

RANDEC

Mar.2008 No.76

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



バックエンド問題解決に道筋をつける

(独)日本原子力研究開発機構

大洗研究開発センター 所長 廣井 博

大洗研究開発センターは、材料試験炉 (JMTR)、高速実験炉「常陽」、高温工学試験研究炉 (HTTR) という三つの原子炉並びに各種の照射後試験施設等を有する世界でも有数の照射試験センターである。照射試験炉を活用して、「FBRサイクル実用化研究開発」や軽水炉の高経年化研究等を推進するとともに、外部の研究機関にも照射試験の機会を提供し、今後とも、社会に貢献する研究開発を行っていく決意である。

しかし、これらの研究開発に伴い発生する放射性廃棄物は、放射能レベルとしては比較的低いものの、研究用原子炉での使用条件等が多種多様であるため、今後、廃棄体化处理を行うためには、さらなる分別、減容・安定化処理及び核種分析の強化を図る必要がある。この一環として、照射後試験施設から発生する α 核種を含んだ高線量の固体廃棄物の分別、減容、均一化处理を行う固体廃棄物減容処理施設 (OWTF ; Orai Waste Reduction

Treatment Facility) の整備を開始した。

また、廃棄物管理上、最も重要なことの一つは、廃棄物の発生量を必要最小限にすることであると思う。そのためには、廃棄物を発生させる研究者・技術者たちの意識改革が必要であり、廃棄物問題を他人事や人任せにしないこと、廃棄物処理も研究開発の一部と考えて研究開発計画を策定することが大事である。当センターでは、発生元技術者にこのような意識をもってもらうべく、廃棄物管理施設の現場見学会を行い交流の機会を設けたが、今後は、相互の人事交流を深め、若い研究者・技術者には、バックエンド部門の業務を一度経験させておくことも、検討して行きたいと考えている。

さらに、問題解決に向けたトップの姿勢が最も重要だと認識しており、「バックエンド問題解決に道筋をつける」ことが、私の大事な任務と捉えて研究開発を進めていきたい。

RANDECニュース目次

第76号 (2008年3月)

巻頭言 バックエンド問題解決に道筋をつける……(独)日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター 所長 廣井 博

原子力施設デコミッションング技術講座 (第20回) 報告 …………… 1
情報管理部

RANDEC事業に関する近況報告

1. 「大学・民間等事業所から発生する廃棄物集荷保管事業化検討報告書」(第3報)の編集なる … 3
企画部
2. ウラン、トリウムを含むものの安全に関する調査…………… 4
技術開発部

関係機関の活動紹介

- ・ニュークリア・デベロップメント(株)の放射性廃棄物状況…………… 5
ニュークリア・デベロップメント(株)安全管理室 主任 土田 敏一
- ・原子燃料工業(株)の事業活動…………… 7
原子燃料工業(株)東海事業所 環境安全部長 西野 祐治

海外技術情報

- ・米国の低レベル放射性廃棄物サミットにおける議論…………… 9
宮本 喜晟
- ・プルトニウムで汚染している施設の開放状態での取壊し…………… 12
出原 重臣
- ・仏の高速増殖原型炉PHENIXの廃止措置計画の概要 …………… 15
福村 信男

原子力施設デコミッショニング技術講座（第20回）報告

情報管理部

当センターが原子力施設のデコミッショニング技術の普及を目的として開催しています技術講座が今回で20回目を迎えました。本年度は、第19回を11月2日に大阪科学技術会館で開催したの続き、第20回を1月18日に東京赤坂の三会堂ビル石垣記念ホールにおいて開催しました。今回の基調テーマは「国内外の原子力施設の廃止措置の取組み」とし、特別講演を含む6件の講演を計画したところ、これまで最大の64名の参加がありました。講演者は詳細な、動画を含め平易な表現で講演資料を準備されました。参加者は最後まで熱心に各講演に耳を傾け、また、活発な質疑応答もなされました。以下に第20回デコミッショニング技術講座の各講演の概要を紹介します。

開催に先立ち、当センターの菊池三郎理事長より、「廃止措置は次第に市民権を得つつあるが、発電所などの解体を進めると、廃棄物の処理処分や、クリアランス・再利用などを総合的に目指す必要があることに気付く。廃止措置を高度な技術の融合として捉え、皆さんに情報を提供し、この技術の普及と啓蒙を図りたい。」との挨拶があった。

最初の報告は、特別講演として文部科学省の小原原子力規制室長から、我が国のNORM規制の検討現状について、特に、その利用における被ばくの問題と対応についてのご講演を頂いた。NORMの課題は大きいですが、その規制は、国際的にも現在検討がなされており、直ちに規制を導入するのではなく、事業者に対してガイドラインを示し、それに基づく管理を求める方針であること、及びガイドラインで求める放射線防護の考え方や基準について、事業者等の利用実態の更なる調査や対応等を行っていく、との考え方が示された。

次に、電力事業者の廃止措置への取組みを電事連の廃止措置小委員会主査である関西電力の堀川チーフマネージャーから紹介頂いた。営業年数40年を超える発電炉の廃止措置を経済的かつ安全に行うための法規制・基準

の整備、先端技術の適用、資金の平準化、国内外の実績と情報の収集等の活動の現状、さらに、廃止措置計画の具体的な策定検討等、国内軽水炉の廃止措置に向けた準備と電力内部で検討状況をお話しされました。

次に、立教大学原沢名誉教授から我が国の研究炉廃止措置の最新情報の紹介を頂きました。1957年から1963年にかけて臨界した8基のうち近畿大学炉以外は全て廃止措置されていること、その中で4基（立教大、日立炉、東芝炉、武蔵工大炉）では、使用済燃料が撤去され、廃止措置計画書の認可を受けて第二段階の措置が実施されている（解体済の炉は除く）。研究炉の利用方法に基づく放射能インベントリ評価を中心に解体における安全評価のポイント、今後の放射性廃棄物の処理処分についての説明がなされました。

原子力機構の林道バックエンド推進部副部門長からは、原子力機構の中期計画における廃止措置を含むバックエンド対策の全体概要、大・小施設の廃止措置準備、ふげん、人形峠、プル燃等の廃止措置プロジェクト計画の概要、エンジニアリングシステムやクリアランス検認等の最新技術の開発状況、国際協力による情報交換等、現計画に基づく活動の

全容を紹介頂きました。廃棄物処理処分分野や放射能測定技術も含め原子力機構の広範囲かつ精力的な廃止措置関連の活動について理解することができました。

同じく原子力機構の上野次長から、原子力分野の遠隔技術の粋を集めたTVF（東海研究開発センターガラス固化技術開発施設）において実施された使用済メルターの固化セルでの遠隔解体撤去及び隣接の解体場への移送とその分解切断に至るまでの全遠隔作業の概要と、新規メルターの更新技術が紹介されました。原子炉容器等の大型機器、再処理施設のメルター等の機器解体の迅速化は廃止措置技術の中核とされている分野であり、即時解体方式を採用するプロジェクトでは、TVFの技術は大きな役割を果たすものと思われる。

