



環境保全技術開発

1. 処理処分技術開発

1.1 低レベル放射性廃棄物の処理処分技術開発

サイクル機構から発生する低レベル放射性廃棄物について、安全性を確保しつつ合理的な処理処分を進めるため、以下の対応を図っている。

(1) 低レベル放射性廃棄物管理計画

2002年3月に取りまとめた低レベル放射性廃棄物管理プログラムに基づき、各施設から発生するそれぞれの廃棄物に対して、合理的に廃棄体を製作するための廃棄物の分別、処理、廃棄体としての確認の方法に関する検討を継続している。

合理的に廃棄体を製作する方法の1つとして、MOX系廃棄物、再処理系廃棄物を対象とした廃棄体化処理施設の概念検討を実施している。また、廃棄物データの精度向上に向けた取り組みとして、再処理系の雑固体廃棄物に付着している核種の組成、放射能濃度のデータ取得を実施している。図1にMOX系、再処理系廃棄物を対象とした廃棄体化処理施設の概念フローを示す。

(2) 低レベル放射性廃棄物処理技術開発

1) 難処理有機廃棄物処理技術開発

サイクル機構では、焼却処理が困難な廃フッ素油、廃溶媒等の難処理有機廃棄物の処理技術評価を目的として、水蒸気改質処理(スチームリフォーミング)法による分解・酸化処理技術開発を実施

している。

この方法は、有機物を高温の水蒸気と混合することにより分解・ガス化し、次に空気との酸化反応により水、二酸化炭素等に完全分解・酸化する技術であり、焼却炉と比較して小型、単純構造のため腐食対策が容易、設備コストが低い、大気圧に対し負圧運転可能等の特徴を有している。図2に水蒸気改質処理装置の概念図を示す。

対象廃棄物を模擬したTBP(リン酸トリブチル)溶媒、フッ素系油等の分解・酸化処理のコールド実証試験を実施し、ガス化温度、空気混合比等の処理条件や排ガスの分析、試料に含まれるハロゲン、リンの物質収支等のデータ取得・評価を行った(図3参照)。また、2004年1月よりコールド試験装置の改造及び管理区域内への移設を開始

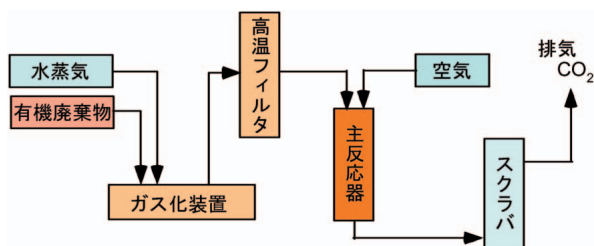


図2 水蒸気改質処理装置の概念図

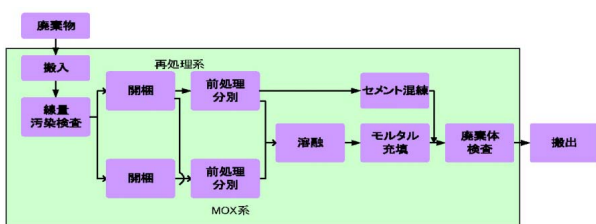


図1 MOX系、再処理系廃棄物を対象とした廃棄体化処理施設の概念フロー

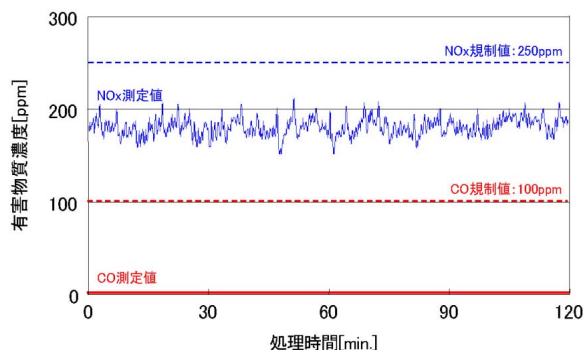


図3 排ガス中有害物質濃度の経時変化の例 (TBP溶媒処理時)

