核融合の戦略策定、関連産業の育成、研究開発の加速

（基盤インフラ整備・人材育成等）

・次世代革新炉の研究開発や、そのための人材育成の基礎を構築

→基盤的研究開発やインフラ整備に対する必要な支援の加速

・医療用ラジオアイソトープの国内製造や研究開発の推進等

→JRR-3や常陽を用いた製造

→研究炉・加速器による製造のための技術開発支援

## バックエンド プロセス加速化

（核燃サイクルの推進）

・再処理工場竣工目標の実現、フルサーマル推進や使用済燃料貯蔵能力拡大への対応を強化

→事業者と規制当局とのコミュニケーション 緊密化等、安全審査等への確実・効率的な対応

→事業者が連携した地元理解に向けた取組強化、国による支援・主体的な対応

（廃炉の円滑化）

・着実・効率的な廃炉の実現、クリアランス物利用の理解促進

→知見・ノウハウの蓄積・共有や資金の確保等を行う制度措置

→クリアランス物の理解活動強化、リサイクルビジネスとの連携

（最終処分の実現）

・事業の意義、貢献いただく地域への敬意等を社会に広く共有、国の主体的取組を抜本強化

→情報提供の強化をはじめ、国主導での理解活動の推進

→NUMO・事業者の地域に根ざした理解活動の推進

→技術基盤の強化、国際連携の強化

## サプライチェーンの 維持・強化

（国内のサプライチェーンの維持・強化）

・企業の個別の実情に応じたハンズオンで積極的なサポート等、支援態勢を構築

→国による技能継承の支援、大学・高専との連携による現場スキルの習得推進等、戦略的な人材の確保・育成

→プラントメーカーとの連携・地方経済産業局の活用による、部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援等へのサポート

（海外プロジェクトへの参画支援）

・技術・人材の維持に向けて、海外での市場機会の獲得を官民で支援

→海外プロジェクトへの参画を目指す官民連携チーム組成、実績・強みの対外発信等

→関係組織の連携による海外展開に向けた積極的な支援

## 国際的な共通課題 の解決への貢献

（国際連携による研究開発促進やサプライチェーン構築等）

・主要国が共通して直面する当面の課題に貢献

→G7 会合等を活用した国際協力の更なる深化

→サプライチェーンの共同構築に向けた戦略提携

→米英仏等との戦略的な連携による自律的な次世代革新炉の研究開発の推進

（原子力安全・核セキュリティの確保）

・ウクライナを始め、世界の原子力安全・核セキュリティ確保に貢献

→ウクライナに対するIAEAの取組支援、同志国との連携による原子力導入の支援等

→原子力施設の安全確保等に向けた国際社会との連携強化

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

※2022年3月28日第25回 原子力小委員会 海外電力調査会資料より資源エネルギー庁にて作成

- 革新炉とは、安全性、廃棄物、エネルギー効率、核不拡散性等の観点から優れた技術を取り入れた先進的な原子炉。  
(参考：米原子力エネルギー革新法（2017年）)
- 小型モジュール炉（SMR）の定義は、国や機関により様々であり、定まっていない。

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

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

## SMRの定義

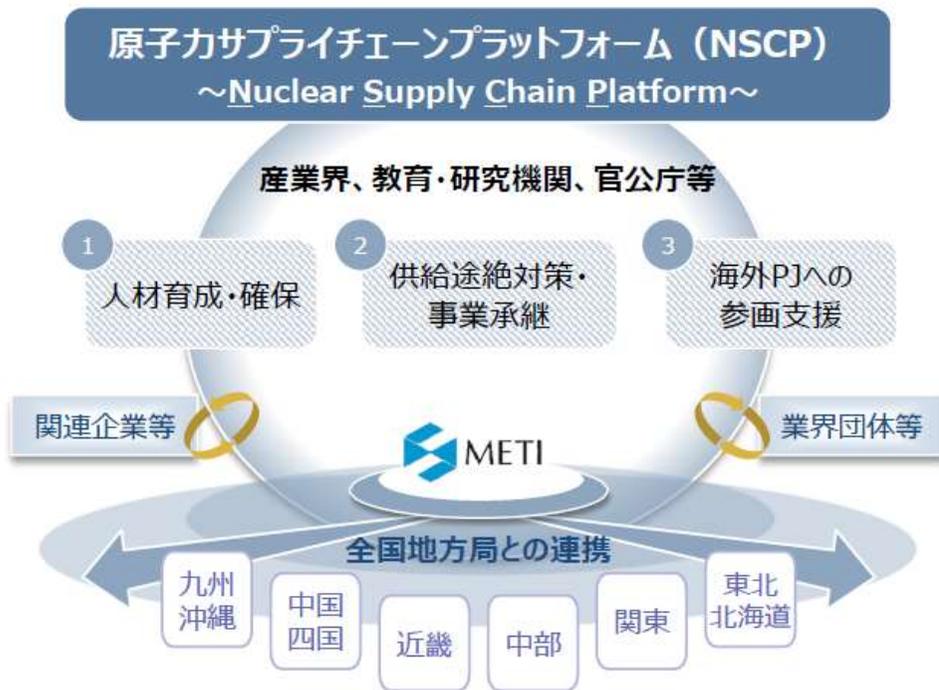
		米国	英国	OECD/NEA	IAEA
AR	SMR	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽水炉</li> <li>30万kWe未満</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SMR</li> <li>第3世代炉</li> <li>小型</li> <li>モジュール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SMR</li> <li>1~30万kWe（連続生産）</li> <li>第3世代炉</li> <li>第4世代炉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SMR</li> <li>30万kWeまで</li> <li>モジュール</li> <li>先進的</li> <li>固有の安全性</li> <li>全ての炉型                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-第3世代炉</li> <li>-第4世代炉</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>非軽水炉（全ての炉型）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMR</li> <li>第4世代炉</li> <li>モジュール〈核融合炉〉</li> </ul>		

「基本的考え方」ではこの考え方を採用

# サプライチェーンの維持・強化

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

## サプライチェーン強化の枠組み（案）



## 支援策のイメージ例

### ① 戦略的な原子力人材の育成・確保

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

### ② 部品・素材の供給途絶対策、事業承継

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

### ③ 海外PJへの参画支援

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

### --- 革新サプライヤチャレンジ ---

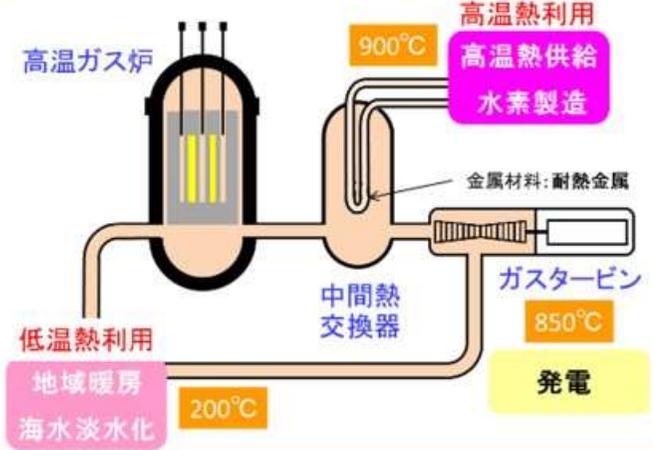
海外ベンダーへの発信・輸出金融・規格取得支援等を通じ、海外PJへの参画を後押し



# 高温ガス炉の特徴について

## 多様な熱利用

- 950℃の高温熱を供給可能で、水素製造、発電、海水淡水化等の幅広い熱利用が可能



## 優れた安全性

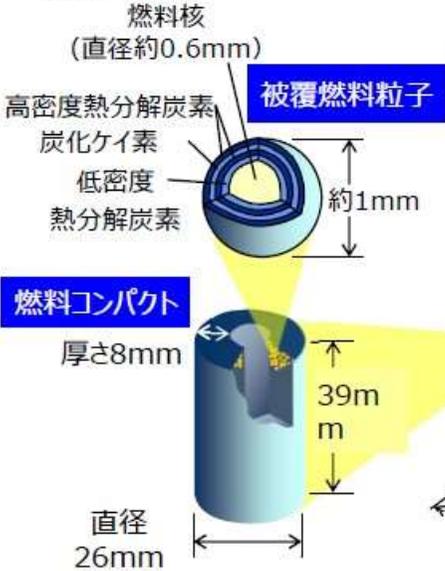
- 軽水炉のリスク（炉心溶融、水素爆発、多量の放射性物質放出）が福島第一原子力発電所事故によって顕在化
- 原理的には高温ガス炉は炉心溶融しない設計が可能

## 軽水炉との違い

項目	高温ガス炉	軽水炉
電気出力 (熱出力)	～30万kW (中小型) ～600MW	100万kW以上 (大型が主流) 3000MW以上
原子炉出口温度	850℃～950℃	約300℃
原子炉冷却材	ヘリウムガス	軽水
減速材	黒鉛	軽水
燃料型式	セラミック製被覆燃料粒子	金属製被覆管 (ジルカロイ)
用途	熱利用 (水素製造、高温蒸気、海水淡水化、地域暖房)、発電	発電

### セラミックス被覆燃料

1600℃でも放射性物質を閉じ込める

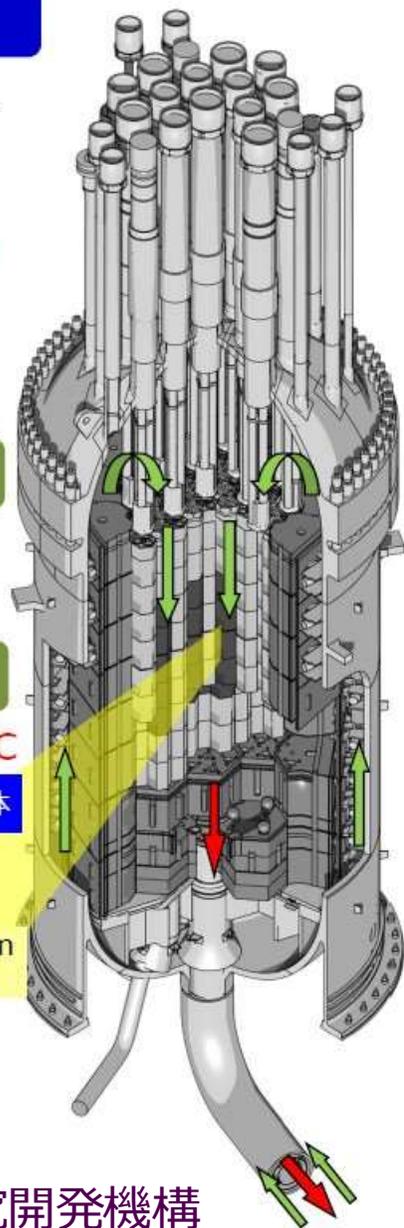


### ヘリウム冷却材

高温でも安定 (温度制限なし)

### 黒鉛構造材

耐熱温度2500℃



(出典) 日本原子力研究開発機構

## (1) 高温ガス炉技術



- 定格出力30MW、原子炉出口温度950℃達成 (2004年4月)
- 950℃、50日間高温連続運転 (2010年3月)
- 安全性実証試験 (炉心流量喪失試験) に成功 (2010年12月)
- 新規制基準適合性に係る設置変更許可の取得 (2020年6月)

- HTTR運転再開 (2021年7月)
- 安全性実証試験 (炉心冷却喪失試験) に成功 (2022年1月)
- 高温ガス炉安全性向上のためのHTTR試験

## (2) 熱利用技術 (発電、水素製造)



ヘリウム圧縮機



連続水素製造試験装置

- ガスタービンシステム開発
- ISプロセスの運転制御技術の確証
- 連続水素製造試験30 l/h、150時間の水素製造に成功 (2019年1月)
- 連続水素製造試験92 l/hを達成 (2020年10月)

## (3) 実用高温ガス炉設計



- 実用高温ガス炉システム設計
- 実用高温ガス炉の安全基準策定と国際標準化
- 再生可能エネルギーとのハイブリットシステム設計
- 海外輸出用高温ガス炉の設計

## (4) HTTR-熱利用試験



- 水素製造施設の接続に向けた許認可取得
- 高温ガス炉熱利用技術の総合実証

(出典) 日本原子力研究開発機構

## 高速炉サイクルの特長

- 軽水炉に比べ数十倍以上のウラン資源の有効利用が可能
- 放射性廃棄物の量を減らし、放射能が減衰する期間を大幅に短縮することが可能

## 主な研究開発

- 高速炉を実用化するために必要な技術の研究開発
- 燃料サイクルの確立を目指した技術開発
- 高速実験炉「常陽」の運転再開への取組

### 【目的】

- 炉心の特性やプラント性能の確認
- 燃料や材料の照射試験
- 高速中性子の量が多い特徴を活用した基礎基盤研究（RI製造など）

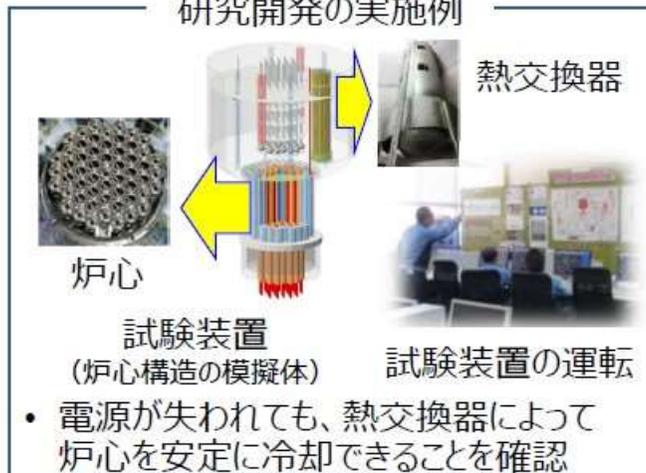
- 熱出力 100MW（空気冷却）
- 冷却材 液体ナトリウム



高速実験炉「常陽」

高速炉の設計に使用するシミュレーション技術、安全確保のためのルール作り、安全性試験、新しい研究施設の建設などを実施中

### 研究開発の実施例



高速炉の実用化に向けた研究開発

放射性廃棄物の量を減少させるために、大洗地区や東海地区の研究施設を活用した技術開発を実施中



燃料サイクルの確立を目指した技術開発



# 1.⑤ 毒性の高い放射性廃棄物を減らすための取組

- 使用済燃料からマイナーアクチノイド(MA)\*1を分離・回収し、燃料として再利用する技術の開発を実施中

\*1 使用済燃料の中に含まれる長期間にわたって高い放射能をもつアメリシウム、ネプツニウムなどの元素



ホットセルでのMA含有燃料の遠隔製造 (大洗)

有害度の高い廃棄物を燃料に加工

高速炉で照射\*2すると廃棄物の有害度が低減

\*2 燃料や廃棄物に中性子を当てること



## SmARTサイクル研究

SmART : Small Amount of Reuse Fuel Test Cycle



高速実験炉「常陽」(大洗)での照射試験

照射した燃料の検査

照射済燃料を溶かして有害度の高い廃棄物を分離



高レベル放射性物質研究施設(東海)でMAを分離・回収

照射済燃料から世界最高レベル2gのMA回収に成功(2016年度)

今後、MA含有燃料を製造、「常陽」で照射を行い、一連の技術を実証

# IAEAカンファレンス「International Conference on Topical Issues in Nuclear Installation Safety—Strengthening Safety of Evolutionary and Innovative Reactor Designs 2022—」

## Plenary session #1:

### Panel discussion “Towards harmonization of safety approaches: regulatory and industry perspectives”

11:20-11:30 上坂充 原子力委員会委員長

“Harmonized Power and Non-Power Applications of Next-Generation Advanced Reactors”

