

Radwaste and Decommissioning Center

RANDEC

July 2016 No. 103

ニュース

(公財) 原子力バックエンド推進センター



関係者で協調した原子力理解促進活動の推進を

一般社団法人 日本電機工業会

原子力部長 多田 伸雄

先般発生した熊本地震に際し、「念のために川内原子力発電所を停止すべき」という声が各所から上がった。また、原子力界に大きな影響を与えた高浜発電所に対する大津地裁の仮処分決定という出来事もあった。これらは、東京電力福島第一原子力発電所の事故と長期にわたるその影響を目の当たりにした国民が当然持ち得る不安から生じたものであるが、正確な科学データや事実を十分に理解していないことも要因であろう。それ故に、原子力に対する理解促進活動は、以前にも増して重要性を増している。

本年は高レベル放射性廃棄物処分の適正地が公表される予定である。放射性廃棄物は国民の関心の高い問題の一つであり、理解促進活動をより強力に進める必要がある。理解推進が不十分なまま議論が進むと、研究施設等の廃棄物を取扱う RANDEC の事業環境に影響が出る可能性もある。

私ども日本電機工業会も、微力ながら理解促進活動を実施している。2015 年度は、発電

所の再稼働に合わせて「日本のエネルギーを考える～原子力発電所再稼働の現場から～」という冊子を作成し、全国の約五千校の高校、関連団体、弊社会員企業へ配布するとともに、弊会のホームページに公開した（URL：<http://www.jema-net.or.jp/Japanese/nps/public.html>）。

また、講演会の開催やポスター・クリアファイルの配布などを行っている。さらに、原子力学会シニアネットワークなど、他の関連団体が実施している学生や女性向けの理解促進活動を支援している。

なるべく広い対象層に深く原子力を理解していただきたいが、対象層の広さと理解度の深さは両立させることが困難で、効果も測りにくい。弊社も含め、各社・各団体が独自に理解推進活動をするよりも、関連団体が協調した活動を行うのが効率的である。弊会は、協調した理解促進活動を行うべく関係する諸団体に働きかけを始めたところである。RANDEC にも是非ご協力をお願いしたい。

RANDEC ニュース目次

第 103 号（平成 28 年 7 月）

巻頭言 関係者で協調した原子力理解促進活動の推進を

一般社団法人 日本電機工業会 原子力部長 多田 伸雄

RANDEC の主要な行事等

理事会及び評議員会の開催について	1
総務部	

RANDEC の事業・活動に関する近況報告

1. 照射後試験施設で発生する廃棄物の共通放射能評価手法の確立に向けて	2
鈴木 康夫	
2. クロスフローシュレツダによる放射性物質の除染試験	4
桑名 克己	
3. 大学・民間等廃棄物処理事業の進捗状況	6
廃棄物処理事業推進部	

外部機関の活動状況の紹介

清水建設の原子力発電所廃止措置技術	7
清水建設株式会社 原子力・火力本部 計画部 鳥居 和敬	

海外技術情報

1. フィリップスブルグ 1 号機の化学除染	10
廃棄物処理事業推進部 泉田 龍男	
2. ドイツにおける廃棄物処分計画の見直しについて	14
専務理事 澁谷 進	
3. ドイツ公的部門の放射性廃棄物の処分コスト	16
廃棄物処理事業推進部 秋山 武康	
4. フランス CEA による廃止措置施設のロボット検査経験	18
企画部 五十嵐 幸	

世界の原子力発電所の廃止措置最新情報	21
--------------------------	----

東海事務所 榎戸 裕二

その他

・ 委員会等参加報告	26
・ 総務部から	26
・ 第 29 回「原子力施設デコミッショニング技術講座」、第 28 回「報告と講演の会」のご案内.....	28
・ 「RANDEC ニュース」の E メール配信について（お願い）	28

RANDEC の主要な行事等

理事会及び評議員会の開催について

総務部

当センターは、業務運営の効率化や関係機関等との連携を図りながら社会貢献を図るべく業務展開を行ってきておりますが、昨今の原子力業界を取り巻く情勢や関係機関等の当センターへの期待の変遷を加味し、これまでより幅広い業務に取り組めるように、公益財団法人としての事業拡大の手続きを踏みながら業務を実施しております。

今般、以下のとおり事業、予算等に関する理事会及び評議員会が開催されたので報告します。

(1) 第9回理事会が、平成28年3月18日(金)に当センターにおいて開催され、①平成28年度事業計画、②平成28年度予算、③基本財産の一部取り崩し、④平成28年度特定寄付金に係る募集目論見書、について審議され原案どおり承認されました。

