

RANDEC

Feb.2011 No.87

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



バックエンド関連学会標準のガラパゴス化の憂い

名古屋大学大学院工学研究科

教授 井口 哲夫

私がバックエンドの問題に初めて関わったのは今からおよそ20年前である。この発端は、海外再処理委託に伴って発生する返還廃棄物の輸入確認手法の某委員会に、放射線計測の専門家の立場から加わったことによる。当時、バックエンド分野に関して素人同然であった（今でもその域を脱していない感はある）が、この委員会、特に現地調査のおかげで、「門前の小僧、習わぬ経を読む」の通り、随分勉強させていただいた。そのことの顛末が、現在、日本原子力学会の標準整備のうち、「返還廃棄物の確認方法に関する基本的考え方」として漸くパブコメという最終章を迎えつつある。これで長年の懸案がケリにできると一安心したところであったが、現地での具体的な確認手法の検討が国の委員会で始まり、この課題が一件落着するには未だ暫くかかりそうである。

一方、同様の学会標準で「ウラン取り扱い施設におけるクリアランスの判断方法」も、足掛け5年の紆余曲折の後、金属ウランのみ

に限定した内容ながらパブコメまで漕ぎ着けたが、TRUや金属以外のクリアランスの問題が棚上げされており、とても終わったという感じがしない。バックエンドの問題は実にかかるといことを改めて実感した次第であるが、わが国の原子力特有のガラパゴス化風潮、つまり杞憂に近いまでの社会的安心への強迫観念からか、これら学会標準の民間規格として追及すべき技術的合理性の観点で枳然としないものが少なからず残されている。バックエンド技術のような息の長い学会標準は、知識の継承とともに、その考え方や論理も後世に伝えていくのに有用であるが、金科玉条のごとく盲信すべきではない。将棋や囲碁の定跡書のように基本を修得する上で活用した後、その道のプロを目指すならば、技術進展のみならず、考え方や論理も絶えず定跡を超えることを念頭におくべきという、上記学会標準の中に書けない主査の気持ちをここに記しておきたい。

RANDECニュース目次

第87号 (2011年2月)

巻頭言 バックエンド関連学会標準のガラパゴス化の憂い

名古屋大大学院工学研究科
量子工学専攻教授 井口 哲夫

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 第22回報告と講演の会の開催 | 1 |
| | 総務部 |
| 第23回原子力施設デコミショニング技術講座の開催 | 3 |
| | 情報管理部 |
| クリアランス物のリサイクル利用に向けて | 5 |
| | 専務理事 森 久起 |
| 大学・民間等廃棄物発生事業者連絡会議の開催 | 6 |
| | 物流システム事業化準備室 事業計画部 |
| RANDECの事業に関する近況報告 | |
| 1. 研究施設等廃棄物に関する情報収集 | 7 |
| | 物流システム事業化準備室 技術部 |
| 2. 平成22年度海外調査団(韓国)の調査結果の概要 | 8 |
| | 立地推進部 鈴木 康夫、総務部 大沢 政雄 |
| 3. 研究施設等廃棄物の物流システム事業化検討(3ヵ年)の概要 | 13 |
| | 物流システム事業化準備室 設備準備部 |
| 外部機関の活動状況紹介 | |
| ニュークリア・デベロップメント(株)における事業展開 | 14 |
| | ニュークリア・デベロップメント(株)取締役 白鳥 義夫 |
| 海外技術情報 | |
| 1. Atom ECO-2010(Rosatom主催)国際会議の概要 | 16 |
| | パートナーズ・ネットワーク会員 新谷 聖法 |
| 2. E.ON社Stade発電所の解体廃棄物の管理手法について | 18 |
| | 情報管理部 榎戸 裕二 |
| 3. WIPPの現状と2010年以降の計画 | 23 |
| | パートナーズ・ネットワーク会員 梶谷 幹男 |
| 4. 原子力発電プラントの設計時に考慮する廃止措置関連事項 | 26 |
| | 技術開発部 福村 信男 |
| 委員会等参加報告 | 29 |
| 総務部から | 29 |

第22回 報告と講演の会の開催

総務部

11月26日(金)東京都港区赤坂の三会堂ビル石垣記念ホールにおいて、RANDEC主催の第22回「報告と講演の会」を開催いたしました。

当日は天候にも恵まれ、開会時間までには用意した席がほぼ満席となり盛況に開催することができました。

はじめに主催者を代表して菊池理事長より、RANDECは、原子力施設の廃止措置エンジニアリング、研究施設等廃棄物の物流システム事業化準備を柱とし事業を展開していくこと、また11月半ばに実施した韓国への海外調査を通し日本と韓国の協力の必要性を強く感じたこと、関係情報を積極的に発信するように、今後も務めていきたい旨の挨拶がありました。

続いて、文部科学省研究開発局原子力課放射性廃棄物企画室長川口悦生様から来賓のご挨拶を頂戴しました。



加納氏へ感謝状贈呈

引続き特別講演に移り、大変お忙しい中ご講演をお引き受けいただいた前参議院議員・東京電力顧問の加納時男様から「原子力カルネッサンスへの挑戦と応戦」ーバックエンド問題を乗り越えてーと題してご講演をいただ

きました。

講演に先立ち、加納様が東京電力ご勤務時代から参議院議員の長期間に亘る原子力分野の様々なご活躍によって今秋の叙勲で旭日重光章を受章されたことをご紹介されました。

ご講演では、世界の原子力発電の新規建設計画の活発な状況とその背景について最新のデータに基づき、わかり易くご説明され、また、わが国の原子力の今後の課題として、設備利用率の改善、安全審査体制の強化と近代化などを挙げられ、日本における原子力カルネッサンスへの期待について講演されました。ご講演内容に関し、出席者の方々より原子力立地の地元理解にむけた国、事業者の対応のあり方や日本における発電電力量に占める非化石発電比の最適比率、また原子力発電所立地地域の産業振興など幅広い質問があり、丁寧にご回答いただきました。

講演後に菊池理事長より加納様へ特別講演に対する感謝と永年に亘るエネルギー問題に対するこれまでの多大の貢献に対して感謝状をお贈りさせていただきました。

休憩の後、RANDECの事業報告に移り、情報管理部長の榎戸から「廃止措置規制データ等の収集とWEBベースのシステム開発」(JNES委託事業)と題して、各国の廃止措置規制制度、世界120基以上の運転停止した原子力発電所及び再処理施設を中心とする核燃料取扱施設の廃止措置実績、廃棄物処分場や廃止措置に適用された技術、企業組織や用語集などの情報を体系的にまとめ、利便性の高いソフトウェアを使用し、インターネットにより情報提供できるシステムの開発成果を報告しました。

また、物流システム事業化準備室設備準備部次長の清水より「研究施設等廃棄物の物流システム事業化に向けた取り組み状況(2)」と題し、物流システム事業化検討の3ヵ年の調査結果及び今後の課題を報告しました。

さらに総務部課長の大澤および立地推進部課長の鈴木から11月15日から18日に実施した調査「平成22年度海外調査団(韓国)」について報告しました。

最後に森専務理事より閉会挨拶を申し上げ、滞りなく会を終了しました。

多数の皆様、ご多忙の中ご参加をいただきまことに有難うございました。当財団は、公益法人として皆様のお役に立ちながら原子力開発利用に貢献して参りますので、引き続きご指導・ご鞭撻をお願い致します。



報告と講演の会 開催風景

第23回 原子力施設デコミッションング技術講座の開催

情報管理部

当センター主催の第23回原子力施設デコミッションング技術講座が平成22年10月29日東京赤坂三会堂ビルにおいて開催されました。講演には、廃止措置における廃棄物のリサイクル問題にも携わられている原子力委員秋庭悦子先生もおいでになり、環境省廃棄物・リサイクル対策部の前適正処理・不法投棄対策室長荒木真一様の特別講演を拝聴されました。本講座でのアンケートや質問、ご意見を通し、本格化を迎えたわが国の原子力施設の廃止措置活動並びに関連する放射性廃棄物管理の国内外動向について皆様が情報提供を期待しておられることが分かりました。以下に、各ご講演の要点を紹介します。

特別講演では、「循環型社会の構築とクリアランス制度」というテーマで、荒木真一現大阪府環境農林水産部副理事（環境担当）がわが国の物質フローと循環型社会の姿、循環型社会構築のための産廃処理の構造改革及び法制度・仕組み、最近の産業廃棄物の不法投棄等の状況をご紹介され、また、一般産業廃棄物の処分に関わる数多くの事例と経験を話されました。その経験に基づき、原子力におけるクリアランス制度化に向けては、制度の厳格な運用及び万が一の事態に対応できるリスク管理が図られることを前提に、放射性廃棄物に対する理解とリスク・コミュニケーション及びクリアランス物に対する理解と社会的受容性の確保がなされることが極めて重要である、と強調されました。原子力分野の方々には大変新鮮さと示唆に富むご講演でした。

続いて、日本原子力研究開発機構の原子炉廃止措置研究開発センターの岩井正樹課長代理は、「ふげん」の廃止措置と廃止措置中の設備維持管理について説明されました。現在、給水加熱機と同配管の解体、復水器周辺の機器等の解体を行っており、平成20、21年度では約257トン（コンクリート除く）の部材を撤去したこと、設備の維持管理では、原子力安

全委員会指針に基づき各設備・機器の機能と性能が維持され施設定期検査が実施されているが、施設内に使用済燃料が貯蔵されていることから、その安全な貯蔵に係わる設備（未臨界、貯蔵、遮へい、除熱、浄化）の維持管理を行いつつ、供用中設備から解体する設備に移行するものについては管理上の対策に万全を尽くし作業を進めていることを紹介されました。

第3番目の森専務理事の講演では、英国の原子力発電所の廃止措置について、英国訪問調査からの最新情報が纏められ、英国の原子力政策、NDAの廃止措置政策と実績、特にWAGR炉（即時解体方式）とCalder Hall炉（安全貯蔵方式）の廃止措置活動実績、低レベル放射性廃棄物管理政策におけるDrigg処分場等の整備計画、解体廃棄物の再利用の動向等多くの分野の情報が紹介された。英国では、特に、クリアランス物資の再利用においても国際協力が図られ効率性、経済性の実績作りを目指している。これに関して、我が国も現在緒に付いたばかりの解体廃棄物リサイクルの一層の推進に向け、原子力委員会が「廃止措置とリサイクル」交流会を通して推進を図っていることが報告された。