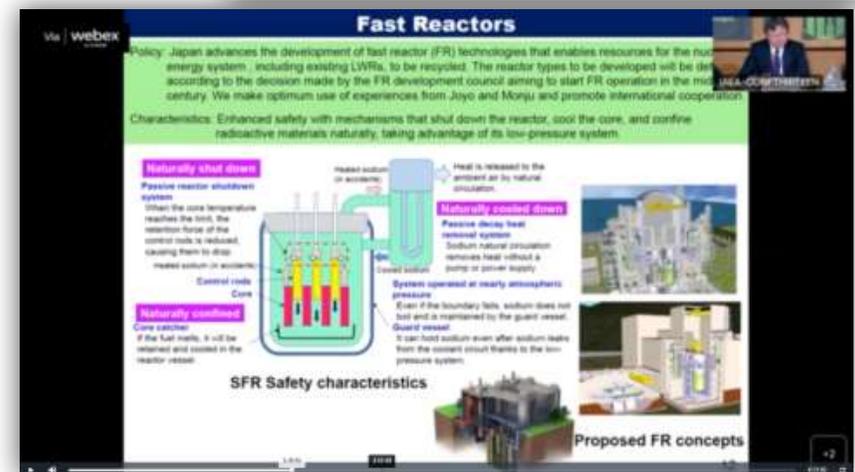
「次世代革新原子炉の電力と非電力の統一されたアプリケーション」

#### 主なコンテンツ

- ❖ 日本の原子力の概況
  - ・GX実行会議の概要
- ❖ 革新炉開発の技術ロードマップの検討
  - ・革新軽水炉
  - ・小型軽水炉
  - ・高速炉
  - ・高温ガス炉
  - ・核融合
- ❖ 常陽でのAC225の製作と放射線廃棄物研究
- ❖ 革新炉の安全性と安全基準

日本では、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて様々な革新炉の開発・導入の加速が急務となっていることから、革新炉の国際的な安全基準策定は、日本を含む世界の革新炉導入の加速に不可欠である。このためにIAEAに期待するところは大きく、安全基準の策定のみならず、各国の革新炉開発や安全審査の経験の情報を収集し、メンバー国に提供していく活動も有益である。

日本は、ナトリウム冷却高速実験炉「常陽」、高温ガス炉HTTRの安全審査経験を有していることに加え、IAEAや第4世代原子炉システム国際フォーラム(GIF)において、これらの安全基準策定の活動に参加しているところであり、引き続き貢献していきたい。

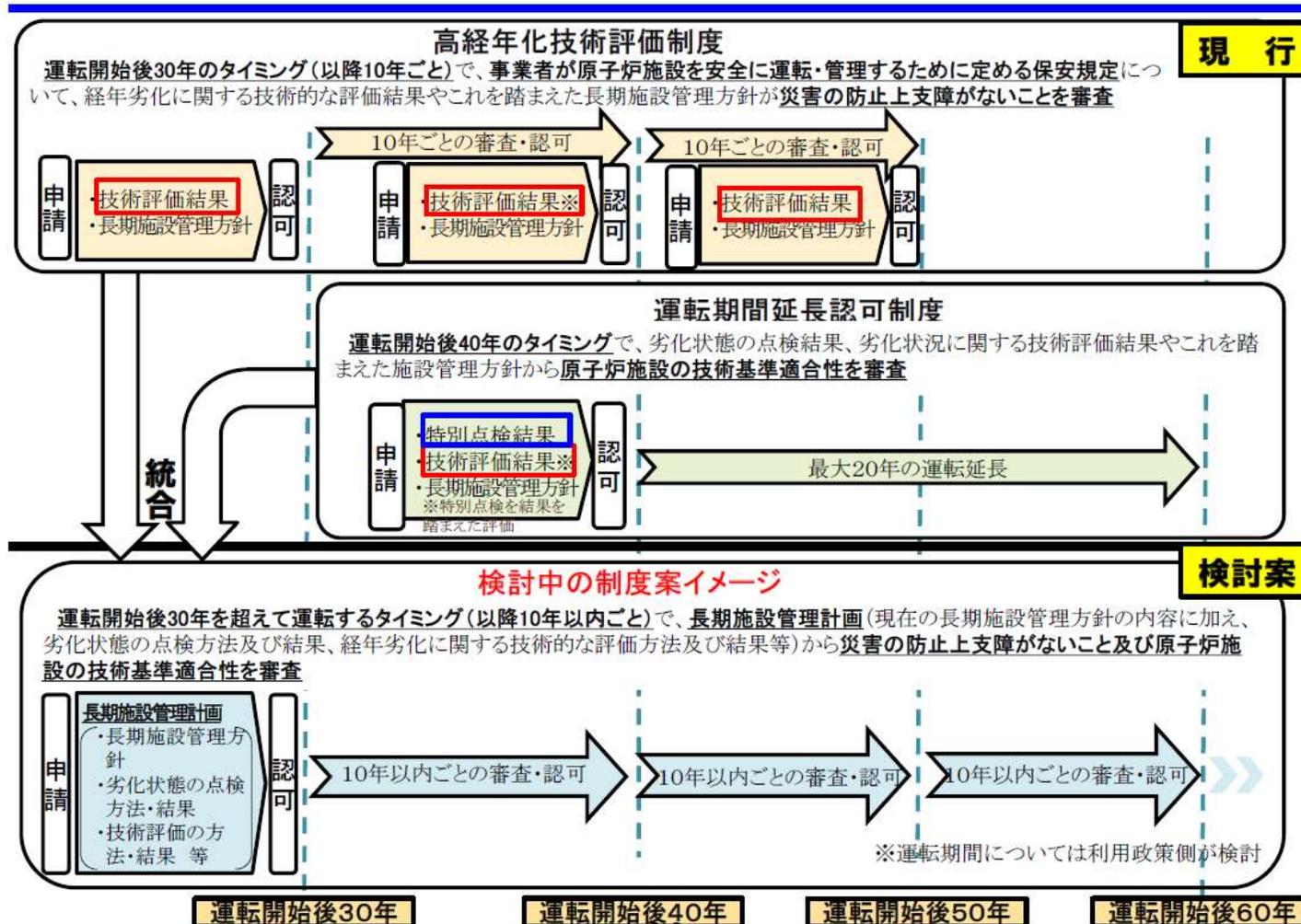


# 経年劣化に関する規制の制度設計について

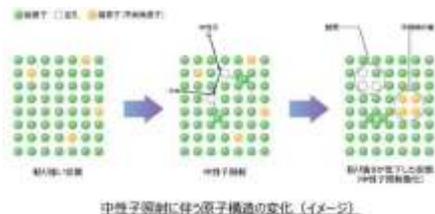
- 令和4年12月、原子力規制委員会において、経年劣化に関する規制の制度設計について案が示された。

## 高経年化した原子炉に係る安全規制制度（現行と今後の制度案）

（参考5）



# 原子炉圧力容器中性子照射脆化における加圧熱衝撃評価



照射前のRPV鋼の分析結果

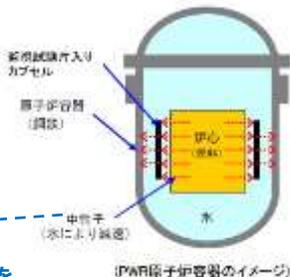
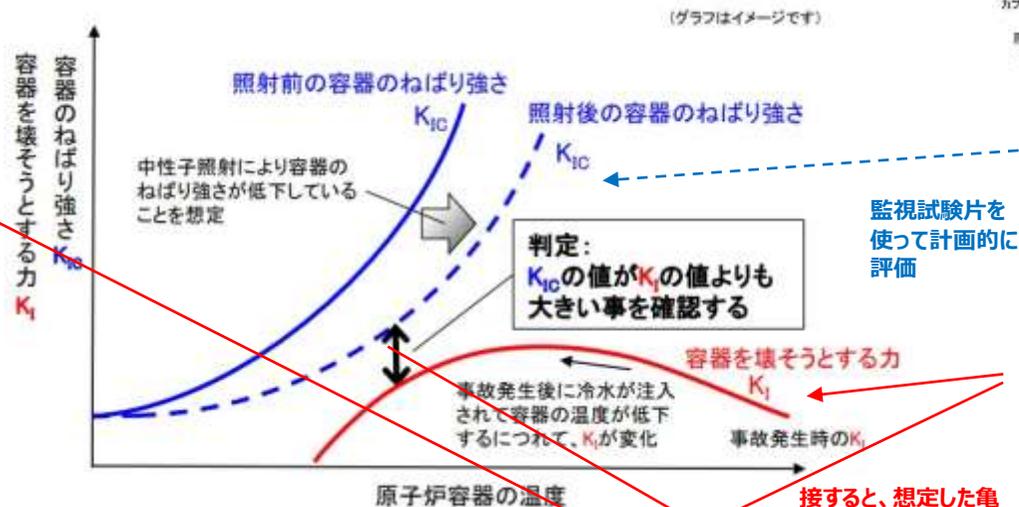


10nm

照射後のRPV鋼の分析結果



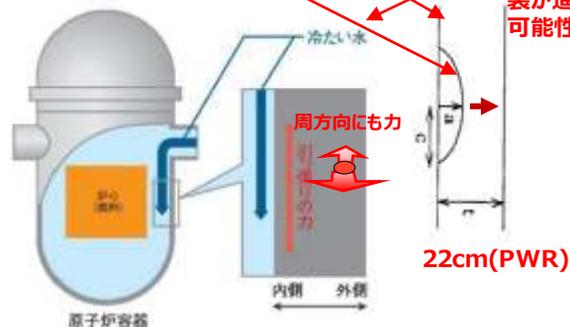
● Cu ● Si



非常用炉心冷却システムの冷たい水が高温・高圧の原子炉容器に注入されます。すると、高温である原子炉容器外側と、水と接する内側の温度差により、原子炉容器内面に引っ張りの力（壊そうとする力）が働きます

溶質原子クラスターが形成し、ねばり強さ低下の原因となる

接すると、想定した亀裂が進展を開始する可能性がある



出典:

1) ATENA [https://www.atena-j.jp/safety\\_measure/2022/05/post-7.html](https://www.atena-j.jp/safety_measure/2022/05/post-7.html)「中性子照射脆化評価について」

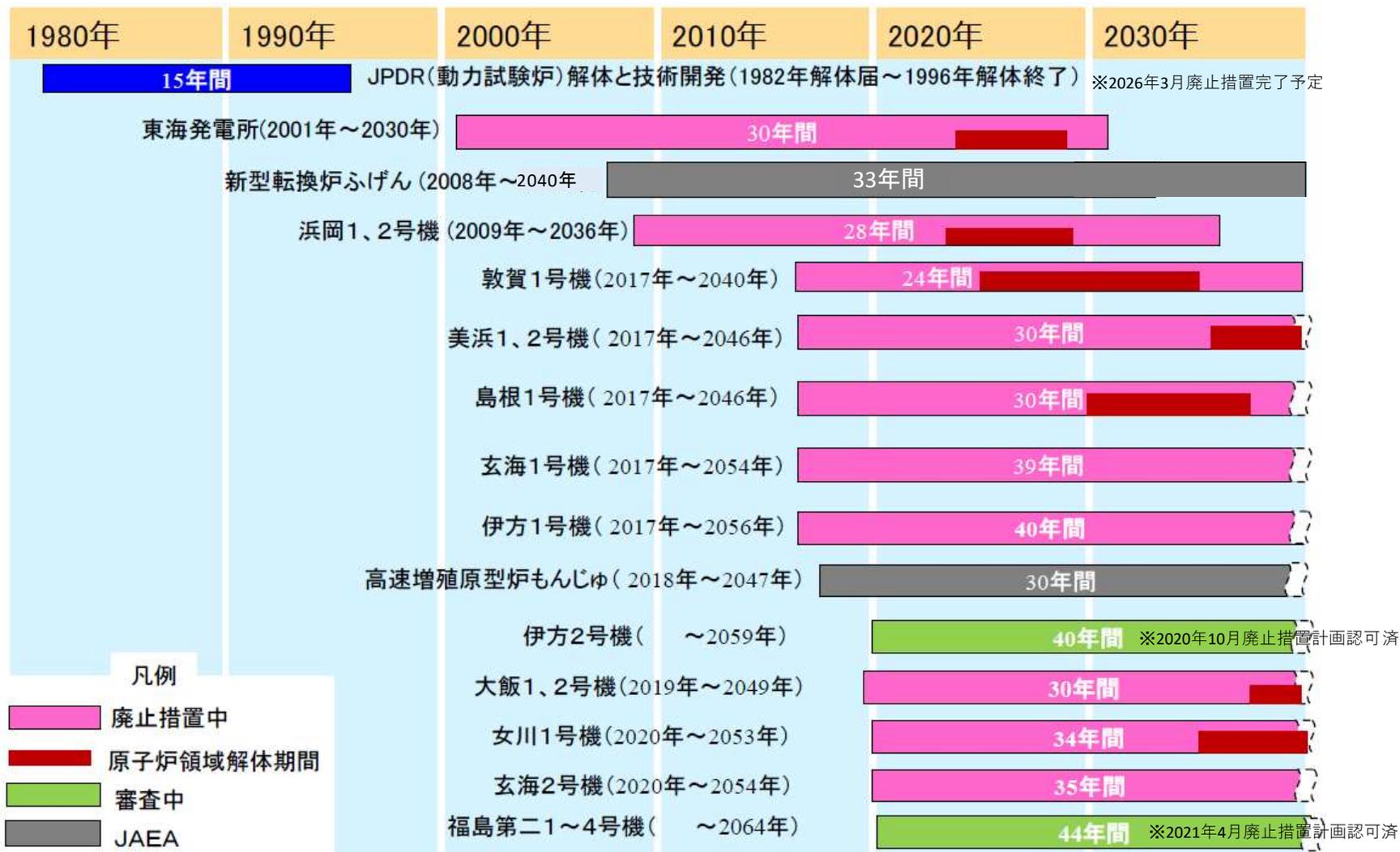
2) 電中研より提供

3) 原子炉構造工学 P71

1),2)を基に、内閣府作成

# 国内原子力発電所の廃止措置スケジュール

2022年12月末現在



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

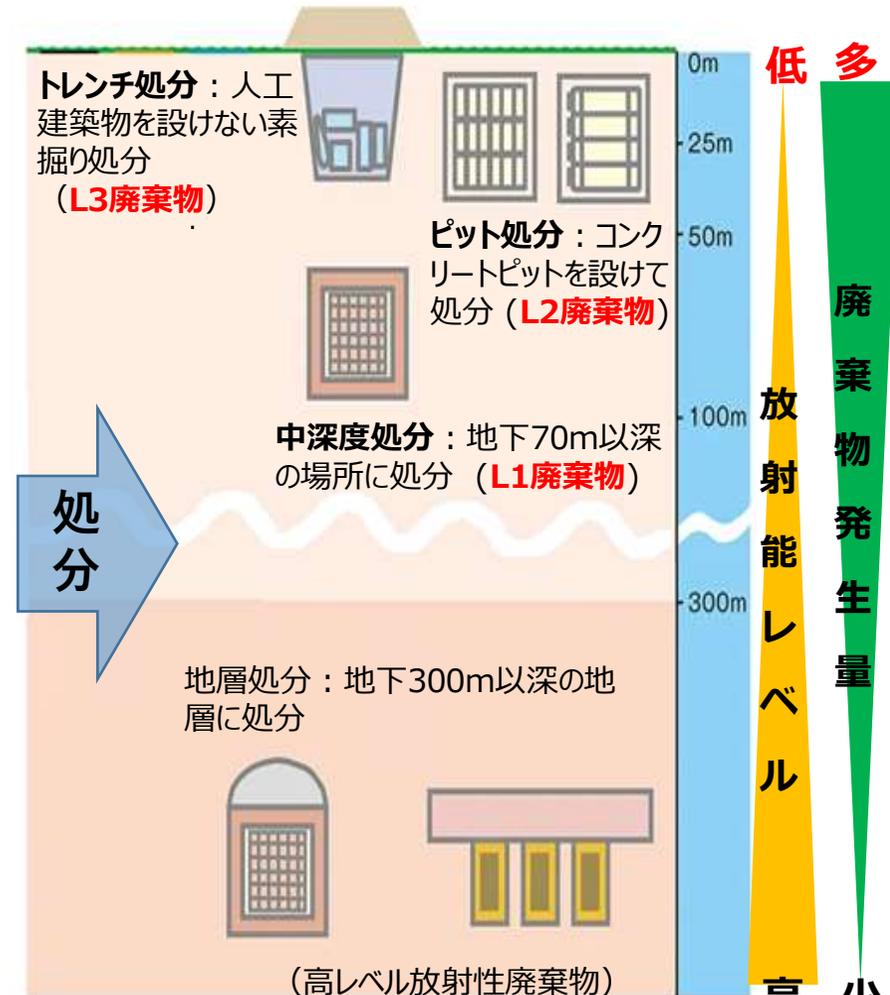
# 原子力発電所や研究開発施設等から発生する廃棄物について

- 原子力発電所や研究開発施設等の廃止措置や運転等から発生する廃棄物の大部分は、汚染されていない廃棄物又は放射能レベルが基準以下のもの。残りが、**低レベル放射性廃棄物**。
- 使用済燃料再処理施設からは、上述の廃棄物に加え、**高レベル放射性廃棄物**が発生。

