

RANDEC

ニュース

(財)原子力施設デコミッションング研究協会会報 Feb. 1995 No. 24



原子炉解体技術の高度化開発の現状

科学技術庁原子力局
原子力バックエンド推進室長
加藤 重治

今日、軽水炉による原子力発電は安全運転実績を積み重ねつつ、総発電電力量の約3割を担うまでになっていますが、整合性のある原子力発電体系という観点から残された最も重要な課題として、放射性廃棄物の処理処分とともに、原子力施設の廃止措置があげられています。

原子力施設の廃止措置作業は、現時点でも既存技術又はその改良により対応できると考えられますが、J-PDRの解体実地試験を通してそのことが実証されています。しかし、将来の商業用発電炉の廃止措置作業については、作業者の安全性の一層の向上を図る等の観点から、技術の更なる向上が重要であり、実際の廃止措置が必要となる時期を考慮して技術の向上を図ることとしています。

このため、国では、日本原子力研究所及びRANDECに委託して原子炉解体の高度化技術開発を進めており、現在、16のテーマを実施中ではありますが、今回、それらの中から幾つかを紹介します。

①解体システムエンジニアリングの開発

原子力発電所の解体の費用、解体廃棄物の量及び被ばく量等について、エキスパートシステムを導入して評価します。

②レーザー・プラズマ化学複合除染技術

除染しにくい化学形の汚染物にレーザー又は

プラズマを照射し、化学反応によって汚染物を除染しやすい化学形態に変えます。

③設備情報遠隔収集技術

作業者の立ち入りが困難な放射線量の高い場所における各種情報を、遠隔操作のできるロボットを用いて収集します。

④配管密閉式切断技術

小口径配管を対象として、内部汚染のある配管の切断部分を圧縮変形することによって密封し、外部に汚染を拡大させないで配管を切断します。

⑤レーザー遠隔解体技術

ガラスファイバーの伝送効果が良く、金属でのエネルギー吸収率が高いヨウ素レーザーをガラスファイバーで作業エリアに導き、原子炉圧力容器等の金属を遠隔で切断します。

⑥汎用廃止措置情報データベースの開発

廃止措置に関するデータベース検索システムを開発します。

これらの成果については適切な時期に評価を行い、民間への技術移転を円滑に実施する方針です。

原子力施設の廃止措置は、技術的な問題の解決のみならず、的確な情報公開等を通じ、国民の一層の理解や信頼を得るべく努力することが不可欠であり、RANDECも含め関係各位の活躍を期待するものであります。

原子力における「国際協力」について(その2)



財団法人 原子力施設デコミッションング研究協会

理事長 村田 浩

JRR-1は50kWの小さい原子炉ですね。power reactor になる筈もないし、値段もそんなに高くない。製造したのはノースアメリカン・エビエーションだったかな。そこで次の1万kWの大型の研究用原子炉(JRR-2)の燃料に濃縮ウランを使用させてもらおうと同時に、35万ドルの費用も使わせてもらおうということになり、そういう交渉がいろいろありました。JRR-1計画は順調にあって、まあ簡単な原子炉であったということもあったけれども、始めた翌年、昭和34年(1959)の8月に臨界になった最初の日本の原子炉です。

JRR-2の方はなかなか手間を喰いました。あれはアメリカン・マシニング・アンド・ファンドリ社(AMF)だったね。研究炉はウエスチング社でもGE社でもやっている筈なんで、なぜAMFという所に頼んだかというのは、それは僕が直接担当していなかったので詳しいことは知らないが、原研が契約条件がよいということで決めたと思います。報告は勿論受けていますけれども、AMFは十分な実績がないんじゃないかという心配を当時していたようです。ところが実際に出来上がって見たら、その出力は1万kWということで発注した訳だけれど、幾らだったかな、200kWしか保証しないという話が出てきた。それで、これはとんでもないということで、これまた日米間で随分もめた訳です。多分、日米の契約条件についての考え方が違っていたのでしょう。結局は解決しましたが、そういうことで国際協力というけれど、当時はほとんど100%近くがアメリカとの交渉に終始した訳です。

しかし、そこへ国際協力の相手国として他の国が入ってきた。というのは、現在の日本原子力発電会社の東海1号炉であるマグノックス炉をいつから導入するかを決めるためのイギリスとの国際協力の問題です。だから、アメリカとの国際協力が先ずスタートし、それが中心になり、イギリスとの国際協力が後から続いてきた。やっぱり、そ

ういう体験をしてみるとアメリカ式のやり方とイギリス式のやり方と違う所がある訳ですね。そういうのが良い勉強になりました。たまたま、私はイギリスに科学アタッシュェとして派遣されていた関係で、イギリスとの原子力協定には、直接、大使館員として担当しました。勿論その時の駐英公使中川融氏がヘッドになって、わたしが技術の方を担当し、もう一人、外務省の二等書記官が法律関係を担当した。主としてその三人が中心となって日英原子力協定の交渉をやった訳です。その中川さんはもう大分前にリタイヤされておられますが、旧ソ連大使や国連大使をやられた方です。もう一人、私と肩を組んで法律的な手続き等をやってもらったのが、後にイギリス大使になられた山崎敏夫さんです。

協定の交渉をやった時に非常にもめたのが、やはりイギリスから供給した燃料、材料、情報に対する保障措置というか、査察権の問題、この権利をイギリス政府は固執した。それが、やっぱりね、問題になった。アメリカの場合は僕もはっきりしないんだけど、とにかく、最初は普通の形では購入できない、国にしか渡せない濃縮ウランを提供してもらおう。それを政府がその責任のもとに原研等に貸与するというシステムだったですから、その濃縮ウランがどこに、どうなっているかをアメリカはちゃんとチェックするのやむをえない。イギリスの場合、天然ウランですね。購入するのは日本原電、そこしかない訳です。そういう査察権をイギリスにまで認めるということについては、必ずしもスムーズではなかった。

ですが、やはりそれが国際常識というのかな、原子力をやる場合の国際常識であるということがだんだん分かって来て、協定が結ばれた訳です。その時、東京から訓令があったのですけれども、そういういわば主権に関連するようなことを約束する訳ですから、当時は非常にプリミティブな議論があった。国会筋でもね、どの議員さんがどう

言ったかまでは忘れてしまったけれども、向こうが保障措置上、わが方に供給した燃料あるいは原子力技術がどこで、どう使われているかをチェックするという権限を持つということになったら、場合によると、その権限を乱用して皇居の中まで探し回るといふ事を認めざるを得なくなるじゃないか、とんでもない話であるという議論があった。いや、それはアメリカなりイギリスなりが供給した燃料がどこで、どうなっているかということをチェックする、つまり今日でいう核不拡散のためということで、間もなく結論が出ただけけれども、しかし、協定の文面からすれば、向こうがそういう疑いをかけて、どうも宮中に持って行って何処かに隠したと思われたら、断れないじゃないかという式の議論。常識の範囲でなかなか話が進まなくてね。やっぱり一国の主権に関することですから、国会はこたわる訳ですね。

