

RANDEC

Dec.2006 No.71

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



研究所等の放射性廃棄物の 処理・処分の実現に向けて

社団法人 日本電機工業会

専務理事 早野 敏美

最近行われた米国の中間選挙では、民主党が議会の過半数を制する結果となりました。この民主党のシンクタンクProgressive Policy Instituteが、“A Progressive Energy Platform”というエネルギーに関する政策提言をこの10月に発表しましたが、その中で“expand nuclear power”と原子力発電の推進を謳っています。これまで原子力推進の共和党に対し、民主党は慎重な立場をとってきましたが、その民主党が原子力発電の推進を明確にしたということは、米国においては「原子力発電は必要なもの」という認識が定着してきている結果と思います。

アメリカをはじめ、イギリスなど長年に亘り新規の原子力発電所の建設が停滞してきた世界の主要国が、原子力発電の有用性に新たな評価を与え、積極的にこれを推進しようという動きが鮮明になってきました。持続的なエネルギー確保と地球温暖化防止を両立させるには基幹電源としての原子力発電が必要であるという認識は、世界的にも改めて浸透しつつあるものと思います。

ところで、最近是一般消費財の廃棄物や産業廃棄物の処分が大きな社会問題になっていますが、原子力の平和利用においては、昔から原子力施設の建設、運転だけでなく、バック

クエンド（廃棄物処分、解体廃止措置）も含めてトータルに管理する考え方で取組まれてきました。今後、世界的に原子力発電に対する重要性が高くなれば、当然、バックエンドの重要性もますます高まってくるものと思われる。

私共メーカは、我が国の原子力利用の創成期から原子力に関する研究開発に取り組んできました。その結果として研究所等に放射性廃棄物を保管・管理しておりますが、その廃棄物の処分は長年の懸案となっていました。今年9月に文部科学省の委員会において「RI・研究所等廃棄物(浅地中処分相当)処分の実現に向けた取り組みについて」が纏まり、ようやく、その処分方針が決まりました。研究所等の廃棄物は多種の核種が多様な形態で保管されているという特徴があり、その処理・処分の実施に向けては、今後、廃棄物のデータベース作り、処理・処分の方法などで解決すべき課題があります。これらの検討において主要な役割を果たしてこられたRANDECが、今後ともより一層のリーダーシップを発揮され、研究所等の廃棄物の処理・処分の実現に向けた取り組みが進むことを期待しております。

以上

RANDECニュース目次

第71号 (2006年 12月)

巻頭言 研究所等の放射性廃棄物の処理・処分の実現に向けて … 社団法人 日本電機工業会
専務理事 早野 敏美

第18回報告と講演の会の開催 1

RANDEC事業に関する近況報告

1. サイト条件を考慮した処分場の概念設計 3
技術開発部
2. カザフスタンの高速炉BN-350の廃止措置専門家を迎えて 3
技術開発部
3. 核種分離・核変換技術に関する調査 4
技術開発部
4. 処分場立地に係るアプローチ研究より (1) 7
立地推進部

海外出張報告

- ・ TOPSEAL2006国際会議に参加して 10
宮坂 靖彦、中山 富佐雄

海外技術情報

- ・ 米国のフェルナルドサイトのクリーンアップについて 12
宮本 喜晟
- ・ Studsvik研究所における廃止措置活動と建物無拘束解放の現状 15
榎戸 裕二
- ・ 低レベル及び混合廃棄物の処理処分に関するDOEの国家戦略 18
石黒 秀治
- ・ 米国・世界最大規模の廃棄物処理施設を建設 23
石川 広範

RANDEC委員会報告 26

総務部から 26

第18回 報告と講演の会の開催

総務部

去る10月5日（木）に東京都港区赤坂の三会堂ビル石垣記念ホールにおいて第18回「報告と講演の会」が開催されました。

はじめに菊池理事長より、RANDECの日頃の業務活動へのご協力に対する謝辞とともに原子力施設デコミッション及びRI・研究所等廃棄物処分の両事業の推進に、日本原子力研究開発機構をはじめ関係機関と連携して引続き重要な役割を果たしていきたいと挨拶しました。

続いて、来賓としてご出席いただいた文部科学省研究開発局原子力計画課放射性廃棄物企画室長の須藤憲司様からご挨拶を頂戴しました。

引続き特別講演に移り、東京工業大学教授の鳥井弘之先生から「安全・安心社会を考える」と題してご講演をいただきました。安全社会は継続的な社会的リスクの低減が要件であり、安全のPDCAサイクル（Plan・Do・Check・Action）があらゆる分野で健全に機能することによってその構築が可能となるが、社会の安全と個人の安全は別物であり、安心は社会的リスクよりも個人的リスクの認識に関わる側面が強い。安心社会とは、人々が個人的リスクを合理的に認識、評価し、リ



特別講演 東京工業大学教授

鳥井 弘之 様

スクの低減を図ることができる社会であり、安心社会構築の鍵は市民の知的水準にある。市民の科学技術リテラシー即ちリスクの適切な評価のための合理的議論や思考ができる市民、自己責任によるリスクの低減が可能な自覚した市民の育成がこれを支援する仕組みと相俟って極めて重要となる。そしてこのような市民による安全サイクルへの参加が安全・安心社会実現の道である。原子力に対する不安の解消のためにも科学技術リテラシーの構築が特に重要とのお話しに、参加者一同最後まで熱心に耳を傾けていました。

休憩の後、RANDECの事業報告に移り、はじめに石黒常務理事より総括事業報告として、原子力施設のデコミッションに関する試験研究、調査及び技術・情報の提供等の各事業とRI・研究所等廃棄物処分地の立地等処理処分に関する調査並びにこれらの業務に関する普及啓発等の取組みについて、それぞれ平成17年度における事業の成果と平成18年度の事業概要を報告しました。

続いてテーマ事業報告に移り、文部科学省からの委託事業より、技術開発部の浅見参事が、「解体廃棄物リサイクル技術開発－資源



菊池理事長 挨拶

の有効利用に向けて」と題して、原子力施設解体に伴って発生する金属廃棄物をドラム缶等に再利用するリサイクルシステムの技術開発及びこれら再利用の合理化検討に有効な支援ツールとなるリサイクルプロセス統合評価システム（RECOSTE II）の開発について報告を行いました。

また、千田企画部長から「大学・民間の研究炉及び使用施設事業所における放射性廃棄物の現状と集荷・保管事業化に向けた取組み」と題し、大学、民間の事業所から発生する研究所等廃棄物の物量等の現状やこれらを踏まえた今後の課題、要望等のとりまとめ及び連絡会を設立して検討を開始した廃棄物の集

荷・保管事業化に向けた取組み等の状況について報告を行いました。さらに立地推進部の石堂参事より、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の取組みに関し、「立地アプローチ最近の考え方」と題して、公表周知、対話検討及び意思決定の3段階からなる住民参加を重視した立地アプローチの検討例について報告が行われました。

当日は、生憎の雨模様にもかかわらず多数の皆様のご参加をいただきました。行き届かぬ点多々あったことと存じますが、ここにお詫びとともにあらためて厚くお礼を申し上げます。



報告と講演の会 開催風景

RANDEC事業に関する近況報告

1. サイト条件を考慮した処分場の概念設計

技術開発部

RI・研究所等廃棄物処分事業について、RANDECは立地調査活動を進めるとともに、処分場の施設設計を実施してきている。その中で、処分場の立地場所の条件が処分場の施設の概念設計に影響を与えるため、地質環境条件の異なる複数のモデルサイトを想定し、建設費を比較検討した。

具体的ステップとして、

- ①地形や地質条件等を考慮したモデルサイト設定
- ②モデルサイトごとの施設設備の概念設計
- ③モデルサイトごとの設計・安全評価上の課題とコストへの影響項目の整理

を行い、処分場の基本設計の基礎資料として役立てることを目的として実施した。

基本的立地条件に係る技術的要件として、原子力安全委員会の定める「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」を参照した。

モデルサイトとして標高数百mで地下水面

深度が数10 m程度と想定される低起伏山地・丘陵立地（モデルサイトA）、比較的平坦な河岸段丘立地（モデルサイトB）、岩盤が砂岩または凝灰岩等の軟石地盤の海岸段丘・低地立地（モデルサイトC）の、条件の異なる3モデルサイトを設定した。それぞれの条件下でコンクリート埋設施設及びトレンチ埋設施設を含む処分場の概念設計とコスト比較を行った。

サイト条件の違いは主にコンクリート埋設施設及びトレンチ埋設施設に影響を与え、各モデルサイトの概略コストを比較すると、モデルサイトAに比較して、Bサイトでは約1割、Cサイトでは約2～3割削減可能との結果を得た。

予備的な検討ではあるが、処分場のサイト条件、特に地下水流動状況及び地質データの把握が重要であるとの知見を得た。

今後はサイト条件を考慮しつつ施設設計を進める予定である

2. カザフスタンの高速炉BN-350の廃止措置専門家を迎えて

技術開発部

平成18年度から開始している「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」事業では、海外の高速炉の廃止措置に係るデータをもとに開発を進めることになっている。このため、現在廃止措置を進めているカザフスタンの高速炉BN-350の専門家を招聘し（10月9日～10月12日）、情報交換を実施した。

カザフスタンからの来日者は、カザフスタン原子力委員会（KAEC）廃止措置評価グループ長のS. Shiganakov氏とBN-350施設所有者の国営企業カザトムプロム社の傘下である

