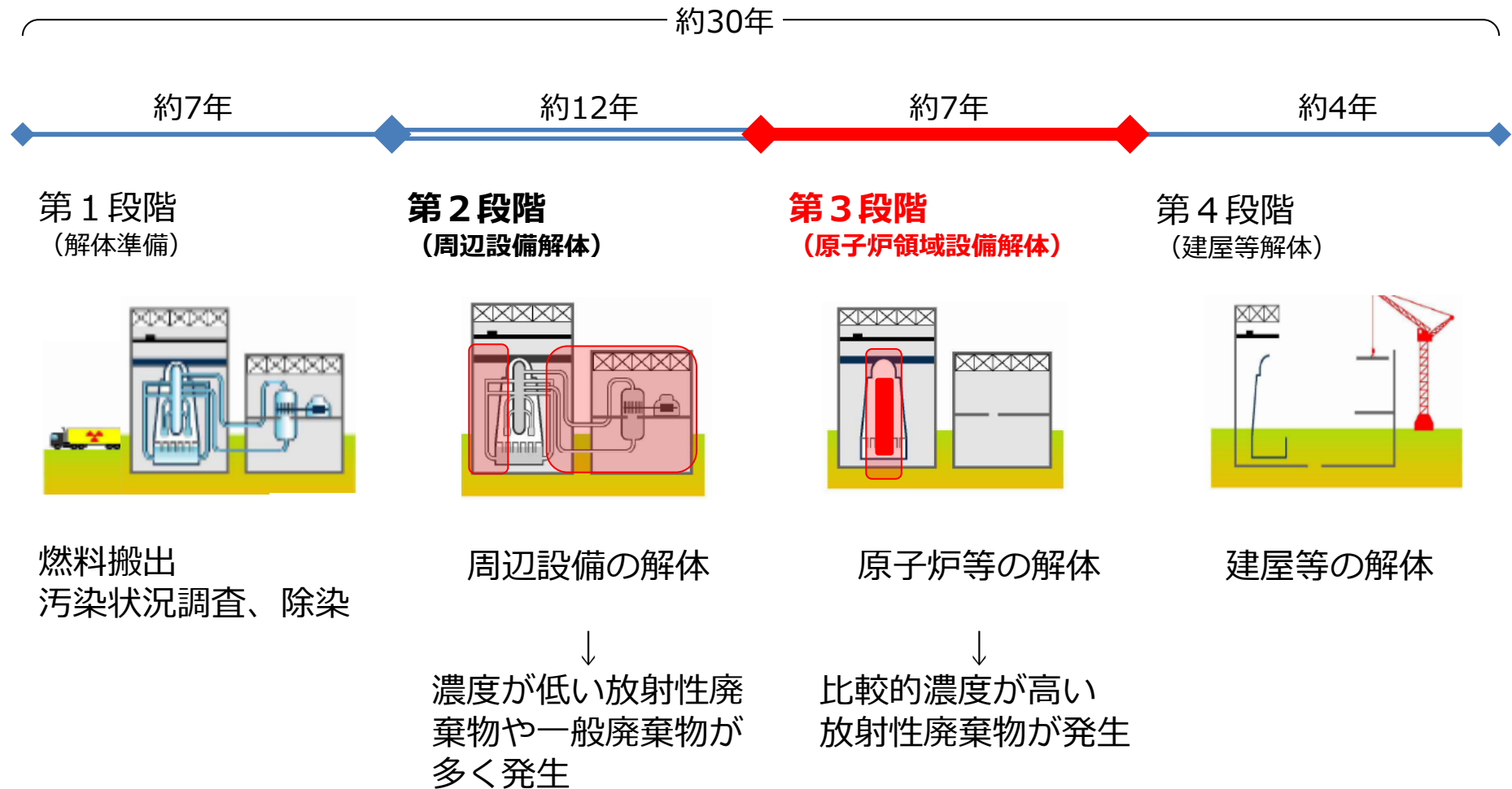


円滑かつ着実な廃止措置の実現に向けた 政策の方向性

令和4年7月27日
資源エネルギー庁

- 廃炉のプロセスは4ステップ。1基につき、約30年をかけて廃炉を完了させる。
- 設備を解体し、放射性廃棄物が本格的に発生する「第2段階」及び「第3段階」が作業のピークであり、重要なプロセスとなる。

廃止措置計画の認可



工業用地として新たに土地利用

原子力発電所の状況

2022年7月26日時点

5/30 第27回
原子力小委員会資料
※時点更新

- 日本にある原子力発電所60基（建設中含む）のうち、**18基（1F除く）が廃炉を決定済み**。

再稼働
10基

設置変更許可
7基

新規規制基準
審査中
10基

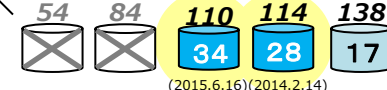
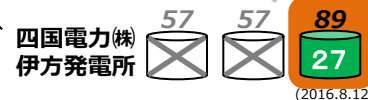
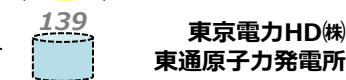
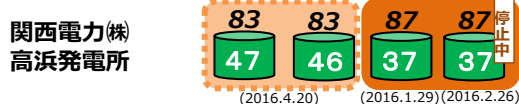
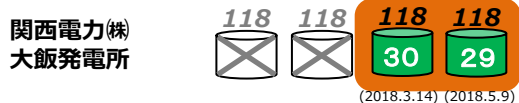
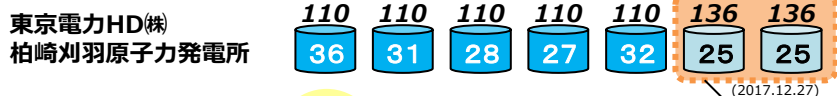
未申請
9基

