

核燃料サイクル・最終処分 に関する現状と課題

平成26年9月
資源エネルギー庁

○使用済燃料問題の解決に向けた取組と核燃料サイクル政策の推進

- 1) 中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用等、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を促進するため、どのような施策を講じていくか。
- 2) 核燃料サイクル政策を推進する基本方針の下、現在、民間事業者によって進められている六ヶ所再処理工場等の具体的な諸事業について、安全確保を大前提に、より計画性を持ってどのように進めるか。
- 3) 国内外の理解を得ながら、どのようにプルトニウムの適切な管理・利用を進めるか。
- 4) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための技術開発を、国際的なネットワークも活用しつつ、どのような戦略と時間軸で進めるか。また、高速炉等核燃料サイクル関連技術について、国際的にも協力しつつ、どのような戦略と時間軸で研究開発を進めるか。
- 5) 中長期的な核燃料サイクルについて、使用済MOX燃料の処理などの課題も含め、今後の原子力に係る事業環境の変化や状況の進展に応じて、戦略的柔軟性を持たせながら、どのような時間軸、体制で進めるか。

使用済燃料の貯蔵余地の逼迫や六ヶ所再処理工場の竣工を見据え、速やかに検討し、可及的速やかに施策を実行に移す必要がある。

速やかに検討し、かつ継続的に施策を実行する必要がある。

速やかに検討し、中長期を見据えて施策を実現する必要がある。

○高レベル放射性廃棄物の最終処分に向けた取組の抜本強化

- 6) 高レベル放射性廃棄物の処分地選定に向けた取組及び処分推進体制の改善をどのように進めるか。

速やかに検討し、可及的速やかに施策を実行に移す必要がある。

- (1) 我が国は、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。
- (2) 核燃料サイクルに関する諸課題は、中長期的な対応を必要とする。また、技術の動向、エネルギー需給、国際情勢等の様々な不確実性に対応する必要があることから、対応の柔軟性を持たせることが重要である。

■エネルギー基本計画(平成26年4月11日閣議決定)関連部分抜粋

4. 対策を将来へ先送りせず、着実に進める取組

(2) 核燃料サイクル政策の推進

① 再処理やプルサーマル等の推進

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、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。

核燃料サイクルについては、六ヶ所再処理工場の竣工遅延やもんじゅのトラブルなどが続いてきた。このような現状を真摯に受け止め、これら技術的課題やトラブルの克服など直面する問題を一つ一つ解決することが重要である。その上で、使用済燃料の処分に関する課題を解決し、将来世代のリスクや負担を軽減するためにも、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等に資する核燃料サイクルについて、これまでの経緯等も十分に考慮し、引き続き関係自治体や国際社会の理解を得つつ取り組むこととし、再処理やプルサーマル等を推進する。

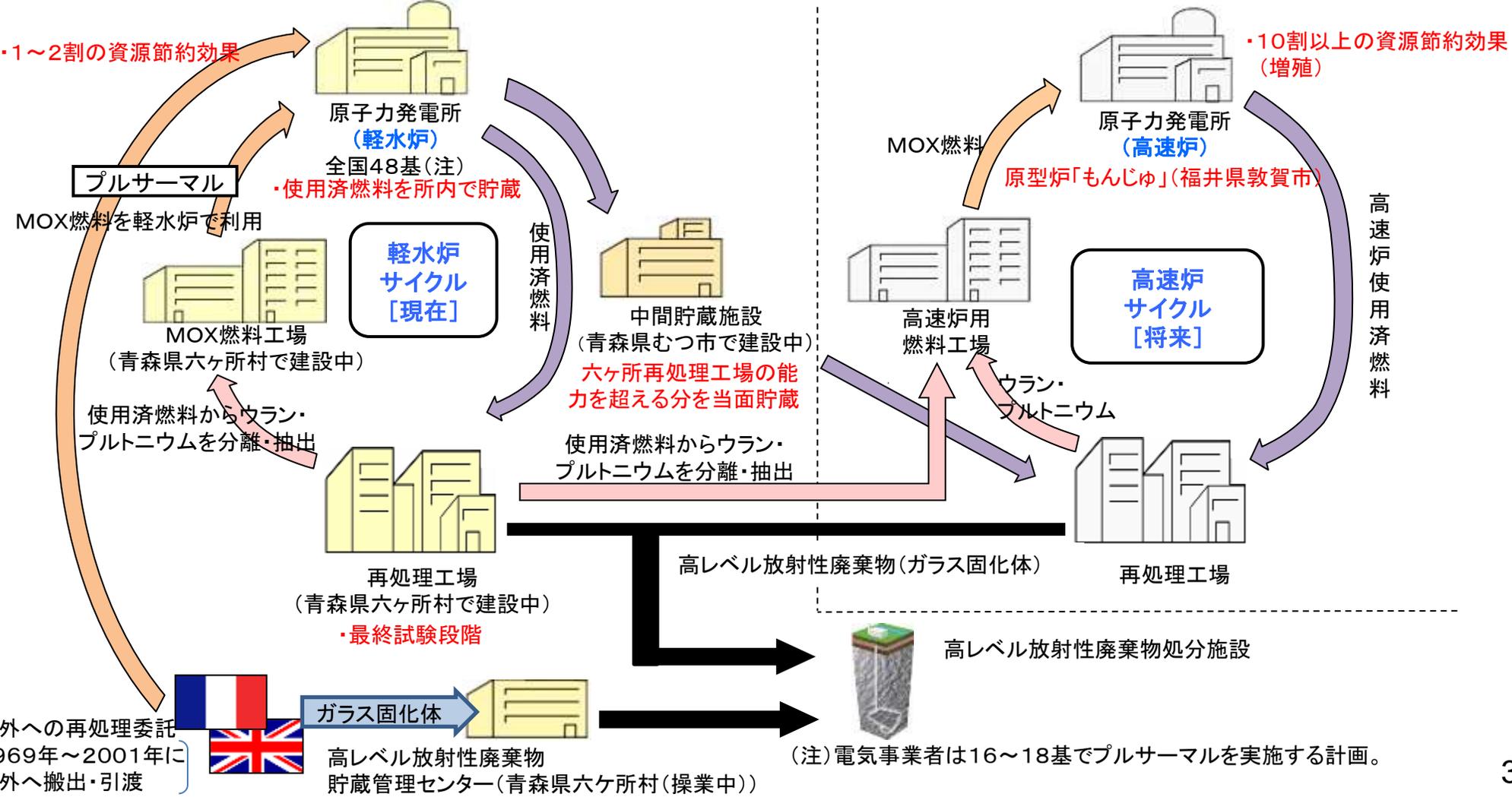
具体的には、安全確保を大前提に、プルサーマルの推進、六ヶ所再処理工場の竣工、MOX燃料加工工場の建設、むつ中間貯蔵施設の竣工等を進める。また、平和利用を大前提に、核不拡散へ貢献し、国際的な理解を得ながら取組を着実に進めるため、利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を引き続き堅持する。これを実効性あるものとするため、プルトニウムの回収と利用のバランスを十分に考慮しつつ、プルサーマルの推進等によりプルトニウムの適切な管理と利用を行うとともに、米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む。(略)