(2) 第10回理事会が、平成28年4月12日(火)に決議省略の方法により開催され、①第6回評議員会招集の件、②柴田周評議員、中尾正文理事の選任について、審議され原案どおり承認されました。

(3) 第6回評議員会が、平成28年4月19日

(火)に決議省略の方法により開催され、柴田周評議員、中尾正文理事が選任されました。

(4) 第11回理事会が、平成28年6月2日(木)に当センターにおいて開催され、①平成27年度事業報告、②平成27年度決算報告、③平成27年度内閣府定期報告、④第7回評議員会の開催、について審議され原案どおり承認されました。

(5) 第7回評議員会が、平成28年6月17日(金)に当センターにおいて開催され、①平成27年度事業報告、②平成27年度決算報告、について審議され原案どおり承認されました。



第7回 評議員会

RANDEC の事業・活動に関する近況報告

1. 照射後試験施設で発生する廃棄物の共通放射能評価手法の確立に向けて

廃棄物処理事業推進部 鈴木 康夫

研究施設等廃棄物を埋設処分するにあたっては、各廃棄体が国の技術基準を満たしていることを確認するために、「廃棄確認」(測定・検査)作業が必要とされている。

当センター(以下、RANDEC)では、大学・民間等から発生する研究施設等廃棄物の処理事業の実現に向けて、廃棄確認を踏まえた設備検討や技術検討を進めている。また、埋設事業の実施主体である日本原子力研究開発機構(以下、JAEA)では、埋設施設の事業許可申請を行うにあたって、埋設対象廃棄物の廃棄体等の本数、重量や放射能インベントリについて評価した情報の収集・整備が進められている¹⁾。

廃棄物情報の収集・整備を効率的・合理的に実現するため、JAEAでは、廃棄物発生者の合意のもとに、平成 25 年度より、廃棄物の発生起源、汚染形態や含有核種等に応じて、廃棄物区分として以下の 6 グループを設置し、グループ毎の会合を開催し、情報交換や放射能評価方法の検討などを進めている。

- ① 原子炉の運転・解体等により発生する廃棄物
- ② 照射後試験施設から発生する廃棄物
- ③ ウラン使用施設から発生する廃棄物
- ④ トリウム使用施設から発生する廃棄物
- ⑤ 複数の核燃料物質等を使用する施設から発生する廃棄物

⑥ 燃料加工事業から発生する廃棄物

本稿では、上記グループ(2)に関連して実施され、JAEA からの委託業務として行った照射後試験施設から発生する廃棄物に関する共通放射能評価手法の検討について、日本原子力学会 2016 年春の年会において JAEA、ニュークリア・デベロップメント(株)(以下、NDC)と RANDEC の連名で成果発表された²⁾概略を報告する。

放射能評価手法としては、非破壊測定法により、Co-60 または Cs-137 の放射能濃度を求め、ORIGEN-2 による放射化・燃焼計算(以下、計算)により求めた核種組成比と掛け合わせることで廃棄物の核種毎の放射能濃度を評価するという新たな手法を選定し、NDC の照射後試験施設をモデルに検討することとした。

計算による核種組成比の評価にあたっては、NDC に搬入された実燃料のデータを用いて計算を行い、これで得られた核種組成比を実廃棄物の分析結果と比較することで、本評価手法の妥当性の確認を行った。

検討対象核種は、研究施設等廃棄物全体の安全評価における重要核種のうち、照射後試験施設廃棄物の特徴を踏まえ以下の 17 核種を抽出した。核分裂生成物核種(以下、FP 核種)の Sr-90, Tc-99, Cs-137, Eu-154、構成材料の放射化核種(以下、AP 核種)の H-3、

C-14、Co-60、Ni-63、アクチノイド核種（以下、ACT 核種）の U-234、U-235、U-238、Pu-238、（Pu-239+Pu-240）、Pu-241、Am-241、Cm-244 である。FP 核種及び ACT 核種の代表核種は Cs-137、AP 核種の代表核種は Co-60 である。これらの代表核種を用いて、核種組成比を求めた。

図 1 に、単一の原子燃料で汚染された廃棄物を収納した容器 6 個(容器 A～F)について、計算値と実廃棄物の分析値による核種組成比の比較を示す。

結論として、燃料由来の FP 核種及び ACT

核種については、計算結果と実廃棄物の分析結果が比較的良好に一致し、本評価手法を適用できる見通しが得られたと考えられる。一方、材料由来の AP 核種については、計算結果と実廃棄物の分析結果にずれが生じるとともに、容器ごとの核種組成比にもばらつきが認められた。