NPT条約の時もそうだったね。そういうことがあって、国会を通すまで何年もかかる訳です。しかし、その前にアメリカとの交渉があったから、まあ、イギリスの場合も止むを得んな、アメリカだけ認めてイギリスに認めない訳にはいかない。そこでね、イギリスの要求を協定に入れよう。その代わりこれは双務協定ですから、いまは一寸予想されないけれど、もし将来日本が燃料なり、材料なり原子力技術をイギリスに提供するようなことが起これば、同様の査察権を日本が持つということでもいいですねと提案した。そうしたら向こうは面食らった顔をしていたね。そんなことが有るのかねって。だけど、外交交渉というのはそういうもんらしいんだな。常識、非常識とはあえて言わんけれど、少しでも可能性として考えられることはカバーしておかなければならない。しかし、それによって日本の主権が侵害されるじゃないかという問題について、いやそうではない、これは日英双方同じ条件という説明になる。幸いイギリス側は、割合すんなりと飲んでくれたですよ。実際にはね。そうした権利を行使しないで、別途 IAEA との間に三者協定を結んでアメリカ側なりイギリス側が持っている権限を IAEA に移管して、IAEA の保障措置下に置かれるという形になっている訳ですね。

(それまで IAEA には、そういう体制は整っていなかったんですね)

そう、1957年に出来たばかりですからね。だから、1956、57年頃までは、必ずしもこの辺のシス

テムは国際的に出来ていなかった。しかし、IAEA が設立され、IAEA にそういう保障措置権限を持たせることが、二国間ばかりでなく、国際的に確立した訳です。この問題はこれでその後の国際協力の問題としては一応出て来ない。だけど始めは IAEA などなかった。そういうことで原子力というのは国際協力を抜きにしては何も出来ないという感じを非常に持たされた。その頃、日本は何とかな、色んな技術情報なり、資材なりを受け入れる立場だった。つまり、援助を要請する側だった。だから要請する立場での問題や条件を検討した訳ですね。

その日本が、当時から30数年経った今日、当時のアメリカのような立場に置かれることになった訳です。東南アジアやその他の開発途上国から日本が同じ様なことを求められる。日本はそれに対してどういう風に対応するかを考えなければならぬ。そういう時代になって来ている訳ですね。しかし、何と言うかな、日本が供給国になるということについての歴史が浅いというか、体験が少ない。最近、旧ソ連あるいは東欧圏に対する援助の話が出たけれど、どうもこちら側から援助する時の条件はどうあったらいいのか、あるいは向こうが言う条件についても何処までを認めて良いものか、そういったことについての経験が少ない訳です。それで、当時日本は技術情報なり資材なりを受け取る立場にあるということから、供給を受ける国とはむしろ積極的に原子力協定を結んで来た。さっき話したアメリカ、イギリスはいちばんはっきりしている。カナダから燃料を入れる。でカナダと。オーストラリアからも燃料をいれる。でオーストラリアと。そして、こんどは再処理技術の導入でフランスと。

昭和37年(1962)頃、当時の原子燃料公社が再処理技術をイギリスから導入するか、どこから入れるかが問題になった。原子燃料公社は、再処理技術を入れるについてアメリカとも交渉をしたが、あの当時、アメリカは乗って来なかったですからね。再処理技術の提供について話を持って来たのはイギリスの当時の UKAEA (今の BNFL)、それとフランスの CEA、今はコジェマという、この二つでした。この二つの中でどちらにするかというんで、燃料公社がいろいろ調査した結果、僕の記憶だと、イギリスの方が相当高くて、フランスが安かったようで、フランスに決めた訳です。(以下次号)

グンドレミンゲン KRB-A 炉 (独) の解体 (その1)

日本原子力研究所 バックエンド技術部計画管理課

石川 広 範

グンドレミンゲン KRB-A 炉の解体は、解体廃棄物の有効利用、経済性を考慮した解体技術の開発等を目的として、1983年から開始し、順調に工事は進捗している。RANDEC ニュース第6号ではタービン建家に関連する解体機器や除染、放射性廃棄物の適用基準等について記載したので、今回は、その後実施された原子炉建家内機器の解体、生体遮蔽体のモックアップ試験等について紹介する。

1. 経緯及び解体スケジュール

グンドレミンゲン KRB-A 号炉は、発電用試験炉として建設された出力250MWtのBWRタイプの原子炉で、1966年から運転を開始し、事故により1977年に停止した。この修理に多額の費用と期間を要することや隣接地に2基の発電用原子炉を建設中であること等を考慮して解体されることになった。グンドレミンゲン KRB サイトの全景を図-1に示す。



図-1 グンドレミンゲン KRB サイトの全景

解体工事は下記の3つのフェーズに区分され進められている。

フェーズ I (1983) : タービン建家内機器の解体
フェーズ II (1990 ~) : 原子炉建家内一次系機器の解体

フェーズ III (1992 ~) : 放射化機器の解体、2000年までに生体遮蔽体を解体する予定

2. Ice-sawing 切断技術の開発

原子炉建家内には、停止時系、クリンナップ系、蒸気発生器等の熱交換器があり、これらは高度に汚染しているため、解体作業を効率的に行う必要のある解体対象物である。特に、熱交換器内部のチューブ切断はむずかしく熱的切断工法を用いれば放射性エアロゾルの発生を伴い、ソー (鋸) 切断では、個々のチューブの固定がしにくいのでソーブレードの振動を発生させる。これらの問題を解決するため、Ice-sawing 技術の開発が行われた。この工法は熱交換器の2次側に水を張り、 -15°C 程度まで温度を下げ凍結させた状態でソー切断を行う方法である。

モックアップ試験では、保温カバー付きの室内で冷凍機を使用し、冷温空気を吹き付けて模型を凍結させた。模型の各位置の凍結時及び切断時の温度変化を図-2及び図-3に示す。

この切断技術の長所は、切断時の振動の抑制、切断に伴うエアロゾル発生低減、作業エリアの線量当量率の低減、ソーブレードの冷却効果等であり、短所は凍結に長時間を要することである。