MAEC（マンギシュラーク原子力エネルギーコンプレックス）の主任技師A. Rovneiko氏である。KAECは、政府機関であるエネルギー・鉱物資源省傘下で原子力規制の監督等を行っ

ているほか、BN-350のデコミ事業の監督も実施している。MAECは、デコミ事業の専門家評価や品質保証をKAECとの契約下で行っている。カザフスタンは、世界第2位のウラン埋蔵量を有し、日本の企業はウランの購入や鉱床開発を進めようとしている。8月末には、小泉前首相が日本の首相として初めて訪問し協力関係を約束した。

10月10日、第1回「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」(委員長:堀池大阪大学教授)の開催に合わせて、委員とカザフスタン専門家2名による専門家会議を行った。

翌日、カザフスタンの専門家は、原子力機構のご協力により東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所の廃棄物処理関連施設を訪問し、現地の専門家と討論した。彼らは最新の日本の高度な設備に感激していた。



後列:左側より、青山委員、植田委員、石川委員、石黒常務理事 (RANDEC)、鳥居委員、宮本 (RANDEC)、福村 (RANDEC)、佐々木氏 (ARTECH)、杉田氏 (SSL)、横堀氏 (ARTECH)、長谷川氏 (JAEA)

前列:左側より、田辺委員、助川委員、堀池委員長、Mr. Shiganakov、Mr.Rovneikov

3. 核種分離・核変換技術に関する調査

技術開発部

高レベル放射性廃棄物の資源利用と廃棄物処分に伴う環境負荷の低減を目標にして、核種分離・核変換技術 (P-T技術) に関する研究が長年にわたって世界的な規模で行われてきた。その研究開発の歴史は古く、基本概念はBNLのM.Steinbergらによって既に1964年提唱されている。我が国においても、1973年原産フォーラムにおいて研究開発の必要性が示され、旧日本原子力研究所において本格的な実験研究が開始されている。以来、長年の取り組みにより新しい知見が数多く蓄積されてきたが、近年に至り、その意義が見直され、関心が急速に高まっている。即ち、我が国における大強度陽子加速器施設計画 (J-PARC計画)、FBRサイクル実用化戦略調査研

究において主要研究テーマとして取り上げられている。世界的にもGNEP、INPRO等において同様の概念が目標の一つに取り上げられている。このような背景を踏まえ、(財)新技術振興渡辺記念会の調査研究助成を受けて、P-T技術について、技術の概要、研究開発の現状、技術の意義、実用化上の課題と実用化の見通し等について調査を行った。

調査は、これまでP-T関連研究に携わってきた日本原子力研究開発機構、特に旧日本原子力研究所の現役研究者及びOB研究者の指導と協力を得ながら進めた。分離、燃料、核変換の要素技術及びP-Tシステムについて調査・整理した後、国内外における研究開発の現状及び動向、及びP-T技術の意義についても調査・分析した。また、主として、加速器駆動システム(ADS)を中心とする階層型燃料サイクルを念頭に、実用化上の課題とその分析(課題克服の見通し)について専門家の意見をとりまとめ、研究開発の進め方に関する提言をまとめた。

1. 核種分離・核変換技術の概要

核変換システムとして、①発電用高速炉において行う先進的高速炉リサイクルシステムと、②軽水炉、高速炉を含む発電炉用システムとは別の核変換専用のシステムにおいて行う階層型燃料サイクルの二つの概念が提案されている。

核種分離の主な対象は、長寿命のマイナーアクチニド元素(MA)及び核分裂生成物(LLFP)並びに発熱性の核分裂生成物であり、高レベル廃液に対する湿式分離技術、使用済燃料に対するPurex改良技術及びPurex法以外の湿式再処理技術、また核変換後の使用済燃料等に対しては乾式分離技術について研究開発が行われている。核変換燃料として酸化物、金属、窒化物等が検討されており、高MA添加率の燃料の他、新たなMA生成を抑制するイナータマトリックス燃料、LLFPの核変換のためのターゲット燃料のような新たな燃料概念についても研究開発が行われている。

2. 研究開発の現状と動向

P-T研究への関心、研究層は世界的規模で確実に増加している。技術に対する認識は、15年程前の消極的な受け止め方から、より積極的な評価に変わってきている。また、前述のように、新たなエネルギー政策や巨大科学計画において主要な研究開発目標として取り上げられている。

しかし研究開発の進捗度は分野間で不均衡である。核変換や核変換燃料の研究に比べ核種分離の研究はより進んでいるが、湿式技術を中心としたMA分離プロセスの研究が大半を占めている。核変換におけるFBRとADSに関する研究開発は、前者がエネルギー源としてのFBR実用化を目指した取り組みの一環として進められているのに対し、後者は基礎基盤的な取組だがより理想的なP-T技術の実用化を目標に進められている。核変換燃料研究を進める上でのネックとしてMA燃料科学の基礎データ及び照射実績の不足が指摘されている。核変換燃料のリサイクルは不可欠であるにも関わらず燃料サイクルに関する研究は必ずしも充分とは言えない。

3. 核種分離・核変換技術の意義・効果

P-T技術全般に対して、①地層処分に関する意義、②バックエンドオプション多様化等のその他の技術的意義及び③放射性廃棄物処分に係る倫理的・社会的意義などに大別される多くの期待が示されている。①には廃棄物量の削減、潜在的放射能毒性の低下と毒性継続時間の短縮化、被ばく線量や被ばくリスク低減の可能性等が含まれる。最近では、発熱性のSrやCsの分離による処分場面積の有効利用や処分場利用期間の延長効果を強調する意見も多くなっている。

なお、MAのリサイクルによる資源節約効

果は1%程度に留まる。一方、経済的影響については、発電コストの増加は数%程度に留まるとする試算結果があり、また発電用高速炉での核変換シナリオと階層型サイクルでのADS核変換シナリオとの比較では両者の発電コストの差は小さく、更にワンスルーやプルサーマルに比べても大きな遜色はないとするOECD/NEAの検討結果がある。

4. 階層型燃料サイクルの実用化のための課題と見通し

ADSを中核とする階層型燃料サイクルは多くの優れた特徴を有する。ADSは核変換専用のシステムであるために、核変換特性に優れ、燃料中MA含有量を高く設定することで熱出力当たりの核変換量を大きくできる。階層型燃料サイクルではMA等を限定されたシステム内だけで取り扱うため、経済性等、発電システムとしての要求や要件変動に対しより柔軟に対応でき、またMA等が多数の炉や燃料サイクル内に拡散することがないために、燃料及び廃棄物管理、安全確保、核拡散防止等の観点からも多くの利点が期待され、INPRO、GNEP等とも共通するねらいを持った優れたアイデアと考えられる。しかし、実用化までの課題も決して少なくない。以下に主要な課題について述べる。

高レベル廃液や酸化燃料からの分離については、回収率、除染係数、溶媒の α 線損傷、抽出容量の大きな抽出剤の開発等の課題はあるが、基本的に湿式法により克服可能であり、最大の課題は経済性を念頭においた分離システムの最適化である。乾式分離法は、溶媒損傷、臨界管理等の面で湿式法にない特徴を有しているが、主分離工程を中心とする基礎研究段階にとどまっており、実用性を評価するにはデータや実績が不足している。

ADSは、加速器と未臨界原子炉を結合させる革新的な原子力システムであり、加速器、核破碎ターゲット、未臨界炉心等に係る技術

課題克服の他、安全性や経済性等に係る検討を進めることが重要である。しかし、これら課題解決のための提案もまた数多く成されており、実験を経た基礎データの取得や経験の蓄積によってその技術的見通しを更に深めることが期待される。

核変換燃料及び核変換燃料サイクルについても多くの課題が残されており、その多くが基礎的な検討段階に留まっている。燃料サイクルと共通の課題としてCm等に係る中性子放出、発熱、Amの揮発性等に係る技術的課題を克服する必要がある。高MA含有燃料に関する課題としてHeによるスウエリング、He放出、酸素ポテンシャル仕様の最適化等がある。また不活性マトリックス燃料の特異な照射挙動の把握も重要となる。しかし、燃料物性、照射試験データは限られている。

核変換燃料サイクルについては、再処理、再加工及び廃棄物処理処分の見通しを得る必要があるが、再処理を除いて、多くは未検討である。再処理についても、高温冶金法について、準工学規模でのウラン回収の見通しが得られているが、Pu、MAの分離回収については、実験室規模での原理実証に留まっている。

しかし、核変換燃料及び核変換燃料サイクルに関するこれらの課題は、必ずしもADSを中核とする階層型燃料サイクルに固有の課題ではなく、P-T技術共通の課題と考えるべきである。

以上のようにP-Tシステムの要素技術の多くは基礎的研究段階にあり、多くの課題が克服されねばならない。実用化の見通し時期について、2003年のIAEA評価報告書では、①分離 5-10年(湿式技術)、10-15年(乾式技術)、②燃料及びターゲット製造 10-15年、③変換炉への装荷 20-25年(高速炉)、25-40年(ADS)と想定している。また、仏国CNE報告書では、工業化は今世紀半ば以降としている。

5. 今後の研究開発について

調査結果を踏まえ、①長期的取り組みの必要性、②ADSを中心とする階層型燃料サイクルの研究推進とシステム分析の検討、③乾式分離技術及び燃料再加工技術の評価と戦略

的な研究展開、④核変換と核種分離とのデカップリングを想定した取り組みの検討、⑤不可欠な国際協力による取り組みといった視点から、今後の研究開発について意見をとりまとめた。詳細は割愛する。

