

RANDEC

Jul.2006 No.69

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



原産 50 年、そして未来へ

日本原子力産業協会

常務理事 石塚 昶雄

原子力平和利用が緒についてからほぼ半世紀が経過し、ここ数年国内外で 50 年の行事が相次いで行われています。

昭和 31 年に設立された日本原子力産業会議もこの 3 月に 50 年を向かえ、去る 6 月にささやかな祝賀パーティを開催しました。しかしそれは 50 年の歳月を壽ぎ、越し方の成果を楽しむというよりも、むしろこの 4 月にその名を日本原子力産業協会と改めた組織の出発の号砲を聞いて、目的に向かってその前傾姿勢を互いに誓い合う場であったように思います。

将来具現されるべき原子力の広範な潜在能力とその大きな課題を考えれば、50 年は一歩にも満たない足取りであるかもしれません。歴史の一歩のなかで小さな歩みを進めてきた人間の一人としてふりかえれば、さまざまな社会環境の変化に十分対応してきたとはいえないとの反省があります。原子力開発が緒についてからの先人たちの見識や活躍は申すまでもありませんが、半世紀が経過した

今、あちこちに強固とはいえない開発基盤があるように思います。

一方、目を転じればエネルギー・セキュリティや地球環境保全の観点から、欧米・アジアの地域において原子力発電の復活や開発加速の必要性を説く声が高く、放射線の利用は人々の生活に欠くべからざるものとなり、さらに新しい応用の世界が広がろうとしています。私たちもまた、足元の推進基盤を固めて、再び世界をリードする活動を開始しなければなりません。

原産はこの 2 年あまりにわたって、「経営改革」「事務局改革」「意識改革」「事業改革」の 4 つの改革を進めてきましたが、いうまでもなく真の改革は今後の活動の成果としてあらわれていかなくてはなりません。原産は原子力推進の民間団体として、その原点に戻って、今井会長、服部、秋元の両副会長の指揮のもとに、力一杯がんばろうと考えておりますので、叱咤、激励またご協力のほどお願い申し上げます。

— RANDEC ニュース目次 —

第 69 号 (2006 年 7 月)

巻頭言 原産 50 年、そして未来へ	日本原子力産業協会 常務理事 石塚 昶雄	
平成 18 年度 事業計画	企画部	1
RANDEC 事業に関する近況報告		
1. 放射線発生装置の解体廃棄物に対するクリアランスの検討	技術開発部	4
2. ウラン廃棄物について	技術開発部	4
3. 放射性廃棄物の海外における立地事例について (5)	立地推進部	5
寄稿		
・日立教育訓練用原子炉 (HTR) の解体、廃止措置	株式会社 日立製作所 原子力事業部 原子力技術本部 松林 秀彦	7
英国の NDA 国際入札説明会に参加して	宮本 喜晟	9
海外出張報告		
・ WM' 06 シンポジウム、NRC、EPA 訪問記	安念 外典	10
・ 米国原子力学会 2006 年会及び DOE Hanford サイト訪問	榎戸 裕二	12
海外技術情報		
・ 英国、DFR の燃料取り出し	宮本 喜晟	15
・ ガス拡散濃縮プラント解体のための廃棄物減容処理施設	安念 外典	18
・ ベルギー、原子炉 BR3 の解体で得られた知見	石川 広範	21
総務部から		24

平成 18 年度 事業計画

基本方針

(財)原子力研究バックエンド推進センターは、独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)、社団法人日本アイソトープ協会(以下「RI協会」という。)等との連携を一層強化しつつ、放射性廃棄物の処理・処分事業及びデコミッショニング技術に関する事業を、以下の方針により効率的かつ円滑に進めていくこととする。

RI・研究所等廃棄物処分地の立地促進等処分事業化に関わる業務の推進については、原子力機構及びRI協会と「RI・研究所等廃棄物処分事業の推進に関する協力協定」及び「RI・研究所等廃棄物処分事業推進会議の設置に係る覚書」を昨年10月に締結し、RI・研究所等廃棄物処分事業の推進体制として、「RI・研究所等廃棄物処分事業推進会議」を設置した。当センターは、本協定及び覚書に基づき、本推進会議の諸活動を遂行する。

また、大学・民間事業所等から発生する研究所等廃棄物(以下「中小施設廃棄物」という。)の処理・処分の枠組みについての検討等を開始する。

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を果たせるよう展開を図る。

そのため、解体シナリオ検討、コスト評価等デコミッショニングに関する試験研究・調査、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を行うとともに、廃止措置に関するデータベースの充実を図る。

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. 基本的な方策の調査・検討

RI・研究所等廃棄物の処分事業化の調査・検討を行う。

2. 立地に関する調査

全国を対象として行っている立地調査を継続するとともに、これまでの立地調査の整理・評価を行う。

また、RI・研究所等廃棄物処分事業に関心のある自治体等に対する広報活動を積極的に展開し、立地合意形成の取り組みに向けた具体的な調査を行う。

3. 事業化計画等

立地に関する調査の一環として、環境アセスメント及び環境調査の手順、費用、必要な期間等の予備的調査を行う。

4. 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分に関し、国が行う安全規制基準の整備についての検討、審議等に協力する。

II. 中小施設廃棄物の取りまとめに係る業務

中小施設廃棄物発生者が、現在保管している廃棄物の物量等のデータベース化を図る。

また、中小施設廃棄物の処理計画（処理フロー、有害廃棄物の取り扱い等）、輸送計画及び処分計画（仕組み、コスト評価等）についての調査並びに合理的な確認システムに係わる課題の抽出を行うとともに、中小施設廃棄物の集荷・管理事業に関する調査を進める。

III. 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

原子炉施設の廃止措置計画立案に重要な放射能インベントリを詳細に評価するシステムを開発する。また、研究開発機関等と協力し、試験研究炉・開発炉、核燃料施設及び加速器施設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及び技術調査を行う。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

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。また、解体廃棄物再利用技術に関する調査を行う。

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。

IV. 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 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、放射能インベントリ評価システムの開発のため、引き続き、カザフスタンと専門家会議、技術者の交流等を行う。

V. 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。

VI. 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。

また、R I・研究所等廃棄物の処分事業に関して、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。

RANDEC 事業に関する近況報告

1. 放射線発生装置の解体廃棄物に対するクリアランスの検討

技術開発部

放射線障害防止法（障防法）へのクリアランス制度導入に向けた検討が平成 16 年 10 月から文部科学省の放射線安全規制検討会で進められてきたが、技術的事項を検討するため、平成 17 年 8 月に検討会の下に技術検討 WG が設置され、クリアランスレベル（CL）以下であることの測定・判断方法について検討され、平成 18 年 5 月中間報告書が出された。障防法の対象とする放射線発生装置は、サイクロトロンやマイクロトロン等の荷電粒子の加速器やプラズマ発生装置など 10 種類がある。日本には、約 1300 台以上あり、6 割が医療用で、最近 PET 製剤製造用が急増している。これら放射線発生装置のうち代表的な大・中規模放射線発生装置（RI 協会仁科記念サイクロトロン、原子力機構 LINAC、KEK 陽子加速器）に対し、原子炉施設の CL の事前評価方法の適用性を評価した。

RANDEC では日本原子力研究開発機構（原子力機構）からの受託により代表的な放

射線発生装置を対象に一部計算評価を行った。この結果、加速器の複雑な装置構造、ビーム損失等により、正確な計算モデル化が困難であり、原子炉施設の事前評価方法をそのまま適用できないことが明らかとなった。しかし、測定と計算を組み合わせ、評価対象核種の漏れがないように、原子炉施設の選定の考え方に対し裕度をもった核種選定及び組成比の設定等を行えば、この考え方が適用できることも明らかになった。

これらの検討結果を踏まえ、技術検討 WG の中間報告書では、今後、クリアランス制度を構築するにあたっての検討課題を以下のように示している。

- ・クリアランスに係る放射線発生装置の分類の必要性
- ・汎用性のある事前評価方法の考え方の確立
- ・計算モデルの標準化や測定用試料の採取・分析・測定方法等の具体的なクリアランスの判断方法に係る標準化

2. ウラン廃棄物について

技術開発部

我が国においては、昨年 12 月に改正原子炉等規制法が施行となり、クリアランス制度が発足した。クリアランスされたものは放射性物質として扱う必要がなくなるので、貿易等により世界中に出回る可能性がある。このため、クリアランスに対する安全評価の考え方は各国共通であることが望ましい。IAEA はこの目的に合致するとして IAEA 安全指針 RS-G-1.7「規制除外、規制免除及びクリアランス概念の適用」の受け入れを各

