

核燃料サイクル・最終処分に向けた取組

平成30年3月6日

資源エネルギー庁

I . 全体像と取組状況	p2
II . 核燃料サイクル	
(i) 核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii) 軽水炉サイクル	p8
(iii) 使用済燃料対策	p15
(iv) 高速炉サイクル	p18
III . 最終処分に向けた取組	
(i) 取組の全体像	p28
(ii) 地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii) 研究開発・国際協力	p42
IV . 廃炉	p49

I . 全体像と取組状況	p2
II . 核燃料サイクル	
(i) 核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii) 軽水炉サイクル	p8
(iii) 使用済燃料対策	p15
(iv) 高速炉サイクル	p18
III . 最終処分に向けた取組	
(i) 取組の全体像	p28
(ii) 地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii) 研究開発・国際協力	p42
IV . 廃炉	p49

核燃料サイクル・最終処分・廃炉の全体像と取組の状況

安全最優先でのサイクル推進

- 使用済燃料再処理機構
- 六ヶ所再処理工場等
- 「もんじゅ」の安全・着実な廃炉と高速炉開発

プルトニウム・バランスの確保

- 再処理等拠出金法
- プルサーマルの着実な実施

使用済燃料対策（貯蔵能力の確保）

- 「使用済燃料対策に関するアクションプラン」
- 中間貯蔵施設の事業開始
- 乾式貯蔵の推進

最終処分に向けた取組

- 「科学的特性マップ」の提示、国民理解・地域理解の深化
- 研究開発
- 国際協力

安全かつ着実な廃炉

- 安全かつ着実な廃炉
- 事業者間連携や先行する海外各国との協力

I . 全体像と取組状況	p2
II . 核燃料サイクル	
(i) 核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii) 軽水炉サイクル.....	p8
(iii) 使用済燃料対策.....	p15
(iv) 高速炉サイクル.....	p18
III . 最終処分に向けた取組	
(i) 取組の全体像.....	p28
(ii) 地域対応・国民理解に向けた取組.....	p35
(iii) 研究開発・国際協力.....	p42
IV . 廃炉	p49

エネルギー基本計画における核燃料サイクルの位置付け

核燃料サイクル政策の推進（再処理・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。

軽水炉サイクル

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。

・・・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・・・

高速炉サイクル

高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の**開発を国際的なネットワークを活用しつつ推進**する。

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。

もんじゅについては、・・・（略）・・・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、・・・（略）・・・**国の責任の下、十分な対応**を進める。

使用済燃料対策（貯蔵能力の拡大）

使用済燃料の貯蔵能力を強化することが必要であり、安全を確保しつつ、それを管理する選択肢を広げることが喫緊の課題である。こうした取組は、**対応の柔軟性を高め**、中長期的なエネルギー安全保障に資することになる。

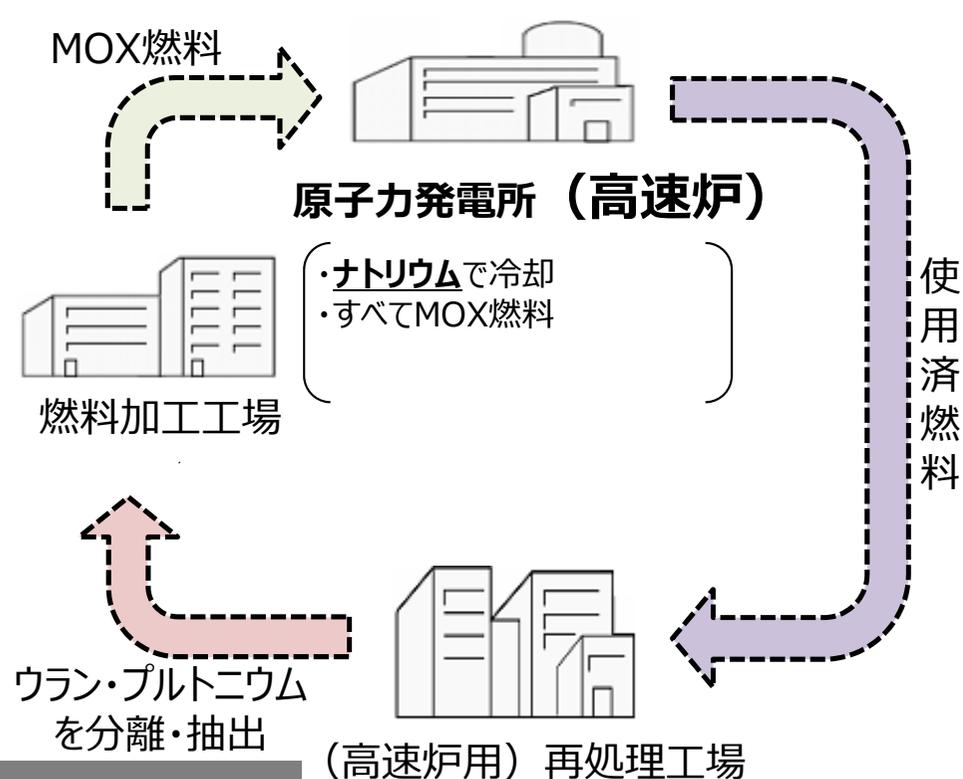
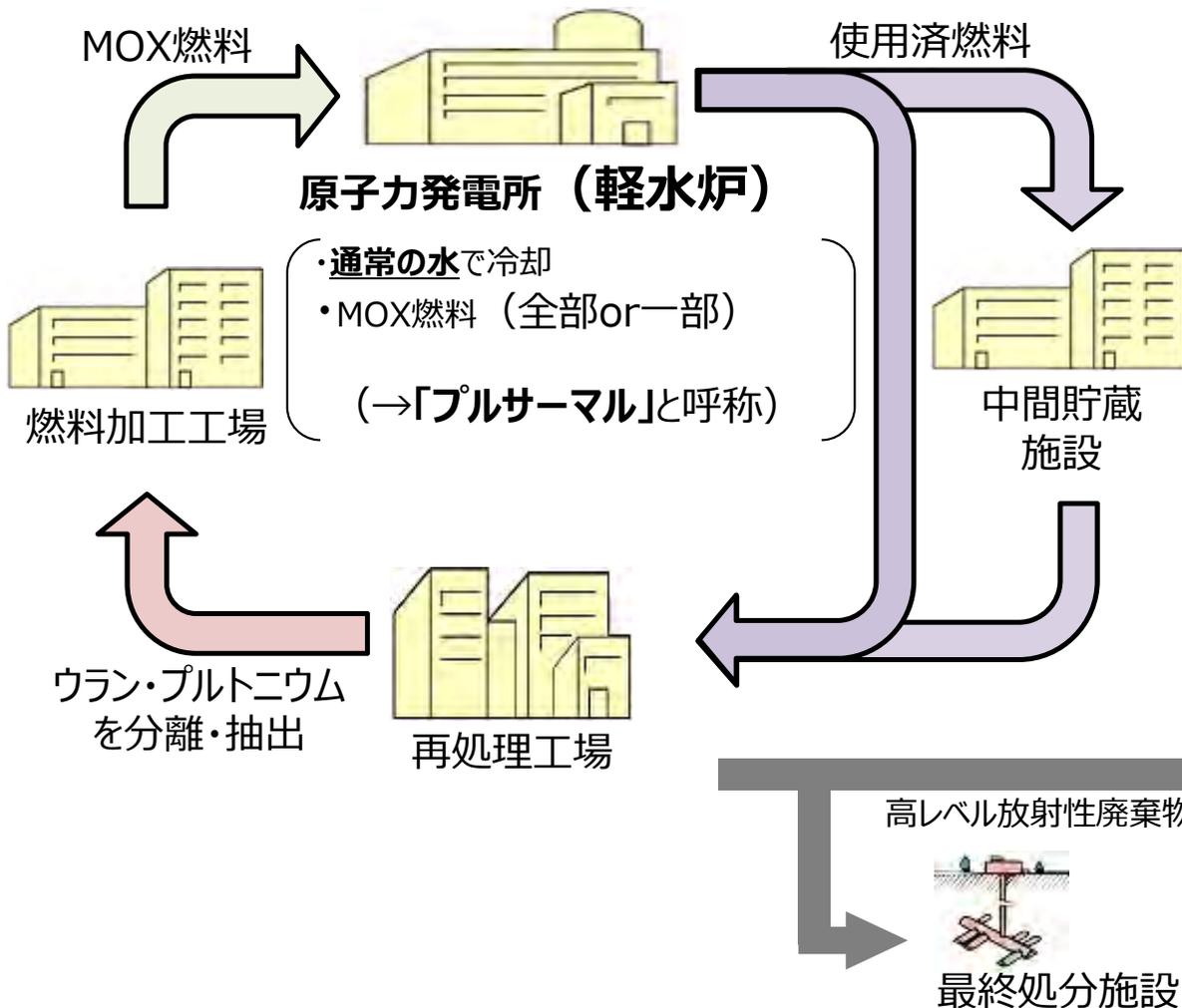
このような考えの下、**使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進める**。具体的には、発電所の敷地内外を問わず、新たな地点の可能性を幅広く検討しながら、**中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を促進**するとともに、そのための**政府の取組を強化**する。