② 中長期的な対応の柔軟性

核燃料サイクルに関する諸課題は、短期的に解決するものではなく、中長期的な対応を必要とする。また、技術の動向、エネルギー需給、国際情勢等の様々な不確実性に対応する必要があることから、対応の柔軟性を持たせることが重要である。特に、今後の原子力発電所の稼働量とその見通し、これを踏まえた核燃料の需要量や使用済燃料の発生量等と密接に関係していることから、こうした要素を総合的に勘案し、状況の進展に応じて戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める。

【参考】核燃料サイクルについて

- (1) 核燃料サイクルは、原子力発電所の使用済燃料を再処理し、取り出したウランとプルトニウムを再利用するもの。廃棄物は、放射能レベルに応じて処分。
 - (2) ウラン資源等の有効利用はもとより、高レベル放射性廃棄物の減容・有害度の低減の観点から重要。
- ※軽水炉再処理により、高レベル放射性廃棄物の体積を約1/4に低減可能。また、放射能の有害度が天然ウラン並になるまでの期間を約1/12にすることができる。



1) 使用済燃料の貯蔵能力の拡大 : 各原子力発電所(軽水炉)の使用済燃料の貯蔵状況

- (1) 各原子力発電所では使用済燃料プールや乾式キャスクにより使用済燃料を貯蔵。管理容量が約21,000トンであるところ、現在、約14,000トンの使用済燃料が貯蔵されている。
- (2) 全体として一定の貯蔵余地が確保されている状況にあるが、貯蔵容量に余裕のないサイトも存在する。使用済燃料貯蔵対策の充実・強化は重要な政策課題の一つである。

(2014年3月末時点)【単位:トンU】

発電所名		1 炉心	1 取替分 (A)	使用済燃料貯蔵量 (B)	管理容量 (C)	管理余裕 (C) - (B)	管理容量を超過するまでの期間 (年) $((C) - (B)) / ((A) * 12 / 16)$
北海道	泊	170	50	400	1,020	620	16.5
東北	女川	260	60	420	790	370	8.2
	東通	130	30	100	440	340	15.1
東京	福島第一	—	—	1,960	2,270	—	—
	福島第二	520	120	1,120	1,360	—	—
	柏崎刈羽	960	230	2,370	2,910	540	3.1
中部	浜岡	410	100	1,140	1,740	600	8.0
北陸	志賀	210	50	150	690	540	14.4
関西	美浜	160	50	390	670	280	7.5
	高浜	290	100	1,160	1,730	570	7.6
	大飯	360	110	1,420	2,020	600	7.3
中国	島根	170	40	390	600	210	7.0
四国	伊方	170	50	610	940	330	8.8
九州	玄海	270	90	870	1,070	200	3.0
	川内	140	50	890	1,290	400	10.7
原電	敦賀	140	40	580	860	280	9.3
	東海第二	130	30	370	440	70	3.1
合計		4,490	1,200	14,330	20,810	5,950	—

注) 管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心+1取替分を差し引いた容量」。なお、中部電力の浜岡の管理容量は、運転を終了した1,2号機の管理容量を含めた値としている。

注) 四捨五入の関係で、合計値は各項目を加算した数値と一致しない場合がある。

注) 管理容量を超過するまでの期間は、仮に再処理工場への搬出がなく発電所の全機が一斉稼働し、燃料取替を16ヶ月毎に行くと仮定した場合の試算(資源エネルギー庁)

参考: 六ヶ所再処理工場の使用済燃料貯蔵量: 2,951トンU(最大貯蔵能力: 3,000トンU)

むつりサイクル燃料貯蔵センターの使用済燃料貯蔵量: 0トンU(最大貯蔵能力: 3,000トンU、2015年3月事業開始予定。将来的に5,000トンUまで拡張予定。)

1) 使用済燃料の貯蔵能力の拡大 : 国内における使用済燃料の貯蔵対策

- (1) 使用済燃料の貯蔵については、使用済燃料プールの貯蔵能力の増強に加えて、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設の建設・活用などにより、発電所の敷地内外を問わず、より柔軟な対応が可能となる。
- (2) エネルギー基本計画においては、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進めることとしている。今後、使用済燃料の貯蔵施設について、新たな地点の可能性の幅広い検討を始め、各電気事業者の積極的な取組や、電気事業者間の共同・連携による事業推進の検討、政府の取組強化についての具体的な検討などを進める。

※エネルギー基本計画(平成26年4月11日閣議決定)関連部分抜粋

使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進める。具体的には、発電所の敷地内外を問わず、新たな地点の可能性を幅広く検討しながら、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を促進するとともに、そのための政府の取組を強化する。

乾式貯蔵施設の例



日本原子力発電(株)東海第二発電所での乾式貯蔵

発電所敷地内に貯蔵施設を新設した例

- これまでの取組: 福島第一原子力発電所、東海第二発電所
- 今後の取組予定: 浜岡原子力発電所、東海第二発電所(増強)

中間貯蔵施設の例

- (1) 会社名: リサイクル燃料貯蔵(株)(略称: RFS)
- (2) 所在地: 青森県むつ市大字関根字水川目596-1
- (3) 設立: 2005年11月21日
- (4) 資本金: 30億円
- (5) 株主: 東京電力(80%)、日本原電(20%)
- (6) 貯蔵量: (最終) 5,000トン(東電4,000t、原電1,000t)
*1棟目3,000tの貯蔵建屋が完成。
- (7) 貯蔵期間 施設毎に供用開始から50年。
- (8) 建設費 1,000億円程度
- (9) 工 程
 - 2010年 5月 貯蔵事業許可
 - 2010年 8月 着工
 - 2013年 8月 貯蔵建屋本体完成
 - 2013年 11月 原子力規制委員会に工事計画の変更届を提出(事業開始時期を「未定」に変更する旨届出)
 - 2014年 1月 原子力規制委員会に新規規制基準への適合性確認のため、事業変更許可を申請(事業開始時期を「2015年3月」に変更)
 - 2015年 3月 事業開始予定