し、2004年3月に設置を終了した。

2004年度以降は、改造・移設後のホット実証試験装置を用いて、模擬廃棄物及び実廃棄物処理試験を実施していく予定である。

(3) 低レベル放射性廃棄物 (TRU 廃棄物) の処分技術開発

1) 核種移行に係る個別現象モデル/データ整備
セメント系材料の硝酸塩や硝酸塩変遷生成物による変質、硝酸塩やセメント系材料由来の高pHブルームによるベントナイト/岩盤の長期変質への影響及び硝酸塩の変遷に関する2003年度の研究を実施した。処分システムに及ぼす硝酸塩の影響に関する研究成果を取りまとめ、日本原子力学会春の年会(2004年3月29~31日)において発表した(3件シリーズ発表)。セメント系材料に起因する高pHブルームのベントナイト/岩盤への影響については、モデルの検証研究を行った。

2) 処分システムの長期安定性

ニアフィールド水理場の長期的変遷評価システムの構築に関して、これまで実施してきた化学的変遷及び力学的変遷に関する試験結果等を用いた個別モデルの開発/検証を行い、これらを段階的にプロトタイプシステムに組み込み、システムの高度化を継続している。また、二次元評価システムの高速度を実施した(図4参照)。

3) システム性能評価

処分システムの性能に関連するパラメータの相対的重要度及び処分システムが安全に成立するための十分条件(成立条件)の網羅的抽出に関する研究(包括的感度解析)を継続した。2003年度は結晶質岩系のサイトを想定した包括的感度解析のためのマルチチャンネルモデルの開発を実施するとともに、現実的なパラメータ範囲の組み合わせ

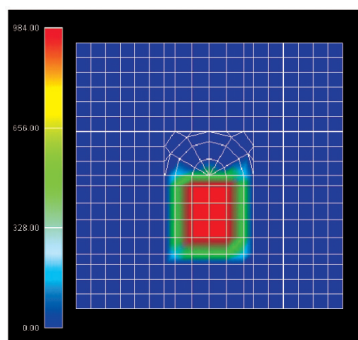


図4 長期安定性評価結果の一例(化学・物質移動解析システムによるポルトランドイト濃度の解析例)

によるTRU廃棄物地層処分の成立性について検討した。また、包括的感度解析を用いた成立条件抽出について日本原子力学会春の年会(2004年3月29~31日)において発表した(2件発表)。

4) 処分材料の高度化

ヨウ素フィルタの長期保持性能を有する固化法の一つとして、サイクル機構の自主技術である銅マトリックス固化法につき、2003年度は、銅マトリックス固化体の海水系模擬地下水における浸出挙動について評価した。

(4) ナトリウム洗浄・処理技術の開発

ナトリウムを使用した原子炉施設等のメンテナンスや施設の廃止解体時等には、放射性物質を含むナトリウムが付着した機器、配管等が払い出されるとともに、原子炉の冷却材として使われた多量の放射性ナトリウムが排出される。このため、安全かつ経済的に多量の放射性ナトリウムを処分する技術や機器の洗浄・除染を行う技術確立する必要があり、それらの技術開発に取り組んでいる。

ナトリウム洗浄技術開発については、機器等のクレビス部(すき間)を対象としたナトリウム洗浄処理試験の成果を報告書にまとめた。ナトリウム処理技術開発においては、ナトリウム転換基礎試験装置を用いて、苛性ソーダ水溶液中にナトリウムを連続注入する長時間ナトリウム注入試験を終了し、報告書にとりまとめた。