(参考) 核燃料サイクルの全体像

- 核燃料サイクルは、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燃料 (= MOX 燃料) として再利用するもの。

軽水炉サイクル 【当面の姿】

高速炉サイクル 【将来的に目指す姿】



核燃料サイクルの取組の状況

①安全最優先での再処理等の核燃料サイクルの推進

- 事業環境が変化する中でも、再処理等が着実に実施されるよう、再処理等拠出金法を整備使用済燃料再処理機構（青森県）が発足（2016年）
- 六ヶ所再処理工場・MOX燃料加工工場
 - ① 日本原燃は、安全管理体制を抜本的に見直し。現在、全設備・機器の総点検を優先して実施中
 - ② 今後3年間で、新規制基準に対応する追加安全対策を着実に実施
 - ⇒ 再処理工場：2021年度上期竣工、MOX燃料加工工場：2022年度上期竣工

※ 高速炉サイクルは、2016年末に決定した「高速炉開発の方針」を踏まえ、今後10年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」の策定に向けて、高速炉開発会議の下に設置した戦略ワーキンググループで議論を進行中。

②プルトニウム・バランスの確保

- 再処理工場のプルトニウム回収量を、経済産業大臣がコントロールできる仕組みの導入（再処理等拠出金法）
- プルサーマルの着実な実施（高浜3・4号機、伊方3号機は再稼働済。この他、7基が新規制基準への適合性審査申請済）

③使用済燃料対策（貯蔵能力の拡大）

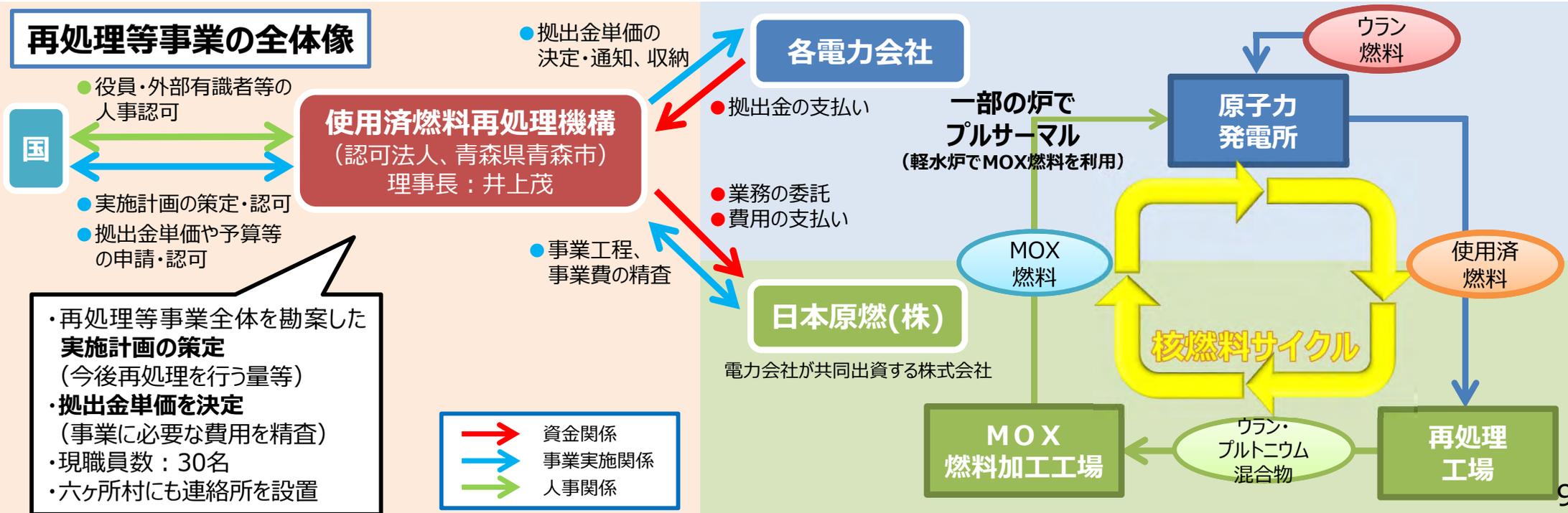
- 政府の「使用済燃料対策に関するアクションプラン」に基づき、事業者が貯蔵能力の拡大計画を策定（2015年）
（2020年頃に+4,000トン程度、2030年頃に+6,000トン程度）
- 貯蔵能力の拡大計画に基づき各社が取組中
（東京電力と日本原電がリサイクル燃料備蓄センター（RFS）で3,000トン、中部電力が敷地内乾式貯蔵施設で400トン、関西電力が福井県外中間貯蔵施設で2,000トン、四国電力が敷地内乾式貯蔵施設の検討等）

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

再処理等拠出金法について

- 電力自由化など原子力事業をめぐる事業環境が変化する中、必要な資金が安定的に確保できない場合、使用済燃料の再処理等が滞るおそれがある。このような事業環境の下においても、再処理等を滞りなく実施するための制度措置として、**2016年5月に再処理等拠出金法が成立**。
- 新制度下においては、
 - ①再処理等費用に関して、**拠出金制度を創設し、資金を安定的に確保**。
 - ②再処理等事業を着実に実施するための主体として、**使用済燃料再処理機構を設立（2016年10月）**。
 - ③使用済燃料再処理機構の意思決定に際しては、外部有識者等から構成される運営委員会で行われるとともに、**国も一定の関与を行うことで全体のガバナンス強化**。
- 2017年6月に、使用済燃料再処理機構は運営委員会で再処理等事業費を精査・決定し（約12.6兆円⇒約13.9兆円）、それを踏まえ拠出金単価を決定。

再処理等事業の全体像



青森県に立地する核燃料サイクル関連施設

- 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）。
- 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) **【建設中】**

原子力規制委員会へ申請中 (2014年12月申請)
※2023年後半に工事終了予定

使用済燃料中間貯蔵施設
建設地 (リサイクル燃料貯蔵株)

原子力規制委員会へ申請中 (2014年1月申請)



2010年 工事開始
2018年後半 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)

原子力規制委員会へ申請 (2014年1月申請)



2010年 工事開始
2022年度上期 竣工予定

東通原子力発電所
東北電力(株) 1号機
東京電力(株) 1号機 **【建設中】**

核燃料サイクル施設 (日本原燃株)

再処理工場

原子力規制委員会へ申請中 (2014年1月申請)



1993年 工事開始
2021年度上期 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



1992年 工事開始
1995年 操業開始

※ウラン濃縮工場は、2017年5月に新規規制基準に係る事業変更が許可され、9月12日より新規規制基準対応工事等のため生産運転を一時停止中。高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターについては、原子力規制委員会へ申請中であるものの、経過措置により、操業中。

六ヶ所再処理工場等の現状と今後

<安全総点検>

- 日本原燃（株）は、再処理工場の非常用電源建屋への雨水侵入、ウラン濃縮工場の分析室排気ダクトの腐食問題（いずれも2017年8月）により、2017年10月に原子力規制委員会から保安規定違反の認定をされたことを受け、**自主的に全設備の安全点検を実施中**。これに伴い、原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査を一時中断。

<竣工時期の変更>

- 日本原燃（株）は、2017年12月、新規制基準への対応に伴う安全対策工事の増加など、**一層の安全性向上の観点から、六ヶ所再処理工場の竣工時期を変更**（「延期時期未定」含め24回）。同様の理由でMOX燃料加工工場の竣工時期も変更。

	従来		変更後
再処理工場	2018年度上期	➡	2021年度上期
MOX燃料加工工場	2019年度上期	➡	2022年度上期

<再処理等事業費の変更>

- 再処理等事業費については、**新規制基準対応等の安全対策をより一層充実させるための費用を織り込み**、使用済燃料再処理機構の外部有識者等から構成される運営委員会で精査し決定（約12.6兆円⇒約13.9兆円）。

<今後の取組>

- 安全確保を最優先に、まずは、日本原燃（株）が**安全管理や安全審査にしっかりと対応し、竣工に向けて着実に取り組むことが重要**。
- また、竣工・稼働した後も、事業者自らがさらなる安全性の向上等に努めていくことが重要。
- こうした観点から、**経済産業省としても日本原燃（株）を引き続き指導**。

プルトニウムの適切な管理・利用

- 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。
- 具体的には、
 - ①核不拡散条約に基づき、**IAEAの厳格な保障措置を受け入れ**。
 - ②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**。
 - ③再処理等拠出金法に基づき、使用済燃料再処理機構が再処理量やMOX加工量等を記載した実施計画を策定し、原子力委員会の意見も聴きつつ経済産業大臣が認可。
これにより**経済産業大臣がプルトニウムの回収量をコントロール**。
といった仕組みの下、プルトニウムの適切な管理と利用を図っていく。

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（平成17年法律第48号）

第四十五条 機構は（略）使用済燃料の再処理等の実施に関する中期的な計画を定め、経済産業大臣の認可を受けなければならない。（略）

- 2 経済産業大臣は、（略）実施中期計画が次の各号のいずれにも適合していると認めるときでなければ、同項の認可をしてはならない。
- 一 当該使用済燃料再処理等実施中期計画に係る使用済燃料の再処理等が適切かつ確実に実施されると見込まれるものであること。
 - 二 当該使用済燃料再処理等実施中期計画の内容がこの法律及びこの法律に基づく命令その他関係法令に違反するものでないこと。