2) 六ヶ所再処理工場等の諸事業の推進に向けた取組 : 青森県に立地する核燃料サイクル関連施設

- (1) 国及び電気事業者は、これまで30年にわたり、青森県の理解と協力の下、青森県内に核燃料サイクル施設の建設を進めてきた(六ヶ所再処理工場、むつ中間貯蔵施設等)。
- (2) こうした青森県との関係を引き続き尊重し、十分な理解と協力を得て政策を進めることが必要。

大間原子力発電所建設地
(電源開発株)

使用済燃料中間貯蔵施設
建設地(リサイクル燃料貯蔵株)

2010年 工事開始
2015年 事業開始予定

ウラン濃縮工場

1988年 工事開始
1992年 操業開始

MOX燃料加工工場
(予定図)

2010年 工事開始
2017年 竣工予定

核燃料サイクル施設(日本原燃株)

再処理工場

1993年 工事開始
2014年 竣工予定

低レベル放射性廃棄物
埋設センター

原子力発電所で発電中に発生した
低レベル放射性廃棄物を、浅い地
中に埋めて処分(ピット処分)

1990年 工事開始
1992年 埋設開始

高レベル放射性廃棄物
貯蔵管理センター

現在は、海外から返
還されたガラス固化
体を保管

1992年 工事開始
1995年 操業開始

2) 六ヶ所再処理工場等の諸事業の推進に向けた取組：新規制基準への対応

- (1) 六ヶ所再処理工場は、昨年5月、ガラス溶融炉を含め、竣工前に必要となる最終的な試験が終了し、安定運転が可能であることが事業者において確認された。
- (2) ただし、実際の稼働に当たっては、昨年12月に施行した新規制基準に適合することが必要。本年1月、新規制基準への適合性確認を日本原燃(株)が申請し、現在、原子力規制委員会が審査中。
- (3) 新規制基準への適合性が確認され、実際に稼働した後も、事業者自らが更なる安全性の向上等に努めていくことが重要である。

(参考) 使用済燃料再処理施設の新規制基準のポイント

【設計基準※の強化】

※設計基準：一般公衆に対し著しい放射線被ばくのリスクを与えないための基準

- 安全機能の重要性と耐震重要度の関係を明確化
- 自然現象について、
 - ・地震・津波の評価の厳格化
 - ・考慮すべき自然事象として、火山、竜巻、森林火災等を明確化
- 火災防護対策の強化・徹底
- 外部人為事象、内部発生飛来物、化学薬品の内部漏えい等に対する考慮を明確化
- 電源の信頼性強化

【重大事故※対策】

- 重大事故を定義し、対策と有効性評価を要求

※重大事故：臨界事故、冷却機能の喪失による廃液の蒸発乾固、水素の爆発等

- 放射性物質及び放射線の敷地外への放出抑制対策、意図的な航空機衝突等のテロ対策を要求

3) プルトニウムの適切な管理・利用

- (1) 日本が核不拡散に貢献し、国際的な理解を得ながらプルトニウムを適切に利用するためにも、利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムを持たないとの原則を堅持するとともに、プルトニウム利用の透明性向上を図っていく。
- (2) 具体的には、プルトニウムの利用について、原子力委員会において、余剰プルトニウムを持たないとの原則を示している。その上で、プルトニウムは、当面、軽水炉で利用することとし(プルサーマル)、電気事業者がプルトニウム利用計画を公表して、その妥当性を原子力委員会が確認する仕組みとなっている。こうした仕組みの下、プルトニウムの適切な管理と利用を図っていく。

我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方について(平成15年8月5日原子力委員会決定)(抄)

1. プルトニウムの平和利用に対する考え方

我が国は核兵器の不拡散に関する条約(NPT)を批准し、それに基づく厳格な保障措置制度の適用を受けることにより、プルトニウムの平和利用に対する国際的な担保がなされている。しかしながら、プルトニウムという機微物質の利用に対する国内的及び国際的な懸念を生じさせないためには、プルトニウムの利用の透明性向上を図ることにより国内外の理解を得ることが重要である。そのため、原子力委員会としては、利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムを持たないとの原則を示すとともに、毎年プルトニウム管理状況を公表するなど関係者がプルトニウム平和利用に係る積極的な情報発信を進めるべきであるとの方針を示してきたところである。(以下略)

2. プルトニウムの利用目的の明確化のための措置

プルトニウムの利用目的を明確に示すため、原子力委員会は、以下の基本的考え方を満たす措置を実施することが必要であるとする。この措置により明らかにされた利用目的の妥当性については、原子力委員会において確認していくこととする。

① プルトニウム利用計画の公表

電気事業者は、プルトニウムの所有者、所有量及び利用目的を記載した利用計画を毎年度プルトニウムを分離する前に公表することとする。利用目的は、利用量、利用場所、利用開始時期及び利用に要する期間の用途を含むものとする。ただし、透明性を確保する観点から進捗に従って順次、利用目的の内容をより詳細なものとして示すものとする。(以下略)

原子力委員会設置法の一部を改正する法律(平成26年6月27日公布)

※公布の日から起算して6月を超えない範囲内において施行予定。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故等による原子力をめぐる環境変化等を踏まえ、その役割について抜本的な見直しを実施。
- 原子力の平和利用、放射性廃棄物の処理・処分等の原子力利用に関する政策の重要事項に重点化することとし、形骸化している事務等を廃止・縮小。

<参考>「原子力委員会の在り方見直しについて」(平成25年12月有識者報告書)

原子力委員会の今後の所掌事務としては、

- ① 我が国が原子力利用を平和目的に限って行うに当たり、プルトニウム利用・管理の透明性の向上に取り組む。
 - ② 放射性廃棄物の処理処分を中心とした核燃料サイクル政策については、関係省庁との役割分担の下で、技術オプションの評価等を行う。
 - ③ 原子力利用に関する重要事項に関する事務を行う。
- 等が挙げられている。

出典:原子力委員会

3) プルトニウムの適切な管理・利用 : プルサーマル計画

- (1) 電気事業者は、MOX燃料(ウラン・プルトニウム混合酸化物)を軽水炉で利用する「プルサーマル」の実施を計画。平成22年9月時点の計画では、2015年度までに16~18基での実施を計画。
- (2) プルサーマルの運転実績は、これまで4基(玄海3号機、伊方3号機、福島第一3号機、高浜3号機)。
- (3) 今後、電気事業者は、原子力発電所の再稼働時期や、六ヶ所再処理工場の操業開始時期の見通し等を踏まえて、六ヶ所再処理工場が実際に竣工し、同工場でプルトニウムの回収が開始されるまでに、新たなプルトニウム利用計画を策定・公表することとしている。