廃炉
24基

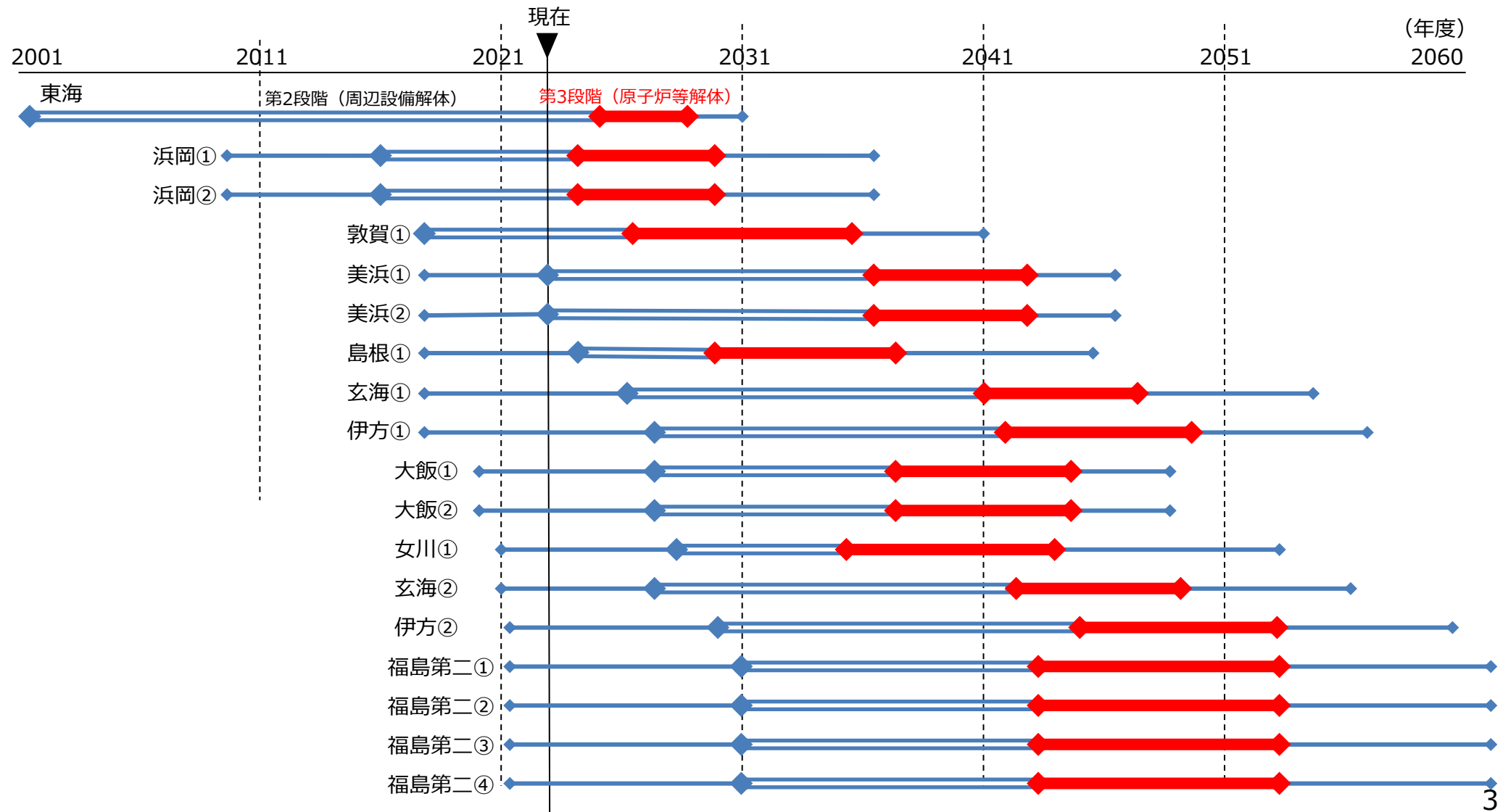
稼働中 7基、停止中 3基(起動日)

(許可日)

(申請日)



- 廃炉決定済の18基のうち、周辺設備を解体する**第2段階にあるのは6基**。
- 原子炉等を解体する**第3段階は、2020年代半ば以降に本格化する見通し**。



- 発電による収益がない廃止措置プロセスにおいては、廃止措置のための資金を事前に安定的に確保した上で、コスト最小化に向け効率的に事業を実施することが重要。
- 特に、足下では電力会社の収益性が低下する中で、廃止措置に向けた着実な資金の確保及び効率的に事業を実施するための取組が求められる。

発電事業

安定的かつ長期に発電を行うことで
安定した収益を得ることが重要

信頼性の高い設備への投資や
徹底的な保守管理・メンテナンスへの
インセンティブが高い

廃止措置事業

発電による収益がないため
コストの最小化と資金の確保が重要

効率的な解体のためのマネジメントや
適切な廃棄物の処理処分への
インセンティブが高い

- 大手電力会社は2016年の全面自由化以降、競争の進展に伴い収益性が低下。
- 特に2021年度は、燃料費高騰の影響（燃料費調整制度に伴う収支の期ずれ含む）などによって、一部の会社で震災直後以来の赤字決算となっている。

＜大手10社の場合＞

(億円)

2015年度（自由化前）	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	11,889	280	1,526	3,259	2,556	280	2,416	392	219	909	52

競争激化に伴い収支は悪化

(億円)

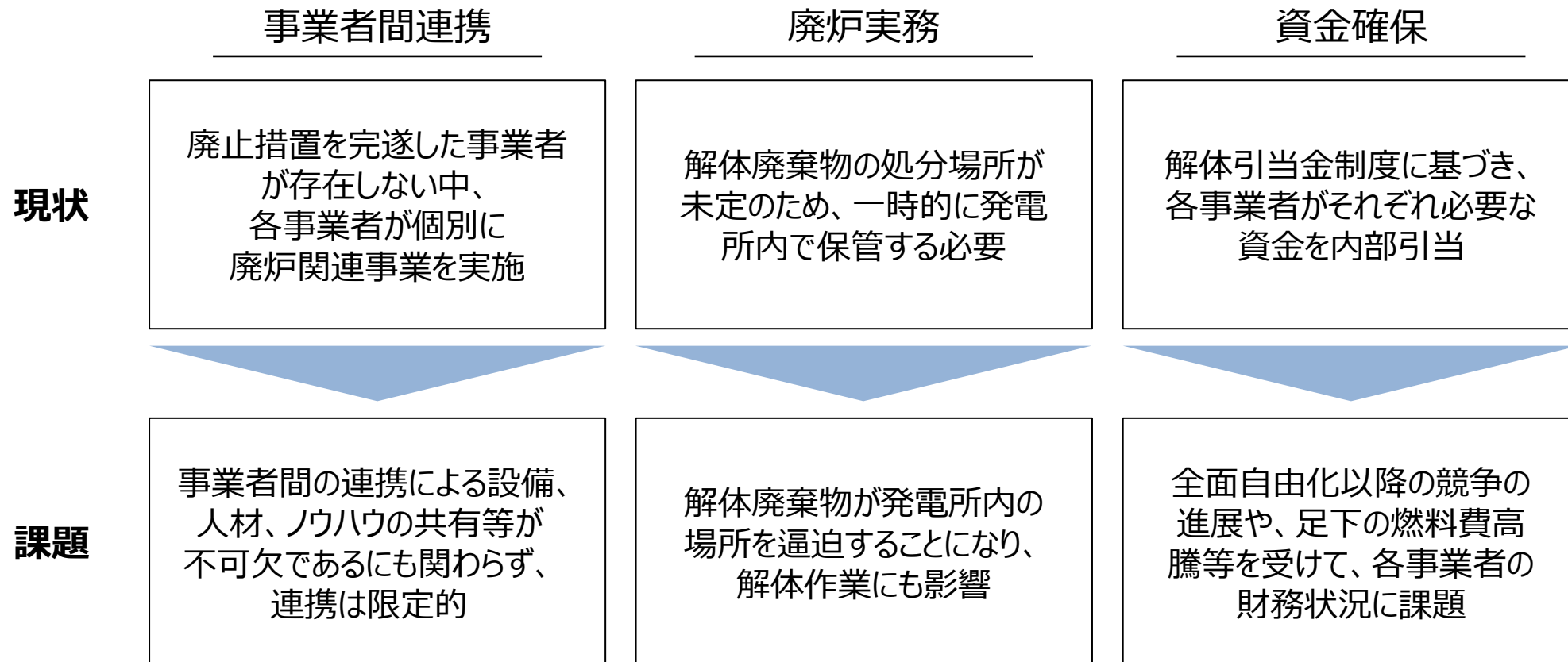
2020年度	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	7,587	411	675	1,898	1,922	123	1,538	300	51	556	113