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施行規則（平成17年経済産業省令第82号）

第十二条 （略）次に掲げる事項を記載した使用済燃料再処理等実施中期計画及びその記載内容を証する資料を添付して、経済産業大臣に提出しなければならない。

- 一 再処理の実施時期、実施場所及び再処理を行う使用済燃料の量
- 二 再処理関連加工の実施時期、実施場所及び再処理関連加工を行うプルトニウムの量
- 三 その他再処理等の実施に関すること

原子力発電における使用済核燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律の一部を改正する法律案に対する附帯決議（参議院）

- 三 （略）使用済燃料再処理機構が策定する再処理事業の実施中期計画を認可する際には、この原則（「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則）に反する実施中期計画は認可しないものとするとともに、原子力の平和利用やプルトニウムの需給バランス確保の観点から、原子力委員会の意見を聴き、その意見を十分に斟酌して認可の適否を判断すること。（略）

※衆議院も同様の付帯決議

我が国のプルトニウム保管状況（平成28年末時点）

- プルサーマルの実施等により、**平成27年末時点に比べ約1トン減少**。

（内閣府「我が国のプルトニウム管理状況」（平成29年8月1日）を基に作成）

	保管場所		プルトニウム量（トン） ※1			
電力	国内	六ヶ所	3.6 (2.3)	5.2 (3.4)	42.3 (27.9)	46.9 (31.1)
		各原子力 発電所	1.6 (1.1)			
	国外	仏国	16.2 (10.5)	37.1 (24.5)		
		英国	20.8 (14.0)			
JAEA等	国内		4.6 (3.2)			

※1 括弧内は核分裂性（核分裂を起こしやすい）プルトニウムの質量。 13

プルサーマルによるプルトニウム利用

- 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28年3月時点で、16～18基での実施を計画。
- **高浜3,4号機、伊方3号機でプルサーマルを実施**。その他にも、電気事業者がプルサーマル実施を計画する原発のうち、**7基が原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査を受けている**。
- 今後、電気事業者は、原子力発電所の再稼動時期や、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、同工場の竣工までに、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。

※東京電力は、3～4基でプルサーマルの実施を目指している。

日本原子力発電 **【申請済】**
敦賀2号機（福井県敦賀市）

北海道電力 **【申請済】**
泊3号機（北海道泊村）

〈凡例〉
MOX：ウラン・プルトニウム
混合酸化物

関西電力
大飯（1～2基）（福井県おおい町）

北陸電力
志賀1号機（石川県志賀町）

電源開発 **【申請済】**
大間（青森県大間町）（建設中）

関西電力 **【申請済】**
高浜3号機（福井県高浜町）

東北電力
女川3号機（宮城県女川町、石巻市）

関西電力 **【申請済】**
高浜4号機（福井県高浜町）

東京電力福島第一3号機は、2010年10月からプルサーマルを実施したが、2011年東北地方太平洋沖地震により停止。5月20日に東京電力は3号機の廃止を公表。

中国電力 **【申請済】**
島根2号機（島根県松江市）

日本原子力発電 **【申請済】**
東海第二（茨城県東海村）

九州電力 **【申請済】**
玄海3号機（佐賀県玄海町）

四国電力 **【申請済】**
伊方3号機（愛媛県伊方町）

中部電力 **【申請済】**
浜岡4号機（静岡県御前崎市）

【申請済】：事業者が原子力規制委員会に新規制基準への適合性確認を申請済（10基：2017年6月末現在）

※ **■** は、これまでにプルサーマルの実績がある原発。

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

使用済燃料対策について

- 原子力発電の使用済燃料は全国の各サイトで約15,000トン进行貯蔵しているが、貯蔵場所がかなり逼迫している原発が存在。再稼働や廃炉の進展、六ヶ所再処理工場やむつ中間貯蔵施設の竣工の遅れ等により、**使用済燃料対策の重要性は一層高まっており、解決すべき喫緊の課題。**
- 平成27年10月の最終処分関係閣僚会議において、「使用済燃料対策に関するアクションプラン」を策定。本プランに基づいて、**乾式貯蔵の導入促進など使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた取組を加速する（2020年頃に4,000トン程度、2030年頃に6,000トン程度）。**
※東京電力と日本原電がリサイクル燃料備蓄センター（RFS）で3,000トン、中部電力が敷地内乾式貯蔵施設で400トン、関西電力が福井県外中間貯蔵施設で2,000トン、四国電力が敷地内乾式貯蔵施設の検討等
- 平成29年10月24日に、政府と事業者による協議会（第3回）を実施。同協議会において、**世耕経済産業大臣から原子力事業者に対し、①使用済燃料対策の一層の強化とともに、②個社の対応のみならず、各社がより連携・協力して取組を加速するよう要請。**

※使用済MOX燃料の処理についても、引き続き研究開発に取り組みつつ、検討を進めることが重要。

使用済燃料対策に関するアクションプランと対応

- (1) 政府と事業者の協議会を設置（平成27年11月）
→ 第1回：H27.11.20、第2回：H28.10.20、第3回：H29.10.24
- (2) 「使用済燃料対策推進計画」の策定を要請
→ 上記協議会において策定し毎年フォローアップ
- (3) 交付金制度の見直しによる自治体支援の拡充（乾式貯蔵施設への重点支援）
→ 平成28年4月に見直した交付規則を施行 等

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

(参考) 各原子力発電所における使用済燃料貯蔵状況

(2017年12月末時点)【単位：トンU】

発電所名		使用済燃料貯蔵量	管理容量
北海道	泊	400	1,020
東北	女川	420	790
	東通	100	440
東京	福島第一	2,130	2,260
	福島第二	1,120	1,360
	柏崎刈羽	2,370	2,910
中部	浜岡	1,130	1,300
北陸	志賀	150	690
関西	美浜	470	760
	高浜	1,220	1,730
	大飯	1,420	2,020
中国	島根	460	680
四国	伊方	670	1,020
九州	玄海	900	1,130
	川内	930	1,290
原電	敦賀	630	910
	東海第二	370	440
合計		14,900	20,740

※六ヶ所再処理工場の使用済燃料貯蔵量：2,968トンU（最大貯蔵能力：3,000トンU）

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

我が国における高速炉サイクル開発の経緯（1/2）

- 我が国の高速炉開発では、**実験炉、原型炉、実証炉とステップアップを図りつつ、実用化を目指す**方針が採用された。

原子力黎明期の方針

- ◆ 1961年「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」（原子力長計）
 - 「高速炉サイクル実現を最終目標としつつ、暫定措置としてプルサーマル推進」との方針確立
 - 技術開発は、実験炉⇒原型炉⇒実証炉⇒商用炉の順で段階的に推進
- ◆ 1966年「動力炉開発の基本方針」を決定（原子力委員会）
 - ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（MOX燃料）を用いるナトリウム冷却高速増殖炉（SFR）を自主技術で開発
 - その課題解決のために実験炉及び原型炉を建設
- ◆ 1967年 高速増殖炉開発を一元的に行うため、動力炉・核燃料開発事業団を設立

実験炉

原型炉

実証炉

商用炉

1977年初臨界

常陽

(茨城県大洗町)

1994年初臨界

もんじゅ

(福井県敦賀市)

1961年 原子力長計

1967年 原子力長計

我が国における高速炉サイクル開発の経緯（2/2）

- 実証炉の開発では、1999年までは**電気事業者が主体**、それ以降は開発当事者（METI、MEXT、電気事業者、日本電気工業会、JAEA）による**5者協議会により開発体制を整備し、JAEAを中心として開発**を進めてきた。

実証炉に向けた具体的検討の経緯

- 電気事業者が中心となって実証炉開発（1985～1999年）
 - ・ 1985年 日本原子力発電(株)を実証炉の建設・運転主体に決定
 - ・ 電気出力 66万kW、トップエントリーループ型SFR
- 高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究(FS)フェーズⅠ（1999～2001年）
 - ・ 将来の有望な実用化候補となる高速炉の絞り込み
 - ・ **ループ型SFR**、鉛ビスマス冷却炉、ガス冷却炉、水冷却炉、小型炉
- FSフェーズⅡ（2001～2006年）
 - ・ 実用化候補概念の更なる絞り込み
 - ・ **電気出力 150万kW、ループ型SFR（MOX燃料）**、（副概念：金属燃料）
- 目標時期を特定（2005～2006年 原子力政策大綱等）
 - ・ 「**実証炉の2025年頃までの実現**」、「2050年頃からの商業ベースでの導入」
- 高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCT)フェーズⅠ（2006～2011年）
 - ・ 実証炉の規模等を具体化
 - ・ **実証炉は電気出力 75万kW級1基建設**、採用すべき具体的な技術（プラント概念）も検討

東電福島事故を契機とした高速炉サイクル研究開発の変遷

- 1F事故後は、**FaCTプロジェクトを中断**し、エネルギー基本計画（2014年）に沿って、**国際協力を推進しつつ**高速炉サイクル研究開発を進めている。

