

RANDEC

Sep. 2005 No. 66

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



終わりよければ…バックエンドの確立に向けて

大成建設株式会社 常務役員

技術センター長 兼 原子力本部長 河村 壮一

わが国では、原子力発電所の建設が加速し始めた昭和50年代後半、廃止措置の重要性がいち早く認識され、以来産官学一体の技術開発により、ソフト、ハード共に多くの成果が挙げられてきました。この結果、いくつかの課題が残されてはいるものの、原子力施設の廃止措置技術が概ね確立され、東海発電所をはじめ、順次原子力発電施設の廃止措置に適用されていくものと思います。

また、原子力産業の発展に大きく貢献しその役割を果たした研究施設などの廃止措置も、新たに発足される日本原子力研究開発機構により、強力に推進されていくと考えられます。

一方、放射性廃棄物の取扱いについては、六ヶ所における低レベル廃棄物埋設処分の実施、余裕深度処分施設の調査の本格化、瑞浪および幌延における高レベル廃棄物深地層処分研究施設の建設計画の推進など、着実に対応が進められています。また、今年度はクリアランス制度が導入されるなど、多くの議論を踏まえて適切な施策が講じられてきております。

わが国が原子力開発に着手して半世紀が経過しました。エネルギーに関わるセキュリティ・経済性・環境保全性を考えると、原子力はわが国にとっては勿論、世界的にも必要不可欠なエネルギー源です。新規発電プラントの建設、使用済み燃料の再処理、使命を終えた発電・研究施設の廃止措置、放射性廃棄物の処分、および次世代施設の研究開発を適切に実施し、一連の原子力サイクルと言うべきものを確立する必要があります。

これらの推進に際しては、安全性・信頼性に加えて、経済性および透明性を確保し、国民からの支持を得ることが課題です。産官学の連携により国内の原子力関係者の力を結集し、さらには国際協力を展開することにより、これらの課題を効果的かつ効率的に解決することが望まれています。

RANDECにおかれては、廃止措置本格化の到来を見据え、新たな事業であるRI・研究所等廃棄物の処分についても、先導的役割を果たされることを期待いたします。

RANDEC ニュース目次

第66号(2005年9月)

巻頭言 終わりよければ…バックエンドの確立に向けて ……	大成建設株式会社 常務役員 河村 壮一	
第4回 廃棄物事業推進協力会 盛大に開催される ……		1 総務部
RANDEC 事業に関する近況報告		
・ラジカル除染法に係わる技術開発終了 ……		2 技術開発部
・核燃料取扱施設の廃止措置計画策定に関わる評価手法の調査・検討 ……		4 情報管理部/技術開発部
・放射性廃棄物の海外における立地事例について(2) ……		5 立地推進部
主要国における放射性廃棄物処分の概況(その5)		
・スウェーデン・フォルスマルク低中レベル放射性廃棄物処分場(SFR) ……		7 富樫 昭夫
海外技術情報		
・中小原子力施設の廃止措置 ……		9 前田 充
・研究炉のベリリウムとカドミウムの処分方策 ……		14 榎戸 裕二
・ロッキーフラット閉鎖プロジェクトの現状 ……		16 - 2005年閉鎖のための準備 - 浅見 知宏
・英国における中レベル放射性廃棄物の処理及び処分時への 影響を考慮した規制の関与 ……		20 妹尾 宗明
RANDEC 委員会報告 ……		23

第4回 廃棄物事業推進協力会 盛大に開催される

総務部

廃棄物事業推進協力会(会長:田中俊一日本原子力研究所副理事長)による、第4回廃棄物事業推進協力会が、去る7月21日、丸の内の「銀行倶楽部」において、盛大に開催された。

当日は、55会員(機関)が会議に参加し、さらに、東大、京大、立教大、武蔵工大の研究炉を持つ大学関係者がオブザーバーとして参加した。

会議に先立ち、新規加入会員(4社)の紹介の後、以下について足立 RANDEC 専務理事より報告された。

- ① (財)原子力研究バックエンド推進センター平成16年度事業報告及び平成17年度事業計画について
- ② 協力会の活動報告と今後の計画(案)について
- ③ 最近の規制関係状況の紹介

休憩後、第2部として「放射線障害防止法及び関係政省令等の改正について」と題し、文部

科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室の小原薫室長より、講演があった。豊富で判りやすい資料を用意していただいたこともあり、参加者一同今回の改正ポイントについて十分に理解することが出来た。

質疑において、研究炉や加速器施設で発生する放射化廃棄物のクリアランスは今後どうなるのかとの質問に関し、規制当局として今後の導入について検討の余地があり、特に短半減期核種に関して検討をはじめたい旨回答があった。

会議終了後、開催された懇談会では、田中会長挨拶、来賓挨拶の後、長瀧重信副会長(社)日本アイソトープ協会常務理事)による乾杯が行われた。懇談に移り、RI・研究所等廃棄物の処分事業などに関し、活発な論議が随所で見受けられた。

なお、次回第5回協力会は、平成18年初め頃の開催を予定している。



会議風景(1)

報告する足立専務理事と会議参加者



会議風景(2)

講演される小原薫放射線規制室長

RANDEC 事業に関する近況報告

1. ラジカル除染法に係わる技術開発終了

技術開発部

当センターは、平成8年度から文部科学省(旧科学技術庁を含めて)からの受託事業として原子力施設から発生する放射性廃棄物の再利用を目的とした除染法の一つとしてラジカル除染法に係わる技術開発を進めてきたが、平成16年度をもってその開発を終了した。

原子力施設の廃止措置に際しては、解体作業時の被ばくを可能な限り低減し、作業環境の健全性を維持するとともに、解体物の放射能レベル低減によりクリアランスレベル以下にすることや処分区分を下げることによるコスト低減が求められる。このような観点から金属材料の酸化溶解能力が大きく、高い除染係数の期待できるラジカル除染法の技術開発を実施した。

ラジカル除染法は、硝酸銀溶液(Ag^+)を電解酸化することにより生成する2価の銀イオン(Ag^{2+})と水との反応で生成する水酸基ラジカル(OH^\bullet)を利用して、その強力な酸化力により汚染物を化学的に溶解するとともに汚染金属表面を酸化溶解することにより除染するものである。

なお、本技術開発は、平成8年度から平成12年度まで、原子炉解体高度化技術開発の一環として「ラジカル除染技術開発」を、引き続き平成13年度から平成16年度まで「再処理施設の廃止措置におけるラジカル除染法適用性試験」として実施したものである。

なお、本技術開発は、外部有識者の協力を得て、「ラジカル除染法適用性試験検討委員会」を設置して、試験内容、試験結果等についてレビューを受けながら進めた。

ラジカル除染技術開発

基礎試験：硝酸銀溶液の電解酸化による Ag^{2+} の生成条件(硝酸濃度、銀濃度、陽極電位、液

温度、電極面積、不純物等)、材料金属の選定、金属溶解、有機物溶解(イオン交換樹脂、EDTA)、銀回収条件等に関する試験を行い、最適条件の把握と工学規模試験装置の設計に必要なデータを収集した。

工学規模試験装置の製作：工学規模試験装置の設計・製作に際しては、装置の規模を核燃料サイクル開発機構の東海再処理工場への適用を考慮して、系統除染に必要な除染液量を 1m^3 と想定してその1/20の規模とし、浸漬除染槽の容量を70 l、除染液貯留槽の容量を100 lとした。また、浸漬除染及び系統除染の試験が実施できるよう設計した。

Ag^{2+} 溶液は非常に高い酸化溶解能力を持つことから、通常、原子力施設で使用されるステンレス鋼では溶解されてしまうため、電解槽、貯槽等の Ag^{2+} と接液する機器にはステンレス鋼で製作してテフロンコーティングを施した。また、ポンプ、配管の材料にも主にテフロンを使用した。

工学規模試験：工学規模試験装置による連続運転試験により、除染液温度の変動状況、平衡状態となるまでの時間、除染液温度による Ag^{2+} 濃度等を把握するとともに、浸漬除染と系統除染のいずれにおいても除染液の流れが重要であることを確認した。系統除染では乱流領域となるような流速に設定することが重要である。

