



## 環境保全技術開発

### 1. 低レベル放射性廃棄物の管理

#### 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、合理的に廃棄体化処理を行う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。

合理的に廃棄体化処理を行う方法の1つとして、MOX系廃棄物、再処理系廃棄物の処理設備を統合して合理的に処理する廃棄体化処理施設の概念検討を実施した。

また、廃棄物データの精度向上に向けた取組として、再処理系の雑固体廃棄物に付着している核種の組成、放射能濃度を把握するため、実廃棄物21試料について、(27)核種の放射化学分析を実施し、各核種の放射能データや核種組成比データを取得した。下記に一例として、 $\text{Sr-90}$ と $\text{Cs-137}$ の相関図を示す(図1参照)。

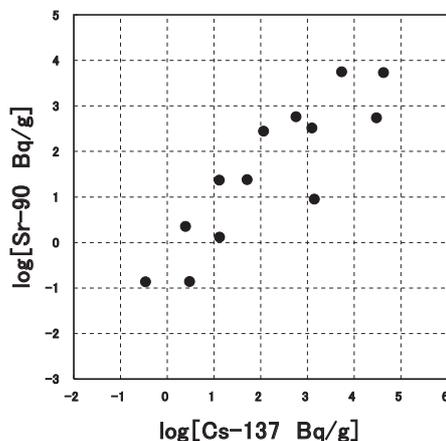


図1 相関図 (Sr-90 / Cs-137)

##### (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

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。

2003年度までに、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、コールド試験装置の改造及び管理区域内への移設を行った。

これまでに、2004年度に予定されたコールド処理試験を開始し、装置の健全性の確認、稼動状況のデータ取得等を実施している。

また、国際シンポジウムWM '05(2005年3月1日、米国Tucson, WM Simposia Inc.主催)において2003年度までの成果を発表した。

###### (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

セメント系材料の地下水溶存成分・廃棄体溶出成分による変質、地下水溶存成分等やセメント系材料起源の高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研究について、2004年度の計画に基づき、研究を実施した。これらの成果を第2次TRUレポートに反映させた。

また、第2次TRUレポートにおける核種移行解析における場の設定に資するため、これまで開発及び取得を行ってきたモデル及びデータを用いて

ニアフィールドの化学場の変化及びそれに伴う水理場の変化を評価した。その結果、ほとんどの場合にセメント/緩衝材境界で二次鉱物の生成にともない間隙の閉塞が生じ、物質の移行が制限されることが示唆された(図2参照)。

## 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に関して、化学的変遷及び力学的変遷に関する個別モデルの開発/検証を行うとともに、その結果を用いた解析を実施した。解析においては、緩衝材・埋戻材領域にケイ砂混合ナトリウム型ベントナイト、廃棄体/充填材・構造躯体領域にセメント系材料を設定した。

## 3) システム性能評価

第2次TRUレポートの性能評価における決定論のレファレンスケースの解析を行うとともに、これまで開発してきた包括的感度解析手法を亀裂媒体に適用した解析を実施し、その結果を第2次TRUレポートに反映させた。

## 4) 処分材料の高度化

2004年度はヨウ素フィルタの長期保持に関する、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いて、処分環境における固化体の長期性能に係わる試験を継続して実施した。また、銅マトリックス固化体からの放射性ヨウ素の浸出挙動の評価を実施し、第2次TRUレポートに代替設計オプションの一つとして提示した。

第2次TRUレポートの内容のレビューを目的に、2005年2月28日、3月1日にスイス放射性廃

棄物管理組合(Nagra)の専門家とのワークショップを開催するとともに、レポートの執筆作業を継続した。

## (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る、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、ナトリウム洗浄時の浮遊ナトリウムが不安定燃焼に及ぼす影響を確認する試験データを取りまとめた。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た長時間連続ナトリウム注入試験データを取りまとめた。また、ナトリウム化合物の固化試験結果を原子力学会に発表した。

## 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、廃止措置に向けた準備作業を実施中である。

2005年度から開始されるカナダ・オンタリオパワージェネレーション(OPG)社への重水搬出のため、重水中の核種を除去する重水前処理作業、及び重水輸送容器への詰め替え作業を継続して実施している。なお、重水搬出のための重水システムの隔離・回収作業は3月29日に終了した。

