

東芝エネルギーシステムズ株式会社
原子力技術研究所
2021/8/25

東芝エネルギーシステムズ浮島事業所の 試験研究炉／核燃料使用施設の廃止措置ビジョ
ンに関する検討

2021/4月のNCA廃止措置計画の認可に伴い、NCAの廃止措置が本格的に始動する。NCA廃止措置の手順は、TTR-1と同様に第1、第2段階の工事（機能停止及び主要原子炉機器の解体）の後に安全貯蔵期間を設け、研究炉等廃棄物の処分場が稼働後に第3段階の工事を行って廃止措置を完了させるシナリオとした。しかしながら、廃止後の建屋の利用も考慮し、廃棄物を別な施設に引き渡す方法も含め、TTR-1や他の核燃料使用施設も併せて、事業所全体の廃止措置ビジョンに関するシナリオを検討した。

廃止措置の大きな方針は以下である。

- ・核燃料使用施設は今後も維持し、研究開発に利用していく。
- ・管理負担を減らすため、核燃料の搬出を進め、41条非該当施設とする。

以下に、NCA、TTR-1（以下TTR）、核燃料使用施設（以下使用施設）についての、今後のスケジュールについての検討を示す。

1. NCA

表1にNCAの現在の廃止措置計画を示す。

表1では、2025年度の第2段階工事以降、安全貯蔵期間として、残存機器の維持管理を行うこととなっている。これは、TTRの廃止措置計画に倣ったもので、TTRの場合、プールに残存する放射化物の存在、炉壁コンクリートが放射性廃棄物となることから、現在JAEAで整備中の研究炉廃棄物の処分場の運用開始を待って、第3段階に進む必要があるためである。

一方、NCAの場合は、TTRと同レベルの放射能をもつ放射化物は存在しないが、TTRのような炉心を内蔵するコンクリートが存在しないため、建屋コンクリート自体が弱く放射化している可能性がある。建屋コンクリートのはつり等が発生する場合、やはり大量の廃棄物が発生するため、安全貯蔵期間を経て、第3段階にすすむというのが現実的と考えられる。

モンテカルロ法を用いた詳細な解析評価によると、運転停止後10年を想定した場合、NCA建屋コンクリートの放射化量は炉心下部でクリアランスレベルの数%程度、それ以外の大部分の壁面や床面では、さらに低くなる。したがって、NCA炉室内に汚染がないこと

が確認されれば、表面はつり工事等を行うことなく、管理区域解除が可能と考えられる。また、炉内機器に関しても、最も放射化量が高くなる SUS 部材についても、炉心近傍（炉心中央から～数m程度の範囲）以外では、クリアランスレベルの数%程度にとどまり、NR 廃棄物として扱うことが可能と考えられる。なお、鋼材やコンクリートについては不純物としてのコバルト含有量が少ないことから、さらに低くなる。

今後、実測との比較により、上記解析評価の妥当性の確認も行う予定である。

上記、検討結果から、炉心近傍の廃棄物のみを放射性廃棄物として、解体し、ドラム缶につめても、現在、建設を計画している廃棄物保管棟に十分収納可能と考えられる。

廃棄物保管棟を核燃料使用施設に付随する施設として建設し、NCA の廃棄物を廃棄物保管棟で受け入れることができれば、NCA を早期に廃止措置完了とすることが可能となる。さらに容量が可能であれば TTR の廃棄物も受け入れ、NCA, TTR とともに早期に廃止措置を完了させ、核燃料使用施設に廃棄物を集約することが可能となる。

管理区域を解除し、炉の廃止措置を完了し、建屋を再使用することは、企業としてもコスト面で価値がある。また、炉室は遮蔽能力が十分にあることから、新たに管理区域として活用し、加速器や RI の使用をすることも可能となる。

1) シナリオ 1 安全貯蔵期間シナリオ

表 1 に示したとおり、第 2 段階工事のあと、安全貯蔵期間を設け、研究炉廃棄物の処分場の建設を待ち、処分場の運転開始に伴い、第 3 段階工事を開始、放射性廃棄物を保管棟に移動し、その後処分場に払い出す。第 3 段階で保管庫の容量を超える放射性廃棄物が発生する場合も、漸次、廃棄物を処分場に払い出すことで、工事を進めることができる。