- ◆ 高速増殖炉サイクル実用化研究開発(**FaCT**)**フェーズ I 成果取りまとめ（2011年3月末）**
- ◆ エネルギー・原子力政策の見直しを踏まえ、**FaCTフェーズ II への移行を見送り（2011年）**
- ◆ エネルギー基本計画（2014年4月）を踏まえ、**高速増殖炉/高速炉の安全性強化、廃棄物の減容・有害度低減**を目指した研究開発、**米国や仏国等との国際協力**を推進

▼ 2011年3月11日（東日本大震災）

2006

2010

2015

エネルギー基本計画（2014年4月）

※ FaCTフェーズ II 移行は見送り

◆ 高速増殖炉サイクル実用化研究開発（FaCT）

フェーズ I (2006-2010)

革新技术の採用可否判断

フェーズ II (2011-2015)

- 革新技术成立性見極め
- 実証炉・実用炉概念設計

◆ 「もんじゅ」における研究開発

炉心確認試験

「もんじゅ性能試験」

高速炉の安全性強化

廃棄物の減容・有害度低減

米国や仏国等との国際協力

<原子力関係閣僚会議決定（平成28年12月21日）>

高速炉開発の方針

- ✓ エネ基に基づき、核燃料サイクル推進を堅持
- ✓ 高速炉開発の4つの原則
 - ・国内資産の活用
 - ・世界最先端の知見の吸収
 - ・コスト効率性の追求
 - ・責任体制の確立
- ✓ もんじゅ再開で得られる知見は「新たな方策」で入手
- ✓ **2018年中を目途にロードマップを策定**し、開発工程を具体化

高速炉開発会議の下に新たに設置された

「戦略ワーキンググループ」において、

ロードマップ策定に向けた議論を開始。

(平成29年3月に第1回会合を開催し、

平成30年3月までに8回開催。)

「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針

- ✓ 「もんじゅ」の意義、これまでの経緯と現状
- ✓ これまでに様々な技術的成果や知見を獲得
- ✓ 再開で得られる知見を「新たな方策」で入手する方針、また、時間的・経済的コストの増大、運営主体等の不確実性等を踏まえ、「もんじゅ」の原子炉としての再開は行わない
- ✓ **廃止措置を安全かつ着実に実施**
- ✓ 今後、**高速炉開発、原子力研究・人材育成の拠点**として位置付け

福井県や敦賀市からの要望も踏まえながら、

○**廃止措置体制の構築**

- ・内閣官房副長官をチーム長とする**「もんじゅ」廃止措置推進チーム**を設置（平成29年5月）、**「『もんじゅ』の廃止措置に関する基本方針」**を取りまとめ（平成29年6月）。

→原子力規制委員会に対して「もんじゅ」の廃止措置計画の認可を申請（平成29年12月）

○**原子力研究・人材育成拠点、地域振興**

の具体化に取り組んでいるところ。

戦略ワーキンググループの開催状況

- 平成28年12月21日の原子力関係閣僚会議において決定された「**高速炉開発の方針**」では、開発方針を具体化するため、**今後10年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」**を策定することとされた。
- 本ロードマップについては、高速炉開発会議の下に新たに設置された「**戦略ワーキンググループ**」において検討し、**2018年を目途に策定**することを目指している。

開催実績

第1回 (3/30)	検討体制、今後の検討事項 など
第2回 (6/15)	有識者 (近藤NUMO理事長・山口東大院教授) からのヒアリング
第3回 (7/4)	有識者 (マグウッド OECD/NEA 事務局長) からのヒアリング
第4回 (9/14)	有識者 (ヤン・ホニー 中国原子能科学研究院 (CIAE) 原子炉工学技術部長) からのヒアリング
第5回 (10/31)	JAEAからのヒアリング (ロシア・インドの高速炉開発の状況について)
第6回 (12/6)	有識者 (笠原東大院教授) からのヒアリング
第7回 (12/19)	有識者 (可児東海大客員教授) からのヒアリング
第8回 (3/1)	有識者 (ジョン・ヘルツェク 米国エネルギー省 (DOE) 次官補代理) からのヒアリング

メンバー (平成30年3月時点)

村瀬 佳史	経済産業省 資源エネルギー庁電力ガス事業部長
増子 宏	文部科学省 大臣官房審議官 (研究開発局担当)
門上 英	三菱重工業株式会社 原子力事業部長
豊松 秀己	電気事業連合会 原子力開発対策委員長
田口 康	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 副理事長

(参考) 戦略ワーキンググループにおけるヒアリング内容の概要 (国内)

近藤NUMO理事長・山口東大院教授 (6/15 第2回)

- 高速炉のロードマップの策定にあたっては、大学間の協力・連携を促進するプログラムを策定することが必要。
- 高速炉開発のミッションを、関係者で共有することが必要。これまでの研究開発の蓄積や福島事故の教訓など、様々な素材を活用すべき。
- ミッションの発信が必要なのはもちろん、ミッションをどう定めるかがまず重要。新しい環境の中で、どのような性格のものが実現可能で、どのような役割を期待するか、そのような議論を丁寧に積み上げていくべき。

笠原東大院教授 (12/6 第6回)

- 世界の需要、あるいは日本の許容度、ニーズを見ながら様々なオプションを検討し、その中から有望なものを選んでいくという構えが良いのではないか。
- ミッションについては、誰かから与えられるというのではなく、国民の受容性が大事。関係者が自ら発信することが重要で、国民にわかりやすいロードマップを示すことがその方法の1つ。
- 高速炉は新しい技術であるため、規制側・開発側の両者が学ぶ必要がある。あるところまでは、協力して学ぶことが必要ではないか。

可児東海大客員教授 (12/19 第7回)

- 高速炉の開発においては、人材含めリソースが少なすぎる状況。規制と開発に別れるのではなく、DOEとNRCのように、有すべき重要な技術や情報のデータベースを策定して、共有を図っていく計画をたてるべき。
- 高速炉の一般設計基準を策定する際は、規制側が一方的に策定するのではなく、開発側も一緒に議論する対話の場が必要。

(参考) 戦略ワーキンググループにおけるヒアリング内容の概要 (海外)

マグウッド OECD/NEA 事務局長 (2017年 7/4 第3回)

- 高速炉の分野では、各国が単独で研究開発を行うリソースは無く、各国が合意・分担をして、高速炉の技術を追及していく体制を考えたい。
- 技術を維持するための国際協力も、各国の考え方がバラバラだとよくいかない。今後の戦略を海外含め関係者間でしっかりと共有することが重要。

ヤン・ホンイー 中国原子能科学研究院 (CIAE) 原子炉工学技術部長 (2017年 9/14 第4回)

- 長期的なエネルギー供給の確保とウラン資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容という観点から、高速炉開発を推進。
- 主要装備は国産を主な戦略としている。今後国産を主として、海外協力を行っていくスタンス。
- 第4世代炉内の開発の優先順位は現時点で決まっておらず、それぞれの炉の研究開発を同時並行で行っている状況。

ロシア・インドの高速炉開発の状況 (2017年 10/31 第5回・JAEAからのヒアリング)

【ロシア】

- エネルギー供給を確保し、天然ウランと使用済燃料利用効率を向上させるため、高速炉開発を原子力の最重要課題に位置付け。
- 原子炉容器をコンパクトにすることで、高速炉の発電コストを低減させることを目指している。

【インド】

- 急速な経済成長と人口増加によるエネルギー不足と、環境汚染問題に対応するため、原子力を積極的に利用する方針。
- 高速炉開発は、インドにおける三段階からなる原子力開発計画の第二段階にあたり、現在、これに向けた開発を加速中。

ヘルツェック 米国エネルギー省 (DOE) 次官補代理 (2018年 3/1 第8回)

- 米国政府は、支援の対象とする民間の研究開発について、1つの技術だけに焦点をあてるのではなく、燃料や炉型、シミュレーション等様々な技術に焦点を当てている。
- 大学の役割として重要なことの1つは、コンピューターシミュレーションの検証を行うこと。学生にただシミュレーションをさせるだけではなく、現実を見せながら実際に設計をさせることが教育面で重要。

ASTRIDについて

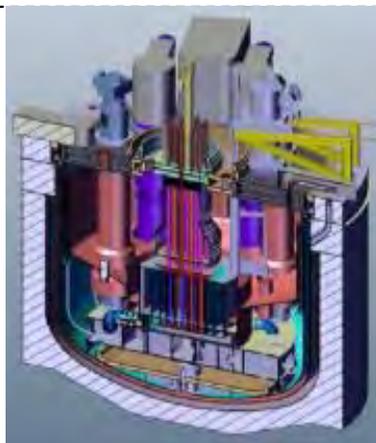
- 仏国の第4世代ナトリウム冷却高速炉の実証炉。以下の実証を目的とする。
 - ①革新技術の採用による**第4世代炉としての高い安全性・信頼性の実現**
 - ②長寿命核種の効率的な燃焼（核変換）による**放射性廃棄物の減容・有害度低減**
- 2014年5月、安倍総理訪仏の際に、研究を実施する主体や協力期間、意思決定の枠組みなどを規定する取決めに署名。**2019年末まで協力を行うことが合意**されている。
- 2017年3月の**日仏大臣意図表明文書により、協力深化に向けた議論を開始**すること、2018年末までに当該議論を終える努力をすること、が合意された。

【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
- 多様化された炉心冷却系
- 発電系にガスタービンの採用を検討