営業運転開始済※1

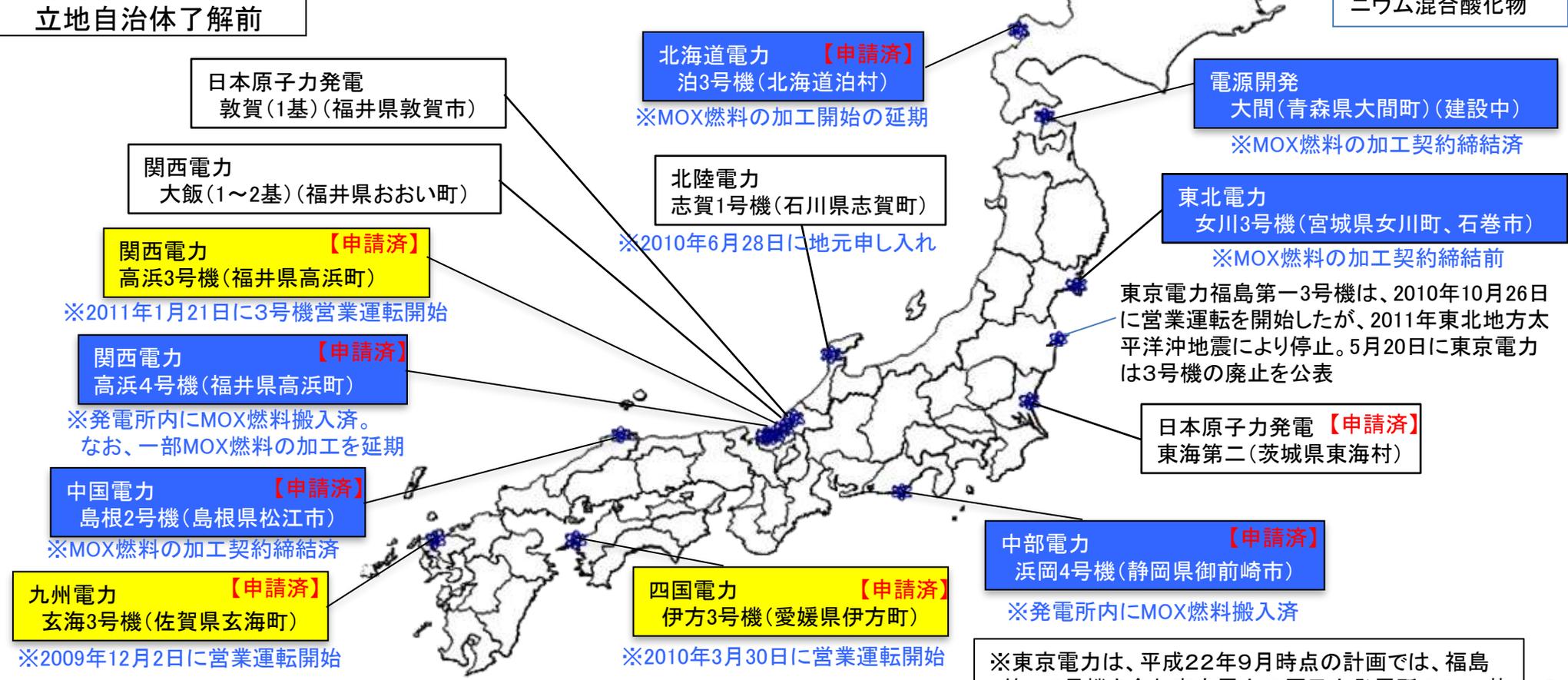
立地自治体了解済※2

立地自治体了解前

※1) 過去に電気事業者が海外(仏・英)で再処理委託して回収したプルトニウムによるMOX燃料を利用

※2) MOX燃料加工契約前、契約後、更には搬入済みまで現状は様々

〈凡例〉
MOX: ウラン・プルトニウム混合酸化物



【申請済】: 事業者が原子力規制委員会に新規基準への適合性確認を申請済(2014年8月末現在)

※東京電力は、平成22年9月時点の計画では、福島第一3号機を含む東京電力の原子力発電所の3~4基。

4) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減に資する高速炉開発等 : 高速炉サイクル

- (1) エネルギー基本計画では、「放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。」としているところ。放射性廃棄物の減容化・有害度低減に資する技術として、高速炉サイクル技術が有効であり、他の手段として、加速器を用いた核種変換もある。
- (2) 第5回原子力小委員会であった報告のとおり、自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループを設置し、「高速炉を含めた次世代炉の研究開発の方向性を議論する」とされたことから、放射性廃棄物の減容化・有害度低減に資する高速炉サイクル技術については、同ワーキンググループにて検討を行う。

放射性廃棄物の減容化・有害度低減の仕組み(高速炉と軽水炉の比較)

- ✓ 高速炉では、高速中性子により核分裂反応を起こすと同時に、核燃料が生産されるため、効率的にエネルギーを発生させることができる。また、高速中性子により、長期間発熱し続けるマイナーアクチニド(MA)を、有害度が低い原子に核種変換させることが可能であり、放射性廃棄物の減容化・有害度低減にも資する。
- ✓ 一方、軽水炉では、高速中性子に比して遅い熱中性子により核分裂反応を起こし、エネルギーが発生する。また、中性子の速度が遅いため、MAが効率的に分裂されにくい。

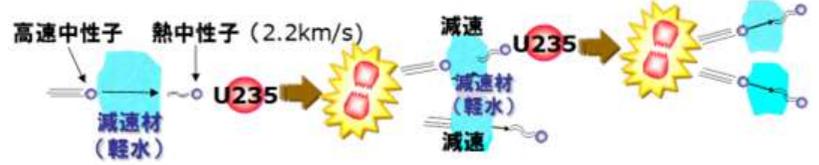
自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループの設置について(原子力小委員会第5回会合資料5より抜粋)

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、エネルギー基本計画(平成26年4月閣議決定)では、…(略)…資源の有効活用や放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点からの国際協力を含めた高速炉等研究開発、…(略)…が必要であるとされた。
- これらの課題に対応するためには、関係者間の役割分担を明確化するとともに相互に認識し、我が国全体として重量を廃して最適な取組が進められることが必要である。
- 以上を踏まえ、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会の下に「自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ」を設置する(「原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループ」は廃止する)。特に当面は、喫緊の課題への対応として、東京電力福島第一原子力発電所以外の廃炉を含めた軽水炉の安全技術・人材の維持・発展に重点を置き、…(略)…。さらに、高速炉を含めた次世代炉の研究開発の方向性を議論する。

高速炉におけるエネルギーの発生と放射性廃棄物の減容化・有害度低減の仕組み



【参考】 軽水炉におけるエネルギー発生の仕組み



(※) MA(マイナーアクチニド):ウラン、プルトニウム以外の重元素(ネプツニウム、アメリシウム、キュウリウム等)の総称。数百年以上の長期間にわたり放射線が発生するものがある。

