

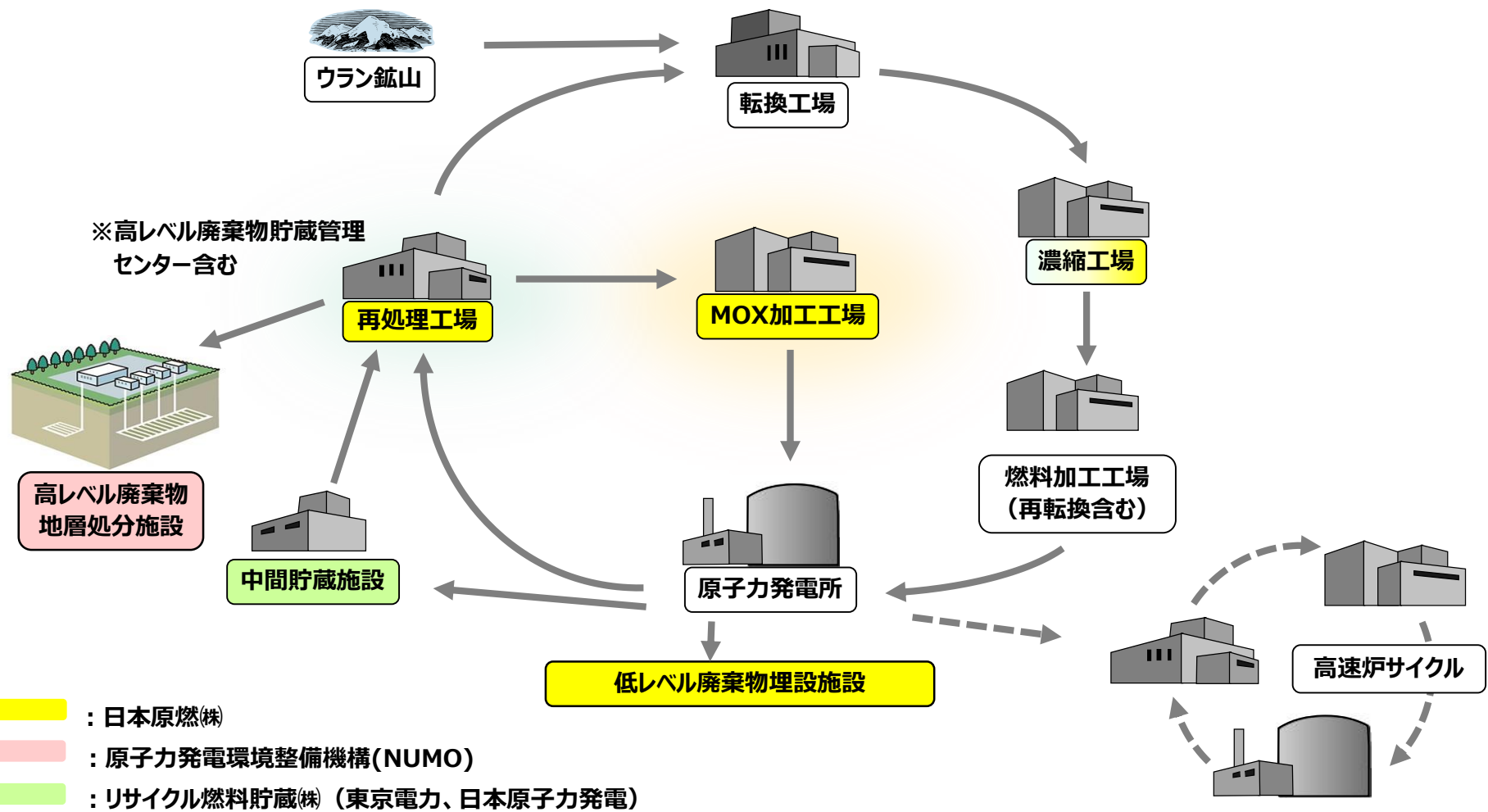
革新炉のサイクル技術開発への期待

2022年11月22日

電気事業連合会

1. 原子燃料サイクルの現状
2. 事業者目線からのサイクル技術開発の期待
3. まとめ

- 我が国は、**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、**原子燃料サイクルの推進が基本的方針**。
- 国策民営の形を採用。電気事業者が中心に設立した**日本原燃が主要サイクル事業を推進**。