最後に当センターの榎戸情報管理部長から、海外の廃止措置の現況とその特徴について、英国、ドイツ、フランス及び米国の最新の廃止措置政策と主要プロジェクトの進捗の

報告があった。その中で、廃止措置は今日技術習得の段階を終え、廃止措置自体が解体廃棄物の再利用と処理処分及びサイト解放を含め、環境回復のテーマとして位置づけられている。目標は異なるものの積極的な各国の廃止措置プロジェクトは、実は中長期的な国家の原子力政策とも密接に関連したものであることなどが紹介された。

今回、講座開催に関するアンケートを実施したが、その結果では、廃止措置の具体的な活動、解体や除染等の技術、クリアランスや国内外の廃棄物処分動向に関心が高いことが示されました。今後の講座では、これらのテーマについて取上げる一方、安全規制等の動向、廃棄物処理処分の実績、技術開発、廃止措置費用等についても取上げていきたいと思っております。今後とも本講座にご理解とご協力をお願いいたします。



第20回デコミッションング技術講座講演会場の様子

RANDEC事業に関する近況報告

1. 「大学・民間等事業所から発生する廃棄物集荷保管事業化検討報告書」 (第3報)の編集なる

企画部

平成19年度下期から検討を始め平成20年3月末を目途に検討を行ってきた、「大学・民間等事業所から発生する廃棄物集荷保管事業化検討報告書」(第3報)の編集が今般終わりました。

当センターは、平成17年11月から当該事業化に向けた検討を着実にスケジュール通り進めてきており、平成18年には「第1報」を、また平成19年には「第2報」をそれぞれへ編集し、RANDEC報告と講演の会や、大学・民間等事業者対象勉強会、廃棄物事業推進協力会、RANDECニュースなどの定期広報誌で紹介や説明を実施してきており、今回の「第3報」は特に、技術的な側面での検討を重視して策定しております。

この「第3報」は、4つの柱から構成し、①第2回目として実施した「集荷保管事業の成立性検討結果」について、特に、事業成立性の基盤となる要件について、詳細に記述。②これまでの資料等で説明されている大学・民間等事業者の廃棄物発生量(予測値を含む)の中身を施設別・レベル別を主体とした廃棄物の種別区分について分析し、今後検討すべき事項について記述。③廃棄物を集荷保管す

る場合の具体的な受入基準について各事業所の廃棄物管理状況を考察した上で、廃棄物に付随する必要な管理情報を含めて受入基準の基本的事項を整理した。④処分実施主体としての事業者が今後、研究所等廃棄物の埋設事業計画を策定する場合の、集荷保管事業の次の工程として、廃棄物を円滑かつ効率的に受け入れる技術的な要件に関する調査を行い、現行法規に基づき、廃棄体(廃棄物)に要求される技術要件を考察し、想定される廃棄体形態別の物量評価を行い、廃棄体化に向けた処理施設計画のための条件を整備した。

当センターとしては、埋設処分事業への準備が進みつつあることを踏まえ、国及び独立行政法人日本原子力研究開発機構等と連携を密にしつつ、大学・民間等の発生者との連絡会議、勉強会などを積極的に開催するとともに、埋設処分が円滑に進むように、集荷・保管・処理の物流システムの構築などの検討を進めることにより当該事業化が早期に具体化するよう鋭意努力して参る所存であり、引き続き関係者の皆様のご協力とご支援を賜りたくよろしくお願いいたします。

2. ウラン、トリウムを含むものの安全に関する調査

技術開発部

ウラン又はトリウムを含むものの使用及び安全確保に関する調査を昨年度に引き続き実施している。産業用原材料や一般消費財に天然レベルの微量のウラン又はトリウム(NORM)を含む物が市場に出回っている。ある種の肥料や耐火物は原材料にNORMが不純物として含まれているために意図せずに製品に混入している、また健康グッズにはNORMの放射線を利用するために一定量を混入させているものがある。それらの使用及び安全確保のために文部科学省の研究炉等安全規制検討会は、平成18年2月6日に「ウランまたはトリウムを含む物の利用時の被ばく線量測定及び措置に関するガイドライン」(以下ガイドラインという)を取りまとめた。

当センターは昨年度に、ガイドラインの解説、安全確保手順のフローシート、ウェブ等を作成し文部科学省のホームページに載せた。引き続き19年度は関連する業界団体や実際にNORMを扱っている企業を直接訪問し、ガイドラインの説明をするとともに、産業界が感じる問題点、疑問点を調査し、またホームページ閲覧者からのメールによる質問等を

収集した。

明らかとなってきた問題点の一つは、このガイドラインの利用者が放射線リスクについて詳しくないために、製造現場の作業員や消費者の安全対策の必要性について充分理解できず戸惑うこと、また、自社の製品や商品がこのガイドラインの対象となるかどうかの判断には、対象となる原材料を使用していることに加え、最終的にはウラン、トリウムの濃度分析や線量率測定が課せられる点である。さらに被ばく線量の評価には多少とも放射線防護の知識が必要となることである。

ガイドラインの解説は当センターのホームページ (<http://www.randec.or.jp/>) に「NORMガイドライン」として公開されており、またデコミッションング技報第36号にも解説記事を掲載したので、参考となるご意見があればぜひお寄せいただきたい。

多岐にわたった疑問、質問、意見等をカテゴリーごとに整理し、今後の検討に反映すべき事項を報告書に取りまとめた。ガイドラインを一層使いやすくするため、20年度も継続して実施する予定である。

ニュークリア・デベロップメント(株)の放射性廃棄物状況

ニュークリア・デベロップメント株式会社
安全管理室主席 土田 敏一

1. 会社概要

ニュークリア・デベロップメント株式会社(以下「NDC」という)は、平成2年4月に三菱重工(株)グループの原子力事業専業会社として茨城県東海村に設立された。

NDCは、燃料ホットラボ施設及び材料ホットラボ施設並びに燃料・化学実験施設等を所有し、主に▽原子燃料及び関連機器▽原子燃料サイクル▽放射性廃棄物の処理・処分▽原子炉で使用された材料▽原子炉一次系水質▽放射線の利用・計測に関する試験、研究、開発等の活動を通じて原子力平和利用に積極的に貢献すると共に、地域に密着し、安全確保を最優先にしてこれらの事業を展開している。

以下にNDCにおける放射性廃棄物の発生、保管及び低減化状況につき紹介する。

2. 放射性廃棄物の発生

NDCは、文部科学省から核燃料物質及び放射性同位元素(RI)等に係る使用許可を取得した炉規法及び障防法の二重規制を受ける施設を有しており、これら施設で発生した放射性廃棄物は研究施設等廃棄物(以下「廃棄物」という)に分類される。

発生する廃棄物には固体と液体があるが、固体廃棄物は紙ウエス・酢ビシート等の可燃物と金属(照射材、燃料被覆管等)・フィルタ類・イオン交換樹脂等の不燃物である。液体廃棄物は、試験に使用された無機あるいは有機物を含む廃液で固化処理を行っている。