【参考】高速炉による廃棄物の減容・有害度の低減効果

- (1) 軽水炉再処理によって、高レベル放射性廃棄物の体積を約4分の1に低減できるが、さらに高速炉利用によって、高レベル放射性廃棄物の体積を約7分の1に低減できる。
 - (2) また、有害度が元の天然ウランと同レベルになるために必要な期間は、約10万年から約300年へ短縮可能。
 - (3) 高速炉サイクルが実用化すれば、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射エネルギーを更に低減し、発生エネルギーあたりの環境負荷を大幅に低減できる可能性あり。
- ※ 直接処分では、ウラン、プルトニウム、核分裂生成物等をすべて含んだまま廃棄物となる。一方、再処理後のガラス固化体からは、ウラン、プルトニウムが除かれるため、放射能による有害度が低減される。
- ※ また、高速炉では、半減期の極めて長い核種を燃料として使用できるため、更に有害度の低減が可能となる。

比較項目		技術オプション	直接処分	再処理	
				軽水炉	高速炉
処分時の廃棄物イメージ			<p>キャニスタ中の燃料ペレット (PWRの例)(0.103m³) 使用済燃料キャニスタ (3.98m³)</p>	<p>ガラス固化体 オーバーパック(0.91m³)</p>	
発生体積比※1			1	約0.22	約0.15
				約7分の1に減容化	
潜在的有害度	天然ウラン並になるまでの期間※2		約10万年	約8千年	約300年
	1000年後の有害度※2		1	約0.12	約0.004
コスト※3	核燃料サイクル全体 (フロントエンド・バックエンド計)		1.00 ~ 1.02 円 / kWh	1.39 ~ 1.98 円 / kWh	試算なし
	処分費用		0.10 ~ 0.11 円 / kWh	0.04 ~ 0.08 円 / kWh	※高速炉用の再処理工場が必要

※1 数字は原子力機構概算例 直接処分時のキャニスタを1としたときの相対値を示す。

※2 出典：原子力政策大綱。 上欄は1GWyを発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示す。下欄は直接処分時を1としたときの相対値を示す。

※3 原子力委員会試算（平成23年11月）軽水炉再処理については、使用済燃料を貯蔵しつつ再処理していく現状を考慮したモデルと、次々と再処理していくモデルで計算。

【参考】高速炉開発についての国際動向

エネルギー基本計画では、「米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む」とされているところ、各国の開発状況は以下のとおり。

【世界の高速炉の開発状況】

①エネルギーセキュリティの観点から増殖を志向

ロシア

- 原型炉(BN-600:60万KWe)運転中。⇒豊富な運転経験(1980年運転開始)
- 商用炉から増殖の計画。

原型炉運転中 → 2014年6月 実証炉(BN-800:88万KWe) 初臨界 → 2025年頃 商用炉 運転開始予定



BN-800外観 2012年10月現在

中国

- 原型炉は、ロシア原型炉により代替し、実証炉(CFR600:60万KWe)を建設予定。
- 実証炉から増殖の計画。

2010年7月 実験炉(CEFR:2.3万KWe) 初臨界 → 2011年7月 発電 → 2025年頃 実証炉(CFR600:60万KWe) 運転開始予定 → 2030年頃 商用炉 導入予定

インド

- 発電機能を有する実験炉(FBTR:1.3万KWe(1985年～))を運転中。
- 原型炉から増殖の計画。

実験炉運転中 → 2014年 原型炉(PFBR:50万KWe) 運転開始予定 → 2025年頃 実証炉・商用炉(CFBR:50万KWe) 運転開始予定



PFBR外観 2013年4月現在

②増殖技術を習得した上で廃棄物対策中心

フランス

- 原型炉(フェニックス:26万KWe(1973年～2010年))及び実証炉(スーパーフェニックス:124万KWe(1985年～1998年))の運転経験があり、増殖性は確認済み。
- 現在は、放射性廃棄物対策を主眼に開発(ASTRID:60万KWe)。

現在稼働中の炉なし → 2025年頃 実証炉(ASTRID:60万KWe) 運転開始を目標 → 2040年代 商用炉 導入予定

アメリカ

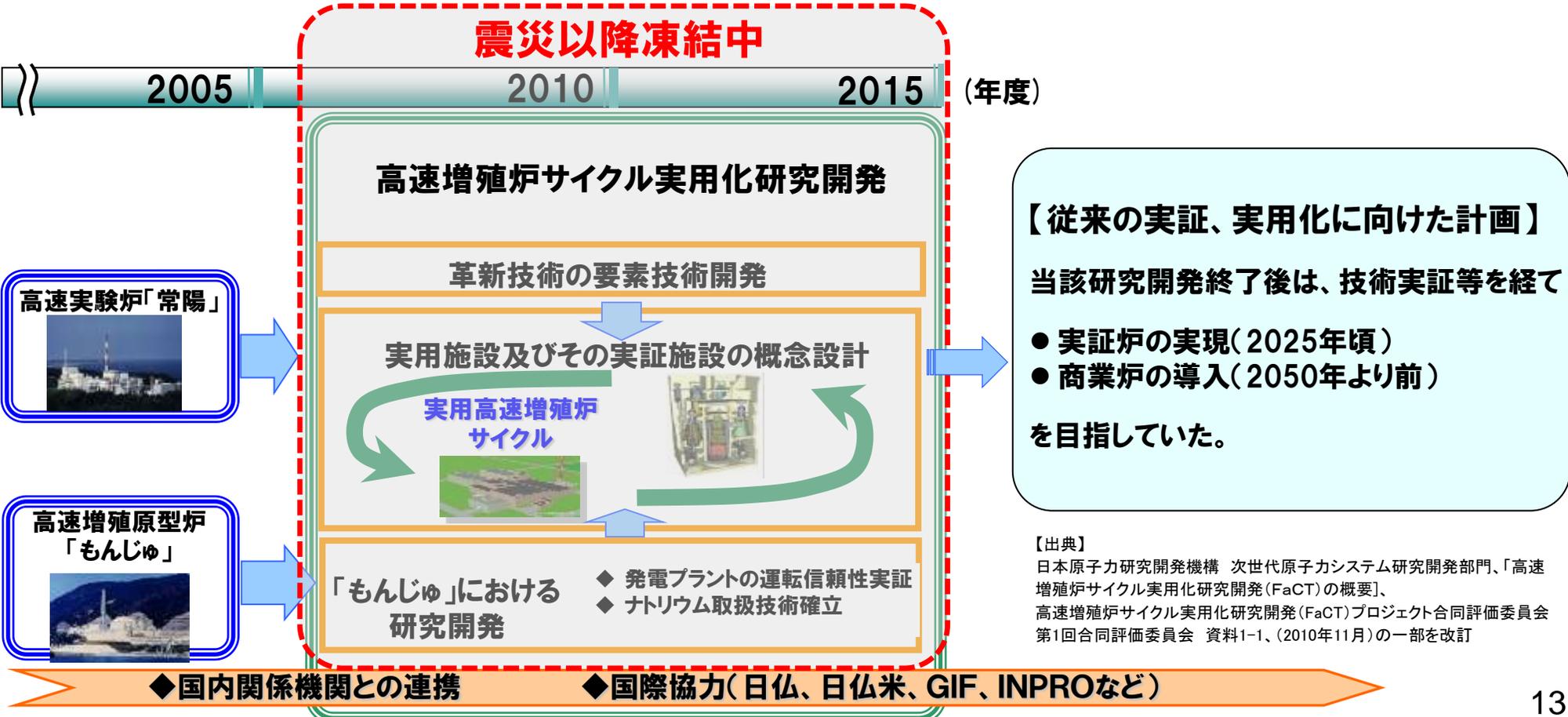
- 実験炉(EBR-II:2万KWe(1964年～1998年))やFermi炉:6万KWe(1963年～1975年)などの運転経験があり、1977年政権交代において、核不拡散政策の変更により高速炉計画を改め、商業化を延期。
- ただし、現在は、技術維持の観点から、国際協力により、放射性廃棄物対策を主眼とした研究開発を実施中。