次に、当財団パートナーズネット・ワーク

会員の姫野嘉昭氏による講演では、EUは約30年前から将来の域内の原子力発電所や再処理プラント等の廃止措置技術の確立のために、先行プロジェクトして英国、ドイツ、ベルギー及びフランスの6施設を選び、共同で廃止措置を進めてきた。その実績と経験は域内の100以上のプロジェクトの技術基盤として活用され、また拡大する中東欧諸国の廃止措置に反映されている。6施設の廃止措置目標は全て無制限解放であり、技術が長期間かけて実用化された。BR3、WAGR、KRB-A、KGR（以上は発電所）、Eurochemic、AT-1（以上は再処理プラント）の解体手順、解体技術、除染、廃止措置費用、解体廃棄物の発生量と管理について詳細な報告がなされた。

注目技術紹介では、まず、(株)セルナックの稲野辺部長が、デコミッションングにおけるダイヤモンド工具の有効性について講演されました。Niブレイズボンドと呼ばれるダイヤモンド砥粒を基盤に化学的に接着させる新技術は従来の電着法によるものに比し、切断・研削速度、寿命、廃棄物発生量、騒音、火花発生の点で優れ、コンクリートと鋼材の複合材の切断も容易であるため、廃止措置の利用が期待できることが示されました。続いて、(株)コアーデータシステムズの原代表取締役から、超音波による高精細画像による外観検査、コンクリートのクラック深さ測定、波形、音速による健全性判定、埋設管探査、道路、鉄筋の検査、内面腐食の外部からの探査技術等幅広い技術の実例が示され、原子力分野にそのまま適用できるので構造の健全性確認の正確な評価が可能であること、プラント健全性評価に重要な初期のクラックや腐食を探査でき、既に実プラントでも適用されて

いると、お話されました。

続いて、(財)電力中央研究所放射線安全研究センターの荻野主任研究員が、クリアランス基準に関する、ICRPやIAEAを中心とする放射線のリスクレベルと安全基準の考え方やその基準の検討内容、日本のクリアランス制度の整備について概括されました。わが国の原子炉、RI及びウラン取扱施設へのクリアランス制度整備の経緯と具体的な基準、各事業者の発生するクリアランス対象物量、クリアランス確認方法と状況について順次説明されました。また、電中研が開発したレーザー形状計測とモンテカルロ計算手法を組み合わせた測定装置について、最後に表面汚染測定によるクリアランスの判断方法についての保健物理学会の放射線防護標準化委員会標準の内容が紹介されました。

最後の講演では、当財団の物流システム事業化準備室の泉田部長が、研究施設等廃棄物の物流システム事業化における事業化の調査検討について報告しました。調査検討3カ年計画の最終年度にあたり、これまで実施した事業の収支シミュレーション結果（事業の概算費用、準備資金の手立て等）、処理設備システム検討結果として、対象廃棄物のプロセスフロー、施設と処理設備、固化設備等の主要な設備容量並びに廃棄体埋設基準を決めることができた。今後は事業の詳細計画の策定、施設・設備の設計と事業許可申請、廃棄体の技術基準への対応及び施設の立地活動等が必要となることなどの総合的な纏めが紹介されました。

最後に当たり、本講座のために貴重な資料を準備頂いた講師の方々に御礼申し上げます。

クリアランス物のリサイクル利用に向けて

専務理事 森 久起

クリアランス物のリサイクル利用の促進を目指して、制度と国民理解の検討を行なう第1回目のワーキンググループ会合が平成22年12月20日に開催されました。年末の忙しい時にもかかわらず、秋庭原子力委員を始めとして、市民団体、マスコミ、国、研究機関、産業界から40名を超える方々が参加していただき、リスクコミュニケーションを実践している原子力機構の郡司郁子さんから「クリアランス物に対する一般感覚を考える」と題した講演をしていただきました。また、廃棄物のリサイクル活動をされているNPO法人持続可能な社会をつくる元気ネットの鬼沢良子さんから「3Rの実践と廃棄物に関する合意形成」と題した講演をしていただきました。何れも豊富な実践経験の中から、クリアランス物のリサイクル利用を進めるに当たっての国民理解を得るために留意しなければならないことを話していただき、参加者間での意見交換

が行なわれました。

このワーキンググループは、原子力委員会が主催している「廃止措置とクリアランス交流会」を受けて、交流会参加者等が自主的に集まり、より具体的な検討などを行なうことを目的としており、松田前原子力委員を座長として、当面の間、当財団が事務局を担っています。

クリアランス制度は原子炉等規制法においては平成17年に、放射線障害防止法においては平成22年度に制度化されていますが、当面の間は発生事業者にて再利用を図りながらしていますが、原子力施設の本格的な廃止措置が行なわれる時代に備えて、フリーリリースが可能な社会システム作りを国民の理解の下に進めていく必要があります。そこにワーキンググループでのこの検討等が役立つことを願っています。



クリアランス物のリサイクル利用を目指す
第1回WG開催の様子

大学・民間等廃棄物発生事業者連絡会議の開催

物流システム事業化準備室 事業計画部

RANDECでは、大学・民間等の廃棄物を対象に、廃棄物を集荷、開梱・分別して埋設用廃棄体の製作を行う事業(物流システム事業)の調査検討を進めています。今回、大学・民間等の主要な発生者で構成する「大学・民間等廃棄物発生事業者連絡会議」を開催し、これまでの調査検討状況と次年度以降の取り組み計画を報告し、廃棄物発生者から意見・要望を伺いました。当日は19の発生事業者と電気工業会及び新金属協会からのご参加をいただくと共に、原子力機構埋設事業推進センターから大澤センター長のご出席を頂きました。会議の主な議題を以下に示します。

①物流システム事業化調査状況

②物流システム事業の立ち上げ準備について

①の事業化調査状況の報告では、平成20年度から進めている事業計画・設備計画・技術

課題等について報告しました。

②の事業の立ち上げ準備では、立地活動、事業主体設立等の具体的な準備活動を実施することを説明しました。これらに対し、発生事業者からは廃棄物集荷時の基準や開梱分別時の対応等への要望があったが、RANDECが事業主体として準備を進めることに連絡会議の総意を持って賛同を頂きました。また、大澤センター長より埋設処分事業への取り組み状況について特別講演をして頂き、概念設計、立地手順・基準、事業費用等の検討状況、並びにこれらを反映した実施計画の変更を来年度中に実施するとの説明がありました。

今回は、物流システム事業に対する発生事業者からの期待が感じられる会議でした。今後も本会議もしくは全発生者への説明会等で情報発信を継続して参ります。



平成22年度大学・民間等廃棄物発生事業者連絡会議の様子

RANDECの事業に関する近況報告

1. 研究施設等廃棄物に関する情報収集

物流システム事業化準備室 技術部

1. 情報収集の背景・目的

平成20年に独立行政法人日本原子力研究開発機構法が改正され、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が埋設施設を設置し、自らの廃棄物とその他の廃棄物発生者から委託を受けた廃棄物の埋設処分を実施することとなった。

研究施設等廃棄物を埋設処分するためには、原子力機構とそれ以外の廃棄物発生者とが協力し、事業許可申請、輸送、処理、廃棄確認等の埋設処分と密接な関係にある事項に係る情報の収集・整備を進めることが必要とされている。このため、原子力機構は、平成22年10月7日に「第2回研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会」を開催し、大学・民間等の廃棄物発生者に収集する情報、収集時期等の説明を実施した。下図は当日配布された資料の抜粋であるが、廃棄体本数、放射能評価結果等を当面収集する情報としている。

RANDECは今年度の情報収集作業を原子力機構から受託し、原子力機構以外の廃棄物

発生者のうち、原子炉等規制法の許可を取得した廃棄物発生者から、情報の収集を行っている。

2. 情報収集作業の概要

廃棄物の埋設までに必要となる廃棄物データを収集するための作業項目と時期及び各データ項目間の関連を整理し、廃棄物の埋設までに実施すべき廃棄物データの収集工程を作成した。これに基づき、調査対象発生者における廃棄物の現状を踏まえ、埋設事業許可申請の準備開始までに対象発生者から収集するデータ項目を選定し、その項目に対する要求事項を設定した。

以上を基に、アンケート調査票を作成し、調査対象発生者に送付した。調査項目は、核種毎の放射能量、環境に有害な物質の種類・量、廃棄物管理状況等である。

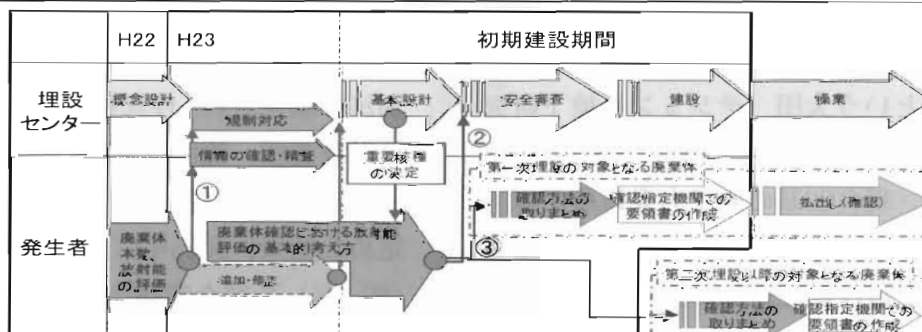
また、一部の発生者については、事業所を訪問しヒアリング調査を実施する予定である。



3. 廃棄物に関する情報の収集

埋設施設の事業許可申請を行うためには、以下の情報の収集・整備が必要となります。

- ① 埋設対象廃棄物の発生起源、汚染形態等に応じて、埋設する廃棄体等の本数及び重量や放射能インベントリについて、計算、評価した情報。
- ② 計算、評価した放射能インベントリ等について評価方法の妥当性を示すため、実廃棄物から試料等を探取し放射能データを取得した情報。
- ③ これらのデータに基づき確立された、廃棄体確認に備えた合理的な放射能評価方法。そのため、機構と発生者が協力し、事業許可申請において必要となる情報の収集・整備を確実に進めていくことが必要となります。今後、平成23年度中を目途に上記①の情報の収集を実施いたします。



平成22年10月7日 研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会(第2回)

2. 平成22年度 海外調査団(韓国)の調査結果の概要

立地推進部 鈴木 康夫

総務部 大澤 政雄

韓国では、UAEによる中東地域で最初の原子力発展事業プロジェクトを2009年12月末に約400億ドルで受注するなど原子力産業における大きな躍進を遂げたこと、また中・低レベル放射性廃棄物の処分事業が急速に進展している状況を鑑み、最新情報を収集するために、菊池理事長を団長にRANDEC海外調査団を韓国に派遣した。今回の調査では、現在の韓国の原子力の“勢い強さ”を感じた。詳細は平成22年度海外調査団(韓国)報告書に記載するが、ここでは調査団の調査結果の概要についてご紹介する。