また、除染計画を作成するに当たって、除染条件から必要な除染時間を予測する除染運転予測解析プログラムを作成した。

再処理施設を対象とした試験

再処理施設の廃止措置におけるラジカル除染法の適用性を評価するため、第2段階の試験として「再処理施設の廃止措置におけるラ

ジカル除染法適用性試験」を実施した。

装置の改造：試験に際し、再処理施設への適用性評価の観点から、再処理施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則等への適合を考慮するとともに、グローブボックス内での作業を想定して収納設備を付加するなどの改造を行った。

金属溶解試験：再処理施設の主要な耐食性設備構成材料として使用される各種ステンレス鋼及び特殊耐食性材料として使用されているTi-5Ta等について溶解試験を行い、各種耐食性材料に対する Ag^{2+} 濃度と溶解速度の関係データを取得した。ステンレス鋼については多少のバラツキがあるものの表面処理に関わらず溶解できるが、Ti-5Taは溶解できないことが分かった。

除染試験：工学試験装置の設置場所がウラン取扱施設であったため、U及び非放射性のルテニウム(Ru)とアンチモン(Sb)を用いた模擬汚染物を作成し、浸漬除染試験及び系統除染試験を行った。Ru及びSbは、再処理施設の工程における化学的挙動が複雑で十分に解明されておらず除染が困難とされる元素である。ウランについては放射能測定により除染係数を評価したが、Ru及びSbは定量的な除染効果の評価が不可能なため、X線光電子分光分析装置(XPS)、電子線マイクロアナライザー(EPMA)及び走査電子顕微鏡(SEM)による金属表面分析・観察から汚染状況、除染状況を評価した。

ウランの除染試験は、硝酸ウラニル溶液やウラン含有溶媒に浸漬する方法(浸漬法)表面を目荒らしした試験片に UO_2 を粉末擦り込む方法(擦り込み法)シュウ酸にてエッチングした後にウランを焼き付ける方法(エッチング・焼付け法)で作成した模擬汚染物を用いて行った。ウランの除染結果は、除染後のウランの表面密度が検出限界以下となり、除染

係数とし最大で550程度以上が得られた。

なお、ウランの模擬汚染物の作成は、浸漬法では高い表面密度とならないため、実汚染物とは汚染形態が異なると思われるが、最も高い表面密度の得られたエッチング・焼付け法で作成した模擬汚染物で最大の除染係数が得られた。

Ruの除染試験は、模擬汚染物を硝酸Ru溶液中に浸漬する方法とRuガスに試験片を接触させる方法の2種類で作成し、SUS304LとTi-5Taの試験片で検出限界以下に除染することができた。定量的な除染係数の評価は不可能であるが、除染後にはXPSでRuが検出されなかった。

Sbの除染試験は、硫酸溶液に浸漬する方法とエッチング・焼付け法で試験片を作成した模擬汚染物を用いて行った。除染した試験片のXPS分析の結果、Sbは検出されず除染されていることが確認された。

ラジカル除染法は、金属表面の溶解と汚染物自体の溶解とによって除染が行われる。

装置の解体撤去

試験に使用した工学規模試験装置は、放射性核種としてウランを使用したため、放射能汚染設備として解体撤去し、汚染物は放射性廃棄物として保管管理している。解体撤去作業により、工学規模試験装置のステンレス鋼製貯槽類に施工したテフロンライニングに異常が見られず、耐食性材料としての健全性が確認された。

今後の課題

模擬汚染物を用いた除染試験により、ラジカル除染法の高い除染効果を確認したが、再処理施設で長期間使用した設備の実汚染物を使用しての実証試験を実施する必要がある。

また、 Ag^{2+} はウランやプルトニウムの酸化物の溶解にも有効であるので、分離・回収技術としての応用試験も望まれる。

本報告は、文部科学省からの電源開発促進対策特別会計受託事業としてRANDECが実施した平成10、11、12年度「原子炉解体高度化技術開発」及び平成15、16年度「再処理施設の廃止措置におけるラジカル除染法適用性試験」の成果です。

2. 核燃料取扱施設の廃止措置計画策定に関わる評価手法の調査・検討

情報管理部／技術開発部

日本原子力研究所(原研)はわが国の核燃料物質使用施設、再処理施設等の核燃料取扱施設における廃止措置の先鞭をきって、東海研究所の再処理特別研究棟(再処理特研)の解体を平成8年度から開始し、平成16年度までに主要な機器設備の解体撤去をほぼ完了させた。再処理特研の解体は、わが国の核燃料取扱施設とその関連施設の合理的な解体に必要な廃止措置技術及び手法を確立するとともに、解体経験の普遍的利用を目指して詳細なデータを取得しつつ進められてきた。現在、原研は取得した解体データを用いて「核燃料取扱施設解体評価コード」の開発に向けた作業を進めているが、原研ではこの作業において原子炉施設解体評価コード「COSMARD」の基本部分の適用を計画している。当センターは、この核燃料取扱施設解体評価コード開発の中で基本となる作業分析データ、特に作業人工数、解体廃棄物量、被ばく量等の管理諸量を解析評価し、COSMARD用のデータベースを整備するとともに、核燃料取扱施設解体へのCOSMARDの適用性の検討を行うために原研から標記件名の委託を受け調査検討を行っている。

これまでに、再処理特研の主要な設備として3つのセル(Puセル、ホットケープ、分析セル)、大型の塔槽類及びグローブボックスの解体実績データを分析評価した。また、これらの放射線環境下の解体作業効率や発生廃棄物

量の作業依存性、作業種類毎の被ばくの特徴をデータベース化し、評価コードの計算に必要な評価式を作成したうえで、COSMARDの計算手法を適用し計算し、実績データとの比較を行っている。

詳細な解析評価は現在実施中であるが、核燃料取扱施設解体評価においてはCOSMARDの基本部分が利用できること、核燃料取扱施設の特徴、作業効率、各設備での同一作業における作業効率の差異などについてCOSMARDの特性を把握した。

今後は、再処理特研が行ったその他の設備解体における実績のデータベース化及び評価式の汎用化手法の検討を行い、COSMARD計算手法の精緻化を図ることにしている。

主に原研とサイクル機構が保有する核燃料取扱施設の廃止措置は本年10月の両機関の統合後には順次行われる予定であるが、核燃料や核分裂生成物に汚染された施設の廃止措置を安全かつ合理的に実施していくためには、再処理特研の経験に基づく解体評価コードが開発され、またできるだけ多くの解体データによるコードの精緻化を通して実用的なコードとして利用できることが望まれている。当センターでは、両機関の当センターへの期待に応え、これらの技術及び評価手法等の確立に向け協力していきたい。

3. 放射性廃棄物の海外における立地事例について(2)

立地推進部

前回のスウェーデンの使用済燃料最終処分場の事例に引き続き、今回はフィンランドの使用済燃料処分場のサイト選定の事例を紹介する。

フィンランドでは法令に基づく手続きによって、閣議決定(2000年12月)及び議会承認(2001年5月)の結果、国土西部ユーラヨキ自治体のオルキオトに最終処分場を建設する計画の原則決定が行われた。

オルキオトには私営の電力会社であるTVO社所有の原子力発電所が存在し、最終処分地はそこから東に約1km離れた場所となっている。また、発電所の西側には低・中レベル廃棄物の処分場(VLJ)が操業されており、発電所のサイト内には使用済燃料の中間貯蔵施設も操業中である。

フィンランドの事例

(1) サイト選定のプロセス

1983年、TVO社はサイトの確定調査を行い、1985年に安全評価の結果を取りまとめ、1987年から1992年までにかけて概略サイト特性調査を行った。1993年から1999年までは詳細サイト特性調査が行われ、1996年には実施主体として設立されたポシヴァ社がTVO社による調査・研究計画を引き継いでいる。ポシヴァ社は4ヶ所のサイトに対して、1999年3月に安全評価(TILA-99)を発表した。ポシヴァ社は同年5月、オルキオトを最終処分地に選定し、法令に基づく手続きを申請した。