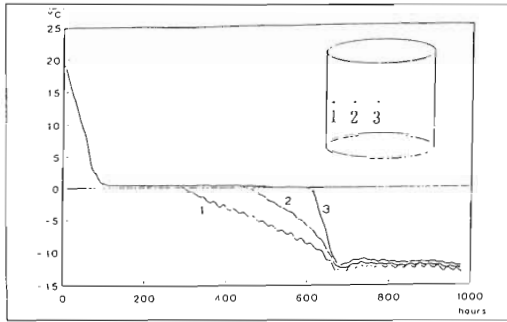


図-2 模型の凍結時における温度変化

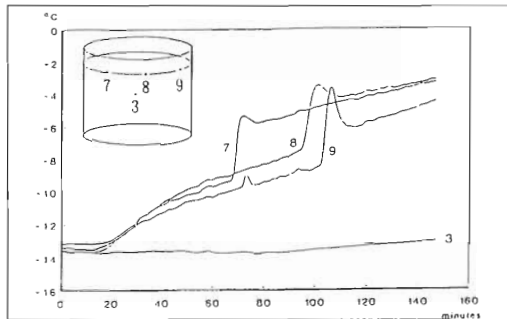


図-3 模型の切断時における温度変化

3. 原子炉建家内汚染機器の解体

- ・停止時冷却器の解体：この機器の切断は2次蒸気発生器切断の予備試験としてIce-sawing技術が適用された。停止時冷却器の水張りを行い、冷却室に搬入し凍結した後、バンドソーを用いて切断した。解冻後、冷却器のシエル部分は無拘束解放するため除染された。熱交換器チューブ及びスペースプレートは高圧縮して最終処分を行うため200ℓドラムに収納された。この作業に要した作業工数は、1,100man-hoursであり、集団線量当量は21mSvであった。この被ばくの40%は切断されたチューブの処理によるもので、これらチューブの収納作業等を遠隔操作で行う必要があった。
- ・2次蒸気発生器の解体：2次蒸気発生器（直径2.2m、高さ9.2m）は、高度に汚染されているうえ、サイズが大きく一体で撤去できないため、現場でIce-sawing技術を用いて切断された。水張りされた2次蒸気発生器は、移動式の冷凍

設備を用いて凍結された後、特別に製作されたバンドソー切断機で輪切りにされた。図-4にIce-sawingによる2次蒸気発生器の切断概念を示す。切断作業では、1個所の切断とその切断片の移送に1日、次の切断個所のセッティングに2日を要した。解冻後、外側のシエル部は、タービンホールで電解研磨で除染され無拘束解放された。熱交換器のチューブは、油圧把握装置を備えた移動式の遠隔操作装置を使用して、高圧縮を行うためドラム缶に収納された。解体は成功裡に終了したが、改良点としては凍結に3ヶ月を要しているためこの期間を短縮することである。この作業に要した作業工数は13,000 man-hours であり、集団線量当量は174mSvであった。

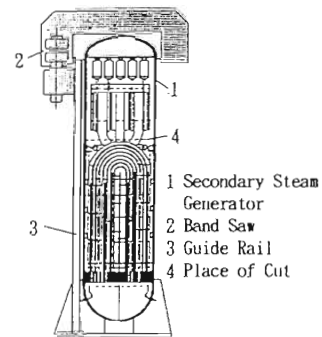


図-4 Ice-sawing による2次蒸気発生器の切断概念

- ・一次系循環ポンプの解体：同ポンプの解体は、電動モータを撤去した後、ポンプケーシングからロータを外し、タービンホールに移送し大型バンドソーで切断した。ロータ及びポンプケーシングの汚染はウォータージェットで50,000 Bq/gcm²から10,000Bq/gcm²程度まで除染された。ケーシングは電解研磨で除染できるように細断された。無拘束基準値(0.5 Bq/gcm²)までの電解研磨による除染時間は8時間で、ホットスポット部については、手動グラインダーを用いて除染した。この作業に要した作業工数は9,500man-hoursであり集団線量当量は78mSvであった。

(以下次号)

話題の LRAD 技術について

RANDEC 鈴木正啓

1. はじめに

LRAD(Long Range Alpha Detector) 技術は、米国・LANLのDr. MacArthur等が中心になって開発した斬新な α 線測定技術である。小物物品汚染モニター(LRAD-1)として、Eberline Instrumentsが商品化し、ここ1~2年の間に日本にも紹介されている。技術の適用は広い範囲に及んでおり、最近の国際会議(SPECTRUM'94等)にも報告されている。'94夏、Dr. MacArthur等に面談しLRAD技術について疑問点を正す一方、LRAD-1による簡単なモックアップ試験に立会うことにより、LRADの技術開発について若干の知見が得られたのでその概略を紹介する。

2. LRAD技術の現状

従来型の α 検出器は、空気中の飛程が2~3cmである α 粒子を直接検出するため検出感度は悪く、検出可能な汚染表面の形状・寸法等は極く僅かなものに制限される。LRADでは約5Mevの α 粒子が飛程中に発生する約150,000個のイオンを検出するためかなり複雑な形状の汚染物や対象面積が大きくとも、自動的にreal-timeで10-100倍の高感度測定が可能になる。 α 粒子により発生するイオン(半減期約4秒以上)を集積するために、LRADでは基本的に次のシステムが採用されている。

- ・ 空気流 (Airflow)
- ・ 静電気 (Electrostatic)

2-1) Airflow LRAD

α 粒子によるイオンをイオン検出器まで移送するために電荷及び放射性物質を含まない清浄な空気流が使用される。供給する空気流(流速約20ft以上)はプレフィルターで粒子状汚染物を捕獲・除去した後、発生イオンをイオン検出器まで移送する。現在、Rnのようなガス状の放射性物質は捕獲できないが、プレフィルターには高性能のもの(G-300、3-M コロイド状ファイバー)が開発されている。

このような開放系システムでは供給される空気のバックグラウンドの低いことが高感度検出上要求される。

α 粒子によるイオン化には、 α 粒子の飛程内で十分な空気分子との衝突が必要であるため、飛程距離より狭隘なスペースでのイオン化効率は小さくなる。また、供給空気による発生イオンのイオン検出器までの移送の見地からも移送量が制限され、イオン消滅の可能性が増大することから検出感度は可成り低くなることが推定される。一方、発生イオンの捕集・破壊を助長するような物質(例へばポリエチレンシート)が検出系に共存させないようにすることも肝心なことである。しかしながら、仮に形状が極めて複雑で狭隘な部分が少なくない場合であっても、汚染表面に対する空気流(空気の供給と発生イオンの移送)を十分考慮して特別な対策を講ずることにより可成のレベルまで α 粒子検出効率を高められることが可能になるものと考えられる。

この度、LRAD-1内で末広がりボトル(口径55mm、深さ10cm)底部に α 線源を置いて、従来型検出器では不可能であるばかりか発生イオンの移送も極めて難しい条件の下での α 線測定を試みたが、予想に反して、効率は低いが明らかに発生イオンが検出された。口の広いコーヒカップ(口径10cm、深さ10cm)の場合でも同様な結果が得られたが、