燃料費の高騰により、2021年度の業績は更に悪化

(億円)

2021年度	10社合計	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
経常利益	296	138	▲492	449	▲593	▲176	1,359	▲618	▲121	323	27

- 廃止措置の着実な実施に向けては、**効率的かつ安定的に廃止措置事業を行うための取組**が求められる一方で、現状では事業者間連携・廃炉実務・資金確保それぞれの面で課題がある。



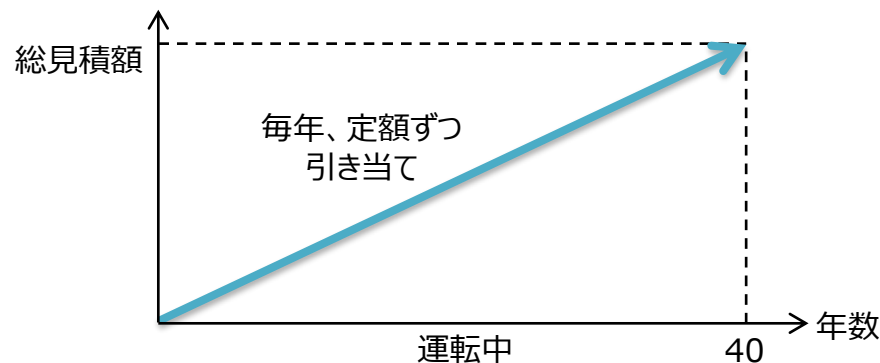
- 原子力事業者は、**省令**に基づき、毎年、**各発電所の解体費用の「総見積額」を予め算定し**、**経済産業大臣の承認**を受けて、稼働期間中に**定額ずつ引き当て**。
- これはあくまでも引当金制度であることから、BS上の負債に計上されるが、このことをもって廃炉という使途に限定したキャッシュ（資産）が**確保**される仕組みではない。

<総見積額>

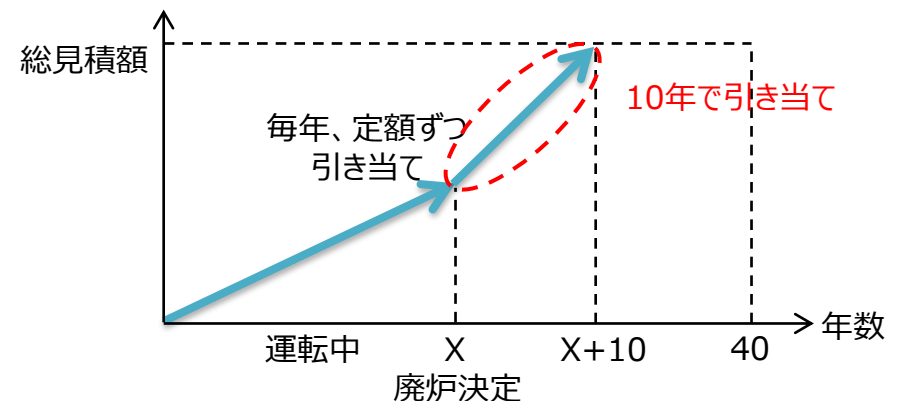
$$\text{総見積額} = \text{原子炉の解体に係る費用} + \text{解体により発生する放射性廃棄物の処理処分に係る費用}$$

<引当のイメージ>

① 原則40年で引き当て



② 安全規制の強化等により早期に廃炉決定した場合、未引当分を10年で引き当て



- 諸外国では、国内の原子炉の廃止措置を効率的かつ安定的に実施するための制度が整備されている。

諸外国の廃炉事業環境

	責任主体	実施主体	資金確保主体
 日本	原子力事業者 (電力会社) ※解体引当金制度		
 米国	原子力事業者 (電力会社)	廃炉事業者 (民間エンジニア会社)	廃炉基金 ※事業者が金融機関への 積立義務を負う
 英国	国営 NDA(国営機関)	NDA(国営機関) が廃炉事業を統括	NDA(国営機関)
	民間 原子力事業者		廃炉基金 ※事業者が設立・積立の 義務を負う
 スペイン	ENRESA(国営機関)		

1. 廃止措置の着実な実施に向けて必要な取組

- 廃止措置の着実な実施は、国民の原子力に対する信頼向上と今後の原子力の継続的な活用に不可欠。事業者間連携・廃炉実務・資金確保、それぞれの課題について着実に対応すべき。
- 原子力事業者のみが廃炉の責任主体である日本の体制は、着実・安全な廃炉に向けては不十分。
- 安定的に廃炉資金を確保するための方策について、先行する海外事例を参考に検討することは喫緊の課題。
- 廃炉資金を透明性をもって着実に確保するためには、米英のように外部基金を作り、第三者もチェック機能が働く仕組みに移行することも考えられるではないか。資金確保は事業者が責任をもって行うべき。
- 廃炉費用の分配について深掘りするような時期に来ている。重要な視点の一つは、廃炉をどう公益的課題として位置付けるのか。想定される制度設計の利害・得失を整理して社会に示すことが重要。

2. 廃止措置の円滑化のための取組の更なる加速

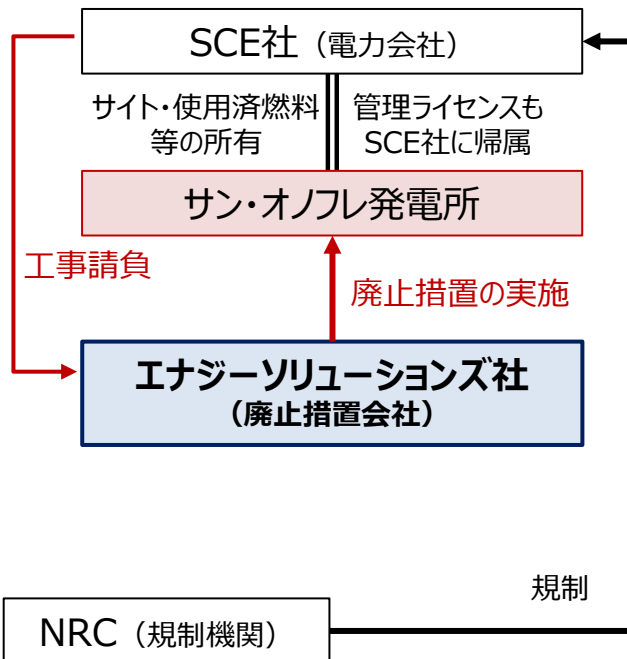
- 低レベル放射性廃棄物の処分が目に見える課題となってきた。日本でも他国のように国の関与を強めて課題解決を図るべき。
- クリアランス推定物の集中処理を行うリサイクルビジネスの実現を目指しているが、検認前の集中処理の規制と国民理解が課題。国は、合理的な規制基準を設けるとともに、国民理解の着実な促進に努めてほしい。
- リスクレベルに応じた規制のあり方も考慮の余地がある。IAEA等海外の知見も活用して規制当局との対話を進めてほしい。
- 放射性廃棄物は発生国での処分が原則。大型機器の輸出制度見直しは大きな転換なので熟考が必要。過去も廃棄物輸出が環境問題になってきた。放射性廃棄物の輸出の必要性自体が問われるべき。