【協力項目】

1. 研究開発（26タスク）
 - 燃料、シビアアクシデント、原子炉技術に関する試験・解析等の協力を実施中
2. 設計（3タスク → 9タスク）
 - 2014年度以降、崩壊熱除去系、炉停止系、免震システムを一部分担
 - 2016年度より、プラント熱流動、原子炉容器、コアキャッチャー等を追加。

【スケジュール】



- 基本設計の終了後、数年間の調整期間を設け、詳細設計・建設に向けて設計の調整を行う見込み。

世界の高速炉開発の動向

	実験炉	原型炉	実証炉	商用炉
日本	1977年初臨界 (常陽) ループ型 / 14万kW (熱出力)	1994年初臨界 (もんじゅ) ループ型 / 28万kW		
ロシア	1958年初臨界 ループ型 / 0.8万kW (熱出力)	1968年初臨界 ループ型 / 1.2万kW	1972年初臨界 ループ型 / 15万kW	
		1980年初臨界 タンク型 / 60万kW	2014年初臨界 タンク型 / 88万kW	2030年頃 タンク型 / 122万kW
中国	2010年初臨界 タンク型 / 2万kW		2025年頃 タンク型 / 60万kW	2030年頃 タンク型
インド	1985年初臨界 ループ型 / 1.3万kW	2018年初臨界予定 タンク型 / 50万kW	2025年頃 タンク型 / 60万kW	
仏国	1967年初臨界 ループ型 / 4万kW (熱出力)	1973年初臨界 タンク型 / 25万kW	1985年臨界 タンク型 / 124万kW ※1998年に廃止決定済	
			2030年代 (ASTRID) タンク型 / 60万kW	(平成30年2月時点)

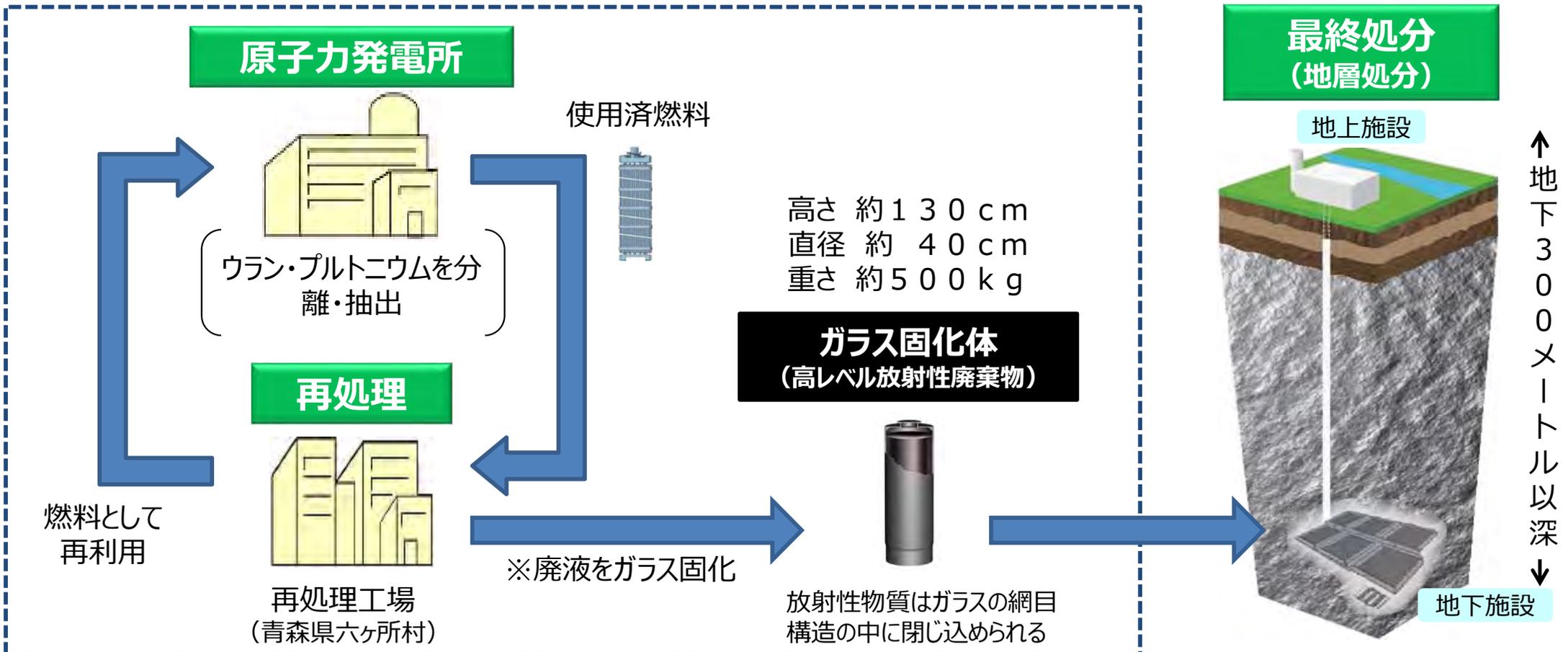
(注)

- ・アメリカは、多くの実験炉の開発・運転経験を保持。核不拡散政策の変更により1977年に原型炉の建設を無期延期したが、研究開発は継続。
- ・イギリスは、実験炉・原型炉の運転経験があるが、北海油田の発見等を背景に計画を中止。ただし、将来的には高速炉サイクルへの移行が必要としている。
- ・ドイツは、実験炉の運転経験があるが、原型炉の建設中に、政策議論や財政難のため中止。
- ・韓国は近年活発に研究開発を実施。2028年に原型炉を建設予定。

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

高レベル放射性廃棄物と地層処分

- 原子力発電の運転に伴い、放射能濃度の高い使用済燃料が発生。
 - 使用済燃料は、再処理してウランやプルトニウムを燃料として再利用(核燃料サイクル)
 - 後に残る廃液は、ガラス原料と高温で溶かし合わせて固化(ガラス固化体)
 - 地下深部の安定した岩盤に埋設し、人間の生活環境から隔離(地層処分)
- 日本で保管中の使用済燃料:約18,000トン(2017年12月末時点)(ガラス固化体:約25,000本相当)



地層処分の基本的な考え方は世界的に共有

- **高レベル放射性廃棄物の最終処分**は、原子力を利用してきた**全ての国に共通した課題**。
- **地層処分が最も適切であるという基本的な考え方**は、国際的な長い議論を経て、**各国で共有**されている。

各国共通の考え方

- ・高レベル放射性廃棄物は、放射能の低減に極めて長い期間を要するので、**人間が管理し続けることは困難**である。
- ・将来の世代に管理負担を残さないよう、**現世代の責任で解決の道筋をつける**べきである。
- ・そのためには、これを人間の生活環境から**長い期間にわたって適切に隔離する**必要がある。
- ・隔離の方法としては、**地下深くの安定した岩盤に埋設する「地層処分」が最適**であり、他の有効な方法は現時点で見当たらない。

諸外国でも地層処分が採用されています



フィンランド



スウェーデン



フランス



ドイツ



スイス



イギリス



カナダ



アメリカ

最終処分に関する諸外国の状況

調査段階前

文献調査

概要調査
〔ボーリング調査等〕

精密調査
〔地下調査施設
による調査〕

処分地選定済



ドイツ



日本



スイス



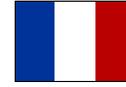
英国



米国



カナダ



フランス
(ビュール近傍)



スウェーデン
(フォルスマルク)
※安全審査中



フィンランド
(オルキオト)
※建設開始済

フランス (ビュール地下研究所近傍)
詳細調査を実施中の候補サイト



(出典: ANDRA)



スウェーデン (フォルスマルク)
最終処分場建設予定地



(出典: SKB社 (イメージ図))

フィンランド (オルキオト)
最終処分場建設予定地



(出典: Posiva社)

- 科学的特性マップの提示は、最終処分の実現に向けた**長い道のりの最初の一步**。
- **提示を契機に**、関係府省の連携の下、国民理解・地域理解を深めていくための**取組を一層強化**し、**複数の地域に処分地選定調査を受け入れて頂くことを目指す**。

科学的特性マップの提示

提示を
きっかけに

国民理解・地域理解を
深めていくための取組
(→詳細次頁)

マップを活用した
全国各地での説明会



国民や地域の声
を踏まえつつ

- 地域特性を踏まえた重点的活動
- 地域の検討を社会全体で支える環境づくり
- 研究開発の推進強化
- 国際的な連携、貢献

等

国民理解・
地域理解
の深まり

複数の地域に
調査を受け入
れて頂くこと
を目指す

法律に基づく
処分地選定調査

地域理解を得た上で
NUMOが調査(20年程度)



文献調査



概要調査
(ボーリング調査等)



精密調査
(地下施設で詳細調査)

最終処分地の選定

<現状・課題>

地域対応・国民理解

- これまでは、全国一律の一般的説明
- 受入地域への支援など社会的側面の議論はこれから
- 使用済燃料対策の重要性、関心の高まり

研究開発

- 日本原子力研究開発機構（JAEA）に長年の蓄積
- NUMOの役割がより重要に

国際協力

- 各国とも相互に学びながら取組
- 日本の取組には世界も関心

地域特性を踏まえた重点的活動

- 原子力発電環境整備機構（NUMO）は、地域特性を踏まえ、**「グリーン沿岸部」を中心とした重点的な対話活動**にきめ細かく取り組む。発生者としての**基本的責任を有する事業者**は、NUMOの活動を全力で支えつつ、**自らも主体的に取り組む**。