4. 処分場立地に係る戦略的アプローチ研究より(1)

ーポリ塩化ビフェニル(PCB)処理施設の立地事例におけるリスクコミュニケーションー

立地推進部

立地推進部では、平成17年度より立地調査の一環として処分場立地に係る戦略アプローチ研究に取り組んできたが、平成17年度末から18年度前期にかけて立地シナリオ検討のための勉強会を実施してきた。この勉強会の中から、全国で最初にPCB処理施設の立地を成功させた北九州市当局の垣迫裕俊氏の講演と勉強会の質疑内容について概要を報告する。垣迫氏は、当該処理施設立地の地元自治体の担当課長として精力的に住民の合意形成に取り組まれた方で、現在、北九州市の環境局長となられている。

1. PCB処理施設の立地の背景

国は、全国的に処理施設の立地場所を探して、39箇所の打診をしたが、全て反対に遭って、行き詰まったため、平成13年頃、環境省がPCB特措法という法律を作り、PCB処理施設を全国で数カ所に設置するという方針で、事態収拾を図った。電力会社は、自社でPCB処理施設を保有している。

国レベルでの設置は北九州市が初めてで、処理施設は、若松区響灘地区の北九州エコタウン総合環境コンビナートに隣接する地区に設置されている。

事業主体は、日本環境安全事業株式会社で、周辺地域には廃棄物処分場も設置されている。北九州市の処理施設では、岡山県以西の17県のPCB廃棄物を受け入れる構想である。

2. 立地を決定するまでの経緯

北九州(小倉)は、カネミ油症事件で、PCB問題が顕在化した最初の町という歴史があ

る。

市民への情報提供で、何を伝えるかを検討し、先ず「PCBとは何か」を分かり易く説明することから始め、何に、どのように使われているのか、どのような毒性があるのかという点を理解して貰うのに時間をかけた。

①PCB処理安全性検討委員会

平成13年に「PCB処理安全性検討委員会」(H13.2.24~6.20;計6回)を設置した。第1回はマスコミには公開されていたが、市民には公開されていなかった。第2回以降、垣迫氏が担当になってから、市民にも公開した。議事録(詳細な口述録)も全て公開した。

②市民説明会

市民への説明会は、平成13年2月~10月に計109回実施し、延べ4,000人が参加した。

③市民と委員の意見交換会

平成13年の5月26日には、安全性検討委員会の先生方に登壇してもらい、市民

450人が参加した。反対派の主張は、処理技術が確立していない、万一、事故が発生した場合にどうするかといった質問が多かったが、実際にPCBを取り扱った経験のある技術者からの発言もあり、翌日の新聞でも『賛否激論』という論調であった。

④市民説明会のポイント

・正確な情報の提供

急性毒性は少ないことを説明し、絶対安全とは言わない。リスクはあるということをきちんと説明、万一の場合の対応策をきちんと検討することを伝える。

・経済効果

経済効果を強調しすぎると逆効果になると考えた。実際は、数百億円の事業であるため、経済効果はあるが、聞かれるまでは積極的に言わない方針をとった。経済効果を強調して失敗した例がある。(特に、農村地域では、工場などで働いた経験がなく、小さな事故や故障がたまたま起こることがあるというイメージが湧きにくいことも一因ではないか。)

・住民投票

要請はあったが、公共政策に係わる問題を一地域の住民の意見で決めるべきではないという考えで押し通す。

・反対派の集会

反対派の集会(約100人程度の集会)にも出席した。マスコミや住民を入れることを条件として、自治体から出席したことが、効果があった。カネミ油症の患者の方も出席しており、その意見には答えるのは難しかった。

⑤国に提示した受入条件

・安全性確保

安全最優先の方針を堅持すること。

・責任の明確化

国の関係者は数年後には部署が変わっているが、市役所の人間は、地元で生活しており、10年後も残っていることを訴える。地元であることが強みになった。

・環境省とのホットライン

環境省とのホットラインを設けること。

・情報公開

事業が開始されても全て公開の条件を崩さないこと。

・処理の優先順位

最初に北九州市のPCBを処理すること。

⑥議会決議

最終的には議会で決議をした後、環境省に回答した。

⑦操業開始後

PCB処理施設が操業を開始した後も、北九州市PCB処理監視委員会を設置して、監視を継続している。これまでに計14回開催(H14.2.14~H18.6.21)。

・委員構成

学識経験者5名、市民7名(反対派を含む)の計12名。

・監視委員会の役割の明確化

責任は市が担う。委員会はあくまで監視役に徹する。

3. 垣迫氏の所感

全国で複数箇所設置されるということ、それも工業都市にPCB処理施設が設置される計画であることは救いであった。北九州市だけということであると、苦しい面もあったと思う。また、農業地域にこのような工業施設を設置する場合は注意が必要であると感じた。監視委員会での報告が遅れて、お叱りを受けたこともある。担当者の異動・交代による気の緩みには要注意。

マスコミの判断基準は、『面白い』、『面白く

ない』であり、当たり前のことには興味がなく（原子炉の安全運転等）、熱しやすく冷めやすい。事実関係は、きちんと伝える必要がある。間違っただけの記事に対しては抗議すべき。新聞社のデータベースが間違っていると繰り返し間違っただけの記事を書く。修正するまで抗議をすること。

体験からリスクコミュニケーションで大切だと感じたことは、以下のような事項である。

- ・なるべく早期からの市民に関与させる
- ・ファシリテータ（中立の立場）の存在は有効。
- ・専門家の話は難しい。一つ一つの言葉を平易にする努力が必要。
- ・正直に誠実に情報公開。
- ・きちんと言うべきことは言う。
- ・責任者が地元に住んでいるということは大切。

4. 質疑

質疑においては、以下の点がポイントになった。

①県・周辺自治体との関係

北九州市が政令指定都市であることから、原則的には県の了承を得る必要がないという点がポイントになるが、県の広域環境行政の調整役としての立場を尊重して、本件でも当初からオブザーバーとして様々な場に参加を要請していた。極力、県とも情報の共有化を図りつつプロセスを進めていった。

②経済効果や補償制度

住民や関係団体から補償の要請はあったものの、事実上、拒否した形で進めて

きた。自治体から国に対しては、北九州における環境研究の拠点整備という条件を含め、施設整備と人材育成という面での国からの支援を要請した。エコタウンの中に廃棄物研究所の設置、全国のリサイクル研修を北九州で実施するといった形で国からの支援は受けているが、住民に直接還元できるようなものはなかった。また、漁協からも具体的な補償を求める声が上がっているが、拒否している。

③その他のPCB処理施設の立地状況

北九州市以外でのPCB処理施設の立地状況については、豊田市と東京都の施設は稼働を開始したところで、北海道（室蘭）と大阪の施設も間もなく稼働を開始する予定である。全て同じ事業者により運営されている。立地段階では、各地とも様々な経緯があった模様である。豊田市の場合は、政令指定都市ではないが、トヨタ自動車のお膝元の町であり、ちょうど愛知万博の開催と重なっていたため、地域のクリーン化に対する意識が強く、比較的スムーズに立地が決まったという。室蘭は自治体による施設誘致であった。

5. 参考となる点

北九州市では、政令指定都市であったために、通常の自治体よりも自主的な行政判断を行える面があり、RI・研究所等廃棄物処分事業の立地に、常にあてはまるとは限らないが、住民、マスコミ、反対者への対応など、リスクコミュニケーションの実際例として大変参考となる講演内容であった。

TOPSEAL2006国際会議に参加して

(低・中、及び高レベル放射性廃棄物の処分等に関するトピカルミーティング)

東海事務所 宮坂 靖彦、中山 富佐雄

TOPSEAL2006会議は、放射性廃棄物の管理、処分等について、欧州原子力学会(ENS)によって組織され、フィンランド原子力学会(ATS)及びOECD/NEAの協力によって、フィンランドのオルキオト(Olkiluoto)サイトにある情報センターで2006年9月17日-20日に開催された。会議の主催者は、フィンランドの電力会社TVO及びその子会社であるPOSIVAであり、欧州の各国、カナダ、日本等から約100名が参加者した。

会議は、セッションⅠ；放射性廃棄物管理に関する国際的な概況(4件)、Ⅱ；高レベル及び使用済燃料の貯蔵と処分のための研究開発及び実証試験(9件)、Ⅲ；既存の低・中レベル廃棄物の貯蔵及び処分施設による経験(6件)、Ⅳ；計画中の低・中レベル廃棄物及び高レベル/使用済燃料の廃棄物のための地層及び浅地層処分に関する活動(6件)に分け、各国の動向を総合的に把握し易いように整理し行われた。

基調演説は、EC委員会の廃棄物等部門の議長であるU. B. Hieber氏が行い、廃棄物が現存する事実から「待つて見る」(Wait and See)はもはや許されるものではなく、各国は自国の廃棄物政策を積極的に確立しなければならない時であると強調された。

高レベル/使用済燃料の廃棄物対策では、フィンランドの処分施設建設のための地下岩盤調査施設(オンカロ施設; Onkalo)建設、ベルギーの地下調査施設の拡張と現位置試験、スウェーデンの計画、フランスのフェーズ2計画、等の発表があった。