- 原子燃料サイクルの中核となる六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場のしゅん工に向けて、電気事業者としても総力を挙げて支援を実施するとともに、事業者間連携・協力を含むプルトニウム利用の促進など、原子燃料サイクルの確立に向けた取組みを進めているところ。

日本原燃への支援

- 原子燃料サイクルの早期確立を目指し、電気事業連合会に「サイクル推進タスクフォース」を設置。オールジャパン体制で、日本原燃を全面的に支援。
- 六ヶ所再処理・MOX燃料工場のしゅん工および安定操業に向けた活動の全面的な支援
 - ✓ 設工認審査への支援
 - ✓ 安全対策工事への支援
 - ✓ 保全技術力強化への支援

プルトニウム利用の促進

- 利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則の下、国内外に保有するプルトニウムを確実に消費する計画
- 1基でも多くのプルサーマルが導入できるよう検討の上、2030年度までに、少なくとも12基の原子炉でプルサーマルを実施
- 事業者間の連携・協力により、英仏に保有するプルトニウムを交換し、消費を加速

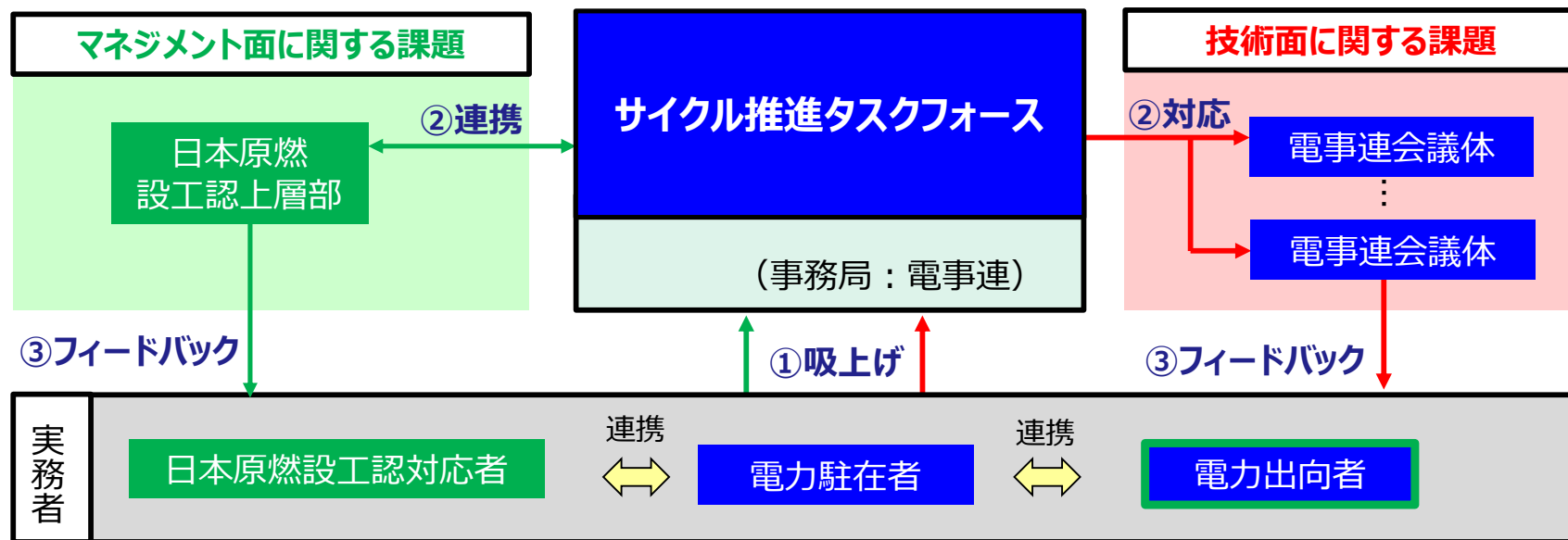
使用済燃料対策の推進

- 使用済燃料対策推進計画に基づき、地元のご理解を前提に、事業者間の連携・協力のもと、国と連携し、取組を実施

使用済MOX燃料の再処理

- 国が進める使用済MOX燃料の再処理の技術開発に協力し、取組を強化

- 再処理工場・MOX 燃料工場に係る原子力規制委員会による審査等において、技術面およびマネジメント面に関する課題への支援をより一層強化するため、電気事業連合会に「サイクル推進タスクフォース」を設置。



【①吸上げる仕組み】

- ✓ 電力駐在者が実務者と連携し吸上げた課題などを日々報告

【②対応・連携する仕組み】

- 確認された課題は、電事連会議体や日本原燃設工認上層部と連携・対応

【③フィードバックする仕組み】電事連会議体や日本原燃設工認上層部を通じて、実務者へフィードバック（再度①へ）

- 「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)に基づき、利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則の下、海外に保有するプルトニウムおよび六ヶ所再処理工場において回収されるプルトニウムを確実に利用する計画。