これらの廃棄物は、発生源によりウラン含

有廃棄物(α)及び核燃系 β (γ)廃棄物並びにRI系 β (γ)廃棄物の3種類に大別され管理されている。

3. 放射性廃棄物の保管

前述した廃棄物のうち、ウラン含有廃棄物及び核燃系廃棄物の中で、線量の高い廃棄物は専用の保管容器に密封し、燃料ホットラボ施設のプールに保管されている。また、線量の低い廃棄物は、写真1に示すように200ℓドラム缶に収納して廃棄物保管庫に保管されている。



写真1 廃棄物ドラム缶保管状況

現在、東海村地区には専用の廃棄物用保管庫が2棟設置されているが、そこで保管されている200ℓドラム缶本数は約1,600本であり総保管能力の約50%に達している。

その約64%が図1に示すように放射能レベル区分Ⅰ(地層処分相当)及びⅡ(余裕深度相当)に分類され、残り約36%がコンクリー

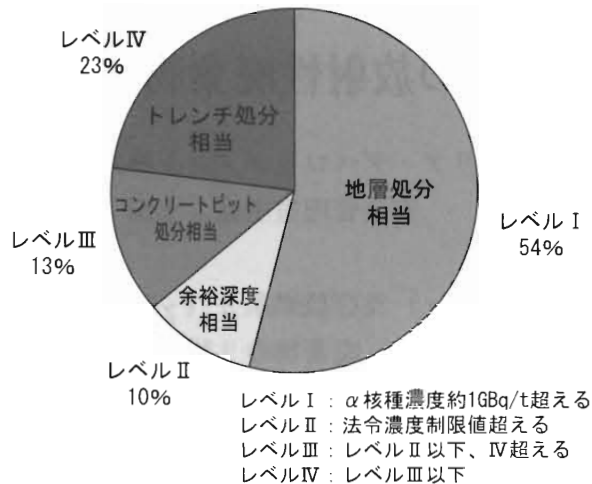


図1 放射性廃棄物の放射能レベル区分
(保管庫内ドラム缶約1,600本対象)

トピット処分又はトレンチ処分相当となるレベル区分ⅢとⅣに分類される。

一方、原子炉で照射された材料等のRI含有廃棄物(固体)は、年間に約30本(200ℓドラム缶換算)程度発生しているが、その大半を日本原子力研究開発機構へ前処理・保管委託している。

また、NDCは、埼玉県さいたま市にも使用施設を所有していたが、平成15年にそれら施設が解体・撤去され、その際にウラン等含有廃棄物が大量に発生した。

それらの廃棄物は、写真2に示すように当該施設の撤去跡に設置された廃棄物保管庫内のボックスパレットに保管・管理されており、その量は、200ℓドラム缶換算で約9,200本に相当している。

4. 放射性廃棄物の低減化

現場での廃棄物の発生を抑制することと併せ、発生した廃棄物については以下の活動により廃棄物量の低減化に努めている。

(イ) 汚染の有無の分別を徹底し、更に汚染



写真2 廃棄物入ボックスパレット保管状況

部位の除染により再利用を図る。

(ロ) ウランが微量に含有した線量の低い可燃性廃棄物は焼却により減容する。

(ハ) 照射済燃料で汚染された線量の高い不燃性廃棄物は、放射エネルギーの減衰等を考慮した計画的な200ℓドラム缶の詰め替えを行い、ドラム缶本数を低減する。

これらの活動により、年間のウラン含有廃棄物の発生量をドラム缶換算で約100本に止めている。

また、RI含有廃棄物は、発生施設の廃棄物保管庫で一時保管された後、日本原子力研究開発機構へ前処理・保管委託されている。

5. むすび

NDCは、将来ともに原子力事業推進の一端を担っていく所存である。そのためには、蓄積していく廃棄物の発生抑制に一層努めるとともに、研究施設等廃棄物問題(クリアランス、処理、処分等)の解決に向け「中小施設廃棄物発生者連絡会議」等を通じ情報の共有化を図り、規制当局への働きかけを関係事業者等と歩調を合わせ推進して行きたい。

原子燃料工業(株)の事業活動

原子燃料工業株式会社 東海事業所
環境安全部長 西野 祐治

1. 会社概要

原子燃料工業(株) (以下、NFI) は、古河電気工業(株)と住友電気工業(株)の原子燃料ビジネスを統合し、1972年に総合原子燃料専門メーカーとしてスタートした。我が国唯一の沸騰水型原子炉 (BWR) 及び加圧水型原子炉 (PWR) 両タイプ用燃料のメーカーとして、これまで30年以上にわたり我が国のほとんど全ての原子力発電所へ、高い技術力を持って高品質の燃料を安定的に供給している。また、世界トップ技術の高温ガス炉用燃料や高速増殖炉用燃料の部材など各種燃料等の開発、製造、さらに原子燃料設計はもとより炉心管理技術、安全設計などソフト技術をベースに燃料関連システムやメンテナンス事業の展開にも鋭意努めている。



BWR用燃料集合体



PWR用燃料集合体

NFIには東海事業所と熊取事業所があり、主に東海事業所ではBWR用燃料と高温ガス炉用燃料を、熊取事業所ではPWR用燃料を製造している。

2. 軽水炉燃料の製造

原料のウラン粉末は、プレス機によって押し固められ、焼結炉で焼き固められてセラミック状のペレットに成型加工される。そのペレットを被覆管に入れて密封したものが燃料棒であり、このペレットを密封した被覆管 (燃料棒) は、放射能が外に漏れ出さないよう閉じ込める役目を果たしている。燃料棒と構成部品を組み立てて燃料集合体が出来上がる。

BWRとPWRの燃料集合体の構造は似ているが、燃料棒の長さ、本数、構成部品の形状などに違いがあるが、NFIはその両方を製造している。

3. 高温ガス炉用燃料及び高速増殖炉用構成部品等の製造

高温ガス炉は、他のタイプの原子炉では得られない高温のガスを作ることができ、安全性にも優れている原子炉で、発電以外にも水素製造などいろいろな用途に利用できるという特徴がある。国内では (独) 日本原子力研究開発機構 (以下、JAEA) が高温工学試験研究炉 (HTTR) を所有しており、NFIは、このHTTR用燃料を製造できる国内唯一のメーカーである。

また、高速増殖炉 (FBR) は発電しながら

消費した以上の原子燃料を作り出すことができる原子炉で、国内ではJAEAが高速実験炉（常陽）及び高速増殖原型炉（もんじゅ）を所有しており、NFIはこれらのFBR用の燃料を構成する部品及びウランペレットを製造している。

4. 放射性廃棄物低減活動

NFIでは、廃棄物倉庫の保管容量には限りがあるため、1998年より放射性廃棄物の低減を目的としてDROP（Drum-can Reduction Operation Program）活動を東海・熊取両事業所で展開している。DROP運動では、社員の意識付けを実施するとともに、年度毎にPDCA（Plan Do Check Act）のサイクルを廻しながら放射性廃棄物発生抑制を図っている。