また、低レベル廃棄物処分対策では、フランス

のオーブ/モリビリエ極低レベル廃棄物処分施設の経験、フィンランド及びスウェーデンのサイロ又はトンネル式の処分施設の経験と将来の拡張計画、さらに、カナダのオンタリオ原子力発電会社のサイト内低・中レベル地下処分施設計画、スペインのエルカブリ処分場の経験と極低レベル廃棄物処分施設計画、等の発表があった。

各国の積極的な廃棄物対策は、年々着実に進展している印象を受けた。今後、廃棄物対策には、情報の公開が前提となり、国際的に共通した考え方、基準で対応することを求められるだけに、国際会議等による情報の共有は、重要である。

次に、本会議のテクニカルツアーとして、オルキオト低・中レベル廃棄物処分施設(VLJ)及びオンカロ施設の建設現場を見学することができたので簡単に紹介する。

オルキオトVLJ処分施設は、1988年建設、1992年操業を開始したもので、斜坑トンネルから車両により廃棄物を搬入できるように作られ、トータル岩の岩盤中の深さ60-95mに位置する2つの岩盤サイロ、即ち、低レベル廃棄物用及び中レベル用でコンクリートボックスの廃棄体用である(図1参照)。見学時の斜坑トンネル内の様子を図2に示す。

原子力発電所から発生する使用済燃料は、フィンランド政府の方針により、銅製のキャニスターを用いて地層処分する計画である。使用済燃料の発生量は、建設中のオルキオト3号機分を含め最大6,500tと見積もられている。使用済燃料処分の責任は、電力会社TVO及びFortumによって1995年に設立されたPosiva社

が有している。

オルキオト・サイトのオンカロ施設の建設目的は、サイトの岩盤が処分に適していることを確認し、処分施設の設計とその安全評価のためのデータを入手することにある。地下400~500mの結晶質岩盤中に建設されるオンカロ施設と坑道網の配置概念を、図3に示す。なお、オンカロ施設は、調査終了後に処分坑道の一部となる。

オンカロ施設の見学は、サイト内をバスにより行われ、主要な試掘坑を地上より覗き込むことができた。また、地質調査資料室において数百mの深さに及ぶボーリングによって採取された膨大な岩石サンプルを実見できた。オンカロ施設の斜坑入口建設現場を図4に、地質調査資料室の岩石サンプル展示状況を図5に示す。

スウェーデンでは、1997年の脱原発案に

基づき、既にバーゼベック1号機（1999年11月）、2号機（2005年）が閉鎖された。このような状況の中で、隣国であるフィンランドは、オルキオト原子力発電所に大容量の3号機（165万kWe）建設を開始している。この炉の運転開始は2010年を目指しており、現在、建設に活躍する林立したクレーンを見て、また、使用済燃料最終処分に向けてのオンカロ施設建設の様子から小国フィンランドの知恵とその意欲に感心する。

フィンランドの一連の決定・計画は、世界の原子力発電への寄与から見ればわずかであるが、欧米に与える影響はそれに比べものにならないだろう。小国フィンランドが放射性廃棄物対策でも世界の先導的な役割を担って存在感を発揮している。

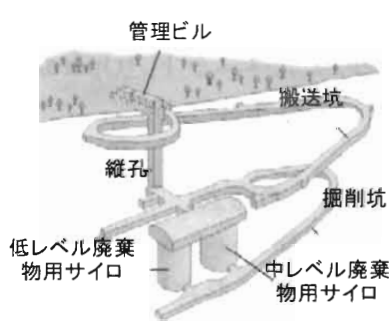


図1 VLJ低・中レベル処分施設概念図

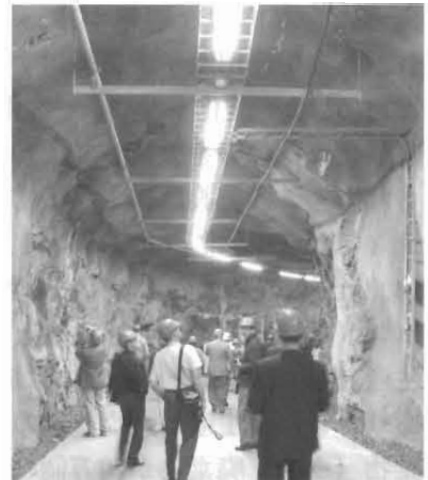
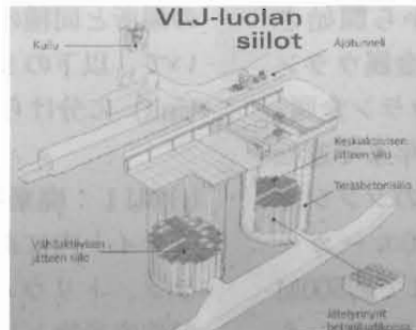


図2 VLJ斜坑トンネル内の様子

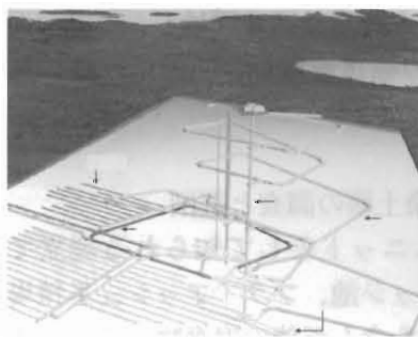


図3 オンカロ施設と坑道網の配置概念



図4 オンカロ施設の斜坑入口建設現場



図5 オンカロ施設の地質調査資料室の岩石サンプル展示状況

米国のフェルナルドサイトのクリーンアップについて

東海事務所 宮本 喜晟

フェルナルド (Fernald) サイトは、オハイオ州のシンシナティ市郊外にあり、1953年から1989年まで米国エネルギー省 (DOE) の施設としてウランの生産を行ってきたが、1989年に閉鎖した。その後、1992年から2006年の14年間にわたり5000億円を投じて、クリーンアップを行った。この情報が特集としてまとめられたので¹⁾、その他の文献²⁾とあわせてクリーンアップについて紹介する。

1. サイトの概要とクリーンアップ

フェルナルドサイトは供給材料生産センター (Feed Material Production Center) と呼ばれ、冷戦時代のさなか1951年に建設が始まった。本格的な運転が1953年から開始され、武器生産用原子炉に使用する金属ウラン燃料のほか、酸化トリウム、劣化ウラン金属、³酸化ウラン等を製造して、1989年まで運転された。この施設は、オハイオ州のシンシナティ市の36km北西にあり、1,050エーカー (4.3km²) の敷地のなかで、これまで約500Mポンド (23万t) の金属を中心とするウランを生産・供給した。サイト内には約230の建物があり、また、生産したウランの10倍の量の廃棄物 (ウラン廃棄物が20万個のコンテナに収納) のほか、大量の汚染土壌やウラン鉱石が存在した。

施設内外での汚染があり、特にサイト内土壌の汚染による地下水への影響もあったため、米国環境保護庁 (EPA) が同サイトを浄化すべき国のリストに含めた。そこで、DOE が冷戦終結の動きとあわせて、1989年に正式に閉鎖を決定し、1990年にEPAとDOEが浄化に関する合意書を取り交わした。1992年にフェルナルドサイトの浄化のために、フルーフエルナルド (Fluor Fernald) 社が契約し、フェルナルド環境保護管理プロジェクトとし

て開始した。

2. クリーンアップの実施ユニット

フェルナルドのクリーンアップは、サイトの場所と同種の技術を利用する可能性に基づいて、以下の5つの実施ユニット (Operable Unit) に分けられ、実施された。

(1)OU 1：廃棄物ピットの撤去

サイト内にある廃棄物ピット6基にあるウラン、トリウム等で汚染された100万tの放射性廃棄物とピットの撤去、ピット周辺の汚染土壌を掘り起こして、サイトから3000km離れたユタ州にある処分場まで輸送した。1999年3月から列車輸送を開始し、貨車60両編成で154回の輸送を行い、2005年6月に無事終了した。

(2)OU 2：汚染土壌の調査と掘削

南廃棄物ユニットとして知られる埋立て地、石灰スラッジ池、フライアッシュ集積場所とその区域を含んだ他の廃棄物エリアの汚染調査と掘削を行った。フェルナルドのオンサイト処分場 (OSDF) の建設は、このユニットの一部である。OSDFの土壌掘削と埋設が1997年に始まり、この施設に埋められた土壌、瓦礫等は220万m³に達した。この廃棄物

はフェルナルドサイトの浄化で発生した量の約80%にあたり、この内訳は、土壌が85%、建物瓦礫が15%である。

(3)OU 3：建物、構造物及び機器の解体とウラン生産物の撤去

全ての施設を安全停止状態にして、原料、中間生成物、最終ウラン生産品及び残留物をプロセスラインと装置内にそのままの状態に留め、回収可能な装置を移動し、ユーティリティ施設を外し、この安全停止状態を1999年3月に終了した。装置の内容物除去、装置除染を行うため、送気マスクと二重の汚染防護服を身に着けた作業員が10基の主要施設のプロセスラインから225tの核原料を取り出し、解体物を梱包した。また、運転廃棄物として貯蔵されていた固体廃棄物3000tと665m³の混合液体廃棄物を除去した。

その後、粒子状物質固定ペイント（汚染固定剤）を全ての建物表面に塗り、乾かし、そしてアスベストの飛散を抑えた。1990年代後期から2004年5月にかけて、主要生産プラント施設と多くの付属施設を解体し、梱包した。これらの作業では、Plant- 7の解体にはトンあたり平均20時間を要していたが、後半のPlant- 1の解体にはトンあたり6.1時間まで減少し、解体作業が効率化した。