(2) 国の関与

高レベル放射性廃棄物の処分に関わる規制行政機関は、貿易産業省(KTM)、放射線・原子力安全センター(STUK)であり、KTMは処分事業の管理・監督、STUKは安全規制という役割を各々担っている。また、政府(閣議)は処分目標(サイト選定の段階と目標時期)の決定と一般安全規則の策定を行った。

最終処分地の決定には「環境影響評価(EIA)

手続」及び「原則決定手続」が必要とされている。「EIA手続」は処分場が環境に与える影響を評価し、計画策定及び意思決定における影響の一貫した検討を促進することを目的とし、同時に国民に情報を提供すると共に参加する機会を増やすことを目的としている。

「原則決定」はフィンランドに特徴的な手続であり、原子力施設等については、その建設が社会全体の利益に合致するという判断を、建設許可申請より早い時期に政府(閣議)が決定し、その決定を議会が承認するというものである。

STUKはTILA-99を評価し、1999年12月見解書を政府に提出した。地元のユーラヨキ自治体は2000年1月に議会で投票を行い、処分場の立地を受け入れることを決定した。これらの結果を受けて、2000年12月に政府(閣議)は「原則決定」を行い、その結果を議会が2001年5月に承認した。この結果、ユーラヨキ自治体のオルキオトが高レベル放射性廃棄物の最終処分地に決定した。

(3) 公衆あるいは第三者機関の関与

フィンランドでは、EIA手続と「原則決定

手続」の間に、国民、地元自治体、隣接自治体、関係機関、周辺諸国が意見表明(口頭あるいは書面)や見解書を提出する機会が与えられている。

「原則決定」を行うためには、STUKによる予備的な安全評価と地元自治体の受け入れ表明を必要とするが、監督官庁であるKTMは、この他に隣接自治体や環境省を始めとした諸機関、影響を受ける可能性のある隣接国等からも見解書を取得することとされている。また、公聴会の開催を含めて、関係地域住民等が意見を表明する機会も与えられ、寄せられた意見はKTMが取りまとめ、政府(閣議)に提出されることとされている。

地元自治体は「原則決定手続」において処分場の受け入れについての判断を行い計画に反映することができる。高レベル放射性廃棄物の処分施設計画全体の中で、地元の意思決定は原則決定においてのみ行われる。

(4) 広報活動への取組みと課題

フィンランドでは処分場のサイト選定過程において自治体、住民の意見を反映するために様々な制度化された活動が行われた。

制度化されたコミュニケーション方法以外にも、ポシヴァ社は処分事業の計画とEIAに関し多くの住民に参加してもらって活発に議論してもらうため、様々な地域コミュニケーション組織を設けて議論の場を作ってきた。

ポシヴァ社が行っている情報提供(広報)活動の目的は、環境影響評価(EIA)に住民が積極的に参加できるようにすることである。

(5) 成功と失敗の要因

フィンランドの事例は、処分場のサイト選定が成功した事例である。2000年12月の政府の「原則決定」を2001年5月に議会が承認することにより、ユーラヨキ自治体のオルキルトが高レベル放射性廃棄物の最終処分地に決定

した。

フィンランドでは1999年初頭、4つの候補地の自治体における居住者を無作為に抽出(10%)し、処分場立地を受け入れるか否かについて電話による聞き取り調査を行った。質問内容は「安全規制当局による詳細調査と安全評価の結果から最終処分地として安全であることが判明した場合、国内で発生した放射性廃棄物を自治体内に定置することを受け入れるか」というものであった。結果はユーラヨキとロヴィーサでは賛成が約60%、反対が約30%であり、クーモとアーネコスキでは賛成が30%強、反対が60%前後となっている。ユーラヨキとロヴィーサは、いずれも原子力発電所が存在する自治体である。またEIA報告書の中では、住民の持つ不安やリスク、原子力技術に対する意識、風評被害等さまざまな問題についての社会調査が行われた。

フィンランドでは最終処分地の決定には「EIA手続」及び「原則決定手続」が必要とされた。「原則決定」は施設の建設が社会全体の利益に合致するという判断を、建設許可申請より早い時期に閣議決定して議会が承認するというものであり、これを行うためにはSTUKによる予備的な安全評価と地元自治体の受け入れ表明を必要とした。

ユーラヨキ自治体のオルキルトでのサイト選定が成功した背景には、ユーラヨキ自治体には既に原子力発電所が存在し、処分に対する安全性や意思決定プロセスに関わる問題への懸念等が少なく、処分場の建設を受け入れる土壌が存在した。

原子力施設等の建設に際して、「EIA手続き」及び「原則決定手続き」の法制度が存在し、地元自治体や公衆が意思決定に参加できる仕組みが明確であったこと。時宜を得た地元対応が功を奏したことなどが挙げられる。

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5)

技術開発部 富樫 昭夫

5. スウェーデン

フォルスマルク低中レベル放射性廃棄物処分場(SFR)

SFRは原子炉の操業に伴い発生する低中レベルの放射性廃棄物の処分場であり、また病院、研究所及び産業界からの少量の廃棄物を処分している。廃棄物の区分はIAEAの区分に基づき、放射能濃度による区分と放射性核種による区分で分けられ、SFRに受け入れられる放射性廃棄物は、さらに表面線量率の強さから4区分(2mSv/h以下、10mSv/h以下、100mSv/h以下、500mSv/h以下)に分類され地下トンネル型貯蔵室及びサイロ型貯蔵室に処分される。

また、低レベル放射性廃棄物のうち短寿命極低レベル放射性廃棄物は、フォルスマルク、オスカーシャム、リングハルス原子力発電所及びスタズビック核燃会社サイトに浅地中埋設処分を行っている。



SKB所有の専用輸送船(m/s Sigyn)



SFR処分場の全景

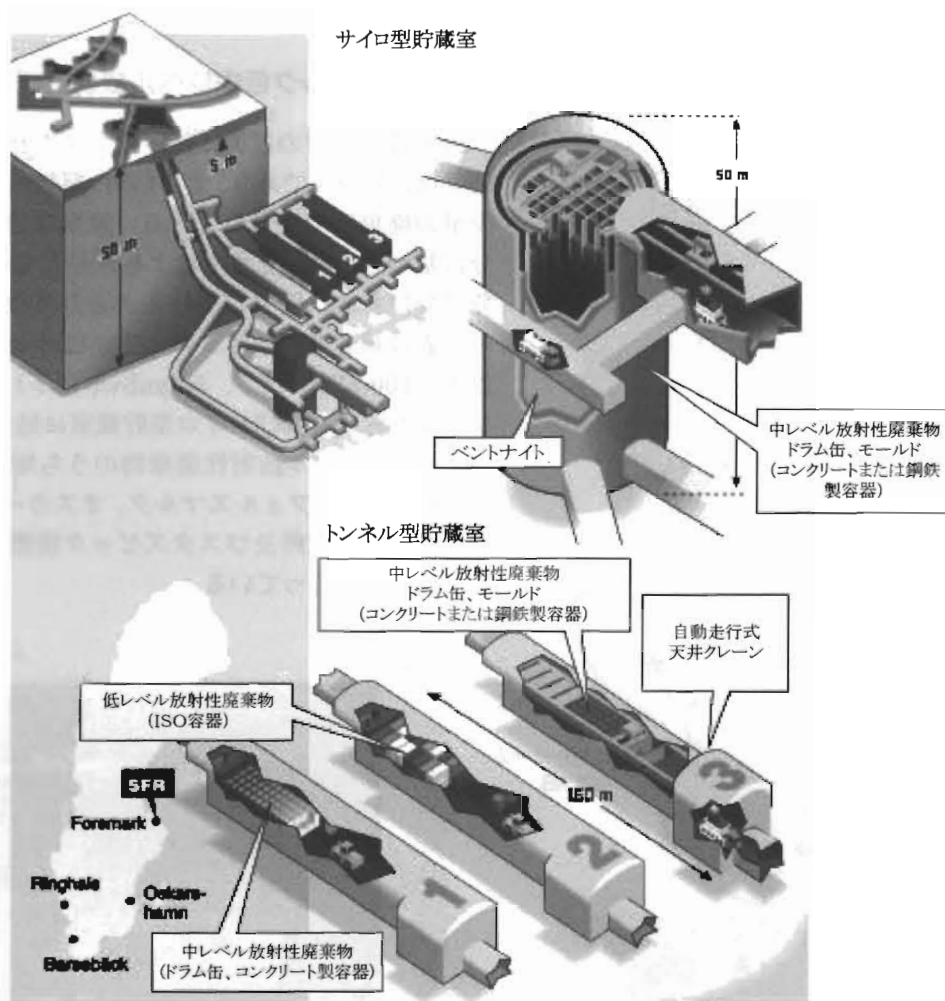


地下トンネル型貯蔵室への定置
(中レベル放射性廃棄物)