地域の検討を社会全体で支える環境づくり

- 国は、**大都市部を含めた全国的な対話活動、自治体への緊密な情報提供や地域支援のあり方に関する検討**などに取り組み、地域における検討が着実に進められる環境を整える。

使用済燃料対策強化との一体的な取組み

- 最終処分対策とともに**使用済燃料の貯蔵対策についての対話活動を一体的に進め、バックエンド全体の柔軟性確保に向けて国民理解・地域理解を得ていく**。

研究開発の推進と体制強化

- NUMOとJAEA等の関係研究機関との連携強化やこれまでの研究開発成果の継承等を図り、**事業実施に必要な技術マネジメント能力の向上や現場経験を通じた人材育成**などを促進する。

各国共通課題の解決に向けた国際的な連携、貢献

- **各国から学ぶとともに、我が国の技術や経験を国際社会に積極的に提供**するなど、国際的な連携を強化し、日本の取組を通じて世界にも貢献していく。

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

全国シンポジウム及び自治体説明会の開催

- 地層処分の必要性や、科学的特性マップ提示の趣旨や提示後の対話活動の進め方などについて広くお伝えし、全国の皆さまにご意見を伺うため、**全国シンポジウムや自治体の方々を対象とした説明会を継続して開催。**

全国シンポジウム

自治体説明会

(地域ブロック毎に開催)

(都道府県毎に開催)

【2015年5～6月】

○主テーマ：
 ・地層処分の必要性
 ・基本方針改定の背景・内容
 ○開催場所：
 ・札幌・仙台・東京・富山・名古屋・大阪・広島・高松・福岡の9都市

【2015年10月】

○主テーマ：
 ・処分地の適性
 ・段階的な選定の進め方
 ○開催場所：
 ・札幌・新潟・東京・金沢・名古屋・大阪・岡山・高松・熊本の9都市

【2016年5～6月】

○主テーマ：
 ・科学的有望地の位置付け・検討状況
 ・提示後の対話活動の進め方
 ○開催場所：
 ・札幌・秋田・東京・福井・名古屋・大阪・松江・高松・大分の9都市

【2017年5～6月】

○主テーマ：
 ・科学的特性マップ提示の趣旨
 ・提示後の対話活動の進め方
 ○開催場所：
 ・札幌・仙台・東京・富山・名古屋・大阪・広島・高松・福岡の9都市

○主テーマ：上記に同じ

○上記内容について、各自治体に関連資料等を情報提供

○主テーマ：
 ・エネルギーミックスと原子力の位置付け
 ・核燃料サイクル政策の現状
 ・最終処分について（全国シンポジウムと同内容）

○主テーマ：
 ・エネルギーミックスと原子力の位置付け
 ・核燃料サイクル政策の現状
 ・最終処分について（全国シンポジウムと同内容）

※自治体説明会の開催については、総務省及び全国知事会、全国市長会、全国町村会等の協力を得て、自治体に周知。

科学的特性マップ公表に対する反応

- 「科学的特性マップ」公表前より、シンポジウム等でマップの位置づけ等について丁寧に説明。また、経済産業大臣より全自治体首長宛てに、マップの位置づけ等に関する書簡発出。
(マップの位置づけ)
 - **マップは地域の科学的特性を客観的に示すものであり、国民理解を深めて頂くためのもの。**
 - **処分場の受入れ判断を求めるようなものではない。**
- これらの取組を通じて、マップ公表後は、総じて冷静に受け止めて頂いている。

主な反応

<メディア>

- 国が前に出て動き出したことは前進。
- 今後は、安全性や地域メリットなど、一歩ずつ丁寧に取り組むことが大切。
- 受入れを自治体に性急に迫るものではないことを理解しつつも、前向きで冷静な議論が深まることを期待。
- いつまでも先送りにはできないものの、信頼回復には政策の抜本的見直しが必要。
- 原発の賛否にかかわらず処分は必要であるものの、原子力政策の見直しも必要。

<自治体>

- これを機に、国が前面に立って、国民の理解促進に向けた取組を加速させて欲しい。
- 国が前面に立つとの姿勢の表れ。
- これを契機に建設的な議論が進むことを期待。
- 処分場所を決定するものではない。今後、提示の趣旨等について国が丁寧に説明することが重要。
- マップ提示をきっかけに、多くの国民が関心を持ち、国民的議論がなされることを期待。
- 原発立地で既に責任は果たしており、それ以上は受け入れられない。
- 県民の理解を得られていない現状では、県内に受け入れないという考えに変わりはない。
- 農業や観光への影響を考えると、受け入れはできない。37

科学的特性マップに関する意見交換会（概要）

- 「科学的特性マップ」が公表されたことを踏まえ、昨年10月より、「科学的特性マップに関する意見交換会」を開催。
※意見交換会の開催に先立ち、意見交換会での説明内容等について、9月19日～9月28日にかけて、自治体向けに事前説明を実施。
- 前述のマップの位置づけについては、引き続き丁寧に紹介しつつ、**マップを活用しながら、地層処分の仕組みや安全確保等について説明。**
- 地層処分の安全性等に関するご意見を頂いたが、マップの公表については、**「公表されて良かった」との前向きな反応が大勢。**

【開催実績】

開催日	都道府県	開催日	都道府県	開催日	都道府県	開催日	都道府県
10/17	東京都	11/1	奈良県	11/16	岩手県	12/6	宮崎県
10/18	栃木県	11/2	兵庫県	11/17	秋田県	12/7	長野県
10/19	群馬県	11/6	埼玉県	11/20	岡山県	12/8	山形県
10/24	静岡県	11/8	神奈川県	11/21	広島県	12/12	山口県
10/25	愛知県	11/10	山梨県	11/29	佐賀県	12/13	大分県
10/30	和歌山県	11/13	福岡県	11/30	長崎県	12/19	鹿児島県
10/31	大阪府	11/14	熊本県	12/5	三重県	12/20	宮崎県



(少人数テーブルトークの様様)

「科学的特性マップに関する意見交換会」における不適切な参加者募集事案

7/28 科学的特性マップ公表

10/17 「科学的特性マップに関する意見交換会」スタート

① 学生への謝金提供：

11/14 NUMO公表

- ・再委託先が事前の注意に反して学生に謝金提供を持ちかけ
- ・NUMOとして管理不十分、事案発生を深くお詫び

↓ 経産省から徹底調査を指示（学生ヒアリング等）

↓ 外部弁護士等の「調査チーム」にて調査

② 電力会社の参加：

● NUMO職員から東京電力関係者への参加要請の働きかけを問題とする外部からの指摘

↓ 12/20「調査チームの対象に追加」

12/27 NUMO調査結果（委託契約の管理や参加者の募集方法など、総じてNUMOのリスク管理に問題）及び提言（対話活動見直し・組織改革）とりまとめ・公表

↓ 経産省から、①再発防止の徹底、②対話活動の在り方の抜本的見直し、③信頼性確保に向けた組織改革を指示

1/30 NUMO再発防止策等に向けた今後の取組公表

①再発防止策の徹底

- ・説明会の手作り・直営実施、電力関係者の関係者席着席など説明会開催ルールの整備、組織横断的リスク管理のため理事長直轄のリスク管理室設置

②対話活動改革

- ・今後の対話活動への提言を行うため若手職員含む対話活動改革チーム設置、手作り・直営実施を基本とした対話型全国説明会を試行的に開催

⇒試行的開催の結果も踏まえ、今春以降、本格的に説明会を再開予定

⇒対話活動改革チーム提言及び試行的開催結果を踏まえ、NUMOの今後の対話活動全体に関するアクションプラン策定 39

対話型全国説明会の試行的実施

- NUMOがまとめた再発防止策を反映し、**手作り・直営実施を基本とした対話型全国説明会を試行的に開催。**
- 参加者の多様な関心やライフスタイルを踏まえ、時間帯は平日昼・夜、休日、会場は図書館、商業施設などで開催。電力関係者等の関係者席への着席徹底。

開催日時・場所

- 2月21日（水）午後 虎ノ門天徳ビル（貸会議室）
- 2月24日（土）午後 埼玉教育会館（公民館等）
- 2月25日（日）午後 多摩図書館（図書館）
- 3月1日（木）夜 神奈川産業振興センター（貸会議室）
- 3月4日（日）午後 イオンコンパス幕張会議室（商業施設）

いただいたご意見（一部）

- 原発をやめてこれ以上廃棄物を増やさないようにするべき。
- 再処理ありきの前提となっているが、再処理工場は稼働しておらず、核燃料サイクルは破綻しているのではないか。
- 若者謝金問題について、謝罪はあったが説明は不十分。
- 11月の学生謝金問題に関する報道を見て、こうした社会問題があることを知った。マップ上で自分の居住地が何色になっているのかを見て初めてもう少し地層処分を知ろうと思った。
- 使用済燃料が25,000本もあると知って怖くなった。それを地上におくよりは、地下に置く方が安全だと思う。
- 高レベル放射性廃棄物は絶対に処分が必要だからどういう方法が良いのか、を議論するのが建設的ではないか。反対だけで何も提案が無いというのではなく、全員で考えていかないといけない問題。
- 今日のような説明会、車座を1回だけで終わるのではなく、数か月毎に開催していただければと思う。