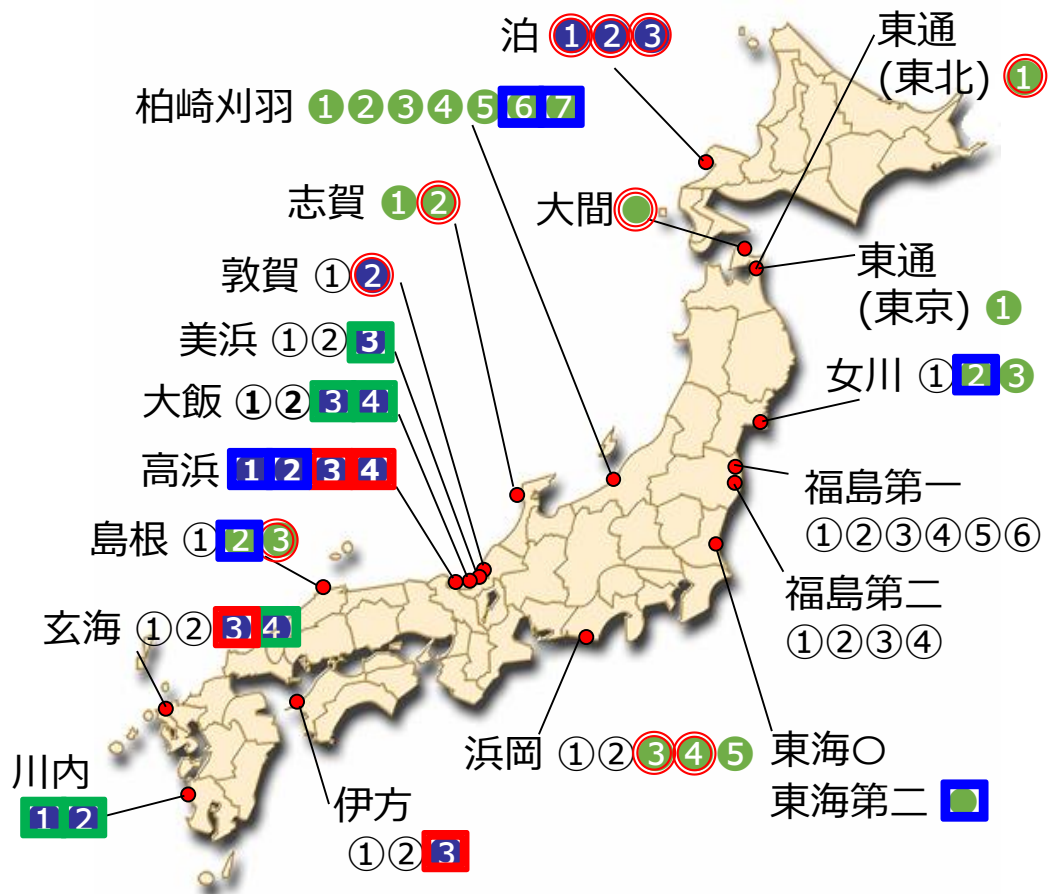
<プルトニウム利用計画(2022年2月18日)の概要>

- 2022~24年度は、高浜3,4号機において、仏国で加工したMOX燃料により、プルトニウムを消費の予定。伊方3号機、玄海3号機は、自社で消費予定の仏国で保有するプルトニウムがないため、利用予定なし。

所有者	利用場所	利用量(トンPut)		
		2022年度	2023年度	2024年度
関西電力	高浜3,4号機	0.7	0.7	0.7
四国電力	伊方3号機	0.0	0.0	0.0
九州電力	玄海3号機	0.0	0.0	0.0
再処理による回収見込みプルトニウム量(トンPut)		0	0.6	1.4
所有量合計値(トンPut)		40.8	40.7	41.4

- 六ヶ所再処理工場で回収見込みのプルトニウムは、2026年度以降に利用の予定。
- 2025年度以降のプルトニウム利用量の見通し(全社合計)
 - ・2025年度：1.0トンPut
 - ・2026年度：2.1トンPut
 - ・2027~2030年度：~約6.6トンPut/年
- 2026年度以降に、事業者間の連携・協力により、海外に保有するプルトニウムを消費する計画。

- プルサーマル計画において、電気事業者は、1基でも多くのプルサーマルが導入できるよう検討の上、**2030年度までに少なくとも12基のプルサーマル実施を目指す計画。**
- 現在、**再稼働プラントは10基（うちプルサーマル炉は4基）**、新規規制基準への適合性許可プラントは7基、同申請済みプラントは10基あり、引き続き、事業者間の相互支援等により、再稼働を促進し、プルサーマル炉を増やす予定。