国内外の参考事例

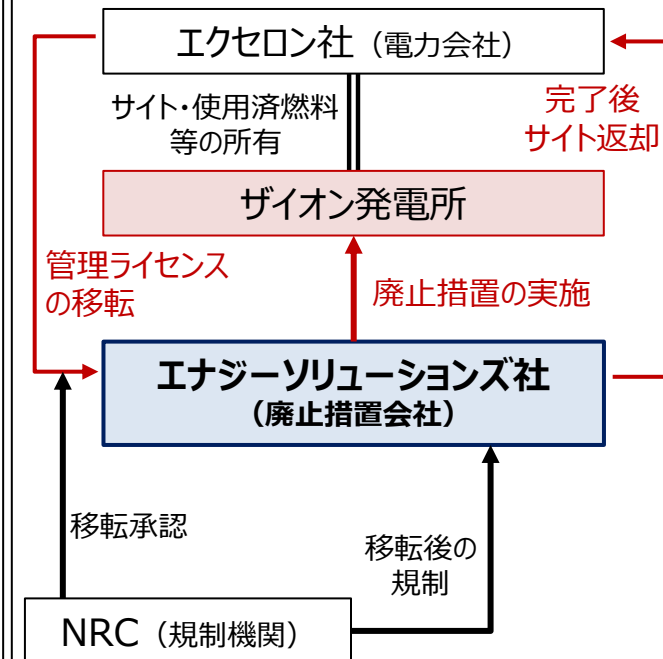
①廃止措置の実施体制

- **世界の発電炉**のうち、2020年時点で廃炉を完了した**17基中13基は米国**。「廃炉先進国」米国では、**原子力市場規模の大きさ**を背景に、**原子力の廃炉がビジネス市場として確立**。
- 結果として、米国における廃止措置ビジネスは、**①請負型、②ライセンス移転型、③資産買収型**の3つのビジネスモデルが存在。
- 現在は、EnergySolutions社やNorthStar社などの主要な廃止措置会社が、**規制当局との対話も含めてノウハウを蓄積し、競争の中で効率的な廃止措置を実現**。

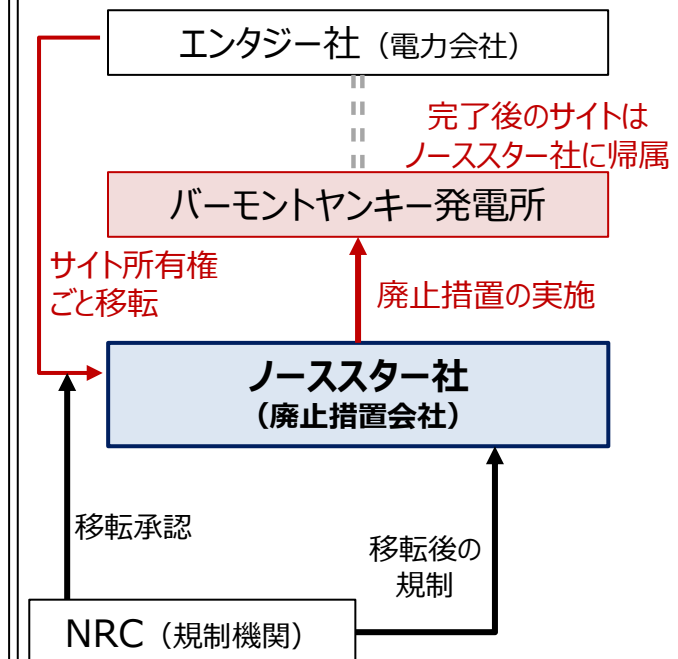
①請負型



②ライセンス移転型



③資産買収型



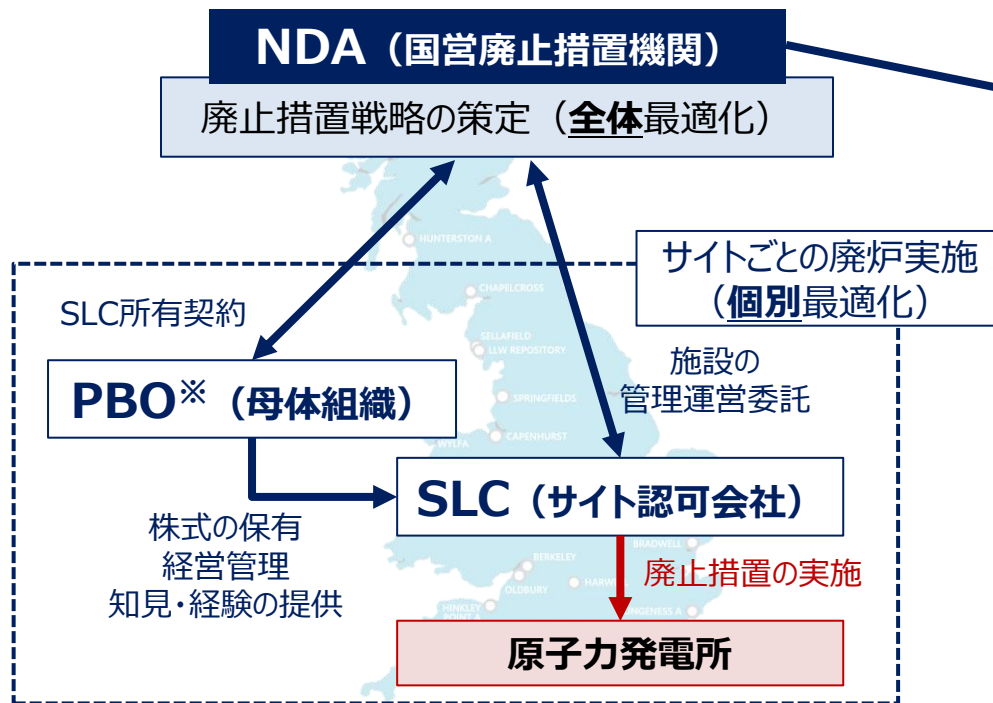
- 米国では、様々なパターンの廃止措置ビジネスモデルが認められることで、市場での競争を通じた廃止措置の効率化が実現されている。
- 現在は、EnergySolutions社をはじめ、市場競争の中で生き残った数社が廃止措置のノウハウを蓄積させ、更なる廃止措置の効率化が図られるシステムが確立されている。

米国の代表的な廃止措置会社

		EnergySolutions	NorthStar	Holtec
拠点		ユタ州	ニューヨーク州	ニュージャージー州
売上高		約4.5億ドル	約5億ドル	約3億ドル
従業員数		5,000人以上	3,500人以上	約700人
ビジネスモデル	請負型	サンオノフレ2・3号 フォートカルホーン		
	ライセンス移転型	ザイオン1・2号 ラクロス	クリスタルリバー3号	
	資産買収型	スリーマイルアイランド2号	バーモントヤンキー	オイスタークリーク ピルグリム 等
特徴		NorthStar社やHoltec社より早い段階から、請負型・ライセンス移転型による廃止措置を実施	米国初の「資産買収型」廃止措置を実施	小型モジュール炉（SMR）の開発も行うなど、幅広く事業を展開

