

# RANDEC

Jul.2007 No.73

# ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



## 総論賛成・各論反対

株式会社 大林組

常務執行役員 貝原 光恭

6月に開催されたハイリゲダム・サミット、いわゆる「環境サミット」はまさに地球温暖化対策に終始し、日本からのオリジナル提案である2050年までに温暖化ガスを半減させるという提案が、EU、カナダとも合意のうえ、決意として議長総括に盛り込まれました。ただ総論では薄氷の合意、各論では各国、各地域によるせめぎ合いのスタートと言われております。一方、日米は「核不拡散や安全性が確保される」ことを条件に「原子力エネルギーの使用は、温暖化問題やエネルギー安全保障に役立つ」などの文言を声明文に入れるよう要請する見込み、との報道が事前にあります。残念ながら採択には至りませんでしたがこれは議長国であるドイツが放射能漏れなど原発事故の危険性を問題視しているためとの事です。まさに世界レベルで原子力発電の優位性と危惧が微妙なバランスの上にあるようです。原子力は常に総論賛成・各論反対の対象になってきたように思います。

現在、弊社は瑞浪と幌延の深地層研究施設の施工に参画させていただいておりますので、それぞれの現場を訪ねてきましたが、印象的だったのは「この研究施設の設置により

将来の候補地となることは無い」という大看板でした。また、東洋町の件は私も含め少しでも関わっている人達をがっかりさせました。日本人は特に総論賛成・各論反対の傾向が強いそうですが、原子炉新設に関してかろうじて総論と各論が微妙にバランスしている程度ですから、放射性廃棄物の処理に関しては総論もまだ確立されていないように感じます。政府の施策もまだ国民に納得されていないように思えます。

我々建設業界も「社会が便利になるのは良い、ただし建設業界は悪」という国民の認識を少しでも払拭しようと、「100万人の市民現場見学会」を始めとした理解を得る為の努力をしているところです。

私は団塊世代ですが小中学校時代、親に無理を言って「子供の科学」を毎月取ってもらっておりました。その頃の科学少年の憧れは宇宙、ロケット、原子力だったと思います。まずは総論からでも国民及びマスコミが納得できるような広報活動の展開、強力なオピニオンリーダーの出現が望まれます。昔の科学少年達、もうひと踏ん張り頑張りましょう。

# RANDECニュース目次

第73号 (2007年7月)

巻頭言 総論賛成・各論反対	(株)大林組 常務執行役員 貝原 光恭	
平成19年度事業計画	企画部	1
RANDEC事業に関する近況報告		
1. ウラン又はトリウムを含む物の使用及び安全確保に関する調査	企画部	4
2. 説明用ビデオの「低レベル放射性廃棄物の処理処分—安全な処分にむけて」	立地推進部	4
関係機関の活動紹介		
・GNF-Jの事業活動	(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン 環境安全グループリーダー 牧野 健士	6
海外出張報告		
・廃棄物管理シンポジウム (WM'07) への参加	宮本 喜晟	8
海外技術情報		
・ドイツGNS社の廃棄物処理施設の概要	池田 諭志	11
・英国Harwell原子力サイトのHVL A廃棄物について	宮本 喜晟	14
・CEAマルクールサイトのUP1再処理プラント解体の現状	榎戸 裕二	17
・デコミッショニング分野での現場における放射線測定技術の最近の動向と展望	石黒 秀治	20
・中国における放射性廃棄物管理の現状	石川 広範	24
総務部から		27

# 平成19年度事業計画について

企 画 部

平成19年度3月15日の評議員会、及び同年3月16日の理事会において承認された「平成19年度事業計画」は、次のとおりです。

## 平成19年度 事業計画 基 本 方 針

財団法人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。）等と連携しつつ、放射性廃棄物の処理・処分に関する調査等に関する事業並びに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。

RI・研究所等廃棄物の処理・処分に関する調査等に関する事業については、原子力機構及びRI協会とのRI・研究所等廃棄物の処分事業の推進に関する新たな協力協定の下に、大学・民間等事業所から発生する研究所等廃棄物（以下「大学・民間等廃棄物」という。）の集荷保管事業化に向けた取組みについての検討を引続き実施するとともに、原子力機構等からの受託業務を積極的に進める。

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デコミッショニング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、デコミッショニングに関する試験研究・調査を中心に、国、原子力機構及び民間からの受託業務を積極的に進める。

これらの事業に関する普及啓発を積極的に展開するとともに、事業運営の一層の合理化を図る。

## 事 業 計 画

### I. RI・研究所等廃棄物の処理・処分に関する調査等

#### 1. 立地に関する各種調査等

RI・研究所等廃棄物処分事業の立地に関する各種調査並びに広聴広報活動等を行う。また、広聴広報活動に必要な各種説明資料等を整備する。

## 2. 処分事業化に関する調査等

RI・研究所等廃棄物の処分事業化に関する調査等を適宜実施していく。

## 3. 法的制度等の整備への協力

前年度に引続き、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. 大学・民間等廃棄物の取りまとめに係る業務

大学・民間等と連携を図りつつ、処理計画(処理フロー、有害廃棄物の取扱い等)、輸送計画、処分計画(仕組み、コスト評価等)及び合理的な検認確認システムに係る調査等を引続き実施し、大学・民間等廃棄物の集荷・保管事業化に向けた取組みを推進する。

## 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

原子力施設のデコミッショニング計画立案に必要な関連技術に関する試験研究・調査を実施する。特に、原子力機構等と協力し、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・処分を含むデコミッショニングに係るエンジニアリング統合システムの開発を行うほか、関連する技術調査を行う。さらに、クリアランス等に対応するための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

核燃料サイクル施設のデコミッショニングに係る試験等を行う。

### 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

原子力機構及び民間と協力して、核燃料施設の廃止措置に伴うウラン廃棄物等のクリアランス検認の標準化及び処分に係る濃度上限値等の検討を行うとともに、サイト解放基準等に係る関連規制、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

原子力施設のデコミッショニングや廃棄物の処理・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、デコミッショニングデータベースについては、情報の拡充を図る。

### 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、高速炉のデコミッショニングの技術開発のため、引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

原子力施設のデコミッショニング及び廃棄物の処理・処分に係る人材を養成するため、関係機関、民間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（RANDECニュースやデコミッショニング技報）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、RI・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. ウラン又はトリウムを含む物の使用及び安全確保に関する調査

企画部

平成18年度、当センターは、文部科学省委託調査「ウラン又はトリウムを含む物の使用及び安全確保に関する調査」を受託し、報告書を提出した。

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「自然起源の放射性物質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。

ガイドラインは、「ウラン又はトリウムを含む物の取扱いについて、作業員、周辺住民及び自然放射性物質を使用した製品の利用者に対して一定以上の放射線被ばくを防止するため、事業者（製造者、製品輸入者等）が自主的に被ばく線量評価を行い、措置を講ずるための具体的な事項をまとめたものである。」として、取りまとめた。

本調査では、ガイドラインを実際に適用す

るに当たり、実効性のある適用がなされるために、ガイドラインの内容の理解を深める目的で解説、Webページの作成等を行った。

具体的には、ガイドラインの適用に当たっての作業をフローシート化し、フローシートの各ステップでの判断基準としてより具体的な記述を付加し、さらに関連すると考えられる想定QA集及び関連用語集を作成するとともに、今後の検討課題についても記述した。また、ガイドラインの各章毎にやや詳細な解説書を作成した。

上記の付属文書は広くインターネット上に掲載することを想定し、Webページのコンテンツ化を図った。

19年度は引き続き、Webページの運用、説明会などを通じてガイドラインの普及を行っていく。

## 2. 説明用ビデオの「低レベル放射性廃棄物の処理処分 —安全な処分にむけて」の紹介

立地推進部

立地推進部では、広報素材整備の一環として、平成18年度はCG（コンピュータ・グラフィックス）を用いた10分あまりのビデオ映像資料「低レベル放射性廃棄物の処理処分—安全な処分にむけて」を制作した。本ビデオは、一般の方々にRI・研究所等廃棄物処分事業についてのイメージを掴んでもらうための映像資料である。これまで実際の勉強会等で説明に利用されてはいるが、今後、自治体等がRI・研究所等廃棄物処分事業の誘致検討をする際などさまざまな場面で使用してもらうことができると考えている。

今回は、そのビデオ映像の概要を紹介する。



【タイトル画面】

### 1. 登場人物

とある町に住む70歳前後の祖父と10歳前後の孫娘の二人である。二人は、ときどき近くの小高い丘を散歩しながら話をする。

### 2. ストーリー

物語は、既に低レベル放射性廃棄物の処分場が操業を開始して、十数年が経過したある町の小高い丘の上を祖父と孫娘が散歩しているところから始まるという設定である。

孫娘は、眼下に広がる白い建物と埋設施設のことをそれまでゴミ捨て場と思っていたが、祖父にいろいろ質問して、低レベル放射性廃棄物の処分場であることを教えてもらうことになる。

まず、二つの埋設施設、コンクリートピット型とトレンチ型の施設で低レベル放射性廃棄物を埋設して長期間に亘って管理していることの説明を聞く。そして、施設の大きさも実感する。