国に促している。我が国では原子力安全委員会で議論され、「原子炉施設及び核燃料使用施設の解体に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について」（平成 17 年 3 月 17 日一部訂正及び修正）において一応の結論を見ている。

これらの検討は原子炉施設、重水炉、高速炉、核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）については既に安全評

価が終了していたので、上記のRS-G-1.7と比較し、適用について評価したが、超ウラン核種を含む廃棄物、ウラン廃棄物については具体的な安全評価が行われていないことから、今後検討することが必要になってくる。

RANDECは平成18年4月に原子力機構から、「原子力施設の廃止措置及び中低レベ

ル廃棄物処理処分に係る調査（その2）」を受託し、超ウラン核種を含む廃棄物、ウラン廃棄物についてのクリアランスに関する海外情報収集、クリアランス検認法の検討、サイト解放基準の検討、クリアランスレベルの検討など、安全評価に必要な資料の収集・整理・作成を進めている。

3. 放射性廃棄物の海外における立地事例について (5)

立地推進部

英国の事例（低・中レベル廃棄物処分場のサイト選定）

英国の低・中レベル放射性廃棄物処分の実施主体である英国原子力産業放射性廃棄物管理公社(Nirex)は、サイト選定において段階的なプロセスを踏み、科学的手法も取り入れて着実にサイトを絞り込んで来たかに思えたが、結果としては失敗という憂き目を見ることとなった。

1. サイト選定のプロセス

一般的議論から詳細な議論へと進め、サイトの条件が明確になるにしたがって候補地が限定されていくというIAEAの推奨する方法に依拠していた。すなわち、

- 1) 望ましい地域を特定するため、国内全域を対象とした調査を行う。
- 2) 比較検討するための候補地を選定する。また、それらの候補地の適合性を確認するため、物理探査で検討すべき重要な特性を選定する。
- 3) 物理探査を実施し、その他の研究成果に基づいた最終的な選定を行う。

具体的には、

- ① 国内全域を対象とした調査を行い、約500ヶ所の候補サイトを選定した。
- ② サイトは、地質、環境変化等の予備検討を経て約200ヶ所に絞り込まれた。
- ③ 土地購入の難易の観点から、候補地はさらに160ヶ所に絞り込まれた。
- ④ 候補地の地形と面積から、候補地は120ヶ所に絞り込まれた。
- ⑤ 開発可能性の観点から、候補地は39ヶ所にまで絞り込まれた。
- ⑥ 閉鎖後の放射線学的安全性、社会・経

済・環境、処分場の概念設計、輸送システム、処分費用が評価、検討され、候補地は17ヶ所まで絞り込まれた。

- ⑦ 公衆との協議を実施し、候補地を12ヶ所に絞り込んだ。
- ⑧ 意思決定解析手法 (Decision Analysis Methodology) による数値評価モデルが用いられ、処分場の閉鎖前及び閉鎖後の安全性、社会・経済・環境に対する影響、処分システムの健全性、処分費用が考慮された。
- ⑨ 地元の支持がある程度得られている地域は、スコットランドのドーンレイとカンブリア州のセラフィールドのみであった。
- ⑩ セラフィールドにおける処分場の設計概念を、1991年12月、協議用文書として発行した。

2. 国の関与

サイト選定に言及した規定等は見当たらない。英国政府は1977年、環境省（現在の環境・食糧・地方事業省：DEFRA）を創設し、放射性廃棄物管理政策の責任を課した。また、政府は1978年には放射性廃棄物管理諮問委

員会 (RWMAC) を設立した。

1979年、スコットランドやハーウェル等のサイトにおいて、ボーリング掘削が始められたが、地元の反対に会い、1981年には中止した。1982年、新たなLLWとILWの陸地処分施設の建設と操業を主要業務とするNirexを設立した。

Nirexは、陸地処分サイトとして国内の粘土層サイトを提示したが、地元の強力な反対に会い断念することとなった。1984年、政府は世間に対し、Nirexに少なくとも3箇所の浅地中処分サイトと深地層処分サイトの調査を要求することを公表した。その後、Nirexは4箇所の浅地中処分のためのサイトを調査することを希望したが、さらなる地元議会や公衆の反対に会うこととなり、1987年、政府とNirexはこれらの調査を断念し、代わりにLLWもILWも深地層に処分することを決定した。

Nirexは、1989年、スコットランドのドンレイとカンブリア州のセラフィールドを調査サイトとする旨を公表し、両サイトにおいて調査ボーリングが開始された。

1992年、Nirexはセラフィールドに地下研究施設 (Rock Characterization Facility: RCF) を建設することを公表した。これに対して、放射性廃棄物管理諮問委員会 (RWMAC) はサイトの地質環境、人工バリア概念、長期安全性を説明する情報不足の理由で懸念を表明した。

1994年、NirexはRCF計画をカンブリア州政府に申請したが、現地の審議機関は1985年にこれを拒否し、1997年に州政府がこの拒否を支持するに至り、Nirexは計画を断念した。

3. 公衆あるいは第三者機関の関与

Nirexのサイト選定に関しては、様々な段階において地元議会や一般公衆が反対表明を行っているが、セラフィールドがRCFの候補サイトにされた段階では公聴会が開催され、多くの議論が行われた。

また、英国上院科学技術委員会は、将来の政策の検討に資するため、放射性廃棄物

管理に関する種々の議論を取りまとめ、"Radioactive Waste Where Next"として発行した。さらに同委員会は、各方面の検討や諸外国の現状調査等を行い、"Management of Nuclear Waste"を公表した。

4. 広報活動への取組みと課題

英国における原子力広報活動は、英国原子力会議、英国原子燃料会社 (BNFL)、Nirex社、Nuclear Electric社等が行っている。Nirex社の行った広報活動は、出版物による啓蒙活動、各種会議等への参加である。

出版物としては「Plaintalk」という四季報その他、「The way forward」という報告書の中で低・中レベル廃棄物処分計画に関する説明を行い、一般からの意見を求めた。

また、各種会議等に参加して処分場計画の説明を行い、処分場の模型やビデオを積んだ移動展示車で候補地を巡回することも行った。さらに全国規模の労働組合、産業連合、環境問題グループにも働きかけたほか、大学で廃棄物の研究を行う学生に奨学金を出した。しかし、サイト選定のプロセスに関する情報の不透明さが指摘された。

5. 失敗と成功の要因

2サイト選定以後、Nirexでは早期にセラフィールドを選定しようという動きが活発化し、処分場の設計概念を協議用文書として発行した。英国放射性廃棄物管理諮問委員会 (RWMAC) は、サイトの地質学的特質、人工バリア概念に対する疑問及び長期安全性に関する研究情報不足の観点から懸念を表明した。また、サイトの水理地質学的な特性を把握するためのボーリング調査に対しては、地元の湖水地方計画局が反対した。

Nirexは、処分場本体の計画から地下調査施設 (RCF) の計画を先行させる案が議論され、RCF建設計画を表明し、計画申請を提出した。

しかし、現地の審議機関によって拒否され、さらに州知事がこれを支持するに至り、Nirexは計画を断念した。

日立教育訓練用原子炉（HTR）の解体、廃止措置

株式会社 日立製作所 原子力事業部
原子力技術本部 松林 秀彦

日立教育訓練用原子炉（HTR；Hitachi Training Reactor）は、日立製作所が原子炉設計技術の確立、原子力技術者の育成等を目的として原子力平和利用研究費補助金を受けて建設した研究炉である。設計に当っては、安全性の確保を大前提に国産化と独創性を図った。原子力発電の黎明期、昭和35年5月13日に設置許可を受け、翌年昭和36年12月に初臨界を達成した。昭和37年の運転開始以来、日立製作所、鹿島建設、丸紅、日立造船、昭和電工等を中心とする27社で構成する東京原子力産業会（TAIC）の共同利用施設として一般研究、特殊実験、開発研究、教育訓練、放射性同位元素生産、材料照射、及び照射治療などに利用された。約15年の運転の後、所期の目的を達成したため運転を停止し、昭和50年6月に解体届けを提出して昭和51年に主要部を解体した。その後、関係する行政当局及び関連機関などのご指導、ご支援をいただき、使用済燃料を再処理に向けて平成17年10月に搬出し、現在は解体中原子炉として廃棄物の安全管理を継続している。