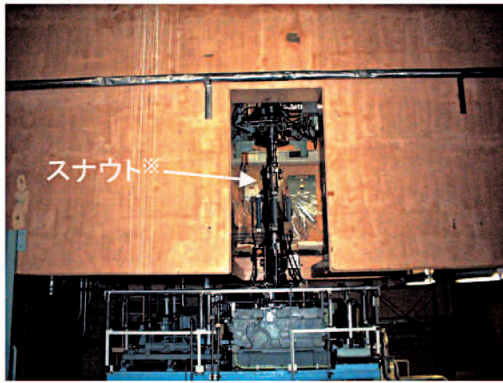
2. 廃止措置技術開発

2001年度策定した5ヶ年計画に基づき、以下のとおり各事業所にて施設の廃止措置を進めている。

2.1 「ふげん」の廃止措置

(1) 新型転換炉「ふげん」

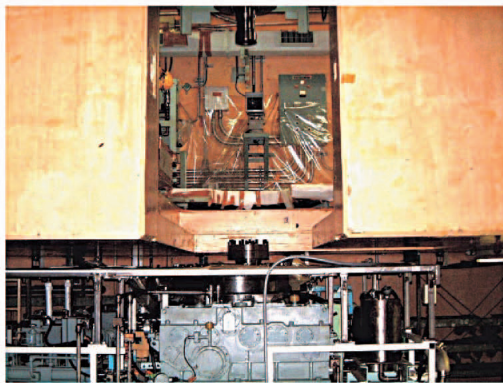
新型転換炉ふげん発電所は、2003年6月27日より第18回定期検査を実施中であつたが、2004年3月31日、経済産業大臣からの合格証受領をもって定期検査を終了した。今回の定期検査では、原子炉内の燃料集合体をすべて取り出した後、燃料集合体を再度原子炉に装荷することをできないような措置を燃料交換機に施し(写真1参照)、2004年2月20日経済産業大臣の承認を受けた。これにより、非常用炉心冷却系設備や原子炉冷却系等が原子炉等規制法に基づく定期検査の対象から除外され、今定期検査の点検・検査項目は従来に比べ約3分の1に減少した。



燃料を再度装荷できない措置前（スナウト取り外し前）



※スナウト:燃料交換機と炉心とを結合させる装置



燃料を再度装荷できない措置後（スナウト取り外し後）

写真1 「ふげん」の燃料交換機（燃料を再度装荷できない措置状況）

今後は、安全確保の下で廃止措置に向けた準備作業等を着実に実施していく。

2004年3月24日には、使用済燃料貯蔵プール冷却系配管が破断し使用済燃料貯蔵プールの水位が低下したことにより原子力災害対策特別措置法の特定事象の発生を想定して、2003年度の総合防災訓練を実施した。

2004年3月29日には日本原子力学会の技術開発賞として、新型転換炉ふげん発電所、東海事業所再処理センター、東海事業所プルトニウム燃料センター、大洗工学センターが「新型転換炉『ふげん』プロジェクトの完遂」を受賞した（写真2参照）。

(2)「ふげん」用燃料の措置

1) 使用済燃料の搬出、輸送等

2004年3月末現在、「ふげん」の使用済燃料貯蔵プールには704体の使用済燃料を保管中である。

使用済燃料の輸送については、今後計画的に搬出していくこととしており、2004年度は2回の使



写真2 日本原子力学会賞 技術開発賞の受賞（2004年3月29日）

用済燃料輸送を行う予定である。

2) 保障措置

2004年1月19日から2月19日にかけて、IAEAによるMOX燃料の追加検認が行われた。

(3) 関連技術開発

1) 照射後試験

「ふげん」で高燃焼度を達成したMOX燃料の照射特性を把握するため、日本原子力研究所東海研究所燃料試験棟（以下、原研という）及び核燃料サイクル開発機構大洗工学センターにて照射後試験を実施中である。本期間中は、大洗工学センターにおいて、燃料ペレット金相試験及び燃料ペレット機器分析を行った。また、原研において、マイクロ燃焼度測定、残留FPガス分析、ペレット熱拡散率測定、被覆管パースト試験及び被覆管水素分析を実施し終了した。

2) 高燃焼度MOX燃料の再処理特性研究

上記燃料の一部を利用し、将来の核燃料サイクルに必要な燃焼が進んだMOX燃料の再処理施設での溶解特性を把握するため、日本原子力研究所と共同で研究を進めている。今期間中は、2004年度に実施する溶解特性試験に必要なパラメータ調査を実施するとともに試験用試料の切断、運搬等、試験の準備を行った。

3) 国際貢献

文部科学省原子力研究交流制度

2003年度同制度の計画に基づき、10月27日より6名の研修生（中国）を受入れている。うち1名は昨年12月に帰国しており、現在5名が研修中である。研修生は各課室に配属され、「ふげん」の担当者によるOJT形式の実務研修（約5ヶ月）を実

施している。なお、本研修は2004年4月18日終了予定である。

これまでの同制度に基づく研修生の受け入れ実績は2004年3月末現在累計で68名である。

また同制度に基づく中国への講師の派遣については、2003年11月9日から11月19日の第一次派遣団に引き続き、2004年2月22日～3月3日に2003年度の第二次派遣団として3名の講師を派遣した。