写真 LRAD技術の開発メンバーとともに

ボトルの方が発生イオンの吸引が良いよう。一方、配管やタンクのように汚染表面が遠隔の場合にも、発生イオンが容易にイオン検出器まで移送できるので、内部の α 汚染の検出が可能になる。LANLでは直径1～10inch、長さ12～20ftのAl配管を使用した試験を実施、計画している。これらの試験により、イオン消滅についてのデータが得られることになっている。配管の場合には、管径による補正が必要になるが、理論的には、イオンは約100mの距離を移動しても消滅しないと報告されている。実際には、発生イオンは管壁との衝突により徐々に減衰することが考えられるので、LANLのイオンの配管中の挙動についての試験成果が大いに期待されるところである。

Airflow LRAD の適用領域としては①環境（空気清浄・Rnモニタ、固体廃棄物モニタ）②保健・物理（計測、身体モニタ、装置内面モニタ）③D&D（物品モニタ、パイプ・ダクトモニタ、タンク・ドラムモニタ、構造廃材モニタ）④軍縮・核拡散防止等が可能と考えられている。

2-2) Electrostatic LRAD

α 粒子により発生した空気イオン対を検出板まで移動するのに静電気が使われる、閉系システムのLRADである。LANLでは、この技術を使って広域土壌汚染特性試験のための検出システム（携帯用及び大型土壌表面モニタ）やRn放出モニタを開発している。システムは1) 検出器（携帯用25cm X50cm、大型1m²）、2) 信号/ガード板、3) 静電電位計、4) データ処理系により構成され、検出器はAl製のボックスで外部からのイオンを計測しないように土壌に接する部分には空気シールが設けられている。高電圧の信号板は発生イオンを吸引し、ボックス内の α 放射能に比例した電流を発生させる。デスプレには、dpm (dpm/100cm²)の表示が可能である。データ処理コンピュータに接続するためのインターフェイスになる。

LANLでは、1m²検出器を小型トラクタにつけ、数カ所のDOE サイト(Firing site) でフィールドテストし成果を報告している。検出結果はコンピュータ汚染マップとして処理され情報が提供される。サンプル分析方法では3ヶ月を要した土壌(2E-カ)に対しこのシステムでは2日以内で結果

が得られている。検出器の大きさは測定面積により決められる。10dpm の検出が可能である。

一般に埋設廃棄物は広範囲にわたってRnガスを多量に発生する。このガスの検出は通常の技術では難しいが、土壌表面モニタを改造したRnモニタによりreal-time で達成することができる。Rnモニタは空気循環用の小さなファンを有し、真の土壌表面放射能及びRn量の検出を可能にしている。

Electrostatic LRADの適用領域としては、①環境（野外土壌表面モニタ、連続土壌モニタ、土壌サンプルモニタ、携帯表面モニタ、地下水汚染モニタ）、②保健・物理（床モニタ、液体廃棄物モニタ、固体廃棄物モニタ、トリチウムモニタ）、③D&D（コンクリート表面モニタ、金属表面モニタ）、④軍縮・核拡散防止等に可能性があるものと考えられている。

3. LRAD技術の動向

最近米国では、NORM(Naturally Occuring Radioactive Material) の健康への危険性が認識されてきた。NORMが天然ガス・油精製所のパイプ、弁タンク、設備内に蓄積されていることは1900年代初期から既に知られていた。最近、メキシコ湾沿岸の天然ガス・油精製所のパイプスケールにより汚染された土壌中に安全と考えられるレベルの数倍の放射能が検出された。EPA 報告では、NORMを含む解体パイプが子供の遊園地の設備の修理に使用されている。このため関連州では法律や規制について起案を作成中である。NORM汚染物の処分責任はエネルギー製造者に課せられるため、能率的かつ効果的なNORMモニタリングが必要になる。LANLの開発したLRADシステムはこの要望に十分対応可能と考えられている。

西太平洋側の地震予知用Rnモニタの商品化にも期待がかけられている。

液体廃棄物モニタの開発は排水中の α 粒子をreal-time でモニタすることを目的とするもので、これが達成されれば多くの貯蔵用タンクを少なくすることが期待できるものと考えられる。

4. まとめ

LRADシステムの適用範囲は広く、Pu利用を標榜する我が国にとっても革新的な α 測定技術として、今後の開発状況に注目すべきものと考えられる。

今なぜデコミッションング(廃止措置)か?(その6)

RANDEC

専務理事 新谷英友

1 フランスの原子力事情

フランスはヨーロッパにおける最大の原子力大
国で、原子力で国のエネルギー源を自立的に安定
的に確保するという明確な方針のもとに現在57基
の原子力発電所が稼働しています。原子力の総電
力量は約57,000MWで全体の73%を賅っています。
チェルノブイル事故以来、ドイツ、イタリアなど
が原子力発電に消極的になり、電力不足が見込ま
れる中で、フランスはヨーロッパにおける電力輸
出国としての立場を確立することになっています。
核燃料サイクルを確立するため、高速増殖炉の開
発方針を堅持しているのもその責任の現れと考え
られます。

フランスでは1950年代後半から建設された発電
炉の殆どがガス冷却炉でしたが、その後、アメリ
カが濃縮ウランの民営化政策を示したのを契機に
軽水冷却炉路線に切り換え、1970年代後半から建
設された原子炉はPWR主体になりました。9基
あったガス炉は現在その全てが閉鎖され、廃止措
置を待っています。

別項のように現在フランスでは原子炉や再処理
施設などの解体作業が行われていますが、いずれ
も技術開発の実証試験としての立場で行われてお
り、CEA(原子力庁)が担当しています。商用
発電炉の廃止措置は来世紀に入ってから本格的に
なることを予想して、EDF(電力庁)は基本政
策を検討しています。

放射性廃棄物については、1992年に新たにオー
プ処分センターが開設されましたが、将来の解体
廃棄物の発生を見込んで、地下深度の利用を含む
総合的な検討がANDRA(廃棄物管理会社)を
中心に検討が進められています。

2 フランスのデコミッションング

(1) デコミッションングの方針

フランスでは「廃止措置」の目的を従業員と一
般公衆の健康と安全を守り、環境を保全するた
めに行うものとし、安全性、経済性、技術水準の諸
要素の最適組み合わせで実施されるべきであると

しています。

廃止措置の法的な手続きとしては、1991年に制
定した法律(No.90-78)の定めるところによって
行われます。具体的には、廃止措置を行う場合は、
運転停止の6ヶ月前に廃止の計画、廃棄物対策、
適用技術等を網羅した安全報告書をDSIN(安
全規制局)に提出し、承認を得ることが義務づけ
られています。また、廃止措置の方式はIAEA
が定めたStage-1,2,3の分類によることにしてい
ますが、例えば、Stage-1(密閉管理)での環境
監視と施設の技術管理は運転中と変わらぬ義務を
課するなど、適用を厳しくしています。