(4)OU 4：4基の貯蔵サイロ内残留物の撤去とサイロ及び付属施設の解体

サイロ1と2にはアフリカから運ばれたウラン鉱石（約5000t）を含む廃棄物、サイロ3は乾燥したウランとトリウム金属酸化物を含む廃棄物（約5000t）が入っているが、サイロ4は一度も使われていない。

サイロ1と2を浄化するため、最初に廃棄物の頂上とサイロドームの間の上部空間でガスを除去するラドン処理システムを設置し、サイロとサイト付近にラドンモニターを設けた。その後、2900m³の移送タンク4基と処

理施設を建設した。完全装備の保護具と送気マスクを着用した作業員が水圧で粘土状廃棄物を掘削する遠隔制御によるとい流しシステムを使って、2004年秋に新しいタンクへの移送を開始し、廃棄物を濃縮し、化学的に安定させて、フライアッシュとコンクリートで混ぜた。この廃棄物はバッチごとに大型の炭素鋼キャニスターに装荷され、2005年6月から毎週約180体のキャニスターを西テキサスの暫定貯蔵施設に送り出した。2006年5月には、サイトから廃棄物を除去して、約3800個のコンテナを送り、その後、サイロ、タンク、処理施設、送り出し施設を解体した。

(5)OU 5：環境媒体の浄化と回復

地下水及び地表水については、浄化の最初の2年の間、影響を受けた井戸を所有する全ての持家所有者にびん入の水を供給している。同時に、地下水からウランを除去するためにイオン交換樹脂を使った10m³/分の排水処理プラントを設置し、1994年から運転を始めた。これまで46×10⁶m³以上の水を扱って、地下水から3.2t以上のウランを除去した。すでに、10万m²以上の地下水地域が許容限界まで回復している。なお、今後2021年まで、この地下水の浄化がDOEの責任の一部として継続される。この他、土壌改良、この地域に生えている同じ種類の苗木26000本以上の植林、植物の植生を行っている。

3. まとめ

このサイトの7%がOSDFに使われたが、残りの975エーカー（3.9km²）は、自然に戻し、40%を植林地、35%を草原、14%を湿地としてオハイオ州の人々に戻されている。また、DOEの地元事務所がフェルナルドの歴史を残すために教育センターを建てている。

最近の情報によれば³⁾、2006年10月29日にクリーンアップのプロジェクトが完了したことを報告している。1992年当時、このサイト

のクリーンアップには、27年間以上かかり、費用も1兆5000億円と見積られていたが、12年も短縮し、費用も1/3で済んだことになる。これらの実施作業に対して、DOE、学会、地方自治体等から各種の賞を数多く受賞している。



写真1 オンサイト処分場建設現場

この成功は、効果的な契約の管理、安全性を含む厳密なプロジェクト管理、情報公開はもとより、地元住民、作業員、自治体関係者、DOE、EPA等の密接な連携があったことといわれている。わが国にとっても、このサイト解放の経験を見習うことが多いと考えられる。



写真2 Plant - 4の建屋解体

参考文献

- 1) M. Gerber, "Cleaning Up and Closing Down the Fernald Site," Radwaste Solutions, p.16-29, July/August (2006).
- 2) J. Bradburne, "Achieving Closure at Fernald," WM'01 Conference, February 25 - March 1 (2001).
- 3) "Fernald Closure Project," <http://www.fernald.gov/NewsUpdate/news.htm>.

Studsvik研究所における廃止措置活動と建物無拘束解放の現状

情報管理部 榎戸 裕二

スウェーデンでは原子力発電からの撤退が決まってからすでに20年近く経つが、廃止措置が実際に着手されている原子力施設は少ない。この中で最近、原子力研究の中心であったStudsvik研究所の「Active Central Lab」(ACL施設：ACL建屋とACF建屋からなる)の廃止措置活動がほぼ終了し、建物の無拘束解放と建物解体が行われているので、その廃止措置実績とスウェーデンのクリアランス制度の実施状況を紹介する。

1. 施設概要と廃止措置目標

ACL施設(以降ACLと略す)は再処理関連研究施設として1963年に建設され、TRU物質を含む燃料、放射性物質の研究、MOX燃料製造等の研究開発を行い、最近までイオン交換樹脂の熱分解処理技術開発に利用された。1997年末に運転停止し、その翌年から廃止措置が開始された。施設は縦65m x 横72mで3階建ての床面積12400m²を有するACL建物と、ACL施設からの排気処理を行う床面積1600m²のACF建物から構成される。両建物は地下ダクト、ケーブル溝等で連なっている。ACL施設は当初、電力会社の所有であったが運転終了とともに、SKB(スウェーデン核燃料放射性廃棄物管理会社)の子会社AB SVAFO社に所有が移り、現在、廃止措置の実施者となっている。2003年にStudsvik AB社が全株式を買収している。

この廃止措置プロジェクトの目標は、建物内部の解体撤去及び除染により建物汚染レベルをEU勧告RP113 [2] (建物解体時の表面放射能に関する勧告) レベルにまで下げ建物を無拘束解放し、さらに解体撤去することである。

2. 廃止措置活動の概要

廃止措置はACLをACL建物3領域とACF建物

1領域に分けて行われた(図を参照)。すでに、「領域1」の6実験室は1988～1990年に解体され、当局から無拘束解放の許可が出されている。さらに1994年～1998年には、本作業に向けてコストや放射能分布、被ばく等予測のための準備作業がフェーズ1として行われた。汚染核種はCo-60、Cs-137、Sr-90、H-3、Am-241等のTRUである。フェーズ1のコストは約M\$3.75(4億5千万円)であった。1999年初頭から2000年9月までに「領域1」の解体が終了した。「領域2」は2000年10月から開始されたが、途中から作業員を4名から17名の2交代制に増強して実施した。翌年夏にはもとの体制に戻した。両領域では、無拘束解放基準のクリアランスレベル以下になった。「領域3」は2002年9月にホールの解体を作業員16名で開始し、2003年末で達成率90%となった。廃止措置による発生廃棄物は可燃性廃棄物、放射性廃棄物、無制限解放できる廃棄物及び再利用できる廃棄物の4つに分類された。可燃性廃棄物はStudsvik Rad Waste社が操業する焼却施設で焼却され、これまでに30トンが処理され97%の減容率を得た。スクラップ金属は主に鋼材とアルミであり、Studsvik Rad Waste社がECのRadiation Protection 89に基づく規制下で既に86トン溶融し、金属の97%を無条件解放、再利用に供

している。また、20年程度の減衰を期待するインゴットの貯蔵も行っている。主としてコンクリート等の不燃物は2001ドラム缶に入れ貯蔵されているが、その量は16トン、また、特定の区分の廃棄物、アスベスト、断熱材、石膏等は22トンあり、市営処理場で処分された。2006年4月に建物の解体撤去が予定されている。フェーズ2の廃止措置コストはM\$8.75 (7.5Mユーロ、約11億円)である。

3. クリアランス制度とその実施状況

ACLの廃止措置における最終段階として2005年10月にSSI (スウェーデン放射線防護局) に建物の無拘束解放のための申請がなされた。スウェーデンでは1970年代の終わりまで、使用済燃料と廃棄物管理の正式な安全規制の要求事項はなく、廃止措置規制は1990年代になって初めて策定された。現時点でもSSIはまだ個々の核種の解放できる制限値を決めていない。2007年には新しい無制限解放 (クリアランス) の規則が制定される予定である。とはいえ、1981年～1983年に解体されたスウェーデンの第1号の原子炉「R1」の解体では、無拘束解放の制限値 (この場合にのみ適用) は当局により 8 kBq/m^2 (0.8 Bq/cm^2) と決められた。また、1985年の小型のアルファ施設の場合は 40 kBq/m^2 (4 Bq/cm^2) であった。一方、ACLの廃止措置開始時点でも、SSIははっきりとした指令を出さなかったため、いかなる数値レベルを用いるか不明であったが、2001年にSSIは次のような7条件を示している。即ち、妥当な除染を行うこと、EU勧告RP113 [2] (建物解体における表面放射能レベル) に適合すること、残存放射能の測定には対象核種に合った測定法を用いること、 $\beta \cdot \gamma$ 核種で 1500 Bq 、 α 核種で 150 Bq を超えるホットスポットを探すこと、NORMは除外してもよいこと及び清浄になったエリアを汚染させないことをクリアランスの条件として示した。ACLにおけるその

後の放射能測定では、スミアー測定を約41,000回、手動による線量率測定 (シンチレーションカウンター) を約 $38,000 \text{ m}^2$ について、In-situ γ スペクトロメトリー測定を約 $36,000 \text{ m}^2$ 実施し、全測定面積は $51,500 \text{ m}^2$ を超えた。EC RP113で規定されACLで適用された建物解体を前提とする建物表面のクリアランスレベルを下表に示す。