コンテナ輸送車
(坑道内での輸送)

SFR 施設の概要



処分場	SFR
位置	オエステマ市(フォルスマルク原子力発電所沖合い約3kmの海底下)
方式	地下岩盤中に設けたサイロ型(1基)及びトンネル型貯蔵室(3基) (サイロ:23.6m ^Φ ×約35m ^H 、上端部までの深さ;約60m)
処分規模	約60,000m ³ (最終的に約90,000万m ³)
受入廃棄物	原子力発電所等から発生する中・低レベル放射性廃棄物
廃棄物発生源	原子力発電所からの運転廃棄物と将来の解体廃棄物、その他
事業者	SKB(スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社)
操業状況	1998年操業開始

出典: 第3回「RI・研究所等廃棄物の処分手業に関する懇談会」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
「使用済燃料管理の安全性及び放射性廃棄物管理の安全性に関する合同条約下での
スウェーデンの第1回報告書」2003年4月
“Svensk Kärnbränslehantering AB.” <http://www.skb.se/templates/SKBPage/ウェブサイト>

中小原子力施設の廃止措置

特別参与 前田 充

IAEA の M.Laraia 氏らの論文を参考にして、研究炉等中小原子力施設の廃止措置計画の策定やその廃棄物処理処分に関わる課題を紹介するとともに、我が国の中小原子力施設の廃止措置等について関連する課題の現状と RANDEC の役割について述べる。

1. はじめに

日本原子力発電(株)東海発電所の廃止措置の進捗に合わせ、廃止措置に係る規制法の改正、極低放射性廃棄物のクリアランス制度の制定等、発電炉を中心に、廃止措置への対応が本格化しつつある。研究開発用原子力施設についても、研究炉に関する同様の規制法改正に加え、RI 廃棄物の処分に係る新たな法令の制定等徐々にではあるが進展しつつある。

しかし、研究炉等の中小規模原子力施設は、施設規模、施設の複雑度、放射線リスク等が発電炉に比べ小さいとして廃止措置は優先度の低いタスクであると誤解されている。このために、基本計画の策定等、最小限の検討すらも放擲され、コストの増加、措置遅延を招いているばかりでなく、線源の紛失等、安全面への影響も考えられる。中小原子力施設の廃止措置は特殊な制約条件が関係する場合もあり、決して過小評価する事はできない。

ここでは、長年 IAEA において廃止措置問題に取り組んできた M.Laraia らが本年2月の WM'05 等で報告している論文^{1,2)}を参考にしつつ、小規模原子力施設の廃止措置と解体廃棄物の処理処分に係る課題等について紹介する。併せて、我が国の中小原子力施設の廃止措置等について関連する課題の現状と

RANDEC の役割についても簡単に触れる。なお、Laraia 論文は主として開発途上国の施設を対象としているが、指摘されている課題等は我が国の大学炉等中小原子力施設の問題と共通している。また、参考文献¹⁾の論文名は、“Cost-Effectiveness in Managing Decommissioning Projects For Research Reactors and Other Small Nuclear Facilities”となっているが、本稿では廃止措置計画策定に係る課題を中心にまとめる。

2. 廃止措置計画の策定に係る課題

(1) 早期の計画策定

早期の計画作りと下記(2)の事前調査は極めて重要であり、その重要性をいくら強調してもしすぎることはない。このための資源投入コストは必ず回収できる。

(2) 事前調査の早期実施

汚染状況把握等の事前調査は計画策定段階における最も重要な作業であり、上の早期計画策定において不可欠となる。その際、放射能インベントリ把握のための調査とそれに基づく廃棄物の区分は、規制当局と密接に情報を共有して行われるべきである。米国 Cin-tichem 研究炉の解体では、土壌と地下水の汚染に関するデータが無かったために、コスト

は100M\$にも達したと報告している。

(3) 廃止措置最終目標の早期決定

廃止措置の最終目標を早期に決定しておくこともまた最重要課題の一つである。

例えば、

- ・無制限サイト解放か、制限付きサイト解放か
- ・サイト再利用の可能性はあるか;部分除染か/施設の再建築が必要か
- ・制度的管理 (Institutional controls) が必要か

ここで、サイトの再利用により廃止措置のコスト削減効果を期待できる場合が多いことに留意すべきである。同種施設更新用のサイトとして利用する他、次のような再利用オプションを例示できる。

- ・研究炉を廃棄物集中保管施設として再利用(エストニアの場合)
- ・研究炉を照射施設として再利用(ベネズエラの場合)
- ・原子力施設を展示館等に再利用(独国FR-2、米国ORNL黒鉛炉等の多数例あり)
- ・非原子力生産施設として再利用(英国Winfrith事業所は典型的な成功例²⁾)

(4) 関連する規制の早期整備

廃止措置に関する適切な規制が存在しない状況では、措置の手戻りや責任の不明確化等による計画遅延とコスト増を招く可能性が大きい。サイト解放やクリアランス等の基準の未整備や不備は、不明瞭な組織構造や主管省庁の重複といった問題と重なっている。

廃止措置に係る規制の枠組み整備、規制要求の明確化は、時間の節約とコスト削減につながる。カナダホワイトシェル研究所の環境評価の申請において認められたように、その影響が深刻となる場合もある。

(5) 資源問題の早期検討

財源不足、環境問題、規制体系の不備及び

専門技術基盤の欠如がしばしば問題となる。早期の基本計画の検討を通じて課題の抽出や利用可能資源の見通しを得ておくことが重要となろう。

(6) 使用済燃料管理に関わるリスクへの備え

この問題は燃料供給国への返還協定等により近年緩和されつつある。しかし、搬出実現までには長期間を要する 경우가多く、早い段階から検討しておく必要がある。

燃料の湿式貯蔵では、破損燃料からのFP漏洩のリスクがある。早期の乾式貯蔵への切り替えは、スケジュール短縮とコスト削減に加え、腐食防止のメリットがある。

(7) 最適な廃棄物管理の検討

この問題は廃止措置コストの大きな部分を占める。運転及び廃止措置中における廃棄物発生量を最小化する努力が重要である。機械的細断、圧縮等により減容を図ること、除染によりレベル区分を下げることも考慮されるべきであるが、追加設備に係るコストとともに二次廃棄物の処理コストが考慮されねばならない。逆に廃棄物保管や処分費用が増加する場合、減容やレベル区分低下のための前処理は益々有利となる。簡単なコストベネフィット解析等により最適なアプローチを検討しておくことが有効である。

最適な結果が得られるように、放射能レベル区分の定義やクリアランスレベルの他、例えば、サイト解放におけるサンプリングや測定に関する手順要件等についても規制当局と合意しておくことが望まれる。廃棄物容器は可能なら既製品を利用すべきだが、容器は輸送、貯蔵、処分の許認可と関連している点にも留意する必要がある。

3. 廃止措置の実施計画策定と実施における課題

(1) 設備改造・更新の経験活用

研究炉等ではしばしば改造、設備更新等が

行われる。そこでの経験やその際に作成された文書の利用により多くのメリットが期待できる。組織の専門家や地域の下請け作業者の知識ベースを文書により保存することの重要性を示唆している。

(2) 記録と文書管理の遵守

運転中ないしは廃止措置準備段階における運転記録や汚染管理の保存は重要である。特殊な運転やR&Dを支援する実験施設では、新規材料の使用や核種汚染分布が通常運転と著しく異なる場合があるからである。同時に、建設時の図面、設計、建設、運転段階への展開過程の図書類の保存も重要である。