EDFの商用発電炉の廃止措置の方針としては、
原則として当面はStage-2(遮蔽隔離)に留める
ことにしています。これはStage-3(解体撤去)
は現状で技術的には可能であるものの技術の向上
で解体費用の低減が期待できるというのが主な理
由です。この他、運転を廃止したのち直ちに解体
するか、時期を遅らすかの検討とか、廃止した際
の雇用問題、地域経済への影響など社会的要素の
検討も廃止措置の重要な決定要素になるとしてい
ます。従って、EDFは現状ではStage-3は
Stage-2から50年後としています。安全の確保
が困難な施設については経済性を無視してでも解
体を行うことにしています。平地が広く、サイトの
確保が容易なところからくるゆとりといえます。

(2) 解体の実施例

現在フランスでCEAが実施している廃止措置
計画の代表的な3つの事例を紹介します。

○マルクールG2炉(GCR 50 MWe)

この原子炉は1980年まで22年間運転したプルト
ニウム生産用のガス炉で、グラファイトの炉心は
金属ウラン燃料用の1200本の水平チャンネルと制
御棒用の51本の垂直チャンネルで構成されていま
す。廃止措置のレベルはStage-2で、計画の主な
狙いは炉本体以外の施設の除染と解体および
2500tに及ぶ解体金属の再利用技術の開発でした。
金属の再利用では、放射性汚染の除去が重要であ

り、自動除染装置、低レベル自動測定装置等が開発されました。CO₂ のガス管内面をゼリー状、泡状の薬品で除染して1 Bq/g以下にまで放射能のレベルを下げています。この廃止措置は1993年に終了しました。

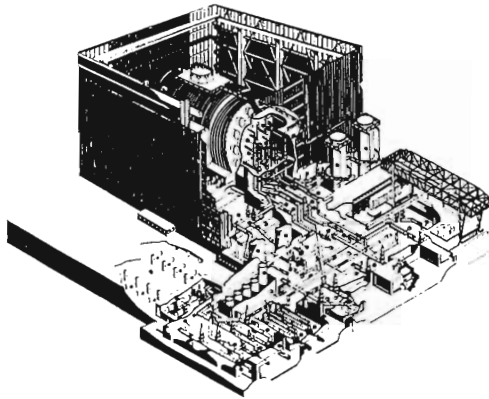


図 G 2 炉の鳥瞰図

○ラプソデー炉 (FBR 40 MWth)

この炉はナトリウム冷却の高速炉で、燃料、材料の照射試験用に建設され、1967年から運転していましたが、2度にわたるナトリウムのリークのため1983年に永久停止になりました。

廃止措置のレベルは Stage-2で、計画の主な狙いは原子炉圧力容器や炉内構造物の放射線影響を調査することで、炉内の構造物の殆どが取り出され、試験の材料になりました。30t の汚染された冷却用のナトリウムは新しく開発された装置で処理することになりましたが、一昨年処理作業中にナトリウム火災を起こし、現在後処理が行われています。

○A T - 1 (再処理試験施設)

この施設はラプソデー炉で使われたMOX 燃料の再処理(1日当たり2kg)施設ですが、役割を終えたため永久停止になり、1981年からStage-3 の解体撤去に入りました。この計画では、比較的放射能の少ないセル、グローブボックス等の解体のために再利用可能なモジュラー型のコンテナメントが開発され、また放射能の強い部分の解体のためにA T E N A と称する遠隔装置を開発し、使用しました。装置類の解体は1992年に終了し、建物は制限付きで他の目的に再利用されています。

3 廃棄物対策

フランスでは放射性廃棄物を3つのCategoryに分けて対策を進めています。Category Aは発電所などで発生する低中レベルの廃棄物で、地表面の浅地層で処分します。この廃棄物はこれまでLa Manche処分場で処分されていましたが、満杯になって1994年に閉鎖されたので現在は1992年に新設されたAube処分場が使われています。

Category Bは長寿命の低中レベル廃棄物ですが、処分方法としては深地層(数百米)での隔離処分を考えています。Category Cは再処理で発生する高レベル廃棄物で千米程度の極深地層での処分を計画しています。廃棄物対策の今後の進め方については、1991年法で示された開発方針によると、今後は深地層での貯蔵法の開発が重要な研究課題となっており、2020年の開設を目指して地下研究所などによる研究計画が進められています。

解体廃棄物については将来の Stage-3では大量に発生することを見越して、①金属廃棄物の溶融と②低レベル廃棄物の熱処理に重点を置いた減量化対策が具体的に検討されています。

前者の金属溶融はそれによって汚染度の低い金属の再利用が可能になり、また原子炉の周辺設備などの高放射化された金属類の減量化による処分費用の低減に寄与するとしています。近く専門会社(SOCODAI社)による溶融施設が本格稼働する予定で、21世紀の初期には解体金属の最も安全な処理方法になると見えています。

後者の熱処理でもプラズマトーチを用いて樹脂、不燃物、フィルターなどの所謂雑固体の焼却試験が行われており、近く実用化する予定です。これによって廃棄物の大幅な減量による処分費用の節減と廃棄物の安定化による安全性の確保を図ろうとしています。

4 解体コスト

発電炉(PWR)の解体撤去に係るコスト評価作業がE D Fにおいて1991年から行われており、間もなくその結果が出ます。これと並行して解体費用の積立てが行われていますが、現状では建設費の15%以上としています。具体的には出力1300MWの原子炉でkW当たり約1300 FF となり、これはkW時当たりでは1.1 c で、総電力の生産コスト5%に相当するようです。 以上

第13回 OECD デコミッションング連絡委員会に参加して

RANDEC 専務理事 新谷英友

昨年11月2日・3日の両日、パリのOECD本部において第13回標記委員会が開催されましたので、委員会での主な討議内容を紹介します。今回の参加国は米、英、仏、独など9カ国の他、IAEA, OECD, CEC など3国際機関、総員25名が参加しました。日本からは原研と当協会が参加しました。

○AVR解体計画が新たに登録

ドイツのユーリッヒ研究所のAVR(15MWe, ベブルベド式高温ガス炉)は21年間の運転を終えて1988年から永久停止されていましたが、この度デコミッションング計画が固まり、OECDの科学技術情報交換協定に基づくプロジェクトとして登録されることになりました。

