

# RANDEC

Jul. 2005 No. 65

## ニュース

財 原子力研究バックエンド推進センター



## クリアランス制度の導入にあたって

電気事業連合会

専務理事 伊藤 範久

今国会において、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)が改正され、クリアランス制度が導入された。

クリアランスとは、放射性核種の濃度が極めて低く、その影響が自然放射線から受ける線量の100分の1以下であることから、人の健康への影響が無視できるため放射性物質として扱う必要のないことをいう。

110万kW級の原子力発電所を1基壊すと、クリアランス物は1~3万トン発生することになるが、こうしたクリアランス物は、制度の導入により、再生利用できるものは有価物として、利用価値のないものは一般の廃棄物として、それぞれ適正に処理・処分することができるようになる。

しかし、このクリアランス制度を円滑に運用していくためには、まず、制度に対する信頼と理解を国民から得ることが必要だ。

電気事業者は、国民の理解を得るため、制度定着までの間は、クリアランス物を用いて再生されたりサイクル品については、電力業

界を中心に使用していくこととしているが、原子力施設由来のものであることを了解して頂いた上で使用して頂ける方にも、使用をお願いしたいと考えている。また、処分場に搬出する場合においても、クリアランス物であることを了解して頂いた上で、搬出することとしている。

海外では、ドイツやスウェーデンなどで既にクリアランス制度が運用されている。また、昨年8月にはIAEAにおいてクリアランスするための判断基準が取り纏められ、安全指針として発行された。今後は、世界的にもクリアランス物が流通する可能性がある。

我が国におけるクリアランス制度は、これから本格化してくる原子力発電所の解体に備え、循環型社会の構築という我が国の方針に沿って制度化されたものであるが、こうした海外の趨勢にも合致した動きである。しかしながら、この制度が社会に広く受入れられるかどうかは、我々事業者の取り組みによるところが大きいものと自覚している。是非、皆様のご支援、ご協力をお願いしたい。

# RANDEC ニュース目次

第65号(2005年7月)

巻頭言	クリアランス制度の導入にあたって	電気事業連合会 専務理事 伊藤 範久	
平成17年度	事業計画		1 企画部
RANDEC事業に関する近況報告			
1.	高速炉冷却材ナトリウム中の放射性核種除去技術の開発		4 技術開発部
2.	放射性廃棄物の海外における立地事例について		6 企画部
海外出張報告			
	・米国の廃棄物管理・デコミッショニング調査を終えて		8 石川 広範、鯉渕 浩人
主要国における放射性廃棄物処分の概況(その4)			
	・米国・クリープ処分場及びバーンウェル処分場		11 富樫 昭夫
解説			
	・アメリカでの低レベル放射性廃棄物管理における技術革新とその重要性		13 妹尾 宗明
海外技術情報			
	・フランス電力庁の廃止措置計画の方針について		17 宮本 喜晟
	・オンタリオ発電所のブルーサイトにおける低レベル廃棄物処分場に関する予備的安全評価		19 富樫 昭夫
	・米国の濃縮プラントの廃止措置の課題		21 安念 外典
	・ドイツに於けるTENORMの規制概要		24 石黒 秀治
	・諸外国におけるクリアランス規制と再利用等の実施例		27 宮坂 靖彦
日本原子力学会「2005年春の年会」に参加して			30 福村 信男

# 平成17年度 事業計画

## 基本方針

我が国の原子力研究施設の廃止措置は、計画段階から実施段階を迎えつつあり、RI・研究所等廃棄物の処理処分に関しても合理的な事業化の早期実現が望まれる。また本年10月に日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合され独立行政法人日本原子力研究開発機構の発足が予定されている。このような状況を踏まえ、当センターは、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構及び日本アイソトープ協会等との連携を一層強化しつつ、放射性廃棄物の処理処分及びデコミッショニングの円滑な促進が図られるよう、以下の方針により事業活動を展開する。

RI・研究所等廃棄物の処理処分に関する事業については、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、日本アイソトープ協会と締結した「RI・研究所等廃棄物処理処分事業に関する協力協定」に基づき定めた「廃棄物関連事業推進基本計画」に従い、RI・研究所等廃棄物の処理処分事業に関する立地調査等を関係機関の支援、協力の下に一層強力な展開を図る。

処分候補地の立地調査については、これまでに収集した情報をもとに立地の可能性の総合的評価を継続する。事業化計画については、立地条件を考慮した処分施設の概念設計等を行い、処分事業の早期実現に向けての諸準備を進める。

デコミッショニング技術に関する事業については、これまでの研究成果を生かし、研究開発用原子力施設の廃止措置に関する先導的な役割が果たせるよう展開を図る。

そのため、原子力施設のバックエンド費用の合理化検討等のデコミッショニングに関する試験研究・調査、及び解体金属廃棄物の再利用技術開発等の原子力施設の解体廃棄物の処理処分及び再利用に関する試験研究・調査を行う。また、原子力施設のデコミッショニング及び放射性廃棄物等の規制の調査、及び廃止措置に関するデータベースの高度化を目指すとともに、データベースのシステム整備のための調査・開発を行う。

これらの事業に関する普及啓発を積極的に展開する。

## 事業計画

### I. RI・研究所等廃棄物の処分地の立地等処理処分事業に関する調査

#### 1. 立地等に関する調査、検討、評価

全国を対象に実施している処分候補地の情報収集を継続するとともに、収集した情報をもとに、処分地としての適合性を評価し、有望な候補地の選定を継続する。また、これと並行して、立地地域との合意形成の在り方等について検討を行う。

#### 2. 事業化計画等

処分事業の早期実現に向けて、資金計画及び要員計画等事業化計画の検討を進める。

立地条件を考慮した処分施設の概念設計を行い、次年度以降の基本設計の基礎資料として取りまとめを行う。また、処分事業の諸条件が事業に及ぼす影響の調査・検討を行う。

なお、放射能レベルの比較的高い廃棄物、TRU核種を含む廃棄物等については、合理的処分を考慮した調査検討を関係機関との調整のもとに継続する。

#### 3. 法的制度等の整備への協力

前年度に引き続き、RI・研究所等廃棄物の処理処分に関し、国が行う安全規制の基本的考え方及び諸基準の整備についての検討、審議等に協力する。また、それらの動向を把握し、事業への影響につき調査検討する。

### II. デコミッショニングに関する試験研究・調査

#### 1. 原子力施設のデコミッショニングに関する試験研究・調査

高速炉の廃止措置に係る冷却材ナトリウムの処理処分及びカザフスタンBN-350の廃止措置計画立案の調査・検討を行う。また、研究開発機関等と協力し、核燃料施設及び加速器等の原子力施設について放射性廃棄物の処理処分を含む廃止措置方策の検討を行う。さらに、クリアランスの法制化導入に対応するための検認技術の調査・研究開発、バックエンド費用の合理化検討、放射能インベントリ・物量調査等を行う。

#### 2. 原子力施設の解体廃棄物の処理処分及び再利用等に関する試験研究・調査

解体廃棄物再利用技術開発として、金属廃棄物の溶融・薄肉インゴット製作等のリサイクル試験を行うとともに、金属廃棄物の発生から再利用、処理処分までのプロセスの合理性を一貫して評価する統合評価システムの開発等を行う。また、プルトニウム燃料施設の廃止措置に係る安全性実証試験を行う。

#### 3. 原子力施設のデコミッショニング及び放射性廃棄物等に係る規制の調査

核燃料施設の廃止措置に係る安全評価等に関する調査を行うとともに、関連規制、指針等について国内外の調査を行う。

### III. 技術・情報の提供

#### 1. 技術情報の提供と管理

原子力施設の廃止措置や廃棄物の処理処分の動向、研究開発等に関する国内外の情報を収集整理し、これらの情報を技術情報誌等で関係機関に提供する。また、廃止措置データベースについては、システムの改良を加えるとともに、データベースの利便性を高めその充実を図る。

#### 2. 国際協力

OECD/NEA、IAEA等海外原子力関係機関との技術交流、情報交換等を積極的に行うとともに、カザフスタン等の原子炉解体計画に協力するため、引き続き、専門家会議、技術者の交流等を通じて必要な技術協力を行う。

### IV. 人材の養成

原子力施設の廃止措置及び廃棄物の処理処分に係る人材を養成するため、関係機関、企業等の技術者を対象とした技術講座を開催する。

### V. 普及啓発

原子力バックエンドに関する国内外の動向紹介及び技術の普及を目的とした広報誌の発行、ホームページの充実、パンフレット等の作成・配布や事業活動に関する報告会等を開催し、普及啓発に努める。

RI・研究所等廃棄物の処理処分事業に関して、立地調査等の進展に応じて関係自治体等に対し、処理処分事業の必要性、安全性等について理解を得るための効果的な広報活動を行う。

(本事業計画は、3月15日の評議員会及び3月16日の理事会で承認されました。)

# RANDEC事業に関する近況報告

## 1. 高速炉冷却材ナトリウム中の放射性核種除去技術の開発

技術開発部

高速炉の冷却材に使用されるナトリウムは、構造材の腐食生成物(CP)及び核分裂生成物(FP)で汚染される。これらCP及びFPのうち、セシウム同位体のFPである $^{137}\text{Cs}$ は、半減期が約30年と長く、かつ強い $\gamma$ 線を放出するため、原子炉解体時あるいはナトリウム処理において作業員の被ばくの主な原因の一つとなる。また、この核種は、放射性廃棄物量の低減に大きな障害の一つとなる。このため、可能な限り冷却材ナトリウムから $^{137}\text{Cs}$ を除去することは、被ばく低減及び放射性廃棄物量減少のために極めて重要な課題である。世界の高速炉では、冷却材のナトリウム中からセシウムを除去する方法が研究、開発され、幾つかの方法が実用化されている。しかし、これらの方法では、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度をせいぜい数分の1から数百分の1程度に減少させることが限度であり、被ばく低減及び放射性廃棄物量減少の観点から十分ではない。セシウムを除去する方法として、理論的にはナトリウムイオンの超イオン伝導体である $\beta$ "-アルミナを使用する方法が最も優れているが、未だ世界で実用化されていない。このため、RANDECでは、 $\beta$ "-アルミナを用いてセシウムを除去する研究・開発としてナトリウム精製の基礎試験と精製装置の概念設計を行った。

### 1. ナトリウム精製の基礎試験

$\beta$ "-アルミナとはアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )に酸化ナトリウム( $\text{Na}_2\text{O}$ )が結合した複合酸化物である。 $\beta$ "-アルミナは $\text{Na}^+$ イオンのみを選択的に透過するため、この原理を応用すれば、ナトリウム精製即ちナトリウム中に存在する放射性核種を除去することができる。この原理を応用してナトリウム精製の基礎試験を行った。本試験では、図1に示す $\beta$ "-アルミナチューブ外側にセシウムを添加したナトリウム(汚染ナトリウム)を充填して、内側に純ナトリウムを僅かに充填し、外側のナトリウムをプラス電極、内側のナトリウムをマイナス電極として通電すると、外側のナトリウム中のナトリウムは $\text{Na}^+$ にイオン化され、 $\text{Na}^+$ のみが $\beta$ "-アルミナチューブを透過してチューブ内側に移動する。即ち、チューブ

外側には不純物(ここではセシウム)が濃縮され、チューブ内側には精製されたナトリウムのみが蓄積される。このようにして精製されたナトリウム中の極微量のセシウム濃度を、化学分析(質量分析)及び放射化分析によって測定した結果、両者の測定値はほぼ一致し、正しく濃度評価されたことが立証された。測定結果から、セシウムは1万から10万分の1程度まで減少することが判明し、 $\beta$ "-アルミナを用いる方法は、他の実用化されている精製方法に比べて、格段にセシウム除去に優れていることが確認された。なお、 $\beta$ "-アルミナは $^{137}\text{Cs}$ 以外のCP及びFPも除去可能である。