代表として東海事業所の活動内容を以下に示す。

①放射性廃棄物管理方法の改善

- ・ドラム缶保管方法を段積みからラック保管へ改善（写真1参照）
- ・放射性廃棄物ドラム缶管理システムの構築

②放射性廃棄物発生の抑制

- ・年間発生計画の立案及び進捗管理



写真1 ウラン廃棄物の保管状況（例）

- ・管理区域への包装材、梱包材持込み制限
 - ・設備更新時の廃棄物の仕分け、除染の徹底
- ③ 放射性廃棄物減容の推進
- ・年間減容計画の立案及び進捗管理
 - ・焼却炉での可燃物及び難燃物の焼却
 - ・使用済みフィルタの解体及び詰替による減容

5. 放射性廃棄物保管の現状

東海事業所の07年3月末現在での放射性廃棄物の保管量は、保管可能容量8,500本（200Lドラム缶換算）に対し、約70%となっている。

保管放射性廃棄物の内訳は、図1に示す通りであり、不燃物及び使用済みフィルタで80%以上を占める。

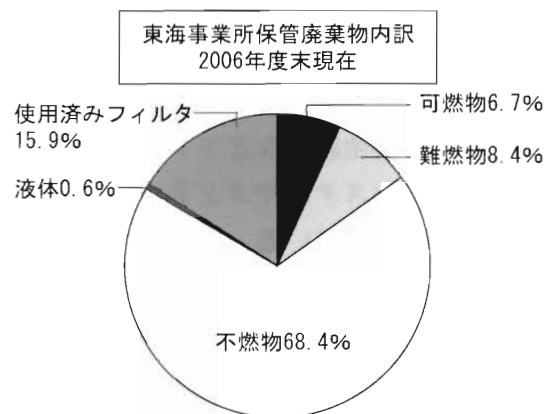


図1 東海事業所保管放射性廃棄物内訳

6. 放射性廃棄物に関する今後の活動

放射性廃棄物はウラン燃料の製造に伴って発生し、クリアランスや処分が実現しなければ蓄積していく。廃棄物倉庫の保管容量には限りがあるため、今後もNFI社内での取り組みとしてDROP活動による放射性廃棄物低減を進めていく一方、他の燃料加工事業者と協力し、(社)新金属協会としてクリアランスや処分の実現に向けて具体的な取り組みや検討をさらに推進していく。

米国の低レベル放射性廃棄物サミットにおける議論

調査役 宮本 喜晟

低レベル放射性廃棄物 (LLW) の第1回モニター交換サミットが、2007年9月初旬にネバダ州ラスベガスで行われ、あまり聞かれない陸軍の廃棄物を含め、あらゆる種類の低レベル放射性廃棄物に焦点を合わせた議論が行われた。廃棄物の処分場が基本的な課題として取り上げられ、その課題解決はるか遠くにあることを認識した報告¹⁾が出たので概要を述べる。

(1) IAEAの報告

世界には、低中レベル廃棄物が700万m³、高レベル廃棄物が80万m³、使用済燃料が20万t、ウラン尾鉱が20億m³ある。それに対して、処分場は数千の貯蔵施設、数百のLLW処分施設、数百の尾鉱施設、若干の中レベル放射性廃棄物処分施設があるのみである。

処分施設の用語、設計及び解決への国際的なコンセンサスを得る必要がある。IAEAは種々の廃棄物の種類及び処分解決に適用できる一般的な分類システムを開発する努力を行ってきた。IAEAは、免除廃棄物、極低レベル廃棄物 (VLLW; クリアランスレベルの100倍の放射能濃度)、短寿命廃棄物 (VSLW; 100日以下の半減期)、低レベル廃棄物 (LLW; 400Bq/g)、中レベル廃棄物 (ILW)、高レベル廃棄物 (HLW)、密封線源に分類することを提案している。

なお、これに関連してIAEAの「使用済燃料及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約」には45カ国が参加している。インドとパキスタンが参加すれば、原子力開発国すべてが入ることになる。

(2) 米国エネルギー省 (DOE) の報告

DOEの環境管理 (EM) では、DOEの廃棄物流れの管理と処分への指導的役割に焦点を当てている。特に、DOEのEM予算の半分以上は、Hanfordのタンクの回収、廃棄物処理プラントの建設、Savannah RiverのSaltstone処

理施設及びIdahoのタンク閉鎖等である。加えて、Idahoのナトリウム汚染廃棄物を含む総合廃棄物施設建設計画にも充てられている。

LLWに関しては、大半の原子力施設のサイトでオンサイト処分が続けられている。また、West Valleyサイトのドラム缶セル廃棄物をClive処分場へ運んでいる。その他、DOEは2600m³のクラスC超えの民間廃棄物及びDOEの3000m³ (大半はWIPP処分場の受入れ基準に合わないもの) の代替え処分を検討中である。

ネバダ試験サイト (NTS) のDOE処分サイトの年間資金は約21.7百万ドル (約23億9千万円) である。そのうち5百万ドル (約5億5千万円) は地下水のモニタリング、廃棄物発生者、特性評価、廃棄物受け入れ計画を含む支援業務で、残りが操業費用である。サイトは2010年11月に低レベルの混合廃棄物 (MLLW) の処分が終了する。NTSの閉鎖後、MLLWの処分はHanfordサイトで行われることが期待される。

(3) 公益事業者の報告

米国の商用原子力プラントに関しては、2025年～2030年の期間、廃止措置の計画はない。廃棄物に関する現在の動向として、クラスB/Cの削減が考えられており、例えば、早期にフィルターを交換し、クラスAを増やすことになる。

また、廃棄物の受入れ基準に関しては、リスク規制をすると、ほとんどのクラスB/C廃

棄物はクラスA廃棄物になるものと期待される。Clive処分場はサイトが受け取る廃棄物に対して今後20年間は十分な容量を持っている。なお、Clive処分場を操業しているEnergySolution社は処分パッケージの占有空間を減少させるため、発生者とともに作業を行っている。同社は空間を最小化し、サイトの長期容量を確保するために、頑丈な金属粉碎機を使い始めた。

(4) 規制委員会 (NRC) の報告

NRCの諮問グループが検討中の報告書には、使用済燃料リサイクル施設及び過去から学んだ廃止措置における教訓が含まれている。最近の挑戦すべき課題は、LLWの低線量被ばく、ウラン鉱山地下水の現位置保護、廃止措置、廃棄物を最小化する新プラントである。

2000年～2007年にかけて32カ所の核物質複合施設 (Complex material) サイト、5カ所の動力炉サイト、2カ所の試験研究炉サイトで廃止措置が終了した。2008年～2011年会計年度には12カ所の核物質複合施設サイト、6カ所の動力炉サイトと試験研究炉サイトの廃止措置が終了する。9基の試験研究炉と10基の動力炉が安全貯蔵 (SAFSTOR) 状態にあるが、これらの多くは解体作業には入らない。他の中心的活動課題としては、加速器で発生する放射性物質の規制問題があり、間もなく最終規制案がまとまる。