次に祖父の説明は、放射性廃棄物がどこから出てくるのか、どんなものが放射性廃棄物になっているのか、低レベル放射性廃棄物の発生に移って行く。画面では、廃棄物の発生

施設や現物のいくつかが映し出されて行くが、孫娘はそのままの形で廃棄物が埋設されると思ってしまう。

そこで、祖父は処理について説明を始める。焼却、熔融、圧縮などの処理をして、廃棄体を作成する工程があることについて説明する。さらに、廃棄体を運び出す前の安全検査、確認についても説明をする。

そして、説明が終わると、祖父と孫娘は小高い丘の上の最初のシーンに戻っている。最後に、孫娘は、将来に思いを馳せるように、「私たちも頑張らないとね。」と祖父に話しかけて終幕となる。



【丘の上の祖父と孫娘】

### 3. 利用に際しての留意点

このビデオは、低レベル放射性廃棄物の処分に関する説明の際に、導入用のツールと位置付けて、8～10分の短編とした。

また、このビデオを視聴された方々に、いろいろな疑問について質問していただけることを狙いのひとつとしており、説明会等で本ビデオを利用する際には、説明者が視聴する方々の疑問に十分答えて行くことが望ましいと考えている

## GNF-J の事業活動

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
環境安全グループリーダー 牧野 健士

### 1. GNF-J の事業概要

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン (GNF-J) は、沸騰水型原子力発電所 (BWR) 用の燃料に関する事業を行っています。GNF-Jの前身である日本ニュークリア・フュエル(株)は、1967年に米国GEと東芝、日立製作所による燃料製造合弁会社として設立されました。その後、2000年1月に設計、開発部門が3社から移管され、2001年に社名を現在のGNF-Jに変更しました。工場操業開始後1999年迄はBWR燃料の成形加工が主たる業務範囲でしたが、2000年以降はそれに加えて、ウラン燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の炉心設計、燃料設計、炉心運転管理支援業務も行っていきます。

### 2. ウラン燃料製造と立地環境

BWR燃料の構成部材は、濃縮度が5%以下の二酸化ウランとジルカロイ被覆管と燃料集合体組立用金属部品類に大別されます。GNF-Jでは、ジルカロイ被覆管は完成品を被覆管メーカーから購入し、組立用金属部品類は素材を購入して内作加工或いは一部外注加工により製作し、燃料集合体組立に供しています。また、電力会社の所有物であるウランは、濃縮工場で六フッ化ウランを引取り、再転換工場に二酸化ウランへの再転換を委託しています。再転換された二酸化ウランは粉末の状態ですが、これを専用の輸送容器を使用してGNF-Jに輸送してきます。GNF-Jでの燃料加工はこの二酸化ウラン粉末を出発原料として行われます。まず錠剤(薬)製造用と同様

のプレス成形機で円柱体に押し固め、電気炉で焼き固め、表面研磨を行うことにより、いわゆるペレットが出来上がります。この直径、長さともに約1cmのペレットを、被覆管に約350個程詰め、ヘリウムガスを充填して被覆管の開口端に端栓を溶接して燃料棒とします。BWR燃料には複数の濃縮度のウランを使用します。濃縮度毎に製造したペレットは何種類かを組み合わせて1本の燃料棒にします。濃縮度の組み合わせ方が異なる数種類の燃料棒が製造されます。この数種類の燃料棒を何本かずつ組み合わせ、合計74本の燃料棒を組立用金属部品類を使用して組み立てることにより燃料集合体が完成します。完成した燃料集合体は専用の輸送容器を用いて発電所サイトへ納入されます。GNF-Jはこれまでに約75,000体の燃料集合体を製造してきました。

GNF-Jは、原子力施設としては比較的特異な立地環境にあります。図1は現在の、図2は会社設立前の様子を示しています。会社設立前には周辺の民家は殆ど無かったのに対



図1 現在のGNF-J工場とその周辺





図2 会社設立前の敷地とその周辺

し、現在では周囲が工場や民家で取囲まれる状況となっているのです。幸い、地方自治体や周辺住民の方々とは良好な関係を保たせて頂いていますが、この関係の維持向上のため、安全操業に細心の注意を払うことは元より、工場からの排気、排水についても法令基準を十分に下回るレベルとする様に努めています。

### 3. 排気、排水の処理

燃料加工工場内のウランを取扱う施設は管理区域となっていますが、特にペレット加工から燃料棒端栓溶接止加工までの施設は、非密封のウランを取扱う第1種管理区域として区分けされています。第1種管理区域からの排気、排水はウランを含んでいる（或いは含んでいる可能性がある）ため、ウラン除去処理を行って施設外に排出されます。排気は捕集効率99.97%以上の高性能エアフィルタ（HEPAフィルタ）を2段階通すことによりウランをろ過して排気筒から排気しています。この際、排気中のウラン濃度を測定し濃度限度を超えていないことを確認しています。排水の場合には、バッチ単位で凝集沈殿処理によりウランの除去を行い、ウラン濃度が濃度限度を超えていないことを測定してから公共河川に放出しています。実績的には、排気、排水ともに濃度限度の約100分の1前後に設定されている検出下限値以下となっています。

### 4. 固体廃棄物

前述の使用済高性能エアフィルタや凝集沈殿処理で発生した沈殿物（スラッジ）は固体の廃棄物となります。また操業に伴い、第1種管理区域の設備清掃時に使用したウェスや原料ウラン粉末輸送時の梱包材であるポリエチレン袋等、ウランで汚染された種々の固体の廃棄物が発生します。更に老朽化に伴い更新撤去されたウラン加工設備も現時点では廃棄物としています。これらの固体廃棄物は、可燃物、難燃物、不燃物、スラッジ、フィルタに分け、必要に応じて乾燥、圧縮等の減容処理を行い、図3に示す様に、主にドラム缶に入れて廃棄物貯蔵場に保管廃棄しています。

GNF-Jの場合、2006年末での保管廃棄量は、200リットルドラム缶換算で約15,000本に達しています。しかしウラン廃棄物に関しては、埋設処分基準が決まっておらず、また国内にはウラン廃棄物の処分場が無いこともあり、このままでは将来的に施設内での保管廃棄能力を超えてしまうと予測されています。これは国内の他燃料加工事業者も同様の状況です。そこで、GNF-Jは他燃料加工事業者とともに、加盟している新金属協会殿を通じて、原子力研究バックエンド推進センター等の関係機関のご協力の下、ウラン汚染物のクリアランスや廃棄物の埋設処分の基準の早期法制化に向けた働きかけを行うとともに、クリアランス検認方法標準の策定に取り組んでいます。



図3 固体廃棄物保管廃棄例

## 廃棄物管理シンポジウム（WM'07）への参加

調査役 宮本 喜晟

米国、アリゾナ州のツーソン市で開催された第33回廃棄物管理シンポジウム（WM'07）に参加した。このシンポジウムは毎年2月から3月にかけて開催されるデコミッションング、廃棄物処理・処分全般に関する世界最大規模のシンポジウムである。発表された主要なプログラムから、報告者が特に興味をひいた報告の概要を以下に述べる。

### 1. WM'07の概要

WM'07は、米国のツーソン市で、平成19年2月26日から3月1日まで行われた。上記シンポジウムには、約1600人が参加し、参加者は、政策立案、規制、技術開発、廃止措置の実施に携わる人たちのほか、この会議の場を商談の機会とする人たちなど多方面にわたっていた。世界的に原子力の動きが盛んになってきたことを受け、このシンポジウムでも活気が感じられた。また、DOEやNRCのシリーズ発表があり、政府関係者はもちろんのこと、企業も米国の原子力施設の廃止措置に取り組んでいることが強く感じられた。

本シンポジウムの発表プログラムは専門別に12トラック（80セッション）あり、同時進行された。報告者が興味を持った主な分野は、廃棄物処分の政策・技術、廃止措置技術等である。内容は、普通の会議と異なり、技術そのものより、国が取り組んでいる各種政策や計画あるいは技術の特徴、その技術の実績紹介が中心であり、廃止措置に関する動向を知る上で、非常に有効なシンポジウムであると感じられた。

また、原子力施設を建設するより、廃止措置の場合は廃止措置の特色ある技術で企業体となりうるためか、展示会場に約160社以上が参加し、実物の遠隔操作の機械、フレキシブルコンテナなどバラエティに富んだ出展が

多数見受けられた。

### 2. 全体パネル（廃棄物管理を職業とする次世代への教育と機会）

開催初日の全体パネルでは、全員参加のプログラムであり、以下3名による報告があった。

- ・ Mark Frei (DOE) が、「DOEの廃棄物管理の優先事項とクリーンアップの完了」と題して報告した。講演の中で、DOEが所有するリスクの大きいサイトは、クリーンアップすべき最重点事項であり、プロジェクト管理と安全性を効率よく進めてきた。特に、強力なプロジェクト管理システム及び調達戦略を実行して効率よくクリーンアップ計画を実施することができた。これまで手掛けてきたクリーンアップサイトは、ロッキーフラッツ、フェルナルド、アシュタブラ、マイアミスバーグ、ORNL-メルトンバレー、サバンナリバー等である。これらのクリーンアップを順調に実施できた背景として、利害関係者情報の重要性に注目し、対処してきたことがあげられる。
- ・ Claes Lindberg（スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（SKB））は、「使用済燃料の地層処分の戦略、挑戦、経験」を報告した。使用済燃料の処分は、スウェー