発生源	廃棄物の種類	例	
原子力発電所、研究開発施設等	汚染されていない廃棄物	大部分の廃棄物	
	放射能レベルが <b>基準以下</b> のもの (クリアランス物)	コンクリート・金属など	
	<b>低レベル放射性廃棄物</b> (注1)	放射能レベルが <b>極めて低いもの</b> ( <b>L3廃棄物</b> )	コンクリート・金属など
		放射能レベルが <b>比較的低いもの</b> ( <b>L2廃棄物</b> )	フィルター・廃器材など
	放射能レベルが <b>比較的高いもの</b> ( <b>L1廃棄物</b> )	制御棒・炉内構造物	
使用済燃料再処理施設	<b>高レベル放射性廃棄物</b>	ガラス固化体 (注2)	

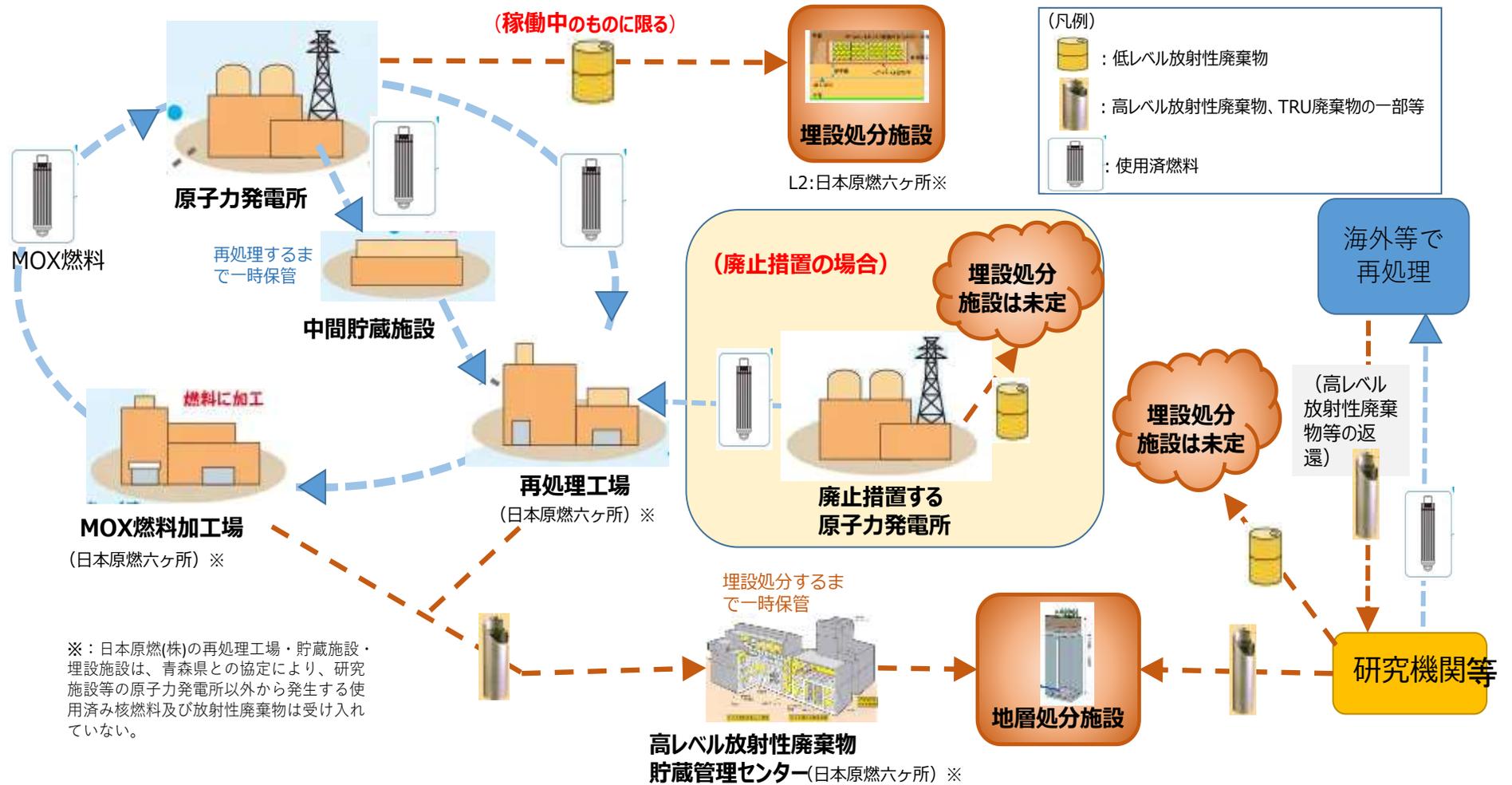
注1: 低レベル放射性廃棄物には、上記の他、ウラン廃棄物やさらに放射能レベルが高いTRU廃棄物と呼ばれるものも含まれる。

注2: 放射能レベルの非常に高い廃液を、ガラスと混ぜ、ステンレス容器で固化したもの。



(出典) 一般社団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」を基に、事務局で作成

# 廃止措置及び放射性廃棄物への対応 放射性廃棄物の処分の流れ



- 今後廃止措置が本格化する中、大量に発生する低レベル放射性廃棄物の処理・処分に当たっての、基本的考え方や留意すべき事項を示した見解を発出。
- 廃止措置を円滑に進めるためには、低レベル放射性廃棄物等の合理的な処理・処分が必要。

## 1. 低レベル放射性廃棄物の処理・処分に当たっての**基本的な考え方**を提示。

- ①現世代の責任
- ②国際的な考え方(管理及び処分の責任主体は発生者、廃棄物発生最小限化等)の再認識
- ③前提とすべき4つの原則(発生者責任、廃棄物最小化、合理的な処理・処分、発生者と国民や地元との相互理解に基づく実施)の共有

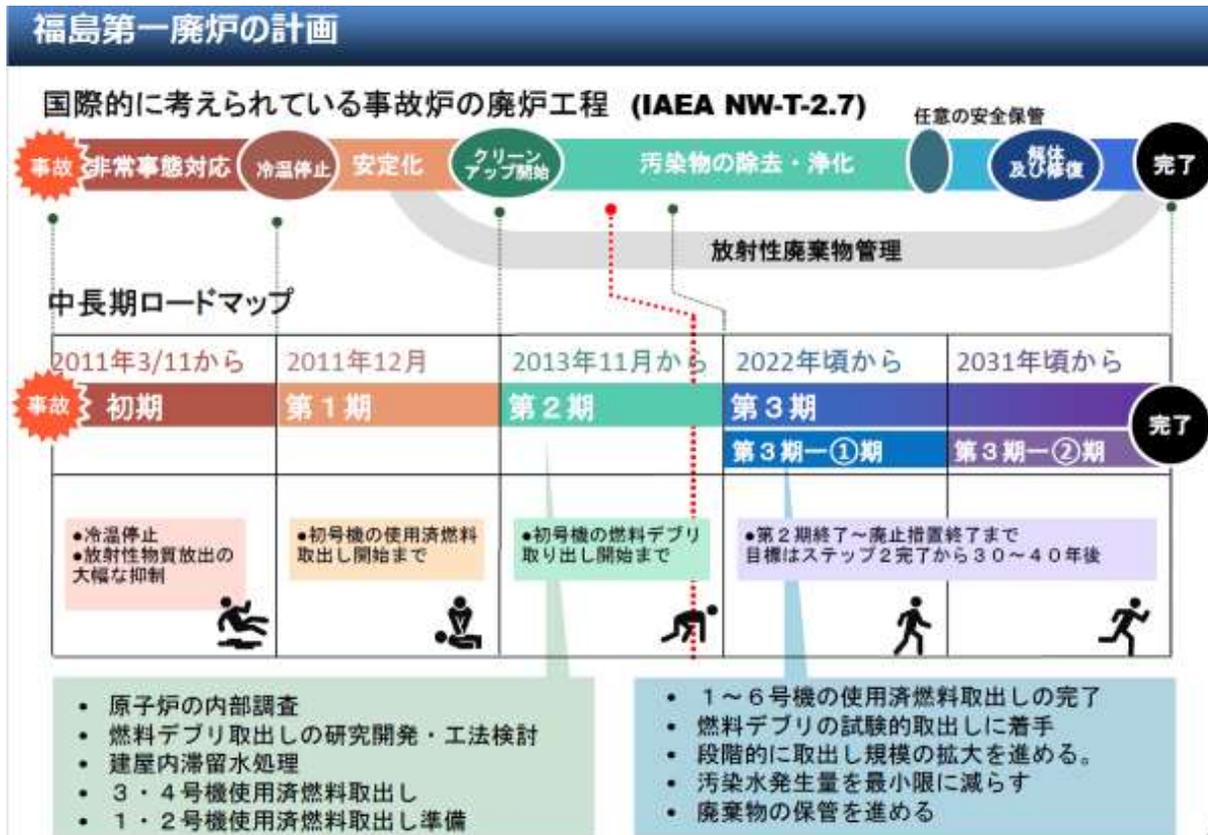
## 2. 低レベル放射性廃棄物等の処理・処分に当たって**留意すべき事項**を提示。

- ①処分事業者による安全性評価の公開
- ②放射性物質による汚染状況に応じた適切な処理・処分の実施  
(汚染されていないコンクリートや鉄筋などの再資源化、クリアランス物の再利用拡大、汚染されている大型機器の海外委託処理等)
- ③発生者等による処分場の確保のための取組の着実な推進
- ④処理・処分にに関する知識継承、技術開発及び人材育成
- ⑤国による低レベル放射性廃棄物の国内保有量と将来発生量の把握及び関係者間の情報共有

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

# 福島第一原子力発電所の廃炉の状況

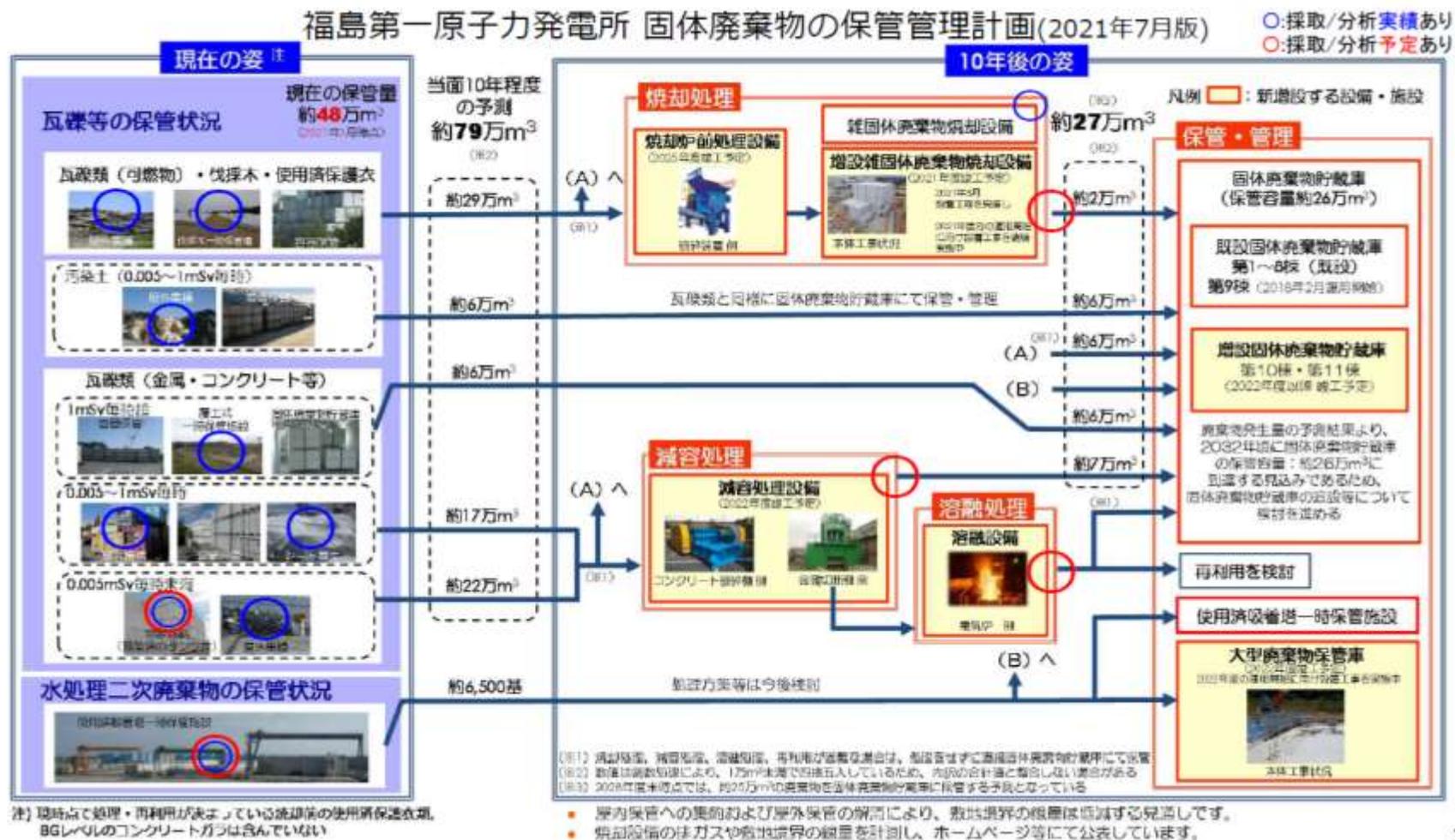
- ALPS処理水の処分方法として海洋放出する基本方針が2021年4月に決定。2022年7月には原子力規制委員会から認可され、同年8月から海底トンネル等の工事を開始。具体的な海洋放出の時期は2023年春～夏頃と見込む。
- 燃料デブリの試験的取り出しは2022年内を予定していたが、使用するロボットアームの改良等が必要なことから、2023年度後半目途着手に見直し。



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

# 福島第一原子力発電所の廃炉における放射性廃棄物の分析(1)

- 福島第一原発の廃炉においては、今後も大量の放射性廃棄物が発生する。



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

# 核燃料サイクルの確立に向けた取組の進展

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

## ○プルトニウムバランスの確保

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

## ○使用済燃料対策の推進

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

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

(2020. 7 許可)

(2020.12 許可)