### 2. 精製装置の概念設計

以上の基礎試験の結果を基に、一次系ナトリウム100トン程度の高速炉のナトリウムを、

$\beta$ -アルミナを用いてセシウム除去する装置の概念設計を行った。ナトリウム中の $^{137}\text{Cs}$ の汚染濃度については、海外の高速炉における $^{137}\text{Cs}$ 汚染濃度を調査し、この結果の数倍程度の汚染濃度( $1 \times 10^4 \text{Bq/g}$ )を仮定して、これをわが国が検討している $^{137}\text{Cs}$ のクリアランスレベルである $1 \text{Bq/g}$ まで減少させるのに必要な設備が、操作性、安全性及び経済性を加味して技術的に実用可能か否を検討した。また、装置の設計条件として、工場において1体構造で製作し、移動可能なこととした。こうすることによって、装置の現地据付、保守のための移動、使用後の撤去等が容易になる。検討の結果、縦横それぞれ $1.8 \text{m}$ 、高さが $1.6 \text{m}$ 程度(炭素鋼製の遮へい体を含む)の規模の運搬

可能な装置(図2参照)によって、数億円程度の費用(設備費、人件費、運転費等の全費用)、運転期間約2年間で実現可能な安全性の高い設備の製作が可能であるとの結果を得た。

本開発においては、 $100 \text{トン}$ 規模のナトリウム精製のための設備設計を行い、 $2 \text{m}$ 立方程度の比較的小型の装置で実現可能であるとの結論を得た。この装置を1ユニットとした複数ユニットを並行使用することによって、さらに高出力の高速炉の大容量ナトリウム処理を行うことができる。可搬式の小型ユニットを複数使用することは、原子炉施設間での装置の共有が可能となり、また、設置、保守、交換、撤去が容易であり、運用の面から大きなメリットがある。

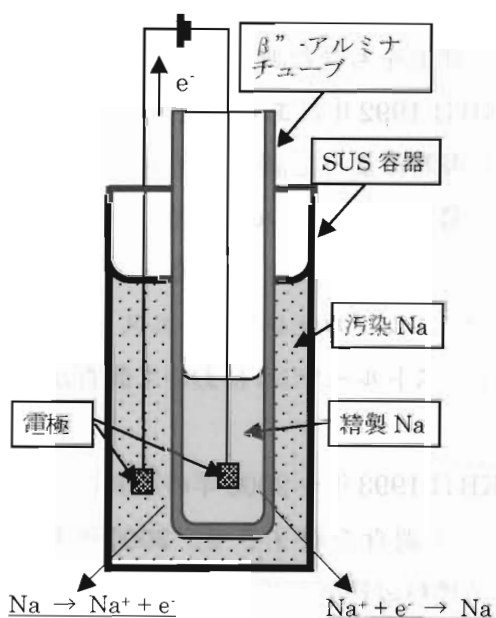


図1  $\beta$ -アルミナによるNa精製原理

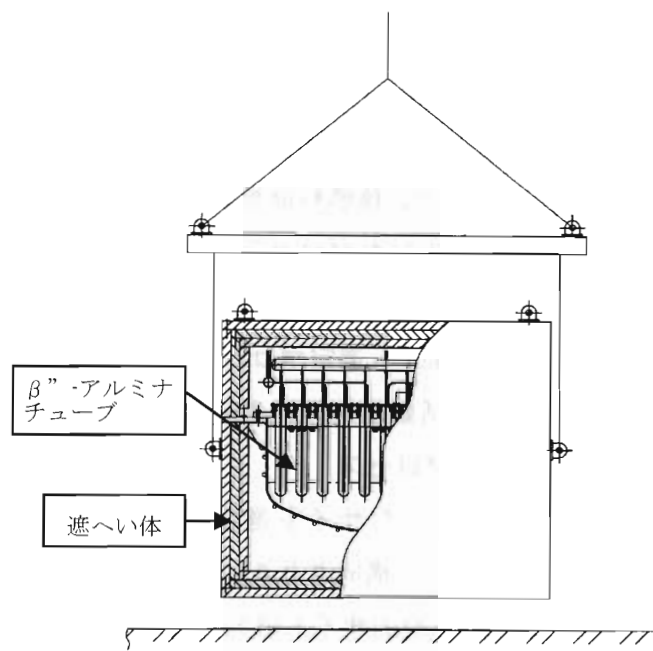


図2 Na精製装置(吊上げ状態)

本報告は、電源開発促進対策特別会計法に基づく文部科学省からの受託事業としてRANDECが実施した平成16年度「高速炉冷却材ナトリウムの除染技術に関する調査」の成果です。



## 2. 放射性廃棄物の海外における立地事例について

立地推進部

処分場の立地に際しては、対象とされる場所の適正についての技術的な評価もさることながら、地元を中心とするいろいろな利害関係者(ステークホルダ)の合意形成が必要不可欠である。海外には、放射性廃棄物処分場あるいは関連施設の立地に際して、様々な事例が存在する。これらの内から主な事例を取り上げ、施設立地に関わるこうしたステークホルダの合意形成に向けたサイト選定のプロセス、国の関与、公衆あるいは第三者機関の関与、立地広報活動への取組み等についてスウェーデン、フィンランド、スイス、フランス、英国、カナダ、米国の事例についてシリーズで紹介する。

初回として、スウェーデンの使用済燃料最終処分場の事例を紹介する。

### スウェーデンの事例

スウェーデンでは使用済燃料最終処分場のサイト選定方法を規定した法令は存在せず、自治体の許可を得ることも義務付けられてはいない。スウェーデン核燃料廃棄物管理会社(SKB)は、自ら作成したプログラムに基づいてサイト選定調査を実施してきた。これらの実施と並行して、サイト選定プログラムには、多岐にわたる広報活動が組み込まれていた。

#### (1) サイト選定のプロセス

SKBが自ら作成したサイト選定プログラムは以下の4段階から構成される。

- ① 全国規模の一般的サイト研究  
(General Siting Study)
- ② 特定サイトのフィージビリティ  
(Site Specific Study)
- ③ 特定されたサイトの試掘調査
- ④ 詳細サイト特性調査

「全国規模の一般的サイト研究」として、全国を対象とした机上調査が行われる。次の

フィージビリティ調査は特定の自治体を対象に、技術や安全面だけでなく、環境影響及び社会的側面をも含む調査を行う。

SKBは1992年にあらかじめ全国自治体に向け、書簡によって調査サイトの公募を行った。公募に応じた8つの自治体(フルツフレッド、ニーシェーピン、オスカーシャム、ティアープ、エルブカーレビー、エストハンマル、マーレ、ストルーマン)において調査が実施された。

SKBは1993年～2000年の期間にフィージビリティ調査を終了させ、2000年11月に、使用済燃料最終処分場建設のサイト調査をオスカーシャム、ティアープ、エストハンマルの3自治体で実施することを決定、政府もこれを承認した。その後、エストハンマル及びオスカーシャム自治体の議会はサイト調査の受け入れを承認し、2002年よりサイト調査が実施されているが、ティアープ自治体議会は否決したため調査は中止された。



SKBは2006年までにオスカーシャムとエストハンマルの両自治区でサイト調査及び環境影響評価を実施し、サイトを1ヶ所選定する予定である。

#### (2) 国の関与

SKBは3年毎に研究開発計画(RD&Dプログラム)を作成することが原子力活動法によって義務付けられており、これに対する規制機関のレビューや政府による承認を通じて、間接的な規制が行われている。

#### (3) 公衆あるいは第三者機関の関与

フィージビリティ調査が実施される各々の地区では、調査・評価を進める上で地元とSKBからそれぞれ運営委員が選出されると共に、運営委員会(Steering Group)と並行してワーキンググループ(Reference Group: ストルーマン自治区の場合は24名)が構成された。

一方、スウェーデンでは環境に影響を与える可能性のある活動を行う時は、計画段階から県域執行機関(CAB)と協議することになっている。当該計画に対してCABが環境に影響ありと判断した場合は、環境影響評価(EIA)手続きを行うべきことが環境法典に定められている。

#### (4) 広報活動への取組みと課題

放射性廃棄物処分の問題に係わる情報は広範にわたるため、特に一般公衆に理解してもらうためにスウェーデンでは以下の①～⑤のような基本的対策が実施された。

- ① 電力会社従業員に対する教育プログラムの実施
- ② 廃棄物取り扱いに関するマスコミ広告の掲載
- ③ ジャーナリストを対象とした主要廃棄物施設ツアーの開催
- ④ プロジェクトに従事する科学者とジャーナリストとの友好関係の構築
- ⑤ 労組幹部、政治家等によるメディアを通じた好意的見解の報道

#### (5) 成功と失敗の要因

SKBが行ったフィージビリティ調査地区の内、ストルーマン自治区においては1995年9月に、マーレ自治区においては1997年9月にそれぞれ住民投票で反対されたため以後の計画は断念された(反対票: ストルーマン自治区71%、マーレ自治区54%)。

また、オスカーシャムの場合は既存の原子力関連施設の受け入れに際してEIA協議が実施されてきた歴史的な経緯があり、これらを通じて自治体の専門家がSKBの専門家と対等に議論出来る体制を構築してきた。オスカーシャムでは市民も参加した多くの説明会や討論会が開催された。オスカーシャムのように、処分場を受け入れる歴史的な下地が存在し、地元とのコミュニケーション体制が構築されていることが、サイトの選定を円滑に行うための1つの重要な鍵であると考えられる。



# 米国の廃棄物管理・デコミッショニング調査を終えて

## － 第17回「海外調査団(米国)」報告 －

情報管理部 石川 広範

企画部 鯉渕 浩人

当センターが毎年主催している海外調査団も、皆様のご協力により今年で第17回を迎えることができた。米国アリゾナ州ツーソン市で開催された「廃棄物管理国際会議 (Waste Management Symposium 2005、WM'05)」に参加し、米国を中心とする海外の研究開発の現状や今後の計画等に関する全般的動向についての情報収集を行うとともに、バーンウェル低レベル廃棄物処分場を訪問し低レベル廃棄物処分の現状を調査した。また、デュラテック社のオークリッジ事業所を訪問し、低レベル廃棄物の商業的処理、再利用のための金属溶融処理設備等を視察した。

調査団の団長は埼玉大学工学部応用化学科教授 松本史朗先生に、副団長は(株)ペスコの武田副本部長にお願いし、研究機関、メーカー、建設会社殿などから多数の参加を頂いて、参加者は事務局及び添乗員を含め総勢19名となった。参加したWM'05及び訪問施設の概要について報告する。

### 1. WM'05 シンポジウム

本会議は、放射性廃棄物、原子力施設の解体、環境保全等に関する技術、活動、政策、経済性などについて情報交換を行うもので、毎年2月末からアリゾナ州のツーソン市で開催される。

プログラムは、①中・低レベル放射性廃棄物の管理、②原子力発電所の運転及び廃棄物の管理、③廃止措置及び除染などの11分野で構成された。これらの分野を75の技術セッションに分類し、約450件の発表が行われた。また、展示会場では160の原子力関連企業や機関が、大型機器から小型機器まで大小様々な廃止措置関連機器の展示を行っていた。

RANDECの調査団からは、核燃料サイクル開発機構の手塚氏が「ふげん発電所」で新規導入を検討している廃樹脂減容安定化処理装置等について口頭発表され、ポスターセッションでは(株)日立製作所の鴨志田氏が使用済燃料の輸送・貯蔵兼用キャスクの開発成果について、(株)東芝の赤井氏が超臨界水を用いた廃棄物処理システムについて発表し好評を博した。