1. 解体及び廃止措置の概要

HTR施設主要部の解体及び使用済燃料の搬出は、原子炉等規制法第38条の解体届及びその変更届に基づき実施済みである。廃止措置は、原子炉等規制法の一部を改正する法律（平成17年5月20日法律第44号）及びその一部を改正する法律の施行に伴う経過措置を定める省令（平成17年11月30日文科科学省令第48号）に基づき作成する廃止措置計画に従い、残存するHTR施設の全てを廃止する予定であり、現在廃止措置計画認可を申請中である。

2. 使用済燃料の搬出及び処理

昭和50年の原子炉機能停止後、燃料集合体から燃料要素を取り出し、専用の燃料容器に収納し使用済燃料保管プールで保管を継続していた。平成17年に、燃料搬出のため、1月～3月に燃料容器から燃料要素を取り出し、輸送に適したステンレス製の新しいカプ

セルに収納し直した。処理のため、使用済燃料保管プール内のカプセルを取り出し、輸送容器2基に収納して同年10月に日本核燃料開発株式会社（茨城県東茨城郡大洗町）へ全量搬出した。今後、同社にて再処理に適した形に再組立てし、独立行政法人日本原子力研究開発機構にて再処理する予定である。

3. 主要施設（原子炉）の解体

運転を停止した昭和50年、主要施設について解体を実施した。解体開始は昭和50年10月、解体終了は昭和51年4月である。主要施設の解体の概要は次の通りである。

- ・炉心内の起動用中性子源、燃料要素、黒鉛反射体要素、制御棒及び出力検出器を取り除いた。また遮へい実験用プールを除いた部分はコンクリート充填固化し、残置した。
- ・炉心内の黒鉛反射体要素、出力検出器及び制御棒は、解体撤去し、起動用中性子

源は、放射性同位元素による放射線障害防止に関する法律に従って、放射性同位元素の廃棄物として昭和50年12月に(社)日本アイソトープ協会に引渡した。

- ・原子炉本体を除く系統施設（冷却系統施設、放射性廃棄物処理施設、計測制御系統施設、放射線管理施設、その他の原子炉附属施設）は解体撤去した。核燃料物質取扱施設、核燃料物質貯蔵施設は、転用のため残置した。
- ・原子炉格納施設のうち、原子炉室は汚染のないことを確認した後、放射性廃棄物の保管室に転用した。その他の室（補機室、準備室等）も汚染のないことを確認した後、残置し継続使用とした。
- ・原子炉クレーンは、汚染の無いことを確認した後、残置し継続使用とした。

4. 廃棄物の保管

これまでの解体工事で発生した廃棄物については、廃棄物の処理処分先が明確になるまで保管（管理区域内）を継続する。また、汚染されていない機材等については、汚染のないことを確認の上事業所内に保管（非管理区域内）を継続する。

ドラム缶は密閉しており汚染のおそれはな

いが、ドラム缶腐食状況確認のため、定期的な点検により健全性を確認している。

5. 今後の解体撤去

今後は、廃棄物の処理処分先が明確になった時点で、コンクリート充填している原子炉躯体、これまでの解体で発生した解体廃棄物、残置した施設設備などを解体撤去する予定である。

解体廃棄物については、非放射性廃棄物と放射性廃棄物を区分けし、更に放射性廃棄物については試験研究の用に供する原子炉等に係る放射能濃度についての確認等に関する規則（平成17年11月30日文部科学省令第49号）に定める放射能レベル（「クリアランスレベル」）に基づいて検認を実施する。区分け及び検認した廃棄物は、全量を搬出する。

クリアランスレベルを超える物は、放射性固体廃棄物として処理処分する。また、非放射性廃棄物及びクリアランスレベル以下のものは、一般廃棄物として処理するか、又は転用する予定である。

廃止措置の最終段階においては、原子炉建屋等の建物構築物も解体撤去し更地にする計画である。

日立教育訓練用原子炉（HTR）主要仕様

型式：濃縮ウラン軽水減速冷却型
（プール付タンク型）

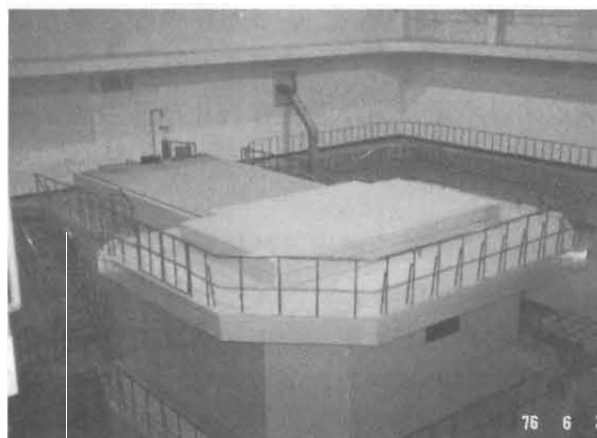
熱出力：100kW

燃料要素：10%濃縮ウラン、
二酸化ウランペレット、
棒状燃料

反射体：黒鉛及び軽水

生体遮へい：コンクリート

実験設備等：水平実験孔4本、水平貫通孔、
気送管2本、熱中性子柱、
遮へい実験プール、ブリッジ、
アイソトープトレイン



HTR 原子炉室内
（昭和51年解体時点～現在）

英国の NDA 国際入札説明会に参加して

東海事務所 宮本 喜晟

(社)日本原子力産業協会の年次大会に参加した英国の原子力廃止措置機関 (NDA; Nuclear Decommissioning Authority) の 3 名による廃止措置の国際入札説明会が 4 月 28 日に開かれたので、出席した。参加者は約 20 数名。

NDA は、2005 年 4 月に発足した英国の軍事施設を除く原子力施設の廃止措置及びクリーンアップを一括して実施する公的な機関である。NDA が担当する廃止措置の対象は、以下の 20 サイトである。

- ・ 1940～60年代に政府の研究計画を支援するために建設された原子力サイト及び施設、また、関連して発生した放射性廃棄物、使用済燃料
- ・ 1960～70年代に設計及び建設されたマグノックス炉、マグノックス燃料の再処理プラントや施設及び関連する放射性廃棄物及び放射性物質

組織は、職員 230 名、年間 4000 億円を使って廃止措置を行う。その資金は、国の資金と運転しているマグノックス炉 4 基の発電による収益からとのことである。

なお、これらの歴史的債務は英国全体の原子力債務の約 85% を占め、総費用は 560 億ポンド (約 12 兆円) と見積られている。

NDA は、以下の方針で、20 サイトの廃止措置とクリーンアップを行う。

- ・ 環境保全を考慮した安心・安全並びにコスト効果の高い廃止措置の確保
- ・ 競争原理の促進
- ・ 廃止措置に関する研究開発
- ・ 廃止措置に係る人材育成 (研修施設の設立)

- ・ 地方・地元の産業育成の支援

実施体制のモデルとして、現在、NDA がサイトの許認可取得機関 (SLC) とそのサイトの維持管理契約を結んでおり、NDA → サイト管理機関 (SMC) → サイト許認可取得機関 (SLC) → 下請会社という仕組みを考えている。対象とする 20 サイトの入札計画は、以下の通り。

- ・ 2006年 4 月：ドリッグの低レベル廃棄物処分場に対する SMC の応募を開始 (2007年 8 月までに決定)
- ・ 2007年：英国原子力グループ (BNG) の売却
- ・ 2008年：マグノックス炉南 (5 基)、ドーンレイ
- ・ 2009年：マグノックス炉北 (6 基)、ハーウエル、ウインプリス
- ・ 2012年：セラフィールド、ウインズケール

ただし、カーペンハースト、カラハム、スプリングフィールドのサイトの扱いについては、検討中とのこと。

これまで、英国では原子力機関の統廃合を繰り返した複雑な経緯があり、今回 NDA が廃止措置に関して一括して責任を負うという方法は分りやすい。しかし、契約の仕組みが複雑な関係のようである。すなわち、NDA はサイト管理機関 (SMC) と管理契約を結ぶが、NDA はそれとは別にサイトの維持管理契約をサイト許認可取得機関 (SLC) を結んでいる。ただし、出来るだけ競争原理を利用して廃止措置を進めようという考え方は十分理解できるし、その意気込みを感じることが出来た。