- 国有時代（1996年以前）の原発の廃炉からスタートした英国では、**国営の廃止措置機関であるNDAが廃止措置の司令塔機能を果たす**ことで、国全体での廃止措置工程を最適化・効率化。
- NDAは、**全体の廃止措置戦略を策定**することで、**長期的視点での効率化**を志向。
各サイトの廃止措置は実施会社（SLC）に委託し、効率的な廃止措置となるよう管理・監督。

国有時代に発生した原子力債務の処理責任



監督

民間炉の廃止措置責任



※PBOによる経営管理の仕組みは2021年をもって廃止され、現在はNDAがSLCの完全親会社となっている

- 英国・NDAが廃止措置を担う発電所（約30基）は、ほとんどがガス冷却炉（GCR／AGR）であることから、NDAが一括して廃止措置をマネジメントすることが効率的となる構造にある。
- 市場の小さい英国では、計画的な廃炉スケジュールによって先行炉の知見を後続炉に生かすことで、国内の限られたリソースを効率的に活用し、実際に廃止措置を行うSLCに効率的に知見を蓄積。

NDAが廃止措置を行う原子力発電所

		炉型	SLC
Berkeley	2基	GCR	Magnox Ltd
Bradwell	2基	GCR	
Dunginess A	2基	GCR	
Hinkley Point A	2基	GCR	
Sizewell A	2基	GCR	
Chapelcross	4基	GCR	
Hunterston A	2基	GCR	
Oldbury A	2基	GCR	
Trawsfynydd	2基	GCR	
Wylfa	2基	GCR	
Calder Hall	4基	GCR	Sellafield Ltd
Windscale	1基	AGR	
Dounreay	2基	高速増殖炉	Dounreay Restoration Ltd
Winfrinth	1基	重水減速 軽水冷却炉	Research Site Restoration Ltd

計画的廃炉による技術の蓄積

- 計画的な廃止措置プロセス管理によって、効率的な廃止措置に必要な技術ソリューションが蓄積
- 具体的には、より安全で実用的な技術ソリューションの開発、使用実績のある機器の使用、先行炉の教訓を活かすためのプログラム策定などを実現



コンクリート除染
（原子力発電所建屋）



設備解体
（原子力発電所）

- **米国型**の廃止措置は、原子力市場規模の大きさを背景に、市場競争を基に、様々なビジネスプレイヤーによって個別のサイトごとに最適な廃止措置が実現。
- 他方で、**英国型**の廃止措置は、市場が小さい一方、サイト・炉型が画一的であることから、全体を横串的に管理することで、国全体として効率的な廃止措置プロセスを構築できている。

	個別最適性	全体最適性
米国 	<u>様々なパターン</u> の 廃止措置 <u>ビジネスモデル</u> を許容 <u>市場での競争</u> を通じて 廃止措置を効率化	国全体の廃止措置を <u>マネジメントする主体は不在</u> <u>市場規模が大きく</u> 、必要なリソース は各企業が調達可能
英国 	ほとんどが <u>同一炉型</u> で サイトの多様性は小さい <u>NDAの監督・管理の下</u> で廃止措置を実施	<u>国営機関NDAが全体管理</u> 廃止措置を <u>計画的</u> に進め <u>限られたリソースを効率的に活用</u>

- 日本では、原子炉等規制法に基づき、**原子炉の設置者（すなわち電力会社）**それぞれが各原子炉の廃止措置を実施。
- また、日本の原子力発電所は、ガス冷却炉（GCR）、沸騰水型軽水炉（BWR・ABWR）、加圧水型軽水炉（PWR）など**様々な炉型が国内に混在**。その他、プラントメーカー（日立、東芝、三菱重工業＋海外メーカー）や立地地域など、**サイト・原子炉ごとに多様な特徴**を有している。

原子炉設置者の責任範囲

設置

運転・維持管理

廃止措置

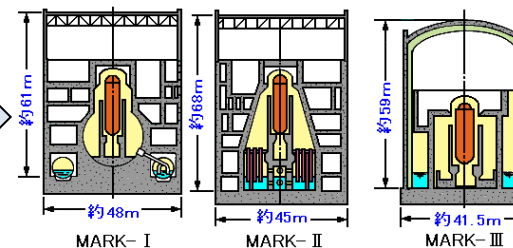
<参考> 原子炉等規制法

（発電用原子炉の廃止に伴う措置）

第43条の3の34 **発電用原子炉設置者は、**
発電用原子炉を廃止しようとするときは、
廃止措置を講じなければならない。

BWR・PWRの種類

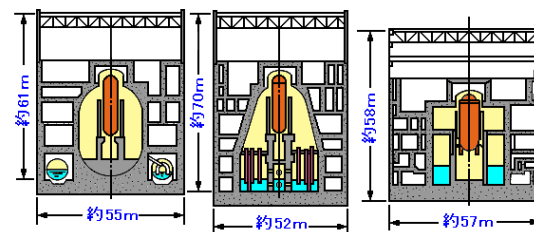
BWR



MARK-I
敦賀1、福島第一、
島根1、安川1、浜岡1
認可出力 <50万kW
福島第一2、3、4、5、
浜岡2
認可出力 80万kW級

MARK-II
福島第一6、福島第二1、
東海2、柏崎刈羽1
認可出力 110万kW級

MARK-III



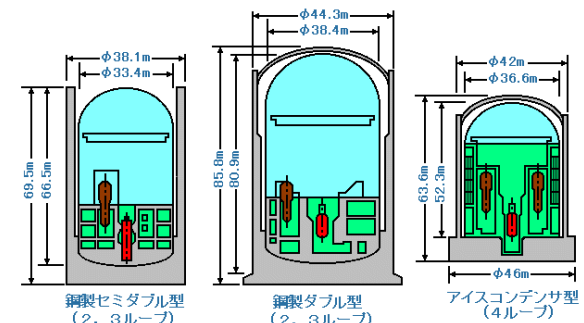
MARK-I改良型
浜岡3
島根2
認可出力 110万kW級

MARK-II改良型
福島第二2、3、4
柏崎刈羽2、5、3、4
認可出力 110万kW級

ABWR
柏崎刈羽6号、7号
認可出力 135万kW級

(注)寸法はABWR(135万kWを除き110万kWの例を示す)。

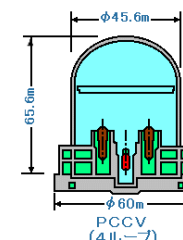
PWR



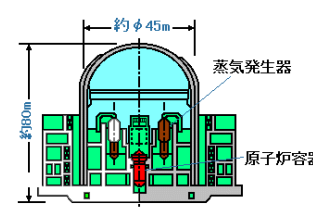
鋼製セミダブル型
(2、3ループ)

鋼製ダブル型
(2、3ループ)

アイスコンデンサ型
(4ループ)



PCCV
(4ループ)



PCCV-APWR型
(4ループ)

(電気出力150万kW級(計画))