前回平成21年度の海外調査団では、韓国の原子力の最新状況を調査したが、その直後の09年12月のUAEへの原発輸出事業の受注、また10年1月に発表された「韓国原子力発電輸出産業化戦略」、さらに中・低レベル処分事業の進展等、韓国の原子力産業はさらなる飛躍を遂げていた。そこで平成22年度は改めて韓国を訪れ、原子力政策の新しい変化と処分施設に関するより詳細な状況の把握を目的として下記項目について調査した。

1. 韓国の原子力政策に関する調査(ソウル)
2. 韓国の地下処分研究に関する調査(大田)
3. 韓国の中・低レベル放射性廃棄物処分施設に関する調査(慶州 月城)
4. 韓国の原子力発電に関する最新技術の調査(釜山 古里)

メンバーは各界の第一線で活躍されている21名。期間は2010年11月15日～11月18日と短期間であったが、処分施設、発電所に加え韓国側の特別な取扱いによりめったに見ることが出来ないという大田(テジョン)地下研究処分施設(KURT)を見学することができた。

韓国では、現在20基の原子力発電所が韓国水力原子力(株)(KHNP)により稼動中であり、原子力発電は総発電量の35.6%('08)を占めわが国とほぼ同じだが、2030年までにこ



れを40基、総発電量の59%に増やす計画である。設備利用率は91.7%('09)と世界平均から見て非常に高い。原子力エネルギーの国民による支持率も68.9%('09.10、国民アンケート)ときわめて高い。

韓国に原子力発電が導入されたのは1970年代で、放射性廃棄物処分施設の立地活動が開始されたのは1986年であったが、2005年に中・低レベル放射性廃棄物処分場財政支援特別法が制定され、住民投票方式、US3億ドルの財政支援、使用済燃料の中間貯蔵施設との分離、処分実施主体本部の現地への移転等を定めた結果、2005年に最高の住民投票賛成率(89.5%)を得た慶州市に中・低レベル処分施設の立地が決定した。2008年に放射性廃棄物

管理法が制定され国家管理を強化すべく独立機関の設立を決めた。それが2009年1月に設立の韓国放射性廃棄物管理公団（KRMC）である。

1. 原子力政策に関する調査（ソウル）

11月15日、調査団はソウルKHNP本部を訪れ、KHNP原子力政策関係者と会談した。韓国側はKHNP原子力政策処原子力政策チーム次長アン・ジェミン氏、安全技術所廃棄物事業整理チーム チーム長キム・ギョンドク氏、チーム次長 チェ・ジョンハク氏が対応され、2030年までの原子力政策の詳細や廃棄物管理政策、発電所の輸出事業、原発の設計寿命、中間貯蔵計画、廃棄物と国の関係、KRMCの位置づけ、韓米原子力協定、再処理など、多岐にわたる活発な質疑応答があった。



KHNP本部会議室（ソウル）

KHNPとの会談後、同じくソウルにて廃棄物処分事業についてKRMC事業本部事業戦略室事業戦略チーム長カン・ギソン氏、同チーム工学博士コ・ムンソン氏と会談する機会も得た。ちょうどこの日は中・低レベル放射性廃棄物輸送船チョンジョン・ヌリ号が初の試験運転でウルチンの港を出ており、われわれが月城（ウォルソン）の中・低レベル処

分施設を訪問する際に月城に到着する予定であると伺った。

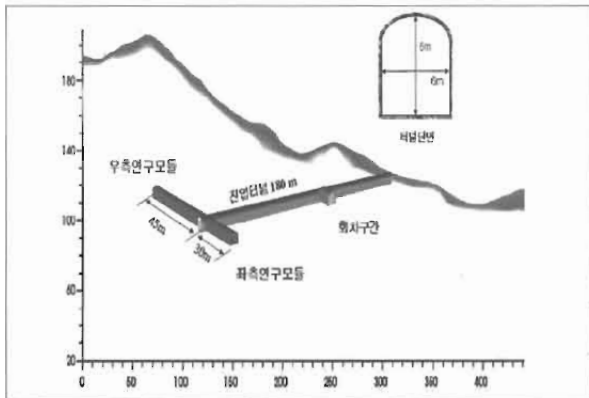


廃棄物輸送船チョンジョンヌリ号
(2600トン、二重船体、GPSシステム搭載)
KRMCパンフレットより

2. 韓国の地下処分研究に関する調査（大田）

11月16日、調査団は大田（テジョン）にある韓国原子力研究所（KAERI）のKURTを訪れ、放射性廃棄物技術開発部クォン・サンギ博士から主な研究内容について、地下研究トンネルの中に入り説明を受けた。地下トンネルKURTは山岳地帯にある研究施設で、発電所の運転から発生する高レベル放射性廃棄物処分の安全研究に用いられている。また、ここで得られた知見は中・低レベルの放射性廃棄物処施設の建設にも応用されている。

アクセストンネルの180mの先に、左側30m、右側45m、全長225mの研究モジュールがある。山頂に向かうトンネルにより最深90mの深さを実質的に実現した地下研究施設となっている。地下水の流れや岩石の特性についての研究が行われており、実際の放射性物質の利用は法律で禁じられている。幅6m×高さ6mの鞍型トンネルは良質の花崗岩中に掘られている。



KURTの構造（ハンゲル表記は上からトンネル断面。右側研究モジュール、進入トンネル、回送区間、左側研究モジュール）KAERIホームページより



KURT入り口

KURTでは、地質学的特性を調べるための表面の調査、ボーリング掘削その他のさまざまな“その場”観察試験が実施されてきた。それらの成果により、地質学的調査から、現場周辺の地質層と破碎帯を推定することなどが可能となった。こうした基礎研究・技術開発により、水文地質学的・地球化学的な基本データの取得や、処分場の立地適性調査の手法、処分場設計に当たっての安全確保に資することを目標としている。

韓国では、長期的な高レベル廃棄物の処分システムの研究開発が1997年に始まり、地下研究施設の必要性が認識された。そして2003

年1月にKAERIの所有する敷地内での地下研究施設の建設が計画され、建設にあたっての適性調査や詳細設計が2004年に完成した。2004年11月には地方自治体（テジョン市と儒城区）及び旧科学技術省（MOST）から許認可を得、2005年3月に建設が始まり、2006年11月に研究施設の完成に至った。



KURTの内部

3. 中・低レベル放射性廃棄物処分施設に関する調査（慶州 月城）

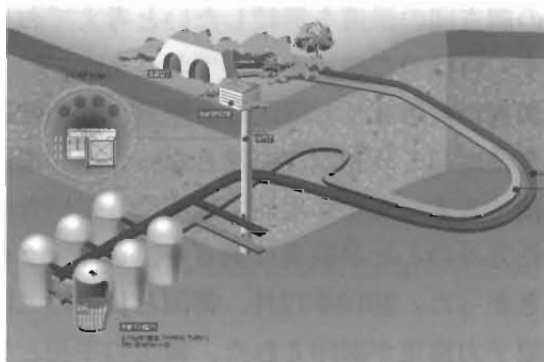
11月17日調査団は慶州の東海（トンヘ）に面した月城原子力環境管理センターを訪問し、KRMC地域協力チーム次長キム・テシクと会談し、建設中の処理施設と中・低レベル処分施設を見学した。



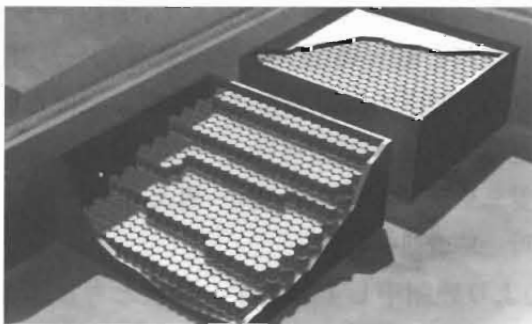
月城原子力環境管理センター

この日は、先に述べた輸送船の試験運転中で、所員には政府より非常待機命令が出てい

た。月城の処分施設は洞窟（サイロ）方式であり、運用トンネル（全長1415m）、建設トンネル（1950m）、垂直坑（207m）、サイロ（海面下80m～130m）からなる。2006年1月建設開始、2012年完成予定である。訪問時の工程進捗率は約7割（運用トンネル91%、建設トンネル60%、垂直坑97%、サイロ未竣工）であり、順調に建設中とのことであった。広報館や地上支援施設を含め、敷地面積は約200万㎡、第1段階では200ℓドラム缶10万本（総数80万本）を平均海面下80m～130mの深さに6基のサイロ（各17,000ドラム缶）に処分する予定であるが、浅地中処分についても検討中（検討案：第一期10万本サイロ方式、第二期50万本浅地中方式、第三期20万本、協議で決定）である。



サイロのイメージ。KRMCパンフレットより



検討中のトレンチ処分。
KRMCパンフレットより

会談では、サイロ、コンテナ、ドラム缶の充填、建設工期・コスト、サイロ内廃棄物運

搬クレーン、鉄筋構造、長期的安全評価に関するシミュレーション方法、廃棄物容器、解体廃棄物、廃棄体基準、輸送手段、立地選定基準・手順などについて多くの質疑があり、キム・テシク次長より丁寧にご回答いただいた。その後、ほぼ完成した地上支援施設の受入検査・貯蔵施設を見学した。



受入検査・貯蔵施設

また、今回特別に建設中のトンネル内の様子を初公開して頂いた。



建設中のトンネル内の様子。KRMCご提供



建設中のトンネル内の様子(先端部分)KRMCご提供

4. 韓国の原子力発電に関する最新技術の調査(釜山 古里)

11月18日、調査団は釜山にある新古里原子力発電所を訪問し、最近のUAEへの原子力発電所の受注に繋がった韓国の次世代型軽水炉(APR1400、140万kW)新古里3号機、4号機(各機とも6年間で竣工予定)を見学した。



建設中の新古里発電所。KHNPご提供資料より

昨年度基礎を建設であった4号機はモジュール工法により1年で当時の3号機と同じ段階(炉の部分)まで建設され、3号機は炉外施設の建設を開始していた。韓国側はKHNP古里原子力本部対外協力室 次長イ・ジェウォン氏、同課長ムン・テジン氏、新古里第2建設所海外事業支援チーム次長イ・ヒョニ氏が対応され、次世代型原子炉の緒元、特徴、建設工法、大型クレーンの仕様、冷却水給水方法、越前くらげへの対処方法、技術のライセンス、工期短縮、自動溶接技術、定期検査の期間(約20日程度)、規制当局との関係等について詳細に説明して頂いた。人員が追いつかないほどに韓国原子力の勢いは増しているという印象であった。

短期間の強行スケジュールながら調査団員

は最後まで熱心に調査され、韓国の官民を上げてのチームワークのよさとグローバルリーダーとしてのビジョンや意識の高さに感心されていた。



KHNP古里発電所本部にて

RANDECはこれからも話題性のある場所への調査団の派遣を継続したいと考えております。皆様のご参加を願っております。

調査が無事完了し帰国した翌週、北朝鮮砲撃事件が起こり韓国は騒然となったが、帰国直後でもあったため現地で親切にしていた方々のことが脳裏に過ぎり、ショックが大きかった。2010年12月、韓国と日本の二国間原子力協定が調印された。韓国の平和と発展を祈ると共に、今後の我が国の原子力との緊密な関係構築を願うものです。

最後に、駐日韓国大使館の全遇元一等書記官始め、韓国の関係各位にお礼申し上げたい。

진심으로 감사드립니다.