## ○再処理工場・MOX工場の竣工

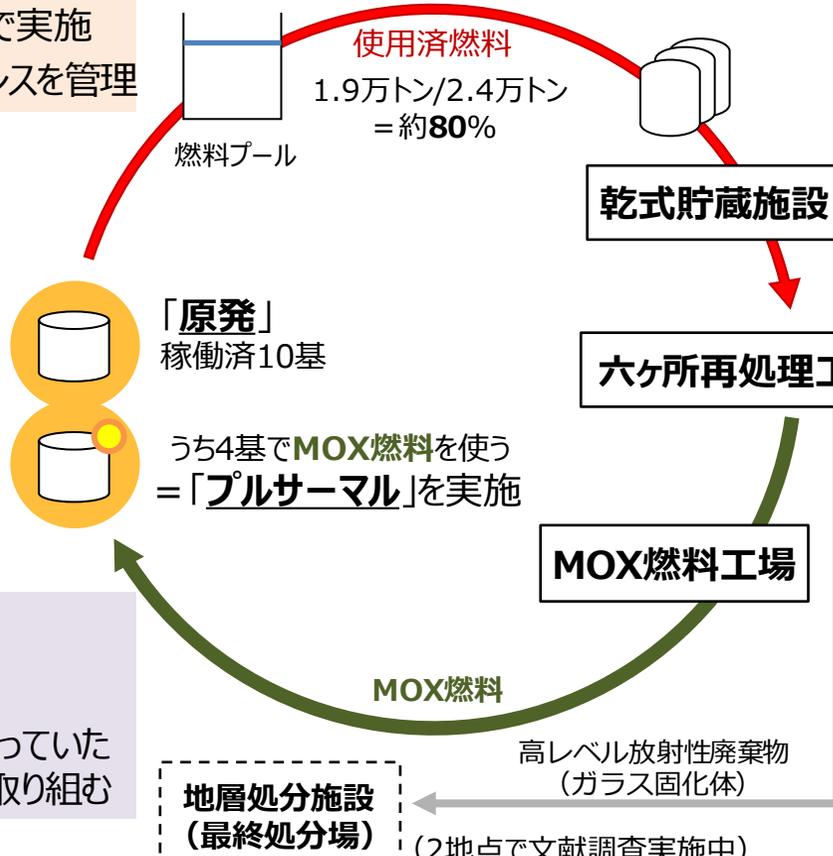
- 業界大で原燃の審査・竣工を支援  
再処理：2024年度上期の  
できるだけ早期  
MOX：2024年度上期

(2018. 7 我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方)

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

## ○最終処分の実現

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







● 全国で対話活動が続ける中で、地層処分事業をより深く知りたいと考える、経済団体、大学・教育関係者、NPO等の、**全国で約110の関心グループ\***が勉強会や情報発信などの多様な取組を実施。

## 中国・四国

- 山陰エネルギー環境教育研究会
- 山口県地域消費者団体連絡協議会
- 松江エネルギー研究会
- 豊田くらしの会
- La vie
- 環境とエネルギーを考える消費者の会(えこはーもにい)
- 山口エナジー探偵団
- 愛媛県立東予高等学校
- 松江高専専攻科有志
- 山口県商工会議所連合会
- 出雲商工会議所 工業部会
- 鳥取実業倶楽部
- エネルギー問題勉強会
- ものづくり愛好会(香川高専)
- つわぶさ友の会
- 鴨島電気工事協同組合
- えひめエネルギーの会
- えひめ消費生活センター友の会 松山支部
- 香川大学創造工学部 長谷川研究室
- 核兵器廃絶・平和建設香川県民会議
- KAKKIN愛媛
- 丸亀商工会議所 正副会頭会
- 未来型科学教育研究会

## 九州・沖縄

- 沖縄エネルギー環境教育研究会
- 科学技術コミュニケーション研究所もっと知りもっと語る会
- 「電気のコミ」ワークショップ
- 九州原子力会議
- 宮崎大学学生地層処分事業勉強会
- NPO法人 みやざき技術士の会
- 宮崎県地域エネルギー環境教育ネットワーク推進会議
- 神松寺社会問題研究会
- KAKKIN鹿児島エネルギー研修会

## 中部

- びさい消費者の会
- 岐阜工業高等専門学校
- 愛知県教育関係者
- 特定非営利活動法人 放射線環境・安全カウンスル
- 東海・北陸・近畿地区における高専教職員の地層処分事業勉強会
- 三重大学教育学部 技術・ものづくり教育講座 電気工学研究室
- みえ防災コーディネーター津ブロック
- エネルギーミライズ
- 一般社団法人 環境創造研究センター

## 近畿

- 大阪市環境経営推進協議会
- 洲本交通安全協会
- 生活者の視点で原子炉を考える会
- 公益社団法人 兵庫工業会
- 特定非営利活動法人 NUSPA
- 近畿大学 原子力研究所 第3研究室
- 和歌山ゴールドライオンズクラブ
- 特定非営利活動法人 シンビオ社会研究会
- 伊都・橋本地球温暖化対策協議会
- 京都府立鴨沂高等学校
- 原発のごみ処分を考える会
- 福井県原子力平和利用協議会 敦賀支部
- 高浜町原子力発電関連勉強会
- スマートエネルギー福井会
- 若狭高浜クラブ
- きのこと星の町おおいネットワーク
- 原子力国民会議福井支部
- 福井県立敦賀高等学校
- 福井県女性エネの会
- 和歌山異業種交流会
- 和歌山尚友会
- 核兵器廃絶・平和建設 和歌山県民会議
- 和歌山県経営者協会
- 女性ビジネス研究会“凛”
- チームEEE (エネルギー環境教育実践チーム)
- 特定非営利活動法人 奈良環境カウンセラー協会
- 特定非営利活動法人 大阪環境カウンセラー協会
- 学校法人 福井学園 福井南高等学校
- 原子力×次世代層ネットワーク(NEXT)
- 大阪大学学生有志
- 和歌山社会教育研究会
- 和歌山未来まちづくりの会
- 友信会
- 一般社団法人和歌山市観光協会

## 北海道・東北 2021年12月時点

- 若者と地層処分を学ぶ会(東北)
- 北海道大学 放射性廃棄物処分勉強会
- 放射線教育プロジェクト
- エネフイーメール21
- Climate Youth Japan
- 紫陽花の会 などわ
- 尚絅学院大学 総合人間科学部 環境構想学科
- 北海道大学大学院 農学研究院作物栄養学研究室
- 北海道函館工業高等学校
- 能代の地域振興を考える有志の会

## 関東

- BENTON SCHOOL
- 特定非営利活動法人 女性技術士の会
- 特定非営利活動法人 放射線線量解析ネットワーク(RADONet)
- 学術フォーラム・多価値化の世紀と原子力
- 東京当別会 有志の会
- 翔友有志の会
- 東京私立初等学校協会 社会科研究部
- 慶應技術士会
- 若者と地層処分を考える会
- 若者と地層処分を学ぶ会
- 環境教育支援ネットワーク きづき
- 日本保健物理学会学友会
- 西那須野商工会
- 特定非営利活動法人 地球感
- 一般社団法人 柏崎青年会議所
- 山梨県消費生活研究会 連絡協議会
- なでしこ会
- 核兵器廃絶・平和建設国民会議「KAKKIN 栃木」
- 埼玉県電気工事工業組合
- 横浜エネルギー政策懇話会
- 日本原子力学会学生連絡会
- NPO法人 あすかエネルギーフォーラム
- 静岡大学 社会合意形成研究会
- 特定非営利活動法人 アースライフネットワーク
- 神奈川県放射線友の会
- 藤枝市ニューロンの会
- 島田市3Sの会

\* NUMOが実施する学習支援事業等を活用し、勉強会や講演会、関連施設見学会等の活動を行ったグループ

# 信頼回復に関して人文社会的アプローチ

2020年度・2021年度

原子力発電環境整備機構支援研究

## 地層処分事業に係る 社会的側面に関する研究

原子力委員会にて、「原子力利用に関する基本的考え方」の改定に向けた検討にあたり、人文社会学系を含む合計54名の有識者等からヒアリングを実施。

- 地層処分に関する社会的側面に関する研究
- 世代間倫理・正義（現世代の責任についての考察）
- 原子力政策に関する哲学研究者の視点

等、信頼回復に向けての考え方について重要な視点の提供。

### 支援研究一覧

地層処分施設のための段階的・協力的アプローチの実践にむけた実証的研究：国民的議論の公正な進め方

研究代表者 野波 寛 関西学院大学 社会学部

社会心理学、アジェンダ・セッティング

情報・コミュニケーションによる嗜好変容と世論形成に関する社会科学的分析

研究代表者 高橋 隆大 東京理科大学 理工学部

行動科学、社会学

NIMBY施設に対する態度形成過程の実証的分析：個人と社会、受益者と受害者の意識の相違に着目して

研究代表者 小松崎 俊作 東京大学大学院 工学系研究科

社会心理学、政治学

環境文字にみる対話のパラダイム：地層処分を話し合う<共通語>を求めて

研究代表者 結城 正美 青山学院大学 文学部

環境文学

受容から合意に至るArgumentデザインとその検証

研究代表者 笠野 貴広 静岡大学 教育学部

教育心理学、シミュレーション教育

社会啓発と科学コミュニケーター育成を念頭に置いた「地層処分事業」への知的興味を向上させる土木教育プログラムの研究

研究代表者 小峯 秀雄 早稲田大学 理工学術院 創造理工学部

社会科学・土木工学総合研究

「パートナーシップ型」合意形成モデルによる地層処分事業における考慮要素の特定をめぐる法的研究

研究代表者 友岡 史仁 日本大学 法学部

法学、環境社会システム

地層処分の超長期的影響に関する世代間正義と民主的合意形成の法哲学的・法政策論的基礎構築

研究代表者 吉良 貴之 宇都宮県立大学 シティライフ学部

法・政治哲学、政治学



放射性廃棄物処分にあって将来世代の声をどのように拾い上げるべきか？

吉良 貴之（法哲学、愛知大学法学部 准教授）

ij57010@gmail.com

3. 法哲学的な論点： 世代間正義とはどのような考え方か

- 正義論とは？： 社会での集成的意思決定の正しさを問う。特に、法制度によって実現すべき価値について（「法価値論」ともいう）。
- 現代の正義論： ロールス『正義論』（Rawls 1998 [1<sup>st</sup> 1971]）以降、さまざまな立場に分かれて論争が繰り広げられている。功利主義、リバタリアニズム（自由至上主義）、各種の平等主義……
  - ◇ サンドルブーム『白熱教室』（2010～）、『実力も運のうち』（2021～）
  - ◇ 吉良はリバタリアニズムを支持する。社会問題は自由の最大化によって対応されるべき。特に、**人・モノ・情報のグローバリゼーション**が重要。
  - ◇ 今回の話では特にリバタリアニズムを押し出すことなく、できるだけ一般的な議論を行う。

4.2 応益原則と応能原則

- 放射性廃棄物処分（最終／暫定）はどのような世代間正義の理念に基づいてなされるべきか？

候補1： 応益原則

- ◇ 原子力エネルギーの利益を享受してきた現在世代が、その費用（コスト）についても引き受けるべき。利益と費用を一世代内で閉じさせるべき、という考え方
  - やり直しのきかない「最終」処分を支持することになりそう。
  - **現在の日本政府の方針としてはこちら**（地理的・時間的応益）
- ◇ グローバル正義にも応用可能： 国内処分優先主義
  - ✓ しかし……、人々の歴史を見れば、よいものも悪いものもひっくるめて先送り or 取引されてきた。原子力だけ応益原則で強く縛る根拠はあるのか？
  - ✓ 応益があったかどうか、事実問題として厳密に言うのはなかなか難しい……。
  - 👉 「応益」の範囲をどれぐらい取るべきか： アイデンティティの構成要素というように象徴的次元まで？

候補2： 応能原則

- ◇ 放射性廃棄物処分は、各世代の能力に応じてなされるべき。
- ◇ 現時点では安全性が不安だとすると、将来の高い技術水準でより確実に処分すべきでは？ → 何度でもやり直し可能な暫定処分を支持することになりそう。
- ◇ 「責任」の引き受けは能力に比例する。[Jonas 1979]

—①「原子力利用に関する基本的考え方」：「放射性廃棄物は、現世代が享受した原子力による便益の代償として実際に存在していることに鑑み、**現世代の責任**としてその処理・処分を着実に進める。」

—②「低レベル放射性廃棄物等の処理・処分に関する考え方について（見解）」：「放射性廃棄物の処理・処分は、原子力利用による便益を享受した**現世代の責任**において、安全性の確保と国民の理解を旨として進める必要がある。」

—③「令和3年度版原子力白書」：「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。」

## 原子力政策について — 哲学研究者の視点から —

東京大学名誉教授・武蔵野大学人間科学部教授  
博士(文学) 一ノ瀬正樹

- ▶ いずれにせよ、原子力政策に関するリスク、すなわち事故と放射性物質飛散やその健康影響については、100年以上のデータの蓄積があり、uncertaintyに属する事例ではなく、riskに属する事例であることは明らかである。

### ■ 害の可能性や恐れについての二つの視点

- ・ Preventive (Prevention) Principle  
「防止原則」  
(←「ストックホルム人権環境宣言」)
- ・ Precautionary Principle「予防原則」  
(← リオ宣言、ウィングスプレッド宣言)

どうか。

- ▶ 一般に、倫理は「行為」や「性格」の価値に関わる。そして、それは**事実**としての「何々である」という記述にかかわるのではなく、「何々すべき」という**規範**を提示することに結びつく。
- ▶ では、知識や認識はどのように位置づけられるか。直観的に言って、それは事実を記述する役割を担っていると思われる。
- ▶ けれども、実は哲学では、「**認識的規範**」(epistemic normativity)という形で、知識や認識の規範性を問題にして、しかも、そこに宿る倫理的問題性も近年は主題化されてきている。

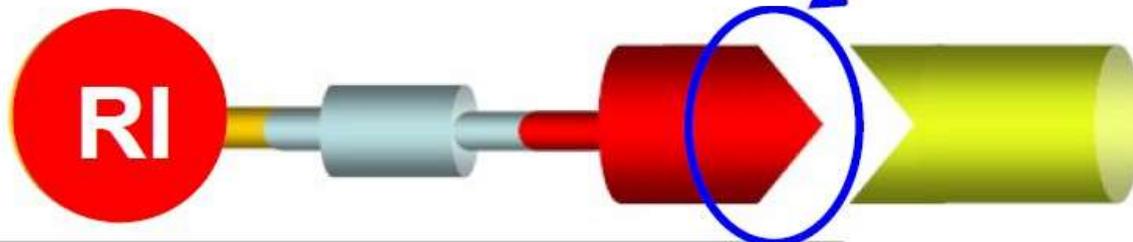
- ▶ この点で、原子力政策や、原子力発電や、放射線被曝問題に、予防原則のオリジナルな考え方を適用するというのは、きわめてミスリーディングであり、混乱の元であり、実際、まことに有害であった。

- ・ 確率無視の考えにより、悪名高き「**ゼロリスク**」思考が促され、過剰な反応が生まれた。実際は、不幸中の幸い、福島原発事故による放射線被曝の健康被害リスクは、通常の道路を歩いているときの交通事故リスクよりも低いくらいなのに、大騒ぎになってしまった。
- ・ そのため、避難行動の過酷さという対抗リスクに晒された多くの方々が、自死、病死、精神の失調、震災離婚、差別、そして貧困、という放射線被曝よりもはるかに深刻な害を被ってしまった。

→ 重大な認識的規範の過失であり、倫理的非難に値する

# セラノスティクス医薬品の構造

Theranostics = Therapeutics + Diagnosis



標的分子に特異的に集積

放射性複合体(Radio-conjugate)

アイソトープ  
 $^{225}\text{Ac}$ ,  $^{211}\text{At}$   
 $^{90}\text{Y}$ ,  $^{177}\text{Lu}$