(注)格納容器の寸法は例示

- 炉型・事業者が多様である一方で、将来的な廃止措置分も含めれば、日本の通常炉の基数は、現段階で米国の4割弱にとどまり、英国とほぼ同程度の市場規模。
- エンジニアリング会社の数等、国全体でのリソースに制約がある中で、それぞれの廃止措置が相互に干渉することなく、遅滞なく着実に進んでいくようにするためには、すべての事業者の連携による国全体での合理化・計画的な取組がより重要となってくる可能性。

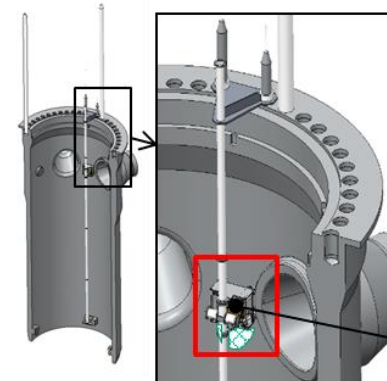
原子力市場関連の比較

	米国	英国	日本
運転基数	93基	12基	33基
閉鎖基数	35基	32基	18基 (1F除く)
原子炉設置者数	30社程度	1社	10社 (9電力+原電)

【出典】日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向2022」

事業者間の連携事例

- 日本でも、西日本の電力5社でアライアンスを締結し、廃止措置の効率化・合理化に向け、工事仕様・設計の共通化、装置の共同リース、トレーニングの協働等に取り組んだ例が存在