(3) 技術及び資金の見通し評価

早い段階から廃止措置の要素技術や技術基盤を開発整備しておくことは、基本的に、後の廃止措置活動を助け、関連コストの削減につながり、独自の廃止措置技術を必要とする場合もある。しかし、多くの場合、研究炉等では既存技術が利用できる。早期の計画策定と事前調査の実施により技術開発ニーズの有無を把握しておく必要がある。

また、規制要求の変化等の予期せぬ事態により、プロジェクトの遅延を最小限にとどめるために資金を適切に積み立てておくことも重要となる

(4) 解体方式の選定

研究炉等の場合、改造・更新作業で適用した操作方式が利用可能であり、大半は直接解体操作が可能である。一般的には最小の投資ですむ半遠隔操作が有効であり、プール水の遮蔽効果を利用した作業等多くの事例がある。

また、市販品や実用化済みの技術に若干の加工を行って専用の取扱装置や細断装置等に利用できる場合が少なくない。

(5) その他の留意事項

運転段階の汚染管理に関わるハウスキーピング、廃止措置段階における管理組織の整備

と適切な作業管理、特に階層構造化された管理方式の採用、研究者、技術者が廃止措置業務に携わる場合における精神面、組織文化及び社会的側面への配慮、請負事業者の活用等も重要となる。

4. 我が国の研究開発用中小原子力施設の廃止措置と解体廃棄物の処理処分

(1) 研究開発用中小原子力施設の概要

RANDECが原子力安全委員会放射性廃棄物廃止措置専門部会放射性廃棄物分科会に提出した資料³⁾によれば、我が国では、研究機関、大学、民間企業等約180事業所において試験研究炉や核燃料物質等の使用施設が設置されている。

資料では、原研、サイクル機構、電力(日本原燃を含む)及び核燃料加工会社を除く事業所は172事業所と数えられ、それらを「中小施設事業所」と区分している。その内訳は多種多様であり、研究炉7事業所、照射後試験施設2事業所、核燃料(原料)使用施設163事業所が含まれている。

これら事業所で発生した放射性廃棄物の多くは各事業所内で保管されている。また密封核燃料の使用施設を除いて、将来、何らかの廃止措置が必要であり、それに伴う解体廃棄物の処理処分が必要となる。更に、この他の原子力施設として、放射線障害防止法で規制される加速器施設があり、これらについても将来何らかの廃止措置が必要となり、解体廃棄物等の放射性廃棄物の処理処分が行われねばならない。主要な施設の概要を別表に示す。

(2) 廃止措置基本計画の策定に係る課題の現状

上述した「中小施設事業所」の施設についても、2章で述べた廃止措置基本計画の策定、資金計画の検討、廃棄物管理計画の検討等が不可欠であり、またその前提となる規制の整備も必要である。

しかし、廃止措置及び廃棄物処分に係る規制の基本的枠組みは整備されたものの、クリアランス、サイト解放基準を含む技術基準類は全て未整備である。廃止措置基本計画、資金計画、廃棄物管理計画等は個々の事業所で検討されることになるが、中小規模の事業所が多いこともあって、多くは今後の検討に待たざるを得ないのが実状であろう。2章で繰り返し述べたように、規制の整備と早期の基本計画の策定がトータルコストの削減に有効である。これら課題への積極的な取り組みが極めて重要となる。

(3) RANDECの役割

周知のように本年10月には原研とサイクル機構が統合し、新たに日本原子力研究開発機構(以下新法人と略記)が発足する。この新法人は自らの施設の廃止措置、廃棄物の処理処分に加え、関係機関と協力して、RI・研究所等廃棄物全体の処分事業を推進する中核的役割を担うこととされている。

一方、RANDECは15年以上にわたって廃止措置の技術開発を行ってきたほか、RI・研究所等廃棄物の処理処分、処分施設の立地等について実質10年間近くにわたって調査活動を行ってきた。これらの実績を踏まえて「中小施設事業所」施設の廃止措置基本計画策定について助言や協力を積極的に行うとともに、廃棄物処分について「中小施設事業所」廃

棄物発生者のとりまとめ役を果たしてゆくことがRANDECの役割と考える。

当面は、新法人等と協力して必要な規制の法制化を求めてゆくとともに、RANDECが主体となって、「中小施設事業所」施設や発生廃棄物量等の現状調査、共通技術の開発、最適な廃止措置及び廃棄物管理のための提案等を行っていくことが重要と考える。

5. おわりに

M.Laraia (IAEA)らの論文を参考にして研究炉等中小規模原子力施設の廃止措置計画の策定やその廃棄物処理処分に関わる課題を紹介した。指摘されている内容は研究炉等我が国の「中小施設事業所」施設の問題と共通しているばかりでなく、多くは発電炉に係る問題とも共通している。

我が国における研究開発用中小原子力施設の廃止措置と解体廃棄物の処理処分の現状を考えると積極的な取り組みを速やかに行うことが不可欠であるが、その前提として、Laraia氏が指摘している、「中小規模原子力施設のバックエンド対応は決して些末な問題ではなく、これを放擲することは将来大きな負担増を招く。少なくとも基本的問題について早期の検討が重要である」ことを関係機関、関係者において再認識されることを期待したい。

参考文献

- 1) Laraia M. and Cross M.T., "Cost-Effectiveness in Managing Decommissioning Projects for Research Reactors and Other Small Nuclear Facilities," Waste Management (WM)'05 Conf., Tucson, Az, USA, Feb.27-Mar.3, (2005).
- 2) Laraia M. et al, "Transition from a nuclear to an industrial site managing change in the use-of sites including a UK example," Proceedings of OECD/NEA workshop on safe and cost-effective decommissioning, Rome, Sep.6-10, (2004).
- 3) 原子力安全委員会 放射性廃棄物廃止措置専門部会 放射線廃棄物分科会、第20回資料.

別表 我が国の主な「中小施設事業所」原子力施設*の例

(*原研、サイクル機構、電力(日本原燃を含む)及び核燃料加工会社以外の施設)

分類	事業所名	諸元	状況
原子炉	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻	空気冷却型高速炉、2kW	運転中
	京都大学原子炉実験所	軽水減速軽水冷却不均質型	運転中
	立教大学原子力研究所	軽水減速軽水冷却固体均質型 (TRIGA II 炉)、100kW	解体中
	武蔵工業大学原子力研究所	軽水減速軽水冷却固体均質型 (TRIGA II 炉)、100kW	解体中
	近畿大学原子力研究所	軽水減速軽黒鉛反射非均質型、1W	運転中
	東芝研究炉管理センター	軽水減速軽水冷却(プール型)	解体中
	日立製作所原子力事業部王禅寺センター	軽水減速軽水冷却(プール型)、100kW	解体中
臨界実験装置	京都大学原子炉実験所	濃縮ウラン・プルトニウム燃料軽水減速型、200W	運転中
	東芝研究炉管理センター	低濃縮ウラン燃料軽水減速非均質型、200W	運転中
核燃料使用施設	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻		使用中
	京都大学原子炉実験所		使用中
	放射線医学総合研究所	内部被ばく実験棟、 α 線実験棟	使用中
	産業技術総合研究所つくば中央第二事業所		使用中
	核物質管理センター東海保障措置センター		使用中
	核物質管理センター六ヶ所保障措置センター		使用中
	原子燃料工業東海事業所		使用中
	日本核燃料開発(株)	ホットラボ施設	使用中
	ニュークリア・デベロップメント(株)	ホットラボ施設	使用中
	東芝原子力技術研究所		使用中
加速器施設	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー加速器	運転中

(原子力安全委員会放射性廃棄物廃止措置専門部会放射性廃棄物分科会第20回資料等を参考にして作成)

研究炉のベリリウムとカドミウムの処分方策

情報管理部 榎戸 裕二

研究炉では、ベリリウムBeは中性子反射体/減速材として、カドミウムCdは中性子吸収体として用いられる。デコミッションングにおいては、両者とも金属の放射性廃棄物として処分することになるが、問題は強い化学的毒性と放射能である。その他にBeでは熱中性子により多量のトリチウムの生成があり、さらに両金属中の不純物に起因する多くの核種が中性子照射により生成されている。ドイツでは、今日まで、これらの金属の処分方策がないため、今回、ドイツ連邦教育研究省(BMBF)はミュンヘン工科大学(研究炉FRM所有)とハノーバー大学、TUV(技術検査局)及びGNS社に対して、許認可性のある処分方策の検討に資することを目的に以下の研究を委託した。①ミュンヘン工科大学研究炉FRMの実機材料における核種と放射能測定及びトリチウムの測定、②開発すべき取扱方法と処理方法(各施設内での作業性検討)、③中間貯蔵と最終処分の要件に合う適切なキャスクの選択と条件である。以下にその結果の概要を記す。

