

6-2 原子力発電所及び研究開発施設等の廃止措置

東電福島第一原発事故後、原子力発電所や研究開発機関、大学等の研究開発施設等のうち多くが廃止措置に移行することを決定しました。廃止措置は、安全を旨として計画的に進めるとともに、施設の解体や除染等により発生する放射性廃棄物の処理・処分と一体的に検討することが必要です。事業者や研究機関等は、廃止に伴う実施方針をあらかじめ公表するとともに、廃止が決定された施設については原子力規制委員会による廃止措置計画の認可を得て廃止措置を開始するなど、着実な取組を進めています。

(1) 廃止措置の概要と安全確保

① 廃止措置の概要

通常の実用発電用原子炉施設等の原子力施設の廃止措置では、まず、運転を終了した施設に存在する核燃料物質等を搬出し、核燃料物質による汚染の除去を行った後、設備を解体・撤去します。加えて、廃止措置で生じる放射性廃棄物は、放射能のレベルに応じて適切に処理・処分されます。

IAEA は、各国の廃止措置経験等に基づき、廃止措置の方式は「即時解体」と「遅延解体」の二つに分類されるとしています（表 6-1）。以前は「密閉管理」も廃止措置の方法の一つとされていましたが、現在では、廃止措置の方法の一つというよりも、事故を経験した原子力施設等の過酷な状況にある施設の例外的な措置と捉えられています⁷。

表 6-1 IAEA による廃止措置等の方式の分類

	方式	概要
廃止措置	即時解体	施設の無制限利用あるいは規制機関による制限付き利用ができるレベルまで、放射性汚染物を含む施設の機器、構造物、部材を撤去又は除染する方法。施設の操業を完全に停止した直後に、廃止措置を開始。
	遅延解体	安全貯蔵や安全格納とも呼ばれ、施設の無制限利用あるいは規制機関による制限付き利用ができるレベルまで、放射性汚染物質を含む施設の一部を処理又は保管しておく方法。一定期間後、必要に応じて除染して解体。
例外的な措置	密閉管理	長期間にわたり、放射性汚染物質を耐久性のある構造物に封入しておく方法。

(出典)IAEA 安全要件「GSR Part 6 Decommissioning of Facilities」(2014 年)等に基づき作成

⁷ 米国では、事故炉ではない核開発用原子炉に適用した廃止措置を密閉管理と呼んでいる例があります。

② 廃止措置の安全確保

我が国では、廃止措置に当たって、原子力事業者等は原子炉等規制法に基づき、「廃止措置計画」を定め、原子力規制委員会の認可を受けます。原子力規制委員会による審査においては、廃止措置中の安全確保のため、施設の維持管理方法、放射線被ばくの低減策、放射性廃棄物の処理等の方法が適切なものであるかが確認されます。

また、施設の稼働停止から廃止へのより円滑な移行を図るため、事業の許可等を受けた事業者は、廃棄する核燃料物質によって汚染されたものの発生量の見込み、廃止措置に要する費用の見積り及びその資金調達方法等、廃止措置の実施に関し必要な事項を定める「廃止措置実施方針」をあらかじめ作成し公表することが義務付けられています。廃止措置実施方針は、記載内容に変更があった場合には遅滞なく公表するとともに、公表後5年ごとに全体の見直しを行うこととされており、各原子力事業者はウェブサイトにおいて廃止措置実施方針を公表しています。

原子力施設は、運転中と廃止措置の各段階によって、あるいは施設の規模や使用形態等によって、内在するリスクの種類や程度が大きく異なります（図 6-9）。そのため、IAEAの安全指針では、安全性を確保しつつ円滑かつ着実に廃止措置を実施するため、作業の進展に応じて変化するリスクレベルに応じて最適な安全対策を講じていく考え方（グレーデッドアプローチ）を提唱しています。原子力規制委員会においても、2020年度に取り組む重点計画の一つとして、「リスク情報を活用したグレーデッドアプローチの積極的な適用により、安全上の重要度に応じて規制要件などを見直す」ことを挙げています。また、欧米諸国では、グレーデッドアプローチを広く採用し、放射線安全の確保を前提に適切なリスク管理を行い、合理的な廃止措置を進めています。