放射線管理計画指導者会議では、州の部長、専門家からなる1000人規模の人員が参画する放射線管理計画を持っている。この会議では、来年の半ばには36州のクラスB/C廃棄物が処分場に受け入れられなくなることに對する「対応方針に明確な一致がない」ことが課題である。この会議に参画する州からは年間15000～20000ft³ (425～570m³) の廃棄物が発生し、容量的に1カ所の処分サイトに適している。NRCの主な関心は以下のとおり：

- ークラスB/C廃棄物のオンサイト貯蔵の安全性と安全保障
- ークラスB/C廃棄物処分オプションへの受入れ拒否に対する許認可者／発生者の準備
- ー貯蔵されている不要な／使用されていない密閉線源
- ーデコミッショニングに対する財政支援
- ークラスB/C廃棄物とならない処分オプションに対する研究開発の助言

このほか、クラスB/C廃棄物の貯蔵を促進するための廃棄物発生者用ガイドラインをNRCが準備している。1990年代に臨時にBarnwell処分場を閉鎖した際に、多くの州の廃棄物発生者は短期間の貯蔵を余儀なくされた。電力研究所 (EPRI) 及び原子力エネルギー協会 (NEI) で検討している廃棄物貯蔵のガイドラインが2007年秋にNRCに提示される。Barnwell処分場がコンパクト州 (NRCの州間協定) 外の発生者に対して閉鎖される前に、ガイドラインをNRCがレビューし、コメントすることになっている。

なお、国際原子力パートナーシップ (GNEP) に対して、NRCは「成り行きを見守る」立場にある。GNEPでは、連邦規則10CFR61の改定につながる新しい廃棄物の手続きを要求する可能性がある。

(5) LLWコンパクト (州間協定) の報告

Rockyコンパクトでは、飲料水の問題が現れている。米国環境庁の新しい規則でははじめて飲料水のウラン規制が入ったが、米国の西部の800カ所の飲料水の系統には影響が出ていない。他の課題は、ニューメキシコ州南西に建設中の国立濃縮施設 (NEF) である。州とNEFとの協定では、サイトに貯蔵できる廃棄物量を制限し、コンパクト州外で廃棄物を処分することを指示している。

Barnwell LLW処分場は、Atlanticコンパクト (コネチカット、ニュージャージー、サウス

カロライナ) 州内の廃棄物発生者に開かれている。しかし、処分の収入は、サイト操業コスト7.6百万ドル(約8億4千万円)に見合っており、Atlanticコンパクトからの受入れ量に見合う収入の範囲でこの処分場を操業する計画を検討している。なお、廃棄物発生者は彼らの所有する廃棄物をBarnwell処分場に送ることを決めていないので、クラスA廃棄物については処分費が安いClive処分場に送られている。

処分に関する課題は国が解決する必要があり、短期的には、2008年6月30日のBarnwell処分場の閉鎖後、影響のある36州の廃棄物発生者にDOEのLLW処分サイトを開放すべきであることが提案されている。長期的には、新しい連邦の処分場が必要で、DOEが選定したクラスGTCC処分のサイトがB/C廃棄物のために使われるべきであることが提案されている。これを実現するために、LLRW政策法を改定することが必要である。

(6) 会計検査院(GAO)の報告

議会の検査の目的でGAOは長期の廃棄物処分課題についての報告を行ってきており、1976年の最初の報告からこれまで26冊の報告書を提出した。2005年に米国で処分されたLLW廃棄物は、15百万ft³(0.425百万m³)で、そのうちクラスAが99%、また、その78%がDOEからである。さらに、Barnwell処分場は米国で発生したクラスB/C廃棄物の99%を受け入れてきた。

密閉線源に対しては、密閉線源を扱う671事業者(その99%は非公益事業者)がBarnwell処分場に所有する使用済線源を処分している、2008年6月30日にBarnwell処分場が閉鎖された後、601事業者が締め出されることになるので、これらの事業者は使用した線源を保管することになる。

GAOの立場からみた国として考慮すべき課題は以下のとおり。

- 国の放射性廃棄物管理計画
- 包括的な国の放射性廃棄物インベントリのデータベース
- 非公益事業廃棄物発生者からの比較的高い放射能のLLWの撤去強制の方法
- 処分の有効性と処分料金の予測
- すべての廃棄物発生者が廃棄物処分コストを賄う準備金を保証する方法

(7) 陸軍の廃棄物

米国陸軍では、作戦、軍病院、研究等からLLWを発生させている。量は減っているが、発生者の数は増えている。陸軍はクラスB/C廃棄物に関する処分場は持っていない。また、陸軍は多数の密閉線源を有しており、できるだけリサイクルしてきた。Lawrence Livermore国立研究所及びLos Alamos国立研究所も密閉線源のリサイクルを実行している。

また、1952年から開始し、1957年から1967年に9基の原子炉が建設され、そこから発生した廃棄物がある。大半は廃止措置されたが、残りの3基が未着手で、廃止措置及びその準備費用を要求中である。これらの原子炉のほかに、2003年に運転を停止したパルス放射線発生施設、高速バースト原子炉施設がある。

その他、米国におけるBarnwell処分場閉鎖後の対応、廃止措置・サイト開放の資金、所有者不明廃棄物(Orphan wastes)、混合廃棄物の処分方法、多数の「未登録線源」がある密閉線源の追跡等の課題が報告・議論されたが、これらの多くは今後世界共通の課題として議論されるべき内容である。

参考文献

- 1) Nancy L. Zacha, "Covering All the Bases at the Low-Level Summit," Radwaste Solutions Buyers Guide, p.13-20, November/December 2007.

プルトニウムで汚染している施設の開放状態での取壊し

東海事務所 出原 重臣

米国ハンフォードサイトで、プルトニウムで汚染した可燃性廃棄物を焼却し、その焼却灰からプルトニウムを回収する施設の取壊し（demolition）が行われた。施設は廃棄物の焼却時に発生した微細なプルトニウムフライアッシュで非常に汚染されており、除染後も約1グラムのプルトニウムが残存していたにも拘らず、開放状態（open-air）で施設の取壊しが行われた。これについて、概要を紹介する^{1),2),3),4)}。

1. 施設の説明

取壊されたのは、ハンフォードの200西地区に、1961年に建設された232-Z施設である（図1）。建設後、1973年まで、プルトニウムで汚染した可燃性廃棄物を焼却し、焼却灰からプルトニウムを回収する作業が行われた。この間の焼却作業で空気中を非常に動きやすいプルトニウムフライアッシュが発生し、漏洩や機器の破損で工程室等へ飛散し、グロー

ボックス、スクラバーセル等が汚染された。

1973年以降の10年間、施設は主として廃棄物の梱包作業に使用され、1984年からは、廃棄物細断用のグローボックスやフードの解体撤去等の安定化作業（deactivation）が実施され、施設の取壊しは2006年6月13日から、2006年7月27日にかけて行われた。