一方、処分場の運転開始までの安全貯蔵期間が何年になるかが不確定であり、その間の設備維持、人材確保のためのコストが必要となる。これまでの経緯を知る人材がなくなるリスクもある。

2) シナリオ 2 廃棄物保管庫受け入れシナリオ

表 2 に示したシナリオでは、第 2 段階工事のあと、すぐに第 3 段階工事の申請を実施、第 3 段階で発生する廃棄物を保管庫に輸送し、貯蔵、NCA の管理区域を解除する。保管庫の廃棄物は、上記処分場の運開を待って払い出す。このシナリオは NCA の廃炉で発生する放射性廃棄物が、保管庫の容量におさまることが前提である。また、評価した放射化量（計算値はゼロにはならない）による NR 廃棄物とする判断が重要となる。

また、NCA の放射性廃棄物を TTR または核燃料施設で受け入れることで、NCA からは放射性廃棄物を払い出し、廃炉を完了させることも可能と考えられる。

表1 NCA 廃止措置計画 (2021/4 時点)

項目	内容	工程(段階、年度)		第1段階			第2段階		安全貯蔵期間 ~	第3段階		
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		1年目	2年目	3年目
許認可	原子炉設置変更許可 廃止措置計画 廃止措置計画変更		△申請(第1段階の機能停止措置)	△申請	△申請(第1段階の燃料詰め替え及び燃料譲渡に係る作業)	△申請(第2段階工事、保管棟建設)				(第3段階工事) △申請		◎完了
原子炉施設	機能停止措置 主要原子炉設備の解体 廃棄物の搬出/管理区域解除			機能停止措置			第2段階工事		安全貯蔵期間 (静的状態の維持管理)		第3段階工事	
核燃料	燃料詰替/燃料輸送準備 燃料の譲渡				燃料詰め替え及び燃料譲渡に係る作業	燃料搬出						
廃棄物 保管棟	設計 許認可等 建設、運用開始			保管棟設計	許認可	建築確認	建設工事					▲運用開始

表2 NCA 廃止措置計画 シナリオ2 (廃棄物保管庫受け入れシナリオ)

項目	内容	工程(段階、年度)		第1段階			第2段階		第3段階			
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
許認可	原子炉設置変更許可 廃止措置計画 廃止措置計画変更		△申請(第1段階の機能停止措置)	△申請	△申請(第1段階の燃料詰め替え及び燃料譲渡に係る作業)	△申請(第2段階工事、保管棟建設)				(第3段階工事) △申請(第3段階工事、保管棟へ廃棄物輸送)		◎完了
原子炉施設	機能停止措置 主要原子炉設備の解体 廃棄物の搬出/管理区域解除			機能停止措置			第2段階工事			第3段階工事		
核燃料	燃料詰替/燃料輸送準備 燃料の譲渡				燃料詰め替え及び燃料譲渡に係る作業	燃料搬出						
廃棄物 保管棟	設計 許認可等 建設、運用開始			保管棟設計	許認可	建築確認	建設工事					▲運用開始

その他 確認事項

燃料輸送時に NCA 建屋内に十分なスペースがないことから、輸送容器を TTR の炉室に仮置きしたい。数か月程度を想定するが、許認可手続きが必要となるか確認したい。

2. TTR

表3に TTR の廃止措置計画を示す。

TTR については、前述のとおり、既に核燃料の海外払い出しは終了している。第2段階の工事も終了しており、安全貯蔵期間に入っている。

TTR の場合は、第3段階を完了するために、プールタンクの解体、遮蔽コンクリートの除去が必要となる。遮蔽コンクリートに関しては、表面汚染だけでなく、ある程度の深さまで放射化による2次汚染が生じていると考えられることから、コンクリートのある程度の深さまで削り取る必要がある。