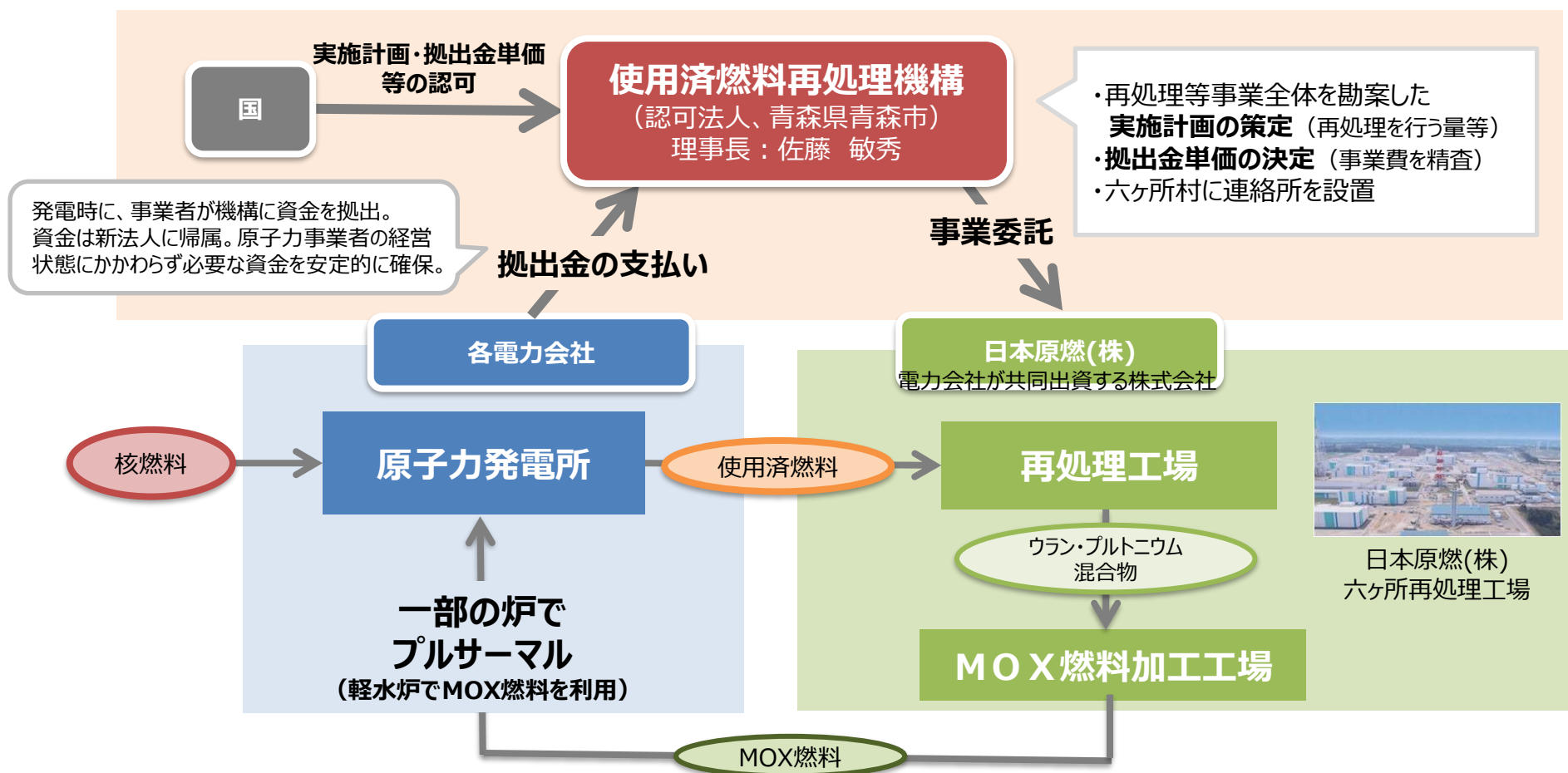
原子炉内サンプリング装置



装置トレーニングの様子

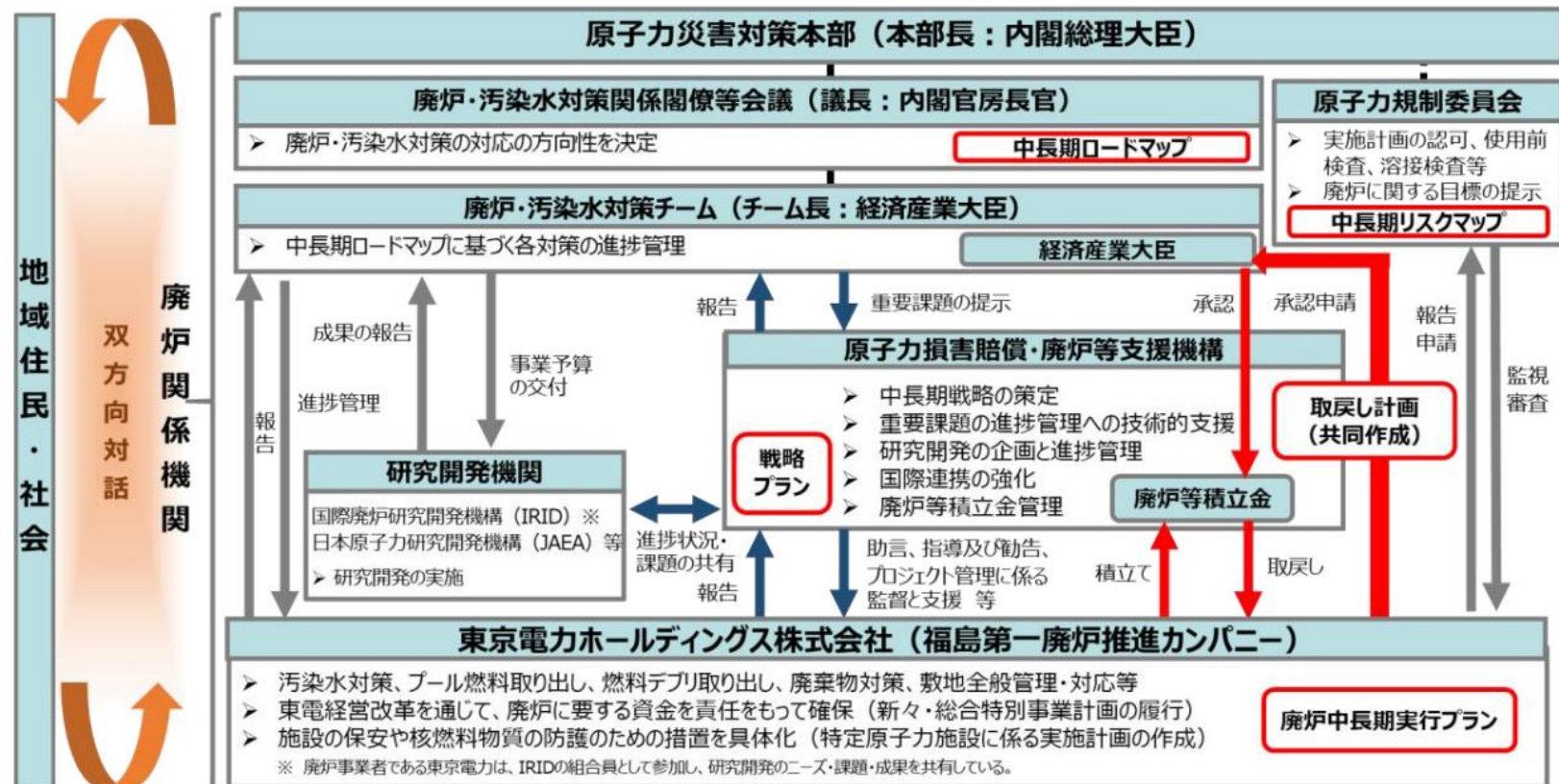
試料採取装置（遠隔）

- 原子炉等規制法上、使用済燃料の管理・処分については、原子力事業者に責任がある。
- 一方で、電力自由化などの環境変化の中でも、その再処理等を着実に実施するため、2016年に使用済燃料再処理機構（NuRO）を設置。再処理等事業全体を勘案した実施計画の策定を行っている。



- 我が国においても、事故炉の廃止措置については、原子力損害賠償・廃炉等支援機構が管理・監督する仕組みとなっている。
- 原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、事故炉の廃止措置の戦略プランの策定を行うとともに、必要な技術に関する研究開発、助言・指導・勧告、廃炉等積立金の管理等を実施している。

福島第一原子力発電所の廃炉体制の概要



本日ご議論いただきたい論点

1. 廃止措置を円滑かつ効率的に進めるために構築すべき体制

① 廃止措置の現場の実態に応じた体制の在り方

- 民間事業者により原子炉が設置され、原子炉の炉型も様々である米国では、多様なサイトの実態に応じて、原子炉設置者がビジネスモデル（請負型、ライセンス移転型、資産買収型）を選択。
設置者からの委託等を受けて廃炉ビジネスを行う専門企業間の競争を促しつつ、個別最適な廃止措置を実現。
- 国有時代の原子炉の廃炉を出発点とし、廃止された炉型の多くが共通している
英国では、国営機関NDAが廃止措置の中核となり、全体を統括。現場マネジメントまで含めた体系的な一括管理の下で、合理的な廃止措置を実現。
- 日本では、10の電力会社の下、サイトごとに、炉型を含め様々な特徴を有する。
（サイト・炉別の個別事情という観点からは、相対的に米国に状況に近い）

→ 現場管理を含めた個別炉の体制については、全ての炉を一括して管理するよりも、個別の炉の状況に即して、原子炉設置者がそれぞれのマネジメントを行っていくことが適切ではないか。

本日ご議論いただきたい論点

② 国全体での連携・合理化の在り方

- 原子力に係るマーケット規模が大きい米国では、潤沢な国内リソースを背景に、市場競争を基にした廃止措置が機能。
(事業者間で連携して、合理化やリソース活用の調整を図るニーズに乏しい。)
- 一方で、市場が比較的小さい英国においては、NDAが国全体の廃炉を計画的に管理することで、限定的なリソースを効率的に活用するメリットも。
- 日本では、将来を見据えた廃炉の市場規模は英国と同程度。
事業者やエンジニアの数等、活用できるリソースも米国に比して限定されている。

→個別のサイト・炉型等の多様性を勘案すれば、引き続き各原子炉設置者が廃止措置の責任を維持し、マネジメントを行っていくことが妥当ではないか（上述）。

一方で、国全体で着実かつ計画的な廃止措置を進めていくためには、リソースを共用することとなる原子力事業者が、国全体での廃止措置の見通しや共通する課題を共有する等、相互に連携し、全体として計画的・合理的な廃止措置を進めていくための工夫も必要ではないか。

国内外の参考事例

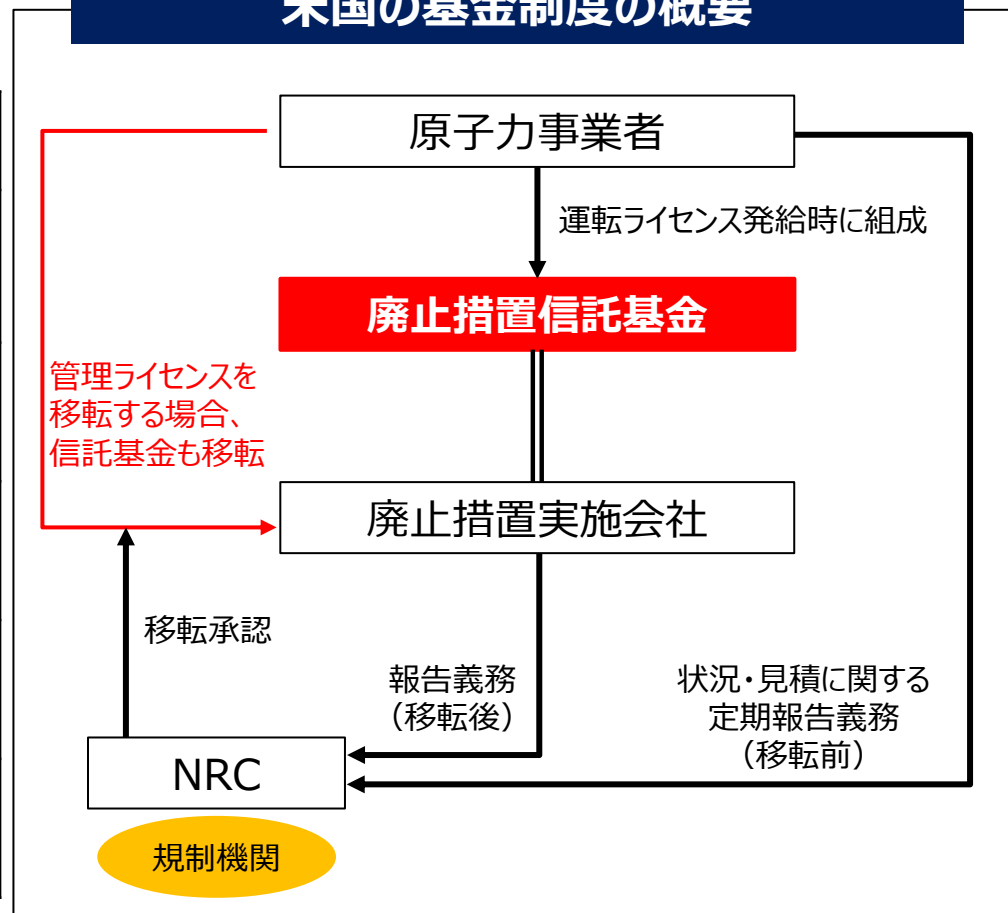
②廃止措置資金の確保

- 廃止措置に要する資金の確保は、諸外国においても法的に義務付けられている。
- その手法としては、外部拠出（米・英）、内部積立（仏）、内部留保（日・独）などに分類できる。