WM' 06 シンポジウム、NRC、EPA 訪問記

技術開発部 安念 外典

WM' 06 は原子力事業者、国の廃棄物政策者、廃止措置事業者、機器メーカー等の放射性廃棄物マネジメント関係者が一同に会する国際会議であり、最も歴史のある会議である。今年は32回目で、2006年2月26日から3月2日の5日間、米国アリゾナ州 Tucson で開催された。今回のシンポジウムの主題は、「環境及び放射性廃棄物管理における世界的達成」である。約2000名が参加し、環境管理、廃止措置、高・中・低・極低レベル廃棄物管理、使用済燃料管理等に関する79のセッションから約600件の発表があった。筆者は初めての参加であったが、会場から受けた印象を紹介する。また、同時に原子力規制委員会 (NRC)、米国環境庁 (EPA)、を訪問したので併せて紹介する。

1. WM' 06 シンポジウム

発表テーマは、各種放射性廃棄物の管理、貯蔵、輸送、処分等に関するもの、原子力施設の廃止措置、サイト解放等に関するもの、環境修復の技術、規制等に関するもの、公衆とのコミュニケーション、教育、訓練に関するもの等について多数の発表があった。それに比べて、原子力発電所の解体や処理技術については少なく、解体から環境修復に関心が移っていることを伺わせた。技術的内容については地層処分、環境修復に関する発表が多かった。廃棄物の分野を広く網羅している反面、純粋に学術的、技術的である発表は少ないように思われた。汚染土壌の調査についての3次元の探査解析法が目についた程度である。

WM として教育が重要であるとの指摘が多くあり、また、今回のプログラム構成の中にも、「経験」・「教育」を主題としたセッションやパネルセッションが設けられる等、「経験」を伝えようとする工夫が見られた。以下に筆者が参加したセッションから一つ、二つ話題を取り上げる。

プレナリーセッションにおいて、今日直面する廃棄物管理への挑戦と、次世代を担う廃棄物管理専門家のための教育と機会をテ-

マに、英国の原子力廃止措置機関 (Nuclear Decommissioning Authority, NDA) から NDA の役割、及び現状と課題について発表があった。

NDA は、2005年4月に設立された省庁に属しない公的機関であり、英国内の原子力施設に関する遺産を総合的に管理、処分する責任を有する機関である。その目的は、移管された元 BNFL 所有の20の民間原子力施設の廃止措置とクリーンアップを、安全かつ経済的に推進することであり、推進に当たっては環境と将来の世代を保護する方法で行うことにある。このためには、オープンかつ透明性をもった方法で、更には英国共同社会のための経済的影響を加味して、安全、経済的かつ早期に、責任を持って世界的レベルで民間原子力の遺産である廃止措置を達成することが重要であるとしている。このため、競争原理に基づく契約者の選考を採用し、これによって新機軸の採用及び技術開発を推し進め、更には国際市場への参入を図ると共に、全ての企業に市場参入の機会を与えている。そしてその効果は大きいとの報告があった。

もう一つ、同じく英国の話題であるが、パネルセッションで、英国の原子力発電所の解体と廃棄物処理についての発表があった。こ

の発表は BNG(British Nuclear Group) からのもので、廃止措置を行っている原子力施設から得られた課題及び解決策について得られた教訓を基に討論するものである。

発表では 41 基の原子力発電炉があり、この内 40 基が 2023 年までに恒久停止するとの予定であること。内訳は Magnox 原子炉：26 基〔恒久停止：18 基（内、燃料取出し完了：10 基）、8 基は 2010 年までに停止〕、改良型ガス冷却原子炉 (AGR)：14 基〔停止時期：2011 年から 2023 年〕、運転継続は PWR：1 基となっている。

放射性廃棄物処分場については処分場が Drigg のみであり、これは低レベル専用の処分場である。現時点でほとんど満杯であり、2040 年までの、原子炉の廃止措置から発生する放射化廃棄物の受け入れは難しいとのことであり、このために新たな処分施設建設のための活動状況について発表があった。

2. NRC 及び EPA 訪問

RANDEC の海外情報収集の一つとして、WM' 06 に参加した機会に NRC と EPA を訪問し、最近の話題についてお伺いした。玄関に迎えて頂いたのは NRC の Charlotte Abrams、Andy Imdoben、Kirk R. Foggie、EPA は Daniel J. Schultheisz、Kathryn Snead いずれも大変な紳士淑女で気さくな人達であった。

玄関に入ると、いきなり金属探知機を潜ら

され一瞬緊張したものの後は和やかな雰囲気となった。事前に送ったメールのせい、名詞交換で相手方がクリアランスを直接担当していた方であることを知ってびっくり。実は一番聞きたかったことはクリアランスについてであった。正直なところ、それまで、見ず知らずの者に対応してくれるのかと機内から不安がよぎっていたのである。せめて、広報担当とかそこそこの方にお会いできればと思っていたのである。それぞれ要職にある方にお会いできたのは思いの他であった。こちらの心を見透かしたかのように、面識のない者にも暖かく迎えることができるのは人柄なのか、国民性なのか、われわれも身に付けた点だ。

早速本題に入ると、資料が既に用意しており、時間をかけて丁寧に説明して頂いた。その上、必要なら別に資料を用意するというので、日本での対応の違いを否が応でも感じてしまった。驚きのもう一つは、NRC と EPA が密接に連絡を取って草案が作られていることが分かったことである。NRC は原子力施設内を担当し、EPA は原子力施設外を担当することで分野が明確に分かれているが、クリアランスのように両者が絡む事柄については、案作りの最初の段階から両方から参画するとのことであった。米国の規制は一見複雑で捉えにくいだが、柔軟性に富むのはこのことによると理解した。



WM' 06 展示場

米国原子力学会 2006 年会及び DOE Hanford サイト訪問

情報管理部 榎戸 裕二

米国原子力学会（ANS）年会に出席し、米国における原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の処理処分の動向を調査するとともに、エネルギー省（DOE）Hanford サイトの原子力施設解体の現状調査を行った。

ANS 年会はネバダ州北西部のリノ市で「Brilliant Future: Nexus of Public Support in Nuclear Technology」なるテーマのもと 6 月 4 日から 8 日まで行われた。学会では、「2006 International Congress on Advances in Nuclear Power Plant (ICAPP06)」及び「Nuclear Fuels and Structural Materials for the Next Generation Nuclear Reactors (NFSM)」の 2 つの会議が並列開催され、日本からも多く参加者があった。以下に、会議の概要を記す。

総会の冒頭では、DOE 前長官、NRC 委員長、GE 社長等が講演し、米国原子力のルネッサンスと呼んでいる最近の米国原子力の底上げの現状と今後の展望が紹介された。米国は国家エネルギー安全保障のため、エネルギー資源の多様化、高効率の原子力発電所の建設、次世代原子力開発を日・欧と協力して行うこと、使用済燃料の直接処分の見直しとプルトニウム利用へ向けた政策への転換が図られることが明言された。原子力メーカーは GEN-IV 新型プラントの開発に昨年 250 名を採用したこと、NRC は安全規制の体制と内容を抜本的に改善しその政策を支援することなどが述べられた。NRC には今世紀に入って発電所建設も認可申請もないこと等、存立への危機感も見られた。

次に、技術セッションの第 6 分科会「放射性廃棄物管理と廃止措置」では、5 つの主テーマ、①廃止措置における新技術、② NRC 規制の動向、③環境評価と再利用の動向、④各国の廃止措置プロジェクト及び⑤廃止措置を考慮した施設設計のもとで計 23 件の発表があった。

①のサブセッションでは、ダイヤモンドシェーバーによる室内コンクリートはつり実績、TruProto と呼ばれる装置によるコンクリート深部の放射能測定実績及び蒸気発生器やタービンロータなどの大型機器除染技術の紹介があった。何れも作業効率向上と発生廃棄物低減による廃止措置コスト低減を図ったものである。

②では、5 件の NRC からの報告があり、NRC が DOE 再処理施設における HLW 処理処分活動が NRC 基準に基づいて安全に行えるように DOE を支援していること、施設設計及び運転方法を通じて廃止措置費用低減と一層の安全確保（汚染エリアの限定等）の廃止措置規則の再検討を行っていること、サイト解放において異常があった場合の措置を取り決めた MOU「覚え書」に従って NRC と EPA が相談して解決した幾つかの例の紹介、Yankee Rowe 発電所等の LTP（許認可停止計画）活動経験で重要なこととして放射線対象の活動と非放射線上の活動は独立して行う

のでなく統合して実施することの必要性が紹介された。最後に、サイト解放の安全シナリオを構築するための RESRAD-OFFSITE 等の計算コードによる被ばく評価結果が紹介された。