同国際会議では、DOEの廃止措置プロジェクト関連の発表が数多くあり、その廃止措置費用が莫大なことから、工事関連の情報収集を目的に関連企業から多数参加していた。また、国内外の廃棄物管理や廃止措置の関係者が多数参加していることから、自社製品の宣伝、売り込み、情報交換もこの会議の大きな要素となっていた。

### 2. テクニカルツアー

ツアー参加者は、朝6時30分にホテル前に集合しサイト管理会社が用意したバスに乗り、



WM'05 国際会議展示場

途中で管理事務所に寄りIDカードを受け取ってネバダ核実験場、ユッカマウンテン高レベル廃棄物処分場の順で両施設を見学した。バスの車内では、John Spalm氏の案内とともに核実験の歴史、ユッカマウンテン処分場の概要等に関するビデオが上映された。

### (1) ネバダ核実験場

同核実験場は、ラスベガスの北西100km、標高1,000m以上の高地にあり四方を山脈に囲まれている砂漠地帯である。

冷戦時代の1950～1960年代に地上核実験が行われ、その後は地下実験が1992年まで実施された。サイト内には、福利厚生施設等のあるベースキャンプ、核実験施設、放射性廃棄物管理施設、放射性廃棄物処分場、核実験でできたクレータ等が点在している。サイト内は、それら施設を結ぶ道路が敷設されており、サイト全体で約3,000人の職員が勤務している。

廃棄物処分場には、核実験の行われた跡地が使用されており、低レベル廃棄物をドラム缶やコンテナに入れ埋設する「素ほりトレンチ方式」が採用されている。廃棄物の受け入れは、DOEや国の研究機関で発生する低レベル廃棄物に限定され、民間からの廃棄物は受け入れていない。また、今回見学したSEDANクレータは、1962年の核実験で生じたもので直径約380m、深さ約100mで実験時の線量率は500R/hとのことである。

唯一の原爆被ばく国である日本人にとっては、今回の核実験場の見学は複雑な思いであった。

### (2) ユッカマウンテン高レベル廃棄物処分場

同処分場は、ネバダ州ラスベガスから北西約160km、年間雨量が約300mmの砂漠地帯に位置しており、その地下約200～500mの

凝灰岩中に商用炉からの使用済燃料、DOE所有の高レベル廃棄物(ガラス固化体)など合計で70,000トン処分する方針である。坑道間隔や廃棄物の定置間隔等の変更、強制換気システムの導入等を取り入れたサイト推薦時の計画では、処分場の規模は総面積が約4.65km<sup>2</sup>、坑道の延長距離は約69km、処分坑道の延長距離は56kmである。

実施主体である米国エネルギー省は、2004年12月に許認可申請書を原子力規制委員会(NRC)に提出し、2005年に工事を開始する予定であったが、プロジェクトの予算不足、放射線防護基準に関する問題等で、許認可申請書の提出期限を2005年12月に、操業開始を2010年から2012年に繰り延べるとのことである。

ユッカマウンテン・サイトでは、処分予定地としての適合性を評価するため全長約7.9kmの探査用トンネルが掘られており、サイト特性、水の流動特性、廃棄体の劣化特性等の試験が行われている。



米国調査団一行(デュラテック社にて)

### 3. デュラテック社

同社は、原子力施設の廃止措置、放射性廃棄物の処理・処分等を広範囲に実施しており、テネシー州にもメンフィス、キングストーン及びオークリッジの3個所に事業所を所有している。今回の訪問では、オークリッジ事業所の主要設備である焼却設備、圧縮設備及び金属溶融設備について、2班に分かれて視察を行った。

廃棄物は、作業員が分別を行い可燃性の物は焼却処分、不燃性の物は圧縮処分を行い、再利用可能な金属については溶融を行っている。焼却設備は2系統で構成されており、紙、プラスチック等の可燃性廃棄物を～730kg/hの割合で焼却でき、焼却灰は圧縮処理を行っている。

圧縮設備には、性能約4,500トンの圧縮機が設置されており、55ガロンのドラム缶及びDボックスの圧縮処理を行っており、金属廃棄物については1/6に減容処理が可能である。

金属溶融設備では、容量7,200kwの直接通電式の電気炉を使用しており、年間1,000トンの金属処理が可能である。1992年から運転を開始し、既に23,000トンを利用資材として生産している。

各施設はコスト重視で簡素化されている印象を受けたが、各所に安全衛生のポスターが掲示してあり安全面には相当配慮している様子が伺えた。

### 4. バーンウェル低レベル廃棄物処分場

同処分場は、デュラテック社の100%子会社であるケム-ニュークリアシステムズ社により運営されている。同社は、埋設処分などの実務担当する部門、財務・経理を担当する部門及び法規制を担当する部門で構成されており、総勢55人で運営している。その内、約60%が地元採用とのことである。

運営コスト削減のため、放射性廃棄物の減容化、入札制度の導入、交替勤務から1直勤務への移行等を実施している。

2000年のアトランティック・コンパクト(米国内の州間地域共同体の一つ)が締結される以前は、事業者が自由に処分料金の設定を行えたが、協定締結後はアトランティック・コンパクト委員会が埋設量を決定し、サウスカロライナ州予算調整委員会が処分料金を決定している。処分料金は、600ドル/立方フィート～4,000ドル/立方フィートで放射線線量率等により決定される。処分料金の高騰に伴い放射性廃棄物の減容化が進んでおり、今のペースで埋設を実施すると、あと20年は操業できるとのことであるが、放射性廃棄物の受け入れを2008年からコネチカット、ニュージャージー及びサウスカロライナのアトランティック・コンパクト加盟3州に限定することが計画されている。

同処分場ではあらゆる情報を公開し、外部からの視察等も快く応えていこうとする姿勢が感じられた。

### 5. あとがき

米国内の行き先々の空港での厳しい検査には閉口したが、米国における低・高レベル放射性廃棄物の処理から処分までの放射性廃棄物管理の現状を実感として知ることができた。また、廃止措置や廃棄物管理に携わる参加者相互の友好が深められたことは大きな成果であった。なお、調査内容の詳細は、別途作成する調査団報告書で紹介する予定である。

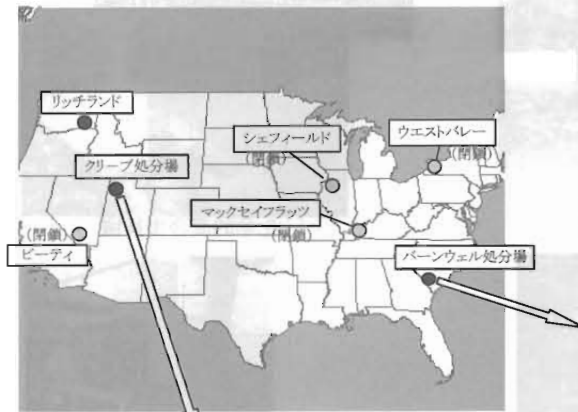


バーンウェル処分場における埋設状況

# 主要国における低レベル放射性廃棄物の処分の概況(その4)

技術開発部 富樫 昭夫

## 4. 米国



現在、米国において稼働中の商業用低レベル放射性廃棄物(浅地中)処分施設は、サウスカロライナ州のバーンウェル、ユタ州クリーブ及びワシントン州リッチランドの3箇所である。



### <バーンウェル処分場>

バーンウェル処分場は、サウスカロライナ州バーンウェル郡の約7万 $m^2$ のエリアで1971年に認可された。この商業用処分場は、米国エネルギー省のサバナ・リバーサイトに隣接している。1976年には、約132万 $m^2$ に拡張され、クラスA、B、C全ての低レベル廃棄物の受入ができるようになった。

### 米国における低レベル放射性廃棄物トレンチ処分の例

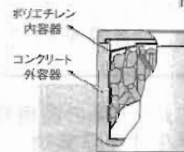


### <クリーブ処分場>

1988年以来、エンパイロケア社は、ユタ州トゥーレ郡、ソルトレークシティの西130km、約220万 $m^2$ のサイトで操業を行っている。低レベル放射性廃棄物処分場になる前は、米国エネルギー省のウラン鉱さいの埋設処分場として使用されていた。同社の処分場は、クラスAの廃棄物の許可を得ており、米国内で唯一有害廃棄物との混合廃棄物を受け入れている。



ISO 20フィートコンテナと金属箱廃棄体の処分状況 (クラスA廃棄物)



高健全性容器 (HIC)



高健全性容器廃棄体の処分状況 (クラスB廃棄物)

バーンウェル処分場における処分状況

<b>Class A LLRW Expansion</b> クラスA廃棄物処分セル増設部 CLASS A LLRW ウラン鉱滓処分セル	<b>VITRO</b> ウラン鉱滓処分セル	<b>Rail &amp; Unloading Facilities</b> 鉄道貨車及荷降し増設
<b>Future Disposal Expansion</b> 将来の増設処分場 11e.(2) 回収型生成物(1e.(2)廃棄物)処分セル	<b>LARW</b> NORM 処分セル	<b>MW</b> 混合廃棄物処分セル 増設部



<エンパイロケア処分場における混合廃棄物の処理>



混合廃棄物処理施設



化学的混合攪拌機



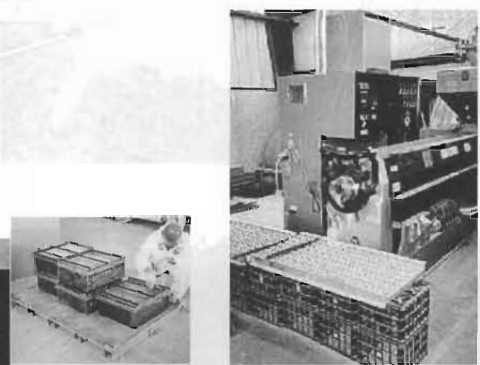
機械的混合機



櫛歯状裁断機



ポリエチレン固化体



低密度ポリエチレン押出し機

処 分 場	クリーブ処分場	バーンウェル処分場
位 置	ユタ州クリーブ	サウスカロライナ州バーンウェル
方 式	セル方式(底面に低透水性粘土敷設、 上面に粘土カバーと岩石フィルター層 及び岩石浸水防護層からなる)	素掘りトレンチ
処分規模	約34万m <sup>3</sup>	約77万m <sup>3</sup> (2000年9月現在)
受入廃棄物	クラスA、原子力法11e.(2)条に定義 された副生成物、混合廃棄物、NORM	クラスA, B, C (200ドラム詰固化体、 木箱詰雑固体、高性能容器入り廃樹脂等)
廃棄物発生源	核兵器開発による汚染の環境修復 により発生する廃棄物	民間の原子力利用、 連邦政府廃棄物(DOE,海軍,核兵器開発を除く)
事 業 者	エンパイロケア・ユタ社	ケム・ニュークリアシステムズ社
操業状況	操業中	操業中

出典: 第3回「RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会」資料3(平成14年4月)  
 「放射性廃棄物ハンドブック」(平成16年度版)(財)原子力環境整備促進・資金管理センター  
 "ENVIROCARE OF UTAH, LLC" <http://www.envirocareutah.com/tour>ウェブサイト  
 "Chem-Nuclear Systems,L.L.C." <http://www.chemnuclear.com/>ウェブサイト  
 "USA National Report Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and  
 on the Safety of Radioactive Waste Management," DOE/EM-0654, May 2003.