母体化合物

二官能性  
キレート

抗体や  
ペプチド

標的分子

ガン細胞に発現している  
抗原や  
受容体

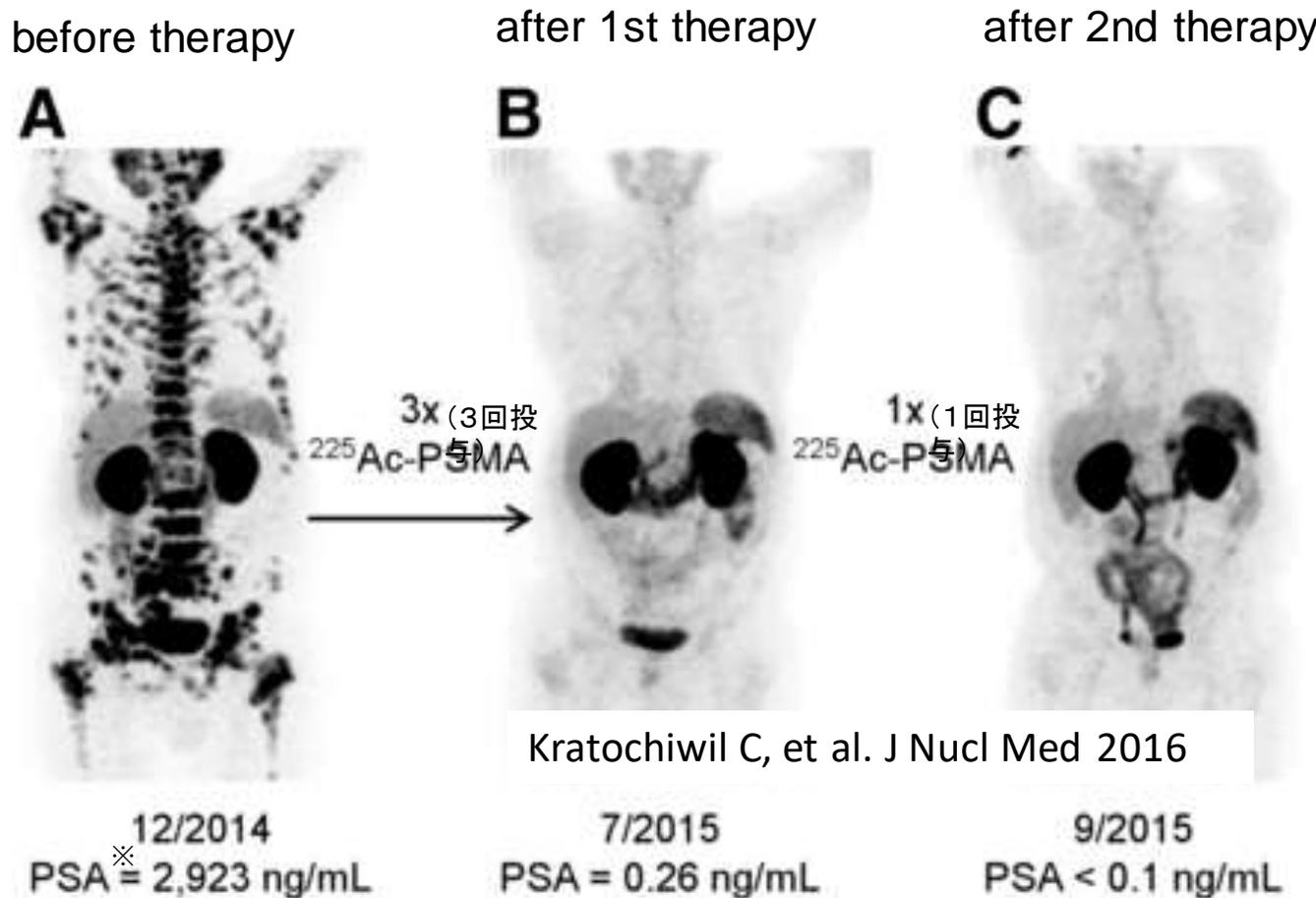


課題	製造・分離(入手性)	薬剤開発、動態評価	治療戦略、法整備
分野	原子力 放射化学	有機合成、 放射性薬品学	核医学、医学物理、 安全管理

## α線放出核種による治療例

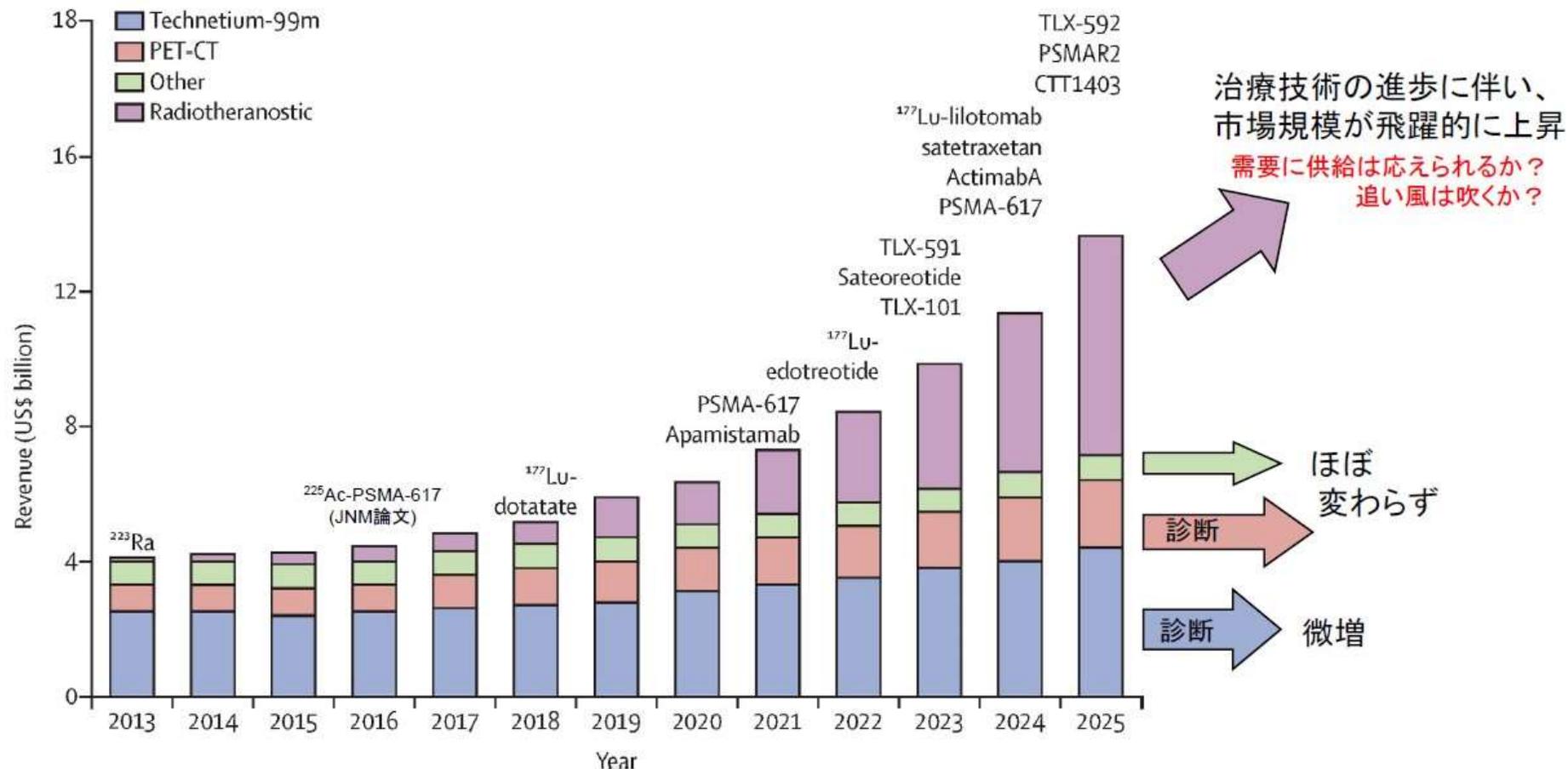
- 2016年、骨転移が全身に広がった転移性前立腺がんに対しアクチニウム225標識PSMA※-617中分子製剤を投与したところ、転移がんが消失した旨の報告があったことを契機に、アクチニウム225は注目を集めている。
- 以降、欧州や南アフリカなどから関連研究が相次いでおり、既に多くの臨床試験が開始。

※Prostate Specific Membrane Antigen(前立腺特異的膜抗原)



※Prostate Specific Antigen(前立腺特異抗原)

# 放射性セラノスティックスの市場予測



令和3年4月6日（火）第11回原子力委員会定例会議資料 資料1

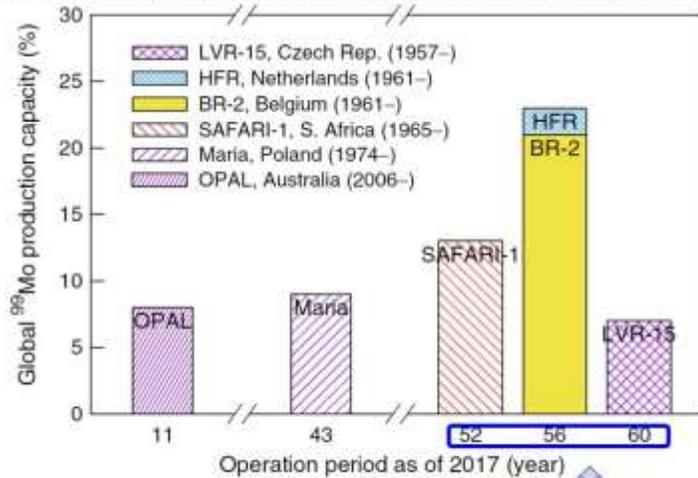
Herrmann K, Schwaiger M, Lewis JS, Solomon SB, McNeil BJ, Baumann M, Gambhir SS, Hricak H, Weissleder R. Radiotheranostics: a roadmap for future development. Lancet Oncol. 2020 Mar;21(3):e146-e156.  
 Paul-Emmanuel Goethals and Richard Zimmermann (Nuclear Medicine MEDraysintell Report & Directory, July 2019)

# $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ の供給体制シフト

世界で6基の高濃縮ウラン研究炉による製造と空輸

低濃縮ウラン研究炉と加速器（電子ロートロン・電子ライナック $\gamma$ 線源のベストミックス）

From: J. Jang, M. Yamamoto, and M. Usaka (2017), Phys. Rev. Accel. Beams 20, p. 104701



Three, out of six, are reaching the end of service lives  
Alternative source of  $^{99}\text{Mo}$  is necessary!



MURR

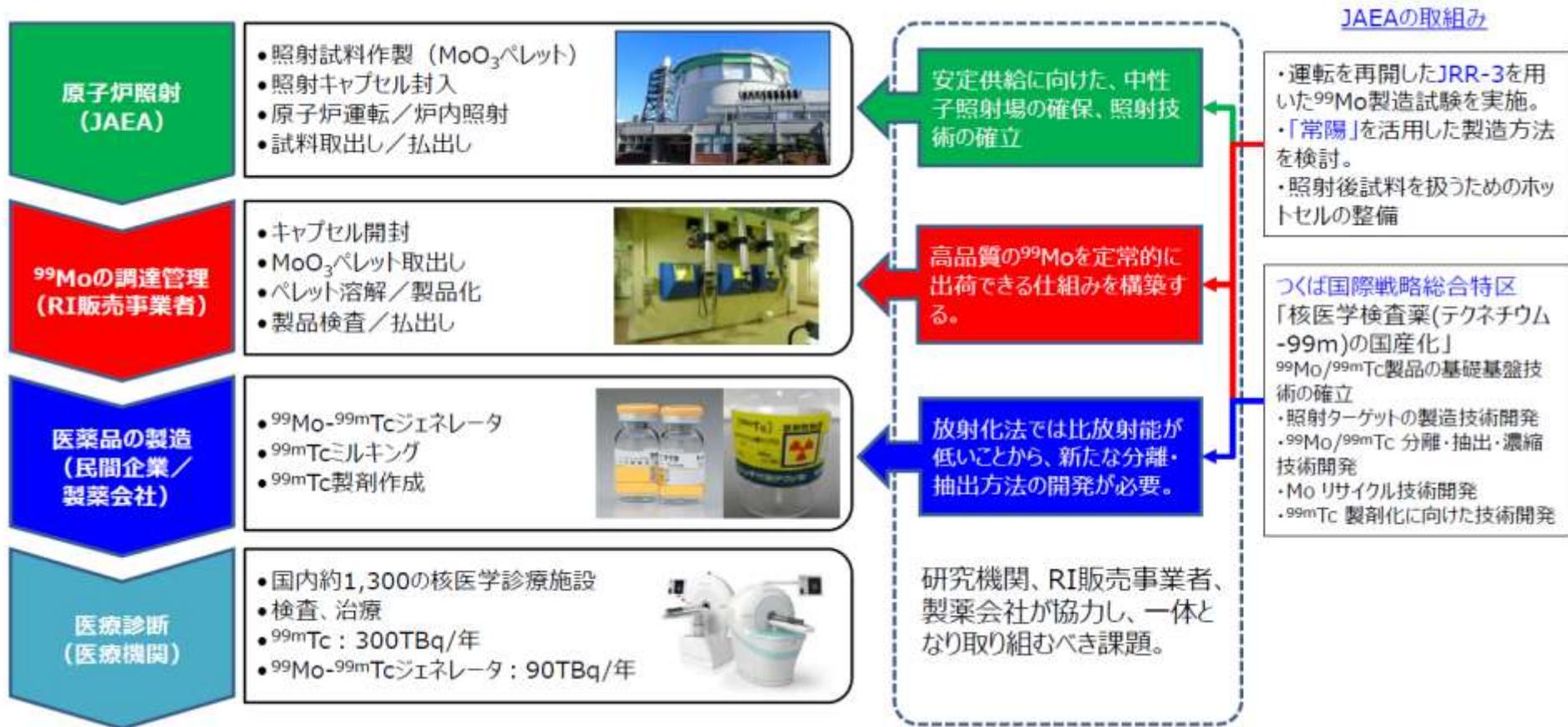


Electron Rhodotron

Electron Linac  $\gamma$ -ray Source

- 本年2月に運転を再開し、本年7月に施設供用運転を開始した日本原子力研究開発機構(JAEA)の試験研究炉「JRR-3」を用いることで、国内需要の20-30%を製造できる可能性。
- また、日本メジフィジックス(放射性医薬品メーカー)においても、2023年から加速器を用いて生産すること目指している。

## JAEAにおけるモリブデン99/テクネチウム99m国内安定供給のフロー



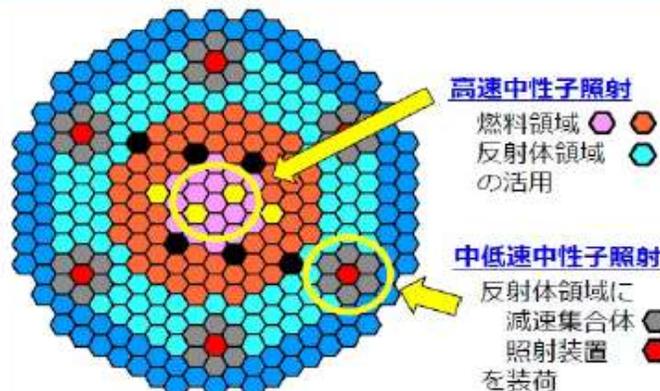
# 革新的がん治療に使用されるAc-225

- 多くの症例に対し、短半減期アルファ線放出核種による治療効果が確認されているが、特にAc-225の治療効果が高く、世界で治験・臨床研究の競争が激化。
- しかしながら、Ac-225は全世界的に供給不足。米、欧、カナダ等が相次いで加速器を用いた製造計画を発表。
- 日本では研究に必要なAc-225の確保が十分ではなく、治験の円滑な実施や将来の必要量確保の観点から、加速器での製造に加えて「常陽」を活用した大量製造に大きな期待が寄せられている。

(参考) 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (令和3年6月18日)

「常陽」においては、世界的にも希少な医療用放射性同位体を大量製造することが可能である。「常陽」の再稼働を進めていくことで、先進的ながん治療等への貢献が期待される。