デンの放射線管理計画の重要な一部であり、2ヶ所のサイトで最後の段階である詳細な調査を行っている。両サイトの地元は受入に積極的で、地元住民が最新の施設訪問や地元サイトへの住民投票の権利は、地元の信頼と安心を得るために欠かせない。1976年に出されたスウェーデンの長期廃棄物戦略は、地層処分、企業のコスト上の責任、使用済燃料の長期管理に焦点が置かれている。上記計画のほか、研究開発も重要である。また、フィンランドの関係者と協力して、キャニスタの研究施設と同様に処分試験施設を持っており、共同で試験を進めている。

- ・ Dale Klein (NRC) は、次世代の廃棄物管理の専門家に対する機会に言及し、米国は、どの段階でも将来の原子力産業界を担う専門家が非常に少ない。また、原子力産業界は若い人の育成について十分な注意を払ってこなかった。産業界の将来に対して、放射線影響について公衆を教育すること、効果的な実施、工業基準の展開、訓練及び運転の評価といった分野で仕事の機会を与えることができると述べ、さらに、将来の機会に加え、NRCはDOEから受け取ったユッカマウンテンの認可申請を受ける準備ができており、迅速で技術的に厳密な申請内容を扱うグループを作っていることを補足した。

### 3. セッション内容のポイント

- ・ DOE環境管理の最近の話題：

米国DOEの原子力サイトのクリーンアップに対しては、安全にコスト削減を目指して進めており、この環境管理の2007年度予算総額は\$6,184M (約7400億円)である。この活動を推進するために、法制遵守室や調達管理室を設けるととも

に、専門家を育てるための体制を強化した。

- ・ 原子力施設（発電所を除く）の除染及び廃止措置：

英国の核融合研究施設JETの廃止措置計画では、高エネルギーによる材料の放射化及びトリチウム汚染があり、本体構造物の切断技術の検討を進めている。この他、英国のセラフィールドサイト、ウィンフリスサイト、ドイツ再処理プラントWAK廃止措置の現状が報告された。

- ・ 除染及び解体廃棄物の最適化／最小化：

米国電力研究所が開発したフルオロホウ酸を除染液に、その再生に電解を利用したDFDX法の実証試験の報告、スタズビック社が金属溶融処理による使用済み蒸気発生器 (SG) 310tの85%を無制限放出した実績を紹介した。また、米国からは、使用済燃料貯蔵施設のスラッジ除去、処理に関する実績が報告された。

- ・ DOEサイトの除染及び廃止措置：

ロッキーフラット閉鎖プロジェクト、アイダホクリーンアップ、ハンフォードのPu汚染された最終加工施設の解体、パンテックス兵器工場の機械加工施設の解体等の現状報告が行われた。

- ・ 最近の廃棄物管理に関する規制と海外の横断計画：

これまで連邦政府と地元との意見の相違等で計画が遅れている米国のユッカマウンテンの高レベル廃棄物処分における経緯と個人被ばく線量評価基準、英国保健安全執行部における役割と廃棄物処分に係る許認可手続きの状況、ノルウェーのロシアの原子力潜水艦基地のサイト回復に対する支援状況等の報告が行われた。

- ・ その他、英国原子力廃止措置機関 (NDA)

による同機関所掌の原子力施設の廃止措置への参加要請、ネバダ実験サイト(NTS)における混合廃棄物及び有害廃棄物の処分施設と受入実績、米国におけるウラン採鉱のTENORM廃棄物の環境庁による検討状況等興味ある内容が報告された。なお、これらの報告論文集は、いずれ参加者に送られることになっている。

#### 4. 開催地ツーソンの印象

ツーソンに着く直前の機内の窓から見た地上には、赤茶けた土色の土地が広がっており、広大な銅鉱石の露天掘りの場所があちらこちらに点在した情景が見られた。気候は、1年間のうち300日間は晴れる日とも云われ、滞在した期間、最高温度が20℃前後と非常に乾燥した空気で、2月末とはいえ日差しはき

ついが、過ごしやすかった。町は、メキシコの国境と100kmしか離れていないせいか、メキシコ系住民が数多くいるところであり、また、インディアンの居留地も周辺に存在している。ツーソンはアリゾナ州のなかで人口が2番目の約100万人で、エレクトロニクス産業も盛んとか。会場となったコンベンションセンター近辺は市役所やその関連施設、民間オフィスがあり、カラフルで清潔な町の印象であった。町全体は土地が広いせいか、横に広がる空間を持つ場所の感があった。会場から4 kmほど離れてアリゾナ大学に行く途中に店屋の並ぶ商業地域もあったが、退職者の住民が増えるにふさわしい静かな町であった。

最後に、来年のWMはアリゾナ州の州都であるフェニックスで開催されるとの通知があった。



写真1. WM'07の展示会場



写真2. 会場受付付近で(同行したJAEAの大内優氏と筆者)

# ドイツGNS(ニュークリアサービス)社の廃棄物処理施設の概要

東海事務所 池田 諭志

ドイツGNS(ニュークリアサービス)社では原子力発電所から発生する運転廃棄物や解体廃棄物を中間貯蔵や最終処分を行うための処理を長年行っている。また、残存する資源を再利用するための前処理も実施している。本報告では、比較的最近の動向として、ドイツGNS社の処理施設の概要(建屋内の機器の配置、高圧縮装置、乾燥機、金属切断装置、廃棄物管理等)につき今年3月にドレスデンで開催された国際会議(KONTEC 2007)での発表内容<sup>1)</sup>の概要を紹介する。

## 1. まえがき

ドイツにおける原子力発電所のデコミッションングは、今日とても重要な業務となっており、GNS社は新しい状況への適合を図っている。

## 2. 解体廃棄物等の処理

ドゥイスブルグサイトの処理施設は、20年以上にわたり処理を行っている。3つのホールから成る、約150m×約80mの広さの複合施設で規制に適合できるような装置等を用いている。

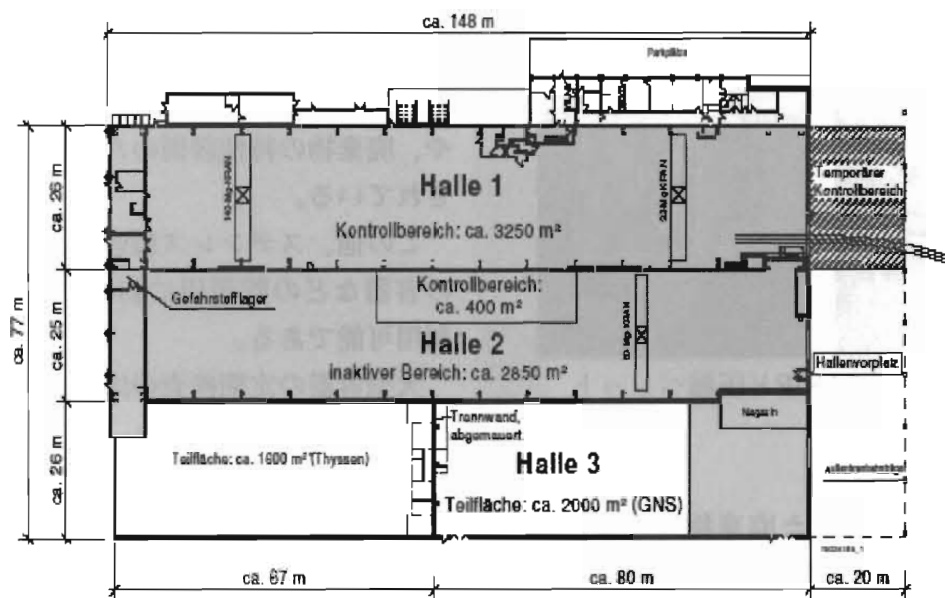


図1 GNS社のドゥイスブルグサイトの平面図

## 3. ドゥイスブルグサイト (ホール1)

### 3.1 処理室(ケーソン)と貯蔵エリア

約3250m<sup>2</sup>の管理区域は放射性廃棄物取扱いエリアで、20インチ容器などが列車や車で

搬送され、受け入れ時には、搬送物の線量、汚染、重量等の検査が行われる。処理は特殊な用途の装置を装備した数ヶ所の処理室で行われる。



図2 処理室（ケーソン）と貯蔵エリア

### 3.2 水圧式高圧プレスFAKIR

水圧式高圧プレスFAKIR（最大1500t）を用い、原子力施設のデコミッションングに多く発生する金属スクラップ、絶縁物、ケーブル、フィルター類は、最大10の減容率で減容され、顧客との契約により200ℓドラム缶やステンレス製容器に梱包される。