ACLでは、無拘束解放の制限値は 0.4 Bq/cm^2 ($\beta \cdot \gamma$ 核種)、 0.04 Bq/cm^2 (α 核種) とした。また測定頻度としては床と2 mまでの高さの壁に対して 1 m^2 当たり1箇所、天井と2 mより高い壁部分に対して 4 m^2 当たり1箇所を測定した。汚染がないと思われるエリアに対しては表面の一部を測定した。たとえば全面積の10～25%を手動測定とスミアー測定でチェックし、50%をIn-situ γ スペクトロメトリーでチェックした。一方、In-situ γ スペクトロメトリーではCo-60、Cs-137及びAm-241が検出できる。Am-241の検出はACLでは極めて重要で他のTRU元素のキー核種となっており、 α 発生核種であるPuに対する放射能の相関も同法で保守的に1:3と評価されたが、この相関は α スペクトロメトリーによっても確認された。また、大きい測定面積 (数 m^2) の測定では、Am-241、Co-60とCs-137の検出限界はそれぞれ 0.03 Bq/cm^2 及び数十 Bq/m^2 である。手動のシンチレータカウンター法では通常 1 m^2 当たり20分かかかるが、感度が 0.1 Bq/cm^2 であり 1 Bq/cm^2 程度のクリアランスレベルに対して十分適する方法である。これらの測定から総面積 $10,600 \text{ m}^2$ の「領域1」及び $11,000 \text{ m}^2$ の「領域2」に残存する放射能インベントリーは、前者では α 核種 4.3 MBq を含む 24 MBq 以下、後者では α 核種 3.5 MBq を含む 25 MBq 以下と評価された。建物の表面汚染濃度は全領域平均で 0.25 ($0.22 \sim 0.29$) Bq/cm^2 (全核種)、 0.04 ($0.035 \sim 0.043$) Bq/cm^2 (α 核種) と評価され、ACLの設定レベル以下でありSSI

の規定するEU勧告値を大きく下回る無拘束解放可能なレベルであった。

最後に、この建物は2006年に解体撤去される予定であるが、撤去後のサイト解放に関する安全基準は明記されていない。無拘束解放レベルが達成されれば、サイト解放への条件は土地についてどの程度の頻度で測定するか、特にIn-site γスペクトロメトリーによる確認方法が条件として加わるだけであると思われるが、どの程度の安全評価等の文書が要

求されるかということも関係者には気になるところであろう。

4. まとめ

我が国の核燃料施設の廃止措置とクリアランス及びサイト解放にもStudsvik研究所のこれらの経験と実績は参考となる。今後最終的な報告が待たれる。なお、この廃止措置プロジェクトはOECD/NEAの協力計画にも参加している。



図 ACL施設の廃止措置作業4領域²⁾

表 ACLの主要核種のクリアランスレベル

核種	放射能 (Bq/cm ²)
Co-60	1
Cs-134、Cs-137	10
Sr-90	100
H-3	10,000
Pu-238、-239、-240	1
Am-241	1
Pu-241	100

参考文献

- 1) H. R. Hervall, K. H. Stridsman et. al., "Project Evaluation of the Decommissioning of a Laboratory Plant in Studsvik," WM06, Tucson/Arizona Feb/Mar. (2006)
- 2) B. Johnsson, L. Bergstrom, M. Lindeberg, "Decommissioning of ACF Plants in Studsvik, Sweden," WM04, Tucson/Arizona Feb/Mar (2004)

低レベル及び混合廃棄物の処理処分に関するDOEの国家戦略

常務理事 石黒 秀治

米国エネルギー省（DOE）は、低レベル廃棄物（LLW）/混合低レベル廃棄物（MLLW）を管理する広範囲な共同計画を達成するためのLLW/MLLW処分国家戦略を展開している。現在各DOEサイトでは自らのLLW及びMLLWに対し処分選択を決めている。しかしサイト特有な廃棄物管理計画は統合されていない。

LLW/MLLW処分を管理する現在の分散されたシステムは効果的ではあるが、DOEはいくつかの理由により統合した共同戦略を展開している。DOEはどのようにしてLLW/MLLWを管理しようとしているのか、特に廃棄物処分のライフサイクルコストに関して、連邦議会の関心が高まりつつあり、米国会計検査院（GAO）に対し、DOEサイトはLLWの処理処分選択を評価するためライフサイクルコスト分析の実施を求めた。さらにGAOはDOEがコスト的に有効なLLW処分管理のための共同戦略を有しているのか決めることも求められた。その結果 GAOはLLW/MLLWの処理処分のためのライフサイクルコストをDOEは行っていないとの批判文書を公表した。

この戦略の展開の初期の段階では、新たな統合されたLLWとMLLW情報の必要性が認識された。現在のLLWとMLLWのデータでは不十分であった。この小論では新たなDOEのLLW/MLLWデータベースと処分マップを開発したDOEの経緯を述べる。

1. 処分国家戦略の展開

LLW/MLLW国家処分戦略は2つのフェーズで展開される。フェーズ1はかなりの物量のLLW/MLLWを有するいくつかの選択されたDOEサイトで実施された。フェーズ2は全サイトを包含するようにフェーズ1以外のサイトで実施された。フェーズ1のサイトは以下のサイトである。

- ・オークリッジ、テネシー
- ・サバンナリバーサイト、サウスカロライナ
- ・アイダホ国立研究所、アイダホ
- ・ハンフォード、ワシントン
- ・ポーツマス、オハイオ
- ・パデューカガス拡散工場、ケンタッキー

LLW/MLLW国家処分戦略は2004年開始された。予備的なドラフトがさまざまなステークホルダーに、2005年の春から夏にかけてレビューのため配布された。例えば、2005年5月開催された国防総省と低レベル放射性廃棄物及び混合廃棄物発生者合同会議の参加者はこの予備ドラフトをレビューしコメントが求められた。ドラフトフェーズ1 LLW/MLLW国家処分戦略は、コメントに基づき、大幅に改定された。

2. DOEのLLW/MLLW集中データベース開発

国家戦略の作成にあわせて、環境管理（EM）は2005年のLLW/MLLWの物量に関する新たな情報の収集を始めた。これを完遂す

るため、EMは計画・分析・予算管理統合 (IPABS) として知られている既存の情報システムを用いた。2005年8月に、各DOEサイトの廃棄物管理者が集まり、LLW/MLLWデータ要件について議論した。EMの戦略努力をサポートする最小のデータセットが同意された。新たなIPABSモジュール、ベースラインLLW/MLLW処分データ (BLDD) が、共通のデータベースに対するデータ入力のため開発された。BLDDは2005年10月17日運用開始された。2006年度及び以降、すべてのLLW/MLLW発生EMサイトで、データ収集が行われる。これらのデータはフェーズ1サイトの処分戦略の展開を支援する。2005年の11月と12月にはこれらサイトでは要求された情報を提供した。品質管理上のレビュー及び分析後、これらの情報は2006年1月より利用可能となった。

LLW/MLLWの流れをマップ化するために、廃棄物情報管理システム (WIMS) がフロリダ国際大学 (FIU) の Hemispheric Center For Environmental Technology (現在のApplied Research Center) でDOEの支援により開発された。WIMSはLLW/MLLWデータを処理し廃棄物処分マップを作成可能なインターネットベースのプラットフォームである。共通のデータベースはCentral Internet DATABASEを供給する。WIMSは単純化された廃棄物処分マップをDOEサイト向けに廃棄物の種類別に作成する。LLW/MLLW

廃棄物処分マップはEMの5ヵ年計画の一部をなすものであり、この5ヵ年計画が連邦議会に送られた時公式に有用となる予定である。

3. LLW/MLLW処分選択のライフサイクルコスト分析

最終的には、EMの目標は処理処分コスト

の削減を達成する国の戦略の方向性を提供することである。しかしながら、DOEはこれらのコストを定量化する基盤に欠けている。そこでLLW/MLLW国家戦略計画では、LLW/MLLWの処理処分のライフサイクルコストの評価についての議論を行い、廃棄物処理処分選択のライフサイクルコスト分析を実施するための省庁間にわたり整合性の取れた手法の開発から始めた。

ライフサイクルコスト分析の論議は2002年がハイライトであった。その時期連邦議会下院予算委員会はLLW処理処分のライフサイクルコストの分析をするようDOEに求めた。連邦議会はDOEが処分施設に過度にあてにして、商業ベースの選択を十分に検討していないのではないかと関心を示している。2002年7月に議会へ提出されたDOEの報告書では、LLWのライフサイクルコスト分析がなされた。その調査研究はライフサイクルコストを導入して、適切な処理又は処分を選択する際に評価されたものではあるが、DOEのコストの収集と報告プロセスには妥当なコスト比較を保証するには改善の余地ありと警告された。

連邦議会は最近、DOEが各サイトにおいてLLW処理処分選択を評価するに適切にライフサイクルコスト分析を実施しているか判断するようGAOに求めたGAO報告が昨年10月公表され、DOEのコストガイダンスの実施を批判している。GAOはDOEサイトでは廃棄物の処分の決定を支持するためにライフサイクルコスト分析を利用していないと考えている。GAOは、EMがライフサイクルコスト分析をせずに、コスト削減の機会を見逃していると信じている。

DOEは、改定されたライフサイクルコストガイダンスがLLW/MLLW管理を改善するために必要であるとの点でGAOと合意した。

DOEのLLW/MLLW国家処分戦略に反映されるように、DOEはライフサイクルコスト分析を含む廃棄物管理に関する政策とガイダンスを再評価している。EMはLLW/MLLWの処理処分に適用するため、ライフサイクルコスト分析を実施するためのガイダンスを準備する計画である。