③のサブセッションでは、EPRI DFDX 除染法を Big Rock Point 発電所等の一次系構造物へ実機適用した好結果を得たこと、Connecticut Yankee 発電所のサイト解放において「放射線的課題」と「化学的課題」を同時期に解決すべきことを学んだこと、フランスの高速実験炉 Rapsodie 解体の最終段階が始まり、2020年にIAEAのレベル3（グリーンフィールド化）が実現すること、英国セラフィールドのクリーンアップ計画に向けNDAが設立されたが、その組織及び今後の廃止措置計画の概要について、廃止措置で発生する膨大な部材から汚染物質を効果的に選別する装置の実用化について、さらに Connecticut Yankee 発電所等のサイト解放における経験として、利害関係者の役割は運転中よりもむしろサイト解放時において大きい、との研究報告が続いた。

④の各国の廃止措置プロジェクト現状では、米国の Hanford サイトに関して2件、フランスの CEA と AREVA 社から計4件の報告が行われた。Hanford の2件のクリーンアップ活動では、FFTF 炉の解体準備、K 原子炉の燃料貯蔵プールのスラッジの回収撤去と解体、一つの再処理施設（Canyon）が「In-Site Disposal」（その場処分）法による最初の廃止措置として地元合意を得たこと、現在までに11の汚染施設を解体し、215体以上の TRU 廃棄物を WIPP 処分場に輸送したことなどが紹介された。フランスの4件の報告では、Areva 社の Marcoule サイトを2040年までに研究センターとして再開する計画で、例えば廃棄物処理処分の研究

機能の移転、GEN-IV 炉（第4世代炉）の研究開発に60億ユーロ（9000億円）が投入される。今後の廃止措置では、高速原型炉 Phenix は2025頃の完了予定で、解体コストは6～8億ユーロであること、UP-1再処理施設では第二段階（DEM）で廃棄物の回収と処理を目指し、第三段階は2018年に終了予定であること、APM再処理パイロットプラントは10年～15年で完了する。さらに、Cadarache 研究センターのクリーンアップでは、U 転換の化学施設 ATUE の解体及び小型研究炉 HARMONIE の解体が行われているなどが紹介された。

最後の⑤サブセッションでは、まず、原子力発電所は放射エネルギーに近づける設備や高線量部材の取扱設備が備わっていれば廃止措置費用の20%以上が低減できること、最終の講演では、発電所の地下設置に関するもので、TROJAN 発電所の廃止措置費用（4億ドル＝建設費の22%）を引合いに出し、地下埋設の「Entomb」（遮へい隔離）の場合、掘削費用を考慮しても廃止措置費用は高々1億ドルであり、プラントが大きくなれば効果はさらに大きくなる、などの示唆に富む報告が行われた。

ハンフォードサイトのデコミッションング現状（Polestar 社訪問調査から）

DOE Hanford サイトでは、9基の Pu 生産炉の解体、5つの再処理施設（Canyon）の廃止措置、FFTF 炉の廃止措置準備及びコロンビア川近傍の土壌の浄化活動が進められている。また、付随した燃料製造プラントや廃液処理施設の解体も進められている。このサイトでの廃止措置の最大の特徴は、いかに安全で低コストで廃止措置を完成させるかが問われている（DOE 予算が少ないことが原因）中で、米国では認められている「Entomb」

方式が選択されたことである。原子炉の解体では、ISS方式（繭化と呼ばれる）で全基解体されるが、ISS方式とは、将来の解体方法の選択に制限を設けずに当面75年間に亘り遮へい隔離を行い、環境からの隔離保護、被ばく低減、監視活動の減少、放射能減衰を図るものである。本来の「Entomb」と異なるのは、将来的には解体撤去の可能性が残されたものであるが、この解体方法は極めて割安とされている。再処理施設も「Entomb」方式が検討されている。また、「Entomb」方式の中でも幾つかの方法が検討されている。図に示す方法がコスト的にも安全上も優れたものとして地元を含むDOE内外の利害関係者のコンセンサスが得られた。この方法は、巨大な再処理施設の地上部建物の大半を解体撤去し、発生した汚染プロセス機器や部材を下部の残存建物内部に定置した後、定置した部屋ごとセメント封入固化するものである。残存構造物を処分場の収納庫として利用することになるが、その後、残存構造物を土盛りし表面に工学的バリアを施すことにより「その場処分場」となる。即ち、再処理施設自体が浅地中低レベル廃棄物処分場となる。隣接

の本来の処分場であるERDF（環境回復用廃棄物処分施設）やRichland商用低レベル処分場同様にこのように幾つかの施設がサイト内で最終処分場となる予定である。

まとめ

米国ではDOE、NRC、EPA等の政府機関と州政府及び地域住民等の利害関係者が廃止措置事業の完遂に向けて現実的なコンセンサスを築き、安全と低コスト化を冷静に追い求めていることが理解できた。DOEのサイトクリーンアップでは、廃棄物処分場の課題は大きくなく、コスト的にもクリアランスはHanfordサイトでは正当化されていない。ここでは、「その場処分」が現実的であり、安全な処分場であると考えられている。フランスのMarcouleとCadaracheの両サイトのクリーンアップが加速している。長寿命中低レベル廃棄物処分（場）の検討が進められているが、廃止措置の進展はMorvillies極低レベル廃棄物処分場の存在も大きいようである。米国もフランスも、原子力（再）開発に向けた国家戦略が決まり、その方向に向けて動きだそうとしているようにみえる。

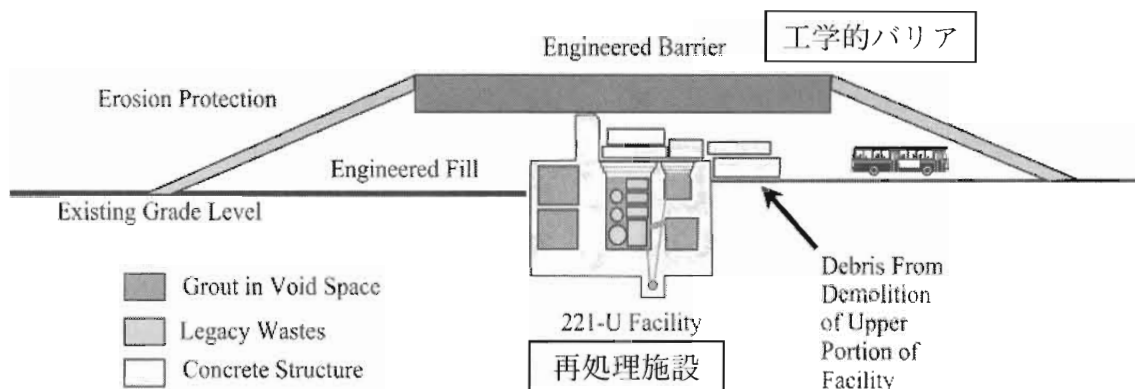


図 DOE Hanford サイトの再処理施設の解体方法（Entomb）

英国、DFR の燃料取り出し

東海事務所 宮本 喜晟

スコットランド北部のドーンレイサイトに1955年から広範囲な原子力施設が英国原子力公社(UKAEA)によって建てられ、研究開発が行われてきた。2000年10月に同サイトの環境復旧計画が発表され、これらの原子力施設の廃止措置が進められている。同サイトにある3基の原子炉の1つが高速実験炉(DFR)である。DFRの廃止措置は、2036年まで総計£2.9B(約6000億円)の計画であるドーンレイサイトの復旧計画の要となるもので、DFR廃止措置の主要課題はブランケット要素の取り出し(BFR)プロジェクトである。このプロジェクトの最近の廃止措置の状況¹⁾をまとめる。

1. DFRの運転経験と炉心の状態

DFRは1955年に建設開始、1958年に完成。DFRは世界初の高速炉(FBR)で、原子力発電及びFBRの新技术開発の試験ベッドとして使われた。DFRは1959年11月14日から1977年まで運転された。また、1963年から閉鎖されるまで585GWhの発電が行われた。

この炉は、約300体の濃縮ウラン炉心燃料要素から60MWtの熱を発生する。炉心部周囲に2領域のブランケット要素1872体があり、新たな核分裂生成物を生産する。ブランケット要素は、直径30mm、長さ150mmの天然ウラン製円筒スラッグがステンレス管に入っている。この管の両端は端栓で閉じられ、上部は燃料交換の掴み構造になっている。冷却材にはNaK(70%のナトリウムと30%のKの合金)が使用されている。