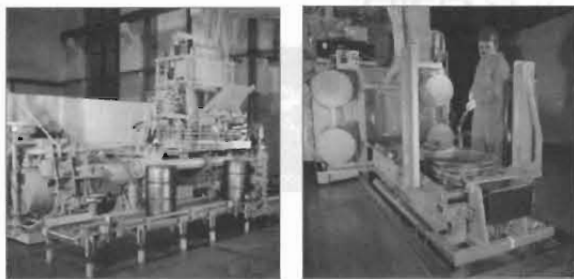


図3 高圧圧縮機FAKIRと圧縮ペレット

### 3.3 除湿装置PETRA

貯蔵や処分に適合した廃棄物とするために、キャスク中の水分を含んだ圧縮体は、ガス発生や容器の腐食の原因となる可能性のある液体を前もって取り除くために乾燥処理が必要となる。このために真空乾燥と加熱の原理で200ℓドラム缶を同時に16本処理できる除湿装置PETRAが用いられる。



図4 PETRA乾燥室へキャスクの設置

### 3.4 金属切断装置MARS

わずかに汚染した金属製の解体廃棄物の処理には金属切断装置MARSが用いられ、蓋と一緒に側面から600mm×600mmの大きさに圧縮される。それらは多くの場合、再び原子力施設内でキャスクや遮蔽体として使用可能である。その他に熱的、機械的切断も行われる。

### 3.5 その他の施設

金属スクラップやコンクリートスラブのリリースのために必要なクリアランス測定施設や、廃棄物の特性評価のための実験室も整備されている。

この他、ステンレス製容器、貯蔵や輸送用の容器などの貯蔵用に約1200m<sup>2</sup>のエリアが利用可能である。

大型容器の定期検査のほか、シールやトランニオンの交換なども行う。

最大20tのキャスクの9m落下試験のスタンドも設置されている。



図5 輸送容器CASTORの落下試験

#### 4. ドウイスブルグサイト（ホール2）

ホール2は約2850m<sup>2</sup>の非放射性物質取扱いエリアと約400m<sup>2</sup>の保管エリアから成っている。非放射性廃棄物の輸送容器の保管や修理などが行われる。

#### 5. ドウイスブルグサイトの拡張計画

解体廃棄物処分のための利用の必要性が高まるにつれて、以下の目的で拡張されることが決まった。

- ・わずかに汚染した解体廃棄物の処理の準備
- ・解体廃棄物保管の緩衝的役割の準備
- ・提供する業務内容の拡張

移動型に設計された処理室の導入や、汚染廃棄物の処理に用いられている除染、解体、測定の設定を非放射性廃棄物処理用に適用する可能性もある。

#### 6. まとめ

ドイツでは、実際のデコミッショニングプロジェクトを実施しながら、特にクリアランス、再利用に重点を置いて、処理技術開発、施設の拡張計画等が進められている。これらの動向には、我が国でも注目しておく必要がある。

#### 参考文献

- 1) Steffen Oehmigen, Hans-Heinrich Westermann, "Waste and residual substances conditioning at the GNS operating site Duisburg," KONTEC 2007: 8th International Symposium, Radwaste Solutions 27.
- 2) GNS社ホームページ  
<http://www.gns.de/generator.aspx/templateId=renderPage/lang=de/id=35724.html>.



# 英国Harwell原子力サイトのHVLA廃棄物について

調査役 宮本 喜晟

英国のHarwell原子力サイトは、原子力研究のために3基の試験研究炉をはじめ、関連施設を有していたが、約30年かけてサイト開放する計画で、1990年にこれらの原子炉を閉鎖し、廃止措置を開始している。この廃止措置によって大量の放射性廃棄物が発生する。そのうち、低レベル廃棄物を一部含む放射性廃棄物をHarwell自身がHVLA（High Volume Low Activity）廃棄物としての名称で、その処分を検討している。同サイトにある原子力建屋や土壌の回復を行うために発生する大量のコンクリート瓦礫や土壌などを処分するために、2005年10月から政府及び地元関係者が協議しており、このHVLAの最終処分の選択肢がふるいにかけられた段階である。Harwellは、このHVLA廃棄物をサイト内で処分したい意向であり、その背景と根拠等を文献<sup>1), 2)</sup>に基づき紹介する。

## 1. HVLA廃棄物

HVLA（High Volume Low Activity；大量の低放射能）廃棄物は、低レベル廃棄物（LLW）のカテゴリーにあたる固体廃棄物をHarwellのUKAEA（英国原子力公社）がつけた名称であり、放射性廃棄物の免除基準限界値より高い放射能を含んでいる。HVLA廃棄物はかろうじて放射性として扱われる廃棄物であるが、HVLA廃棄物は法律的に定義されていないため、このタイプの廃棄物に関して新たに英国とヨーロッパの話合いが始まっている。

この協議の目的のために、HVLA 廃棄物を以下のように定義する：

- ・実用的に処理、再使用、またはリサイクルする可能性が全くない固体物質。
- ・現在、Harwellサイトにある物質で、将来、他の場所から持ち込まれた廃棄物は考えない。Harwellはもう操業しないので、新しい廃棄物がデコミッションングの一部として発生する以外に新しい廃棄物が発生しない。

- ・不活性な物質あるいは金属。例えば、石、れんが、コンクリート、土じょう、スクラップ金属であるが、化学物質あるいは反応性物質ではない。
- ・わずかに放射能のある物質。

協議が進み、そして選択肢が展開するに従って、HVLA 廃棄物の専門的な定義が狭められる。HVLA廃棄物は、典型的に放射性廃棄物として扱うことから免除されるレベルより10から100倍高い放射能レベルにあると定義づけられる（図1）。

## 2. HVLA廃棄物の処分における課題

HVLA廃棄物の処分に対する以下の2つの課題が考えられる。

- ・原子力産業によって通常に扱われる他の放射性廃棄物に比較して大量の廃棄物がある。廃棄物はデコミッションングの結果から発生し、廃棄物の発生を押さえるかあるいは物質をリサイクルする可能性があるため、デコミッションングが行わ



れるまで、正確にどのくらいの廃棄物量が発生するかは不確実である。Harwellサイトを回復することによって、発生するHVLA廃棄物は50,000から100,000トンの量が発生すると推定される(図2)。

・Harwellの固体低レベルの廃棄物(LLW)のためにある既存の処分経路は、特別に設計されたカンブリアのDrigg施設である。この施設はHVLA廃棄物より高いレベルの放射性廃棄物のために設計されたもので、危険度の小さい大量の物質のためにこのような高度な工学施設を使用することは多分持続できない。Drigg施設はこのような廃棄物を受け取るために容量を持っていない。

なお、HVLA廃棄物は、管理しないまたは非管理型処分に適さないとはいえ、それは日常の感覚で特に危険な物質ではない。HVLA廃棄物は、単純なパッケージであるいはコンテナなしで戸外で多少の注意を払えば安全に取り扱うことができるし、テロリストの道具製作のために使用されない。また、HVLA廃棄物がほとんど放射能を含んでいないが、将来、持続可能な解決に達成するために、HVLA廃棄物が受容できるリスクを達成するように慎重に管理することが要求される。持続可能な選択肢が決定されるまで、HVLA廃棄物は安全に貯蔵される。

#### 参考文献

- 1) P. Atyeo, "High Volume Low Activity (HVLA) Waste," IBC's 10<sup>th</sup> Global Conference and Exhibition on Decommissioning of Nuclear Facilities, London, 20-22 November 2006.
- 2) UKAEA, Harwell, "The HVLA Waste Public Consultation at UKAEA, Harwell, Final Report," January 2007.  
[http://www.ukaea.org.uk/downloads/harwell/HVLAFinalReport\\_Jan%202007.pdf](http://www.ukaea.org.uk/downloads/harwell/HVLAFinalReport_Jan%202007.pdf).

### 3. 最終処分の決め方と残った選択肢

Harwellでは、HVLA廃棄物の最終処分に対して、オンサイト(放置、既設処分施設の改造、新規工学的処分場等)、オフサイト(既設処分施設の改造、新規工学的処分場等)による組合せとして24の選択肢を提案した。引き続き、利害関係者で構成される作業委員会が放射線被ばくと安全性、環境の影響、経済性についてさらに細目に分け、提案された選択肢を点数によるふるいわけを行った。この決定プロセス毎に公開協議を行っている。最終的に残っているHVLA廃棄物の最終処分の選択肢は、Harwellサイト内に新たに工学的処分場を設けて、最初のうちはHVLA廃棄物を目視でモニターできるように設置した廃棄物の上部を仮設のシェルターで覆い、最終的に不浸透性の土で覆う処分方法である。

### 4. 今後の予定

この結果をUKAEAはNDA(原子力廃止措置機関)に提示し、この提案された選択肢を実行するプロジェクトの設置を勧告している。また、これらの廃棄物に関して国レベルの検討が進められており、今後、詳細な検討が行われる予定であり、2025年までにHarwellサイトの開放に向けた作業が促進されることになろう。