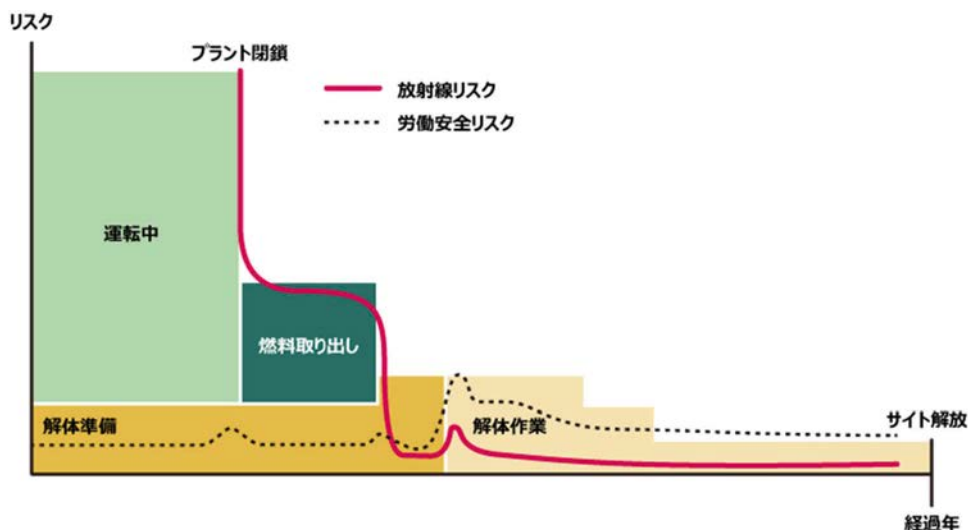


図 6-9 原子力施設のリスクレベルの変化イメージ

(注) IAEA「Safety Reports Series No. 77 Safety Assessment for Decommissioning, Annex I, Part A Safety Assessment for Decommissioning of a Nuclear Power Plant」に基づき株式会社三菱総合研究所が作成。

(出典) 株式会社三菱総合研究所「廃止措置プラントのリスク管理『グレーデッドアプローチ』導入に向けて」(2020年)

(2) 廃止措置の状況

① 原子力発電所の廃止措置

我が国では、2021年3月末時点で、実用発電用原子炉施設のうち14基の廃止措置計画が認可されています(表6-2)。このうち四国電力株式会社伊方発電所2号機については、2020年10月に廃止措置計画が原子力規制委員会により認可されました。また、同年5月には、東京電力が原子力規制委員会に対し、東京電力福島第二原子力発電所1～4号機の廃止措置計画認可申請書を提出しました。

表6-2 原子力発電所の廃止措置の状況(2021年3月末時点)

	施設等	炉型 ^注	運転終了時期	廃止措置完了予定時期	備考
日本原子力発電(株)	東海	GCR	1998年3月	2030年度	廃止措置中
	敦賀1	BWR	2015年4月	2039年度	廃止措置中
東北電力(株)	女川1	BWR	2018年12月	2053年度	廃止措置中
東京電力	福島第二1	BWR	2019年9月	—	廃止措置計画の審査中
	福島第二2	BWR	2019年9月	—	
	福島第二3	BWR	2019年9月	—	
	福島第二4	BWR	2019年9月	—	
中部電力(株)	浜岡1	BWR	2009年1月	2036年度	廃止措置中
	浜岡2	BWR	2009年1月	2036年度	廃止措置中
関西電力(株)	美浜1	PWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
	美浜2	PWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
	大飯1	PWR	2018年3月	2048年度	廃止措置中
	大飯2	PWR	2018年3月	2048年度	廃止措置中
中国電力(株)	島根1	BWR	2015年4月	2045年度	廃止措置中
四国電力(株)	伊方1	PWR	2016年5月	2056年度	廃止措置中
	伊方2	PWR	2018年5月	2059年度	廃止措置中
九州電力(株)	玄海1	PWR	2015年4月	2054年度	廃止措置中
	玄海2	PWR	2019年4月	2054年度	廃止措置中