앞으로도 여러분의 많은 협조와 지도를 부탁드립니다.

(心より感謝申し上げます。今後ともご指導・ご協力のほどよろしくお願いいたします。)

3. 研究施設等廃棄物の物流システム事業化検討(3ヵ年)の概要

物流システム事業化準備室 設備準備部

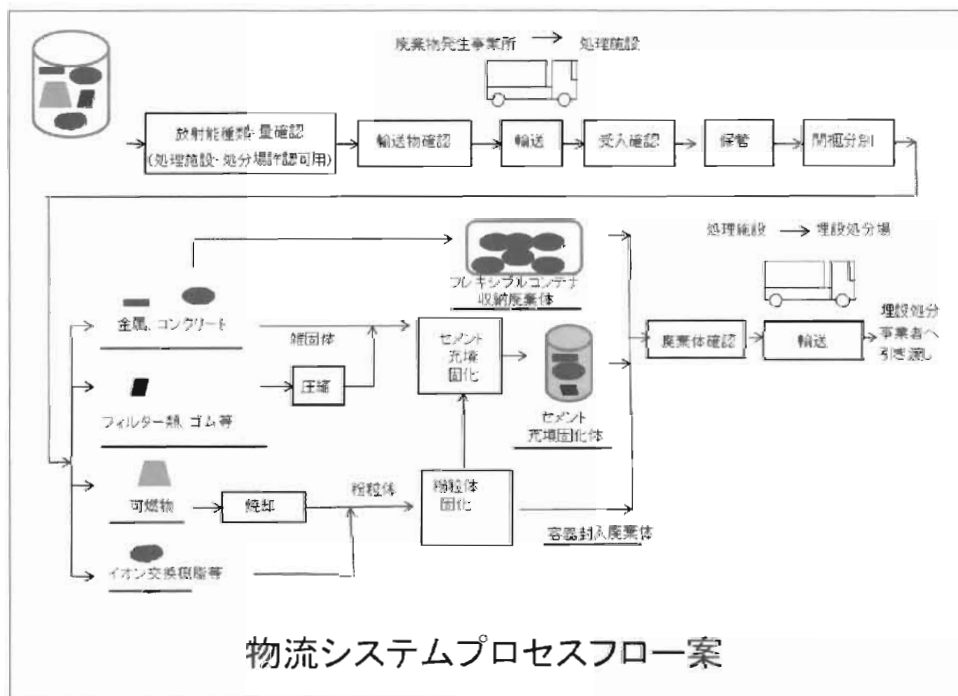
日本各地の大学・民間等の研究施設等において、放射性廃棄物等の保管が続けられている。RANDECは、これらの大学・民間等から発生する研究施設等廃棄物の集荷、保管、処理を行って、埋設事業を行う原子力機構に引き渡す「物流システム」の事業化について、民間の主要廃棄物発生事業者の支援を受けながら、平成20～22年度の3年間で調査検討を実施した。

原子力発電所において既に技術的に実証されて実績もある廃棄物処理プロセスを参考に、大学・民間等廃棄物の特徴に適した処理プロセスを検討した。大学・民間等の研究施設等で保管中の廃棄物を、集中処理を実施する物流システム事業拠点に集荷し、開梱・分別などの前処理を行ってから、埋設に適した形態の廃棄体にするプロセスである。プロセスの大部分は原子力発電所廃棄物処理と同様

であるが、原子力発電所廃棄物との違いを考慮して一部の工程では別技術を選定する。特に、国からの廃棄体確認を受けるために必要な放射能濃度を確認する方法については、多様な核種組成の廃棄物が存在することから、物流システムに適した新規の合理的な方法の検討を進めている。

事業計画の検討に当っては、40年間の事業期間のリスクをも見据えた経済性の評価も進め、一次評価としての処理費用を算出している。

今後は、事業化準備から事業準備への移行を考慮して、埋設処分事業の準備を進める原子力機構と連携しながら、物流システムの技術事項、事業開始資金の確保(立上げ時資金、設備建設資金)、事業要員の確保について、検討を進める予定である。



外部機関の活動状況紹介

ニュークリア・デベロップメント(株)における事業展開

ニュークリア・デベロップメント(株)
取締役 白鳥 義夫

1. 会社概要

当社は、平成2年4月に三菱重工業株式会社と三菱原子力工業株式会社（平成7年に三菱重工業と合併）の共同出資により設立された原子力関連研究開発専門会社で、社方針に「全てに優先して原子力安全を確保し、原子力事業の発展に寄与する」ことを掲げ、茨城県東海村において事業展開しています。

2. 事業概要

当社の主要施設は「燃料ホットラボ施設」、「材料ホットラボ施設」、「構造・材料実験施設」及び「燃料・化学実験施設」の4施設と放射性廃棄物保管施設等から成っており、主に次の研究開発を行っています。

- (1) 原子燃料の研究開発、試験評価
- (2) 原子力機器材料の研究開発・試験評価
- (3) 原子炉水化学に関する研究開発
- (4) 燃料サイクル技術に関する研究開発

3. 試験施設と事業紹介

次に、当社で取り組んでいる事業につき、試験施設毎に一例を紹介します。

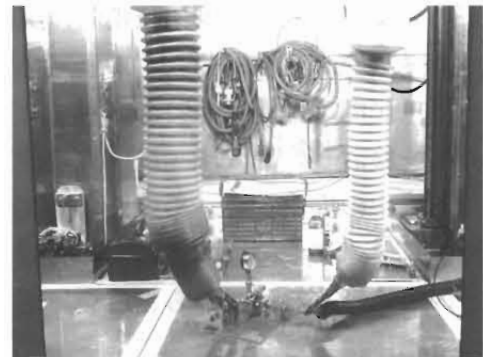
3.1 燃料ホットラボ施設

燃料ホットラボ施設は、使用済燃料貯蔵プール、5つのホットセルと分析室等で構成されています。

発電所で照射された燃料集合体を貯蔵プールで安全に保管した上で燃料棒を取り出し、ホットセル内や分析室に設置されている遠隔操作型の各種精密試験装置を用いて燃料ペ

レット、燃料被覆管およびノズル・グリッド等の燃料集合体構成部材の試験を行います。

これを照射後試験といい、燃料棒の非破壊検査の他、各試験部材の切断、金相試験、強度試験および照射後の性状変化・特性の確認・評価を実施しています。



ホットセル内での遠隔操作試験の様子

3.2 材料ホットラボ施設

材料ホットラボ施設には8つのホットセルと分析室、試験室等があり、各種の試験機や分析装置を備え、原子力機器材料等の健全性に関する試験を多角的に行っています。

ここでは、代表例として原子炉容器サーベイランス試験と空気浄化フィルタ性能試験を紹介します。

3.2.1 原子炉容器サーベイランス試験

原子力発電所の原子炉容器は、運転中の中性子照射により機械的性質が変化することが知られているため、法令に従い健全性を確認することが義務付けられていますが、原子炉容器本体から試験サンプルを採取することはできないので、予め原子炉容器と同材質の銅

材（試験片）を原子炉内に挿入しておき、それを計画的に取り出し当社に輸送し、健全性確認試験を行います。

この試験を原子炉サーベイランス試験と呼び、得られたデータは原子力発電所の安全運転に必須の情報として提供されています。

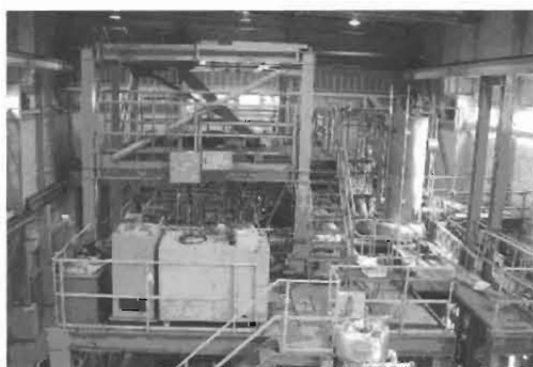
3.2.2 空気浄化フィルタ性能試験

原子力発電所では周辺環境に放射性物質を放出しないようにするため、換気設備に放射性ヨウ素を除去するチャコールフィルタを使用していますが、当社では、軽水炉用、高速炉用等の各種チャコールフィルタの放射性ヨウ素除去性能試験を実施するとともに、高性能フィルタの開発実験も行っています。

3.3 構造・材料実験施設

本施設は非管理区域の実験施設で、模擬燃料を用いた流水試験や機械試験を通じ、燃料集合体構造の改良や健全性確認を行うと同時に実験結果の予測解析、検証解析を実施し、考察・評価を加えた上で設計に反映しています。

また、燃料の高燃焼度化等に資するための燃料被覆管の特性評価や研究開発に取り組んでいます。



流水試験設備

3.4 燃料・化学実験施設

本施設では、燃料ペレットの開発や被ばく低減等の化学・放射化学に関する技術開発を行っています。

燃料分野では、開発に必要な基礎的なデー

タを得るため、X線回析装置やレーザー熱定数測定装置等の分析装置を用いて各種の特性を測定しています。

また、化学分野では、原子炉内を流れる冷却水の最適水質条件を求めるためにRIを用いて放射性腐食生成物の移行挙動調査や、誘導プラズマ質量分析装置による微量元素分析等を行っています。

4. 照射後試験燃料・材料の輸送

使用済燃料の照射後試験や原子炉サーベイランス試験に供される燃料や材料は、関係規制法令に則り、万全の安全対策をとって当社まで輸送しています。

5. 安全管理業務

5.1 放射線管理

施設の放射線管理ではエリアモニタ、インセルモニタ、排気モニタ等により放射線の連続監視を行うとともに、放射線作業環境の管理、個人被ばく管理、厳格な出入管理等により放射線安全確保に万全を期しています。