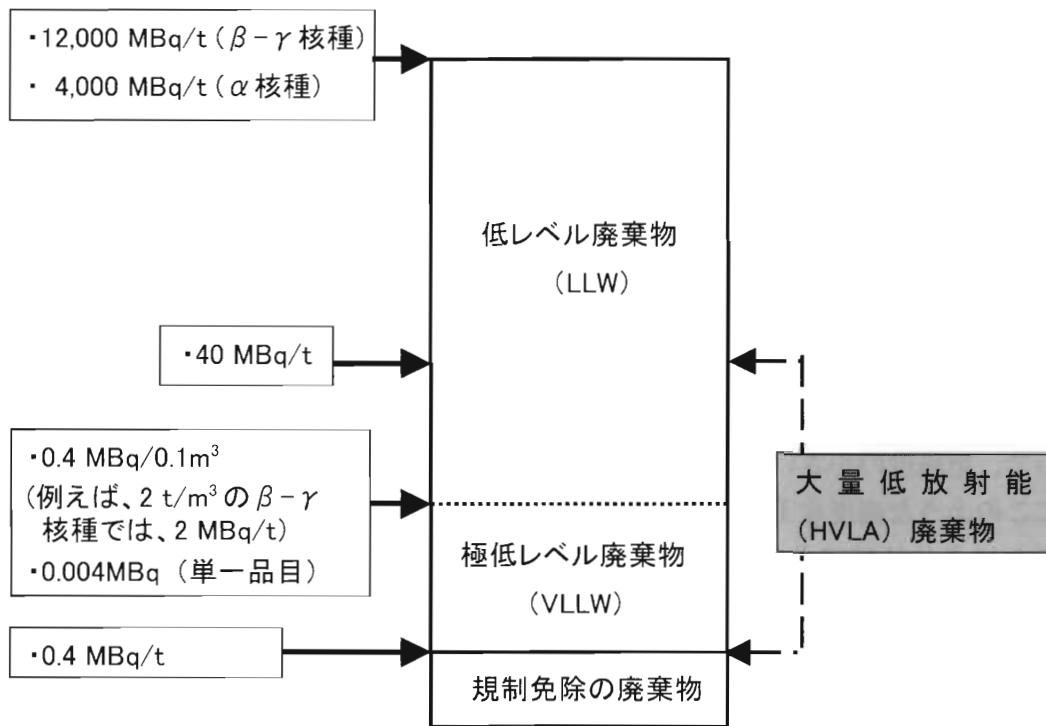


図1 低レベル放射性廃棄物と大量低放射能 (HVLA) 廃棄物の関係

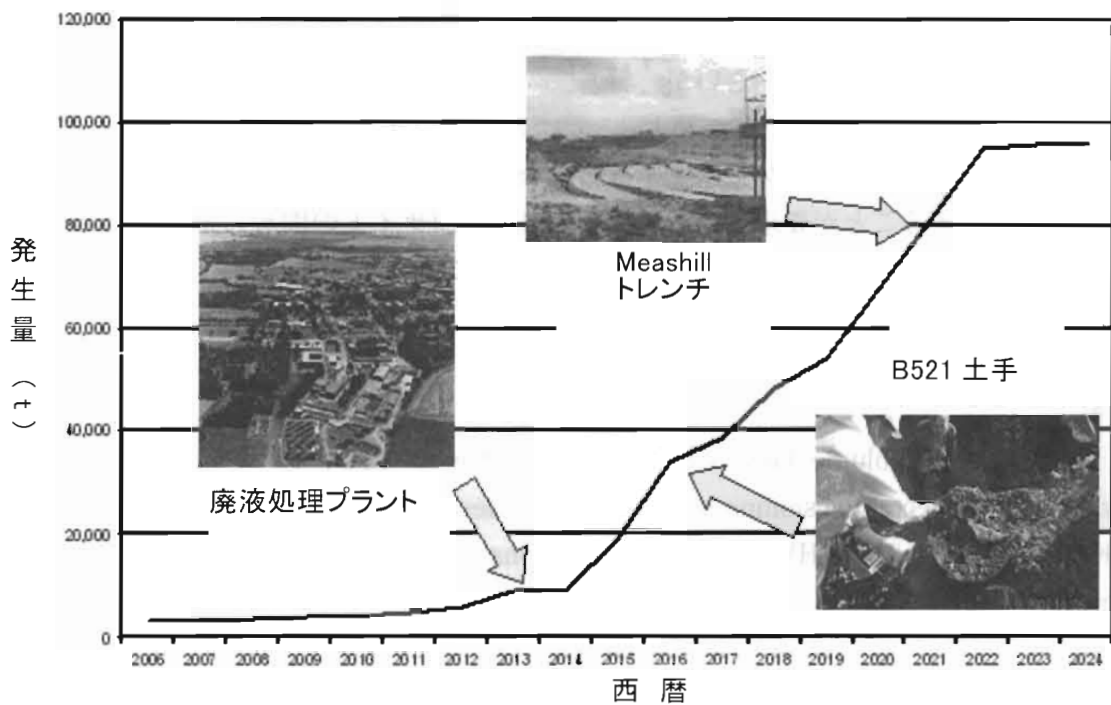


図2 HVLA廃棄物発生量の累積推定値

# CEAマルクールサイトのUP1再処理プラント解体の現状

情報管理部 榎戸 裕二

フランス南部の古都アヴィニョン近郊にあるCEA（フランス原子力庁）マルクール生産・研究センターの核燃料再処理プラントUP1の廃止措置は、1998年から開始され、約60億ユーロと40年の歳月をかけて、BNI（基本的原子力施設）からICPE（環境上の保護指定施設）への規制解除（IAEAのSTAGE IIに相当）することを目標に、除染及び解体作業が進められている。昨年のアテネのIAEA主催の会議でその現状が報告されたので、その他の関連資料と合わせUP1の廃止措置について概要を紹介する<sup>1), 2)</sup>。

## 1. フランスの再処理プラント：

フランスには、ガス炉燃料（天然ウラン）、軽水炉燃料（濃縮ウラン、他）及び高速炉燃料（FBR MOX）の再処理のため3種類の再処理施設が作られた。最初に運転開始されたのがガス炉燃料用のUP1で、1958年に最初は軍事目的の、1976年からは商用目的の再処理を行ったが1997年末に運転停止した。この間に約1万8千トンを再処理した。ラ・アーグのUP2プラントは1966年ガス炉燃料再処理プラントとして運転開始したが、フランスの開発炉型が軽水炉（PWR）へ変更されたため、UP2は1976年に軽水炉用に改造・増設されUP2-400として運転された。1987年には軽水炉燃料専用となり、さらに、1994年にはUP2-800としてMOX及び高燃焼度燃料の再処理能力の増強が図られた。軽水炉燃料再処理プラントUP3は1990年に建設、主に海外の顧客用のためUP2と同じくラ・アーグにて運転されている。高速炉燃料では、ラ・アーグのAT-1が実験炉ラプソディーの燃料を、マルクールのAPMが原型炉フェニックスの燃料を再処理したが前者は1979年、後者は1996年運転停止した。廃止措置には、AT-1

がSTAGE IIIを達成している他、UP2-400の旧施設部分及びAPMを早期に廃止措置する検討が行われている。

## 2. UP1再処理プラント廃止措置戦略：

UP1の廃止措置では、他の核燃料施設の場合と同様に「即時解体」方法を選択したが、その最大の理由は早期の除染による作業環境の改善であった。1997年末の運転停止直後から、放射性物質の除去を目的とする除染作業が徹底的に行われている。再処理施設では、主要核種の減衰効果が期待薄であり、逆にPu-241崩壊から生成されるAm-241の蓄積で放射能レベルが上昇するため、早期かつ完全除染が不可欠であった。

なお、UP1の「即時解体」戦略選択の理由には、熟練スタッフの能力とその知見の活用、施設の監視と保全作業量の軽減及び施設の劣化とその補修を回避することが挙げられている。

除染では、一般的な除染とホットスポット汚染の除去、廃液処理に適し、また臨界リスクを軽減する効果のある除染、浅地中処分できない廃棄物を最小化し、機器等の腐食が少

ない除染剤の選定とその使用順序等が決められた。除染の達成目標は、①空間線量率を0.4mSv/h以下、②機器表面で10mSv/hを超えるホットスポットがないこと、③空気汚染がないこと、④ $\alpha$ 核種表面汚染濃度100Bq/cm<sup>2</sup>以下、⑤残存Pu量は各機器当たり10g以下であること、等である。

### 3. 廃止措置の現状と実績

#### 3.1 処理機器及び系統の除染

政府の決定により、2004年末からCEAが廃止措置作業の単一の契約者（以前はCEA、EDF及びCOGEMA出資の合弁会社であるCODEM社）となり、またマルクールサイトの原子力施設の運転者となった。除染・解体作業はAREVA NC社を元請けとするAREVAグループが実施している。

UP1の廃止措置は生産施設（再処理プラント、燃料解体施設、ガラス固化施設「AVM」と高レベル廃液タンク）及び支援施設（廃液処理、固体廃棄物処理及び中間貯蔵施設）を対象としている。1998年の廃止措置開始以降の現在までの作業実績は、84万人・時間（全期間予測430万人・時間）、又廃棄物発生量は解体機器で0.4万トン（全期間予測2.7万トン）である。これまでに、放射性物質の95%を撤去した。

UP1の廃止措置活動は以下の3フェーズで行うこととしている。現段階では第一フェーズの「MAD」（施設内部の除染及び核物質の除去）を実施しているが、これまでに高レベル廃液タンク19基の廃液はAVM施設で処理された。また、その系統のタンクや配管のリンス除染（濯ぎ洗浄）も以前に終了はしていたが、残存放射能レベルが高く、遠隔解体が必要なほどであること及びCEAは隣接する廃止措置予定のAPMの除染も考慮して、2001年から2004年にかけて臨時のリンスキャンペー