今後は、AP 核種の挙動について調査し、他の照射後試験施設においても共通して適用できる評価手法の確立へ向けて検討を進めることが期待される。

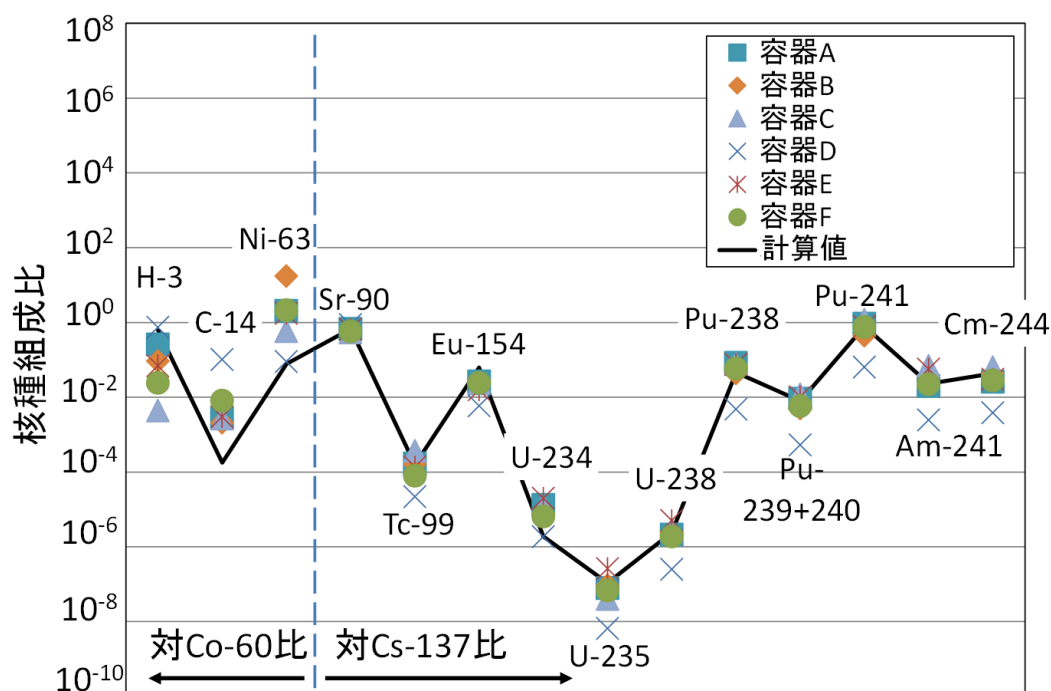


図 1 計算値と実廃棄物分析値による核種組成比の比較

参考文献

- 1) 研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会（第 3 回），資料-3
(http://www.jaea.go.jp/04/maisetsu/reference/download/setumeikai120327_siryou3.pdf)
- 2) 辻智之¹，星野譲¹，坂本義昭¹，鈴木康夫²，町田博³（1. JAEA, 2. RANDEC, 3. NDC），
“照射後試験施設から発生する廃棄物の放射能評価方法の検討，” 日本原子力学会 2016 年春の
学会，講演番号 1E18

2. クロスフローシュレッダによる放射性物質の除染試験

企画部 桑名 克己

環境省の平成 27 年度除染・減容等技術実証事業に、鹿島環境エンジニアリング株式会社が中心となって「クロスフローシュレッダ（以下「CFS」という）による放射性物質除去の処理技術」の実証試験を提案し、採用された。試験の内容は、汚染されたラジエータを CFS で破碎し、破碎に伴う除染効果を確認するとともに破碎で得られた金属片をさらに溶液で洗浄し、全体の除染効果を確認するというものである。試験の結果、大きな除染効果を確認するとともに金属片がリサイクル可能なレベルまで除染できることを実証した。なお、RANDEC は、試験に伴う放射線測定のアドバイスと放射線管理を担当した。

1. CFS

CFS は、装置内に投入した処理対象物を高速で回転するチェーンで叩き、破碎するものであり、広く産業廃棄物の破碎装置に使用されている設備である。写真 1 に試験設備の外観を示す。試験設備は、破碎機と排気系機器（セパレータ、サイクロン、集塵器等）で構成されている。