5.2 廃棄物管理

事業に伴い発生した放射性廃棄物は、放射能レベルに応じて専用の廃棄物容器に収納し廃棄物保管庫に保管しており、現在進められている研究所等廃棄物処理処分の早期実現に向けて積極的に協力していきたいと考えています。

6. まとめ

当社は、設立後20年、前身の三菱重工業東海試験場設立からは39年間に亘り原子力研究開発に携わってまいりましたが、近年、海外原子力プラントに関する研究開発も増えており、今後とも地域の皆様の安全安心を最優先とし、原子力事業の発展と環境問題への貢献に努めていく所存です。

海外技術情報

1. AtomEco-2010(Rosatom主催)国際会議の概要

パートナーズ・ネットワーク会員 新谷 聖法

東西冷戦時代、ロシアにおける軍事利用の結果生じた大量の負の遺産である放射性廃棄物の処理処分問題を中心課題として、D&D(除染及び廃止措置)プロジェクトや将来の核燃料サイクルや高速炉開発までも視野に入れたRosatom(ロシア連邦原子力企業; ロシアトム)主催の国際会議“AtomEco-2010”が、昨年10月28日～29日の二日間、モスクワのプレジデントホテルにて開催された。

報告者は、JAEAのワシントン事務所長時代に、知己であったローレンスリバモア国立研究所のJardine博士より要請を受け、本会議のプログラム委員を引き受け、以後、ボランティアに本会議への協力を継続しているものである。ロシアでの会議では負の遺産が中心であり、また会合も比較的新しく始まったものであることから知名度が低く、日本からの参加を募るのが毎年の課題となっている。今回は、原子力委員会の鈴木委員長代理から参加の快諾を得て、冒頭プレナリーでのパネル討論や各国代表によるプレゼンテーションにおいて、わが国の原子力分野の技術ポテンシャル、日露協力の実績と重要性などについて、紹介頂きました。

本会議は2007年に第一回を開催し、今回が4回目であり、会議としては未だ発展途上にある。参加者や企業は年々増加しており、今回は100以上の企業、700名強の参加があった。但し、殆どがロシア国内からの参加であり、米国で行われている同種の会議、Waste Management Conference(WM)の登録参加者約2000名やその国際性と比べると、まだまだ

質・量ともに比較にならないが、ロシアにおけるD&Dプロジェクトがこれから徐々に本格化されていくであろうこと、米国の同種プロジェクトが収束に向かっていくことから、関係機関はロシアに視野を移していくものとも考えられ、今後、本会議が、より大きく発展していくことが期待される。実際、昨年と比較すると、参加者数の増加を初めとして、会議場の広さ、同時通訳の充実度、昼食やコーヒブレイク等の事務局側手配の改善など、主催者であるロシア原子力開発におけるRosatomの意欲が伺えるところである。

今後の課題としては、より国際性を高めるために、発表のViewgraphは英語表記とすること、会合プログラムとして、ロシア国内の関連施設への視察を企画すること、会合初日ないし前日に、参加者の友好を深めるためのレセプションを開催すること、などが考えられる。会合の言語を英語とすることは、参加者の9割がたがロシア人である限り、現実的でなく、英語の同時通訳をつける現行方式でよいのではないと思われる。また、これまで、会合参加は無料で有り、これは、是非今後も維持してほしいところであるが、参加者がより一層、増加した場合には、有料化もやむを得ないであろう。

ロシアでは、近年、使用済み燃料も含めての法体系が整備され、原子力発電の拡大や輸出等が進めやすくなってきている。特に、海外からの使用済み燃料の受け入れにおいて、再処理、無期限貯蔵、最終処分といったオプションが認められることになった点、他国に

は無い特徴となっている。これは、将来の原子力輸出において、Fuel take-backやfuel leasingなどの可能性にもつながり、ロシアが原子力輸出において優位に立つポイントにもなると考えられる。会議の冒頭での会議主催者RosatomのShedrovitskyi副社長の挨拶で

は、ロシア原子力の発展への強い期待が述べられた。

会議では、以下の技術セッションが設けられ、各会場で熱心な技術に関する意見交換が行われた。

- G8 and Nuclear Legacy Resolution in Russia
- Advanced Nuclear Fuel Cycles - are there any benefits to the global nuclear market ?
- Environmental and Public Acceptance of Nuclear Energy
- Realization of Federal Budget Program on Ensuring Nuclear and Radiological Safety in Russia
- Modeling of Nuclear Fuel Cycle Back-end: business models, economics and technology development
- SNF Management: Technology Perspectives
- Issues of Low-Level and Intermediate Level Waste management
- Radiation Technology - Development of Regulatory Base and Potential Market
- HLW and Long-lived Radionuclide Management
- Environmental remediation and D&D of nuclear legacy facilities and sites in U.S.A.
- Application of Bioleaching Technologies for Man-made Deposits and Uranium Tails Processing
- Projects and solutions on ER and D&D of nuclear facilities
- Instrumental methods of detection and control of ionizing irradiation of hazardous materials

ロシア側の日本の関連技術に関する興味は大きく、事務局より、再三、関連技術の紹介をプログラムに入れたいとの要請を受け、また、Rosatom参加企業メンバーからの会合のアレンジの要請もあったが、残念ながら、今

回は実現できなかった。次回は、実現へ向けに対応していきたいと考えている。関係諸兄の今後の本会合への積極的な関与を期待するものである。



パネル討論に参加する各国の代表

2. E.ON社Stade発電所の解体廃棄物の管理手法について

情報管理部 榎戸 裕二

ドイツでは、原子力法(AtG)により運転停止後の原子力発電所は即時解体または約30年の安全貯蔵後に解体しなければならない。廃止措置中の主要な措置に廃棄物管理があり、法規則で決められた条件を事業者は守り廃棄物を最終処分あるいはクリアランスするまで責任をもって管理する。本論文では、ドイツの廃棄物管理の枠組みと現在解体が進められているStade発電所で選ばれた主にクリアランスを中心とする廃棄物管理手法を紹介する。

KKS解体と国の廃棄物管理

Stade原子力発電所(以降、KKSと略す)はPWR型原子炉(電気出力64万kW)で、2003年に運転停止した。現在、E.ON社が2015年の緑地化を目指し廃止措置を進めている。対象となる廃棄物は約1万トンの鋼材と10万トンのコンクリートである。国の廃棄物管理政策では、廃棄物放出の優先順位は、①再使用、②クリアランス、両者が不可な場合は③放射性廃棄物として集荷し最終処分することとされる。クリアランスは、RPO法(放射線防護法)第29条の「 $10\mu\text{Sv}$ 」の概念に基づいて、クリアランス許可書に記載する各プラントに適合した手法で行われる。一方、事業者は、発電所の廃棄物を政府の運転する最終貯蔵施設に引渡すが、処分場が受け入れるまでは自己の中間貯蔵施設に保管することになる。

KKSの放射能状態と予測物量

PWR炉の特徴として、汚染は原子炉建物内、特に原子炉容器内、生体遮へい、冷却系ループ及び付属システムに集中し、その主要な放射能核種はCo-60である。系統除染(冷却材の流路に付着した汚染を薬品等で除去すること)により汚染をクリアランスレベル以下にする。タービンホールに汚染はない。物量は通常廃棄物領域から21万トン、原子炉領域から12万トン(1万トンが金属)発生が予

測され、約9年で解体する。

廃棄物処理方法の確定

全ての物質は建物基礎の一部分を除き、十分な廃棄物管理構想が求められる。通常廃棄物領域の部材は簡単な方法で処理され撤去される。優先順位から、廃棄物の97%以上を占めるクリアランス物資が最初に管理される。放射能状態は、“その場”測定では正確には推定できないため、KKSではどの廃棄物処理方法を適用するかを決定するため表1に記す手順を決めている。詳細な放射能特性確認は直接クリアランスの場合にのみ求められる。KKSでは、クリアランス前に熔融することを基本とするが、熔融はCo-60や他の核種を除染する現実的な方法でもある。熔融後のクリアランス測定は各バッチ1サンプルでよい、とされる。

KKSにおける放射能特性の確認

KKSでは、部材の放射能を確認するのに全 γ 放射能と共に核種組成比を用いる。表2にドイツで適用されている核種組成比を定義しクリアランスを行うための方法を示す。表2の左列では、全サイト又は大型部材の典型的なサンプル分析が示されている。核種組成比は主要核種の他の核種に対する最も保守的な比で計算する。大抵の場合、主要核種は γ 核

種を採る。解体及び除染後には部材は同種の発生元、系統及び履歴毎のバッチに分ける。各バッチからサンプルを採り、核種組成比を確認する。中央列では、バッチは発生元、系統及び履歴に基づき認定する。核種組成比の計算方法は左列と類似する。右列では、バッチはサイト履歴及び/又は放射能に基づき認定され、その後で除染する（表面の一部を除去）。除染後の残存物により核種組成比は計算されるが、1バッチ当たり1サンプルで十分である。

KKSの放射能特性確認は「系統」をベースとした。理由は、系統の方が核種組成比を実態的に示し、クリアランス測定の際に放射能を過大評価することが少ないためである。以下の手順で特性確認が行われる。

- (1) 同じ核種組成比を有する放射能系統を全系統とサイト履歴を分析し見つける。
- (2) 系統から16サンプルを採取し、 γ スペクトロメトリーと α 核種分析する。
- (3) 分析結果は統計的にチェックする。
- (4) 特性確認から求まる核種組成比により、特定クリアランス値、表面汚染のクリアランス値及び核種の測定性が決まる。（この3点を同時に満たす核種組成を求めるには適切な手法が必要）

核種組成比は独立した専門家が確認し、同じ専門家が“決定測定”の結果を確認する。このプロセス全体がクリアランスの許可条件となっている。

KKSに適合させる廃棄物管理概念

1. クリアランス

RPO法では第29条の付属書Ⅲの表Ⅰにクリアランスの国際規則である年間 $10\mu\text{Sv}$ の個人被ばく線量相当のクリアランス方法と値が、以下の7ケースに対して細かく決められている。別表1（当財団がクリアランスの主