※イギリスは、実験炉・原型炉の運転経験あり。一方で、北海油田の発見もあり、高速炉計画中止。
ドイツは、実験炉の運転経験あり。一方、原型炉は建設中に政策議論や財政難のため中止。

- (1) 高速炉サイクルに関しては、原子力政策大綱では、経済性等の諸条件が整うことを前提に、2050年から商業ベースでの導入を目指すとした。また、第二次エネルギー基本計画以降は、2025年頃の実証施設(実証炉)の実現、2050年より前の商業炉の導入を目指し、五者協議会*の合意に基づいて革新技術開発、施設の概念設計等の研究開発を進めてきた。
- (2) 震災以降、当初のスケジュールどおりに開発を進めることが困難な状況になっている。第四次エネルギー基本計画では、米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組むとしているところ、今後の実証・実用化に向けた具体的な開発スケジュールについては、国際協力の状況等を踏まえつつ、検討が必要。

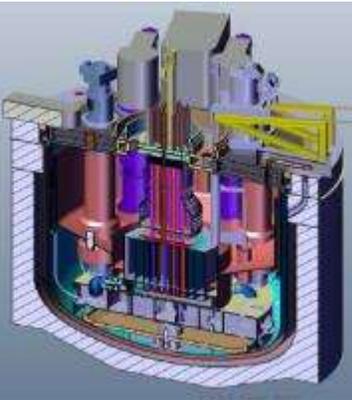
*「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの移行に関する五者協議会」のこと。経済産業省、文部科学省、電気事業連合会、日本原子力研究開発機構、日本電気工業会の五者で構成される。

【原子力政策大綱／第三次エネルギー基本計画当時の高速炉に関する研究開発】



【参考】 第4世代ナトリウム冷却高速炉実証炉 (ASTRID)

- (1) 放射性廃棄物の処理・処分の問題は、原子力を利用する国々における世界共通の課題であり、我が国としては、米国や仏国等との国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組むとの方針。
- (2) ASTRIDは、仏国の放射性廃棄物等管理計画法に基づく、第4世代ナトリウム冷却高速炉の実証炉であり、以下の実証を目的とするもの。
 - ① 革新技術の採用による第4世代炉としての高い安全性・信頼性の実現
 - ② 長寿命核種の効率的な燃焼(核変換)による放射性廃棄物の減容・有害度低減
- (3) 2014年5月、安倍総理訪仏の際に、研究を実施する主体や協力期間、意思決定の枠組みなどを規定する取決めに署名し、日仏間の協力を開始した。



【ASTRIDの仕様】

- 電気出力: 60万kW
- タンク型ナトリウム冷却高速炉

【主な特徴】

- 長寿命核種の核変換が可能な炉心
- シビアアクシデント対応(コアキャッチャー等)
- 多様化された炉心冷却系
- 発電系にガスタービンを採用

2010～2012年: 設計の事前検討
2013～2015年: 概念設計
2016～2019年: 基本設計
2019年: 建設判断
2020～2025年頃: 詳細設計・建設
2025年頃 : 運転開始

【スケジュール】



【参考】高速増殖原型炉「もんじゅ」の現状と課題

エネルギー基本計画では、「もんじゅについては、廃棄物の減容・有害度の低減や核不拡散関連技術等の向上のための国際的な研究拠点と位置付け、これまでの取組の反省や検証を踏まえ、あらゆる面において徹底的な改革を行い、もんじゅ研究計画に示された研究の成果を取りまとめることを目指し、そのための実施体制の再整備や新規制基準への対応など克服しなければならない課題について、国の責任の下、十分な対応を進める。」としている。

<現状>

- 現在、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策を最優先に実施。
- 特に、平成24年11月に原子力機構が公表した保守管理不備を発端とし、平成25年5月に原子力規制委員会が運転再開準備の停止を含めた措置命令を発出しており、この命令解除に向けて対応中。
- 平成25年6月より原子力規制委員会による評価が開始された破碎帯調査、同年7月に施行された新規制基準などへの対応を実施中。
- 平成25年8月、「日本原子力研究開発機構改革本部」(本部長: 下村大臣)において「改革の基本的方向」を提示。この基本的方向を踏まえ、原子力機構が「もんじゅ」を含めた改革計画を策定。
- 平成26年4月には、新たなエネルギー基本計画が閣議決定され、「もんじゅ」の位置付けが明確化された。