写真 1 試験設備外観

試験はラジエータ 2 基を 1 バッチとして、4 回実施した。破碎前のラジエータの放射能量は、キャンベラ社の現場用 Ge 測定装置で測定して初期量とし、破碎後の金属片の放射能量は Ge 測定装置との相関を確認した上で、CsI 測定装置で全金属片を測定した。写真 2 にラジエータの測定状況、写真 3 にラジエータを破碎して回収した金属片を示す。



写真 2 破碎前のラジエータ

2. 試験方法

供試体としては、自動販売機と自動車の汚染されたラジエータ、各 4 体を用いた。

除染の原理は、供試体が破碎される過程で、チェーンによる強打及び金属片間の摩擦等により、表面に附着した汚染部位が剥離・研磨され、放射性物質は粉塵として排気系機器に分離されるものである。



写真 3 破碎後の金属片

1 バッチ当たりの破碎時間は 60 秒間とし、バッチ毎に金属片とともにセパレータ、サイクロン、集塵機等に溜まった粉塵等を極力回収し、それぞれの放射能を測定した。

さらに、金属片はアルミ、銅、鉄に分離し、アルミについてはアルカリ、銅及び鉄については酸溶液で洗浄し、溶液洗浄による除染効果を確認した。

3. 試験結果

CFS による除染試験の結果を図 1 に示す。ラジエータの放射能はバッチ 2 が高く、約 180,000 Bq、他は 45,000 Bq~76,000 Bq であった。破碎後の金属片の除染量を初期量で除し除染率は 93%~97% となった。

この金属片を溶液洗浄した結果、さらに 64%~67% の除染効果が得られ、金属片の汚染レベルは全てリサイクル可能な状態まで低下した。

CFS について、バッチ毎に金属片及び排気系機器の粉塵を極力回収し、それぞれの放射能を測定した結果、初期量に対し、金属片に約 5%、排気系機器（セパレータ、サイクロン、集塵器）の粉塵等に約 36% で、放射能の

大半は、サイクロン及び集塵機から回収された微細な粉塵から確認された。放射能の初期量に対する回収率は 40% であった。主要設備の線量率の測定結果から、回収できなかった約 60% の放射能は装置の工程内の内壁や配管、及びフィルタ類に附着しているものと推定された。

4. まとめ

汚染されたラジエータを使用して CFS による除染効果を試験した結果、高い除染率が確認できた。また、溶液洗浄と組み合わせることにより、金属片を確実にリサイクルできることが実証できた。また、実証試験を通し、処理対象物の投入の自動化、排気系機器の粉塵の飛散防止措置の充実等を図ることで、処理効率の向上が図れることが認識された。

汚染されたラジエータを CFS で処理することにより、短時間で高い除染効果が得られ、リサイクル可能なレベルまで除染できる見通しが得られた。この技術を用いて、金属廃棄物の除染、リサイクルが促進され、福島再生の一助になることを期待したい。