要核種について取り纏めたもの）にその抜粋を示す。①無条件クリアランス、②年間1000トン以上の瓦礫又は土壌のクリアランス、③サイトの無条件クリアランス、④建物の無条件クリアランス、⑤処分場又は放出される物質の条件付利用のためのクリアランス、⑥建物の条件付解体に伴うクリアランス、及び⑦主に溶融を行う金属スクラップ。これは事業者と規制者双方に特定の残部材や物質の利用のため $10\mu\text{Sv}/\text{年}$ の原則を正確に適用させている。ドイツでは、サイト内埋設処分場が利用できないため、この政策により、解体の「放射性廃棄物」を大量に非合理的に抱えることを防ぐ。

2. 放射性廃棄物

解体廃棄物でクリアランスされない放射性廃棄物は、将来Konrad処分場で埋設処分する。しかし、Konradの受入れは医療機関や他の発電所の廃棄物が優先されるのでKKSが利用できるのは10年後となる。このため、 4000m^3 容量の中間貯蔵施設がサイト内に必要となる。KKSの放射性廃棄物の処理は国内規則とKonradの受入れ条件を勘案し以下のように行う。

- (1) 雑多な廃棄物の収集と選別により受入れ基準に適合する高品質廃棄物とする。
- (2) 可燃性廃棄物は焼却用施設へ搬送し減容、灰化する。可燃性廃棄物の受入れは処分場では厳しく制限されている。
- (3) 圧縮性廃棄物は減容専用施設で処理し、処分基準適合の高品質廃棄物とする。
- (4) 汚染や放射化が認められた大型金属は処分場の収納容器に直接入れる。金属の状態が良好で放射能が $100\text{Bq}/\text{g}$ 以下ならば溶融し最終処分容器に利用する。
- (5) 他の発電所で再使用可能なものは売

却・搬送する。新所有者がドイツ国外にプラントを保有している場合には、発電所からの搬送には厳格な規則が適用され、物資の所有権移管が必要で、この場合はクリアランスも廃棄物処理もできない。

まとめ

ドイツでは、廃止措置において放射性廃棄物を極力減らし、国民が受入れ可能なリス

クの範囲で使用部材の一般社会での再利用を行うクリアランスを促進している。

KKSは2001年に制定されたRPO法の下では廃棄物管理が体系的に実施されている規制当局が重点を置くプラントである。

本論文では、実績に関してはあまり紹介されなかったが、現在精力的に実施中の廃止措置における廃棄物管理全体の活動と合理性について報告されることを期待したい。

参考文献

- 1) G. U. Bacmeister and B. Kaiser, "Waste Management Concept during Dismantling of Nuclear Power Plant Stade in Germany," 6th International Symposium on Release of Radioactive Materials from Regulatory Requirements - Provisions for Exemption and Clearance, 21-23 September 2009, Wiesbaden, Germany.
- 2) Federal Republic Germany, Radiation protection ordinance (StrlSchV); Federal gazette part 1, No.38 (2001).

表1 Stade発電所の最適な廃棄物処理方法を簡便かつ経済的に見出す作業線図

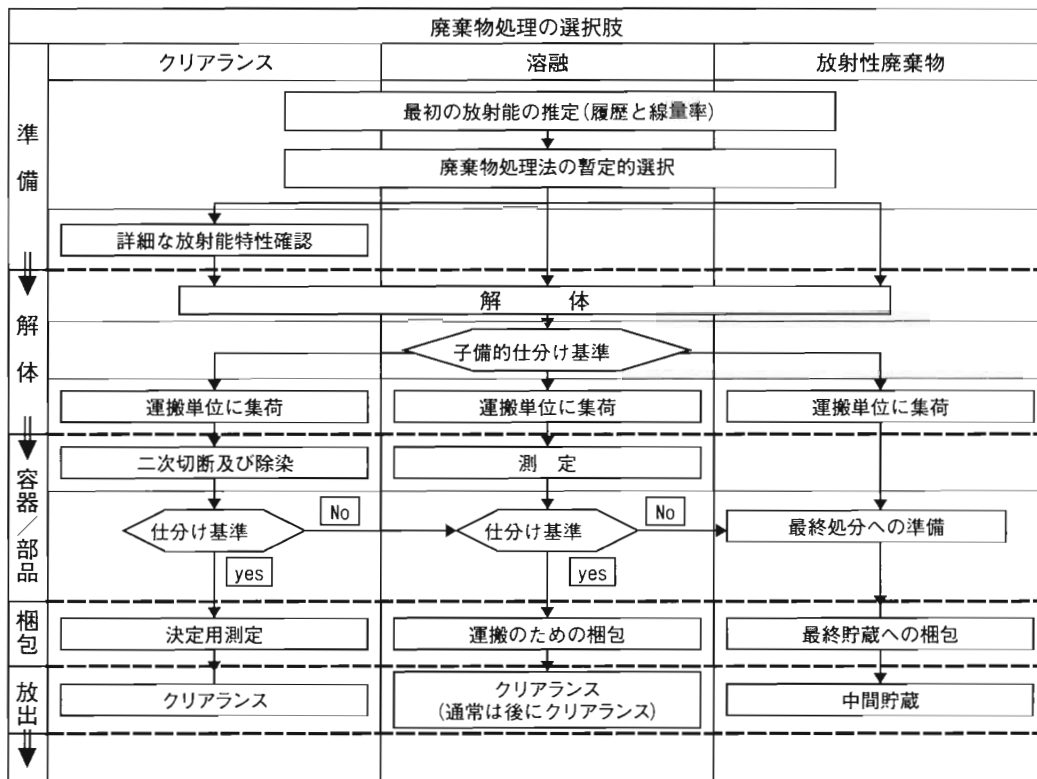


表2 放射能特性確認方法とクリアランス作業



別表1 ドイツの放射線防護令に示された規制免除及びクリアランスレベル(Annex III Table I)の抜粋

| 核種 | 第2欄 第3欄 | | 第4欄 | 第5欄 | | | 第6欄 | | | 第7欄 | | | 第8欄 | | | 第9欄 | 第10欄 | 第10a欄 | 第11欄 |
|-----------|----------|--------------|------|--------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|--|--|-----|------|-------|------|
| | 免除レベル | | | 放射能濃度 (Bq/g) | 表面密度 (Bq/cm ²) | 固体、流体物質 (第6欄を除く) (Bq/g) | 建造物の断面、掘削土壌、年間1000t以上 (Bq/g) | 土壌表面 (Bq/g) | 再利用する建屋 (Bq/cm ²) | 処分する固体、流体物質 (第6欄を除く) (Bq/g) | 解体する建屋 (Bq/cm ²) | リサイクルするスクラップ (Bq/g) | 半減期 (a:年) (d:日) | | | | | | |
| | 放射能 (Bq) | 放射能濃度 (Bq/g) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *OH-3 | 1E+9 | 1E+6 | 1E+2 | 1E+3 | 6E+1 | 3 | 1E+3 | 1E+3 | 1E+3 | 4E+3 | 1E+3 | 1E+3 | 12.3 a | | | | | | |
| *C-14 | 1E+7 | 1E+4 | 1E+2 | 8E+1 | 1E+1 | 4E-2 | 1E+3 | 1E+3 | 1E+3 | 6E+3 | 8E+1 | 8E+1 | 5.7E+3 a | | | | | | |
| *OMn-54 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 4E-1 | 3E-1 | 9E-2 | 1 | 1E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 2 | 2 | 312.2 d | | | | | | |
| *OCO-60 | 1E+5 | 1E+1 | 1 | 1E-1 | 9E-2 | 3E-2 | 4E-1 | 4 | 3 | 6E-1 | 6E-1 | 6E-1 | 5.3 a | | | | | | |
| Zn-65 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 5E-1 | 4E-1 | 1E-2 | 2 | 1E+1 | 2E+1 | 5E-1 | 5E-1 | 5E-1 | 244.0 d | | | | | | |
| *OSr-90 | 1E+4 | 1E+2 | 1 | 2 | 2 | 2E-3 | 3E+1 | 2 | 3E+1 | 9 | 9 | 9 | 28.5 a | | | | | | |
| Nb-94 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 2E-1 | 1E-1 | 5E-2 | 5E-1 | 6 | 4 | 4E-1 | 4E-1 | 4E-1 | 2.0E+4 a | | | | | | |
| Nb-95 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 2 | 3E-1 | 1E-1 | 1 | 1E+1 | 6E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 35.0 d | | | | | | |
| Zr-95 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 5E-1 | 9E-2 | 1E-1 | 1 | 5 | 2E+1 | 6E-1 | 6E-1 | 6E-1 | 64.0 d | | | | | | |
| Ru-106+ | 1E+5 | 1E+2 | 1E+1 | 1 | 1 | 3E-1 | 6 | 4E+1 | 5E+1 | 1 | 1 | 1 | 373.6 d | | | | | | |
| Sb-125+ | 1E+6 | 1E+2 | 1E+1 | 8E-1 | 5E-1 | 8E-2 | 2 | 2E+1 | 2E+1 | 3E+1 | 3E+1 | 3E+1 | 2.8 a | | | | | | |
| *Ba-133 | 1E+6 | 1E+2 | 1 | 1 | 1 | 3E+1 | 2 | 3E+1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10.5 a | | | | | | |
| *OCs-134 | 1E+4 | 1E+1 | 1 | 2E-1 | 1E-1 | 5E-2 | 6E-1 | 6 | 5 | 2E-1 | 2E-1 | 2E-1 | 2.1 a | | | | | | |
| *OCs-137+ | 1E+4 | 1E+1 | 1 | 5E-1 | 4E-1 | 6E-2 | 2 | 1E+1 | 1E+1 | 6E-1 | 6E-1 | 6E-1 | 30.2 a | | | | | | |
| Ce-144 | 1E+5 | 1E+2 | 1E+2 | 9 | 5 | 4E-1 | 3E+1 | 1E+2 | 2E+2 | 1E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 284.8 d | | | | | | |
| *OEu-152 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 2E-1 | 2E-1 | 7E-2 | 8E-1 | 8 | 6 | 5E-1 | 5E-1 | 5E-1 | 13.3 a | | | | | | |
| *OEu-154 | 1E+6 | 1E+1 | 1 | 2E-1 | 2E-1 | 6E-2 | 7E-1 | 7 | 6 | 5E-1 | 5E-1 | 5E-1 | 8.8 a | | | | | | |
| (Pu-239) | 1E+4 | 1 | 1E-1 | 4E-2 | 8E-2 | 4E-2 | 1E-1 | 1 | 2 | 2E-1 | 2E-1 | 2E-1 | 2.4E+4 a | | | | | | |
| Pu-240 | 1E+3 | 1 | 1E-1 | 4E-2 | 8E-2 | 4E-2 | 1E-1 | 1 | 2 | 2E-1 | 2E-1 | 2E-1 | 6.6E+3 a | | | | | | |
| Pu-241 | 1E+5 | 1E+2 | 1E+1 | 2 | 2 | 4 | 1E+1 | 1E+2 | 9E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 1E+1 | 14.4 a | | | | | | |
| (Am-241) | 1E+4 | 1 | 1E-1 | 5E-2 | 5E-2 | 6E-2 | 1E-1 | 1 | 3 | 3E-1 | 3E-1 | 3E-1 | 432.6 a | | | | | | |
| Cm-244 | 1E+4 | 1E+1 | 1E-1 | 8E-2 | 8E-2 | 8E-2 | 1E-1 | 1E+1 | 5 | 5E-1 | 5E-1 | 5E-1 | 18.1 a | | | | | | |
| U-234 | 1E+4 | 1E+1 | 1 | 5E-1 | 4E-1 | 1 | 1 | 9E+0 | 1E+1 | 2 | 2 | 2 | 2.5E+5 a | | | | | | |
| U-235+ | 1E+4 | 1E+1 | 1 | 5E-1 | 3E-1 | 1 | 1 | 3E+0 | 1E+1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 7.0E+8 a | | | | | | |
| U-238+ | 1E+4 | 1E+1 | 1 | 6E-1 | 4E-1 | 2 | 2 | 1E+1 | 1E+1 | 2 | 2 | 2 | 4.4E+9 a | | | | | | |