計画によると、今後4年間の準備期間を経て、Stage-2の遮蔽隔離の状態に入り、約30年後にStage-3の解体撤去を行う予定となっています。この計画の主な開発テーマとしては、①冷却システムのトリチウム対策、②ガスループシステムのグラファイトダスト対策、(slowly running sawsの使用)、③金属の再利用対策、④グラファイトブリックス対策などが挙げられています。この中、③の金属の再利用では除染と溶融ではば100%の再利用を狙うとする意欲的な計画です。④のグラファイトブリックス対策としては焼却方式を採用する方針で、フランスとの共同研究を予定しています。

AVRの参加で登録プロジェクトは丁度30件になりました。以上の他、ロシアのデコムエンジニアリング社と韓国のKAERIからこの委員会活動に参加したい旨の要請が出されましたが、具体的な解体計画が無いなどの理由で今回は見送られました。

○IAEAのリサイクル規準案で激しい討論

連絡委員会では予めから金属解体物のリサイクルと再使用に関する検討を行い、再利用の規制値についても案をまとめ、これまでにIAEA, CECとの調整を進めてきました。しかし、三者間の調整が進まず、このままIAEAの「表面汚染のRelease Limitに関する勧告」が出されると世界的に大きな混乱が生ずる恐れがあるとして今後の対応について長時間の討議が行われました。

大方の意見としては、①IAEA勧告案は無条件再使用可能な金属の国際貿易、移動を妨げる。

②IAEAとECの両者の基準が同時に出されると矛盾

が現れ、EUと他のIAEAメンバー国との金属貿易が困難になるなどの理由で、改めてCECを含めて三者間の協議を開催するようIAEAに対して要望することになりました。

○コスト計算には今後の実績の積み上げを

連絡委員会ではデコミッションングコストについて一応の作業を終えているものの、最近の経験を探り入れてより現実的なものに改める必要があるとして作業を再開することになりました。当分はアメリカのトロージャン炉が算出したコスト分析などが進められます。

デコミッションングはまだ技術開発段階にあるので、確定的なコスト計算は困難な状況にあります。事実、コストを論ずる場合、①実際のコスト②政策的なコスト、③計算上のコストの3種が混在しているのが実情で、当分は実績の積み上げが必要であるとの意見が大勢です。

○科学技術情報交換協定の継続について

デコミッションングに関するOECDの協定が1995年9月で期限切れとなるため、第3期の5年計画の実施の可否について意見交換が行われました。デコミッションングは今後ますます重要な課題であり継続すべきであるとの意向が多く、本年2月までに各国の意見を取りまとめることになった。この連絡委員会は現在は廃棄物委員会の下部機構になっていますが、最近の動向を踏まえてスタンディングな委員会に改組すべきであるとの意見もあり、併せて検討されることになりました。



OECD本部前にて

スロバキアとロシアの原子力事情

—デコミッショニング専門家会議に出席して—

RANDEC 常務理事 小松 純 治

（財）原子力安全研究協会が実施する「国際原子力安全交流派遣事業」活動の一環として、平成6年11月、スロバキアのボフニチェ発電所とモスクワでデコミッショニングに関する専門家会議が開催され、出席する機会を得たので印象について述べたい。

スロバキア

人口約 1,600万人の連邦共和国であった、チェコスロバキアは、民族的な問題もあって、1993年1月1日に先進的工業国のチェコ共和国とスラブの素朴さと農業を主体とする、スロバキア共和国に分離独立した。これまで、原子力開発や技術の中心がチェコ側にあったため、スロバキアは、新しい体制作りとボフニチェ発電所に残された旧ソ連設計の第1世代VVER 440/230型2基と、第2世代VVER440/213型2基の運転炉、更に、事故のため停止している重水減速炭酸ガス冷却実験炉A-1(143MWe)とモホブチェ発電所に建設中のVVER440/213型4基の炉を抱える事になった。国情からして、チェコ側に比べて厳しいものを感じた。特に、旧型のVVER 440/230型については、西側諸国から運転停止を求められており、実質的にはA-1炉に加え、VVER 440/230型2基も2,000年からデコミッショニングを考えている。また、モホブチェに低レベル廃棄物の処分場も計画、着工している。

専門家会議では、JPDRの解体経験をはじめ、日本のデコミッショニング技術に強い期待が寄せられ、スロバキア側から積極的な情報提供と、具体的な協力内容について意見交換が行われた。

原子力発電や開発も国営から民営化への切り替えが進んでおり、原子力発電研究所では、米国企業から民間会社としての経営を学び、職員に持株制度を導入し成績を上げていた。また、1993年にはデコミッショニングを専門とする民間会社も発足し、約15名のスタッフを抱え、VVER440/230のデコミッショニングの計画に協力していた。1994年にはブルガリヤにも姉妹会社が発足し、協

力関係を持っているという。

ロシア

旧ソ連邦崩壊前の原子力開発は、開発と規制が一体化した形で進められていたが、1991年12月に原子力安全規制に責任を持つ、原子力放射線安全監視国家委員会(GOSATOMNADZOR)が、また1992年1月には、開発を担当する原子力省(MINATOM)が発足し、安全規制と開発体制が分離独立するようになった。

会議はモスクワの旧KGB建物跡に庁舎をおく、大統領付属の安全監視国家委員会の会議室で行われた。安全規制の立場からロシアの原子力発電所と核燃料サイクル施設のデコミッショニング、放射性廃棄物の管理、法規制等の現状について情報交換が行われた。

現在、ロシアには建設中の炉を除き、29基の原子力発電所が稼動中で、RBMK型11基、VVER型13基、その他5基となっている。稼動中の全炉については、安全見直しを行っているが、スタッフや資金不足で年間2～3炉しか審査できない状態で、時間がかかっている。ノボボロネジの2基、ペロヤルスクの2基は、デコミッショニング対象炉として閉鎖中である。2010年までには設計寿命からいうと24基の運転停止が必要になるという。核燃料施設については、環境汚染問題も含め、原子力発電所より安全上もっと頭の痛い問題を抱えていた。しかし、資金不足で修復計画が立たず、妥協の範囲で措置をしている。放射性廃棄物については、一通りの区分管理基準が出来ている。その他、原子力関連の法規制、基準等の整備もIAEAや西側諸国の制度を参考に進めており、国会審議で時間がかかるため、大統領令で実施している。

今後、専門家会議で討論されたロシアの実情と内容を踏まえて、原子力安全監視国家委員会とさらに技術交流を進める具体案を出し検討することになった。

国際会議とデコミ関連施設の訪問

RANDEC

今井 久, 宇留野 光

昨年9月下旬、5年毎に開催されるEC主催の「原子力施設のデコミッションングに関する国際会議」の第3回がルクセンブルグで開かれた。RANDECでは、広く参加者を募集したところ各界から多数の賛同を得、総勢22名の調査団（団長：九州大学工学部古屋廣高教授）を組織し、国際会議に出席するとともに、デコミッションに
関連のある欧州3ヶ国の4施設を訪問・調査した。以下はその概要である。