## アメリカでの低レベル放射性廃棄物管理における技術革新とその重要性

技術開発部 妹尾 宗明

アメリカの商用原子力発電所から発生する放射性廃棄物の量を減らすための大規模な、先進的廃棄物の処理技術を中心とするビジネス戦略の実行を述べる<sup>1)</sup>。アメリカの低レベル放射性廃棄物の管理のビジネス戦略の展開と実行は、1985年の低レベル放射性廃棄物政策法改定の影響が正しく反映されたものとなっている。アメリカにおいて新しい低レベルの廃棄物処分場のサイト開発がうまく行っていないことによって生じている窮状も議論されている。

### アメリカ放射性廃棄物史

放射性廃棄物の生成は、核兵器開発に伴って第二次世界大戦の間に始まった。

1954年の原子力法(AEA)は、商業事業者が放射性物質の保持、所有及び使用を許可した。1959年のAEA改正で、資格を与えられた州に商業上発生する低レベル廃棄物の処分を含む多くの種類の放射性物質の所有、使用と処分のために規制監視を行う許可を与え、原子力委員会(AEC)は商業用低レベル廃棄物の処分施設の運営から段階的に手を引いていった。

1962年から1971年にわたって、イリノイ、ケンタッキー、ネバダ、ニューヨーク、サウスカロライナとワシントン州にある6つの商業的な廃棄施設の操業が認可された。しかし1979年までに、イリノイ、ケンタッキーとニューヨークの廃棄施設は、いろいろな理由のために永久に閉鎖された。ネバダ州、サウスカロライナ州とワシントン州のサイトだけは、商用発電で発生する低レベル放射性廃棄物を処分するために操業していた。

1980年の低レベル放射性廃棄物政策法制定によって州は、いくつかの州がそれらの総体的な処分ニーズに応じて州間地域共同体(コンパクト)を作り、新しい処分サイトの数を最小にして、かつ州の間でより公平に低レ

ベル放射性廃棄物の管理の責任を分担するようになった。

コンパクト作りと処分場の開発を促進させるため州への誘因として政策法では、1986年1月1日以降、コンパクトは、特定の状況の下で、処分施設の利用をそれぞれの地域内で発生する低レベル放射性廃棄物に制限することができる」と述べている。

1983年の終わりまでに、ほぼ40の州が7つのコンパクトを作ったが、新しい処分施設は少なくとも5年間は準備ができないことが明らかになった。1986年、連邦議会は1985年低レベル放射性廃棄物政策法改定案を通した。

バーンウェル、ビーティとリッチランド処分施設に頼っていた他の州の廃棄物発生者は、それらの施設に廃棄物を出荷することができる期限を(1992年の末までの)7年間延長することができた。法改定では以下の事項も定めた：

- ・コンパクトあるいは州は州の法律で1986年までに、処分サイトを開発する意図を定めなければならない
- ・廃棄施設の用地のない地域コンパクトは1988年までにホスト州を選定しなければならない；
- ・コンパクトは、1990年までに認可申請



書を提出しなければならない

- ・コンパクトまたは州は、1992年までに処分施設の認可申請書を提出しない場合には罰金割増金を支払わなければならない;
- ・1993年までにコンパクトは、低レベル廃棄物の処分を保障するか罰金割増金を没収しなければならない
- ・処分施設のないコンパクト(あるいは独立した州)は1996年1月以降、域内で発生する全ての低放射能廃棄物の処分を保障しなければならない。

しかし、新しい処分場開発はその後もうまくいかず、3つの操業中の埋設サイトは、以下の措置をとった:

- ・ネバダ州の知事は1992年12月31日以降、州有地(例えばビーティ施設)で貯蔵や更なる低レベル放射能廃棄物の処分を禁止する行政命令を出した;
- ・サウスカロライナは、そのコンパクトの内外の廃棄物発生者に、1994年6月30日までバーンウェル処分施設に低レベル放射性廃棄物を輸送し続けるのを許すことに同意した。
- ・ワシントン州は、リッチランド廃棄施設の操業を許し続けた。しかし、ワシントン州は北西コンパクトの8つの加盟州の廃棄物発生者と契約で廃棄物を受け入れていたロッキー山脈コンパクトを構成する3つの州の廃棄物発生者だけに処分施設の使用を制限した。

1990年代初期に、低レベル放射性廃棄物と特定のタイプの低レベル有害廃棄物を処分するためのエンバイロケアの処分施設がユタ州で認可された。

#### アメリカにおける廃棄物処分費用の歴史

図1に示されるように、1986年までは、廃棄物のコストは立方フィートにつき25ドルであったが、立方フィートにつきほぼ300ドルまで時間とともに上昇した。コストは、以下の要因によって変動した:

- ・利用可能な埋設サイトの減少
- ・1985年の法改正の結果としての割増金が賦課
- ・利益率を維持するために埋設サイトによる処分料金の引き上げ

#### 廃棄物処分量と原子力発電所の操業の歴史

11の新しい原子炉が活動をしていたにもかかわらず、1986年から1996年までの間、処分を必要とした廃棄物量は下がった(図2参照)。

この低下は廃棄物処分コストの上昇と、Scientific Ecology Group(SEG)の開発によって生まれた中央低レベル廃棄物処理施設の優れた結果によるものであると考えることができる。

#### SEGの中央低レベル廃棄物処理センター

処分できる廃棄物量が制限され処分コストが上昇するという現実を前にして、SEGのビジネス戦略は、発電所の廃棄物処理能力を早急に強化するか、廃棄物を性能の良い中央廃棄物処理施設に送って減容処理を行い、低レベル廃棄物処分サイトのうちの1つに払い出すことしかなかった。

このビジネス機会に対応して、SEGはオークリッジ(テネシー)で設計、計画して、認可を得て、500万ドルの廃棄物処理工場を造った。

当初、設備は放射性廃棄物を受入れ、5,000トンの超高圧縮装置で圧縮する能力を備えていた。

超高圧縮装置はSEG工学スタッフによって設計されたもので、以前のスーパーコンパクトが7.5立方フィート・ドラム廃棄物を圧縮していたのに対して38立方フィートの箱の廃棄物を圧縮できる特徴を有していた。

SEGが1986年後半に廃棄物処理を開始したとき、廃棄物処分コストは立方フィートにつき20ドル台後半であった。1989年までに、廃棄物処分コストは立方フィートにつき60ドル以上に上がった。この上昇はSEGに廃棄物

処理システムを強化する機会を提供した。

次にSEGは以前許可を受けていた廃棄物の仕分け装置と米国で最初の民間放射性廃棄物焼却装置を導入した。

仕分けと焼却装置を取り付けることにより、低レベル廃棄物の可燃物部分の焼却で75:1の減容が得られるので、SEGの減容比はすぐに平均3.8から6.6までに増大させることができた。

これらの活動で得た資金を元に1992年までに、SEGは、第二の焼却装置と金属再循環設備を設置した。200万ドルの金属リサイクル設備は、放射能除染と金属熔融性能を備えている全米初の設備であった。金属リサイクル設備は年間2,000トンから6,000トンの汚染された金属を処理した。除染できなかった金属のために、20トン誘導電気炉が用意され、汚染された金属を5~10トンの遮蔽ブロックに鑄造した。遮蔽ブロックはロスアラモス、ブルックヘブン及びアルゴンヌの実験施設で安全性をより高めるために高エネルギーの放射線遮蔽用としてDOEによって使用された。1992年には、SEGは220万立方フィートの廃棄物を受け入れて減容比10:1を達成した。

埋設サイト操業者が埋設料金を引き上げたが、SEGは新しいより効果的な廃棄物処理技術を開発して、利益を上げることができた。

SEGによって実行された廃棄物処理の主な最終的な戦略のひとつは、“green is clean”を掲げた処理プログラムであった。この戦略では、廃棄物発生者は、モニターしてクリアランスするためにSEGに廃棄物を送り込んだ。

クリアランスされた廃棄物は、一般廃棄物として処分された。非常にわずかに汚染された廃棄物は、許可を受けた産業廃棄物処分場で地中処分された。

放射能で汚染された廃棄物は、SEG廃棄物仕分け装置で仕分けされ、超圧縮、焼却、放射能除染、金属熔融等の技術を使用して処理された。

## SEGの中央低レベル廃棄物処理センターの影響

SEGは、10年以上にわたって1800万立方フィート以上の廃棄物を受け入れ、同期間に200万立方フィート未満の廃棄物を埋めた。

SEGの活動によって、1600万立方フィート処分量が節約されたことになる。この廃棄物の減容がなければ、この10年間でバーンウェル処分施設は容量を超える廃棄物を受け入れることになった可能性がある。

節約された処分量に加えて、SEGは10年間にわたって8,000台以上の埋設サイトへのトラック運行を減らした。また、SEGが廃棄物処理サービスを導入して廃棄物取扱量が減少したことによって、民間廃棄物処分施設における10年間の作業従事者の放射線被ばくも有意に低減された。

## 埋設サイトをもつ州の現在の状況

現在、バーンウェル、リッチランドとエンパイロケアの処分施設は、コンパクトに所属しない8つの州(低レベル放射性廃棄物政策法は、コロンビア特別区とプエルトリコを州として定義する)と44の州から成り立つ10のコンパクトからの廃棄物を受け入れている。

バーンウェルは、2008年半ばまでには州外で発生する廃棄物を受け入れを中止する予定である。これによって、サイト選定が進んでいない他のコンパクトでは低レベル廃棄物の処分がますます制限される。その後は、大部分の州は低レベル放射性廃棄物を処分するためにユタ州に依存することになる。

もしユタ州が低レベル廃棄物受け入れの立場を変えるならば、アメリカの大部分が低レベル廃棄物埋設サイトへのアクセスできない可能性がある。

アメリカ原子力産業はある州が政治的な意図に依存せずに全米で数ヶ所の低レベル廃棄物処分サイトを開発して、永久に操業する方法を見つける必要がある。

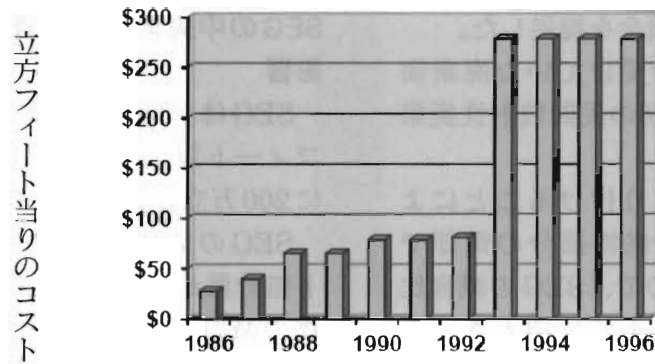


図1 立方フィート当たりのLLWの処分コストが1986年から1996年までの間に劇的に上昇した。

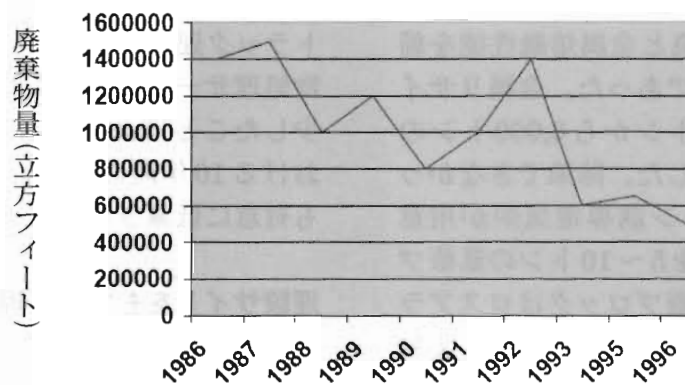


図2 1980年代後半、11の新しい原子力施設が加わり、アメリカの運転廃棄物量合計に貢献した。

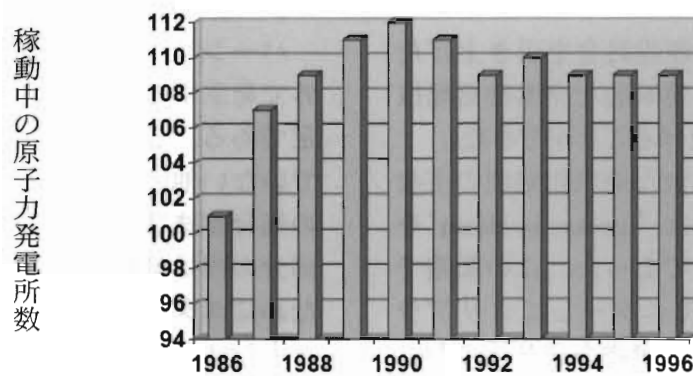


図3 米国の稼働中の原子力発電所の数はこの間、増加した。

### 参考文献

- 1) H. W. (Bud) Arrowsmith, "Innovations and Their Significance to low-Level Radioactive Waste Management in The U.S.," WM'04 Conference, February 29 - March 4 (2004).