ンを行った。その結果、全機器が遠隔操作で解体する必要のない汚染レベルに低下し、廃棄物は既存の処分区分に従って処分できるレベルに除染できた。リンス廃液はAVMでガラス固化した。このリンスは、計画の使用薬品や除染方法にはなかったため、別途安全評価を行った。この結果、分類区分のない廃棄物は全体の5%以下となり、さらにリンスのための追加工程は遠隔解体に要する長期工程を相殺できるものであった。現在、安全報告書を準備中で2009年までこのリンスを続ける。

MADの終了後は第二フェーズである「DEM」（施設解体作業）を開始し、2025年までの予定で実施することになる。なお、廃止措置の第三フェーズは「RCD」と呼ばれ、未処理で保管されている運転中廃棄物の仕分け、処理、梱包等の整理、搬出を行うこととしている。

#### 3.2 遠隔解体作業の経験

これまで、2つの遠隔解体技術を開発・利用した。MAR200連続溶解施設にあるウラン貯蔵室からの機器の撤去及び同じ施設内のフィルター室の解体用のものである。

まず、ウラン貯蔵室の解体では12トンの機器設備の撤去、ゲル剤と高圧水ジェット（200bar）による除染及び超高圧水ジェット（1500bar）除染が実施された。天井クレーンに載せた伸縮自在のチューブに"Cybernetix SAMM 7 アーム"を取り付け、4つの標準工具（切断ディスク、トンク、ジェットノズル特殊工具他）及びせん断機、プラズマトーチ、超高圧切断機または同ノズルのうち一つを同時に装荷し解体作業を行った。

一方、フィルター室の解体では、28基のフィルターケースとガス溜約38トンを解体した。フィルター室の周辺環境の線量は20～

300mGy/h(2~30rad/h)であった。使用機器は市販の自走式BROKK装置の改良型及びREMOTE RT7型油圧アーム(後にBROKKのアームに交換)を搭載したTOUCANキャリアーの改良型である。改良のポイントは工具保持機構の自由度を増やし、油圧ホースの防護措置、カメラと投光器の設置、制御機構の移設等であった。2006年3月時点で35トンの機器を搬出している。

#### 4. 被ばくの管理

マルクールサイトにおける作業従事者の最大年間被ばく管理目標値は、外部被ばくで15mSv、内部はゼロでありALARA原則が適用される。10人・mSv以上の重大被ばくの予想される作業では、線量率評価、原子力と通常安全、廃棄物発生、技術成立性、コスト、限界値などの要素が比較評価され、また引き続き作業への影響を考慮する。UP1のプロジェクトでは、全業務は区分化されているが、2005年末までにそのうちの33件が終了した。

作業の結果として、従事者の実際の総被ばく量は予測の70%に留まり、個人の被ばくではほぼ同一であった。UP1での2005年までの8年間における作業員1人・時当たり及び廃棄物1kg当たりの被ばく線量を下図(文献1から抜粋)に示す。各作業指標当たりの被ば

く量は2001年をピークに減少していることから、汚染が的確に除去され、被ばくと作業管理の適正化が計られていることが分かる。

#### 5. まとめ

フランスの再処理施設の廃止措置では、AT-1がSTAGEⅢを達成している。AT-1とUP1の経験を通じて今後はUP2-400やAPMの廃止措置を進めていく予定と思われる。新たな原子力開発への布石である。目的は異なるが、英国、ドイツ、ベルギー等の再処理施設の解体もかなり進みその経験は共有化されている。我が国もこれらの国々との技術交流を進めるとともに独自の開発戦略を構築することが望まれる。

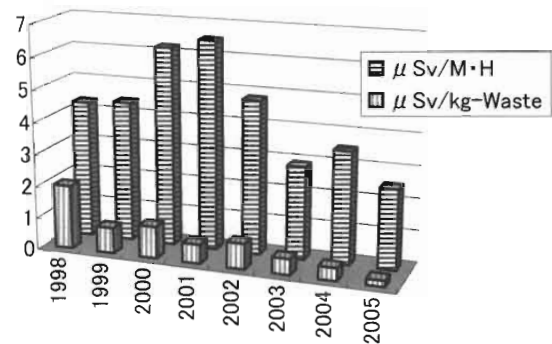


図 UP1の廃止措置における「人・時間」及び廃棄物1kg当たりの被ばく量の推移

#### 参考文献

- 1) J.L.Garcia, et.al., "Cleaning and dismantling of UP1 reprocessing plant on CEA Marcoule site: Lesson learned," Internl. Conf on lesson learned from the decommissioning of nuclear facilities and the safe termination of nuclear activities, IAEA-CN-143/75 Athen/Greece. Dec. 2006.
- 2) P.H.CHANY, et.al., "Decommissioning Programm at the Cogema-Marcoule site/Current Status of Final Shutdown Operation in the UP1 Plan," Safewaste 2000, Montpellier/France Oct. 2000.

## デコミッションング分野での現場における放射線測定技術の最近の動向と展望

特別参与 石黒 秀治

デコミッションングの様々な段階で放射線の現場測定は必要不可欠である。この小論では、フランスにおける最近の経験より引き出された動向について報告する。これらの中には、ガンマ・イメージング、ガンマ・スペクトロメトリー及び計算コードが含まれる。ガンマ・イメージング技術は、フランスでの多くのデコミッションング計画ではここ10年あまりの間に利用されている。ガンマ・スペクトロメトリーについては、最初に、通常デコミッションングでの要求、特に高線量場での測定に適合するコンパクトなCd Zn Te検出器、高分解能を有するガンマ・スペクトロメトリー技術によるコンクリートの低レベル放射能測定についても評価する。本小論の最後に、これらの分野での特定される技術上の要求にも触れる。

### 1. 序論

現場での放射線測定はデコミッションングの様々な段階で必要不可欠である。デコミッションングに先立ち、判断のためにしっかりしたベース無しで正しい活動計画を描くことは困難である。不十分な放射線データは、一般的にはよりコスト増に繋がる原因となることは経験の示すところである。

特に表面汚染、線量率さらにガンマ・スペクトロメトリーのための放射線測定装置は今日では、広く商業ベースで利用可能である。この装置類は長期間にわたり、放射線防護や廃棄物管理目的のための市場として広まっている。

この小論はデコミッションングの現場での放射線測定に関する最近の成果としてガンマ・イメージング、Cd Zn Teガンマ・スペクトロスコーピー、低レベル高分解能ガンマ・スペクトロメトリー及びユーザーフレンドリーな計算コードについて言及する。また、装置及び性能について、現場での経験を通じて得られた知見を踏まえて報告する。

### 2. ガンマ・イメージング

ガンマ・イメージングは放射線源やホットスポットの迅速な位置決めのために設計されたものである。この技術は比較的新しいものである。最初の試作品が1990年代に主にデコミッションング分野での適応のために開発された。主な要求はコンパクトなユニットを生産することであり、CEAは最初はガンマ・イメージングと対応する可視映像を重ね合わせが可能なピンホール型ガンマカメラの開発に集中した。Cartogamガンマカメラと呼ばれる工業製品は2000年に実用可能となった。

Cs-137の点線源による測定では動作範囲は $0.1 \mu\text{Gyh}$ から約 $5 \text{Gyh}$ までにわたっている。ガンマカメラは数十 $\text{Gyh}$ までの周辺線量率で使用可能なことが経験上判明してきた。このカメラは、Denalコリメーターと $2 \text{cm}$ 厚の円周遮蔽で保護されている。

データ習得時間はカメラの配置や線量率による。通常は10秒から数分の間である。低レベルイメージング ( $1 \mu\text{Gyh}$ 以下) では数分の測定が必要となる。

主目的である放射能分布の位置決めに加え

て、ガンマカメラは視野内の放射線源による線量率を評価するため使用される。信号は線源に対応する領域の積算値を測定時間で除して求められる。このことは、既知の放射線エネルギーとシステムの照射に基づく実務上の校正が必要である。さらに対象からの非散乱線のみが入射するため、線量率は線源とカメラの間に厚い遮蔽がある場合には過小評価となる。関連する不確かさは許容可能な±30%以下である。拡張線源については、線量率の値は今だ確認段階であるが、最近の結果では大きく進展している。

ここ数年の間に、ガンマ・イメージングは多くの核燃料サイクル施設で様々な目的で、だんだんと利用されるようになった。

- ・デコミッションing実施前あるいは実施中のセルの放射能インベントリや個々の分布を習得するため。
- ・周辺線量に有意に寄与するホットスポットを特定することによる、放射線防護を最適化するため。
- ・廃棄物の放射線状況に関する情報を増大するため。

ガンマカメラは廃棄物モニタリングのために設計されたものではないが、実験では廃棄物のガンマ・イメージングは有効であることが示されている。コンパクトなガンマ・イメージング装置は、大きくてかさばる装置など不要であり、分類分けする必要のある放射性廃棄物が存在するようなエリアではこの技術は大変関心がある。