新規規制基準 許認可状況		PWR	BWR	合計	
許可済	再稼働	10	0	10	17
	未稼働	2	5	7	
申請済*1		4	6	10	
未申請*1		0	9	9	
合計		16	20	36	

*1 上記には建設中のプラント(3基)含む
 ・申請済：島根3号・大間
 ・未申請：東通1号（東京）

● PWR	□ 許可済	□ 再稼働
● BWR	○ 申請済	□ プルサーマル
	○ 廃炉	

- 使用済MOX燃料の再処理は、国内外の既存施設で既に実証済であり、技術的に可能。具体的には、使用済MOX燃料は半減期の長い物質を多く含む等の特徴があるが、例えば、通常の使用済燃料と混合再処理するなどにより対応。
- 電気事業者として、使用済MOX燃料の安全・安定的な処理に関するさらなる技術開発は、原子燃料サイクルを確立する上で重要であると認識しており、**国が進める技術開発に協力し、取組を強化。**

<使用済MOX燃料の貯蔵状況> ※1 (2022年9月末現在)

発電所※2	体数
関西電力 (美浜 1号機) ※3	4
関西電力 (高浜 3号機)	24
関西電力 (高浜 4号機)	20
四国電力 (伊方 3号機)	16
九州電力 (玄海 3号機)	16

合計約36トンHM※4相当

<使用済MOX燃料処理実績>

再処理工場	使用済MOX燃料再処理量 (トンHM※4)
東海再処理工場	約30
フランス ラ・アーグ再処理工場	約70

※1 現在、所内で貯蔵している燃料 (東京電力福島第一 3号機を除く)