# フランス電力庁の廃止措置計画の方針について

東海事務所 宮本 喜晟

今日、ヨーロッパでは、ドイツに代表される原子力エネルギーの廃止を決めている国がある一方、フランスでは、原子力を安全で経済性に優れ、環境にやさしいエネルギー源と考えている。フランス電力庁(EDF)は、この考え方に沿って次世代型炉の開発を行っており、これらの発電炉を今後建設する予定である。そのため、EDFが所有している第1世代の発電炉の廃止措置が新しい発電炉建設に必要な条件となる。

EDFが閉鎖した9基の発電炉の廃止措置について、最近のEDFの廃止措置戦略の展開及び廃止措置計画の現状が報告<sup>1)</sup>されたので、概要を示す。

## 1. EDFの廃止措置戦略

EDFの廃止措置段階にある9基の発電炉の大半は、60年代に運転を開始した第1世代の発電炉で、経済性の観点から80年代の終わりから90年代初頭にかけて閉鎖した(表1、図1)。

2001年1月までは、廃止措置中の発電炉の解体に関するEDFの方針は、閉鎖後10年間で“レベル2”(非原子力の施設の開放)を達成し、放射能の減衰を待って30~40年後に解体する戦略であった。しかし、世論の関心が高い環境及び廃棄物管理の課題に対処する必要があると考え、EDF及び原子力産業界は、発電炉の寿命末期におけるバックエンドの管理能力を実証する必要がある。そのため、EDFは2001年にこれからの25年間に既に閉鎖した原子炉9基すべてを完全に解体することを決めた。

この新しい戦略は、技術的、廃棄物の処分、財政上の観点から解体の可能性を確実に実証することである。この積極的な戦略は、以下の利点がある：

- ・安全性及び環境に関連する未解決な課題に力を注ぐ。
- ・第1世代の発電所を解体するコスト投資

は、運転中のPWRの改造に投資する時期に重ならない。

- ・2020年以降既存のPWR(32ユニット)の最終解体に対応して産業界の体制構築及びエンジニアリングや技術上の準備に対する機会を与える。

この戦略を実施するために、EDFは2001年に廃止措置を担当する400名の2/3で新しい技術部門、CIDEN(廃止措置と環境部門の頭文字)を設置した。

## 2. EDFの廃止措置計画

包括的に最適な廃棄物管理や資源配分(資金、技術及び作業員)を考慮するために、9基の廃止措置のための全体計画がEDFによって作成された。2025年までの期間に完了させるために、2つの段階から成り立っている。

第1段階：

- ・2015年にモンドレー EL4の最終解体(グリーンフィールド化)
- ・PWRの交換開始前に、PWR原子炉建物(ショー A)の解体実証
- ・この種の最初としてGCR(ピュージェイ1)の原子炉格納容器の最終解体

第2段階：

- ・ 5基のGCR (サンローラン A1及びA2、  
ノン A 1～A3) の解体
- ・ 2025年にショー A及びビュージェイ 1 の最  
終解体

この計画を実行するためにEDFによって3  
billionsユーロ(4200億円)が投資される。こ  
の費用の内訳を図2に示す。

表1 フランス電力庁の廃止措置中の発電炉

プラント名	原子炉形式	出力(MWe)	運転期間
モンドレー EL 4	HWR	70	1967 - 1985
シノン A1	GCR	70	1963 - 1973
シノン A2	GCR	200	1965 - 1985
シノン A3	GCR	480	1966 - 1990
サンローラン A1	GCR	480	1971 - 1992
サンローラン A2	GCR	515	1972 - 1994
ビュージェイ 1	GCR	540	1971 - 1992
ショー A	PWR	300	1967 - 1991
スーパーフェニックス	FBR	1240	1986 - 1996

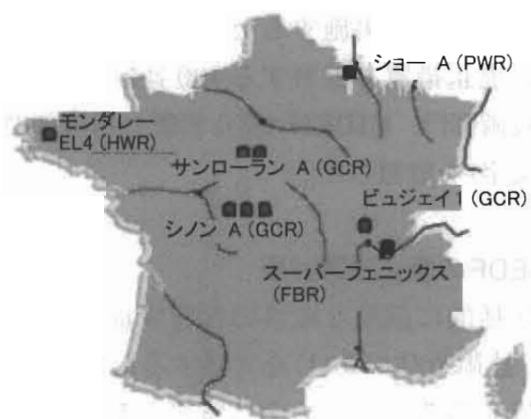


図1 廃止措置中の発電炉の所在地

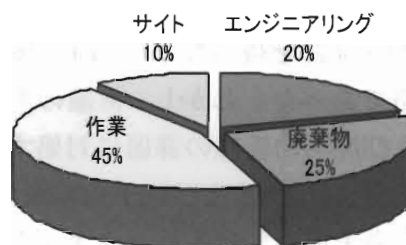


図2 廃止措置費用の内訳

参考文献

- 1) J.-J. Grenouillet, "EDF Decommissioning Programme - A Prerequisite for the Erection of New Nuclear Power Plants in France," WM'04 Conference, Feb. 24-28 (2004).

# オンタリオ発電所のブルースサイトにおける 低レベル放射性廃棄物処分場に関する予備的安全評価

技術開発部 富樫 昭夫

オンタリオ発電(OPG)会社のブルース地区における低レベル放射性廃棄物処分場に関する予備的安全評価について紹介する<sup>1)</sup>。長短半減期の低レベル放射性廃棄物を対象とした処分場概念には、浅地中処分場2ヶ所と、深地処分場2ヶ所の4ケースについて検討された。安全評価にはIAEAのTECDOCレポートとして公開(2004年)された最も信頼性が高い手法<sup>2)</sup>を用い、処分場の閉鎖以降における影響について広範に分析された結果について述べられている。結果は、頁岩及び石灰岩の中の深い処分場概念と浅地中の砂上の処分場概念について放射線防護基準を達成可能であることが示された。また、この事前の安全性評価は、将来の特定地域の調査と設計の更新の際に再度見直しが必要となるとしている。

## 1. 評価に関する前提要件

キンカーディンの市当局とOPG社は早期からブルースサイトの処分場概念の適合性について検討を行っている。その予備的安全評価は自然現象を考慮しており、その目的は、以下の通りである。

- (1) ブルースサイトの廃棄物処分場の閉鎖後以降の放射線安全を評価する。
- (2) ブルースサイトへの処分場受入れ可能性に対するの証明の一助とする。
- (3) 安全基準に対する根拠データとしてバリアシステムの技術データを採取する。
- (4) 更なるデータまたは情報が最も役に立つことを証明する。

人間侵入以外の全ての事象に対して0.3mSv/yの線量制限値が適用される。人間の侵入に対しては、2つのしきい値が考慮される。1mSv/y以下の場合、処分システムの最適化の必要はない。また、100mSv/yを超える場合は、このレベル以下になるよう人間の侵入のないように対策を施す必要がある。

## 2. 処分システムのご概念

### 2.1. ニアフィールド

評価の焦点は、OPG社の原子力発電所の運転に起因する長短半減期の低レベル放射性廃棄物の処分能力89,000m<sup>3</sup>の処分場の開

発である。低レベル廃棄物のインベントリーは、全放射能として $1.2 \times 10^{13}$ Bqであり、20,000個の軟鋼製容器(ドラムと箱)に収納されている。

評価する4つの処分場概念を以下に示す。

- 砂地の上に設置されたコンクリート貯蔵室(CAGCV-S)
- 未凝固の泥地の上に設置されたコンクリート貯蔵室(CAGCV-T)
- 460mの深さの頁岩の中に設置された深地下トンネル貯蔵室(DRCV-S)
- 660mの深さの石灰岩の中に設置された深地下トンネル貯蔵室(DRCV-L)

### 2.2. 地下圏

ブルースサイトの地質構造は、先カンブリア時代に形成された最下層が花崗岩の地盤で、その後古生代を通して、現在の基盤に形成された。地下375mのところにはデボン紀及びシルル紀時代の石灰岩層がある。地下230mには前期シルル紀のもので構成される頁岩がある。そして、地下185-190mまでは、オルドビス紀の細粒及び粘土質からなる頁岩質の石灰岩層がある。

1~20mところは層をなしていない沈殿物がある。また、4つの地下水系が存在する。この中で最も深いところの地下水系は、塩性であり間隙水の動きは非常に遅い。

### 2.3. 生物圏

ブルースサイトは、ヒューロン湖の東岸にあり、平均降水は0.86m/y、年間平均温度は7℃である。ヒューロン湖へ流れ出る小さな川が、ブルースサイトの近くを通っている。このあたりの土地では、主に農業、レクリエーションと宅地開発のために使われる。農地は牛、ブタと羊の畜産農家及びオート麦、大麦、カノーラと干し草のような収穫で土地利用のおよそ60%を占める。また、地下水の営業利用者が近傍に存在する。

### 3. シナリオの設定と根拠

通常シナリオは、浸出、ガスの生成、腐食等の自然に起きる事象から、液体、ガス及び固

体の様態で、処分場から放射性核種の段階的な流出を考慮した。二次的な移行と環境での放射性核種の蓄積、放射性核種による潜在的被ばくについて検討された。

人間侵入シナリオ(発生頻度が少ないと考えられる事象)は、不注意によって発生しうる次の2つのケースを考慮した。サイト調査時のポーリングによる直接被ばく及び処分地として知らずに起こす大規模な発掘作業等による被ばくである。

### 4. 結果の評価と解説

深地処分場と浅地中処分場ともに放射線防護基準値内であることを示した。(表 I 参照)

表 I 想定処分場における各シナリオと被ばく評価値

シナリオ	処分場の概念	ピーク線量到達時間 (年)	ピーク実効線量率 (mSv/年)
通常シナリオ	DRCV-S (頁岩)	47,500	$5 \times 10^{-14}$
通常シナリオ	DRCV-L (石灰岩)	65,000	$2 \times 10^{-14}$
通常シナリオ	CAGCV-S (砂)	7,500	$7 \times 10^{-3}$
人間侵入シナリオ	DRCV-S (頁岩)	300	$5 \times 10^{-5}$
人間侵入シナリオ	DRCV-L (石灰岩)	300	$5 \times 10^{-5}$
人間侵入シナリオ	CAGCV-S (砂)	300	$5 \times 10^{-2}$

### 5. 考察

処分場閉鎖以降の放射線安全評価のための計算結果は、廃棄物管理プログラムの想定に対して良く一致した。また、安全評価は、将来の特定地域向けの地盤調査データ入手に伴い、見直しが必要となる。

詳細な評価を行うために、以下の課題が考えられる。

— 評価式は比較的単純な地下水流と輸送計算で表され、浅地中廃棄物と浅い基盤地下水系との関係は2次、3次元式で表される。ブルースサイトではこれらの系についての物理的、化学的特徴のより詳細なデータが必要となる。

— 潜在的関心の時間軸は10,000年を越えての評価となる。そのような時間軸の上に立つてみると、気候変化のような要因に起因する環境変化についても有意な効果をもたらす。

—ブルースサイト特有なデータ、例えばサイトの吸収係数等は、将来の安全評価のために採取する必要がある。

#### < 参照 >

- 1) R. H. Little, et al., "Preliminary Post-Closure Safety Assessment of Repository Concepts for LLRW at the Bruce Site, Ontario," IAEA-CN-124/23, International Symposium on Disposal of Low Activity Radioactive Waste, Dec. 13-17, 2004.
- 2) IAEA, Improvement of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities. Vol.1: Review and Enhancement of Safety Assessment Approaches and Tools. TECDOC to be published, Vienna (2004).