(出典)「電離放射線による危険からの防護の命令 (放射線防護命令 StriSchV)」2001年7月26日 (核種欄)

記載核種：「核燃料施設 (照射済燃料及び材料を取扱う施設) におけるクリアランスレベルについて」(平成15年1月28日) 原子力安全委員会 原子力安全基準専門部会報告
 ○：「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて (カス炉、軽水炉)」(平成11年3月17日) 原子力安全委員会 放射性廃棄物安全基準専門部会報告
 *：「重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて」(平成13年3月14日) 原子力安全委員会 原子力安全基準専門部会報告
 ()：日本の場合、「全α核種」としている。α核種から抜粋。
 +：娘核種と平衡状態 (放射平衡) にある親核種を示す放射性核種、例：U-238+ (Th-234, Pa-234m, Pa-234)

3. WIPPの現状と2010年以降の計画

パートナーズ・ネットワーク会員 梶谷 幹男

米国の核廃棄物隔離パイロットプラント（WIPP）は、1999年3月26日以来、2010年までの11年間、TRU廃棄物をDOEが所轄の核開発の施設から受け入れているが、米国の資源保護回復法（RCRA）に従い、10年毎の認可延長が2010年に認可された。同時に環境保護庁（EPA）からは、5年毎の適合性の再認定を2010年11月18日に取得した。またニューメキシコ州の環境庁からも有害廃棄物施設の審査を受けて認可された。

現状

WIPPの定置埋設エリアの東半分（4パネル）を埋設定置し尽くし、新たに西半分エリアへの定置を開始した。WIPP地層処分場には、これまでにDOEの114施設からTRU廃棄物を受け入れ定置した。2010年までに少量取扱いの14サイトからの輸送をほぼ完了した。規模の大きい約40サイトでは、浄化業務が残っている。2008年にDOEは廃棄物発生サイトの特性把握と処理のために、梱包物ガイドラインを作成した。これには無駄な再梱包の作業を避けるための必要最小限の要件が纏められている。TRU新輸送ルートも記述されている。新ルートでは、ガイドラインに従い訓練された緊急時の対応技術者の記述もある。新輸送容器はTRUPACT-Ⅲと呼び、 γ 線放出のRH廃棄物と中性子線放出のRH廃棄物の輸送容器についても、ガイドラインに説明されている。2009年には10パネルの4パネルまでが満室になり、5パネルへの定置が開始された。

2009年の主な実績

10年間の運転で、21,000個の輸送容器を受け入れ、9,000回を超える輸送、2,000万マイルの輸送距離を達成した。オークリッジ国立研究所（ORNL）とGEのカリフォルニア・ヴァレシトス施設の2施設で廃棄物特性評価と品

質保証活動を開始し、廃棄物の搬出稼働施設が7施設に増えた。処分特性評価とWIPPへ梱包輸送するアイダホ国立研究所内（INL）の施設が稼働を開始した。DOEの新規制の環境管理・安全解析書が作成された。米国輸送協会から、WIPPが輸送安全特別表彰を受けた。ORNLから初めての16個の遠隔取扱廃棄物（RH）輸送容器を受領した。WIPP地下施設で世界最大のdouble-beta decay particle 物理（ニュートリノ質量測定）研究が開始された。

WIPPの規制関連経緯

- ① WM2009ではニューメキシコ州環境庁（NMED）が認可した有害廃棄物施設の延長承認について規制実態が議論され、EPAもこの内容に同意した。この規制議論は一考に値する。内容はNMEDの州法（RRCA）と同じである。
- ② DOEは2009年5月に認可延長の申請をNMEDへ行い、10月補足説明書を提出した。2009年11月末、NMEDは規制要件を充足している、と延長認可を表明し、2010年春、許可が発行された。その際、「空気と地下水のモニタリング及び閉鎖後の監視と漏えい検出時の修復措置の内容」を考慮し許可している。
- ③ 一方 EPAは5年毎の適合性の定期審

査で、40CFR19の処分技術基準に適合しているとして承認した。

- ④ ここでは、安全評価の期間は、10,000年、事象発生確率は 10^{-4} 以下を設定している。
- ⑤ WIPPへの廃棄物梱包・輸送の効率の向上のために、鉛で γ 線遮蔽・ポリエチレンで中性子遮蔽のRH廃棄物輸送容器（RH-72B）が開発された。

処分実績

現在の計画では、10パネルがあり、1パネルに7個の処分室があり、1室に200リットルドラム缶が12,000個収納できる。定置方法は、ドラム缶7個を束ねて1パッケージとして、これを3段積みとし、上部に湿分を吸収する酸化マグネシウムの袋を置く。^{1), 2)}

収納総量はTRU廃棄物620万立方フィート（17万5,600 m^3 ）であり、現在約36%を埋めている。パネル東半分を埋め尽くし、西半分の5番パネルに定置を開始し、6番パネルを掘削中である。岩塩は1年間に10~15cmの岩盤クリープ変形を生じる。空隙は次第に閉鎖される。EPAの適合性証明には、自由水、金属、セルロース、プラスチック、ゴム、汚染土壌に組成制限を定めている。また放射性核種は、Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, U-233, U-234, U-238, Sr-90およびCs-137で累積総放射能量の性能評価を実施する。WIPP認定放射能測定システムを使用して40CFR/194.22(b)に適合するように管理している。INLでは統合廃棄物測定システムで非破壊外部測定システムを使用している（パッシブ中性子同時計数法、アクティブ中性子法、定量性高分解 γ 線分光法を組み合わせている）。RH廃棄物は、長さ306cm×直径66 ϕ cm×肉厚0.64cmのスチール製容器を208リットル又は113リットルのドラム缶に収納している。RHスチール製容器を処分室の

岩塩岩盤壁に水平穴に挿入する。モニタリング数（漏えいや地下水、発生ガス）は数千個になり、これらの計測のため、地下WIPP施設への4本の立坑を有効に活用している。

輸送関連

これまでに米国の17サイトから輸送物を受け入れている。TRUPACT-II（高さ3m、直径2.4m、ドーム型円筒、空容器・5.8トン、積荷・8.7トン（ステンレス保護膜、セラミックス断熱の容器）を使用している。TRUPACT-IIIは2012年から実用する。INLからの輸送規模は大量輸送であった。現在はコロラド州ロッキーフラッツのTRU廃棄物を輸送している。^{2), 3)}

州政府と地方自治体担当署の輸送管理部門からの許可取得も重要である。2009年にはテキサスからニューメキシコへの新規輸送ルート等の許可を受領した。WIPP輸送システムは、アルバカーキ市に中央本部において、人工衛星の監視システムを使用し、ルートの全車両を常時監視している。³⁾

あとがき

WIPPの全構造透視図を添付した。計画から約40年、実験開始から30年、廃棄物の定置埋設開始から11年を経て、WIPPプロジェクトは難題を乗り越えつつ、確実に実績を積み上げている。

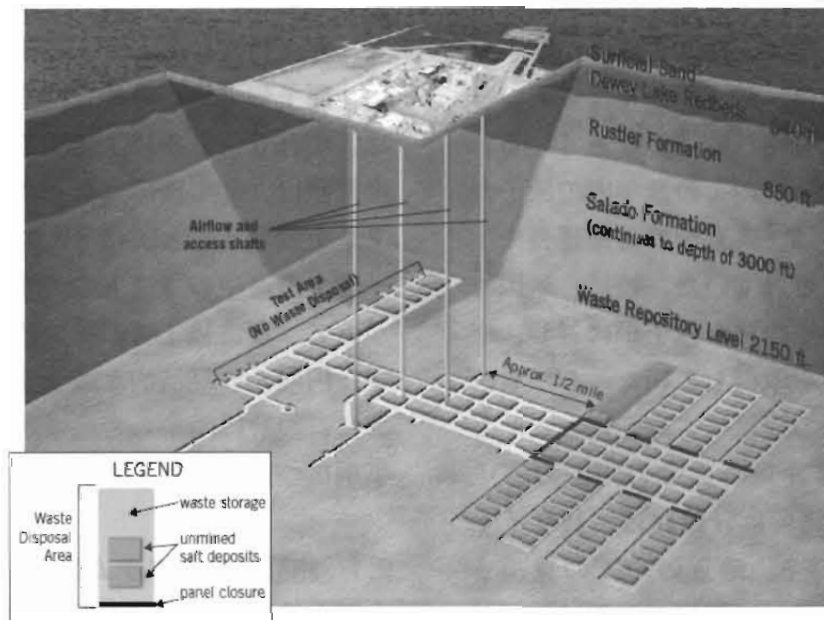
- ① 米国は1989年、DOEの環境回復廃棄物管理局を中心として、軍用核施設洗浄計画を作成し、1998年に1470億ドル（75年間で約15兆円）のプロジェクトを開始した。実務遂行の中で当初予算は、2200億ドル（1.5倍）へ、更に3000億ドル必要（2倍）とも想定されている。しかし多くの防衛用核施設のクリーンアップ計画は道半ばまで、前進して来ている。

② WIPPへの「核種の廃棄物受け入れの重要因子」は、「州と周辺住民の納得」と「周辺環境への安全確保」である。WIPP計画の総放射エネルギーは、オーダーとして $10^{15} \sim 10^{19}$ Bqと概算され、米国の他サイトと同等レベルである。