DOEの処分コストと商業ベースの処理貯蔵及び処分施設での価格との比較は簡単ではないので、LLW/MLLWの処理処分のためのライフサイクルコスト分析のガイダンスを開発することは、ひとつの挑戦的試みである。DOEコストと商業上のコストの比較は、連邦政府及び商業上の計算法と資金計画の違い及びDOEがコストを集計し報告している集計の方法に密接に関連している。DOE処分施設では、年間支出に占める直接資金と廃棄物発生者に請求する処分費用の組み合わせにより運営される。処分施設の建設費のような固定的コストは、処分場閉鎖のためのコストやその後の管理コストと同様に、年間支出の中に組み込まれる。DOE処分施設より請求される処分料金は施設の変動コストに関連している。さらに、DOE施設はサイト閉鎖やその後の長期間の管理に結びついた将来のコストに対して予算化されていない。

整合性のとれたライフサイクルコスト分析は、DOE施設での廃棄物処分に関する全てのコストを含めなければならない。

処分コストを検討する際、処分施設に実際に支払われる料金はトータルコストのごく一部である。LLW/MLLW処理処分のトータルコストの主要な部分は発生者の処分前コストに関する前準備及び輸送にかかる経費である。発生者による処分前コストの主要な要素は、廃棄物分別、処理、梱包、及び輸送である。

DOEの調査は、処分前コストが廃棄物処分

のトータルコストのほぼ90%を占めると推定している。単位処分前コストは、廃棄物中の組成、物理的形狀、発生源、輸送距離、及び廃棄物量に強く影響される。DOEでは多様なLLW/MLLW処分を行うため、処分前コストは廃棄物により、大きく依存している。オンサイトでの処分コストは、大量の物量、処分規模の大きさにより、商業用処理貯蔵及び処分施設(TSDF)でのコストに比べかなり安くなっている。一方処理経費の高い分別、及び特殊な梱包を求められる少量廃棄物は5,000ドル/m³以上の処分前コストが必要となる。例えば、ハンフォードサイトから移動された機器の処分のための処分前コストには、機器の移動、放射線サーベイ、分別、解体・減容、標準ボックス収納が含まれる。

DOE調査の処分前コスト要素(分別、処理、梱包、輸送)は慣習上DOEのプロジェクト予算分類でないため、正確な評価は困難であると結論した。これらのコストを収集したり報告するための統一されたDOEのプロットコールが無い。標準化されたプロットコールが分析だけでなくこのような決定のための基盤をも改善することになる。処分前コストはライフサイクル廃棄物処分の主要部分を占めるため、ライフサイクルコストの低減の重要な要因となる。

4. 最近のDOE/EMパデューカ-エンバイロケアの処分コスト分析

大量の廃棄物量を商業上のTSDFで処分することは、DOEの処分サイトでのコストに影響を与える。2005年ポーツマスとパデューカプロジェクト事務所(PPPO)はパデューカガス拡散工場の20,000トン(37,000m³)の廃棄物処分に関するコスト分析を実施した。処分はもともとネバダテストサイト(NTS)に割り当てられた処分とともに、2006年度から

2007年度にかけての基本計画の一部を担うものであった。考慮された選択肢はユタ州のエンバイロケアまたはNTSでの処分であった。PPPOは、パデューカでのスクラップ金属廃棄物量が他のDOE施設に請求されるNTSでの処分にどれほど影響を与えるか検討した。もしパデューカのスクラップ金属がエンバイロケアで処分されたら、NTSの操業コストはより少ない処分物量のなかで高くなるかも知れない。ライフサイクルコスト分析は、共通のベースに基づいて評価されNTSでの処分への影響に十分配慮して実施された。

この分析に基づいて、PPPOはエンバイロケアでの処分選択が、約15百万ドルのコスト低減と数ヶ月のスケジュール短縮をもたらすと結論づけた。

PPPO分析はまた、DOEの廃棄物発生者として、あるいはNTSへの輸送者としてのコスト上昇は、2年間にわたり1.6百万ドルであると明らかにした。これは推定料金に基づく。このコストの約40%はパデューカ及びPPPOで発生する。NTSでの料金は物量の関数としての要員数に基づいている。2006年に、NTSでの予想料金は処分物量が28,000m³及び65,000m³に基づき、それぞれ、1 m³当たり293ドル、254ドルと推定された。

このように、PPPO分析によれば、商業セクターに転換する大量の廃棄物処分法は、DOE処分サイトでの処分とは全く逆の影響を与える。この事実はDOEサイトでの廃棄物処分に対する将来のライフサイクルコストの検討において明確に検討されるべきである。

5. 処分場での廃棄物からの放射能漏洩

LLW/MLLW国家戦略は、ごく少量の残留放射性物質のついた漏洩廃棄物の認定限度の適用に着目した。このプロセスが、廃棄物処

分コストを有意に低減すること及びLLW物量を減少させる潜在的可能性を有しているからである。DOEの放射線防護要件の基で、制限された又は制限されない適用に対して、放射能を放出することが可能である。廃棄物処分に関して、このことはより適切で経済的な処分が可能であることを示している。例えば、制限された放射性物質の放出は、RCRA基準危険度C埋設で処分される少量の残留放射性物質を含む廃棄物が対象であり、制限されないのは、危険度Dで処分される容認される程低レベルの廃棄物である。

DOEの放射能放出要件は、DOE指示書5400.5, *Radiation Protection of the Public and the Environment*, 及びDOEガイド414.1-XX, *Implementation Guide, Control and Release of Property with Residual Radioactive Material* に規定されている。

潜在被ばく線量は、ALARA理念の基づき合理的に達成可能な線量拘束値以下に保持されなければならない。潜在被ばく線量として、いかなる個人に対しても1 mrem/yearの個人に対する線量拘束値及び集団線量として10 person-rem/yearを規定している。

埋設処分での物質の漏洩に関する認定限度は、いかなる場合においても誤用は許されない。例えば、焼却炉は可燃性廃棄物の量を大いに減少させるが、可燃性廃棄物中の残留放射能を凝縮させることになる。

法的制限値の使用の利点は、単にコスト削減に留まらない。法的制限過程の適用は、処分対象のLLWの物量の最小化をもたらすと共に放射性廃棄物処分サイトの処分容量に余裕をもたらすことになる。

6. LLW/MLLW処分国家戦略の実施

LLW/MLLW処分国家戦略は、LLW/MLLWをいかに処理処分するかの枠組

みである。戦略のフェーズ1は2006年3月に実施される計画である。フェーズ2は、フェーズ1以外のLLW/MLLWを有するDOEサイトを検討対象とする予定である。この戦略を十分に実施するには、以下に示す活動が必要である

- ① 政策の分析。これには現在のガイダンス及び必要ならDOE指示書435-1 (Radioactive Waste Management)の改定を含む。
- ② DOEはいかにLLW/MLLWの処分を実施するかを記述したプロジェクト管理計画の立案と実施。

- ③ 国防総省(DOD)とDOEの低レベル放射性廃棄物及び混合廃棄物発生者との合同会議の継続。
- ④ 問題の多いMLLWの潜在的なリスク評価と処分計画の立案と実施。
- ⑤ LLW/MLLW処理処分のためのライフサイクルコスト分析に関するガイダンスの作成と実施。
- ⑥ 廃棄物からの放射能流出のための法的制限値の確立と適用に関する発表と教訓を得るための会議の開催。
- ⑦ 廃棄物の最小化を奨励する更なる手法の検討。

参考文献

- 1) G. R. Peterson, D. W. Tonkay, "The Department of Energy's National Disposition Strategy for the Treatment and Disposal of Low Level and Mixed Low Level Waste," 06 Conference, March, 2006.
- 2) U. S. Government Accountability Office, "Department of Energy, Improved Guidance, Oversight, and Planning are Needed to Better Identify Cost-Saving Alternative for Managing Low-level Radioactive Waste," Report number GAO 06-94, Washington DC, Oct. 2005.
- 3) Department of Energy, Report to Congress, "The Cost of Waste Disposal: Life-Cycle Cost Analysis of Disposal of Department of Energy Low-Level Radioactive Waste at Federal and Commercial Facilities," Washington DC, July 2002.

米国・世界最大規模の廃棄物処理施設を建設

東海事務所 石川 広範

米国エネルギー省（DOE）のハンフォード・サイトには、冷戦時代にプルトニウム生産で発生した5,300万ガロンの放射性廃液と化学廃液が地下の177個のタンクに保管されている。廃液の一部に漏洩が生じたため、DOEは、Bechtel National Inc. (BNI) に世界最大規模の放射性廃棄物処理プラントの設計と建設を依頼した。同プラントを使用し、冷戦時代の放射性廃棄物はガラス固化体としてステンレスのキャニスターに収納されて安全に永久処分される。

廃棄物処理プラントは、①地下タンクから受け入れた廃棄物を分離、濃縮する前処理施設、②低レベル放射性廃棄物を溶融処理しガラス固化体を製造する施設、及び③高レベル廃棄物を溶融処理しガラス固化体を製造する施設、の3つの主要施設から構成されている。これら施設のサポート施設として、分析施設、制御建屋、補修建屋等で構成される。2009年に処理を開始し、2028年までにすべての処理を完了させる計画である。以下にその概要を紹介する。

1. 前処理施設

同施設では、廃液貯蔵タンクからの廃液を受け入れて、ガラス固化体を製造するための前処理を行う。低レベル放射性廃液については、蒸発濃縮設備により濃縮し、過剰なセシウムについてはイオン交換樹脂システムでセシウムを取り除き、再度蒸発濃縮を行い低レベル廃棄物処理施設に輸送する。イオン交換樹脂システムで使用する樹脂は、Superling 644と呼ばれるもので以前には商業的規模で