4) 廃止措置準備

物量データベースの整備、廃止措置エンジニアリング支援システムの構築作業を継続して進めており、廃止措置計画評価システム(COSMARD)について日本原子力研究所と共同研究を継続している。

また、1999年度から、ノルウェーのエネルギー技術研究所(OECD/NEA ハルデン炉プロジェクト)の協力を得て、最新の仮想現実・可視化技術等を適用した解体作業シミュレーションシステム(VRdose)の開発を行ってきたが、2003年度をもって開発を完了した。

2004年2月27日には、「ふげん」の廃止措置について技術的な助言をいただくために設置している廃止措置技術専門委員会において、「ふげん」廃止措置の準備状況、トリチウム除去コールド試験結果、原子炉冷却系の系統化学除染結果、原子炉本体解体技術の検討状況について報告し、機構外部の委員よりご意見をいただいた。

そのほか、放射能インベントリ評価、重水系や炉心等の特有機器の解体手順、除染方法、廃棄物の処理方法等の調査、検討、試験を継続して実施している。

2.2 製錬転換施設の廃止措置

乾式設備のうちウラン転換試験設備の2003年度予定の解体工事(F2転換・精製工程等)を10月から実施し、2004年1月に無事故・無災害で終了した。

2.3 ウラン濃縮施設の廃止措置

(1) 原型プラント

第一運転単位(DOP 1)は2001年2月に、原料の供給を終了し、窒素ガスを封入し維持している。第二運転単位(DOP 2)については、1999年11月に、窒素ガスを封入し維持している。

(2) 滞留ウラン除去・回収技術開発

濃縮機器やプラント内に滞留しているウランを

除去・回収することを目的として、製錬転換施設においてフッ化ガス(フッ化ヨウ素)製造設備の運転を実施している。また、原型プラントDOP 2においては、滞留ウラン除去・回収試験を2003年7月末まで実施した。その後は、次の滞留ウラン除去・回収試験の準備作業を継続している。

(3) 遠心機処理技術開発

使用済み遠心機の解体、除染処理技術の開発を目的にパイロットプラント遠心機、原型プラント遠心機の汚染分離試験データの整理を行った。また、パイロットプラント遠心機を連続的に処理する試験を行い、試験装置の処理能力についての確認を行った。

2.4 解体エンジニアリングシステムの構築

人形峠環境技術センター施設設備に関するデータベース化の業務を継続するとともに、解体エンジニアリングシステム(プロトタイプ)の構築として三次元CADとサブシステムとのリンク化を進めた。

また、センターのウラン系施設廃止措置計画策定に関する検討を継続した。

2.5 デコミッションング技術の開発

大洗工学センターにおいて解体を進めている施設(重水臨界実験装置(DCA))及び今後解体が予定されている施設(旧廃棄物処理建家)について、その特徴を考慮した解体技術の開発及び合理的な施設解体方法の検討を実施している。これらの検討ツールとして、施設内に設置された機器の情報(3次元位置、材質、放射線量等)を基に解体手順などを選択して、解体に必要なコスト、人員、工程、被ばく量等を算出し、解体計画の最適化を図るデコミッションング評価システム“DEC-MAN”を開発している。

解体技術開発として、除染システム(硝酸と水酸化ナトリウム溶液の交互浸漬法)の検討結果を踏まえシステム概念図を作成し、除染液の性能確認試験を開始した。また、解体技術評価手法では、固体廃棄物前処理施設(WDF)の減容焼却炉の解体に関する計算結果を実績値と比較し、関係式を導出した。

2.6 DCA 廃止措置

DCAは、1969年の初臨界以来、新型転換炉開発

のための研究開発を実施し、新型転換炉原型炉「ふげん」の設計、運転及び実証炉の設計に成果を反映し、所期の目的を達成した。その後、1995年から2000年にかけて未臨界面測定技術開発を目的とした研究開発を進め、臨界面モニター開発の見通しを得た。また、1991年より、毎年東京工業大学大学院生の実習の場としても利用され、2001年9月26日に32年間の運転を終了した。その後、2002年1月21日に国に解体届を提出し、廃止措置に着手した。