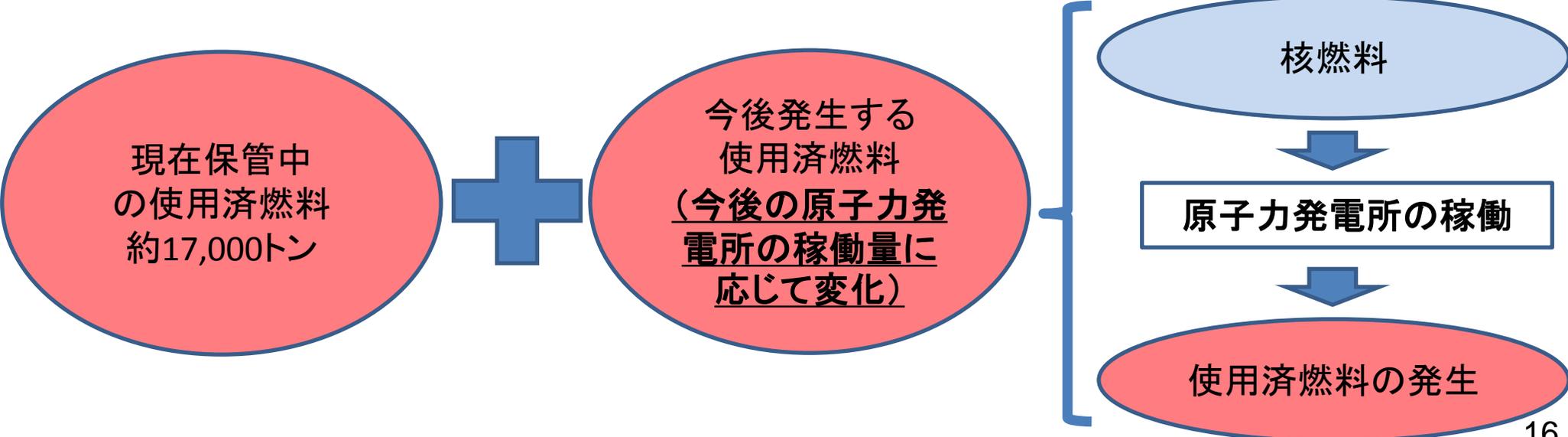
<もんじゅ改革の基本方針と対策項目>

課題	基本方針(3項目)	対策項目(14項目)
① 強力なトップマネジメントにより安全最優先の徹底 ② 安全で自立的な運営管理を遂行できる組織・管理体制の早急な確立 ③ 安全な運営管理を着実に実施できるマネジメント能力の改善	【体制の改革】 発電プラントとして自立的な運営管理体制の確立	【対策1】理事長を本部長とする「もんじゅ安全・改革本部」による改革の推進
		【対策2】「もんじゅ」組織、支援組織の強化
		【対策3】トップマネジメントによる安全確保のための経営資源の集中投入
		【対策4】保守管理方法、業務の進め方の見直し
		【対策5】電力会社の運営管理手法の導入
		【対策6】メーカ・協力会社との連携強化
① 強力なトップマネジメントにより安全最優先の徹底 ④ 安全最優先を徹底できる組織風土への再生	【風土の改革】 安全最優先の組織風土への変革	【対策7】安全統括機能、リスクマネジメント及びコンプライアンス活動の強化
		【対策8】安全最優先の意識の浸透
		【対策9】保守管理体制・品質保証体制の強化
		【対策10】安全文化醸成活動、コンプライアンス活動の再構築
⑤ 高い技術力の育成、モチベーションの高揚	【人の改革】 マイプラント意識の定着と個々人の能力を最大限発揮できる現場力強化への改革	【対策11】「もんじゅ」を運転する意義の浸透、マイプラント意識の定着
		【対策12】運転・保守技術等に関する教育充実、技術力を認定する制度の確立
		【対策13】原子力機構やメーカのシニア技術者による技術指導
		【対策14】「もんじゅ」の運転・保守から得られる技術を蓄積し、技術継承を図る

5) 中長期的な核燃料サイクル政策 : 中長期的な核燃料の需要と使用済燃料の発生

- (1) 核燃料サイクルは、今後の原子力発電所の稼働量とその見通し、これを踏まえた核燃料の需要量や使用済燃料の発生量等と密接に関係していることから、こうした要素を総合的に勘案し、状況の進展に応じて戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める。
※現在、原子力発電所の新規制基準への適合性確認が行われており、それが一定程度進展しないと、原子力発電所の稼働量の見通しが立てにくい状況にある。このため、現時点では、核燃料の需要量や使用済燃料の発生量の見通しも立てにくい。
- (2) また、使用済燃料は既に約17,000トンを保管している。既に発生した使用済燃料については、今後の原子力発電所の稼働量に関わらず、長期にわたり適切に保管し、処理・処分する必要があること、長期的なリスク低減のためその減容化・有害度の低減が重要であること等を十分考慮して対応を進める必要がある。
※また、今後、安全確保を大前提に、プルサーマルが進展すれば、使用済MOX燃料が発生する。使用済MOX燃料については、六ヶ所再処理工場において、再処理することを予定していない。今後、我が国における使用済MOX燃料の処理技術の確立に向けて、引き続き取り組んでいくことが重要。なお、使用済MOX燃料を再処理し、ウランとプルトニウムを回収するプロセスについては、既にフランスにおいて実績(約60トン)がある。また、我が国においても、東海再処理施設での実験的な取組実績(約30トン)がある。

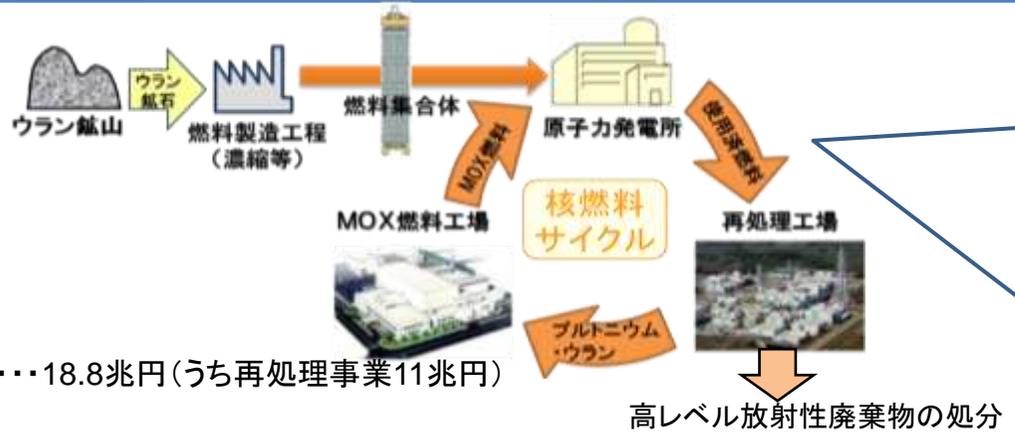
今後の原子力発電所の稼働量に応じて使用済燃料の発生量は変化



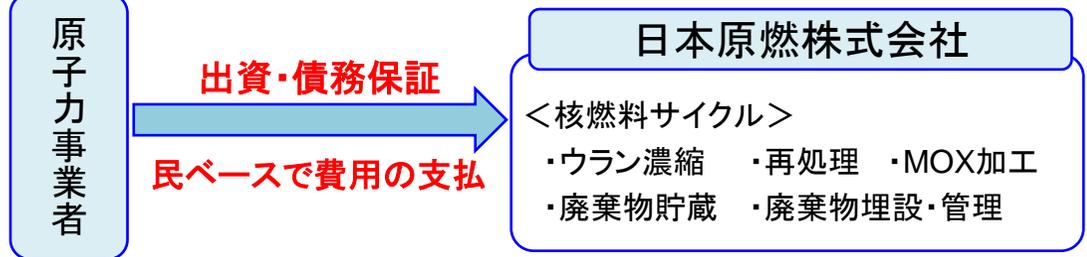
5) 中長期的な核燃料サイクル政策 : 環境変化等を踏まえた官民の役割分担・政策措置