また、2005年2月28日から2週間にわたり原子力安全・保安院による2004年度第4回保安検査が実施された。保安検査では、原子力安全に係る品質マネジメントシステムの保安規定への取り込みを踏まえ、廃棄物管理に係るプロセス確認等を中心に詳細な検査が行われた。

今後も、安全確保のもと施設の適切な維持管理と廃止措置に向けた準備作業等を着実に実施していく。

#### (2) 「ふげん」使用済燃料の管理及び保障措置

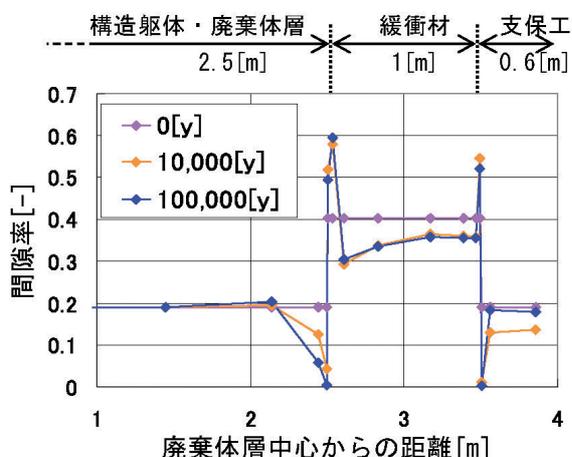


図2 ニアフィールド化学場・水理場の長期的変遷解析結果の一例(人工バリアにおける間隙率分布の時間変化を示す、一次元体系で模式化)

### 1) 使用済燃料の搬出，輸送等

2005年3月末現在，「ふげん」の使用済燃料貯蔵プールには636体の使用済燃料を保管中である。

### 2) 保障措置

IAEA及び文部科学省による通常査察が、2005年3月10日に実施され、貯蔵状況の確認及び、在庫変動記録の確認が行われた。また、原子炉建屋燃料交換プールや原子炉下部に設置されていた放射線検出器は不要となったため撤去した。

## (3) 関連技術開発

### 1) 照射後試験

「ふげん」で高燃焼度（約40GWd/t）を達成したMOX燃料の照射特性を把握するため、大洗工学センターにて照射後試験が実施された。本期間中は、大洗工学センターにおいて、ペレット融点測定を実施し終了した。また日本原子力研究所東海研究所で実施していた燃料集合体再組立作業が終了した。

### 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、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、前々期間に実施した約0.5kgのMOX燃料の溶解試験で得たサンプルの分析作業を継続して進めると共に、同期間に実施した約10gのMOX燃料の小規模溶解試験で得た不溶解残渣の分析作業を進めた。

### 3) 国際貢献

#### 文部科学省原子力研究交流制度

同制度の2004年度計画に基づき、2004年9月6日に3名、9月27日に1名の研究者が中国から来日し、「ふげん」で廃止措置システムエンジニアリ

ング及び放射性廃棄物管理に関する研修を実施した。そのうち1名については12月3日に、残りの3名についても2005年1月20日に、予定していた研修の全日程を終了し帰国した。

これまでの同制度に基づく海外研究者の「ふげん」への受入れ実績は、2005年3月末現在累計で72名である。

### 4) 廃止措置準備

トリチウム除去試験を2005年1月17日から開始した。本試験は、実際に重水（トリチウム）と接していた、重水精製装置の機器・配管の一部を試験体として使用し、重水（トリチウム）の乾燥に必要な乾燥空気の流量や湿度等のデータを取得するものである。ここで得られた成果は、将来の重水系統設備の解体を安全かつ合理的に行うための、トリチウム除去装置の設計や除去手順の策定に活用していく計画である（写真1）。

「ふげん」における廃止措置エンジニアリング支援システム（DEXUS）の構築作業の一環として、廃止措置計画評価システム（COSMARD）に関する日本原子力研究所との共同研究や、拡張現実感技術（AR：Augmented Reality）を用いた現場可視化システムの開発に関する福井大学及び京都大学との共同研究等を継続している。

2005年2月14日には、機構外部の専門家を委員とした「ふげん廃止措置技術専門委員会」を開催し、廃止措置の準備状況、重水系設備の廃止措置準備状況、原子炉本体解体技術の検討状況、及びタービン設備解体の検討状況等について審議いただいた。