1. 国際会議

報告はEC諸国の過去5年間の成果で、57件の発表があった。会議の参加登録者数は271名、うち日本人登録者は27名であった。発表はデコミッションに関連するあらゆる分野の報告を含んでいたが、特に目新しい発表はなかった様に思う。デコミッションの技術や手法が、既存技術体系の延長上にあるものである以上、これは当然と言えば当然であろう。会議の各報告の内容については、別途報告書を作成しているが、ここではそのなかの数件を簡単に紹介したい。

GCR（ガス冷却炉）は、現在イギリス、フランスおよびスペイン等で解体中もしくは解体準備中であるが、黒鉛構造物の処分等に関連した2件の発表があった。一つはフランスのG2、G3炉用黒鉛構造物の処分法の検討で、手法が斬新さを感じさせた。それは原子炉中でのレーザー加熱によるin-situ 燃焼処分の構想である。また、スペインからは黒鉛をNi/Cuで被覆することにより、放射性核種の滲出を5%以下に減少させることができるという報告があった。これは埋設処分を念頭にした技術開発である。コンクリート関連の報告では2件が目をつけた。汚染コンクリートの場合、汚染は殆どセメント部分に集中している。コンクリートをセメントと骨材部分に分離することにより、90%以上の放射能がセメント部分に集ま

り、放射性廃棄物を減容化できるとする報告である。放射化されたコンクリートでも骨材の種類によっては、この方法が有効であることを実験で示していた。またドイツでは金属同様、コンクリートを再利用するために必要な安全基準となる放射能強度限界値を定める作業を進めている。すでに、このために必要な雨によるコンクリートからの放射能の移行試験を終えていた。限界値は、次の機会に報告されるとのことである。

EC内の原子力施設解体プロジェクトは、着実にその成果を挙げてはいるが、計画はドイツのグンドレミュンゲンKRB-A原子炉を除いて遅れている。その原因はすべて経済的要因であり、技術的な問題ではない。主要なプロジェクト以外にもEC諸国では、様々なデコミッション技術の開発が行われているが、ほとんどすべての研究・開発が、規模は小さくてもホット施設を対象に行われていることが印象に残った。

2. 原子炉廃棄物最終処分場（スウェーデン）

頭文字からSFRと呼ばれている原子炉廃棄物最終貯蔵場は、首都ストックホルムの北方約130kmの海岸地域に位置する。SFRは積極的に見学者を受入れているので、すでに訪れた方も多かろうと思う。スウェーデンは花崗岩の上に創られた国である。1メートルも掘ればどこでも岩となる。海岸から海の下に向かってこの岩を掘り、海底下約60mに造られた中・低レベル廃棄物の処分場がSFRである。現在の施設が完成したのは88年4月、坑道の全長は4.5kmにも及び、貯蔵施設は横穴施設（長さ160m、高さ、幅とも約20m）が4基、縦穴のサイロ（直径25m、深さ50m）が1基ある。現施設の収納容積は約6万m³で、その1/4が使用済となっていた。坑内は換気と温度管理が行われ、12°Cに調節した外気が20m³/sで供給されている。

施設の建設費は 7.4 億 SEK (約 100 億円) 運転費が 0.2 億 SEK (約 2.8 億円) / 年で、17 名の職員によって運転・管理されているとのことである。スウェーデンは国民投票で現在の所、12 基ある原子炉を 2010 年までに停止・廃炉するとしているが、そのデコミで発生する廃棄物の処分にも困らない様である。スウェーデンは高レベル廃棄物を含め、廃棄物の処理・処分を着実に進めている。

3. バアンデロス原子力発電所 1 号機

バアンデロス原子力発電所はバルセロナから南西に約 120km 程離れた地中海沿岸に位置している。1 号炉の所有者は、スペイン・フランス共同原子力発電会社 (H I F R E N S A) で、1960 年代に造られた黒鉛減速のガス炉である。原子炉は 72 年から 17 年にわたって運転されたが、89 年 10 月に発電タービンから火災が起こった。火災は原子炉本体には及ばなかったが、安全バックアップ関連の装置も焼失した。この結果、スペインの工業・エネルギー省は 90 年 7 月、炉の恒久停止命令を出し、原子炉は解体されることになった。

原子炉は 91 年から燃料の取り出しを始め、94 年 11 月末でこの作業を終え、95 年に放射性廃棄物の処理を行うことになっている。訪問時、施設区域内に燃料スリーブを粉砕し、黒鉛と金属金具と分離してそれぞれ別々のコンテナに充填する施設が造られていた。96 年からはレベル 2 (密閉のた



写真 スペイン、バアンデロス原子力発電所にて

めの作業) に着手し、2000 年頃までにそれを終了させる。そして密閉管理を 25~30 年継続した後、レベル 3 (完全解体) にはいる計画となっている。完全解体後は、跡地に植物が植えられ更地に戻る。

4. BR-3

ベルギーの BR-3 はすでに関係者なら多くの方々が訪れておられるのではなかろうか。当初、BR-3 の解体は 93 年で終了する予定であったが、スケジュールは遅れており、96、7 年ごろまでかかる見込みで、Phase 3 は昨年開始された所である。遅れの原因は前にも述べた経済上の問題である。Phase 3 では、一次系配管、原子炉容器及び一次系補助設備の撤去を行う計画であるが、94 年度の目的は、切断法の選定とホット構造物の解体である。BR-3 では、金属構造物の切断について、作業の速度と二次廃棄物の量等を比較・検討し、主な切断法として機械的切断を採用することにした。

意見交換の中で、構造物の切断作業で急に切れなくなるようなことが起こることがあること、解体中、図面にはないものに遭遇して戸惑うこともあること等、経験者でなければ分からない様なことが話された。

5. HADES

ベルギーは、高レベル廃棄物及び α 核種を含む長半減期中・低レベル廃棄物は、広く欧州に分布している Boom 粘土層に埋設処分する計画になっている。HADES は、このための原位置の地下試験研究施設で、SCK/CEN と EC の共同出資で 1984 年に建設された。施設は地下 230m の Boom 粘土層内に設けられており、Underground Laboratory と Test Drift と呼ばれる研究施設の横坑が、互いに反対方向に伸びていた。これらの施設内で粘土層の地質工学的試験、さらに放射線や崩壊熱も重複した環境での廃棄物容器等の材料試験、放射性核種の移行試験等が行われており、処分のための安全性評価・性能評価のためのデータが取得されている。

海外調査報告（欧州の再利用技術）

RANDEC 島田 隆

昨秋、スウェーデンの Studsvik RadWaste 社とフランスの Rhône Valley Nuclear Research Center の放射性廃棄物の溶融施設 (INFANTE) を見学したので、その概要を紹介する。