施設はプルトニウム精製プラントに属し、縦11.3m×横17.4mで一部2階建ての比較的

232-Z Incinerator

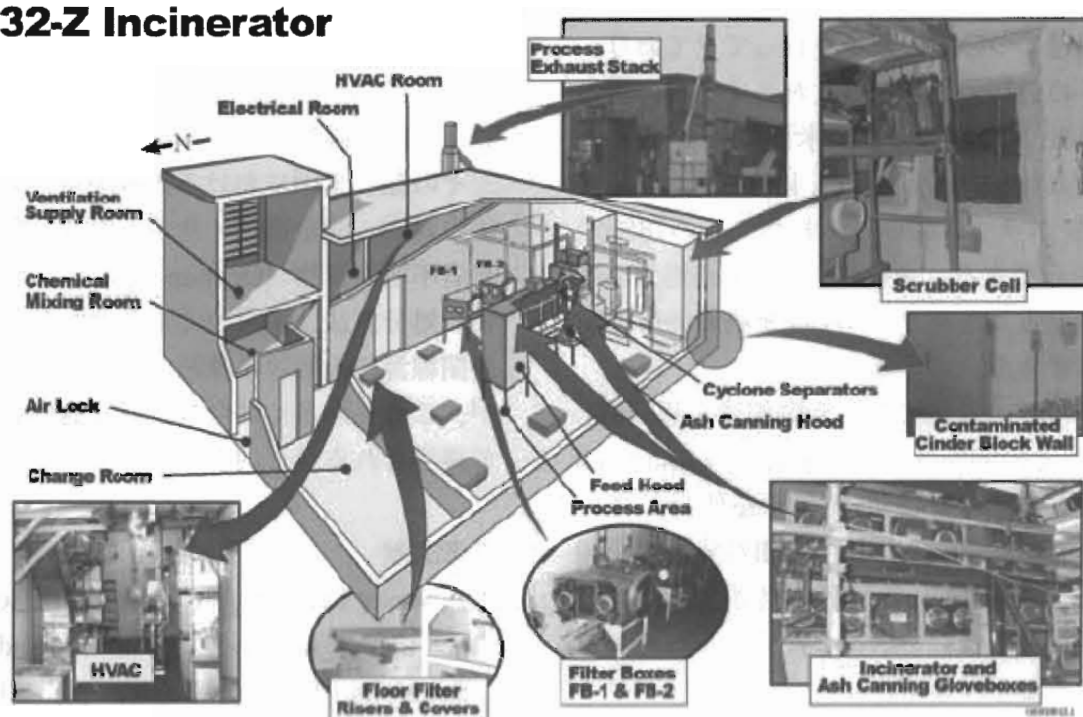


図1 232-Z 焼却炉の施設内部の透視図

小規模な建物で、壁は軽量コンクリートブロックできている。

2. 作業の説明

232-Z施設の取壊しは開放状態で行われた。取壊しまでの作業は以下の段階に分けて実施された。第一段階は開放状態で建物の取壊しに必要な管理方法を決めるための空気モデルの作成、第二段階は焼却炉を包蔵したグローブボックスの撤去、第三段階はスクラバーセルの特性調査と除染、第四段階は開放状態での建物の取壊しである。

2.1 空気モデルの作成

サイト固有の気象現象、粒子径分布等を考慮して、空気の分散パターンを計算できる米国環境保護庁（U.S EPA）が開発したISC3-PRIMEプログラムを利用して空気の分散パターンのモデリングが行われ、これを用いて取壊し時のプルトリウムフライアッシュの分散等の計算が行われた。

2.2 グローブボックスの撤去

焼却炉を包蔵したグローブボックスについては、焼却炉を撤去し、グローブボックス内の除染が化学薬品や研磨により行われたが、低レベル廃棄物に分類できる汚染レベルまで除染することはできなかった。このため、グローブボックスは一体のままサイト内の中央細断施設へ移動して処理された（図2）。



図2 グローブボックスの運搬

2.3 スクラバーセルの特性調査と除染

スクラバーセル内はプルトリウムフライアッシュで非常に汚染されていたため、セル内の空気を短時間で換気できる換排気装置を設置すると共に、空気供給防護服の準備、空気モニタリングを行い、セル内へは固定剤の散布により汚染を固定してから入域し、特性調査が行われた。セル内に空気モニターを設置し、作業者が常に空気中の汚染濃度を把握できるようにして、除染作業が行われ、低レベル廃棄物の分類基準までセル内の汚染レベルが下げられた。

2.4 開放状態での取壊し

施設の周囲に取壊しに伴う汚染管理のための汚染境界が設置され、開放状態での取壊しを行うため、固定剤、噴霧器、巨大な霧散布器、水流、砂等を多重に利用した深層防御（defense-in-depth）の考え方を取り入れ、汚染の飛散防止が図られた⁹⁾。工程室の壁と床の汚染レベルは 百万dpm/100m²、スクラバーセルのそれは1億dpm/100m²であったため、汚染を固定するのに細心の注意が払われた。重合体を固定剤とした建物内側のコーティングは、取壊し中汚染を固定しておくのに有効であった。もう一つの防止対策は工程室やスクラバーセルに約15cm厚さに砂を敷き詰めることであり、床へ落下する瓦礫の衝撃を和らげたり、汚染やダストをコントロールする水を捕捉するのに効果があった。建物の取壊しは、粉じん汚染対策として噴霧装置を装備したパワーシャベル等で行われた（図3）。また、232-Z施設にも屋根を横切って水を噴霧するノズルを設置し、外部への汚染の拡大が防止された。汚染境界内の作業者はカバーオール、防水服及び浄化呼吸器で装備し、個人モニター用に空気サンプラーを付けて作業を行った。取壊し作業中、連続監視モニター、固定式空気サンプラーにより汚染の監



図3 重機での施設の取壊し

視が行われ、汚染境界外への汚染の飛散、作業者の皮膚汚染、汚染の吸入事故等はなかった。

2.5 瓦礫の搬出

取壊しで発生した瓦礫（約500トン）のサイト内の処分施設への運搬にはシャトル・ト

ラックが利用された。汚染境界から瓦礫を積載する場所へは汚染境界から重プラスチックシートを敷き、その上でトラックを運行することにより、トラックの汚染管理が行われた。

3. あとがき

今回の開放状態での施設の取壊しは、ハンフォードサイトで行われた2例目の成功例であるが、これは広大なハンフォードサイトの一角で行われたことであることを考慮する必要がある。プルトニウムの残存が明らかな施設を開放状態で取壊すことができれば、工期特に除染の短縮、経費の削減等には非常に有効であるが、安全性を十分に検討する必要がある。

参考文献

- 1) M. Minette, A. Hopkins, B. Klos, “Contaminated Process Equipment Removal for the Deactivation and Decontamination of the 232-Z Contaminated Waste Recovery Process Facility at the Plutonium Finishing Plant,” WM'07 Conference, February 25-March 1, Tucson Arizona (2007).
- 2) A. Hopkins, B. Klos, M. Gerber, M. Minette, S. Snyder, “Radiological Controls for Plutonium Contaminated Process Equipment Removal from the 232-Z Contaminated Waste Recovery Process Facility at the Plutonium Finishing Plant,” DD&R 2007, September 16-19 Chattanooga Tennessee, (2007).
- 3) C. A. Kooiker, E. R. Lloyd, M. J. Minette, S. C. Snyder, R. B. Swallow, L. C. Zinsli. “Demolition of Hanford's 232-Z Waste Incineration Facility,” WM'07 Conference, February 25-March 1, Tucson Arizona (2007).
- 4) News Letter, Decontamination, Decommissioning and Reutilization Division, “D&D Programmatic and Project-Specific Decommissioning Updates,” Fall 2006, American Nuclear Society (2006).