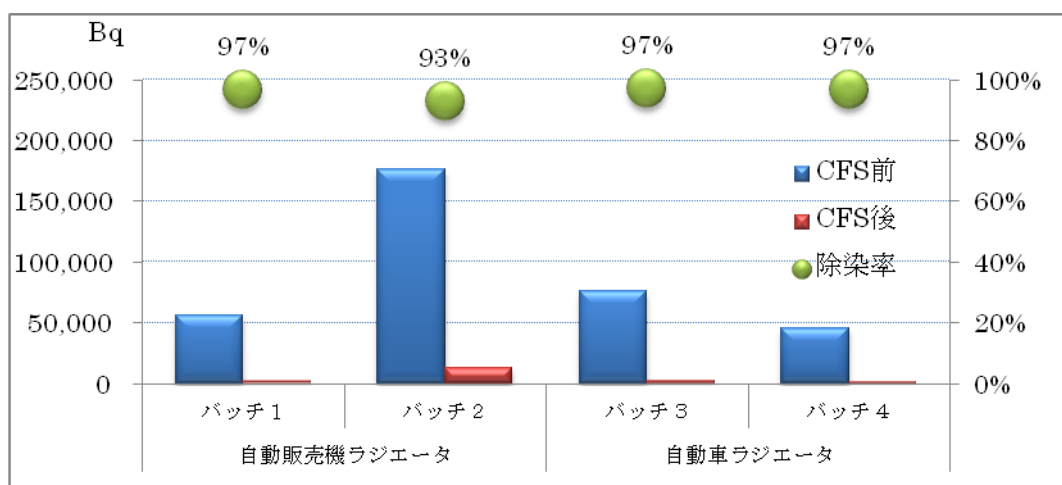


図 1 CFS による除染試験の結果

3. 大学・民間等廃棄物処理事業の進捗状況

廃棄物処理事業推進部

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廃棄物処理事業の調査を平成 20 年度から開始しています。平成 25 年 4 月からはこの事業を主要業務とする公益財団法人として再発足致しました。廃棄物処理事業は、研究開発法人原子力研究開発機構（原子力機構）が建設を予定している埋設施設に対応した廃棄物処理を実施する事業であり、原子力機構と連携・協力しながら準備を進めています。しかし、東日本大震災とそれに続く東京電力福島第一原子力発電所の事故により、埋設施設の建設が停滞する状況となっております。これは原子力発電所をはじめとした原子力施設の厳密な安全対策が求められているためですが、新規施設の立地活動にも大きな影響が出ています。

原子力機構は、文部科学省の「研究施設等廃棄物作業部会」において、埋設施設立地のための「立地基準」及び「立地手順」を平成 27 年度に公表しました。これまでの公募による立地方式から協力要請方式を主とすることを表明しました。協力要請には国も大きく関与することになり、これまで以上に立地活動を強力に進めることとなります。これまでの停滞状況から少しでも前進することを期待しています。

RANDEC は、平成 20 年度から主要な民間

廃棄物発生事業者からの支援を受け、廃棄物の集荷・貯蔵・処理の事業について、①事業実施体制、②収支計画、③廃棄確認のための各種技術検討、④事業施設の概念設計、⑤事業許可申請に向けた検討等について調査検討を進めています。その間、廃棄物事業の検討状況及び原子力機構の埋設施設の進捗状況を報告する大学・民間等廃棄物発生者報告会を 2 回開催し、発生者からのご要望・ご意見を伺っております。今年度は、民間廃棄物発生事業者 5 社（旭化成㈱、住友金属鉱山㈱、㈱日立製作所、NDC㈱、三菱マテリアル㈱）からの支援により、下記の項目を検討する予定です。

- ①事業の資金計画及び廃棄物処理契約の検討
- ②立地に向けた事業計画説明用資料の整備
- ③ウラン核種の計測手法の開発
- ④廃棄物処理施設の立地活動

これらの項目はいずれも事業準備に向けて必須の項目であります。廃棄物処理事業の開始工程は、原子力機構の埋設施設立地活動状況に大きく依存せざるを得ない面がありますが、原子力機構と緊密な情報交換と連携協力を進めていきます。

大学民間等廃棄物発生事業者の方々からのご協力とご支援の程、よろしくお願い致します。

外部機関の活動状況の紹介

清水建設の原子力発電所廃止措置技術

清水建設株式会社 原子力・火力本部
計画部 鳥居 和敬

1. はじめに

当社の原子力発電所廃止措置に対する取り組みは、1980年代初めから35年以上になる。日本原子力発電(株)東海発電所の建設を行ったことから、同発電所の廃止措置エンジニアリングに初期段階から携わり、これを契機としてこれまで中断することなく技術開発を継続している。

東海発電所の廃止措置エンジニアリング以外にも、旧日本原子力研究所の研究炉JRR-3の一括撤去、動力試験炉JPDRの生体遮蔽体解体等のプロジェクトにも参画している。また、東北地方太平洋沖地震以降は、東京電力福島第一原子力発電所事故対策工事、及び、デブリ取り出しに向けての技術開発に取り組んでいる。

当社の廃止措置に対する社内体制を図1に示す。設計・エンジニアリング部門と施工部門のほかに、技術研究所内に、遮蔽、原子核工学、放射化学の専門家集団を有しているこ

とが、他社にはない特色である。

2. 技術開発

廃止措置を実施するために必要な技術は、施設特性の評価技術、構造物の除染技術、構造物の解体技術、放射性廃棄物の処理処分技術と長期間にわたるプロジェクトを円滑に推進するためのマネジメント技術である。

当社は、長年にわたる取り組みでこれらすべての領域に経験と技術を有している。図2に廃止措置に関する技術分野と当社の保有する技術を示す。

コンクリート構造物の解体に関しては、早くからワイヤーソーに着目し、切断するだけではなく、切断時に発生する粉じんや廃液の回収や処理技術も含めた切断システムを確立している。