(注)GCR:黒鉛減速ガス冷却炉、BWR:沸騰水型軽水炉、PWR:加圧水型軽水炉

(出典)一般社団法人日本原子力産業協会「日本の原子力発電炉(運転中、建設中、建設準備中など)」等に基づき作成

② 研究開発施設等の廃止措置

原子力機構は2018年12月に、バックエンド対策(廃止措置、廃棄物処理・処分等)の長期にわたる見通しと方針を取りまとめた「バックエンドロードマップ」を公表しました。バックエンドロードマップでは、今後約70年間を第1期、第2期、第3期に分け、現存する原子力施設89施設のうち原子炉等規制法の許可施設79施設を対象に、廃止措置、廃棄

物処理・処分及び核燃料物質の管理の方針が示され、必要な費用の試算も行われています(図 6-10)。文部科学省及び原子力機構は、今後のバックエンド対策や費用の試算精度の向上に関する助言を受けること等を目的として、2021年第2四半期にIAEAによるARTEMIS⁸レビューミッションを受け入れることを決定しました⁹。ARTEMIS レビューは、原子力施設の廃止措置や放射性廃棄物に関する総合的レビューサービスで、2014年の開始以来、我が国で実施されるのは初めてです。

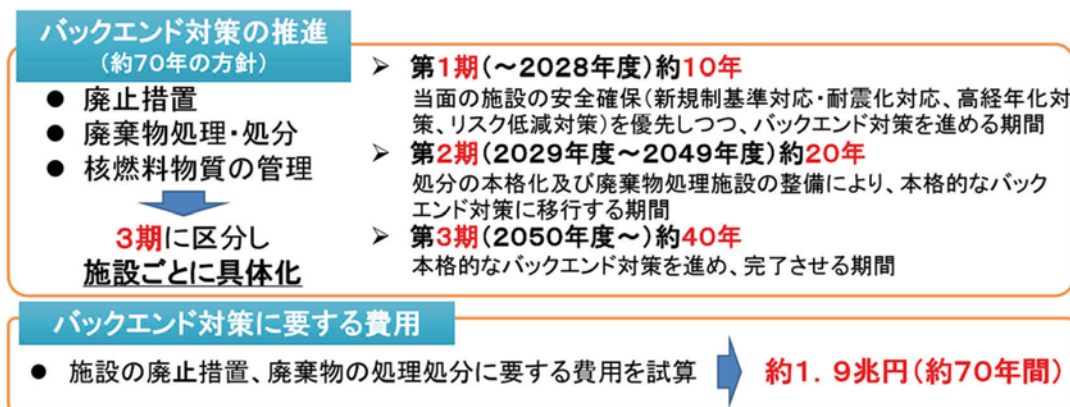


図 6-10 原子力機構「バックエンドロードマップ」の概要

(出典)原子力機構「バックエンドロードマップの概要」

原子力機構のバックエンドロードマップを具体化した「施設中長期計画」(2020年4月改定)では、89施設が継続利用施設46施設と廃止施設43施設に選別¹⁰されており、廃止施設43施設のうち16施設は2028年度までに廃止措置を終了し、その他の施設は2029年度以降も廃止措置を継続するとしています。原子力機構の施設は、大規模で廃止措置に長期間を要する施設があること、数や種類が多いこと、扱う放射性核種が原子力発電所で発生するものとは異なること等の特徴があるため、各施設に応じた廃止措置が実施されます。特に規模の大きなものとして、「ふげん」、「もんじゅ」及び東海再処理施設の廃止措置が挙げられます。「ふげん」の廃止措置は4段階の期間に区分して進められており、2033年度までに完了する予定です。「もんじゅ」の廃止措置計画は、30年間にわたる廃止措置の全体工程を4段階に区分しています。2022年度までに完了する予定の第1段階では燃料体の取り出しを最優先に実施しており、第4段階の建物等の解体撤去は2047年に完了する計画です。東海再処理施設の廃止措置には70年を要する見通しで、まずは、高放射性廃液のガラス固化処理等が最優先で進められています。