※2 BWR少数体先行照射として、1990年まで敦賀1号機へ装荷していた2体は所外搬出済み

※3 PWR少数体先行照射のため1991年まで炉内へ装荷した燃料

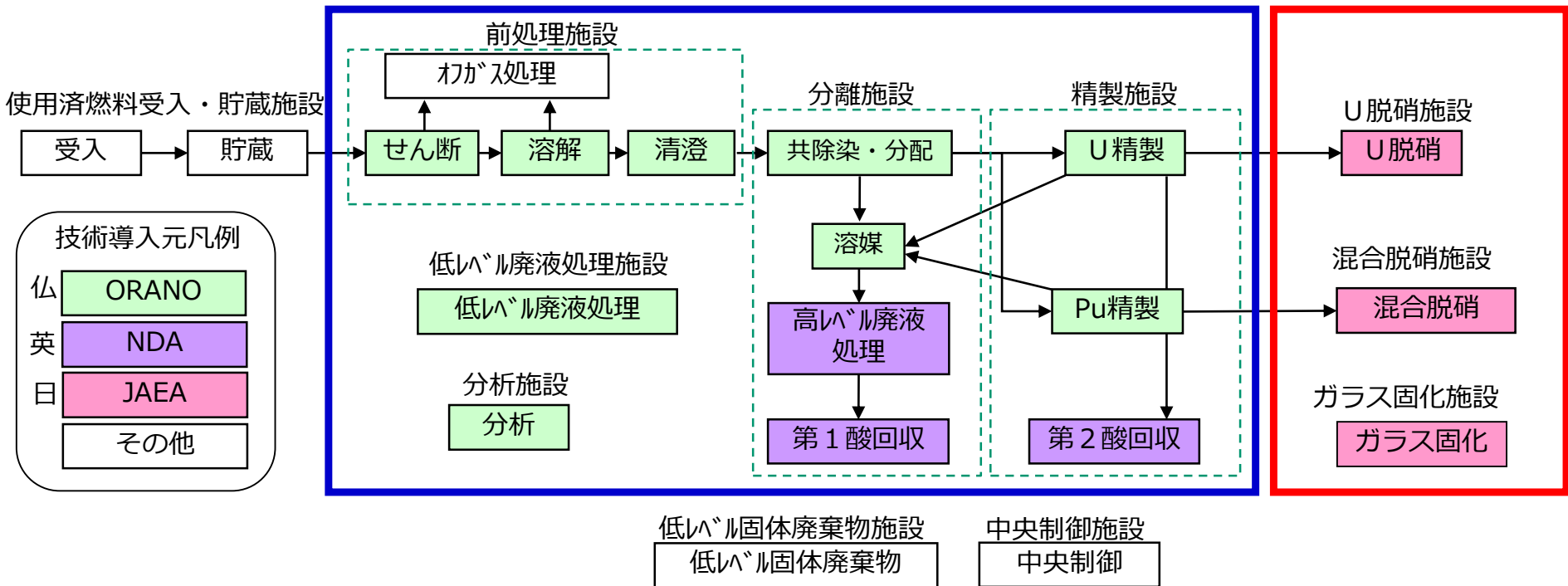
※4 MOX燃料中のプルトニウムとウランの金属成分の重量を表す単位

1. 原子燃料サイクルの現状
2. 事業者目線からのサイクル技術開発の期待
3. まとめ