また、技術研究所を中心に、解析による放射化放射能量評価技術の高度化に努めている。

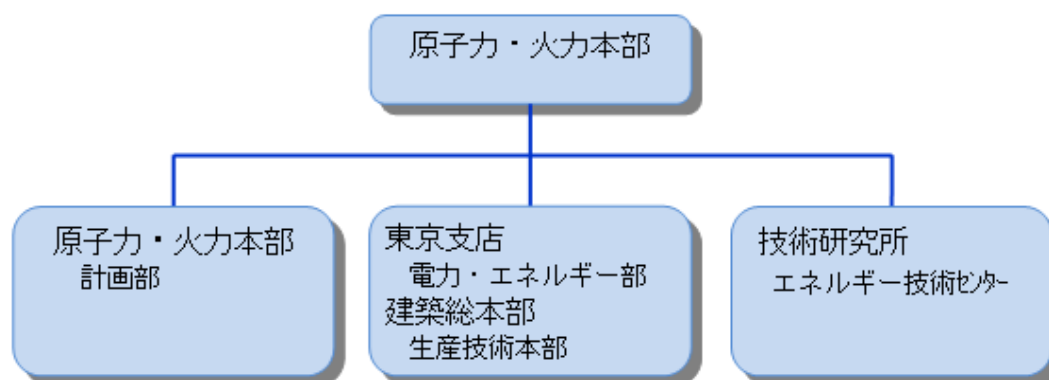


図1 廃止措置に対する清水建設の体制

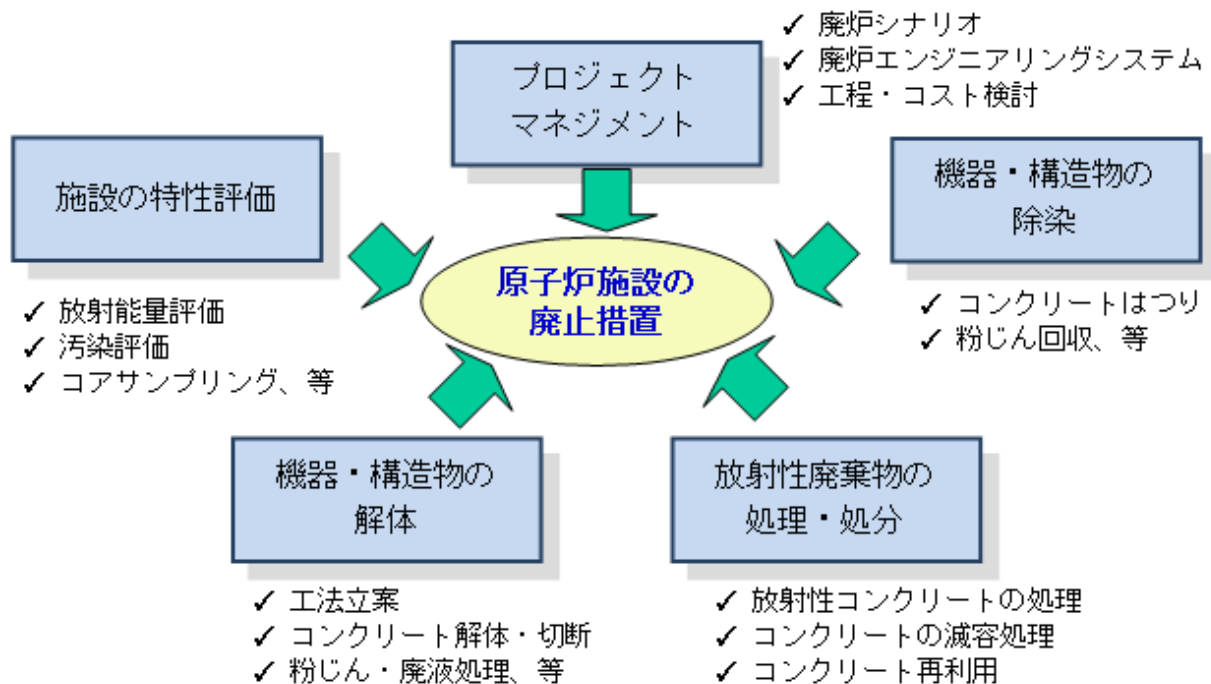


図 2 廃止措置に関連する技術分野と清水建設の保有技術

3. 放射化放射エネルギーの評価技術

当社の保有する廃止措置関連技術の中から、他の建設会社に見られない技術として、放射化放射エネルギー評価技術を紹介する。

当社の原子力施設のコンクリート構造物の遮蔽に対する取り組みは、30年以上の歴史がある。国内外の研究機関とも共同研究を行い、実験と解析の両面から研究を行ってきた。

廃止措置の計画で、最初に取り組むべきことは、放射化放射エネルギー分布とそのレベルを正確に把握することである。

特に、廃棄物の大部分を占めるコンクリートは極めて正確な放射化放射エネルギー評価が必要であり、そのために、放射線とコンクリートに関する両方の専門知識が必要である。当社は必要な分野の専門スタッフを有しており、精度の高い評価を一貫して実施することが可能である。