1) Studsvik RadWaste AB の溶融施設

Studsvik RadWaste AB のサイトは、ストックホルムから南に約100km 離れたバルト海に面して位置している。Studsvik AB の前身である AB Atom energi は1947年に国家機関として設立され、1991年以降は民営化されて、Vattenfall AB (電力会社) の傘下に入った。Studsvik RadWaste AB は廃棄物とデコミッションングを担当している。

溶融施設は1987年10月末に運転を開始し、1993年半ばまでに 1,500トンを溶融され、230 トンが無拘束再利用されたとのことである。

施設内には、容量3トンの誘導溶融炉と 600kg のルツボ炉が設置されている。誘導溶融炉は鉄スクラップの溶融に、ルツボ炉はアルミや銅合金スクラップの溶融に使用される。

溶融施設以外に焼却炉も見学した。この焼却施設は、最終処分場で貯蔵する廃棄物量を最低にするため、1976年から原子力施設からの低レベル可燃性運転廃棄物や産業界・病院等からの放射性可

燃廃棄物の焼却を実施している。焼却により、放射性廃棄物の重量は1/10以下、体積は1/30 (スーパーコンパクション後には 1/100) に減少する。

1992年末までに 5,200トンの可燃性廃棄物を処理した。それらの発生元はスウェーデン、ドイツ、ロシアで、外国廃棄物からの2次廃棄物は発生国に返還しているとのことであった。

2) INFANTE 溶融施設

Rhône Valley Nuclear Research Center は、フランス CEA の研究所の一つで、南フランスの都市アヴィニオンの北約30kmのローヌ河渓谷のほとりに位置している。広大なサイト内には、CEA, COGEMA, ANDRA など多数の機関の施設が混在して設置されており、現在、G2、G3 炉のデコミッションングが行われている。

溶融によって、汚染形態が表面から体積汚染に変化し、スクラップから放逸する危険がなく、減容・再利用が可能となることから、CEA は G3 建家の一隅に 14トン 電気アーク炉の溶融処理施設 (INFANTE) を設置して汚染配管 4,000トンの溶融を行っている。

施設概要の説明後、INFANTE 施設に案内され、制御室の窓越しに作業状況を見学した。観察用窓は、制御室には床上約1mから天井までの高さの広々とした窓が設置されており、準備エリア、溶融ゾーンでの作業が窓越しに良く観察できるようになっていた。鑄造レードルへの注湯作業とインゴット鑄造エリアの作業は、アーク炉横の幅 5m 程の窓から観察できた。当日は見学時間にあわせて、溶融スケジュールを組んで呉れたようで、溶融末期のサンプリング作業、デスラギング作業や鑄造レードルへの注湯作業を見学できた。午後 G2 原子炉建家を見学した。建家内には、直径約 20m、長さ約 34m の横置円筒型原子炉本体が残されているのみで、他のは全て撤去されていた。原子炉本体の端面の貫通部は端栓で溶封されていた。原子炉本体内には、減速用黒鉛が残されており、この処分が今後の課題であるとのことであった。



3 トン誘導溶融炉からの注湯状況

JPDR & 「むつ」 NOW

◎JPDR

平成6年12月末のJPDRの解体実地試験の進捗状況は次の通りです。

・建家コンクリート表面除染

タービン建家の給水ポンプ室、アンローディング室、制御建家の除染試験室、主排気筒内面及び屋外のコンクリート表面除染が行われました。

また、原子炉格納容器建家、燃料貯蔵建家、緊急用建家、主排気筒内面及び屋外の一部の確認測定が行われました。



建家コンクリート表面除染の状況



屋外の確認測定の状況

・埋設コンクリートの放射能評価

埋設コンクリートの放射能を評価するため、原子炉格納容器、タービン建家、廃棄物処理建家、核燃料貯蔵建家、制御建家等から採取されたコンクリート試料の放射能測定が行われました。

◎「むつ」

平成6年12月末の「むつ」の解役作業及び関連工事の進捗状況は次の通りです。

・本船

原子炉補機室等の機器類撤去を完了し、室内除染後の放射線サーベイにより、表面密度、空間線量当量率等がバックグラウンド・レベルにあることを確認し、管理区域解除に係る保安規定の変更を行いました。これにより、第二段階の解体工事は全て完了しました。



コンターマットによる表面密度の直接測定

・「むつ」科学技術館（仮称）建設工事

撤去物等保管棟が完成し、解役作業で発生した固体廃棄物の一部を受入れ、供用を開始しました。

・港湾整備

クレーン船による炉室一括撤去作業に備えた浚渫工事は、予定通り完了しました。

第19回理事会開催

事務局から

RANDEC第19回理事会は、11月16日第一ホテル東京で開催された。

評議員の選出（「事務局から」参照）について審議がなされた後、平成6年度事業実施状況、平成7年度予算概算要求、外部発表一覧について経過報告がなされ、了承された。

引き続き第19回評議員会が開催され、評議員の交替、平成6年度事業実施状況、平成7年度予算概算要求、外部発表一覧について経過報告がなされ、了承された。

なお、外部発表一覧は、次の通り。

- 1994 International D&D Symposium
場所：米国テネシー州ノックスビル
日時：平成6年4月25～29日
内容：①原子炉解体高度化技術開発
②ワイヤーソー切断技術の開発
- 日本原子力学会「1994秋の大会」
場所：札幌市 北海道大学
日時：平成6年9月28～30日
内容：①配管密閉式切断技術の開発
②ワイヤーソー切断技術の開発
③安全作業用コンテインメントシステムの開発
- 米国環境保護庁(EPA)/原研ワークショップ
場所：茨城県東海村 日本原子力研究所
日時：平成6年11月9～11日
内容：①広域残存放射能評価技術の開発
②固体状廃棄物の非放射性廃棄物への区分

人事

◎評議員

新任（11月16日）

早瀬 佑一

（電気事業連合会 原子力部長）

徳丸 康彦

（日本原子力産業会議 総務部長）

退任（11月16日）

金子 孝二、和田 忠夫

◎職員

異動（10月1日）

情報管理部長

島田 隆（参事）

情報管理部調査役

山内 勲（情報管理部長）



お詫びと訂正

RANDECニュースNo.23、8頁の表題に下記の誤りがありました。

お詫びして訂正させていただきます。

誤 アクチニド分解研究の・・・

正 アクチニド分離研究の・・・

◎ RANDECニュース 第24号

発行日：平成7年2月20日

編集・発行者：財団法人 原子力施設

デコミッションング研究協会

〒319-11 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100

Tel. 0292-83-3010, 3011 Fax. 0292-87-0022