DCAの廃止措置は、原子炉機能を停止する第1段階（2001年度開始）、燃料棒分解洗浄設備等を解体撤去する第2段階（2003年度開始）、原子炉本体を本格的に解体する第3段階（2008年頃開始）、そして原子炉建屋を解体する最終段階の第4段階（2013年頃開始）に分けて実施する計画で、現在第1段階を終了し、第2段階を実施中である（表1参照）。また、図5に廃止措置の概略を示す。

当該四半期においては、起動用中性子源装置等の解体撤去作業を終了した。また、重水の搬出準備として輸送用保護容器を受入れ、容器の各種検査を行うとともに重水の充てん作業を開始した。

3. 鉱山跡措置

鉱山保安法及び環境保全協定等に従い、構内及び構外の鉱山関連施設の維持・管理を継続した。

鉱さいの措置に関連して、スーパーサイフォンフィルタのろ過砂を用いたラジウム除去の実証試験を継続した。また、坑水処理に係る廃棄物発生量の低減化に向けた水質調査及び処理の合理化に向けた基礎試験を継続した。鉱さい等の長期的な安定化方策及び安全性にかかわる評価に向けた検討を継続した。また、露天採掘場跡地、鉱さい堆積場周辺の地下水モニタリング及び測定技術開発等を継続した。

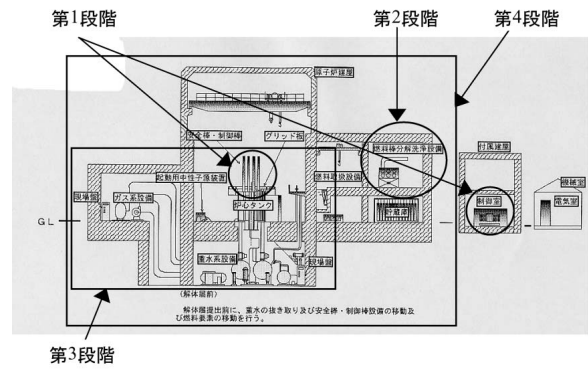


図5 DCA 廃止措置概略図

4. 関連施設の設計・建設

4.1 低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF） 「軽水炉燃料再処理技術の研究開発」の章に記載。

4.2 固体廃棄物処理技術開発施設（LEDF）

大洗工学センターの「常陽」や照射後試験施設等で発生した放射性廃棄物は、WDFで前処理した後に、日本原子力研究所大洗研究所の廃棄物管理施設で処理・保管を行っている。しかし、研究開発の進展等に伴い、廃棄物発生量の増大等の課題が顕在化している。そこで、廃棄物の高減容化、安定化に関する技術開発とその実証を図るとともに、照射試験等を円滑に推進するための固体廃棄物処理技術開発施設（LEDF）の建設を計画している。

[施設の概要]

処理能力：約13トン/年

建家規模

・構造：鉄筋コンクリート造

処理フロー及び建家概念

・図6にLEDFの処理フローと建家の概念を示す。

2003年度は、表2に示す計画に基づき、2002年

表1 DCA 廃止措置計画

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
DCA 廃止措置		第1段階（原子炉の機能停止）				
			第2段階（燃料棒分解洗浄設備等を解体撤去）			
			燃料棒分解洗浄設備の解体			
					解体工法解析評価	

度までに実施した内装設備（部屋配置，処理プロセス，物流計画等）をより具体化するための基本設計 と建屋設計の基本設計を実施した。当該四半期においては，基本設計 として内装設備，建屋・附帯設備の設計を完了した。

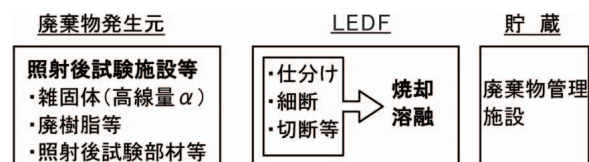


図6 固体廃棄物処理技術開発施設(LEDF)鳥かんの図

本社：経営企画本部
バックエンド推進部
東海：環境保全・研究開発センター
大洗：開発調整室
人形：環境保全技術開発部

表2 固体廃棄物処理技術開発施設(LEDF)設計工程

	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度
固体廃棄物処理技術開発施設 (LEDF)	合理化設計	基本設計	基本設計	詳細設計
(1) 内装設計		(内装基本設計)	(内装設備選定)	
(2) 建家設計			基本設計	実施設計