③ 日本国内には核開発TRUは無いが、TRU廃棄物は存在する。米国の浅地層処分のクラスA、B、C廃棄物は、ある濃度以下のTRU含有を許容している(3700Bq/g以下)。WIPP計画の方針と実績は我が国にも学ぶ内容が多くある。

参考文献

- 1) R.A.Nelson, D.C.Moody, "WIPP Status and Plans-2010," WM2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ
- 2) R.A.Nelson and D.S.White, "Shielded Payload Containers Will Enhance the Safety and Efficiency of the DOE's Remote Handled Transuranic Waste Disposal Operations," WM2008. February 24-28, Phoenix AZ
- 3) New Mexico Environment Department WIP P, <http://www.nmenv.state.nm.us/wipp/>
- 4) Carlsbad Field Office, USDOE www.wipp.energy.gov



WIPPの全構造透視図

4. 原子力発電プラントの設計時に考慮する廃止措置関連事項

技術開発部 福村 信男

世界の原子力発電プラントは現在約440基あり、今後20年間に60～130基が新たに建設・運転に入る、とされ、まさに原子力のルネサンス期を迎えている。この中で、これまでの廃止措置経験から、新規の発電プラントの設計・建設・運転で考慮すべき事柄が世界的に議論され始めている。これらのいくつかについて最近の情報から紹介する。

1. 原子力発電の動向

2009年の米国エネルギー情報局による世界エネルギー消費量見通しは、2006年から2030年までに約1.44倍になる。この主因は、アジア（特に中国とインド）、中東、アフリカ及び中南米の経済向上にある。化石燃料の価格上昇やエネルギー保障及び温室効果ガス増加の懸念は、多くの国々で原子力開発の速度を速め、米国を含め“原子力ルネサンス”を引き起こしている。原子力の将来予測は、急速に変化しつつあり、2025年までの原子力発電量の2008年時の予測は、2003年時の予測より31%増となっており、約5年早くなっていると同時に、発電量も約11%増となっている。

ヨーロッパや北米でのこの数年間の原子力ルネサンス期では、既存炉の寿命延長や出力増強活動に限定されていた。特に、米国では、一度廃止措置を決めた原子炉に対し、継続運転の再認可証を取得していた。しかし、最近では、新型炉の建設に方向転換した。したがって、2009年8月時点でのNRCのCOL（建設・運転一体認可）登録数は、17サイト26基にもなっている。最近のNRCの見積もりでは、2011年までに新型炉の利用は、33基にもなり、数年前には想像できないほどの大激変ぶりである。しかし、新型炉の世界的な開発を遅らせる多くの課題もあり、これらには、高資本費、使用済燃料及び放射性廃棄物の処分問題、社会的受容性が含まれる。

2. 新規炉の廃止措置に係る課題

米国では、建設中または計画中の原子炉の廃止措置は、60年以上も後のことで、設計段階時での廃止措置検討の優先度は低い。しかし、計画の早期の段階での廃止措置検討は、廃止措置作業時間の短縮、放射性廃棄物の減少や放射線安全の改善等多くの利点があり、原子炉の全寿命を考えるとということ、設計、建設、運転から廃止措置及びサイト解放までの全てを考慮すべきである。原子炉が運転されるやいなや機器の放射化や汚染が発生し、廃止措置に係る基本費用は、回避できない。原子炉全体の除染と廃止措置の平均費用は、現在6億ドル以上であるが、新規炉の廃止措置は、60年後であるため、年5%のインフレを仮定すると20億ドル以上にもなり、原子炉全寿命中のコストの大半を占める。したがって、寿命終了時の廃止措置コストの削減等、円滑かつ経済的な廃止措置を促進するために、設計段階から考慮すべき廃止措置関連事項について解説する。¹⁾

2.1 施設及びシステム設計

現在検討中または設計中の新型炉（G-ⅢまたはG-Ⅲ+）は、既存炉の過去40年間の運転実績を反映した革新的な設計となっている。特に系統設計と施設設計は革新的である。

廃止措置を促進する施設及び系統設計の最適化は、廃止措置コストの大半を占める放射

性廃棄物の除去作業と処分費用を削減できる。即ち、系統機器数の削減や最小化及びモジュラー化設計は、廃止措置費用や作業者の総被ばく量の削減に寄与する。新型炉の設計データは、表1に示すように公表されている。

施設設計では、構築物の設置面積の最小化やモジュラー化設計や大型機器撤去を考慮した設計がある。例えば、AP-1000では、MWeあたり90m³のコンクリート量であり、従来PWRの190m³よりかなり少ない。また、モジュラー化は、建設期間の短縮や並行作業やサイト外製造が可能でコスト減となる。島根3号(ABWR)の場合2007年10月に建設開始、2011年12月に運転と大幅な期間短縮となっている。

2.2 国家レベルに関する課題

米国では、使用済燃料や放射性廃棄物の処分は、国の責任であるが、DOEのユッカマウンテン処分場は、これまで135億ドル投資されたが計画は不確定である。最近の廃止措置プロジェクトでは、多くのサイトで中間SF貯蔵施設を建設する傾向にあり、6千万ドルから1億ドル位のコストとなっている。また、商用LLW処分場施設費用は、600ドル/ft³位であり、処分場の建設、利用は大きな課題である。

2.3 国内規制に関する課題

米国では、10CFR50の規則により、原子炉の建設と運転は別々に認可していたが、規制手続き効率化のために、建設・運転一体認可のCOL申請について10CFR52規則を制定した。NRCの審査期間は、12~18ヶ月である。この申請ガイドは、NRC Reg. Guide. 206にある。また、10CFR 20.1406では、設計及び運転の合理化や施設及び環境汚染の最小化が廃止措置をどれだけ容易にし、廃棄物発生量をどれだけ最小化したかを記述すべきとしてい

る。さらに、業界ガイダンス(NEI04-01、Rev.E、原子力局、2005年10月)では、廃止措置を容易にすること及び廃止措置資金について記述している。したがって、申請者は、資金が廃止措置にどれだけ合理的に割けるかを記述することを規定している。このように、新規炉の規制と業界ガイダンスは、詳細化されているが、廃止措置資金のみが強調されている。規制は、新規炉の寿命終了と廃止措置について詳細化されるべきである。国際的な廃止措置ガイダンスとしては、IAEA-TECDOC-1394があり、廃止措置計画と管理及び教訓について述べている。²⁾

2.4 国の政策決定への公衆参画

米国では、新規炉政策についてNRCが国家環境政策法で公衆参画を求めている。公衆は、新型炉の規制段階で利害関係者だと考えられ、公聴会の機会が与えられ、NRCは、その議事録を保管している。

2.5 国際レベルでの課題

IAEAと世界原子力協会(WNS)は、安全評価情報や最新技術情報等の共有及び公開を行っている。新規炉の規模は、多国家間に跨っているため(例として、仏とフィンランドで現在建設中のEPRが米国のCOL申請ファイルに登録されている)、国境をこえて受け入れられる国際基準が必要である。最近、OECD/NEAも新規発電所の設計・建設に考慮すべき項目を纏めている。³⁾

このように、国際基準と廃止措置計画は、将来の合理的な廃止措置作業に役立つ。また、国際基準が有効であるものに物質のリサイクル(特に、廃止措置で発生する金属類)やクリアランスレベルの物質受け入れ基準の確立である。最近の国際協力プログラムの一つに国際廃止措置ネットワークプログラムがある。

3. まとめ

原子炉の全寿命管理という意味では、廃止措置は寿命の開始から、設計段階から運転局面を経て寿命の最期の運転停止に至るまでを考慮して計画すべきである。解体作業を容易にする系統構成部材の削減とモジュール化設計は廃止措置費用を低減させるが、さらに、設計の最適化によって作業員の被ばくも減少

させる。全寿命の最期の問題を意識した新規の原子炉の設計によって、原子力発電のテイルエンド（末尾）の費用を管理できるようになる。廃止措置を設計段階で考慮することによりいずれは引退することになる施設の廃止措置を費用効率良く、かつ安全でタイムリーに行うことができる。

参考文献

- 1) Jas Devgun, "End-of-Life-Cycle Issues For Reactors Yet to be Built," Radwaste Solutions, January/February 2010.
- 2) "Planning, Managing and Organizing the Decommissioning of Nuclear Facilities: Lessons Learned," IAEA-TECDOC-1394 (2004).
- 3) OECD/NEA, "Decommissioning Considerations for New Nuclear Power Plants," OECD 2010 NEA No.6833 (ISBN978-92-62-99132-3)

表1 機器の合理化例*

| 機器の削減量 | | |
|---|--|--|
| AP1000 | ESBWR | U.S.EPR |
| <ul style="list-style-type: none">・制御ケーブル：87%・配管：80%・バルブ：50%・ポンプ：35% | <ul style="list-style-type: none">・系統数：11・ポンプ、バルブ、モータ：25% | <ul style="list-style-type: none">・熱交換器：44%・タンク：50%・弁：47%・ポンプ：16% |

*：WH社、GE社及びAreva社のデータより。

委員会等参加報告

前報告から平成23年1月末までの外部機関委員会等への参加者は以下の通りである。

| 外部機関名 | 委員会等の名称 | 参加者氏名 | 開催日時 |
|--------------------|--|-------|-----------------|
| (財)エネルギー総合工学研究所 | 21世紀原子力発電所 廃止措置委員会 | 安念 外典 | 11月8日 |
| (独)原子力安全基盤機構(JNES) | 廃棄確認技術検討会 | 室井 正行 | 12月20日 |
| (社)日本原子力学会 | 原子燃料サイクル専門部会 | 安念 外典 | 12月1日 |
| | 標準委員会 | | 12月8日 |
| (財)原子力安全技術センター | 放射線障害防止法における廃棄物 埋設及びクリアランスに係る 放射能濃度確認調査委員会 | 泉田 龍男 | 12月8日、 1月11日 |
| 文部科学省 | 研究施設等廃棄物 作業部会 | 森 久起 | 1月19日 |

総務部から

1. 人事異動

○評議員

新任（12月21日付）

富岡 義博

（電気事業連合会 原子力部長）

森本 隆夫

（財団法人 日本分析センター 理事）

吉田 邦弘

（日本原子力発電株式会社 廃止措置プロジェクト推進室 室長代理）

退任（12月21日付）

高橋 祐治

増田 悟郎

平橋 剛

○職員

採用（12月1日付）

物流システム事業化準備室 調査役

秋山 武康

©RANDECニュース 第87号

発行日：平成23年2月18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

本誌からの引用・複写は、同センターの許諾を受けて下さい。