予定停止を除いて、1977年の恒久運転停止まで2回の中断があった。

- ・過熱により固着した外側領域ブランケット燃料要素の取り出し(1965-66年)
- ・1次冷却材の漏れによる場所の特定と修理(1967-68年)

DFRを停止後、直ちに全ての炉心燃料要素と内側ブランケット要素の1/3が取り出された。しかし、外側領域に残った要素は、燃料移動経路が一杯になったほか、要素の正確な状態が分からなく、既設装置では取り出せなかった。NaKは1次系から抜き取られ処理処分された。

現在、原子炉内に残っている炉心要素は以下の通り。

- ・破損した炉心実験燃料集合体
- ・内側ブランケット領域内に詰まった要素2体、そのうち1体は上部掴み部がない。
- ・外側ブランケット領域の975体

BFRプロジェクトの目的は、遠隔で、977体の要素を回収することである。要素に付着するNaKを除去し、ウランスラッグと被覆管を分離し、その後の処理のために貯蔵される。

UKAEAは技術仕様を定め、2002年に契約を結んだ。BFRプロジェクトはUKAEAと4民間会社が参加した共同体で実施されている。

2. ブランケット要素の回収

ブランケット要素の回収作業は以下の通り。

- ・必要に応じて、遠隔で機械切断による原子炉からの要素の取り出し。
- ・要素の格納容器からの取り出しと近接設備での扱い
- ・ウランスラッグと被覆管の分離と両者のNaK除去
- ・ウランスラッグの梱包及び中レベル廃棄物 (ILW) としての金属被覆管処理

回収装置：回収装置の主な機能は、炉容器からブランケット要素及び炉心燃料集合体の取り出し、ブランケット要素の処理セルへの移動である。詰まっていない外側ブランケット要素は通常の掴みで取り出し、詰まった要素は切断して取り出す。全てのブランケット要素の取り出しを行った後に、炉心実験燃料集合体を取り出す。回収装置は回収セルと関連工具貯蔵セルから構成されており、838mm 直径の貫通孔のある内側回転プラグの上部に置かれている。回収装置は、窒素ガスで不活性化され、照明、監視、観測装置、垂直操作マストの系統から構成される。

回収されるとブランケット要素は原子炉容器内側に設けたバスケットに入れられ、バスケットは既存の専用要素移送容器で持ち上げられる。移送容器は既設の格納容器内クレーンを使って回収装置と処理設備の間を移送する。

収納建屋：収納建屋には、処理設備、容器と廃棄物の出し入れ設備、付属系統（動力供給系、窒素ガス系、水系、モニター等）が設けられ、格納容器に隣接している。収納建屋の大きさは、高さ 13m、30 × 44m である。

移送チューブ：格納容器に新設専用開口部には、移送容器から処理設備までのチューブが設けられる。このチューブはライナー、垂

直経路、遮へい構造に覆われ、窒素ガス雰囲気中に保持されている。大きさは内径 248mm、長さ 10.7m である。

処理設備：主機能は、被覆管からウランスラッグの取り出し、両者に付着した残留 NaK の洗浄、その後の処理または貯蔵のために必要な遮へい容器への収納前の仕分けである。この設備は、マスタースレイブマニピュレータで操作できる NaK 汚染室、洗浄室、タンク室から成り立っている。

洗浄方法は、フランス原子力庁 (CEA) の技術が使われ、要素 3 体を同時に扱うことが出来る。洗浄処理は、NaK を分解するため、水と窒素ガスが使われる。水素測定により水素濃度がチェックされる。洗浄後、窒素ガスによる乾燥が行われる。

維持用グローブボックス：格納容器内にあり、不活性雰囲気で運転される。回収切断等に使用される工具の保管・維持するためである。

遮へい容器出し入れ設備：ウランスラッグ収納用 MagnoxM2e 遮へい容器及び金属収納用の 500 l ILW ドラム缶がこの設備で取り扱われる。遮へい容器及びドラム缶は、レール付トローリーで施設内を動かすことが出来る。遮へい容器蓋のボルト締め以外は全て遠隔操作で行われる。

3. 最近の進展

処理設備の建設のため、UKAEA は格納容器の西側にあった隣接旧建屋の解体を行うとともに、基礎工事を進めた。また、2006 年に開始する据付のため、主要な設備の製作が行われている。新設プラント及び装置の取り付けのため、格納容器内のクレーンが改造された。

原子炉は 2032 年までに完全に廃止措置されるが、格納容器及び元の隣接建物はスコッ

トランド工業界の遺産のシンボル及びドーン
レイで行われた原子力研究開発のパイオニア
の記念建造物として残される。

参考文献

- 1) Brian Morris-Ashton and Emma Clarke, "Defuelling DFR," Nuclear Engineering International, 16, February (2006).
- 2) C. Bonnet, P. Potier, and B. M. Ashton, "DFR Decommissioning: the Breeder Fuel Processing," WM' 03 Conference, February 23-27, (2003).

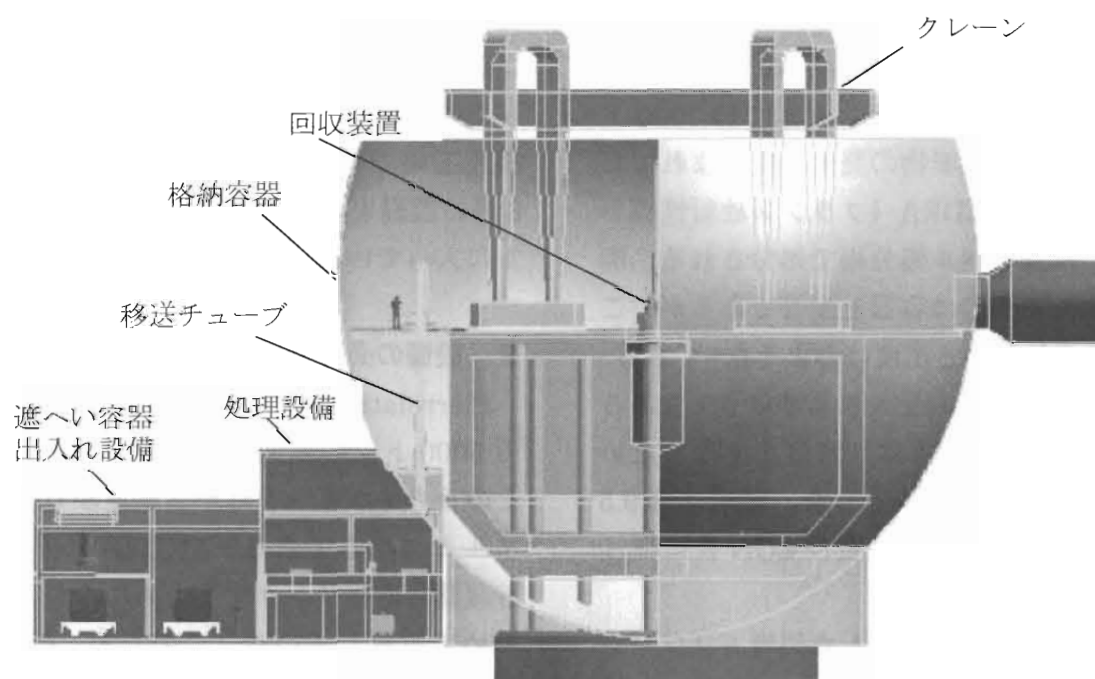


図1 DFRの炉心要素回収設備

ガス拡散濃縮プラント解体のための廃棄物減容処理施設

技術開発部 安念 外典

核燃料施設の廃止措置に係る法整備が進み、原子力学会によって「原子力施設の廃止措置の計画と実施」について学会標準が定められるなど環境整備が進んでいる。ここでは、廃止措置が進んでいる海外の事例から、フランスの Pierrelatte 濃縮施設の解体の概要について紹介する。施設から発生する極低レベルの金属廃棄物は 7000 トンになると予想されており、これらは ANDRA 極低レベル処分場で最終的に処分される。この処分費用を抑えるため、濃縮施設内に減容処理設備を設置し、高密度実装することで期待通りの成績を上げている¹⁾。

1. 概要

AREVA/COGEMA-Pierrelatte 濃縮施設の解体では、アルミニウムと鉄で約 7000 トンの極低レベル廃棄物の発生が見込まれており、それらは ANDRA (フランス放射性廃棄物当局) 極低レベル処分場で処分される。廃棄物の主たるものは容器と配管であるが、これらの廃棄物のかさ密度はおよそ 0.1 である。一方、最終処分場の受入れ基準は 0.7 であるので、事業者の CEA は、密度を上げるために処理施設の設置を決定した。費用は約 9.5 億円で COGEMA BUC 及び SGN 社に発注した。