- 「常陽」の新規制基準への早期適合・早期運転再開及びそのためのリソース確保が課題。

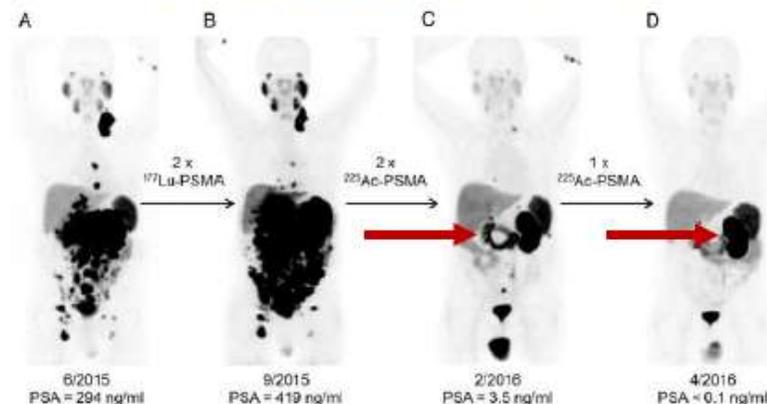


多様な中性子照射場

Ra-226やTh-230を親元素としたAc-225の製造

Mo-98を親元素としたMo-99の製造

末期の転移性前立腺ガンに対して効果



Kratochwil, Giese, JNM, July 7, 2016



- 昭和52年 初臨界
- 平成19年 定期検査中の破損により、燃料を交換することができなくなる事象が発生
- 平成27年 燃料交換機能の復旧
- 平成29年 原子力規制委員会に対し、新規規制基準に係る設置変更許可を申請

仕様	
目的	高速炉研究開発、R I 製造※ 等
最大熱出力	10万キロワット

※今後目的変更を申請予定  
運転再開予定：令和6年度末～

## 世界的に注目の次世代α線放出核種 ( $^{225}\text{Ac}$ ) の製造研究

Ra-226: 半減期1600年  
Ac-225: 半減期10日

- $^{225}\text{Ac}$ は現行のジェネレータ製造は供給不足
- $^{225}\text{Ac}$ の別法による製造開発競争が世界的激化
- 加速器による製造法に注目：原材料 ( $^{226}\text{Ra}$ )
- $^{226}\text{Ra}$  (かつて密封小線源、廃棄物扱い)

日本メジフィジクス、「セラノスティクス」の早期実現に向け千葉事業所内に「CRADLE (クレイドル) 棟」建設着工

AMED 平成29年度事業「医療研究開発革新基盤創成事業 (CiCLE)」  
「セラノスティクス概念を具現化するための創薬拠点整備を伴う、抗体等標識治療薬 (アルファ線) とコンパニオン診断薬の開発」

日本メジフィジクス (株) は、放射線を利用した「治療と診断の融合 (セラノスティクス)」実現のため、放射線の一種であるアルファ線<sup>1)</sup>を放出するラジオアイソトープ (RI: 放射性同位元素) を用いた治療薬とコンパニオン診断薬<sup>2)</sup>の同時開発を目指している。当社ではこの研究開発課題を「プロジェクトCRADLE (Consortium for Radiolabeled Drug Leadership)」とし、新薬創出へ向けて全社を挙げて取り組んでいる。

名称: 「CRADLE棟」

開設地: 千葉県袖ヶ浦市北袖3-1 日本メジフィジクス千葉事業所内

規模: 建築面積 約980m<sup>2</sup> 延床面積 約1900m<sup>2</sup> (構造: 1階RC造 2階鉄骨造)



創薬拠点「CRADLE 棟」の建設  
開設地: 千葉県袖ヶ浦市  
竣工時期: 2019年9月  
総投資額: 33億円

### 加速器による $^{225}\text{Ac}$ 製造・供給: 製造法③ QST が国内初の試験製造に成功



廃棄物の $^{226}\text{Ra}$ を精製し、  
加速器用のターゲットに加工

#### 多くの困難を克服

- 限られた放射性廃棄物入手
- ターゲットも製品もαエミッター
- $^{226}\text{Ra}$ の精製、ターゲット作成:  
汚染のリスク、ラドンのコントロール
- 照射時の熱処理、被ばく対応
- 照射後に副生成物 (異核種) を除去し、 $^{225}\text{Ac}$ を精製



国内でのAc-225の製造  
本格化に期待

# 日本メジフィジックス社の取り組み紹介

- ❖  $^{99}\text{Mo}$ の自社生産プロジェクトの立ち上げについて、日本メジフィジックス株式会社が2019年3月にリリースを配信
  - 度重なる $^{99}\text{Mo}$ の供給不安
  - 供給制限時に自社で必要となる $^{99}\text{Mo}$ の一部を自社生産で賄うことを目指す

- ❖ 電子加速器を用いた製造方法
  - 東北大学と協働で実施
  - まずは、国内全体で必要となる量の約1～2割を目指す

- ❖ 約13億円の投資



## News Release

2019年3月29日  
日本メジフィジックス株式会社

$^{99}\text{Mo}$ の自社生産プロジェクトに着手  
～ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品の更なる安定供給に向けて～

日本メジフィジックスは、この度、テクネチウム $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品の主原料となるモリブデン $^{99}\text{Mo}$ の自社生産を行うプロジェクトに着手いたしましたので、お知らせいたします。

本プロジェクトは、約13億円を投資して専用の電子加速器を当社千葉工場内に設置し、世界で初めて原子炉を使用しない方式で $^{99}\text{Mo}$ を商業生産するもので、2023年からの生産を目指しております。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品は、我が国における循環器の疾患や腫瘍の骨転移などを対象とした核医学検査において、広く用いられている放射性医薬品です。その主原料である $^{99}\text{Mo}$ の調達には現在、全て海外からの輸入に依存している状況ですが、近年、 $^{99}\text{Mo}$ の製造事業者における設備のトラブルや長期間のメンテナンスなどのために、必要な量の $^{99}\text{Mo}$ を輸入できず、その結果、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品の供給に支障をきたす事態がしばしば発生しています。また、今後は、既存の $^{99}\text{Mo}$ 製造設備の老朽化や新興国における $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品の需要の増加により、 $^{99}\text{Mo}$ の世界的な需給がより逼迫するとの国際機関<sup>1)</sup>の予測もあります。

医薬品の安定供給は製薬企業の最も重要な使命であり、 $^{99}\text{Mo}$ の安定確保はその必須条件です。そのため、当社は、輸入への依存比率を引き下げ、調達ソースの多様化を図るために、一部を自社生産に置き換えることを検討してきました。そして、2016年から東北大学電子光物理学研究センターと共同で電子加速器を用いた $^{99}\text{Mo}$ の製造方法の開発を進め、この度、その研究成果として、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製品の医薬品原料としての品質や生産性の課題を克服し、商業生産を実施できる目的を得ました。この方法は、これまでの原子炉とウランを用いた製法とは異なり、安定同位体である原料（モリブデン100）に電子ビームを照射し、光核反応<sup>2)</sup>を利用して $^{99}\text{Mo}$ を製造します。生産開始当初の必要量に対する自社生産の比率は

8

# 医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン

2022年5月31日原子力委員会決定

## アクションプラン策定の経緯

### 核医学治療への期待

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

### 国内の動き・課題

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

### 海外の状況

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

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

## 10年の間に実現すべき目標

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

## アクションプラン

### (1) 重要ラジオアイソトープの国内製造・安定供給のための取組推進

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

### (2) 医療現場でのアイソトープ利用促進に向けた制度・体制の整備

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

### (3) ラジオアイソトープの国内製造に資する研究開発の推進

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

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

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

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

# ラジオアイソトープ製造に向けた我が国の姿勢

## 経済財政運営と改革の基本方針2022（2022年6月7日閣議決定）

第4章 中長期の経済財政運営 5. 経済社会の活力を支える教育・研究活動の推進

官民連携による持続可能な経済社会の実現に向け、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」<sup>163</sup>及び**分野別戦略<sup>164</sup>を着実に実行する。**

<注釈>

【163】令和3年3月26日閣議決定。

【164】「第6期科学技術・イノベーション基本計画」等において、AI、バイオテクノロジー、量子、マテリアル、環境エネルギー、安全・安心、健康・医療、宇宙、海洋、食料・農林水産業が戦略的な重要分野として位置付けられている。**また、「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」に基づく取組を推進する。**

## 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 フォローアップ（2022年6月7日閣議決定）

2. 科学技術・イノベーションへの重点的投資（4）再生・細胞医療・遺伝子治療等

**・輸入に依存する医療用ラジオアイソトープの国産化実現のため、「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」（令和4年5月31日原子力委員会決定）に基づき、2022年度から、「JRR-3」や「常陽」などの試験研究炉等を用いた研究開発や実用化を推進する。**

## 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 フォローアップ 工程表

2022年度		2023年度	2024年度	2025年度～	担当大臣
今夏	年末				
予算編成 税制改正要望	秋～年末	通常国会			【内閣総理大臣（健康・医療戦略の事務を担当する国務大臣、内閣府特命担当大臣（科学技術政策））、逓野大臣、外務大臣、文部科学大臣、厚生労働大臣、経済産業大臣、国土交通大臣、環境大臣】
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">「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」の策定</div> <span style="font-size: 2em;">➔</span> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">「アクションプラン」に基づき、研究開発や実用化を推進</div>					

## 統合イノベーション戦略2022（2022年6月3日閣議決定）

第2章 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策 1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革

（6）様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用 ① 総合知を活用した未来社会像とエビデンスに基づく国家戦略の策定・推進

【実施状況・現状分析】

・がん診断やがん治療への高い効果が期待され、**世界的に治験・臨床研究の競争が激化している医療用等のラジオアイソトープの国内製造は経済安全保障の観点より重要。2022年5月に、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」を取りまとめ。**

【今後の取組方針】

・「**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**」に基づき、がん診断やがん治療への高い効果が期待され、世界的に治験・臨床研究の強化が激化している医療用等のラジオアイソトープについて、**経済安全保障の観点からも、JRR-3や「常陽」といった試験研究炉等を用いた製造に係る研究開発から実用化、普及に至るまでの取組を一体的に推進。**【科技、健康医療、復、外、文、厚、経、国、環】

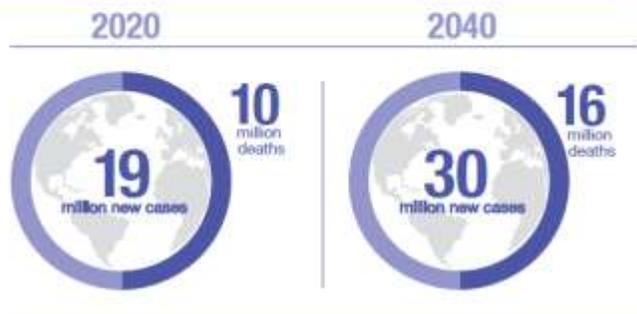


# Rays of Hope

## Cancer care for all

Rays of Hope will integrate the breadth of the IAEA's expertise to support Member States in the diagnosis and treatment of cancer using radiation medicine.

### The Global Cancer Burden



Over 70% of cancer deaths occur in LMICs.

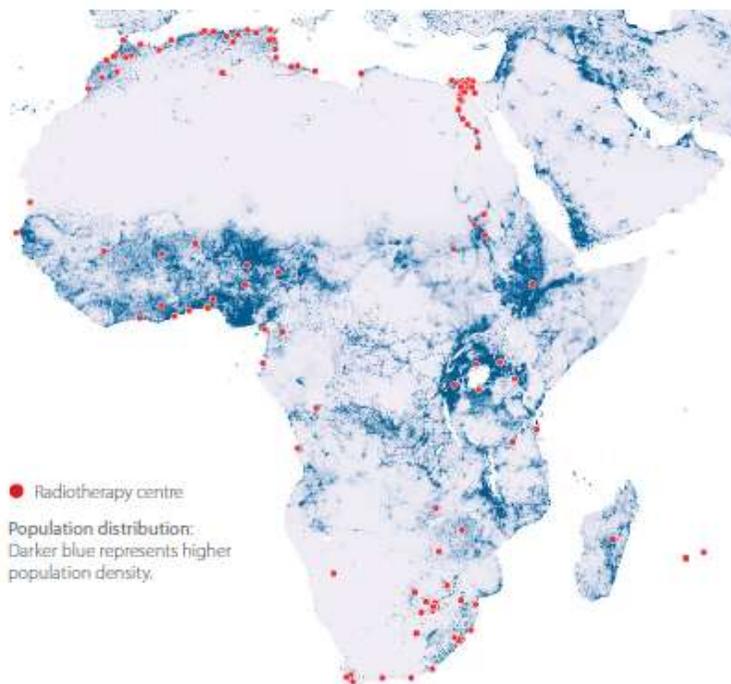


Only 5% of global spending on cancer goes to LMICs.



About half of cancer patients require radiotherapy.

OVER 70% OF THE POPULATION OF AFRICA DOES NOT HAVE ACCESS TO RADIOTHERAPY.



In Africa, over 700,000 people died of cancer in 2020. More than 20 African countries have no radiotherapy treatment unit.

# 第66回IAEA総会における原子力委員会主催サイドイベント

## タイトル

α線薬剤の開発とアイソトープの供給～アスタチン-211 ( $^{211}\text{At}$ ) と国際機関の役割及びその可能性～  
(The Development of Alpha-emitting radiopharmaceuticals and the Supply of the Isotopes:  
 $^{211}\text{At}$  and the possible role of the international organization)

## 概要

- α線薬剤について、世界の注目を集める画期的な研究成果を発表した独・デュッセルドルフ大学のギーセル教授より基調講演を実施。
- IAEA幹部、米国欧州の製造・供給網の代表者、 $^{211}\text{At}$ の製造・研究開発について先進的な取組を推進している各国研究者が現状や課題、今後の期待について発表。
- 会議はオンラインとウィーン現地のハイブリッド形式で開催。各国・地域及び国際機関からオンラインで計約240名が参加（米、中、シンガポール、インドネシア、マレーシア、IAEA、OECD/NEA等）



上坂委員長による開会挨拶



会場の様子



IAEA物理化学部門 部長  
メリッサ・デネケ氏によるスピーチ



欧州及び米国のAt-211製造・供給網の代表者  
ナント大学ジャスティン博士、DOEバルキン博士

## 国際原子力機関物理化学部門部長 メリッサ・デネケ 氏

- アルファ線核医学治療については、非常に早く研究開発が進んでいる。
- $^{211}\text{At}$ については、臨床研究では少し遅れをとっているものの、非常に期待値が高い。
- 本日は重要なプレゼンを多数いただいた。
- 国際的なネットワークを構築していくことは非常に重要。米国でもネットワークができおり、欧州でもCOST Actionを立ち上げ、日本や南米地域でもネットワークが出来つつある。これらの地域的な取り組みを連結させることができれば、一層の研究の発展に寄与すると考えられる。
- IAEAがその国際的なネットワークを提供することができれば、議論の場や、共同研究の発出点としても使えることと思う。
- IAEAではこの2月に放射線がん治療・診断に関するイニシアチブ“Rays of HOPE”を立ち上げた。この分野での研究開発が一層進む事を期待する。



# 第4期がん対策推進基本計画（令和●年●月閣議決定） 概要（案）

## 第1. 全体目標及び分野別目標 / 第2. 分野別施策

全体目標：「誰もががんとともに自分らしく生きられるよう、全ての国民でがんの克服を目指す。」

「がん予防」分野の分野別目標  
がんを知り、がんを予防することで、がん罹患率・がん死亡率の減少を目指す

### 1. がん予防

- (1) がんの一次予防
  - ①生活習慣について
  - ②感染症対策について
- (2) がんの二次予防（がん検診）
  - ①受診率向上対策について
  - ②がん検診の精度管理等について
  - ③科学的根拠に基づくがん検診の実施について

「がん医療」分野の分野別目標  
適切な医療を受けられる体制を充実させることで、がん生存率の向上・がん死亡率の減少・全てのがん患者及びその家族等の療養生活の質の向上を目指す