2-1. ① 再処理技術の連続性

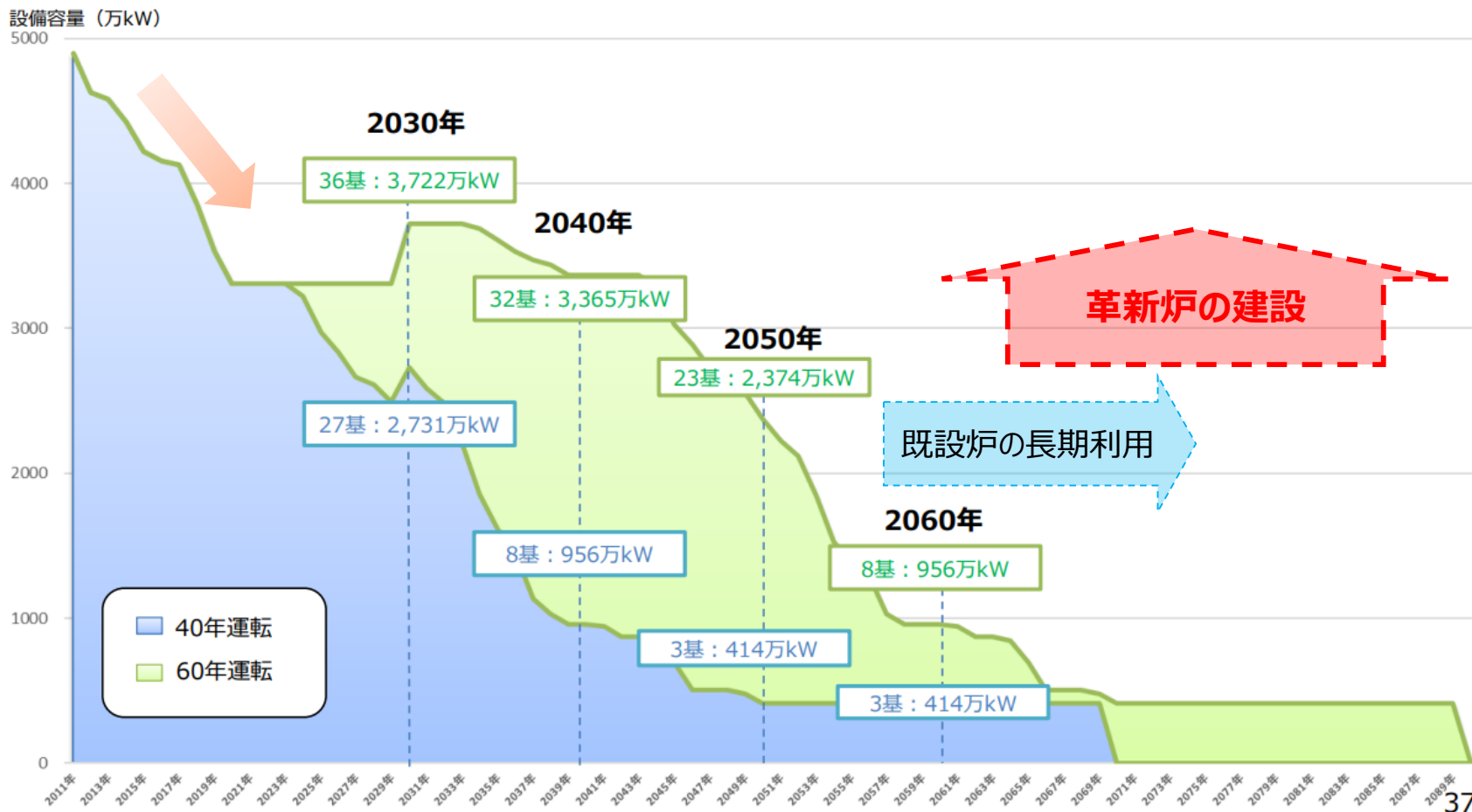
- 今後、商業レベルの国内再処理技術は、六ヶ所再処理工場の操業により蓄積。
- 六ヶ所再処理工場は、主工程に仏国技術をベースとした湿式Purex法、脱硝工程には核拡散抵抗性を高める観点から国内技術であるウラン・プルトニウム混合脱硝を採用。加えて、保障措置分野等には、様々な開発を経た技術が採用されている。