原子力機構の様々な種類の施設に加え、東京大学や立教大学等の大学の研究炉、民間企業の研究炉においても、廃止措置が進められています(表 6-3)。

⁸ Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Nuclear Management, Decommissioning and Remediation Programmes

⁹ 2021年4月12日から22日に開催。

¹⁰ 第8章8-3(3)「原子力機構の研究開発施設の集約化・重点化」を参照。

表 6-3 主な研究開発施設等の廃止措置の状況（2021年3月末時点）

	施設等 ^{注1}	運転終了時期等	炉型等 ^{注1}	備考
原子力機構	JPDR	1976年3月	BWR	1996年3月解体撤去 2002年10月廃止届
	原子力第1船むつ	1992年2月	加圧軽水冷却型	廃止措置中
	JRR-2	1996年12月	重水減速冷却型	廃止措置中
	DCA	2001年9月	重水臨界実験装置	廃止措置中
	ふげん	2003年3月	新型転換炉原型炉	廃止措置中
	JMTR	2006年8月	材料試験炉	廃止措置中
	TCA	2010年11月	軽水臨界実験装置	廃止措置中
	JRR-4	2010年12月	濃縮ウラン軽水減速冷却 スイミングプール型	廃止措置中
	TRACY	2011年3月	過渡臨界実験装置	廃止措置中
	FCA	2011年3月	高速炉臨界実験装置	廃止措置計画の審査中
	もんじゅ	2018年3月 ^{注2}	高速増殖原型炉	廃止措置中
東海再処理施設	2018年6月 ^{注2}	再処理施設	廃止措置中	
(株) 東芝	TTR-1	2001年3月	教育訓練用原子炉	廃止措置中
	NCA	2013年12月	臨界実験装置	廃止措置計画の審査中
日立製作所 (株)	HTR	1975年	濃縮ウラン 軽水減速冷却型	廃止措置中
東京大学	弥生	2011年3月	高速中性子源炉	廃止措置中
立教大学	立教大学炉	2001年	TRIGA-II	廃止措置中
東京都市大学 原子力研究所	武蔵工大炉	1989年12月	TRIGA-II	廃止措置中

(注1) 略称の正式名称は、用語集を参照。

(注2) 廃止措置計画認可時期。

(出典) 原子力規制委員会「使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約第6回国別報告」(2017年)等に基づき作成

原子力委員会は2019年1月に、原子力機構における廃止措置についての見解を取りまとめました。その中で、原子力委員会は、図 6-11 に示すような取組の必要性を指摘した上で、今後の原子力機構の廃止措置に係る進捗状況や対応状況について、適宜フォローアップしていくこととしています。

- ◇ 国による長期的かつ継続的な予算確保、合理的な廃止措置による費用低減
- ◇ 全体像の俯瞰的な把握、段階的な廃止措置計画、責任を明確にした運営
- ◇ 規制機関との対話
- ◇ 合理的な安全確保、計画遅延を防止するマネジメント
- ◇ 国内外の知見や情報の共有と活用
- ◇ 廃止措置に係る経験や知識の継承、人材育成
- ◇ 廃棄物の処理計画の廃止措置との一体的な検討
- ◇ ステークホルダーとの対話・コミュニケーションによる信頼醸成

図 6-11 原子力機構における廃止措置に係る原子力委員会の見解（概要）

(出典) 原子力委員会「日本原子力研究開発機構における研究開発施設に係る廃止措置について（見解）」(2019年)に基づき作成

(3) 廃止措置の費用措置

① 原子力発電所等の廃止措置費用

通常の実用発電用原子炉施設の廃止措置は、長期間にわたること、多額の費用を要すること、発電と費用発生の時期が異なること等の特徴を有することに加え、合理的に見積もることが可能と考えられます。そのため、解体時点で費用を計上するのではなく、費用収益対応の原則に基づいて発電利用中の費用として計上することが、世代間負担の公平を図る上で適切であるとの考え方に立ち、電気事業者が電気事業法に基づいて廃止措置費用の積立てを行っています（表 6-4）。