1. Be及びCdの放射能の調査

熱中性子炉では反射体Beの天然同位体物質Be-9の(n, γ)反応によって長寿命の γ 線核種Be-10が生成される。同時にBe-9からはリチウムLi-9の生成過程を経由してトリチウムTが生成される。一方、中性子吸収材Cdにおいては、天然のCd-108,-112等の(n, γ)反応から γ 線が放出される。また、Cd中の不純物Co-59からCo-60が、付着物質からC-14、ウランの汚染からセシウムCs-137等の核分裂生成物質や超ウラン核種(TRU)が生成されうる。

ミュンヘン工科大学のFRM研究炉で使われたBeとCdについて正確な放射性核種の同定と放射能測定が行われた。その結果、Beの1g当たりの線量は約8~9mSv/hであった。Beにおいては、意外にもタンタル

Ta-182(半減期115日)、Cs-137、Co-60がかなりの量存在する。FRMのBe反射体24体の核種別の放射能は4E+14Bq(T)、6E+9Bq(Be-10)、3E+11Bq(C-14)、4E+12Bq(Co-60)、5E+10Bq(Cs-137)、1E+10Bq(アメリカウムAm-241)であった。

Cdに関しては、 γ スキャン測定で、Cd-109、Cd-113m、Co-60、Ag-110m、Ag-108m、Zn-65が確認された。線量率は1g当たり4.5 μ Sv/hであった。 α 核種は検出されていない。

2. トリチウム含有量の調査

貯蔵時及び最終処分時においてBe中からTが放散しないようにするため、Tガスを酸化し、生成水を乾燥剤に吸着する方法が考えられる。Beの照射材料を貯蔵条件である

50℃にてTの放出速度を測定したところ、Beの単位重量当たり0.33Bq/h (HT/T₂)の放出があり、1000℃まで試料を加熱したところ0.3E+9Bq/gの全量が放出された。一方、放出される水素の酸化材としてPdO、CuO及びAg₂Oを用い、また生成された水の吸着材として市販の乾燥剤をテストした結果、粉末状のPdOは常温でも水素を全量酸化させること、市販の吸着剤は500℃でも壊れないことが確認された。

さらに、酸化材PdOと乾燥剤を混合してモレキュラーシーブ(MS)を構成し、水素を流しPdOと水素による発熱反応から生じる温度上昇の確認を行った。その結果、純水素をMSに通した場合はMSは最大400℃に上昇するが、3%水素ガスのアルゴンでは高々40℃であった。これらのことから、Be中に保持されたTはBeから放出されたとしても安全に乾燥材にトラップできるものとされた。

3. 最終処分のためのキャスク

研究炉FRMの24体のBe反射体を廃棄体として処理し、処分することを念頭にキャスク概念を検討した。中間貯蔵と最終処分のコストを抑えるために、24体を一つの容器で処分する。FRMでは、Be反射体は主要核種をCo-60とした放射性物質として申請しているため、GNS社はキャスクとして輸送規則に基づくBU型のMOSAII-15EI型を選定

した。キャスク内側壁は60mm、底は70mmの鉛で遮へいし、その内側は厚さ30mmの遮へいのバスケットを収納する。Be反射体24体が収納できる。キャスクの内径は直径610mm、高さ1005mm、その空重量は約8トンである。

火災事故時の温度評価もトリチウム放出に関連して行われた。これにより廃棄体の仕様に基づいたトリチウム放出に関する温度/時間の相関が得られ、廃棄体の受入れ要件との比較検討が可能となった。

なお、Cd中性子吸収体の処理として高減容が推奨される。

4. まとめ

本資料では、最終処分におけるBeとCdの化学的毒性に関する対応方策は記載されていないが、わが国でも研究炉のBe反射/減速材とCd中性子吸収体の処理処分方策が模索されている中で、解体廃棄物の再利用で製造されたキャスク(MOSAII型)を最終処分容器として利用すること及び処理処分コストを評価したうえで、処分の安全を担保するための実験研究・開発が全研究炉を対象に国の施策として行われていることに注目したい。これらの研究結果が最終的な処分方策に反映されるまでにはまだ残された課題はあろうが、危険物質の安全な処分方策の確立に向けて着々と進んでいるようである。

参考文献

A.Remmert, C.Lierse von Gostomski, W.Stower, F-W.Bach, P.Wilk, M.Jendras, H-J.Blenski, M.Berthold, W.Plank, R.Artinger and P.Schoner, "Disposal of Beryllium and Cadmium from Research Reactors", KONTEC 2005, Berlin, (2005).

ロッキーフラット閉鎖プロジェクトの現状

技術開発部 浅見 知宏

ロッキーフラットは、コロラド州デンバーの北西15マイルに位置し、核兵器製造関連施設として1951年から建設された。施設は、約385エーカーの工業区域に建設され、周囲を約5,800エーカーの草原地帯に囲まれている。1994年10月に当初の使命を終了した後、サイトの使命はクリーンアップと修復となり、ロッキーフラット環境技術サイト(RFETS:Rocky Flats Environmental Technology Site)と改名した。サイトには、1957年と1969年に発生した火災事故により厳しい汚染を生じた建屋771及び建屋776/777等があり、所有者のUSDOEは、受注業者であるKaiser-Hill社や、コロラド州、周辺公衆等の関連機関とともに環境回復に向けた閉鎖プロジェクトを進めている。RFETS閉鎖プロジェクトについての進捗状況と今後の見通しが報告¹⁾されたので、その概要を示す。

はじめに

2000年1月24日、USDOEとKaiser-Hill社は、閉鎖プロジェクトに関して、2006年12月15日完了、39.7億ドルを目標に契約を締結した。

契約での主な実施内容は、以下である。

- ・DOEが継続使用を宣言した構造物を除き、全ての建物の撤去。
- ・RFCA (Rocky Flats Cleanup Agreement: 1997年7月コロラド州公衆衛生環境局とEPA及びDOE間の協定) に従い、全ての特別危険物質取扱サイトの修復と撤去。
- ・リサイクル、再使用するものを除き、全ての廃棄物の撤去。
- ・Woman and Walnutクリークに残る水は、コロラド州水質委員会(Colorado Water Quality Control Commission) が定めた水質基準を満足させる。

サイトは、最終的に合衆国の野生生物保護の確立も目指している。閉鎖措置終了段階を図1に示す。

受注者であるKaiser-Hill社は、スケジュー

ルを加速し、最小のコストで安全に請負業務を完遂するため、以下の事項に挑戦してきた。

- ・安全を全ての作業の基本とする。
- ・健康上の高いリスクを排除する。
- ・プロジェクトの遂行に重大な影響を及ぼす可能性のあるクリティカルパス又はそれ相応の重要な作業に対しては、高い注意を払う。
- ・コスト効果と効率を持って安全に仕事を進める作業員に報酬を与える。
- ・作業効率と安全の向上のため、実証された革新的な技術の採用を奨励する。

RFETS閉鎖プロジェクトの状況

RFETSでは、2004年末現在、85%以上が進捗しており、スケジュールの前倒しとコスト低減について以下を予測している。

- ・一連のプロジェクト終了時期は、2005年12月31日を越えない。
- ・一連のプロジェクト完了コストは、推定で36億ドルを上回らない。

表1に、2004年12月末迄の完了状況と残りの業務について示す。

2004年の遂行状況

[建屋771の撤去]

- ・1952年に建設、面積176,000ft²。Puスクラップと製造残材からPu回収を行うために使用。
- ・1957年の火災によりPuで汚染した酸溶液の漏洩と飛散の結果、非常に厳しい汚染を経験。1994年、USDOEは「米国で最も危険な建屋」と宣言。
- ・グローブボックス：240個、タンク：250基、汚染配管：30マイル以上。
- ・2004年10月に建屋を撤去。