### 2. がん医療

- (1) がん医療提供体制等
  - ①医療提供体制の均てん化・集約化について
  - ②がんゲノム医療について
  - ③手術療法・放射線療法・薬物療法について
  - ④チーム医療の推進について
  - ⑤がんのリハビリテーションについて
  - ⑥支持療法の推進について
  - ⑦がんと診断された時からの緩和ケアの推進
  - ⑧妊孕性温存療法について
- (2) 希少がん及び難治性がん対策
- (3) 小児がん及びAYA世代のがん対策
- (4) 高齢者のがん対策
- (5) 新規医薬品、医療機器及び医療技術の速やかな医療実装

「がんと共生」分野の分野別目標  
がんになっても自分らしく生きることのできる地域共生社会を実現することで、全てのがん患者及びその家族等の療養生活の質の向上を目指す

### 3. がんと共生

- (1) 相談支援及び情報提供
  - ①相談支援について
  - ②情報提供について
- (2) 社会連携に基づくがん対策
- (3) がん患者等の社会的な問題への対策（サバイバーシップ支援）
  - ①就労支援について
  - ②アピアランスケアについて
  - ③がん診断後の自殺対策について
  - ④その他の社会的な問題について
- (4) ライフステージに応じた療養生活への支援
  - ①小児・AYA世代について
  - ②高齢者について

### 4. これらを支える基盤

- |                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| (1) 全ゲノム解析等の新たな技術を含む更なるがん研究の推進 | (4) がん登録の利活用の推進 |
| (2) 人材育成の強化                    | (5) 患者・市民参画の推進  |
| (3) がん教育及びがんに関する知識の普及啓発        | (6) デジタル化の推進    |

## 第3. がん対策を総合的かつ計画的に推進するために必要な事項

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. 関係者等の連携協力の更なる強化    | 5. 必要な財政措置の実施と予算の効率化・重点化 |
| 2. 感染症のまん延や災害等を見据えた対策 | 6. 目標の達成状況の把握            |
| 3. 都道府県による計画の策定       | 7. 基本計画の見直し              |
| 4. がん患者を含めた国民の努力      |                          |

# 令和4年12月7日厚生労働省第87回がん対策推進協議会「第4基がん対策推進基本計画（案）」

## 2. 患者本位で持続可能ながん医療の提供（1）がん医療提供体制等 ③手術療法・放射線療法・薬物療法について（イ）放射線療法について

### （現状・課題）

国は、がんに対する質の高い放射線療法を安全に提供するため、専門的な知識及び技能を有する医師等の医療従事者の配置、リニアック等の機器の整備を行い、拠点病院等を中心に、強度変調放射線治療（IMRT：Intensity Modulated Radiation Therapy）を含む放射線療法の適切な実施体制の整備を進めてきた。また、粒子線治療や核医学治療（RI：Radioisotope 内用療法等）、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT：Boron Neutron Capture Therapy）等の新しい放射線療法について、保険適用が拡大されたほか、それらに対応できる放射線治療病室の整備に向けて、診療報酬上の要件を見直す等、取組を進めてきた。（略）

### （取り組むべき施策）

国及び都道府県は、患者が、それぞれの状況に応じた適切な放射線療法を受けられるよう、標準的治療の提供に加えて、科学的根拠に基づく高度な放射線療法の提供についても、医療機関間の役割分担の明確化及び連携体制の整備等の取組を進める。国は、関係学会等と連携し、**粒子線治療、核医学治療等の高度な放射線療法の提供体制の在り方について検討**する。

## 4. これを支える基盤の整備（1）全ゲノム解析等の新たな技術を含む更なるがん研究の推進

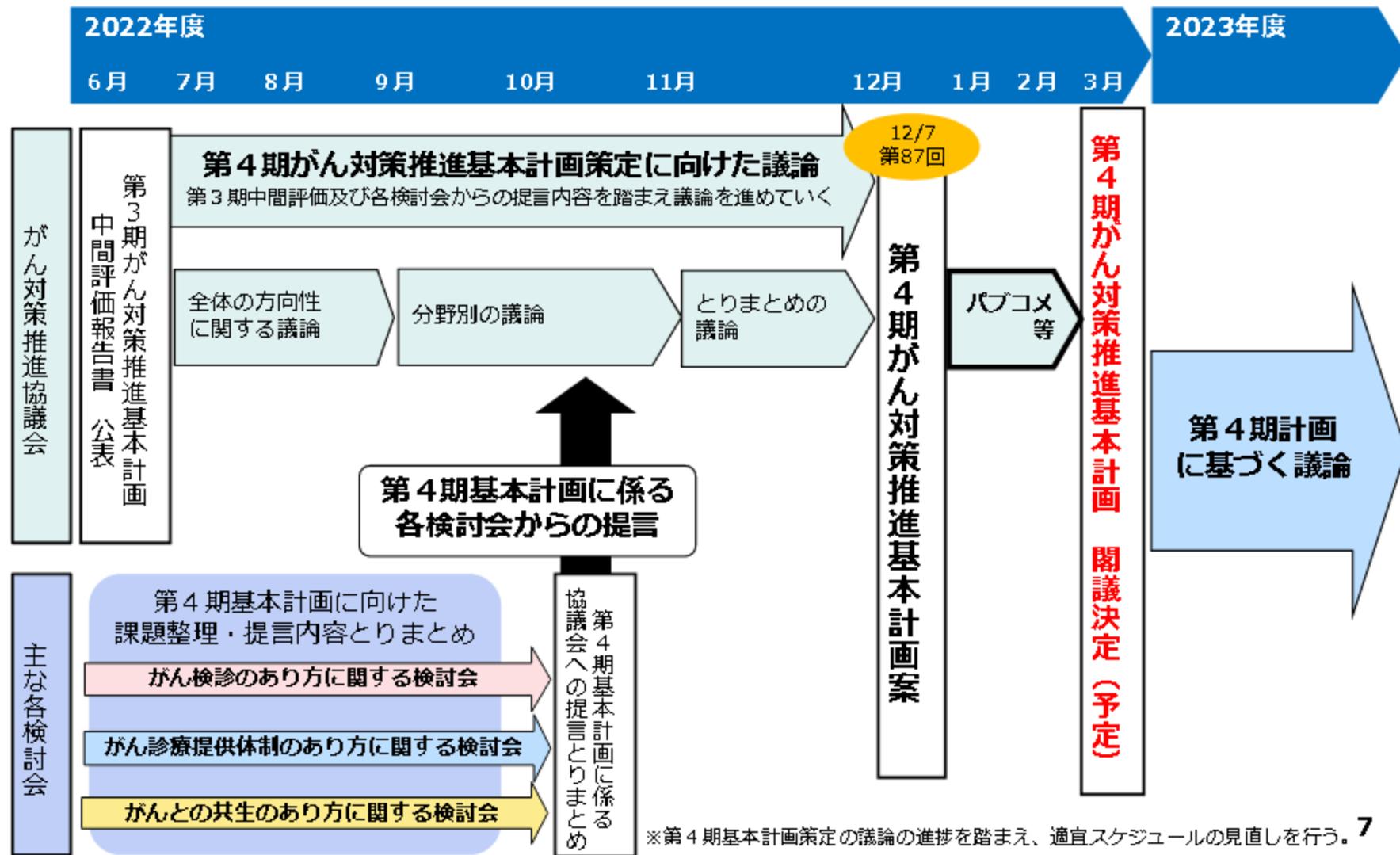
### （現状・課題）（略）

**内閣府原子力委員会において策定された「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」（令和4年5月31日）では、今後10年の間に実現すべき目標として「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」等が掲げられ、その実現に向けた具体的取組として、RIを用いた治療の研究開発に対する支援等を推進すること等が示されている。**

### （取り組むべき施策）

国は、「がん研究10か年戦略中間評価報告書」や本基本計画を踏まえ、がん研究の更なる充実に向け、戦略の見直しを行う。また、関係省庁が協力し、多様な分野を融合させた先端的な研究を推進することにより、治療法の多様化に向けた取組をより一層推進する。

# がん対策推進基本計画の見直しに向けたスケジュール（案）



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

## 原子力利用に関する基本的考え方（案）

### 低レベル放射性廃棄物の処理・処分に

関する考え方について（見解）（2021年12月28日）

- (1) 低レベル放射性廃棄物の処理・処分に当たっての**基本的な考え方及び留意すべき事項**を提示
  - 前提とすべき4つの原則の共有（発生者責任、廃棄物最小化、合理的な処理・処分、発生者と国民や地元との相互理解に基づく実施）
  - 発生者等による処分場の確保のための取組の着実な推進
- (2) その他、研究機関、大学等の**研究施設から発生する放射性廃棄物に関する課題（予算の確保、保管施設の確保、合理的な処分等）**を提示

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

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

# 新産業創出等研究開発基本計画の概要③（主な研究開発の内容）

## 【①ロボット】

廃炉作業の着実な推進を支え、災害現場等の過酷環境下や人手不足の産業現場等でも対応が可能となるよう、ロボット等の研究開発を行う。

(研究開発の内容)

- 高い専門性・信頼性を必要とする廃炉作業ロボットについて、触覚フィードバック等の遠隔操作技術を導入し、システムの概念実証を実施し、その後、実用化に向けた試作機の開発を目指す。
- ドローンに搭載可能な水素ガスタービン等の研究開発や福島RTF等を活用した実証により、長時間飛行・高重量積載を実現し、カーボンニュートラルを達成する水素ドローンの実証機を開発する。



## 【②農林水産業】

スマート農業やカーボンニュートラル等を通じた地域循環型経済モデルの構築を目指し、超省力・低コストな持続性の高い農林水産業に向けた実証研究を行う。

(研究開発の内容)

- 複数ほ場を自律的に移動・作業する自動走行トラクタや地産地消型エネルギーシステム、農林水産資源の循環利用等の実証研究を行い、地域循環型経済モデルのプロトタイプの提示を目指す。
- 農林水産資源の開発のための有用性評価等に係るデータ基盤を整備し、その後、大学、民間企業等との共同研究による製品開発等の実用化プロジェクトを実施する。



## 【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とする。

(研究開発の内容)

- 水素エネルギーネットワークを構築するため、電力を水素として高効率に貯蔵・利用するシステム等を開発し、その後、地域内水素エネルギー制御システムを開発する。
- ネガティブエミッションのコア技術となる、大規模なCO2吸収に資する植物・藻類等のポテンシャル評価、性能・生産性向上等及び利用技術の研究開発を行う。

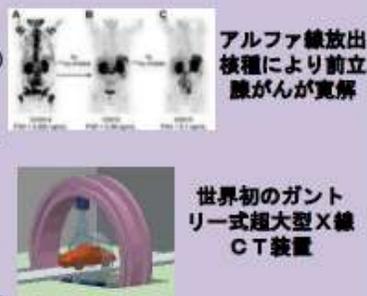


## 【④放射線科学・創薬医療、放射線の産業利用】

オールジャパンの研究推進体制の構築と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・創薬技術開発及び放射線産業利用を実現する。

(研究開発の内容)

- アルファ線放出核種等を用いた新たなR I医薬品の開発等を行う。また、加速器を利用したR Iの製造技術など創薬医療分野における世界最先端の研究開発を一体的に推進する。
- 自動車等の大型部品等を丸ごと計測し、効率的にデジタル化して活用する技術の開発に向け、超大型X線CTの開発、CT画像の高画質化及びそのシミュレーション適用のための技術開発に取り組む。



## 【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研究成果等の融合を図り、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。

(研究開発の内容)

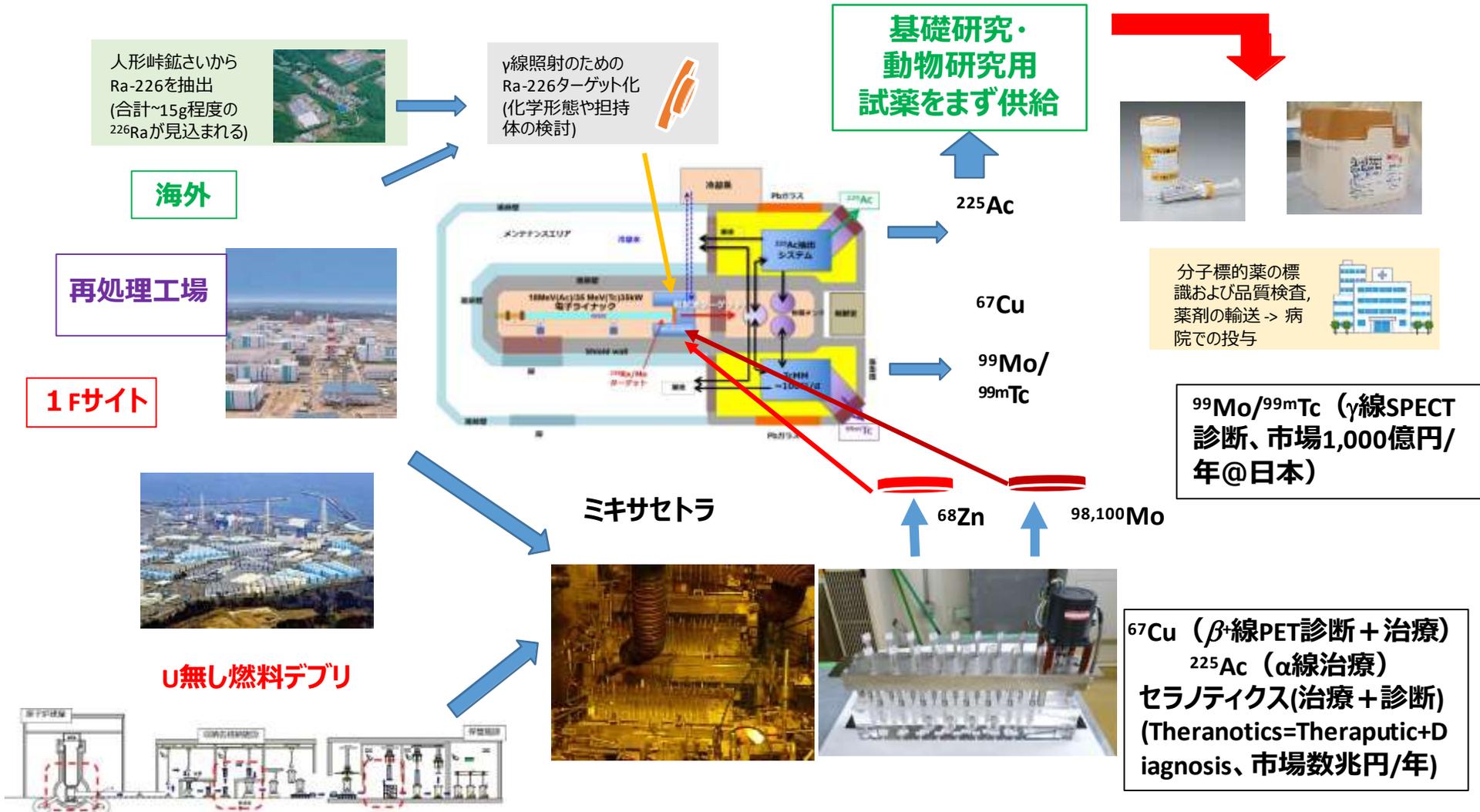
- 放射性物質の環境動態の解明や将来予測のため、放射性物質の移行等に関する予測モデルを開発し、生態系への影響評価など社会的課題の検討に資する基盤的なデータや知見の提供を行う。
- ICRU等の国際会議の招致とともに、国内研究者等が参加するシンポジウムを開催し、復興に関する情報発信等を行う。



# 核のゴミからがん診断・治療薬創製

東大原子力専攻・原子力国際専攻・バイオエンジニアリング専攻・アイソトープ総合センター・放射線医学総合研究所

<< ウラン鉱さい由来のAc-225医薬品生成の全体像 >>



# 「大学等核燃およびRI研究施設の課題と提言」

日本原子力学会 原子力アゴラ調査専門委員会  
大学等核燃およびRI研究施設検討・提言分科会

佐藤修彰(主査、東北大)

宇笠正美(福井大)、齊藤拓巳(幹事、東大)、鈴木達也(長岡技科大)、塚原剛彦(東工大)、山村朝雄(京大)、牟田浩明(阪大)、本多史憲(九大)、前田宏治(JAEA)、中島 健(オブザーバー)、楢山敏明(オブザーバー)