仏の高速増殖原型炉PHENIXの廃止措置計画の概要

技術開発部 福村 信男

1. はじめに

仏では、2006年12月現在、FBR PHENIXと58基のPWRの発電炉が運転中で、総発電電力量に占める原子力発電の割合が約80%と圧倒的に他国を引き離し世界第1位となっている¹⁾。

仏のタンク型Na冷却FBRの歴史は以下のとおりである。実験炉Rapsodie(40MWe):62年着工、67年臨界、83年閉鎖、約2,700(EFPD)の運転実績。原型炉PHENIX(250MWe):68年着工、73年臨界、09年閉鎖予定、約4,000EFPD運転中。SuperPHENIX(SPX、世界最大の実証炉1,200MWe):77年着工、85年臨界、98年閉鎖決定、320EFPD運転実績。欧州統合高速炉(EFR):88年計画、93年概念設計終了、SPXの事故のため98年計画中止。第4世代高速炉原型炉:20年頃運開、35年から50年頃導入。

また、稼働中の900MWe級の第2世代PWRは、20年頃に世代交代し、第3世代EPR(新型欧州PWR)の導入が計画されている。この1号機(1,600MWe)がフラマンビルサイトに12年頃運開する²⁾。

仏で唯一稼働しているFBR PHENIXのデコミ計画概要が最近発表されたので紹介する³⁾。

2. 運転履歴

PHENIXは、原子力庁(CEA)が所有するが、運転等はCEA(210人)と電力公社(EDF)(70人)が実施している。しかし、運転停止後(2013年以降)は、EDFが撤退する予定で150人体制となるが、その後、10年間で50人体制とする予定である。また、電力自由化や資本

力増強のため、政府は公社の民営化を積極的に進めている。

PHENIXは、44%の高熱効率で、1973年～1990年まで順調に運転されたが、29回のNa漏洩を経験した90年以降は2次系の老朽化破損の補修作業や寿命延長のための改造工事、SG配管亀裂原因究明、中間熱交換器(IHX)の漏洩原因究明等を実施してきた。また、1989年～1990年にかけて原因不明の負の反応度印加による出力低下が4回発生し、これがSPX廃炉の一因につながった⁴⁾。最近この原因として、医療用⁶⁰Co製造装置による熱中性子化が提唱され、炉停止後検証実験を行う予定とのことである。一方、仏の放射性廃棄物(RW)はレベルに応じ極低、低、中、高の4分類及びこれらを短(半減期30年未満)、長(30年以上)寿命に区別し、長寿命の中、高RWは、深地層処分の予定だった⁵⁾。しかし、住民の反対により、91年RW法(バタイユ法)が制定され、長寿命の核種変換、地上長期貯蔵等の研究を実施することになり、そのために、PHENIXが利用されている。図1に3基の主循環ポンプ、6基のIHXを有するタンク型のPHENIX炉の鳥瞰図を示す。

3. 廃止措置計画

この炉の廃止措置の困難さは、高放射性物質の貯蔵施設がないこと、放射性NaやNa廃棄物の処理処分方策が選定されていないこと、高放射性のCo含有炉内構造物の存在などである。一方、まだ運転中のため放射能情報が得られること、現有スタッフの活用及びプールされた廃止措置資金が利用できる利点

がある。そこで、CEAは、低コスト及び作業の容易さの観点から即時解体を決定した。これには、恒久運転停止後中間貯蔵施設が必要となる。また、低、中RWの貯蔵施設は利用できるが、高RW貯蔵施設の利用は、2013年