技術開発にあたっては、商業レベルでの技術連続性を十分に考慮する必要



2-2. ② 規模の柔軟性 (1 / 2)

- 震災以降、原子力発電容量が大きく低下している中、カーボンニュートラル実現、電力安定供給には、**原子力の持続的な活用は不可欠**。
- **既設炉の早期再稼働、長期利用と並行し、現実的な革新炉の社会実装シナリオ（炉型や導入規模、導入時期・ペース）を検討していく必要**。



出典：第31回 原子力小委員会（2022年9月22日）資料3に加筆

2-2. ② 規模の柔軟性 (2/2)

- 社会実装シナリオは、各炉型の開発・実証の進捗も踏まえつつ、各炉特性や社会ニーズ等も踏まえて検討すべきもの。**短期的に一意のシナリオを確定することは困難。**
- このような中、炉型毎に想定される再処理量についても様々なケースが考えられることから、炉システムと並行して開発するサイクル技術には、「**規模の柔軟性**」を有することが期待される。

各炉型の開発・実証の進捗

(技術面、経済面等、商業化判断に必要な要素)

炉特性と社会ニーズとの合致

(革新軽水炉) 技術熟度、規制プロセス含む高い予見性
 (高速炉) 資源の有効利用、廃棄物減容・有害度低減
 (高温ガス炉) 熱利用 (水素製造等)
 …

社会実装シナリオ

(導入規模、導入時期・ペース)

合理的なサイクルシステムの確立

(大規模／小規模への対応 (モジュール性等)、軽水炉/高速炉サイクル施設の共用等)

2-3. ③ 開発インフラの整備（高速炉サイクル）


- 特に高速炉は、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重要な炉型であり、事業者も国の開発に積極的に参画。
- **燃料技術の選択に際しては、サイクルも含めたシステム全体を考慮した事業性の判断が必要**であり、そのための技術開発等を期待。
- また、CPF、Pu燃等の施設維持・更新、工学規模の実証施設や乾式再処理に係るホット試験施設等、**開発に必要な基盤インフラの計画的な整備についても期待**。

<戦略ロードマップ改訂案における開発マイルストーン>

- **2023年夏**：2024年度以降の概念設計の対象となる炉概念の仕様と中核企業を選定
- **2024年度～2028年頃**：実証炉の概念設計・必要な研究開発
2026年頃を目処に研究開発成果・国際協力を通じて知見を得つつ、これらを踏まえて燃料技術の具体的な検討を行い、プラント・燃料を合わせたシステム全体としての概念設計を2028年頃までを目途に実施。
- **2028年頃**：炉の概念設計の結果と制度整備の状況等を踏まえたステップ3への移行の判断

- 燃料技術の選択に際しては、個々の技術の成熟度に加え、社会実装シナリオの変化（導入規模等）に経済合理性をもって柔軟に対応可能な技術を選択するなど、**炉システムとサイクルを組み合わせた総合的な事業性の判断が必要**。
- 以下の取組みを期待：
 - ✓ **事業性判断に資する技術開発の実施および国際知見の導入**
 - ✓ **開発に必要な基盤インフラの計画的な整備**

1. 原子燃料サイクルの現状
2. 事業者目線からのサイクル技術開発の期待
3. まとめ

- 革新炉の技術開発においては、安全性や廃棄物の有害度低減、核拡散抵抗性等はもちろんのこと、事業性（経済性）も重要な指標。
 - ✓ 炉システム開発に遅れることなく、サイクル技術開発を進め、システム全体として最適な設計を目指すことが重要。
 - ✓ また、再処理については、炉の導入規模により要求される規模が異なるなど、社会実装シナリオへの適合に向けた柔軟性が求められる。
- 
- 総合的な事業性判断に資する技術開発ならびに国際協力による開発・実証プロセスの合理化等を期待。
 - 技術開発に必要な基盤インフラの整備（高経年化対応や新設）については、先送りとせず計画的に進められることを期待。