- (1) 再処理等の核燃料サイクル事業は現在、日本原燃株式会社を実施主体として、原子力事業者からの出資金、前払金、債務保証による借入金によって行われているが、今後、自由化された市場における事業環境(競争環境)において、どのような体制で核燃料サイクル事業を進めていくかは重要な政策課題の一つ。
- (2) 今後、電力システム改革第3弾の法案提出を目指していることも含め、電力市場における競争が激化することが想定される。こうした競争が激化する中で、原子力事業者が共同利用施設を利用して実施する核燃料サイクル事業について、共同利用施設の費用負担の在り方、運営の在り方などに関するルール作りが必要。
- (3) このため、電力システム改革に伴う制度見直しの進展に対応して、民間事業者において責任を負って事業を行っていくことを基本的な前提としつつ、第5回原子力小委員会でもいただいた以下の御指摘も踏まえ、検討を進めていく。
 - ・拠出金方式など、事業主体がつぶれないようにすることが重要。
 - ・安定的に事業実施が行われるようにする観点から、株式会社が良いのか見直すべき。
 - ・国の関与を強めるべき。
 - ・国がリスクをとるべきだが、国営はよくない。民間の経営ノウハウが活きるあり方を目指すべき。
- (4) 加えて、原子力事業者が共同で事業を支えあう構造を前提に進めてきた核燃料サイクル事業の特性(事業の超長期性、プルトニウム管理のような核不拡散上の配慮など)、再処理事業の定量的な見通し等を踏まえ、中長期的な視点から、競争環境の下で核燃料サイクル事業を安定的に進めるためには、どのような体制が望ましいか、官民の役割分担はどうあるべきか、政策的措置としてどのような対応が必要か、どのような時間軸で進めるかといった点について、専門的な視点を踏まえた現実的な検討が必要。

■ 概要



■ 総事業費・・・18.8兆円(うち再処理事業11兆円)
 ■ 実施体制



震災前の前提は以下の通り。

- 原子力比率について、2030年までに50%以上を目指す。(※)
- 実際の震災前の原子力比率(約30%)では、年間約1000トンUの使用済燃料が発生。
- 再処理工場の最大処理能力分の年間800トンUの使用済燃料を処理し、プルサーマルで消費。(40年で3.2万トンU)

※第2次改定エネルギー基本計画(平成22年)

6) 高レベル放射性廃棄物の最終処分に向けた取組

○総合資源エネルギー調査会原子力小委員会の下で、最終処分政策の見直し、地層処分の再評価を実施。

2013年5月 放射性廃棄物WGを立ち上げ

最終処分地の選定の目処が立っていない状況、福島原子力発電所の事故の状況等を踏まえ、原点に立ち返って、最終処分政策の見直しを実施。

2013年10月 地層処分技術WGを立ち上げ

原子力研究開発機構が行った包括的な地層処分の技術的信頼性評価(2000年)より、10年以上が経過。研究開発の進展、東日本大震災のような未曾有の天然現象を踏まえ、地層処分の技術的信頼性の再評価を実施。

○政府として、今後の基本的方向性を閣僚レベルで確認。

(第1回最終処分関係閣僚会議(2013年12月)／エネルギー基本計画閣議決定(2014年4月))

- 可逆性・回収可能性の担保
- 科学的有望地の提示等を通じた、国が前面に立った重点的な理解活動の実施 等

- (1) 最終処分地の選定の目処が立っていない状況、福島原子力発電所の事故の状況等を踏まえ、原点に立ち返って、最終処分政策の見直しを実施。
- (2) 昨年5月より13回にわたって議論。本年5月23日に中間取りまとめを公表。

○取り組みのあり方

- ・将来世代の負担の増大
- ・地層処分の不確実性
- ・今後の技術的進歩の可能性
- ・不十分な社会的信頼



- ・現世代の責任として最終処分を進める
- ・可逆性・回収可能性の担保
- ・代替処分方法等の研究開発の推進
- ・社会的合意形成の段階的な醸成

○処分地選定の取り組みの改善

- ・手を挙げる自治体の負担大
- ・「住民不在」で進められる懸念
- ・受入れに伴う負担



- ・国による科学的有望地の提示
- ・住民参加型の検討の場の設置
- ・地域の持続的発展のための適切な支援

○処分推進体制の改善

- ・NUMOの危機感の欠如
- ・国、NUMOに対する評価の重要性



- ・組織目標の明確化等のガバナンス改善
- ・信頼性確保に向けた第三者評価の活用

- (1) 原子力研究開発機構が行った包括的な地層処分の技術的信頼性評価(2000年)より、10年以上が経過。研究開発の進展、東日本大震災等の未曾有の天然現象等を踏まえ、地層処分の技術的信頼性の再評価を実施。
- (2) 関連学会の推薦等による専門家の参画の下、昨年10月より8回にわたって議論。本年5月30日に中間取りまとめを公表。

○地層処分に好ましい以下の地質環境特性は我が国に広く存在。

- ・地温の低さ(火山周辺等を除く) → ガラス固化体の溶解や緩衝材の変質を抑制
- ・地下水の流れが緩慢 → 漏出した放射性物質の移動を抑制
- ・地下深部が酸性環境以外(火山周辺等を除く) → 金属容器の腐食、放射性物質の地下水への溶解を抑制

○次に、これらの地質環境特性に擾乱を与える天然事象を段階的な調査により回避することが可能

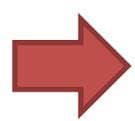
火山活動
影響範囲(側火山、地温、化学環境への影響)は、火山から15km程度。

 既存の火山から15km以内

隆起・侵食
地下300m以深の施設が地表に出る可能性を考慮

 過去10万年間の隆起量が300m(沿岸部は海面の変動量を合計して考慮し150m)を超える地域

断層活動
処分場の力学的な破壊可能性を考慮

 破碎帯の幅として、断層長さの1/100程度(数百m程度)