高密度化のために選択した処理方法はプレスと切断を組み合わせるもので、最大で直径 1.5m、長さ 6.4m の構造物を小さく断片化して高密度化処理する。この装置は市販品の中から予備試験を行って選択された。この装置は廃棄物がわずかに汚染しているので、1,200m³ の密閉の部屋に設置された。

処理対象物はコンベアトローリで安全装置を経由して供給され、圧縮・切断処理される。処理された切断片は、パッケージステーションに送られ、密封性と強度に関して特別に開

発されたバッグ(0.8m³用、1.4m³用の2種類)に詰められる。

この計画は 2002 年の第 1 四半期に始まり、製作工場での性能テストを終了し、2005 年 6 月に設備を現地の濃縮施設に移し、実テストに入っている。

2. 設備の必要性

Pierrelatte 濃縮施設の解体からは、約 1 万 5000 トンの極低レベル廃棄物が発生し、そのうち 6,000 トンのかさ密度が 0.1 以下のアルミニウムである。ANDRA は、輸送費、貯蔵費と直接リンクするために、かさ密度を極めて重視している。このため、CEA は技術的・経済的な観点に立って減容処理施設を建設することを決定した。

3. 処理装置選択

小さな切断装置を附属する圧縮機がまず考えられた。しかし、この装置では 2 台必要になること、ハンドリングのために密閉室に人が入らなければならないことから、安全面で不採用になった。次に切断機が考えられた。装置スペースは少なくすむが、切断長に制

限があり、パッケージに入れるには再切断が必要となる。このため、複数台の設置か繰返し切断が不可欠なため棄却された。3番目の案は切断機とクラッシャー又はシュレッターを併用する方式である、実際に切断片を装置にかけてみたところ、装置の発生トルクが低く満足できる結果ではなかった。処理後の歩留まりも評価基準を満たさなかった。4番目は切断機と圧縮機を併用する方式で、廃棄対象物の形状を一定にできることから興味ある方式であったが、実際に試験してみると、廃棄物間の結合力が弱いことが分かった。最後はプレス-切断の一体方式。この方式が高密度化に適しているかどうかを確認するためにコールド試験を行った。この方法は特別な開発が不要で、既存の設備で実施できることから、改良は必要であっても少ないコストですむ利点がある。試験ではアルミニウム片のかさ密度をおよそ0.7にすることができた。この装置の減容処理能力は、アルミニウム廃棄物で5～6個のパッケージで約5トン/日となる。

4. 装置の主な仕様

プレス-切断機は COPEX 社製のもので、基本仕様は、長さ：18.5m、幅：7.5m、高さ：5.0m、重量：200トン、ワークスペース：7m × 1.8m、横方向圧縮力：2 × 300トン、押出力 320トン、縦方向圧縮力：2 × 200ト

ン、切断ヘッド圧力：200トン、切断圧力：800トンとなっている。装置が濃縮施設解体での使用条件を満たすために、既存の部屋に設置できるように寸法、塵埃に対する要求事項を満たすこと、火災防止の点で300kWの空気セットを室外に設置すること、集中コントロール方式とすることの変更がなされた。装置はトローリコンベア、パッケージステーションとともに放射性物質の飛散防止のため密閉された部屋に設置された。

5. 減容装置の動作

処理物を入口テーブルで受取り、装てん室に入れる。廃棄物を切断口(800mm × 600mm)の大きさに合わせるために予備圧縮を行う。これは横方向と垂直方向の圧縮によって達成される。また、切断する直前には320トン圧力で廃棄物が縦方向に潰される。その後、廃棄物は1分間で4回の早さでおよそ50～70mm長に切断される。

6. 処理工程

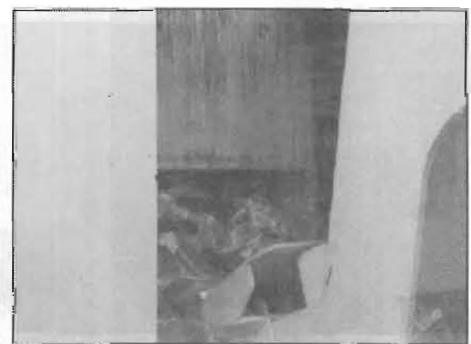
容器、配管、補整器、スリーブ等の処理物を直接又はシャトルかごに入れて吊り上げ、トローリコンベヤに積み込む。次いで、トローリコンベヤによってプレス-切断装置が設置された密閉管理された部屋に運ばれる。処理物は1回につきアルミなら1トン、鉄鋼なら1.5トン装填される。



解体前のシェル



圧縮減容処理装置



廃棄物切断装置

装填はまず、トローリを停止装置位置にまで移動し、キャブを使ってトローリを持ち上げ、処理装置のトローリコンベアに接続する。そして処理物をトローリコンベアからプレスコンベアに移して処理する。処理後は切断した処理物を、コンベアでパッケージステーションに運ぶ。コンベアはエリアに落ちている処理物も全てを対象とするために、連続操作、あるいは手動操作ができ、これによってパッケージへの充填をうまくこなしている。パッケージステーションでは、パッケージ工程を最適化するために2台設置されており、装填作業及び準備作業（汚染チェックを含む）を交互に繰り返して使用される。ここでANDRAへ出荷する荷姿となり、COGEMAの施設に送られる。

7. 処分用の主パッケージ開発

2種類の処分用のバグ型パッケージが開発された。一つは0.8m³で金属用、もう一つは1.4m³でアルミニウムのためのものである。許容制限重量は2トン。

パッケージは以下の機能で構成されている。

- ・パッケージ全体を覆う外部バック
- ・容量制限のための外部ビニールバック
- ・外部への漏れを防止するビニールバック
- ・衝撃吸収のためのボール紙製の保護バック
- ・廃棄物と直接的に接触するシートで機械的強度のあるポリプロピレン製の保護

シート

8. 結論

金属廃棄物は極低レベル廃棄物処理の主要な課題である。解体中に発生する極低レベルの金属廃棄物量は処理コスト上無視できない。これらの倉庫保管料を抑える必要がある。プレスと切断によって極低レベル廃棄物量を減らすことは、廃棄物を管理する上で技術的にも経済的にも最も良い選択となる。この方法で廃棄物のかさ密度は7から8倍改善された。この減容設備で、およそ6個のパッケージ、アルミニウム5トンが1日で処理できる。鉄鋼製の配管、グレーティング、排気ダクト、電気キャビネット、その他のものも扱うことができる。現在の計画では、5年間で、5000トンのアルミニウムと1000トンの鉄鋼廃棄物を扱う予定である。今後、他の施設から発生する金属廃棄物も処理することになるだろう。施設は20カ月間のうちに設計、工事及びテストを終えて、スケジュール通りSGN社から引き渡され、現在、高い生産効率で稼働している。

参考文献

- 1) Christian Duhayon, Michel Prat, Laurent Destrait, "Dismantling of Gaseous diffusion Enrichment Plants at Pierrelatte," No.223 ENC 2005.



切断された廃棄物



廃棄物収納室



収納容器の搬出

ベルギー、原子炉 BR3 の解体で得られた知見

東海事務所 石川 広範

BR3は、電気出力10.5MWの加圧水型の原子炉で1962年～1987年まで運転された。1989年から解体を実施しており、2009年にプロジェクトは完了する計画になっている。同炉の解体は、EUの原子炉解体研究開発プログラムの一つに指定され、解体技術、除染技術、廃棄物処理技術などの研究開発を行い、その成果や解体実地試験で得られた技術情報が提供されてきた。今まで実施された研究開発、解体で得られた知見の中から主要なものについて概要を紹介する^{1), 2)}。

1. 一次系配管の除染

化学除染を実施する基本条件として、①一次系配管の除染係数を10以上にすること、②作業員の被ばくを最小限におさえること、③二次廃棄物の発生量を最小限におさえること、④既存の施設を活用し、新たな改造や増設を行わない等を考慮し計画が作成された。

種々の除染方法について検討した結果、シーメンスKWU社の開発したCORDプロセス除染法（マルチサイクル酸化/還元除染法）を採用することになり、BR3の配管を使用し実証試験を行った。その結果、配管の平均除染係数を10、作業雰囲気線量は1/10に、一部の廃棄物のレベル区分を高レベルから中レベル、中レベルから低レベルに区分が可能になるなど大変効率的に除染を行うことができた。