2005年2月27日から3月3日にかけて、アメリカのツーソンで開催された第31回放射性廃棄物管理等に関する国際会議に出席し、放射性廃棄物処理設備の改造計画について報告するとともに、海外の廃止措置技術や廃棄物処理に関する情報収集を実施した。

そのほか、放射能インベントリ評価、重水系や原子炉本体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。

また、文部科学省が（財）原子力安全技術センターに委託した「試験研究炉等廃止措置安全性実証等（研究開発段階炉の調査）」に協力している。



写真1 トリチウム除去試験装置

## 2.2 製錬転換施設の廃止措置

### (1) スクラップウラン処理

UF<sub>4</sub>破砕乾燥設備による二級品UF<sub>4</sub>の乾燥処理を継続している。

### (2) 含ウラン硝酸廃液処理

硝酸廃液を分解処理する廃液処理試験装置の運転を継続している。

## 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。

### (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、ウラン濃縮原型プラント第二運転単位(DOP 2)で、滞留ウラン除去・回収試験を継続した。

### (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の定格処理試験等を行った。

## 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仕様、物量、性状等を含む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継続した。

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:旧JWTF)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、放射能量等)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“DECAMAN”を開発している。

解体技術開発として、旧JWTFの配管を用いた除染試験により、除染係数等の測定を行った。また、解体技術評価手法では、DECAMANの解析ソフトの改修を行うと共に、旧JWTF解体手順の検討を継続した。

## 2.6 DCA 廃止措置

DCAでは、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年にかけて未臨界度測定技術開発を目的とした研究開発を進め、臨界度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。図3に廃止措置の概略を示す。

当該四半期においては、残存放射性物質の評価のための採取試料について、放射能濃度等の測定を行った。

## 3. 鉱山跡措置

鉱山保安法及び環境保全協定等に則して構内及

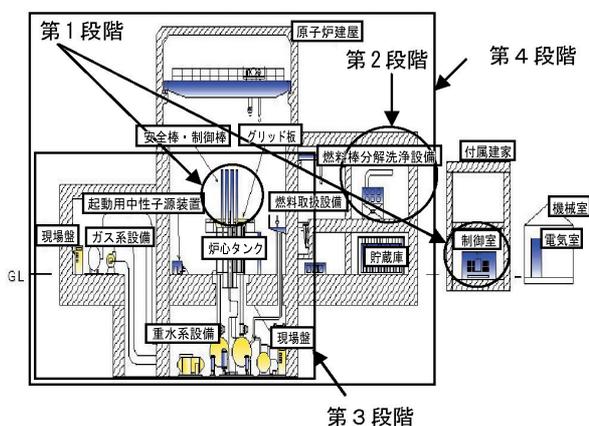


図3 DCA 廃止措置概略図

び構外の鉱山関連施設の維持・管理を継続した。  
 また、方面捨石たい積場からの捨石撤去、措置に係る調査を継続した。

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方法については、既存設備による本格運転を継続中である。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。

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、固体廃棄物前処理施設(WDF)等で前処理した後に、日本原子力研究所大洗研究所の廃棄物管理施設で処理・保管を行っているが、廃棄物発生量が貯蔵容量限界に近づいてきている。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4にLEDFの処理フローと建家の概念を示す。  
 当該四半期においては、表1に示す計画に基づき、2003年度の基本設計の成果を受けて、内装設備の詳細設計 として処理プロセス系統、設備機器等の具体化・詳細化及び建物実施設計 として建屋躯体構造設計、電気設備の機器仕様の詳細化を完了した。

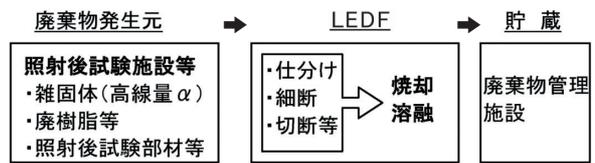


図4 処理フロー及びLEDF鳥瞰図

表1 固体廃棄物処理技術開発施設 (LEDF) 設計工程

	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
固体廃棄物処理技術開発施設 (LEDF)	基本設計	詳細設計	詳細設計	許認可等 着工
(1) 内装設計				
(2) 建家設計		実施設計	実施設計	
(3) 建設工事等				

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

概況報告