TTR の場合、遮蔽コンクリートの存在により、プールタンク外部の床や壁は放射性廃棄物とはならない。上記第3段階で発生するコンクリート量に関する解析評価については、現在、NCA と同等のモンテカルロ法を用いた詳細解析はまだ行っていない。コンクリートの放射性廃棄物量を詳細に見積もり、保管庫に収納可能な量であれば、NCA での検討と同様に、TTR の解体工事を早期に進め、核燃料使用施設に廃棄物を受け入れてしまうということもシナリオとして考えられる。

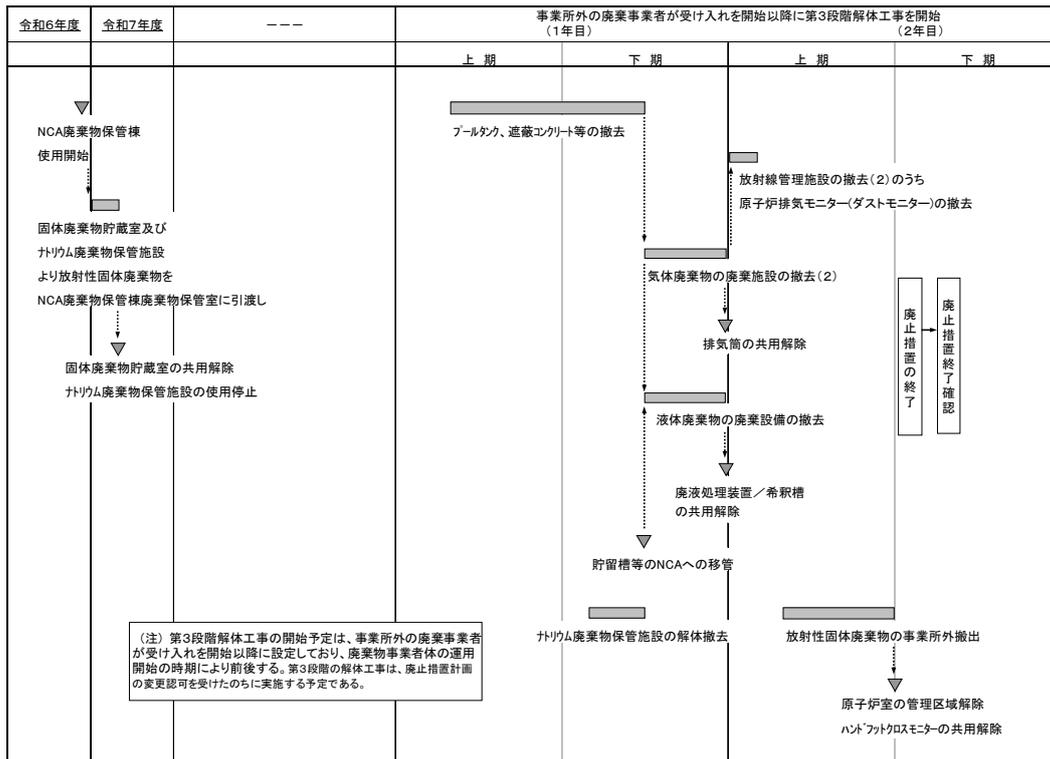
一方、新規建設の廃棄物保管棟でも容量が不足する場合、研究炉等廃棄物処分場の建設を待ち、払い出すのが、安全貯蔵期間中の管理コストがかかるというデメリットはあるが、合理的と考えられる。