2. 熱遮へい体の解体

熱遮へい体は、炉心部を開んでいるステンレス・スチール製の円筒（厚さ：76mm、高さ：2.43m、外径：1.397m）である。同機器の切断には、プラズマアーク切断、EDM（放電加工切断）及びミーリング切断の3つの工法を採用し、実規模でのモックアップ試験を行っ

た。

これら装置の試験結果ではミーリングによる機械的切断工法が、①汎用性ある技術であり、水中での適応性についてのみ開発すれば良い、②二次発生廃棄物を簡単に回収できる、③切断幅を薄くすることにより、廃棄物発生量を低減できる、④切断時に煙やガス等を発生しない、等の点で優れていると評価された。

3. 炉内構造物の解体

炉内構造物の切断は、熱遮へい体切断の経験、形状の複雑性等を考慮し、丸鋸及びバンドソーを用いて燃料交換プール内に回転台を設置し実施した。

両工法とも信頼性が高く、効率的に切断を行えた。丸鋸は、バンドソーの1.25倍の速度で切断できるが、切断幅が広いためバンドソーの3倍の容量の廃棄物が発生する。ほとんどの炉内構造物は両工法で行われたが、特殊な作業については油圧鋏、ドリル、レスプロソー、EDM等が併用された。

切断時に発生する切り粉は、切断部周辺の切り粉を吸引回収する方法及び切断部の下部の受け皿で回収した。

4. 原子炉圧力容器の解体

BR3 原子炉圧力容器は、炭素鋼にステンレス鋼が内張されており、重量は 28 トンの圧力容器である。同炉の解体は、作業者の被ばく低減の観点から、遠隔操作によって機械的工法を用いて切断された。解体は以下の手順で行われた。

- ① 一次系配管の切り離し
- ② 原子炉圧力容器を一体で燃料交換プールの回転台へ移動
- ③ 原子炉圧力容器を丸鋸でリング状に切断後、廃棄物収納容器に収納するためバンドソーを使用し細断
- ④ 移送用コンテナに収納後、使用済プールに移送し輸送用コンテナに収納

切断切り粉の回収には、既存のプール浄化設備、新たに設置した浄化設備、切断片回収ネット、既存のプール・クリーニング・ロボット等を使用し、切断時におけるプールの濁りを抑えるとともに、プール内の清掃を行った。

5. コンクリート構造物の除染と解体

原子炉上部の原子炉プールは、耐ミサイル製の重コンクリートで作られており、これ

ら 247 トンのコンクリートは汚染あるいは放射化されている。これらコンクリートは、主にスキップラー、シェヴァー及びジャックハンマーで除染された。247 トンの内 205 トンは建設産業で再利用され、僅かに放射化されている 42 トンはさらに処理を行うために保管されてある。

コンクリート解体における主要な作業の一つは、原子炉建屋コンクリートの壁や床に、大型機器搬出用の開口部を設けることである。開口作業には、丸鋸やダイヤモンド・ワイヤーソーが使用された。これらの工法の難点は、冷却水を使用するため汚染されたコンクリート・スラッジが発生することである。これらスラッジは、ドラム缶に回収した後、乾燥施設で乾燥して放射線測定を行い、放射性廃棄物と非放射性廃棄物に区分される。

6. 廃棄物の管理

同施設の解体で発生した廃棄物の除染処理後の種類別発生量を表 1 に示す。なお、可燃性の廃棄物及び液体廃棄物については表 1 には含めていない。

また、金属廃棄物のみを例にとり、その発

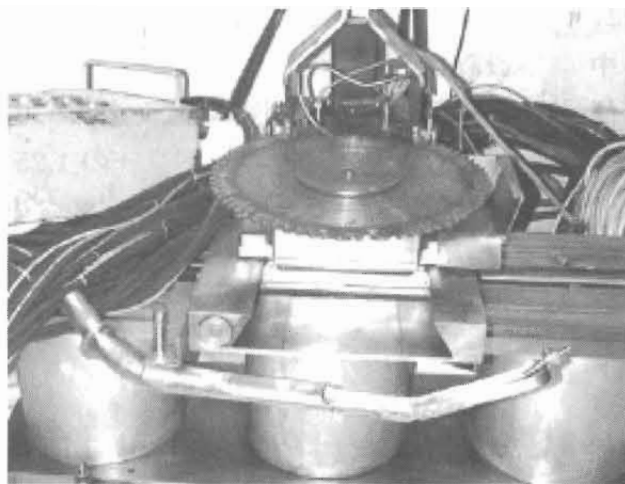


図1 炉内構造物及び原子炉圧力容器の切断に使用された機械的切断装置

生割合をみると無条件解放が83%、条件付き解放が7%、放射性廃棄物が10%となり、除染等を行うことにより金属廃棄物の90%を解放し再利用することが可能である。

7. 得られた知見

- 1) 系統除染に使用可能なポンプ、熱交換機、弁等の機器が存在するならば、作業者の被ばくや放射性廃棄物の低減の観点からも、原子炉停止後できるだけ早い時点で系統除染を行うべきである。
- 2) 実規模のモックアップ・テストを実施することにより、①早期に問題点の改良ができ、放射線下での作業時間を短縮できる、②解

体機器の切断効率、二次廃棄物の減容等の適切なパラメータが選択でき、最適な解体手順書を作成できる、③作業者の訓練を行うことができ、実解体における作業時間や作業員被ばくを低減できる。

- 3) 高汚染・高放射化機器の解体に実証済み技術を適用できる場合の利点は、R&Dコストや新技術の問題点改良コスト等の削減ができ、解体スケジュールや廃棄物の発生量をより正確に予測ができる。
- 4) 水中切断は、①水深が、約2mあれば放射線の遮へいを充分行える、②実物を直接見ながら作業を効率的に行える、③有害ガスの発生を低減できる、等のメリットがある。

表1 BR3の解体における廃棄物の種類別発生廃棄物量(2005年5月現在)

廃棄物の種類	無条件解放(kg)	条件付き解放(kg)	放射性廃棄物(kg)	合計(kg)
金 属	428,779	34,183	54,360	517,322
コンクリート	513,908	0	30,819	544,727
そ の 他	22,890	0	54,940	77,830
合 計	965,577	34,183	140,119	1139,879

参考文献

- 1) M. Klein, "The management routs for materials produced by the dismantling of the BR3-PWR reactor," proceeding of the International Conference, Safewaste 2000, October 2000.
- 2) Y. Demeulemeester, "Lessons learned the decommissioning of the Belgian Pressurized Water Test Reactor BR3," Canadian Nuclear Society, May 2005.

総務部から

1. 理事会及び評議員会の開催

第53回評議員会及び第58回理事会が平成18年6月21日（水）に当センターにおいて開催されました。平成17年度事業報告及び決算報告並びに役員の選任、評議員の選任等が審議され、原案どおり承認されました。事業報告及び決算報告書の詳細については当センターのホームページをご参照ください。

2. 人事異動

○理事

新任（6月21日付）

早野 敏美（社団法人
日本電機工業会 専務理事）

三上 信可（日本放射性医薬品協会会長）



退任（6月21日付）

河田 燕
藤本 弘次
山根 節夫

○評議員

新任（6月21日付）

吉田 東雄
（独立行政法人 日本原子力研究開発機構 総務部長）

退任（6月21日付）

鈴木 侃

○職員等

退職（3月31日付）

情報管理部 課長
参事 兼 技術開発部長

石川 広範
妹尾 宗明

企画部 サブグループリーダー
立地推進部 グループリーダー
技術開発部 サブグループリーダー

鯉淵 浩人
菊池 敏夫
松本 潤子

異動（4月1日付）

兼 東海事務所長（特別参与）
調査役 兼 東海事務所所長代理 兼 技術開発部長
（参事 兼 東海事務所長 兼 技術開発部）
企画部長解兼務（常務理事 兼 企画部長）
企画部長 立地推進部解兼務（企画部部長 兼 立地推進部）
兼 立地推進部（企画部 グループリーダー）
技術開発部 調査役 兼 情報管理部
（技術開発部 グループリーダー 兼 情報管理部）
兼 情報管理部（総務部）
総務部付（総務部）

前田 充
宮本 喜晟
石黒 秀治
千田 正樹
新保 幸夫
富樫 昭夫
須田 範子
齊藤 明子

©RANDECニュース 第 69 号

発行日 : 平成 18 年 7 月 31 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
〒 319-1107 茨城県那珂郡東海村豊白一丁目 3-37
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