ガンマ・イメージングの有効性はすでに証明済みではあるが、今後解決すべき課題も残されている。

- 一般的には150,000ユーロを超える装置の価格
- 熟練した操作員が必要
- ガンマ・イメージングは視野外の強い放射線の影響を受ける
- 感度がサイト開放時や低レベル野外モ

ニタリングのような低レベル測定に十分対応しきれない。

### 3. ガンマ・スペクトロメトリー

#### 3.1 Cd Zn Te検出器

ガンマ・スペクトロメトリーに関する最近の動向は、室温での動作可能な半導体結晶であるコンパクトなCd Zn Te検出器の使用である。この検出器はアクセスが困難あるいは混雑した場所でのスペクトルを入手するため従来の計測装置が利用可能である。1998年以来、CEAは種々の環境下、例えば再処理工場のセル内、原子炉（主に放射化生成物）及び廃棄物モニタリング（Am-241/Cs-137比）でこの検出器の使用を広く認めている。水中での使用も成功裡に実施されている。

工業利用検出器は今日では、0.5mm<sup>3</sup>から1500cm<sup>3</sup>での範囲で利用可能である。最も小さい検出器は10Gyh（Cs-137）の放射線場で使用可能である。逆に最も大きな結晶では1μGyh（Cs-137）程度の低レベル放射能測定が適応可能である。経験上、これらの検出器はデコミッションingに関して多くの要件に合致していることが判明した。

- 汚染エリアで十分利用可能である。
- コンパクトな装置であるため、適当なサイズと重量の簡便なコリメーターが装備されている。
- 冷却材が不要である。
- 満足できる分解能を有している（一般的には、662keVで2keV以下である）。最高の分解能は最も小さな結晶で662keVで1.5%以下であり注目される。

満足すべき分解能にも拘らず、Cd Zn Te検出器の使用は多くの困難を伴っている。ピークが歪むため、注意深いスペクトル解析が必要である。結果の不確か性は有意に高い。さらに自動スペクトル検出と解析は信頼できるものとはみなせずそれ故適切ではない。

### 3.2 低レベルガンマススペクトロメトリー

大容量のコンクリート表面や土壌は低レベル測定のとときにガンマススペクトロメトリーが利用される。高分解能のGeガンマススペクトロメトリーはコンクリート壁の放射線状況を管理するため成功裡に使用されている。目的は従来の作業室の分類、すなわち人工的な放射能が検出されないことを確認することである。

この目的のため、高純度Ge (40%効率)が選択された。壁から  $d$  m離れたとき  $(2d)^2$  のエリアをモニターするために、特殊なコリメーターを設計した。3分の測定時間で、検出限界は人工的  $\gamma$  放出核種であるCs-137及びCo-60に対して十分低い0.1Bq/g以下である。当然  $\gamma$  放出核種と非  $\gamma$  核種の比が既知であることが前提である。

測定データと壁の放射能への変換は以下の仮定に基づいて行われる。

一残留放射能は、このケースの場合2 cmの既知の深さ内では、均一の分布しているものと仮定する。これは、同じ深さ内でより現実的に指数関数的に減衰する場合に比較して過大評価となる。残留しているホットスポットは、800Bqの検出限界を有する表面汚染サーベイメータを用いて管理区域エリアをサーベイし除去されることに注意すべきである。

一検出信号は、コリメータにより  $(2d)^2$  のエリア内に放出されたと見なされる。これもまた結果は過大評価となる。

コリメートされていない測定も実施した。この場合、明らかに過大評価になるコリメートありの測定と同一の方法でスペクトル解析された。この方式は原子炉建屋内で5000m<sup>2</sup>以上のコンクリート壁の場合、非常に効果的である。ほかのデコミッション計画においてもだんだんと応用されるようになるであろう。

### 4. 計算コード

計算コードと放射線測定は長年にわたりうまく連携していた。現場での放射線測定の解釈には、モデル化された測定配置、線源配置、遮蔽条件及び検出器の位置が必要となる。

一般的には単位量 ( $1 \text{ Bq/cm}^2$  あるいは  $1 \text{ Bq/cm}^3$ ) として放射能を割り付けることにより、コードが測定点での線量率またはフラックス密度を計算する。測定コンポーネントからの実際の放射能は単純比例計算により決定される。言い換えると、標準線源が計算により置き換えられる、それゆえ、数的校正である。この方法は、最近非均一な汚染（または放射化）コンポーネントにも適用されるようになってきた。

ユーザーフレンドリーなガンマ線モデルコードが最近3D環境下作業員（または測定装置）の受ける線量を評価するために開発された。これは、線量率測定のような従来の測定装置あるいはガンマ・イメージングのような新たに開発された技術を適用しながら、定義されるべき3D放射線モデルが必要となる。このモデルの有効性は周辺線量率測定のような簡単な手段を用いて評価される。

この傾向の結果として、ユーザーフレンドリーなソフトがデコミッション計画の分野でさらに広く利用されるようになるだろう。計算コードがだんだんと一般化してはいるが、依然としていまだ熟練した操作員は必要である

### 5. 必要性

上記において、放射線測定分野における最近の主要な進展の幾つかを概説した。これのなかの幾つかは既に工業化の段階に達している。ガンマカメラはすでに商業ベースで利用可能なことから、ガンマ・イメージングのケースはこれに相当するものである。低レベルガンマ・スペクトロメトリーもまた、特定の会社等で幅広く使用されている。しかしこ



の分野での技術開発は今も進行中でありいまだ取り組むべき必要性も残されている。

—ガンマ・イメージングについては、主要な開発目標は、感度の向上でありカメラのサイズの縮小とともにバックグラウンドの削減である。コード化されたガンマカメラは現在試験段階であるが、最近公表された試作機は、この分野での技術上のブレークスルーとなるかもしれない。

—Cd Zn Teガンマ・スペクトロメトリーは、デコミッションあるいは放射線防護の分野で徐々に一般的になりつつあるが、自動化されたスペクトル解析処理は十分に信頼できる域に達してなく、今後とも検討されるべきテーマである。最近La Br<sub>3</sub>及びLa Cl<sub>3</sub>などの新しいシンチレーション材が登場した。これらの新材料のデコミッション分野での適合性が検討されるだろう。

—主にガンマ線に関する3次元インターフェース付きの計算コードに関する最近の動向は、明らかに発展途上である。さらに双方向で正確なシステムがバーチャルリアリティ技術を応用して開発されるかもしれない。しかしこれもまた、放射線状況(線源位置及び放射能)が信頼できる結果を得るために必要である。

—リモート・アルファ・イメージングはここ数年の間にその可能性が提示された。アルファ放射線下での窒素のUV蛍光に基づく試作タイプが設計された。研究所での試験及び現場テストが成功裡に実施された。この技術はグローブボックスのようなアルファ汚染されたエリアでのデコミッションに大きな関心事である。しかしながら、この技術はときには困難な完全な遮光が必要を必要とする。この厳しい制限は将来緩和されるだろう。

—汚染または放射化されたコンクリート壁を処理しなければならない時に、汚染の

浸透深度についての知見が必要となる。

これはドリルで採取する試料が必要となり、コストや時間の要するラボ分析を必要とする。この分野では、非破壊技術が経済的な代替となる。Cs-137で汚染された土壤中に興味深い成果が得られた。コンクリートに関して、幾つかの試みはあるものの、現在適応可能な信頼できる非破壊技術がない。多くの原子力施設での大量の汚染あるいは放射化されたコンクリートについては、将来更なる調査研究が必要だろう。

## 6. 結論

フランスでは、最初のデコミッション事業で放射線測定に関する新たな技術上の必要、ホットスポットの位置決め、コンパクトで安価な装置、広範囲なエリアをモニターが可能なこと等が顕在化してきた。さらに計算コードが現場での放射線測定と密接に関連しながら、ユーザーフレンドリーなソフトに対する必要性が高まってきた。

ECによれば、今後20年以上にわたって、少なくとも、200以上の施設がデコミッションされるとしている。デコミッション技術に関する情報交換は拡大されるべきである。

## 参考文献

C.Le.Goaller, et,al., " In-situ nuclear measurement for decommissioning : recent trends and needs," IAEA-CN-143/19, 2006.