使用されていなかった。使用に当たっては、①十分なセシウム除去能力を有すること、②化学的にも放射線的にも十分な耐久性を有すること、③大容量の施設に適用できること、④使用済樹脂を低レベル廃棄物として陸地処分できること、等の種々の調査や試験を行い、性能確認し実証してから設計に反映された。

高レベル放射性廃液については、最初に洗浄を行い、濾過などにより、不必要な非放射



図1 廃棄物処理サイト全景

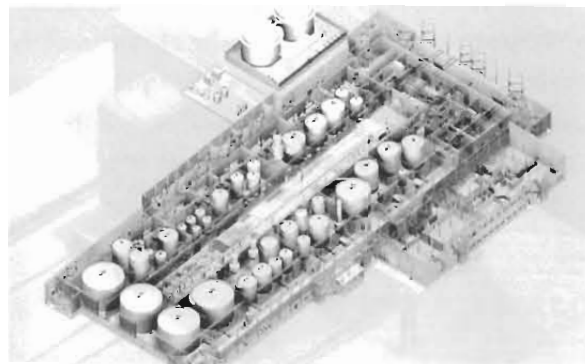


図2 前処理施設1階の機器配置

性廃棄物を取り除き濃縮処理が行われる。また、低レベル放射性廃液から分離されたセシウムも、この高レベル放射性廃液前処理システムに加えられる。

前処理施設ホットセル内の機器は高度な汚染が予想されることから、その運転、補修、交換等を遠隔操作で行える設計にした。前処理施設では高レベル放射性廃液を6トン、低レベル放射性廃液を80トン、前処理できる能力を有している。前処理施設の敷地の広さは、フットボール場2倍の大きさがあり、ホットセル内にはセシウムイオン交換設備、フィルター設備、蒸発濃縮設備等が設置される。

2. 低レベル廃棄物処理施設

同施設は、1日に15トンのガラス固化体を製造可能な2基の溶融炉が設置されている。前処理施設からパイプラインを通し供給された廃液は、ガラス固化材が添加され混合された後、溶融炉に送られる。溶融炉では、廃液中の水分を取り除き、ガラス固化材、ナトリウム及び放射性物質が均一に混合される。溶融炉上部に発生したオフガスには、有害な物質が含まれていることから、それらは排気筒から放出する前に冷却し除去される。溶融さ

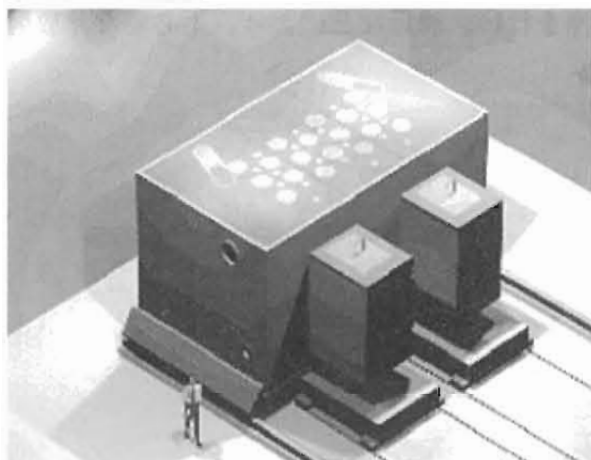


図3 低レベル放射性廃棄物溶融炉

れたガラス混合廃液を重量6トンのステンレス製の収納容器に注入し、冷却して蓋をした後、容器表面の除染が行われる。これら収納容器は、ハンフォード・サイトにある埋設処分場にトラック輸送され埋設処分される。2008年には、建設工事が終了し、引き続き溶融炉の据付が開始される。

溶融炉は、今まで開発された中では最大規模のもので、重量は330トン、長さ9.1m、高さ4.9m、幅6.4mである。溶融炉は、Duratek Technical Services社によって設計されたもので、使用期限は5年間とされているため交換が必要になってくる。廃液供給タンクとオフガス処理系は、溶融炉の後の遮へいの付いた部屋に設置されている。運転中に近寄ることができるように溶融炉の一部にも遮へいが施されている。

3. 高レベル廃棄物処理施設

同施設には、1日に3トンのガラス固化体を製造できる2基の溶融炉が設置されている。前処理施設からパイプラインを通し供給された廃液は、ガラス固化材と混合された後、溶融炉に供給される。低レベル廃棄物処理施設と同様に、廃液中の水分を溶融炉で蒸発し取り除き、廃液とガラス固化材素材が均



図4 高レベル放射性廃棄物溶融炉ケーブ

一に混合されるように溶融し、直径60 cm、高さ4.27 mのステンレス製のキャニスターに注入される。冷却後、蓋をしてから除染が行われる。ハンフォードにある中間貯蔵施設に保管した後、ネバダ州の最終処分場に輸送する計画である。

2008年半ばには、建設工事が終了するので、引き続き溶融炉の据付が行われる。高レベル廃棄物処理溶融炉の大きさは、ウェストバレーやサバンナリバーにある高レベル廃棄物処理用の溶融炉と同等である。溶融炉は遮へい付きのケーブ内に設置され、放射線線量が高いため、遠隔操作により運転が行われる。

装置は、Duratek Technical Services社によって設計され、耐用年数は5年間で溶融炉を取り換える必要がある。溶融炉ケーブ内には、マニピュレータ付き天井クレーン、遮へい付き窓、TVカメラ等種々の装備を取り付けられる。また、ケーブ内には高性能のミスト除去装置やスクラバーを備えたオフガス処理系が設置される。

高レベル廃棄物処理施設が低レベル廃棄物処理施設と違う点は、ホット運転を開始する以前に、遠隔操作による溶融炉の保守管理ができることを実証しておく必要があることである。

4. 建築資材及び解体費用

このプロジェクト建設に使用される資材及び費用はおおよそ以下のとおりである。

- ・コンクリート量：7,080 m³

- ・鉄筋及び鋼構造物：58,000トン
- ・配管、ダクト：1,500トン
- ・ワイヤー、ケーブル：1,830 km
- ・プラント機器総数：8,000台
- ・建設総工事費用：6,560億円

5. 進捗状況及び今後の計画

2005年1月現在の進捗状況及び今後の計画は以下のとおりである。

- ・プロセス関連：プロセス関連の技術開発及び実証プログラムは殆ど完了しており、一部の詳細設計が並行して進められている。また、セシウム除去用イオン交換樹脂や施設内の水素対策等についての追加試験が行われている。
- ・設計及び調達関連：設計は約85%完了しており、土木建設、機器や配管の設計は2005年度末には完了する予定である。配管設計は、据付の2年前には完了しており、電気、制御及び機器関連の設計は2006年末にはほぼ完了する。機器の調達は80%以上完了しており、種々の機器がサイトに着実に入荷している。
- ・建設状況：主要建屋の一階部分の建設は完了し、二階部分の建設が進められている。主要なプロセスタンクの受け入れは完了しており、その一部は据付も終了している。配管の据付も進められており、2011年始めにはフル操業を開始し、2026年には全ての廃液処理を完了させる計画である。

参考文献

- 1) Garth M. Duncan, "The Nation's Largest Construction Project," March/April 2006 Radwaste Solutions 27(2006).
- 2) ホームページ、Hanford Waste Treatment Plant, <http://www.wgint.com>

委員会報告

平成18年9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18年10月10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1回）
	出席委員：堀池 寛 委員長（大阪大学教授） 他6名
	主な議事内容： カザフスタンの高速炉 BN-350の専門家2名を招聘し、情報交換を行った。また、平成18年度の事業の実施計画（案）を討論し、計画（案）が了承された。

総務部から

1. 人事異動

○ 職員等

退職（9月30日付）

技術開発部 調査役 兼 情報管理部

総務部 課長代理

富樫 昭夫

今関 剛

ご 案 内

第18回「原子力施設デコミッショニング技術講座」

当センター主催の第18回「原子力施設デコミッショニング技術講座」を以下の通り開催いたします。皆様のご参加をお待ちいたしております。参加要領につきましては、別途ホームページ等でご案内申し上げます。

1. 開催日時：平成19年2月9日(金) 10:30~16:40
2. 開催場所：石垣記念ホール（東京赤坂三会堂ビル9F）
3. プログラム：
 - 1) 廃止措置の規制に係わる民間基準の検討
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授 岡本 孝司 氏
 - 2) 東海発電所の第2期解体作業について
日本原子力発電(株) 理事 佐藤 忠道 氏
 - 3) 新型転換炉ふげんの廃止措置
日本原子力研究開発機構
ふげん発電所 環境保全課長代理 田尻 剛司 氏
 - 4) 「余裕深度処分」に係わる技術検討の現状
日本原燃(株) 埋設事業部 開発設計部長 巽 良隆 氏
 - 5) クリアランスに係わる国内外の動向
日本原子力研究開発機構 廃止措置課長 大越 実 氏
 - 6) 解体廃棄物リサイクル技術・評価システムについて
(財)原子力研究バックエンド推進センター 情報管理部長 榎戸 裕二
 - 7) RI・研究所廃棄物の処分事業の検討状況について
(財)原子力研究バックエンド推進センター 常務理事 石黒 秀治

©RANDECニュース 第71号

発行日：平成18年12月27日

編集・発行者：財団法人 原子力研究バックエンド推進センター
〒319-1107 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