近年、この分野での適用例が増えてきた3次元モンテカルロシミュレーション法を早くから解析に導入し、それを適用することにより放射化放射エネルギー評価技術の高度化に努めてきた。この放射化放射エネルギー評価の手順を図3に示す。

初めに、中性子輸送計算により中性子束の分布を求める。計算では、図面情報や建屋部位の実測値から原子炉建屋のコンクリート部位の精緻な3次元幾何形状モデルを構築し、モンテカルロ計算コードMCNPなどを用いて、領域と空間の中性子束を正確に求める。

次に、原子炉の運転履歴と放射エネルギーを求める領域の元素組成から放射化量を計算する。この放射化量計算コードとして、従来はORIGENコードを使用するのが一般的であったが、当社では新たにAERYコードを開発した。このAERYコードは、連続エネルギー形式の放射化断面積ライブラリを使用するた

め、中性子束計算におけるエネルギー群構造の制約を受けず、任意の群構造に対応可能という特徴がある。これにより、詳細群の中性子束計算による高精度な放射化放射能計算が可能になる。また、評価結果は容易に可視化でき、原子炉建屋のコンクリートの任意の断面で各部位の放射能レベルを色分け表示することができる。

最終的には、原子炉周りのコンクリートサンプルの放射化分析を行い、実測値と評価結

果を照合したうえでその妥当性を評価し、廃炉計画を策定することになる。

コンクリートの放射化放射エネルギーの決定核種はCo（コバルト）とEu（ユーロピウム）であり、どちらもコンクリートの中にppmオーダーで含まれる微量元素である。当社は骨材産地による微量元素の含有量や、分析機関による評価量の差異等を勘案し、放射化放射エネルギー評価の精度向上に努めていく予定である。