なお、再処理施設については、再処理等拠出金法の規定に基づき、電気事業者が再処理機構に拠出金を納付しています¹¹。

表 6-4 原子力発電所と火力発電所の廃止措置費用の比較

	原子力発電所	火力発電所等
解体撤去への着手時期	安全貯蔵期間の後	運転終了後、直ちに着手可能
廃止措置の期間	20～30年程度	1～2年程度
廃止措置の費用	小型炉（50万kW級）：360～490億円程度 中型炉（80万kW級）：440～620億円程度 大型炉（110万kW級）：570～770億円程度	～30億円程度（50万kW級以下）
廃止に必要な費用の扱い	原子力発電施設解体引当金省令に基づき、運転期間中、発電量に応じて引当を行い、料金回収。	固定資産除却費として廃止の際に当期費用計上し、料金回収。

（出典）総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業部会電気料金審査専門小委員会廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ「原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策」（2013年）

② 研究開発施設等の廃止措置費用

原子力機構は、バックエンドロードマップにおいて、廃止措置を含むバックエンド対策に要する費用の合計額を約1兆9,100億円と見積もっています（図 6-10）。廃止措置の実施に当たり、原子力機構の本部組織に廃止措置や廃棄物処分等を担う「バックエンド統括本部」が設置され、同本部のマネジメントの下で、拠点・施設ごとの具体的な廃止措置が実施されています。主務大臣から交付される運営費交付金について、理事長裁量により原子力機構内における配分を決定し、廃止措置費用に充てています。

¹¹ 第2章 2-2(2)⑥1 「使用済燃料再処理機構の設立」を参照。

コラム

～海外事例：諸外国における原子力施設の廃止措置の基本方針～

米国

廃止措置方式として、DECON（即時解体）、SAFSTOR（安全貯蔵）、ENTOMB（密閉管理）の3種類のいずれかを選択できます。また、発生する廃棄物の処分場の有無等の要因により、施設の一部を安全貯蔵状態に残したまま施設を解体又は除染する SAFSTOR と DECON の組合せを採用することもできます。なお、原子力発電所の廃止措置は、規制機関（NRC）が公衆の健康と安全のために必要と認める場合を除き、60年以内に終了することが求められています。なお、NRCの規制の下では、ENTOMBを選択した事業者はいません。

ドイツ

廃止措置方式として、即時解体と安全貯蔵の2種類のオプションが認められていますが、政府の諮問委員会は即時解体を推奨しています。実際に安全貯蔵方式を選択したのは一部のプロトタイプ炉で、大部分の施設が即時解体方式を採用しています。

フランス

廃止措置方式として、安全貯蔵方式や密閉管理方式ではなく、即時解体方式を採用するよう事業者にも勧告されています。その理由として、規制機関である原子力安全機関（ASN¹²）は、技術的、財政的に将来の世代に対する負担を先送りするべきではないこと、廃止措置作業は長期にわたり、多額の資金が必要となること、現時点で、一部の放射性廃棄物を除き、廃棄物の処分方法が確立されていることを挙げています。

英国

廃止措置方式として、即時解体を基本とし、合理的に実行可能な限り早く進めることとされています。しかし、施設再利用の実現性、放射能の減衰効果の利点、人と環境へのリスクの低減等を考慮して、遅延解体方法を選択することもできます。

現在、廃止措置対象となっているマグノックス炉26基については、放射能の減衰により作業員のアクセス性の向上ができる、放射性廃棄物のカテゴリ変更が期待できる、地層処分対象の放射性廃棄物の暫定保管を回避する等の理由から、閉鎖後約85年間をかけた遅延解体方式が採用されています。

諸外国で選択可能な原子力施設の廃止措置方式（2021年3月末時点）

	即時解体	遅延解体 (安全貯蔵)	密閉管理	備考
米国	○	○	○	安全貯蔵と即時解体の組合せも可能
ドイツ	○	○	—	即時解体を推奨
フランス	○	—	—	—
英国	○	○	—	即時解体が基本、遅延解体も可能

(出典)内閣府作成

¹² Autorité de sûreté nucléaire