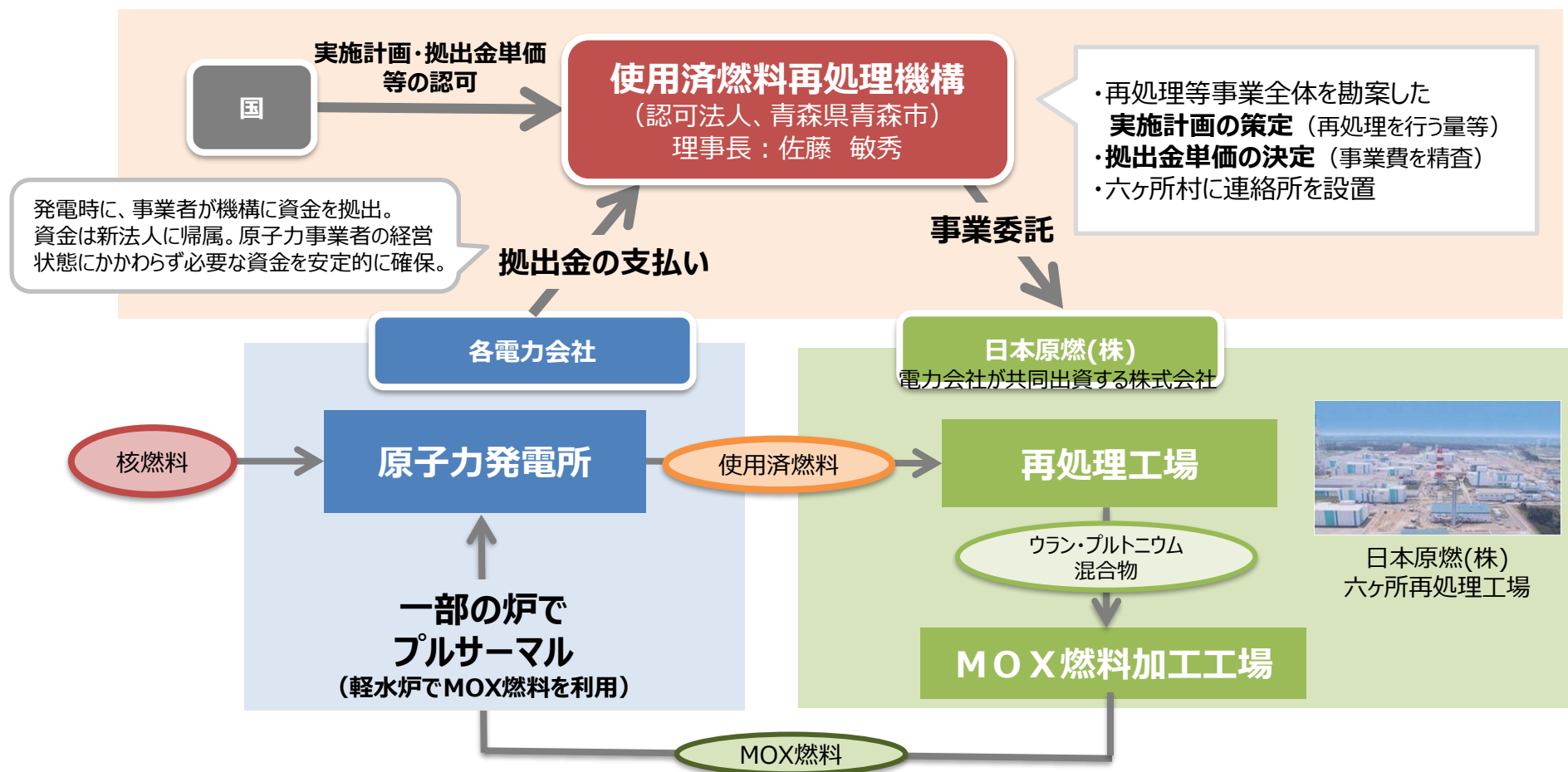
海外における資金確保制度

	資金確保の方法
米国	外部基金への拠出 が一般的 ※制度上、前払いや親会社による履行保証等の方式も認められている
英国	廃炉基金プログラムの作成 (外部拠出)
フランス	内部基金（使途限定）
ドイツ	引当金により 内部留保 ※廃棄物の処分については国営基金に拠出
スペイン	原子力事業者に課税することで 国営廃止措置機関が確保

米国の基金制度の概要



- 原子炉等規制法上、使用済燃料の管理・処分については、原子力事業者に責任がある。
- 一方で、電力自由化などの環境変化の中でも、その再処理等を着実に実施するため、2016年に使用済燃料再処理機構（NuRO）を設置。原子力事業者に対し、発生した使用済燃料の量に応じて拠出金の支払を求めることで、再処理等事業に必要な資金を安定的に確保している。



本日ご議論いただきたい論点

2. 廃止措置に必要な資金を確保する方策

- 発電による収益がない廃止措置の完遂に向けては、予め安定的に必要な資金を確保しておくことが重要。
我が国では現在、解体引当金制度の下で各事業者がそれぞれ会計上の引当てを行っているが、廃炉に用途を限定した資金が確保される仕組みとはなっていない。
- 各事業者による資金の確保が不確実な中、我が国原子炉の廃止措置を着実に進めるために必要な資金を確保するためにはどのような措置が必要か。
 - － 【例 1】米国や英国における外部拠出制度をはじめ、各国において、廃止措置のための資金を着実に確保するための制度が措置されている
 - － 【例 2】日本でも、使用済燃料の再処理については、発生した使用済燃料の量に応じて事業者が法人（NuRO）に拠出金を支払うことで、必要な資金を安定的に確保

本日ご議論いただきたい論点

3. その他の課題

- 廃止措置を円滑かつ着実に進めるためには、廃止措置に関する規制当局との共通理解の醸成も必要となるのではないか。
- 廃止措置を効率的に進めるためには、原子炉領域の解体や廃棄物処分等、廃止措置における共通課題を解決するための研究開発も、事業者共通で進めていくべきではないか。
- 廃止措置を進めていくに当たって、地域の理解（廃棄物処分含む）を得るためには、これまで立地地域との対話を積み重ねてきた各原子力事業者が主体となりつつも、全国的な理解を得るための事業者間の連携・協働も必要となるのではないか。