## 米国における濃縮プラント廃止措置の課題

技術開発部 安念 外典

日本の原子力開発は、岡山県の人形峠でウラン鉱石が発見されてから、今年50年を迎えた。この半世紀の進歩には目覚ましいものがあり、今日のエネルギー供給の一端を支えている。一方、これらの研究開発に用いられた施設が、今後廃止される段階にあり、法整備や廃止措置技術について関心が高まっている。ここでは、先行する米国の濃縮プラントにおける廃止措置の現状と得られた課題について紹介し、今後の核燃料サイクル施設の廃止措置、解体時代に向けての取り組みの一助としたい。

### 1. 経緯

米国オークリッジのK-25サイトはマンハッタンプロジェクトとして良く知られたところである。約500位の建物が建っているが、その中心施設は濃縮ウランの製造施設である。冷戦時代、K-27、K-29、K31、K33の濃縮施設が相次いで建設され利用されてきた。これらの施設はいずれも拡散法による濃縮施設であるが、施設の老朽化が著しいこと、経済性が難しいこと等の理由から1985年頃から停止されている。

今日、この地域の再活性化のための取り組みが進行しており、これら旧施設を取り壊し、再利用化を図る計画が進んでいる。このため、1997年8月にDOEはK-33、K-31、K-29施設について6年間で除染、廃止処理、解体撤去する契約をBNFLと結び、2003年10月にK-25、K-27施設については5年間契約をBechtel Jacobsと結んだ。

この廃止措置計画は低濃縮用プラントだけでも1500台以上(14.5t/台)のコンバータの撤去と解体、46.4万 $m^2$ に渡る工場の除染、14.9万tに上る物量の処分を含む大規模なものである。これらの作業に1400人が動員さ

れた。

建物内はPCB、アスベスト、クロロフロカーボン(CFC)、クロム酸塩、潤滑油、資源保全再生法規制物質、ウランその他の放射性物質等によって汚染されている。建物は鉄骨構造で不燃性の床、コンクリート製の梁、コンクリート/鉄のカラムで構成され、屋根は鉄板で、壁はコンクリートブロックからなっている。

### 2. 現在の廃止措置状況

K-33は85%の進捗率で、配管、支持材、電気システム、コンクリート基礎を含む全ての設備資材が撤去され、8運転単位のうちの2運転単位は除染された(約3.3万 $m^2$ )。K-31は95%の設備資材が撤去され、K-29においては75%が撤去された。これまで、11.8万tを超える物量が低レベル放射性廃棄物、危険物、混合廃棄物、衛生廃棄物に分類され、梱包、運搬、処分された。これらの輸送には大型のトレーラで約8900台分を要したが、なお4300台分必要である。

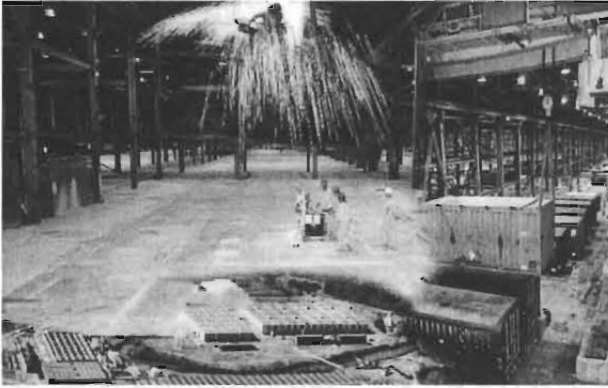


図1 廃止措置中の濃縮プラント

### 3. 安全への取り組みと課題

安全性は複雑な廃止措置計画を進める上で大きな課題であり、優れた安全プログラムを持つことが重要と指摘している。安全問題を解決するために、BNFLは独自に安全行動基準委員会を組織し、廃止措置プロジェクト従事者全員が守るべき事項として安全行動基準を定めている。その概略は、安全第一の意識を徹底することであり、現場で間違った行動がとられた時、危険と感じた時など、すぐに議論し、改善する活動を中心としている(日本の品質保証システムにTQCを取り込んだ活動のように筆者には思われる)。この活動により、100万人・時間当たりの総合事故発生率が国の平均値の80%~90%となったと報告されている。

#### (1) 施設廃止措置の課題

K-33は施設面積で25.9万 $m^2$ 、主な部屋の面積で13万 $m^2$ あり、放射性区域と非放射性区域を分けようとするのが難しい。例えば、作業の内容によっては呼吸器防具を着用する区域を決めなければならないが、その区域をどのように線引きするかが問題になる。時間経過とともに作業が隣へと移動するので、着用区域もまた、移動するようにならない。

#### (2) 老朽施設の課題

老朽化によって、安全システムが機能維持

されていない施設での作業となる。これに対しては、新たに電力供給システムが設置された。また、照明、通信装置の故障に備えて、工場にいる全員に懐中電灯と無線機を携行させる等の安全基準が作られ、実行された。

#### (3) 教育の課題

K-29、K-31、K-33の廃止措置作業では巻き上げ作業、リフト作業、装置操作、物資輸送などの作業のため、900人を超える建設業者が雇用された。彼らは、解体作業には通じているが、放射線や原子力の環境の厳しさに知識、経験がないため、作業を始める前に厳しいトレーニングが行われた。また、安全確保のため、現場監督者には時間の90%を、管理者には75%を、経営者には30%から50%を現場にいることが求められた。また、作業管理システムと管理要求事項について、作業グループ毎に使い易いものにすることが最も重要なこととされている。

#### (4) 安全管理上の課題

40年前の安全管理プログラムは廃止措置には適用できないと考えられる。臨界安全はそのようなプログラムの一つである。廃止措置では数多くの装置や多量の廃棄物を処理する中でウランを取り扱う。このウランは通常では臨界の危険性が低く、臨界になる程の物質集中も起きにくいので、通常では臨界管理として受動的管理法を用いることもない。しかし、廃止措置では作業環境が絶えず変化する中で、臨界管理の上で問題なしとする「通常状態」と問題ありとする「異常状態」をどのように判断するかが難しい。この問題について、解析で追跡することは作業実態に合わないため、監視測定で判別する手法が採用された。

また、各種の安全システムがいずれは撤去されることになるが、この安全システムを撤去できる条件を作業基準として整備することが課題となっている。

さらに、廃止措置中では想定されないことが起きることがしばしばある。UF<sub>6</sub>から生成した付着物が予期されないところで発見されるケースが多くあった。この場合は深刻な安全問題ではないけれども、HFガスの発生によって健康衛生上の問題になる。

#### 4. 適用技術と課題

46.5万m<sup>2</sup>のコンクリート表面の床除染を行うためには、効率的な新しい装置が必要になる。このためにBNFLはBobcat（キャタピラで動く車）にコンクリート表面を引っかく装置を製作し、付属品として取り付けた。この装置の使用により、床の1/4インチ（約6mm）を切削して取り除くのに929m<sup>2</sup>/dayで行えるようになった。同装置には超高性能エアフィルタが取り付けられている。

また、膨大な物量を減容化するためには強力な圧縮装置が必要となり、世界最大の圧縮機がこのプロジェクトで設計され、製作された。この圧縮機の最大処理能力は50t/hで、発生圧縮力は2200tである。これを用いることにより、コンプレッサー、コンバータ等の部品そのものを直接圧縮できるようになった。これによって、貯蔵庫にある約7700tを処理する予定となっている。

圧縮機はゴミを出さず、単純である上、産業界で十分に使用実績があり、何ら新たな危

険性も生じない。また、操作は遠隔で行われることから、熱切断のように過重な労力もかからないため、十分に安全でALARAの精神とも合致している。

高濃縮用施設のK-25ではポリウレタンの泡を用い、配管内部の汚染や装置の汚染部を固定することによって、切断時や装置分解時に汚染物が落ちないようにする放射法技術が開発され、利用されている。

作業者の放射線被ばく低減、危険防止、汚染の拡大防止のために、解体装置を載せたクローラ、切断装置を載せた掘削機、遠隔で操作する梱包装置が考えられている。また、建物解体には火事の危険性が高いことから、切断作業を人による溶断ではなく遠隔操作によって剪断で行う技術開発に力が注がれている。

さらにはテクネチウム99で汚染した建物の除染で2次汚染防止が新たな課題となっている。このため、汚染の拡大防止を目的として、定着剤の可能性が検討されている。

#### 参考文献

- 1) J.L.Stevens, J.Byrd, "Gaseous diffusion plant decommissioning," WM'04 Conference, Feb29- Mar4(2004).
- 2) Thecla Fabian, "Diffusion leaves Oak Ridge," Nuclear Engineering International, February, 28-32(2005).

表1 オークリッジにおける濃縮プラントの廃止措置概要

サイト名	建設	運 転	停止	面積(m <sup>2</sup> )	廃止措置	用途	契約先
K-25	1945	1946～1985	1985	324,000	2003～2008	高濃縮用	B・J
K-29	1951	1952～1985	1987	55,320	1997～2003	低濃縮用	BNFL
K-31	1952	1953～1985	1987	139,000			
K-33	1954	1955～1985	1987	259,000			

(BNFL: British Nuclear Fuels Limited, B・J: Bechtel Jacobs)

# ドイツに於ける TENORM の規制概要

常務理事 石黒 秀治

2001年のドイツの放射線防護令は、EUの安全基準に基づき、包括的なTENORMの安全規制として、TENORMの使用及び処分に対する規制と線量評価を規定している。これらの規制の概要とICRP新勧告に予定されている規制除外(exclusion level)とドイツにおける対応との比較を以下に述べる。

## 1. はじめに

経済サイクルの中では、多くの物質で自然界に存在する放射性核種(NORM)の濃度を高める機会がある。石炭の燃焼、原材料からの金属抽出のような技術的プロセスが残留物(アッシュやスラグ)中のこれらの核種の濃度を高める傾向にある。このような物質(TENORM)は、作業員や一般住民に有意な放射線被ばくをもたらす。

2001年以前には、ドイツ放射線防護令は核燃料サイクル以外の自然界の存在する放射性核種による放射線被ばくとして、自然界に存在する核種に対し500Bq/gの規制免除レベル(exemption level)のみを規定していた。従って、TENORMの発生や使用に関して本質的な規制はなく、2001年発令された新しい放射線防護令では、自然放射線の係るEUの安全基本基準(BSS)タイトルVIIに基づきTENORMによる一般公衆の被ばくと同様にNORMによる被ばくの伴う作業環境をカバーする包括的規制が導入された。本論文はドイツでの関連産業の現状とTENORMに関する新しい規制と被ばくに関する基本的評価法の概要を述べる。

## 2. TENORMを発生する産業

NORMで高められた濃度を有する下記の残留物がドイツで大量に発生する。

- ・石炭の燃焼に伴う灰及び微粉(17百万トン)

- ・鉄鋼業で生じるスラグ(13百万トン)
- ・火力発電所で生じる排ガス、硫化物(5百万トン)
- ・主としてかつ炭採掘で生じる捨石(67百万トン)

これらの残留物の放射能は通常U-238の崩壊に伴う放射能核種で数Bq/kg程度である。Th-232の崩壊核種は通常重要な役割を持たない。脱硫酸石膏の濃度は非常に低い。多くの捨石(waste rock)は鉱山の捨石場に処分され、一方他の残留物の多くは建築資材として利用される。