今後の取組方針（地域対応・国民理解）

- これまで廃棄物WGでは、科学的特性マップ公表後の国民的議論に向けて、以下を合意。

科学的有望地の提示に係る社会科学的観点の扱いについて（抜粋）（平成28年10月 放射性廃棄物WG）

地下環境等に関する地域の科学的な特性が全国マップの形で分かりやすく国民に提示されることによって、地球科学的・技術的な知見の共有が促進され、まずは地層処分の概念や実現可能性等に関する国民の関心や理解が深まることが期待される。その土台の上で、社会科学的観点も含めた国民的議論が進み、地層処分事業の実現に向けてより広範な国民の理解と協力が得られていくことが重要である。特に、住民の理解の下で受け入れていただける地域が現れ、そのことに広く国民から敬意や感謝の念が向けられるような関係を社会全体として構築する必要があることは、本WGでも繰り返し確認されてきたところである。

- また、第6回最終処分関係閣僚会議（平成29年7月）において、**マップ公表を契機に、国民理解・地域理解を深めていくための取組を一層強化**し、複数の地域に処分地選定調査を受け入れて頂くことを目指す方針が示された。
- これらを踏まえ、**まずはマップを活用しながら、全国的な理解が得られるよう一歩ずつ着実に取り組み、科学的・技術的な観点から地層処分の理解を進めつつ、将来的に複数地域に調査を受け入れて頂くことを目指す**ため、特に以下の点に注力していくことが重要。
 - ⇒「グリーン沿岸部」（マップ上の濃いグリーン）を中心に、NUMO・電気事業者が、地域社会との顔の見える重点的な対話活動を積み重ねるに当たっては、**マップを活用した地域の科学的特性に関する情報だけでなく、事業の具体的イメージ（地域のメリット・デメリットや将来像、建設・操業時のリスクや安全対策等）についても発信**
 - ⇒**様々な社会科学分野の研究成果を積極的に取り入れつつ、NUMOが、安全第一に事業を遂行する実施主体としての信頼だけでなく、地域との共生を目指すパートナーとしての信頼を獲得**

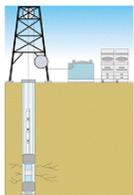
I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

研究開発に関する取組（研究開発の推進）

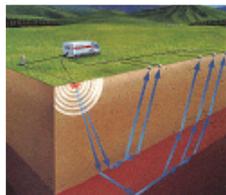
- 「地層処分研究開発調整会議」において、これまでの研究開発の成果をベースに、
 - ・ 科学的特性マップに係る議論
 - ・ 国民との対話活動
 - ・ 地層処分に係る最新の技術・知見を整理するNUMOの「包括的技術報告書」を踏まえ、次の5か年で取り組むべき研究開発テーマを検討中。

これまで
(平成8～17年度頃)

- 地上から地下環境を推定・評価する技術



ボーリング調査



物理探査 等

- 地下施設的设计・施工技术（地中）



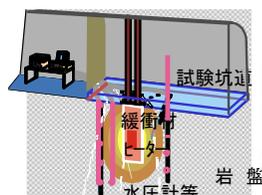
坑道掘削技術



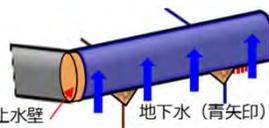
坑道壁面の地質観察 等

現在
(平成17年度頃～)

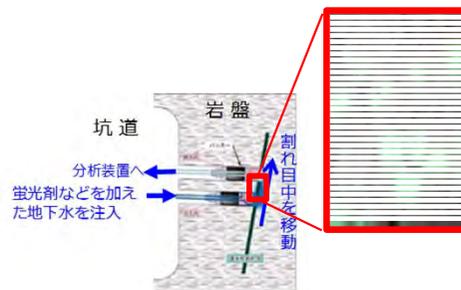
- 処分システム的设计・安全評価技術（地下深部）



人工バリアの性能確認



坑道の再冠水試験



岩盤中の物質移行 等

処分地選定調査に向けた技術基盤を確立

- ・ マップの議論
- ・ 「包括的技術報告書」(NUMO)
- ・ 対話活動の実施

次期全体計画
(平成30～34年度)

実測データの少ない沿岸部などに関するデータの拡充、優れた材料の活用など、より実践的な課題を解決するための研究開発を実施。

(参考) 次期全体計画の主な研究開発テーマ例

地質環境の選定およびモデル化	自然現象の影響	◆ 深部流体も含め、 <u>処分に適した地質環境</u> についてチェックする要素（火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食等）を評価する技術の精緻化
	地質環境の特性	◆ 地下深部における断層・割れ目の形状、地下水年代を活用した <u>地下水の動きの緩慢さ</u> を明らかにする研究
処分場の設計と工学技術	人工バリア	◆ 性能面や経済面に適した新たな人工バリア代替材料の技術的成立性の確認（例えば、炭素鋼・鋳鋼品・銅コーティングによるオーバーパック、カルシウム型ベントナイトによる緩衝材） ◆ バリアへの吸着性が低いTRU廃棄物特有の核種（ヨウ素や炭素）の閉じ込め性能をより高めるための研究開発
	地上・地下施設	◆ 埋め戻し後、 <u>坑道が水みちとなることを防止</u> するための止水プラグや埋め戻し材などの坑道のシーリング技術の整備
	回収可能性	◆ <u>回収の容易性</u> を踏まえた設計に関する研究 ◆ 坑道の開放に伴うバリア性能への影響評価（回収可能性）
	閉鎖前の安全性評価	◆ 廃棄体落下など <u>作業時のアクシデント</u> を考慮した分析評価
閉鎖後長期の安全性の評価	シナリオ構築	◆ 廃棄体・人工バリア・周辺岩盤の相互作用について、より現実的な状態を把握するための方法論の構築（保守側から精緻化へ）
	核種移行モデル整備	◆ シナリオで規定される処分場のふるまいを反映した現実的な核種移行モデルの整備（保守的モデルから現実的なモデルへ）
	データ整備	◆ 核種移行データベースの整備（特に、データが十分に整備されていない、 <u>高炭酸地下水環境、沿岸海底下</u> ）
直接処分等	◆ <u>処分概念や使用済燃料の多様性</u> に対応する調査研究	

研究開発に関する取組（人材の確保・育成）

- **地層処分に必要な技術や人材を確保・育成**することが、地層処分の実現に**不可欠**。
- 原子力業界を目指す学生は全体的に減少傾向。地層処分分野も例外ではない。
- 現場経験の豊富なJAEA等の**技術人材層を、将来のNUMOの処分事業の実施に向けて、維持・育成していくことが求められる。**

避けるべき将来

- ・地層処分の場所の確保
- ・地層処分に必要な技術や人材
(・地層処分以外の方法 ?)

最終的な対策として、
貯蔵保管から処分にいたる
道筋がない

目指すべき将来

- ・地層処分の場所の確保
- ・地層処分に必要な技術や人材
(・地層処分以外の方法 ?)

地層処分を実行できる
(貯蔵保管なども、考慮することが可能)

経済産業大臣フィンランド訪問概要

- 8月23～25日にかけて、経済産業大臣がフィンランドを訪問。
- フィンランドにおける高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の調査研究施設（いわゆる「オンカロ」）を視察するとともに、立地自治体の首長や関係閣僚と会談。
- **科学的な調査を綿密に実施し安全確保策を十分に検討していることや、丁寧なコミュニケーションを積み重ね、信頼関係を構築してきたことなどを確認した。**

大臣談話（8月24日）

- フィンランドにおける高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の調査研究施設（いわゆる「オンカロ」）及び建設状況を視察した。科学的な調査を綿密に実施し、安全確保策を十分に検討した上で、最新の工学技術を使って建設を進めていることについて、実際に現場を見て、直接話を伺うことができた。各国に先駆けて進むこのプロジェクトが着実に進み、最終処分の重要性や実現可能性が世界に示されていくことを期待する。
- あわせて、地元自治体のエウラヨキ市の市長やポシヴァ社副社長らとの意見交換を行った。国民理解、地域理解を得ていく上で、丁寧なコミュニケーションを積み重ね、信頼関係を構築していくことの重要性について、改めて確認することができた。
- 日本では先月、最終処分の実現に向けた長い道のりの最初の一步として、地層処分に関係する地域の科学的特性を客観的に示した「科学的特性マップ」を公表したところ。今後、これを契機に、我が国においても広く国民の皆さまの理解を深めていけるよう、フィンランドの経験にも学びつつ、丁寧なコミュニケーションをきめ細かく実施し、一歩ずつ着実に取り組んでいきたい。

技術協力（例）

- 平成29年10月、米国エネルギー省(DOE)との間で、既存の協力に対するコミットメント及びより包括的なパートナーシップの追求を引き続き希望することを文書で再確認。
- 特に放射性廃棄物管理に関する研究開発については、既存のワーキンググループの下での協力の重要性を認識するとともに、さらに強化する意図を表明。