建屋の跡地は埋戻し、外周道を設置。天然芝植栽。(図2参照。)

[建屋707の撤去]

- ・1969年に建設、面積228,000ft²。Pu起爆剤の製造、組立に使用。
- ・グローブボックス：377個。
- ・2004年12月、建屋を撤去。

[建屋776/777の撤去]

- ・面積224,000ft²。Pu精製及びPu汚染廃棄物の減容と貯蔵に使用。
- ・1969年の火災により厳しい汚染。燃え殻の付着した壁等、奇妙な様相を呈する。
- ・グローブボックス：279個、タンク：244基(共に解体済)。建屋内のおよそ95%を除染、容器詰め、測定終了。
- ・2005年2月、建屋の撤去を開始予定。

[建屋371/374の撤去]

- ・面積358,500ft²。PuとPu汚染廃棄物の回収、貯蔵、処理及び梱包に使用。
- ・グローブボックス：428個、タンク類：375基(共に撤去済)。
- ・建屋374は2005年2月、建屋371は同5月から撤去開始予定。

[その他のD&Dの進捗]

- ・建屋991(当初、核兵器構成材の受入と搬出施設)、建屋881(RFにおける最初の核製造施設：245,000ft²／火薬による建屋爆破解体を実施。)、建屋664(放射性廃棄物搬出施設)、建屋447(ウラン及びベリリウム製造施設)撤去。

- ・建屋883(ウラン製造施設)、建屋559(Pu試験施設)、建屋444(ウラン及びベリリウム製造施設)の除染及び解体中。
- ・約200の小さな汚染・非汚染施設を撤去。

[環境修復作業]

- ・903地域(Pad & Lip Area)：Puと溶媒で汚染した土壌97,800トン(梱包、解体中のPu建屋下に存在する区域を除いて、撤去を完了)。
- ・776建屋北の四塩化炭素の汚染土壌を完全撤去、Bowman池の汚染スラッジを撤去。扉付きの地下室26個を撤去。

廃棄物の搬出

5年間の廃棄物輸送記録から以下の通り。

- ・TRU廃棄物：4,926m³をWIPP(Waste Isolation Pilot Plant)に搬出。
- ・低レベル混合廃棄物：12,558m³を処理と処分のため搬出。
- ・低レベル放射性廃棄物：154,775m³を処分のため搬出。
- ・衛生及び産業廃棄物：211,600m³(144,000トン)を処分のため搬出。
- ・平均すると、8分間に一台のトラックが廃棄物運搬のためRocky Flatsから出荷。放射性廃棄物が計画量より増加した結果、鉄道を用いて低レベル放射性廃棄物の処分場への輸送を開始したが、幾つかの利益をもたらした。
 - ① 一台の貨車でトラック数台分と同等の荷量を積載でき、5,000台相当のトラックを減じた。
 - ② 貨車の許容寸法から、廃棄物の減寸処理と取扱が少なくなり、作業員の作業時の危険性を減じた。
 - ③ 鉄道輸送は、より効率的でコスト効果も有効であった。また、放射性廃棄物の増加は、その大部分が次の二つの発生源によるものであった。
 - ① 903区域のクリーンアップによる汚染土壌の追加。
 - ② 放射性建屋の残骸。

- ・汚染の性質(例：浸透深さ)、
- ・建屋構造(例：燃え殻で固まった壁)、
- ・乾式研磨法などの採用した除染技術では「無条件解放」レベルまで除染できなかったこと、等による。

プロジェクトにおける継続的な挑戦

RFETS閉鎖プロジェクトの複雑な業務を完遂させるため、今後とも挑戦すべき事項を以下に記す。

- ① 継続的に高い安全基準を維持すること。
核物質のサイト外搬出や汚染したグローブボックス等の撤去により、当初の原子力安全・放射線安全から、交通安全や電気、吊上げ、落下防止等に関する一般的、工業的安全に変化・展開している。Kaiser-Hill社の安全プログラムの基本的考え方は、継続的改善は必須のものであり、全ての事故や障害を排除するため、新規で革新的な挑戦を継続していく。

- ② 閉鎖作業の減少とともに急速に減ずる高度な熟練技術者と献身的な労働力を管理すること。

事実上の作業終了に伴う労働力の管理では、Kaiser-Hill社とその下請業者が雇用している約2000人の殆どが2005年度末にはサイト外に去って行くことになる。

2003年4月、Kaiser-Hill社は、プロジェクトが収束する作業従事者に対する精神的なWTP (Workforce Transition Program) に着手した。WTPには、労働者が利用できるサービスのあらゆるメニューがあり、新しい職場や他のDOEサイトへの移動、新規事業への展開、その他の選択を手助けするものである。この革新的プログラムには、外部専門機関による高度技術キャリア移転センター (CTC: high-tech Career Transition Center) の設立により、キャリアの相談窓口やインターネットによるキャリア移転支援ツール等が用意されている。クリーンアップの進展に合わせ、労働力を転換するための目覚ましい努力が行わ

れている。

- ③ 危険な化学物質と混合した放射性廃棄物や行き場のない放射性廃棄物の処分。

2004年、Kaiser-Hill社は、行き場のないものと考えていた廃棄物4,500m³の99.9%が処理、処分されたことを確認した。しかし、高濃度のPCBや有機溶媒と混合した線量の高い低レベル放射性廃棄物が約5m³残っている。

Kaiser-Hill社では、これら廃棄物の処理方法の確認や、他のDOEサイト或いは民間サイトでの一時的なサイト外貯蔵の可能性を積極的に追求するため、USDOEとともに作業を継続している。

2005年完了の見通し

Kaiser-Hill社では、閉鎖プロジェクトは当初予定より1年早い2005年12月には終了し、当初の目標コスト39.7億ドルよりも凡そ4億ドル安くなるものと予想している。

おわりに

RFETS閉鎖プロジェクトのコストとスケジュールについては、計画段階で検討・変遷を繰返した後²⁾、契約された。作業の結果、更なるコスト低減とスケジュールの短縮が図られる見通しが得られたことは、関係者の多大の努力と工夫、挑戦が行われた成果であり、我が国における核燃料サイクル関連施設の廃止措置にも有効な知見を提供するものと思料される。

参考文献

- (1) N.R.Tuor, A.L.Schubert, Kaiser-Hill Company, LLC “ROCKY FLATS CLOSURE PROJECT UPDATE: PREPARING FOR CLOSURE IN 2005,” WM05 Conference, Tucson, AZ February 27-March 3 (2005) .
- (2) “Rocky Flats Overview,” <http://www.em.doe.gov/co/co-rfets.html> 他.

表1 Rocky Flats閉鎖のための主な作業(1995-2006)

主な閉鎖作業	計画時総数	終了時総数	終了%
核物質の安定化と梱包			
・Puの安定化と処理	1,895 コンテナ	1,895 コンテナ	100%
・Puの残材処理と梱包	106,000 kg	106,000 kg	100%
施設の解除、廃止措置及び破碎(D&D)			
・放射性及び非放射性施設総数	802施設	627施設	78%
・Pu汚染施設数	7施設 (1,079,368 ft ²)	5施設 (496,710 ft ²)	46%(ft ²)
タイプ3施設の除染と解体			
・グローブボックスの撤去	1,457基	1,457基	100%
・作業セット数及びエリア数	290箇所	270箇所	93%
核物質、廃棄物及びその他の施設外搬出			
・ピットの残材	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・濃縮ウラン残材(Oak Ridgeへ)	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・濃縮ウラン残材(他のDOEサイトへ)	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・Pu残材(LANLへ)	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・Pu残材(SRSへ)	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・金属Pu及び酸化Pu	100% / 在庫	100% / 在庫	100%
・低レベル放射性廃棄物の搬出	359,912 m ³	288,702 m ³	80%
・低レベル混合廃棄物の搬出	65,231 m ³	59,183 m ³	91%
・TRU及びTRU混合廃棄物の搬出	15,067 m ³	14,164 m ³	94%
環境修復			
・環境回復を予定しているサイト数	360サイト	294サイト	82%



図1 Rocky Flats廃止措置 (現状)

(完了時)