茨城大日立キャンパスA会場

## 3. 廃棄物管理に関わる対応

### 課題

- ・ 大学等のJおよびK施設からの廃棄物（研究所等廃棄物）
- ・ 放射性核種インベントリは小さいが、多様な性状
- ・ 保管管理の長期化に伴う容器・施設の健全性や人的・経済的負担への懸念
- ・ 施設の統廃合に伴う廃棄物の増加

### 提言

- ・ 保管状況および廃棄物発生量の調査
- ・ 将来的な全国共通の保管廃棄施設・最終処分場の検討
- ・ グレーテッドアプローチの適用による柔軟な核燃料物質管理
- ・  $\alpha$ 核種廃棄物も含めRI施設における対応

## 1. 研究教育と施設・設備に関わる対応

### 課題

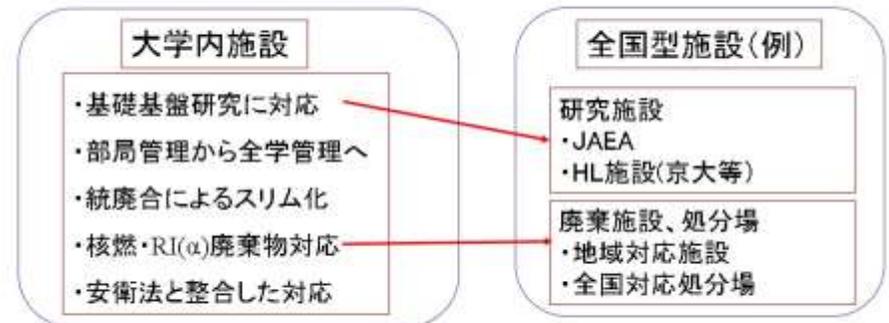
- ・ 原子力や放射線に関わる研究教育の必要性
- ・ 施設・設備を利用する実験・基盤研究の必要
- ・ 施設老朽化と（新）規制対応に関わる負担増
- ・ 担当者減員下での放射線安全管理体制の維持

### 提言

- ・ 新規研究ニーズの開拓と実験研究の展開
- ・ 学内施設の統廃合による全学安全管理体制の構築
- ・ 研究教育に寄与する全国的な拠点研究施設の整備

\*安全管理に関する提言と合わせ、具体例を後述する。

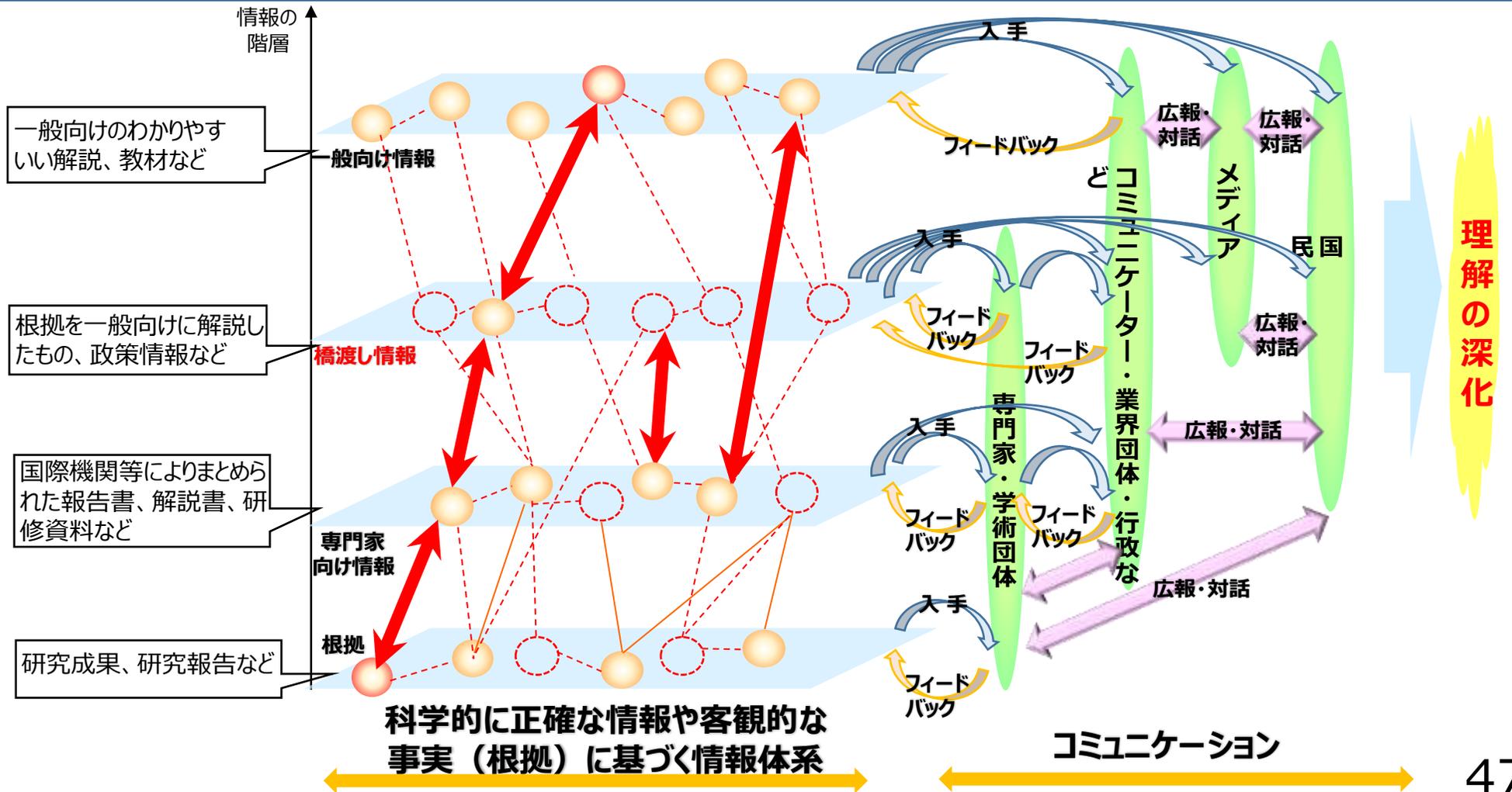
## 7. 大学等における施設の在り方と対応



- ・ 施設整備(老朽化)、安全管理体制(担当者等)の動向の把握
- ・ 事業者間の情報共有と放射線安全管理への反映
- ・ 監督官庁や規制庁との意見交換による安全管理品質向上や実効的な管理体制確立への対応

# 理解の深化に向けた方向性

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



# 初等中等教育における取組

## 放射線副読本の作成・配布

- ✓ 児童・生徒が放射線に関する科学的な知識を身につけ、理解を深められることを目指すもの。
- ✓ 文部科学省が作成。
- ✓ 小学生用、中学生・高校生向け用の2種類。
- ✓ 最新の状況を踏まえた時点更新、ALPS処理水に関する記載の追記等を行い、2021年10月に改訂。
- ✓ 全国の小中高等学校等へ配布。



(出典) 文部科学省「放射線副読本（令和3年改訂（令和4年一部修正）」

## エネルギー教育副教材の作成

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

## 日本原子力学会教育委員会教科書

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



(出典) 資源エネルギー庁「副教材の作成（エネルギー教育）」48

# 原子力学会小中高校教科書検討WG

原子力委員会  
定例会

## 第1章 調査の概要 3. 調査した教科書

### 原子力学会教育委員会の教科書調査報告

令和5年1月17日

日本原子力学会 教育委員会  
初等中等教育小委員会  
教科書調査ワーキンググループ  
主査 杉本 純

調査した教科書	件数
地理歴史(地理総合)	6
地理歴史(歴史総合)	12
公民(公共)	11
理科(科学と人間生活)	5
理科(物理基礎)	10
理科(化学基礎)	11
理科(地学基礎)	5
保健体育(保健体育)	3
家庭(家庭基礎)	5
家庭(家庭総合)	3
工業(工業化学)	1

計 72 件

### 提言7:原子力エネルギー利用についての多様な学習 方法の拡充について

### 第3章 教科書の記述とコメント・修正文の例(抜粋1)

原子力エネルギー利用には、東日本大震災が起因となった東京電力福島第一原子力発電所の事故以前、以降を問わず世界各国でさまざまな考え方があります。それは、単に事故のリスクのみといった単一の視点だけで判断できる問題ではないからだと考えます。つまり、原子力エネルギー利用を学ぶためには、考えるべき視点がさまざまかつ一教科の学びで完結しない教科横断の学びが必要になってきます。だからこそ、新学習指導要領の趣旨を最大限に生かして「主体的・対話的で深い学び」を展開することができる学習内容であると考えます。我が国のエネルギー資源をめぐる歴史など多様な視点を示しながら、映像、調べ学習、ディベートのような討論、観察・実験などの学習方法を用いるなどして、教科の枠を越えて内容同士の関連が理解できるような編集を大いに期待しています。

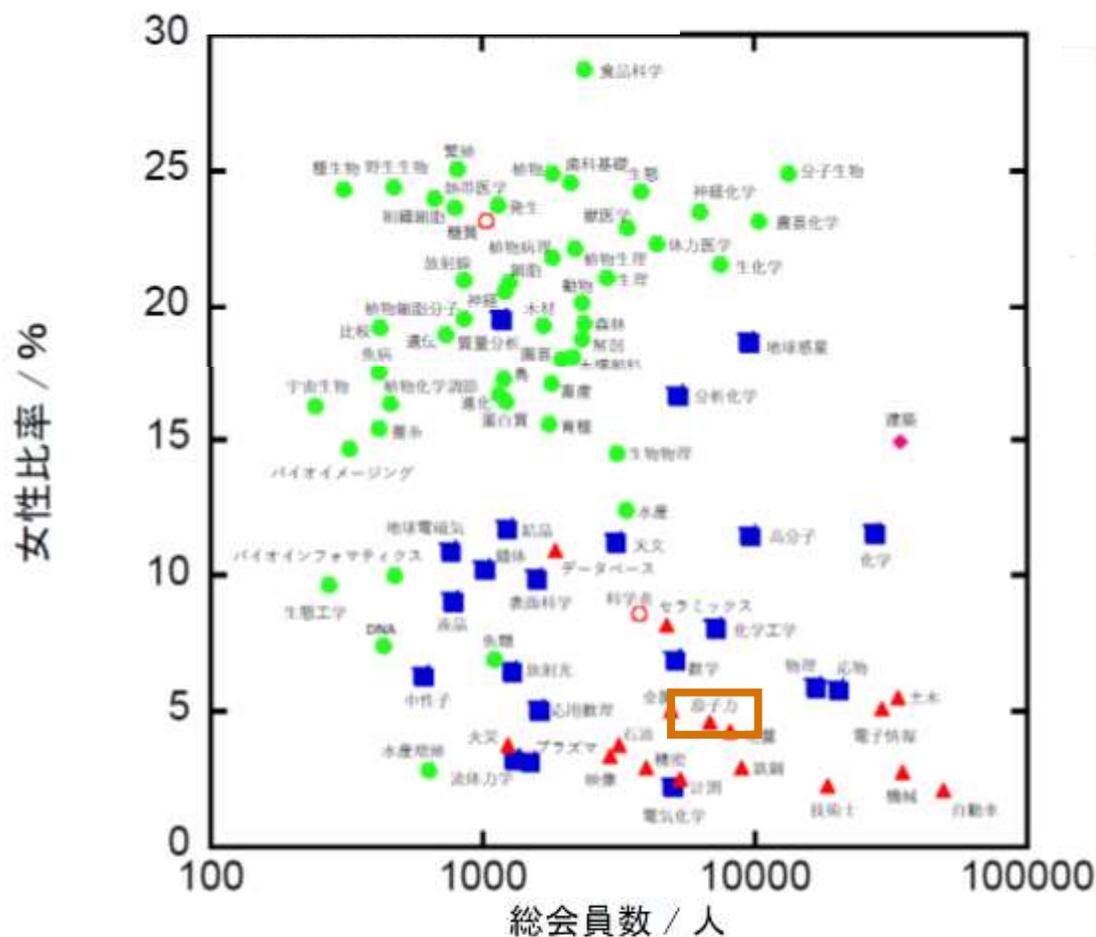
エネルギー・環境・原子力・放射線に関連した記述内容	コメント・修正文の例
青園出版 703 高等学校 新地理総合 2 地震・津波の被災地の取り組み p.196 学習課題 地震・津波に対して、どのような防災・減災の取り組みが行われているのだろうか。 東日本大震災と防災の取り組み 2011年3月11日、マグニチュード9.0、最大震度7の東北地方太平洋沖地震が東日本を襲った。地震の揺れは広い範囲に及び、家屋の倒壊や火災、液状化現象などが東日本の各地で発生した。また、巨大な津波が東日本の太平洋沿岸地域を襲い、海岸部の広い範囲が津波による大きな被害を受けた(写真1・図2)。さらに、津波による浸水によって、福島第一原子力発電所の原子炉から放射性物質が漏れ出す重大事故も発生した。この地震による一連の災害は東日本大震災とよばれる。死者・行方不明者は1万8000人(2019年8月現在)を超え、犠牲者の多くが津波によるものと考えられている。	「津波による浸水によって」とありますが、より丁寧な事故原因の説明のため、例えば、「津波による浸水によって、電気系統が動かなくなって原子炉を冷やせなくなり、原子炉が破損して」とするのがより適切と考えます。

青園出版 703 高等学校 新地理総合	
多様な発電方法 今後のさらなる人口増加や発展途上諸国の経済発展によるエネルギー需要の増加が予測される現状では、再生可能エネルギーの開発は待ったなしである。太陽光をエネルギーに変換する太陽光発電では、家庭用だけでなく、メガソーラーと呼ばれる巨大発電所も登場している(写真3)。また、安定した風に恵まれた地域では風力発電が、火山が分布する地域では地熱発電が行われている。潮の満ち干の大きい沿岸部での潮力発電など、地域の条件に応じて発電方法を効率的に組み合わせるベストミックスを考えていくことも、これからの課題となる。	再生可能エネルギーは供給の安定性に課題があり、メガソーラーや風力発電所建設に伴う環境破壊も問題になってきていますので、必ずしもメリットばかりでないことも明記すべきと考えます。そこで、「地域の条件に応じて」の前に、例えば、「各発電方法のメリットやデメリットを考慮の上、」を付記するのがより適切と考えます。

実教出版 703 評述公共	
Opinion 原子力発電所の建設を住民投票で決定するのは公正かどうか、下の意見を参考に話しあってみよう。 ●事故が起きれば多大な被害が生じる以上、住民の意見が尊重されるべきだ。 ●エネルギー政策は国全体の課題、地域住民だけでは決められない。 図[5]条例制定による住民投票の結果の例	「事故が起きれば多大な被害が生じる以上、…」とありますが、事故には何段ものレベルがあり、必ずしも多大な被害が生じる訳ではないので、例えば、「事故が起きれば多大な被害を生じる可能性があるため、…」とするのがより適切と考えます。

(出典) 令和5年第1回原子力委員会資料より発表者抜粋 赤枠は発表者追加

## 学協会の女性比率 (男女共同参画学協会連絡会の調査)



日本原子力学会の会員推移

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

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

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

1. 「原子力利用の基本的考え方」（改定案）を作成し、現在パブリックコメント募集中。GX実行会議結果提示。「今後の原子力政策の方向性と行動指針」（案）もパブリックコメント募集中。

## 2. 原子力技術活用への期待と課題

- ・革新炉とサプライチェーンと人材育成
- ・長期運転の健全性の社会への説明
- ・廃炉と低レベル放射性廃棄物
- ・原子力バックエンドの技術開発と人材育成
- ・医療用ライジアイソトープの製造と利用の推進

## 3. さらなる社会の信頼回復と理解増進

- ・コミュニケーター育成
- ・初等中等教育
- ・ジェンダーバランス 等