以上の他、年間発生量としては少ないが(10,000から100,000トンの範囲)、様々な比較的濃度の高いものがある。例えば、

- ・鉱石や化石燃料の抽出や天然ガスの輸送や抽出より生じるスラッジやタール等
- ・鑄造砂、金くづ、スラッジを含むスラグ、ダスト、ジルコン及び鉄鋼業の熱工程で非溶解性物質ジルコン
- ・非鉄鉱石処理工程で生じる残留物(例えば、アルミ生産時に生じるred mud)、銅、鉛、亜鉛、錫、チタンなどの原料処理プロセスからのスラグやスラッジ
- ・硫黄物やリン酸塩の化学工業で生じる廃棄物

これらの残留物の放射能濃度は、U-238、Th-232系列の各核種について100Bq/g程度

である。これらの物質は処理場(landfill)あるいは地下埋設施設に処分される。

### 3. 放射線被ばく評価

新しい規制の最終目標は、TENORMのリサイクルや処分に生じる公衆の被ばく線量を1mSv/y以下にすることである。この根拠に基き算出される規制免除基準は、高められた自然放射性物質を含む産業及び鉱業残留物の代表的な量及び放射能濃度の分析に基き導き出される。作業員や一般公衆の放射線被ばくの一般的シナリオが特定され線量が算出される。これらの基準の算出は、放射線被ばくの現実的な評価に基づいている。例えば技術的な工程中であるいは処分場での処分期間中での他の物質との残留物の希釈、汚染物の浸出度などの物質特有のパラメーターは、例えば旧東ドイツのウラン鉱山地区での数多くの異なる物質タイプに適用可能な測定結果に基づき決定された。

長期間の影響(地下水)を含むすべての関係する経路がこれらの分析において検討された。これは外部放射線、汚染物の吸入、ラドン・トロン娘核種の吸入が含まれ、さらに微粉状の放射性物質の直接摂取も考慮された。公衆の被ばく評価には、汚染物の地下水移動に関する被ばく評価も含まれる。汚染水に飲料、農業の灌漑用水利用、家畜の飲料水さらに汚染されたダストの沈着による農産物の汚染も考慮された。

U-238系列の核種を含むTENORMの結果を表1に示す。この結果はこの系列の各核種濃度は1Bq/gとし、U-235系列の核種は天然ウランのアイソトープ比を仮定している。Th-232系列及びU-238系列の中でのPb-210/Po-210の濃縮という実際上問題となるケースについても同様に評価された。

### 4. ドイツのTENORM規制

線量評価の重要な結果は、石炭の燃焼灰や鉄鋼業スラグのように大量に発生する残留物は、比較的low濃度であり、被ばくを低減させ

る固有の特性さらに濃度を結果的にさらに下げることになる建築資材の使用時での他の材料との混合のため、特別の規制が必要ないという結果である。

放射能測定の特長は、比較的少量の年間使用量である残留物に対してのみ要求される。それ故、潜在的に放射線被ばく上関係する残留物の目録が規制の中に含まれる。固有の規制免除レベルが導出される放射線測定の要求及び使用または処分に關する可能な制限などが目録中の残留物にのみ適用される。導出された規制免除レベルは核種固有の値であり、さらに物質の種類、リサイクル、処分選択別別に区分される。表2に示すこれらの基準は、U-238崩壊系列とTh-232崩壊系列中の最大放射能濃度に関連している。より高い規制免除レベルの追加基準がU-235崩壊系列のPb-210/Po-210の濃縮に適用される。さらに一連の基準が、一般廃棄物処分場で他の廃棄物と混在するようなTENORMの処分に対して開発された。これは処分された物質が潜在的に不均質あることを考慮しつつ、種々の制限を伴う処分場全体の濃度の平均化を念頭にいれ開発されたものである。

個別の規制免除基準や大量に発生する残留物の規制除外は多くのカンパニーと廃棄物の量の低減に寄与し、施設運転者と規制者の努力を実際に被ばくをもたらず物質の管理に集中させることができる。

### 参考文献

- 1) W. Goldammer, "Regulatory Approach to TENORM in Germany," International Symposium on Disposal of Low Activity Radioactive Waste, Cordoba, Spain, Dec. 13-17 (2004).

表 1 U-238 系列核種の TENORM よる被ばく線量評価

Scenario / Exposure Pathway	Dose in mSv/a			
	Ashes	Slags	Waste Rock	Sand
<b>Worker<sup>a</sup> using TENORM for road construction</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.051	0.051	0.204	0.204
Ingestion of contaminated dust	0.008	0.015	0.031	0.031
External exposure	0.220	0.440	0.440	0.440
Exposure from radon / radon daughter products	0.000	0.000	0.001	0.001
<b>Total</b>	<b>0.279</b>	<b>0.507</b>	<b>0.676</b>	<b>0.676</b>
<b>Worker<sup>a</sup> using TENORM as aggregate for building materials</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.013	0.019	0.026	0.026
Ingestion of contaminated dust	0.002	0.006	0.004	0.004
External exposure	0.127	0.381	0.127	0.127
Exposure from radon / radon daughter products	0.009	0.013	0.013	0.013
<b>Total</b>	<b>0.151</b>	<b>0.419</b>	<b>0.170</b>	<b>0.170</b>
<b>Worker<sup>a</sup> in a warehouse for the storage of TENORM</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.128	0.064	0.255	0.255
Ingestion of contaminated dust	0.019	0.019	0.039	0.039
External exposure	0.157	0.157	0.157	0.157
Exposure from radon / radon daughter products	0.167	0.008	0.200	0.200
<b>Total</b>	<b>0.471</b>	<b>0.249</b>	<b>0.652</b>	<b>0.652</b>
<b>Worker<sup>a</sup> at a landfill where TENORM is being disposed of</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.128	0.064	0.255	0.255
Ingestion of contaminated dust	0.019	0.019	0.039	0.039
External exposure	0.632	0.632	0.632	0.632
Exposure from radon / radon daughter products	0.021	0.001	0.073	0.025
<b>Total</b>	<b>0.800</b>	<b>0.716</b>	<b>0.999</b>	<b>0.951</b>
<b>Living in a house with TENORM used in building materials</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.001	0.002	0.003	0.003
External exposure	0.533	1.600	0.533	0.533
Exposure from radon / radon daughter products	0.288	0.432	0.432	0.432
<b>Total</b>	<b>0.823</b>	<b>2.035</b>	<b>0.968</b>	<b>0.968</b>
<b>Living near a road constructed using TENORM</b>				
Exposure from groundwater pathway	1.528	1.528	3.258	0.000
Exposure from surface water pathway	0.003	0.003	0.023	0.000
<b>Total</b>	<b>1.528</b>	<b>1.528</b>	<b>3.258</b>	<b>0.000</b>
<b>Living near a public place covered with TENORM</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.019	0.010	0.039	0.043
Ingestion of contaminated dust	0.286	0.286	0.572	0.667
External exposure	0.206	0.206	0.206	0.200
Exposure from radon / radon daughter products	0.022	0.001	0.029	0.027
Exposure from dust deposition on garden crops	0.127	0.063	0.253	0.246
Exposure from groundwater pathway	0.459	0.459	1.030	0.000
Exposure from surface water pathway	0.001	0.001	0.007	0.000
<b>Total</b>	<b>1.119</b>	<b>1.025</b>	<b>2.135</b>	<b>1.183</b>
<b>Living near a landfill where TENORM is being disposed of</b>				
Inhalation of contaminated dust	0.017	0.009	0.035	0.039
Ingestion of contaminated dust	0.036	0.036	0.071	0.119
External exposure	0.103	0.103	0.103	0.138
Exposure from radon / radon daughter products	0.108	0.005	0.334	0.130
Exposure from dust deposition on garden crops	0.127	0.063	0.253	0.248
Exposure from groundwater pathway	1.528	1.528	10.304	0.000
Exposure from surface water pathway	0.003	0.003	0.071	0.000
<b>Total</b>	<b>1.918</b>	<b>1.744</b>	<b>11.099</b>	<b>0.674</b>
<b>Maximum</b>	<b>1.918</b>	<b>2.035</b>	<b>11.099</b>	<b>1.183</b>

<sup>a</sup> Workers are treated here as members of the general public because they do not work at workplaces which are known to impose elevated exposures from NORM and which are covered by separate regulations.

表 2 ドイツにおける種々の使用及び処分に対する TENORM に関する主な基準

Use or Disposal Option for TENORM	Criterion in Bq/g
Use or disposal of waste rock covering an area over 1 ha in the catchment area of a usable aquifer	$C_{U238} \leq 0.2$ and $C_{Th232} \leq 0.2^a$
Disposal of more than 5.000 tons annually in the catchment area of a usable aquifer	$C_{U238} + C_{Th232} \leq 0.5$
Residues added to building materials with ratio above 20 % (house construction) or above 50 % (other construction types)	$C_{U238} + C_{Th232} \leq 0.5$
Other use or disposal not covered by the above cases	$C_{U238} + C_{Th232} \leq 1$
Underground disposal	$C_{U238} + C_{Th232} \leq 5$

<sup>a</sup> Based on the results shown in Table I, a criterion of 0.1 Bq/g would seem appropriate. The choice of 0.2 Bq/g is based on the fact that this level represents the upper range of the activity concentrations in natural soils in Germany. Moreover, the assumptions on leachability of contaminants have been mainly derived from measurements of materials above 0.5 Bq/g and are believed to be too conservative for activity concentrations in the natural range below 0.2 Bq/g.



## 諸外国におけるクリアランス規制と再利用等の実施例

技術顧問 宮坂 靖彦

原子炉施設等の廃止措置に伴い極低レベルの金属、コンクリート等が大量に発生するが、その大部分は、クリアランスレベル以下である。クリアランスレベル以下と確認されたもの(以下「クリアランス物」という。)は、放射性廃棄物の低減、資源の有効利用の観点から再利用することが重要である。

我が国では、JPDR解体実地試験開始当初(1986年)から規制除外基準の設定の必要性が議論・検討されていたが、ようやく本年5月の原子炉等規制法の改正によりクリアランス制度が制定され、一般リサイクル又は一般産業廃棄物処分の道が開かれた。

この法改正の議論の中で、当分の間、原子力界等で実績を積むことが要望されている。クリアランス制度の定着には、クリアランス物の原子力施設、加速器施設などに再利用の実績を積むことが、一般公衆の理解と安心感を得るのには早道かもしれない。

諸外国からクリアランス物の再利用等の実績が多く報告されている。以下に、英国、ドイツ、スウェーデン及び米国でのクリアランス規制、再利用等の実例を紹介する。

### 1. 英国における規制とアルミニウム・スクラップの再利用

1993年の放射性物質法(RSA93)は、放射性物質の保有、保管、使用及び処分に関するものである。クリアランスレベルは、英国の法律では明示的に表現されていない。しかし免除令は、RSA93の特定の規定から免除を認め、低放射性物質(SoLA)は、クリアランスに相当し、固体物質の放射能濃度0.4Bq/g以下であれば規制から免除されている。

BNFLのガス拡散ウラン濃縮カーペンハースト・プラントでは、ウラン汚染した解体物であるアルミニウム材(5,500t)と鋼材(1,500t)の除染に成功し、英国スクラップ工業界に無条件放出した。また、1,300tのアルミニウムと300tの鋼材を化学除染、裁断後に溶融、それぞれ550tと60tのインゴットを無条件放出した実績がある。