知見の提供（例）

- 平成29年7月に科学的特性マップを提示した後、
 - 処分事業の安全性について参加国・地域間で情報交換を行っているOECD/NEA放射性廃棄物管理委員会(RWMC)傘下のIGSCの会合
 - 原子力エネルギーに関する日仏委員会
 - 東アジア地域の放射性廃棄物管理に関わる研究機関が中心となって相互協力の促進のため設立されたEAFORM国際会議（東アジア放射性廃棄物管理フォーラム、East Asia Forum on Radwaste Management Conference）
- 等の機会をとらえ、マップの提示とその後の動きについて国際的に情報発信。

今後の取組方針（研究開発、国際協力）

（研究開発）

- 技術的な信頼性を更に向上し、安心の醸成につなげることが必要。
 - ⇒ **事業実現に向け、実施主体(NUMO)のニーズを踏まえた研究開発計画**を作成し、着実に研究開発を推進
 - ⇒ **規制・推進双方の視点で国内外の機関に研究開発成果への意見を求め**、当該意見を踏まえて計画を適切に見直し
- 技術・知識を継承・発展させ、事業を担う人材や研究の基盤を我が国として長期にわたり確保し、**将来の地層処分事業の実現に向けて人材を育成**することが必要。
 - ⇒ JAEA等の研究機関に蓄積された長年の**研究成果・人材の継承・発展**
 - ⇒ **学生など若年層が地層処分分野での活躍に期待が持てる環境作り**

（国際協力）

- 最終処分は、原子力エネルギーを利用する**各国共通の課題**。その解決に向けて各国と協力して進めることは世界的にも有益。
 - ⇒ **他国の事例から日本の対話のあり方を検討・実践**し、その結果を**各国にフィードバック**
 - ⇒ **国内外の研究の基盤を有効に活用**し、各国と協力して**技術を向上するとともに人材を育成**

I.	全体像と取組状況	p2
II.	核燃料サイクル	
(i)	核燃料サイクル政策の方向性・全体像	p4
(ii)	軽水炉サイクル	p8
(iii)	使用済燃料対策	p15
(iv)	高速炉サイクル	p18
III.	最終処分に向けた取組	
(i)	取組の全体像	p28
(ii)	地域対応・国民理解に向けた取組	p35
(iii)	研究開発・国際協力	p42
IV.	廃炉	p49

原子力発電所の廃炉について

- **原子力依存度は可能な限り低減するという方針の下、廃炉の重要性は今後一層高まる見通し。**
- 現在、9基が規制機関による計画の認可を受け、廃炉を実施中。昨年12月には、新たに関西電力大飯原発1・2号機でも廃炉が決定された。

発電所 (事業者)	炉型	出力 (万kW)	運転開始	<「廃止措置計画」における期間>									
				1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	
東海 (日本原電)	GCR	17	1966.7	(2001年～2025年)		25年間							
浜岡1 (中部電力)	BWR	84	1976.3	(2009年～2036年)		28年間							
浜岡2 (中部電力)	BWR	84	1978.11	(2009年～2036年)		28年間							
敦賀1 (日本原電)	BWR	36	1970.3			(2017年～2040年)		24年間					
美浜1 (関西電力)	PWR	34	1970.11			(2017年～2046年)		30年間					
美浜2 (関西電力)	PWR	50	1972.7			(2017年～2046年)		30年間					
島根1 (中国電力)	BWR	46	1974.3			(2017年～2046年)		30年間					
伊方1 (四国電力)	PWR	57	1977.9			(2017年～2056年)		40年間					
玄海1 (九州電力)	PWR	56	1975.10			(2017年～2044年)		28年間					

廃炉の現状について

- 廃炉分野での競争力を獲得する観点から、**先行する海外企業と連携し、廃炉工程の最適化に関するノウハウを習得する国内企業の動きなどが出てきている**ところ。
- また、廃炉プラントを保有する事業者は、廃炉の一部工事を入札とするなど、**安全性確保を大前提としつつ、コスト効率性も重視**しつつある。
- 一方、廃炉の進捗状況は、震災前から実施している日本原電東海発電所及び中部電力浜岡原発1・2号機を除き、未だ解体準備の段階であり、実際の解体作業が始まるのは数年先となる見込み。**多くの事業者にとって、経験蓄積のための現場や人材育成の機会が限定的**。
- さらに、**廃炉工程で発生する低レベル放射性廃棄物の処分場は現在国内に存在せず**、各サイト内で保管されている状況。（※東海発電所サイト内において、L3処分の事業許可が申請中となっているところ。）

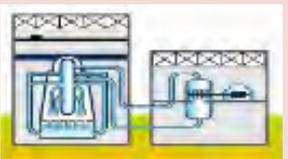
【廃炉の主な手順】

廃止措置計画の認可

敦賀1、美浜1・2
島根1、伊方1、玄海1

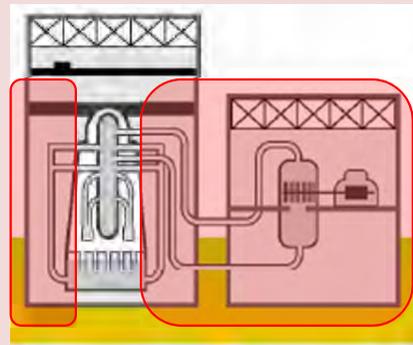


使用済燃料の搬出

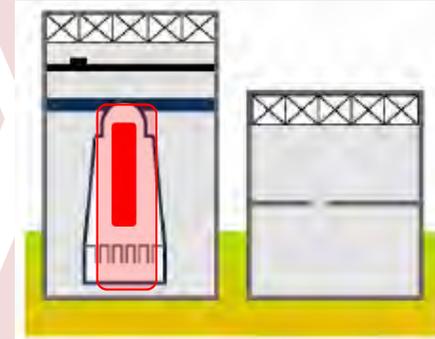


汚染状況調査、除染

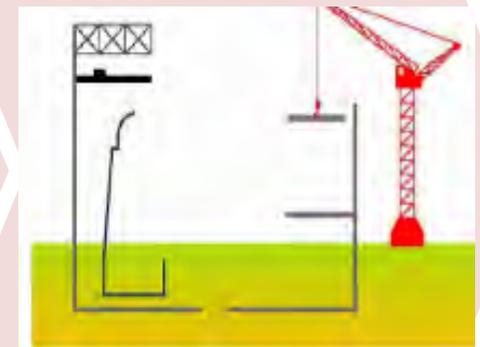
東海、浜岡1・2



周辺設備の解体



原子炉等の解体



建屋等の解体

原子炉等の安全貯蔵

廃止措置の今後の課題について

- 我が国でも今後廃炉が増加すると見込まれる中、**当初の計画どおりに着実に完遂することが極めて重要。**
- このため、先行する国内事業者や海外におけるベストプラクティスやノウハウを水平展開しつつ、**課題に応じた対策を早期に検討し、実行に移していくことが必要。**

【廃炉の最適化に向けた今後の課題イメージ】

事業者の問題意識

- ・ 廃炉は長期間かかるため、「喫緊の課題」という意識に乏しいのではないか。
- ・ 国内企業において、廃炉の専門部署・人材が不十分ではないか。

低レベル放射性廃棄物(LLW)の処理・処分

- ・ 事業者によるLLW処分場の確保に向けて着実な検討が必要ではないか。

リスクレベルに応じた安全対策

- ・ 進捗によりリスクが低下するため、段階毎のリスクレベルを適切に評価し、リスクに応じた安全対策の取組を促すことで、廃炉を促進させる取組が必要ではないか。

廃炉プロジェクト
マネジメント手法の習得

廃炉の現場を通じた
経験蓄積・人材育成

LLWの処理等の合理化

処分場確保に向けた着実な取組

グレーデッドアプローチの具体化

クリアランス制度の更なる定着

(参考) 米国における廃炉について

- 米国では、これまで **13基の廃炉を完了**。また、現在 **21基が廃炉を実施中**。
- 廃炉期間は、恒久停止から原則60年以内に終了させることが要求されており、ほとんどの原子炉は「**即時解体方式**」を採用。
- 近年では、**廃炉を専門に扱う企業が登場**。現在、解体撤去作業を実施中のザイオン1, 2号機は、**所有権が廃炉期間限定で、電力会社であるエクセロン社から、廃炉専門企業であるエナジー・ソリューションズ社（ES社）に移転**。ES社により廃炉が**実施**されている。

廃炉完了の事例
(メインヤンキー原発)



運転停止 (1996年)



廃止措置完了 (2005年)

ES社による廃炉事例
(ザイオン原発)

- 従来のエクセロン社の計画から **12~14年短縮**
- 作業と最終評価を **約8年で完了予定**
- **当初予算の70%で完了予定**

	エクセロン	ザイオン・ソリューションズ (※)
廃止措置 計画開始	2013年	2010年
廃止措置 作業開始	2015年	2010年
サイト復旧 完了	2032年	2020年 (計画当初) → 2018年

(※) ES社の子会社

(参考) 英国における廃炉について

- 英国では、マグノックス炉（黒鉛ガス炉）を中心に**30基が廃炉を実施中**。
- 英国における原子炉の廃炉は、**恒久停止から建屋解体までを約85年としている（「遅延解体方式」）**。
- **閉鎖した30基の原子炉は全て原子力廃止措置公社（NDA）が所有。廃炉もNDAの管理の下で実施**。