# 中国における放射性廃棄物管理の現状

東海事務所 石川 広範

中国では、原子力開発を開始してから50年以上が経過し、原子力発電の運転を開始してから15年以上過ぎている。今後、原子力施設の運転廃棄物や解体廃棄物等により、多量の放射性廃棄物の発生が予想される。効率的な廃棄物管理の確立、法規制の整備、放射性廃棄物処分場の改善等を行い、環境の保全と原子力産業の健全な発展を目指し努力している中国の放射性廃棄物管理の現状を紹介する<sup>1)</sup>。

## 1. 法規制

中国の放射性廃棄物管理に関する法規制は、以下の4つの規則等で管理されている。

- ① 国の法律 (National Laws) : 全民代の常務委員会で決定する法律で、放射性廃棄物の管理体制、原子力産業の発展、原子力技術の開発、原子力施設従事者及び公衆の安全、環境の保護等に関する国の基本的な法律である。
- ② 省の管理規則 (Administration regulations) : 省政府が発行する規則で、原子力施設及び放射性物質の安全管理を目的とした規則で、行政や施設運転者の責務等についても規制している。
- ③ 地方自治体の規則 (Department regulations) : 地方自治体が発行する規則で、法律や規則を厳守させるため、詳細に順守すべき事項やその実施方法等について定めている。
- ④ 技術基準 (Technical standards) : 国家基準、通商基準、地域基準、事業者基準等で構成されており、技術基準、品質管理、検査基準等について規制している。

## 2. 放射性廃棄物管理の現状

放射性物質管理に関する政策、放射性廃棄物発生元、発生廃棄物量等は以下のとおりである。

- ① 放射性廃棄物管理政策 :
  - ・放射性物質を発生する企業は、放射性廃棄物の処理処分費用を負担する。
  - ・永久停止する放射性物質取扱い施設については即時解体を適用し、大規模な原子炉施設については遅延解体を適用する。
  - ・放射性廃棄物の発生を最小限にするよう適切な処理を行う。
  - ・低・中レベル放射性廃棄物の処分については浅地中処分を、高レベル放射性廃棄物については深地層処分を適用する。
- ② 放射性廃棄物の主要な発生元は、老年期の原子力施設にある残存廃棄物及び解体廃棄物、原子力発電所、研究用原子力施設等である。
  - ・老年期の原子力施設 : 古い原子力施設には大量の放射性液体廃棄物 (数十万 $m^3$ ) や放射性固体廃棄物が残存している。多くの施設がその寿命を迎えており、近い将来、解体を行う必要があり多量の放射性廃棄物を発生することになる。

- ・原子力発電所：原子力発電所の運転は1980年代から開始し、現在9基(6,500MWe)が運転を行っており、2基(2,000MWe)が試験運転中で、数基が建設中である。2020年までに発電量は、40,000MWeに達すると見込まれている。運転で発生する放射性液体廃棄物は、速やかに固化処理されている。発電所からは、既に4,000m<sup>3</sup>の低・中レベルの放射性廃棄物が発生している。
- ・研究用施設：原子力研究所や大学等から放射性液体廃棄物が4,000m<sup>3</sup>(2,000m<sup>3</sup>が低レベル廃棄物、2,000m<sup>3</sup>が中レベル廃棄物)、固体廃棄物が7,000m<sup>3</sup>発生している。
- ・その他の施設：ウラン鉱山やウラン製錬等で1億トンの廃棄物が発生している。また、2004年に実施された調査では、12,000の事業所で142,773個のRI線源を所有しており、その内35,393個は使用済みRI線源として貯蔵施設に保管されているが、30,613個の使用済みRI線源は貯蔵施設には保管されていない。残りの76,767個は使用中である。

### 3. 放射性廃棄物管理の現状

放射性気体廃棄物、液体廃棄物及び固体廃棄物の管理の現状は、以下の通りである。

- ① 放射性気体廃棄物：原子力施設の運転や解体で発生する気体廃棄物は、タンクに貯留し崩壊により減衰させフィルターを通し、基準値以下であることを確認し大気中に放出している。
- ② 放射性液体廃棄物：通常は、蒸発装置やイオン交換樹脂を使用し処理しており、放出基準値以下の廃液は放出している。濃縮された廃液は、高レベル、中レベル及び低レベルに分類したのち固化処理を行って

る。現在、これら廃液処理に関する新しい技術開発を進めている。

- ・高レベル廃液については、ガラス固化試験装置によるコールド試験が終了し、四川省にガラス固化プラントの建設を計画している。
  - ・中レベル廃液については、Hydraulic fracturing facility(高圧で岩盤に割目を入れ廃液を注入する方式)でのフィジビリティ試験が終了し、政府の承認が得られたら中レベル廃液処理用の施設を建設する予定である。また、2007年には、処理能力1,200m<sup>3</sup>/年のセメント固化施設が運転を開始する予定である。
  - ・低レベル廃液については、アスファルト固化施設やセメント固化施設が使用されている。また、低レベル廃液処理用の焼却施設が建設中である。
- ③ 放射性固体廃棄物
- ・低レベル金属廃棄物：甘粛省(Gansu)に金属溶融施設を建設しており2008年から運転を開始する計画である。四川省(Sichuan)にも金属溶融施設を建設し、2009年から運転を開始する計画である。
  - ・可燃性低レベル廃棄物：可燃性低レベル廃棄物処理用の焼却設備が2基運転されている。処理能力約25kg/hの焼却設備を2007年に四川省に建設する計画である。
  - ・圧縮可能な低・中レベル廃棄物：超高圧圧縮装置が一台運転中である。発電所や原子力施設では、簡単に圧縮できる固体廃棄物を対象にした圧縮装置が使用されている。
  - ・使用済み樹脂：発電所や研究所では、セメント固化を実施している。
  - ・使用済みRI線源：幾つかの貯蔵施設に保管している。これら使用済みRI線源は回収され処分場に一括処分される。

#### 4. 原子力施設の解体

大連(Dalian)研究所の放射化学研究施設や天津(Tianjin)大学の原子化学研究施設の解体が終了している。将来、研究炉、原子力施設、軍事用施設等多くの施設を解体する必要がある。

ウラン鉱山や製錬所から発生した放射性廃棄物は、シーリング、隔離、キャッピング、植樹、埋戻し等により修復する。2005年までに閉鎖された施設は2020年までに修復する計画である。2005年以降に閉鎖された施設については、停止後すぐに修復措置を行うとのことである。

#### 5. 放射性廃棄物処分の現状

- ① 低・中レベル放射性廃棄物：処分容量60,000m<sup>3</sup>を有する西北処分場(甘粛省)は、第1段階の20,000m<sup>3</sup>までの施設が完了し、供用を開始している。  
広東省の北龍(Beilong)処分場では、第1段階として8,800m<sup>3</sup>容量を持つ8つの貯蔵室の建設が終了している。中国の南西部にも処分場建設する予定で設計を進めている。
- ② 極低レベル放射性廃棄物：四川省及び甘粛省に極低レベル放射性廃棄物処分場を建設する計画でその設計が進められている。
- ③ 高レベル放射性固体廃棄物：1985年から高レベル放射性固体廃棄物の調査を進めており、甘粛省の北山地区(Beishan)が第1候補地になっている。地層調査が終了し、サイト評価が完了したので、処分場の設計が進められることになるであろう。
- ④ ウラン鉱山及び製錬所廃棄物：大量に発生するこれら廃棄物は、一般的には現場にて処分されることになる。

#### 6. 国際協力

ドイツと協定を結び、高レベル廃棄物をア

スファルト固化するための試験用施設の設計と建設を行い、コールドでの試験運転を行い成功している。

フランスとは、原子力施設の解体技術と放射性廃棄物処理に関する共同研究を実施している。

WIPP等での深地層処分についての経験と知見を有する米国と、深地層処分に関する共同研究を進めている。

韓国とは、解体と放射線管理の分野で協力し合うことで同意がなされている。

#### 7. 今後の計画

廃液の固化技術、高レベル廃棄物及び $\alpha$ 線放出廃棄物の処理処分及び大規模な原子力施設の解体に重点を置いて計画を進めて行く方針である。



低・中レベル廃棄物用西北処分場



低・中レベル廃棄物用北龍処分場

#### 参考資料

- 1) Li Jinying, "Radioactive Management in China: Current Status," 8<sup>th</sup>. International Symposium, KONTEC 2007.

## 総務部から

### 1. 理事会及び評議員会の開催

第55回評議員会及び第61回理事会が平成19年6月27日(水)に当センターにおいて開催され、平成18年度事業報告及び決算報告並びに役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。

#### ○理事

新任（7月1日付）

福田 勝男

退任（6月30日付）

吉田 清



### 2. 人事異動

#### ○職員等

採用（4月1日付）

参事 兼 東海事務所長代理 兼 技術開発部長

兼 企画部

池田 諭志

特別参与（前常務理事）

石黒 秀治

異動（4月1日付）

解兼務（特別参与 兼 東海事務所長）

前田 充

兼 東海事務所長（専務理事）

吉田 清

解兼務（技術開発部部长兼企画部）

安念 外典

総務部課長 兼 企画部 兼 立地推進部

（企画部グループリーダー 兼 立地推進部）

新保 幸夫

異動（6月30日付）

解兼務（東海事務所長）

青田 清

異動（7月1日付）

兼 東海事務所長

福田 勝男

## ご案内

### 第19回 「報告と講演の会」

— 原子力研究のWaste Managementの確立を目指して —

当センター主催にて第19回「報告と講演の会」を平成19年11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をさせて頂くとともに、特別講演を予定しておりますので、皆様奮ってのご来場を心よりお待ち申し上げます。

開催日時：平成19年11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）

### 第1回「関西地区原子力施設デコミッションング 技術講座（仮称）」について

この度関西地区において「原子力施設デコミッションング技術講座」を開催することになりました。第1回の講座を西地区を対象として、下記の日時及び開催場所を予定しております。

講座のプログラムにつきましては、追って会誌・会報・ホームページ等を通してご案内させていただきます。

開催日時：平成19年11月2日(金) (13:00～17:30)

開催場所：大阪科学技術センター  
大阪市靱本町1-8-4

©RANDECニュース 第73号

発行日：平成19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

Fax. 029-287-0022

ホームページ：<http://www.randec.or.jp>

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