### 2. ドイツにおける規制と原子炉解体鋼材等の再利用

ドイツでは、放射線防護委員会の「鉄鋼クリアランス再利用基準勧告」(1987年)に基づき再利用の実績を積み、さらに1996年EU指令を取り入れ2001年放射線防護令が改正され、クリアランス制度が確立された。この防護令の附属文書には、免除、無条件クリアランス及び条件付クリアランスレベルが示されている。また、防護令自身がガイダンスの役割をもっている。この条件付きの場合、レベル基準が若干緩和されるが、金属溶融施設や一般産業廃棄物処分場への物の移動の確認を第一ステップまで義務付けられている。

グンデルミンゲン炉の解体は、2003年末に完了した。この解体金属廃棄物は、約8,000tで無条件又は限定再利用している。さらにコンクリート廃棄物100tは、埋立て処分を行っ



ている。また、ヴィルガッセン炉は、現在、解体中であるが、2002年12月までにスクラップ金属、ケーブル、断熱材などが約9,500t発生している。そのうち7,600tが除染、溶融などで無制限解放等された。さらにその一部(33%)をスウェーデンのスタズビック(Studs-vik)社に運び除染、溶融処理でインゴットにして再利用されている。

### 3. スウェーデンにおける規制と鋼材等の再利用

スウェーデン放射線防護局(SSI)は、原子力施設からの物品と油のクリアランスに関する規則(SSI FS 1996:2)及び原子力施設以外の放射性廃棄物に関する規則(SSI FS 1983:7)等定めている。SSI FS 1996:2のクリアランスレベルは、IAEA-TECDOC855と従来の廃棄物の管理(様々な物質の処分とオイルの焼却)に関する研究に基づいている。

SSIは、放射性金属廃棄物のクリアランスの再利用方法として、金属を溶融することを推奨している。スタズビック社は、2004年半ばまでに約9,000tを溶融処理し、その内訳は89%無条件放出、8%減衰保管(20年以内に限定)、所有者返還廃棄物3%である。この処理には、ウラン汚染金属の溶融除染(約600t)、ヴィルガッセン炉から持ち込まれた大型機器の除染・金属溶融による無条件放出の実績が含まれる。無条件放出のインゴットは、鉄鋼業界で再溶融されるか、スクラップ業者に販売されている。廃棄物輸送及び減衰貯蔵の様子を図1に示す。

最初は、スウェーデン鉄鋼業界は、無条件放出のインゴットを受け入れなかったが、規制当局が要望し、さらにスタズビック社と鉄鋼業界との情報交換の場を規制当局が支援することで、抵抗が徐々に減少し、現在では信用が得られるに至っている。鉄鋼業界の需要が

スタズビック社のインゴット供給能力以上となり、処理施設能力を初期施設の2倍に拡張し、1999年に年間許容処理量900tから2,500tに引き上げた。

### 4. 米国における規制と原子炉解体鋼材等の遮へい体への再利用

米国では、短寿命放射性核種(半減期120日まで)については、放射線防護を定める連邦規則10 CFR Part 20等に基づき減衰貯蔵(10半減期以上)等の条件で規制免除されている。

原子力施設の解体廃棄物等を対象としたクリアランスは、これまでNRC又は州のケースバイケースの判断に基づいて実施されてきた。その判断は、規制指針RG-1.86の適用( $\beta$   $\gamma$ 許容汚染レベル:0.8Bq/cm<sup>2</sup>、等)等である。

米国でもクリアランス制度を確立が1990年頃からの懸案であったが、ようやく、規制整備の最終段階を迎えている。規制案10 CFR Part 20 RIN3150-AH18(2005年3月)が公表された。この案の考え方、クリアランスレベルは、国際的な整合性を考慮しIAEA指針RS-G-1.7等を取り入れている。体積濃度レベルは、核種毎に、例えばトリチウム(100Bq/g)、Co-60(0.1Bq/g)などIAEAの値と同じである。また、表面密度レベルは、IAEA指針にないが、RG-1.86に変わるもので3グループに区分し、単位pCi/cm<sup>2</sup>又はdpm/100cm<sup>2</sup>で示し、例えば、 $\beta$   $\gamma$ 放出核種には0.4Bq/cm<sup>2</sup>である。さらにクリアランス検認に関するNUREG-1761(案)「固体物質の管理放出のための放射線サーベイ」(2002年7月)、NUREG-1812(案)「固体物質の処分管理に対する一般環境影響書」(2005年3月)を公表し、コメントを求めている。

最後に、規制除外で再利用品として用いる遮へいブロック製作例を紹介する。

オークリッジにあるデュラテック(Du-

ratek)社の放射性廃棄物処理センターでは、メイン・ヤンキー原子炉等の解体から発生する蒸気発生器、加圧器、ポンプ等の大型機器を受け入れ、切断、機械的除染又は化学除染の除後に20t炉で熔融処理し、遮へいブロックの製作(図2参照)を行っている。この遮へいブロックは、DOEのオークリッジのSNS

(Spallation Neutron Source) 施設で再利用される。この施設は、米国とカナダの高エネルギー物理プロジェクトに係るもので35の中性子散乱実験装置計画があり、今後、10年以上にわたり、18実験ホールに設置する遮へいブロックは、大量(5万トン以上)に必要としている。



図1 スウェーデンにおける廃棄物輸送とスタズビック社でのインゴット減衰貯蔵状況<sup>4)</sup>  
(貯蔵期間が背面に表示されている。また、白く見えるのはアルミニウムインゴット)



図2 SNS施設用遮へいブロック<sup>5)</sup>

#### 主な参考文献

- 1) E.A Christopher, "Material recycling and free release by BNFL," IMechE 1998 C539/007.
- 2) N. Eickelpasch, et.al., "Lessons Learned by Dismantling Two German BWR's," p27-36 RADWASTE (Jan.1997).
- 3) Jorg Viermann, et al., "Recycling of scrap metal from the deconstruction of the Wurgassen nuclear power plant," KONTEC2003.
- 4) J. ローレンツェン、"欧州における放射性金属廃棄物のフリーリリース、スウェーデン・スタズビック社のフリーリリース経験"日本原子力学会誌、p624-628,Vol.46,No.9(2004).
- 5) Douglas B. Jamieson, "Large Component Decontamination, Processing for Recycle and Beneficial Reuse," WM'01, (2001).
- 6) 10CFR Part20 RIN 3150-AH18 "Radiological Criteria for Controlling of Solid Materials," <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/secys/2005/>.

# 日本原子力学会「2005年春の年会」に参加して

技術開発部 福村 信男

日本原子力学会主催の「2005年春の年会」は、2005年3月末(3月29日～31日)に神奈川県平塚市の東海大学湘南校舎で開催された。年会としては昭和38年の第1回目から数えて第43回目となる。発表件数は、最初の頃は300件後半から400件前後であったが、近年は、700件から800件前後になっている。最高は、2000年の928件、第2位は、'03年の878件である。今回は、それに次ぐ'02年と同じ第3位の776件の多さであった。

今回は、業務の都合上大会の最終日(3月31日)の最後の2セッション(原子力施設の廃止措置技術—線量評価と解体作業・費用評価—)に参加した。最終日の午後にも拘らず約30名の熱心な聴講者が参加した。当センターから、前者のセッションで、平成16年度文科省受託事業「高速炉冷却材ナトリウムの除染技術に関する調査」の成果の一部である「放射化放射能評価システムの高度化(Ⅱ)、(Ⅲ)」を、後者のセッションで、平成16年度JNCからの受託事業「核燃料施設の廃止措置対策に係る調査(その2)(廃止措置データベースの整備)」の成果の一部をいずれも共同発表者として発表に貢献した。

前者の発表では、日本の高速炉「常陽」や「文殊」と同じ型で、現在廃止措置準備中のカザフスタンの高速炉「BN-350」の廃止措置の技術的検討で開発した高速炉用デコミッション管理のための計算コードシステムCOSMARD(高速炉版)の性能評価について説明した。高速炉では、熱中性子炉と異なり、中性子エネルギーの高いところでの核反応が材料の放射化に大きく寄与するため、H-3やNa-22の生成量が廃止措置活動で重要になる。これ等を精度良く評価するために連続エネルギーの核反応断面積を用いたモンテカルロ計算コードMCNP4を導入し、従来の輸送

計算コードTORTとの結果の比較を行い、高めの評価をすることを説明した。これ以外に「ふげん」から原子炉本体の代表的な解体工法別の概略安全評価を行った結果報告があり、C-14などの粉末粒径分布の考慮や飛散率のデータの出所の質問があった。また、原研から、想定される事故時の周辺公衆被ばく線量評価プログラムの開発状況が報告された。最終セッションでは、原研JRTRFの解体実地試験の結果が発表され、JPDR解体実地試験で開発したCOSMARDの核燃料サイクル施設版を目指し、精力的に膨大なデータ収集を行っていることが伺えた。

また、今年度の二法人統合に先がけ、廃止措置評価手法の統一化を目指し、原研、JNCの両機関から費用についての評価手法及び結果の報告があり、核燃料サイクル施設の解体費用が原子炉施設に比べ割高であることが示された。さらに、JNC各施設の廃止措置エンジニアリングに必要なデータ一元化のためのデータベースシステムの開発報告及び解体シナリオの違いによる解体指標比較計算コードの開発の報告があった。今回は、原研-JNC統合に向け、両機関が連携し積極的に廃止措置の合理化に取り組んでいることが伝わる大会であった。

## 総務部から

### 1. 理事会及び評議員会の開催

第50回評議員会及び第54回理事会が平成17年6月23日(木)に当センターにおいて開催されました。平成16年度事業報告及び決算報告並びに評議員の選任が審議され、原案どおり承認されました。事業報告及び決算報告の詳細については当センターのホームページをご参照下さい。

### 2. 人事異動

#### ○ 評議員

新任(6月23日付)

柴田 洋二

(社団法人 日本電機工業会 原子力部長)

新任(6月23日付)

増田 悟郎

(財団法人 日本分析センター 総務部長)

退任(6月23日付)

中川 晴夫

退任(6月23日付)

長谷 政孝

#### ○ 職員

採用(4月1日付)

参事兼立地推進部長

企画部 グループリーダー

立地推進部 部長

技術開発部 部長兼企画部

総務部

高田 稔

新保 幸夫

千田 正樹

安念 外典

深野 祐美

退職(3月31日付)

参事兼立地推進部長

参事(技術開発部担当)兼企画部

企画部 グループリーダー兼立地推進部

立地推進部 サブグループリーダー

総務部

技術開発部 次長

技術開発部 課長代理

技術開発部 調査役

情報管理部

北田 哲夫

池田 諭志

阿部 真也

吉村 修一

福田佳司子

武田 啓二

丹治 和拓

宮尾 英彦

斉藤 雅子

異動(4月1日付)

企画部長兼務(常務理事)

調査役(参事兼企画部長)

総務部 課長代理(総務部 主査)

石黒 秀治

牛尾 一博

今関 剛

## ご案内

### 第17回 「報告と講演の会」

—原子力研究の Waste Management の確立を目指して—

当センターの第17回「報告と講演の会」を平成17年9月29日に開催するはこびとなりましたので、ご案内申し上げます。

当センターの事業報告と併せて特別講演を予定しておりますので、皆様のご来場を心よりお待ちしております。

- 特別講演 : 京都大学 教授 山名 元 氏  
(仮題: 原子力施設の運転終了後以降に係わる安全規制のあり方について)
  
- RANDEC 事業報告 : 平成16年度事業報告  
平成17年度事業計画

開催日時 : 平成17年9月29日(木) 13時15分～17時00分

開催場所 : 石垣記念ホール(赤坂・三会堂ビル9F)

©RANDEC ニュース 第65号

発行日 : 平成17年7月27日

編集・発行者 : 財団法人 原子力研究バックエンド推進センター  
〒319-1111 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100  
Tel. 029-283-3010, 3011  
Fax. 029-287-0622

ホームページ : <http://www.randec.or.jp>

E-mail : [decomi@randec.or.jp](mailto:decomi@randec.or.jp)