なお、人材確保や技術維持に関する引継ぎは十分に行う必要がある。

表3 TTR 廃止措置計画

項目	工期(年度)	平成13年度			平成14年度			平成15年度			16年度			17年度			18年度			事業所外の廃棄事業者が受け入れを開始以降に第3段階解体工事を開始(1年目)		第3段階		事業所外の廃棄事業者が受け入れを開始(2年目)					
		第1段階						第2段階						第3段階															
認可、届出関連		解体届						廃止措置計画認可						廃止措置終了確認															
燃料要素		貯蔵槽へ移動						未搬へ引渡すまで保管						搬出															
原子炉プール水								採取																					
原子炉	設備・機器	運転機能の永久停止措置						原子炉本体・炉内構造物及びプールタンク内壁面除染						(安全貯蔵期間)						プールタンク、遮蔽コンクリート等の撤去									
		制御駆動機構の撤去 及び炉心封印蓋の取付け						原子炉本体・炉内構造物等撤去						(静的状态の維持管理)						事故解体所性工外廃棄物終了									
原子炉	放射性廃棄物の廃棄施設	計測制御系統施設の撤去(1) (一般計測設備の一部及び中性子検出器を含む)						計測制御系統施設の撤去(2) (一般計測設備の残部等)												気体廃棄物の廃棄施設の撤去(2)									
		放射線管理施設						放射線管理施設の撤去(1)												放射線管理施設の撤去(2)									
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設一次系機器配管等の撤去						原子炉冷却系統施設一次系残余配管等の撤去																					
		原子炉本体、気送管設備のうちプール内配管の一部撤去						気送管残部の撤去																					
原子炉	その他	原子炉本体、気送管設備のうちプール内配管の一部撤去						プール水浄化系統設備等の撤去																					
		機器類の放射性物質の測定(試料採取を含む)						放射線管理施設の撤去(1)																					
原子炉	その他	機器類の放射性物質の測定(試料採取を含む)						プールタンク及び遮蔽体コンクリート中の放射性物質の測定(試料採取を含む)																					
		その他原子炉の附属施設の撤去(緊急電源設備)																											
原子炉	その他	原子炉格納施設																											
		原子炉格納施設																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉	その他	原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
		原子炉冷却系統施設二次系機器配管等の撤去工事																											
原子炉																													

表3 (つづき) TTR 廃止措置計画



3. 核燃料使用施設

(浮)事業所には、核燃料使用施設として、7つの棟がある。これらは今後、廃止統合を進める予定である。表4に使用施設の廃止統合計画の概要を示した。

核燃料および核燃料に汚染された廃棄物の保管庫である N28-1 棟は継続利用予定である。

核燃料および核燃料に汚染された廃棄物の保管庫である N28-2 棟は 41 条該当施設であるが、現在、濃縮ウランの払い出し作業を進めている。4 1 条非該当施設として、利用を継続する予定である。

液体廃棄物処理施設である N7 棟は、今後も利用を継続予定である。

核燃料を用いた実験に使用している D10 棟は、今後、継続か廃止かの検討を進める。廃止の場合、D10 棟で行っていた実験は N9 棟に集約することを検討している。

核燃料を用いた実験に使用している N15 棟は、核燃料の使用を中止する予定である。今後の利用形態については、今後検討を進める。

NCAが存在するN6棟は廃止措置に伴い、核物質の使用も中止する。表では、2036年以降の管理区域解除としているが、表2で示した早期廃止措置シナリオが実現できれば、さらに前倒しが可能である。

TTTRが存在するN9棟は使用許可の変更を行い、D10（廃止の場合）、N6、N15で行っていた核燃料を用いた実験が行えるようにし、核燃料の使用量は41条非該当に制限し、継続利用することを検討している。

表4 核燃料使用施設の廃止措置の全体工程

項目	2021	2022	2023	2024	2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
N28-1棟 (核燃料廃棄物 保管)		継続利用予定						
N28-2棟 (核燃料物質、 核燃料廃棄物 保管)		高濃縮U払い出し		→	41条非該当化	その他(U,Th等)払い出し △新廃棄物保管棟運用開始		継続利用予定
N7棟 (核燃料廃棄物 保管)		保管容器の定期的点検		廃棄物中の核種測定・仕分け				継続利用予定
D10棟 (核燃料物質 使用)		継続利用か廃止かの検討						
N15棟 (核燃料物質 使用)			核燃料物質の使用を中止		→	今後、利用形態を検討		
N6棟(NCA) (核燃料物質 使用)				燃料搬出▲	核燃料物質の使用を中止			▲管理区域解除
N9棟 (核燃料物質 使用)		使用許可変更、D10,N6,N15の代替 41条非該当施設として利用を継続						