から2014年頃まで待たなければならない。

作業工程は、図2に示すように、まず、燃料及び炉内機器を撤去する。その後、1次系Naをドレンし、炭酸塩化する。生体遮へいのため炉容器に注水することも検討している。

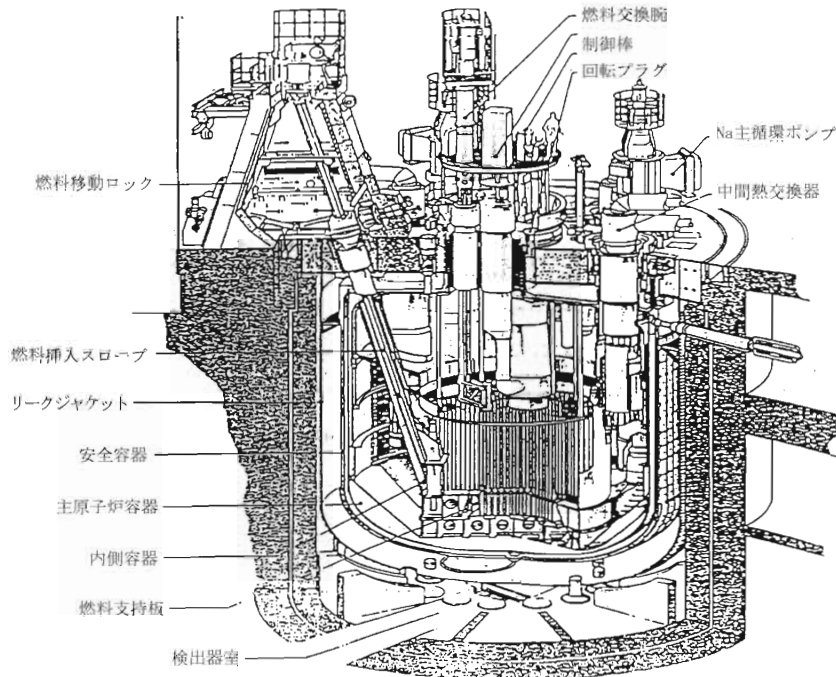


図1 高速増殖原型炉PHENIXの鳥瞰図

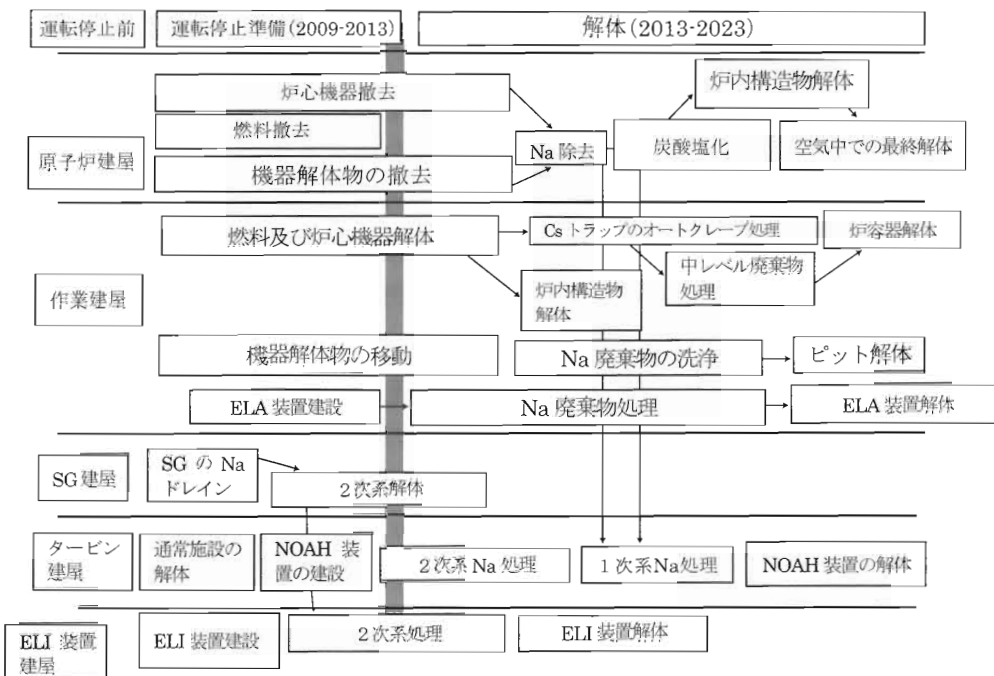


図2 廃止措置スケジュール

炉心支持格子等の高放射能機器は、遠隔装置で切断し、残りは手作業で切断する。

PHENIXには、1,450tのNaがある。Naには、燃料の核分裂、制御棒のBからの核反応及びNaの核反応で生成される ^3H が含まれ、その量は、一年間154 TBqと評価されている。また、 ^{137}Cs や ^{60}Co のFPやCPが含まれている。

CEAは、国内の関連施設から発生した放射性Naを集中処理するATENA施設を設置している⁵⁾。ここでは、後述するNOAH⁶⁾、オートクレーブ及びELA (Na附着廃棄物を水散布により処理) 装置がある。しかし、SPXやPHENIXの大量の冷却材Na処理が不可能なので、コスト削減効果も含め、新ATENAプロジェクトが計画されている。NOAH処理は、図3に示すように注入ポンプにより、液体Naを密封容器内の強制流水中に注入し、NaOHに変換する。ELIは、前述のELAと同一のもので、非放射性Naを扱う装置である。最終的には、建屋を洗浄するが、全廃棄物量としては、非放射性廃棄物：3,000-5,000 t、VLW：2,000 t、LLW：500 t、MLW：250 t、HLW：

50 tと見積もられている。廃棄物は、中央廃棄物貯蔵所 (CET) へ搬送されるが、非放射性装置の金属解体物は、再利用される。また、建屋の各部屋は、ゾーニング分類による管理がなされる。

4. コスト評価

2003年にSPXの経験を生かしコスト評価を実施した。この結果、総費用は、約6.50億ユーロと見積もられた。その内訳は、CEAの人員費2.75億ユーロ、解体費として、1次系：1.20億ユーロ、2次系：150万ユーロ、炉建屋：1,250万ユーロ、各種取扱建屋：2,700万ユーロ、非放射性装置：410万ユーロの計1.651億ユーロ、Na及びNa廃棄物処理費：1.80億ユーロ、作業補助員：2,500万ユーロである。

5. おわりに

解体は、技術的にはATENAプロジェクトのNa処理法を拡張・整備するだけなので問題はない。しかし、プロジェクト管理や廃棄物問題及び人材の逸散が課題である。

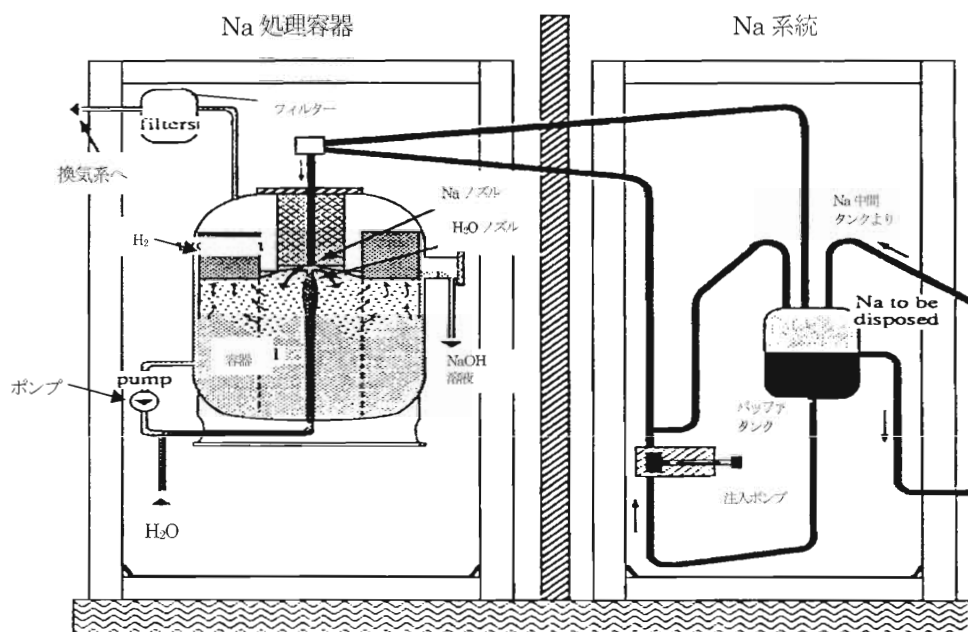


図3 NOAHプロセス概略図

参考文献

- 1) 原子力ポケットブック2007年版、電気新聞社刊 (2007年9月).
- 2) 原子力年鑑2007年版、日刊工業新聞社刊 (2006年10月).
- 3) M. Soldaini, "PHENIX Decommissioning Project-Overview," DD&R, Chattanooga, 16-19 September (2007).
- 4) <http://ja.wikipedia.org/wiki/>.
- 5) G. Rodriguez, G. Thomine (CEA) J.P. Serpantie and Y. Demoisy (FRAMATOME), "ATENA-Project of Storage and Disposal Plant for Radioactive Sodium Wastes," ICEM 01, October (2001).
- 6) G. Rodriguez, F. Masse, M. Robin (CEA), M. Berte, Mbuchewalder and J.P. Serpantie (FRAMATOME Direction NOVATOME), SAFEWASTE 2000, October (2000).

委員会報告

平成20年1月以降に開催したRANDECの委員会は以下のとおりである。

日 時	委 員 会
平成20年3月19日	委員会名：核種移動を考慮した放射能インベントリ評価システム開発委員会（第2回）
	出席委員：堀池 寛 委員長（大阪大学大学院工学研究科 教授） 他5名
	主な議事内容： 国内の原子力施設の廃止措置時に発生する解体廃棄物の放射能インベントリに係る核種等の移動を考慮した放射能評価システムの開発に関する第2回委員会を開催し、平成19年度成果報告書（案）の審議・検討を行い、了承された。

©RANDECニュース 第76号

発行日：平成20年3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
Fax. 029-287-0022

ホームページ：<http://www.randec.or.jp>

E-mail：decomi@randec.or.jp