図2 771号建屋は2004年に解体が完了

英国における中レベル放射性廃棄物の処理及び処分時への影響を考慮した規制の関与

技術開発部 妹尾 宗明

英国は、1940年代以降の原子力の操業に起因した原子力遺産を扱うという大きな挑戦に直面している。通商産業省(DTi)を通して、英国政府は、この遺産を処理し原子力サイトのクリーンアップを行うという課題に取り組んでいる。2005年4月のNuclear Decommissioning Authority (NDA)の設立もその一環である¹⁾。

これらの展開の一部として、安全衛生庁(HSE)の原子力施設検査局(NII)、スコットランド環境保護庁(SEPA)及び環境庁(これらをまとめて今後、「規制機関」という)は、中レベル放射性廃棄物(ILW)の規制のあり方を見直すための合同作業を行い、その改善策を最近提案した²⁾。狙いは、現状では処分の実施が不可能なILWが長期の環境安全問題を考慮に入れて持続可能な方向で確実に管理することである。これら、英国におけるILWへの取り組みについて概説する³⁾。

1. 背景

英国ではILWは、低レベル廃棄物(LLW)の上限値(α 核種で4 GBq/te、 β/γ で12 GBq/te)を超えるが、発熱性でないものと分類されている⁴⁾。これは非常に広い定義であり、「ILW」という用語は放射性核種内容と半減期の異なる廃棄物タイプの多数をカバーする。MagnoxとAGR燃料要素、廃棄物と宣言された未照射あるいはある種の実験用燃料、スラッジ、イオン交換樹脂、乾燥剤と触媒、雑多な照射物、汚染された材料、さらにプルトニウム汚染物質等が含まれる。

現在まで発生しているILWは、その処分方策が未決定のまま、それぞれの原子力施設のサイトで保管されている。操業中の施設が寿命を迎え、デコミッション活動が始まり保存されていた操業廃棄物を取り出されてくるので、大量の放射性廃棄物が次世紀にわたって生じてくることが予測される。最終的な処分が実施されるまで、ILWの中間貯蔵が必要

である。中間貯蔵では、人間の干渉を最小にし、受動的に安全が維持されることが重要がある。ILWは現在も処理が行われているが、中間貯蔵(50-100年)時の安全を確保できる廃棄物形態とする処理が必要なものが多く残されている。これらの廃棄物の多くは半減期が長い核種を含んでおり、数千年の間その放射性特性を保持するので、将来、安全の考え方が変わって、高い費用をかけて再度処理が必要となる潜在的可能性がある。従って、処理時においては長期の安全性及び環境関連事項を考慮しなければならない。

2. 改善された規制の手順

改良の主な狙いは、以下の通りである：

- ・ 規制の意思決定の透明性を増やし、原子力産業、監査機関であるNirexとNDA(Nirexは英国の地層処分場の参照デザイン「Phased Disposal Concept」(PDC)を持っており、ILWのパッケージ方法が事

業者からの提案された際にPDCとの適合性を評価する)、及び他の関係者の間で早めに意見交換を行い透明性の高い規制処理を提供することによって、許認可プロセスを合理化すること;

- ・ILWの処理の実施に際しては、英国原子力産業界にとって確実な事業であること。改良された措置は全ての段階にあてはまるもので、規制機関と早い時期から連絡を取ることで、無駄な経費の発生を避ける。;
- ・将来実施される廃棄物処分戦略を知らせることにより現時点での規制の判断根拠を、明確な調査可能な文書記録として提供する。

改良された手順は、以下の3つの段階からなるが、それらは相互に関連しており、ILW処理の状況は規制機関により把握される:

- ・原子力事業者は特性評価、再取り出しあるいは処理を新たに行おうとする場合にはILWの全ての廃棄物タイプを一括して提案する;
- ・ILWのための廃棄物管理解決策の政府による決定がないので、関連した国際的なパッケージ標準と最終処分のために予想される必要な条件を満たすことを証明するものとして、Nirexの“Letter of Comfort” (LoC) (最近“Letter of Compliance”と名前を変えた)を用いる。;
- ・NirexによるLoCは、現時点での英国のILWのための深地層処分設備のPDCに基づいて行われる。

改良された手順を実行する際に、規制機関は次の2つの分野が特に精細に調査される:

- ・ILWを処理する申請者の提案
 - ①サイト廃棄物管理計画②廃棄物管理オプション検討③廃棄物処理設備の概念設計と機能の仕様④建設、試運転、施設と

貯蔵庫の操業のための詳細設計。

- ・Nirexで進められている作業
 - ①NirexのPDCの検討(併提案されたILWの処理と関連するLetters of Comfort/Letters of Advice (LoC/LoA) に対するPDCの適用及び環境セーフティケースの将来展開。

3. Nirex LoCの役割

廃棄物は、国際的なパッケージ基準と最終処分のために予想される条件を満たす必要がある。現状では最終処分の計画がないので、申請者は通常NirexのLetter of Comfort (LoC) プロセスを通しての評価を求める。

特定の廃棄物に対するパッケージ計画案の評価ではNirexの一般的な安全基準の全てに適合するとは限らない(“compliance gap”といわれるものが存在する)。このような場合、Nirexの見解では、申請者は将来Nirexに受け入れられる廃棄体形態を作つて”compliance gap”を取り除くという信用できる計画を示す必要がある。このようなケースでは、規制機関はLoCなしで処理の提案に同意することもできる。しかし、これらの例でも、Nirexが早くから継続して許認可に参加しLoCと関連する評価を行うことは、将来の処分に關する潜在的問題を理解し、将来あるかもしれない事象(例えば将来更なる処理の実施)に対処するために重要である。そのような場合に、規制機関は以下の場合にのみ許可を出す。:

- ・ILWを処理する全てのオプションが評価されているとき;
- ・どんな“compliance gap”も完全に理解され、そして、信頼できる計画があり、規制機関と対応について同意されたとき。

参考文献

- 1) UK Department of Trade and Industry: “Managing the Nuclear Legacy- A Strategy for Action,” July, (2002).
- 2) Provision of Advice to the Health and Safety Executive by the Environment Agency and the Scottish Environmental Protection Agency: “Improved Regulatory Arrangements for the Conditioning of Intermediate Level Radioactive Waste on Nuclear Licensed Sites,” Regulators’ Position Statement, December, (2003).
- 3) Doug Ilett, Mick Bacon and Jim Cochrane, “Regulatory Oversight of the Conditioning of UK Intermediate Level Radioactive Wastes and Identification of Important Factors that Influence Disposability,” KONTEC 2005, Berlin, April, (2005).
- 4) Her Majesty’ s Stationery Office: Review of Radioactive Waste Management Policy: Final Conclusions. Cm2919, London, July, (1995).



委員会報告

平成17年4月以降に開催したRANDECの各委員会は以下のとおりである。

日 時	委 員 会
平成17年7月15日	委員会名：解体廃棄物リサイクル技術開発委員会(第1回)
	出席委員：阿部昌義委員長((財)放射線計測協会専務理事)他5名
	主な議事内容： 原子炉施設の廃止措置時に発生する金属廃棄物の有効利用を図るため、解体廃棄物リサイクル技術開発に係るリサイクル試験(金属熔融試験)、リサイクルシステムの概念設計及びリサイクルプロセス統合評価システムの開発に関する平成17年度実施計画について審議・検討を行った。
平成17年9月6日	委員会名：高速炉冷却材ナトリウムの除染に関する調査委員会(第1回)
	出席委員：宮崎慶次委員長(大阪大学名誉教授)他8名
	主な議事内容： カザフスタンの原子力委員会及び原子炉BN-350を運転・保守をしている専門家を招へいし、BN-350廃止措置活動の現状、BN-350廃止措置の法的整備についての説明を受けた。日本側からは、高速炉の核特性計算システムに関する説明を行った。 また、原子炉施設放射化放射能インベントリ評価システムの拡張整備、BN-350廃止措置の技術的検討等に関する平成17年度の事業計画について審議し、了承された。

©RANDEC ニュース 第66号

発行日 : 平成17年9月16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. 029-287-0022

ホームページ : <http://www.randec.or.jp>

E-mail : decomi@randec.or.jp