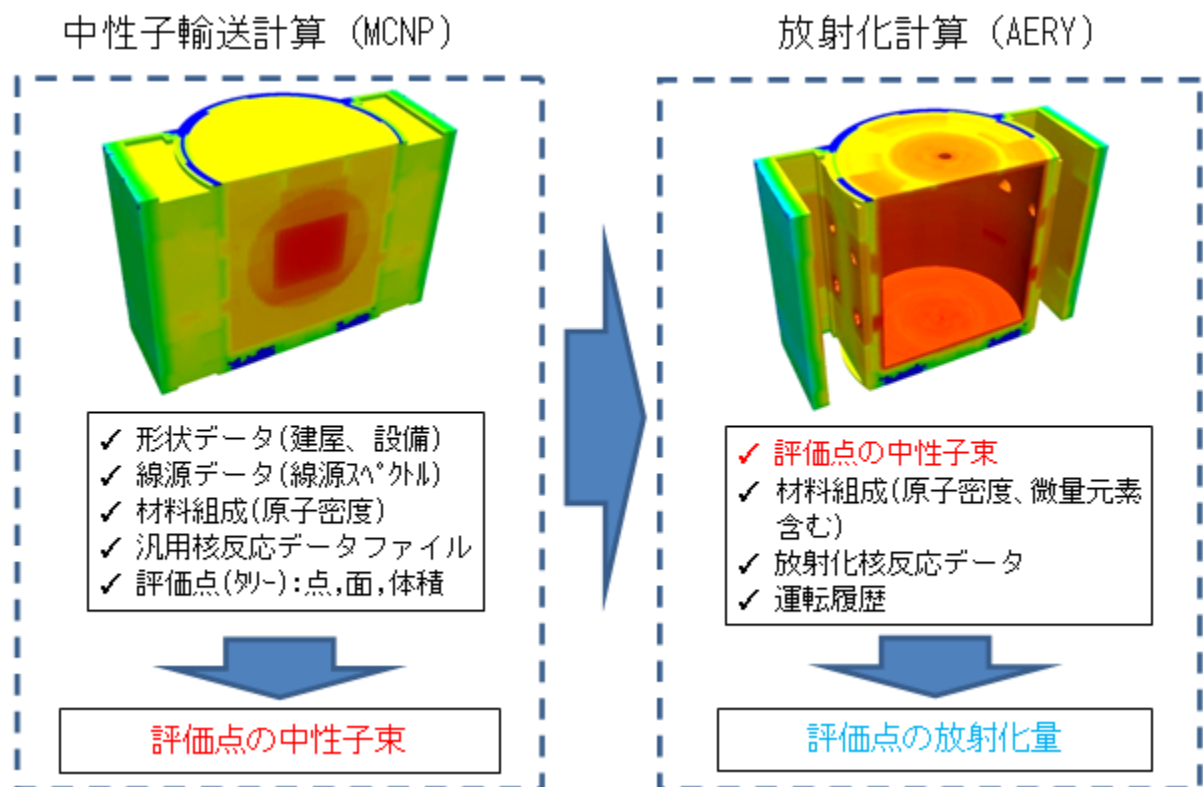


図3 放射化放射エネルギー評価のフローと入力データ

4. おわりに

当社は、長きにわたり、廃止措置関連のエンジニアリングを行い、廃止措置の全ての領域で経験と技術を有しています。特に、精度

の高い放射化放射エネルギー評価技術を基に、国内外の原子力発電所の廃炉・解体計画の初期段階から、貢献したいと思っています。

海外技術情報

1. フィリップスブルグ1号機の化学除染

廃棄物処理事業推進部 泉田 龍男

ドイツでは、原子力発電所が 1922 年末までにすべて停止する予定であり、廃止措置が進められている。フィリップスブルグ 1 号機 (890 MW, BWR) もその一つであるが、廃止措置の一環として原子炉压力容器 (RPV) 及び原子炉水浄化系 (RWCU) の化学除染の状況が報告されたので以下に紹介する。

ウエスチングハウス社 (Westinghouse Electric Germany) は、2013 年の秋から冬の期間にフィリップスブルグ 1 号機の廃止措置活動の一環として系統除染を実施した。除染は RWCU と RPV の二つの部分に分けて実施され、RPV には蒸気乾燥器、気水分離器及び 2 系統の残留熱除去系統 (RHR) が含まれる。この除染は、対象機器の汚染レベルを下げると同時に、周辺環境の空間線量率を低下させて廃止措置作業を容易にするために実施された。

1. プロセス選定とその内容

除染には、ウエスチングハウス開発の NITROX-E 法と EPRI 開発の Decontamination for Decommissioning (DfD) 法の二つの方式が選定された。DfD 法では、テトラフルオロホウ酸と過マンガン酸塩の希薄水溶液が使われる。この水溶液は母材金属を少量溶解することで、金属の微視的な裂け目に付着した放射性核種を除去するため、高い除染係数 (DF) を得ることができる。

NITROX-E 法は、金属表面の酸化膜中の三価クロムを六価クロムにする酸化工程とその後の酸化被膜を溶解する還元工程から構成される。この複数の工程により高い除染係数が実現できる。NITROX-E 法は、酸化剤として過マンガン酸塩と硝酸の希薄水溶液を使う。続く還元工程では、希薄シュウ酸水溶液によりマグネタイトやヘマタイトの酸化膜を還元溶解する。

2. 適用

原子炉水浄化系 (RWCU) 内で汚染レベルが部位により異なることから、系統除染はマルチステップとマルチプロセスで実施することにした。

RWCU の除染は、高汚染部分から低汚染部分への汚染の拡大を防ぐために、原子炉压力容器 (RPV) と分離して行われ、かつ高汚染段階と低汚染段階に分割して実施された。除染方法としてウエスチングハウスの NITROX-E 法と EPRI 開発の DfD 法が適用された。

RPV の除染においても 2 段階で実施された。すなわち、蒸気乾燥器と気水分離器を除く RPV 下部の部分を除染した後に、RPV 内の全機器を除染する。RPV の除染には NITROX-E 法のみが適用された。

3. 原子炉水浄化系の除染

原子炉水浄化系 (RWCU) の除染は、NITROX-E 法で 5 サイクル循環させた後に DfD 法で 1 サイクル循環させて実施した。こ

のサイクル循環工程にはウエスチンハウスが設置した EDS システム（European Decontamination System）が使われた。

除染は 2 段階で実施された。第 1 段階では RPV とろ過器の間の配管系統機器のみが除染された。これには 2 基の RWCU ポンプ、4 基の再生熱交換器及び 2 基の熱交換器が含ま

れる。第 2 段階では、ろ過器を含む RWCU の全系統が実施された（図 1）。

RWCU の除染に際しては、全エリアに除染液を循環させるために EDS システムを RWCU の複数個所に接続した。また、これにより、除染液の逆方向からの循環にも対応した。

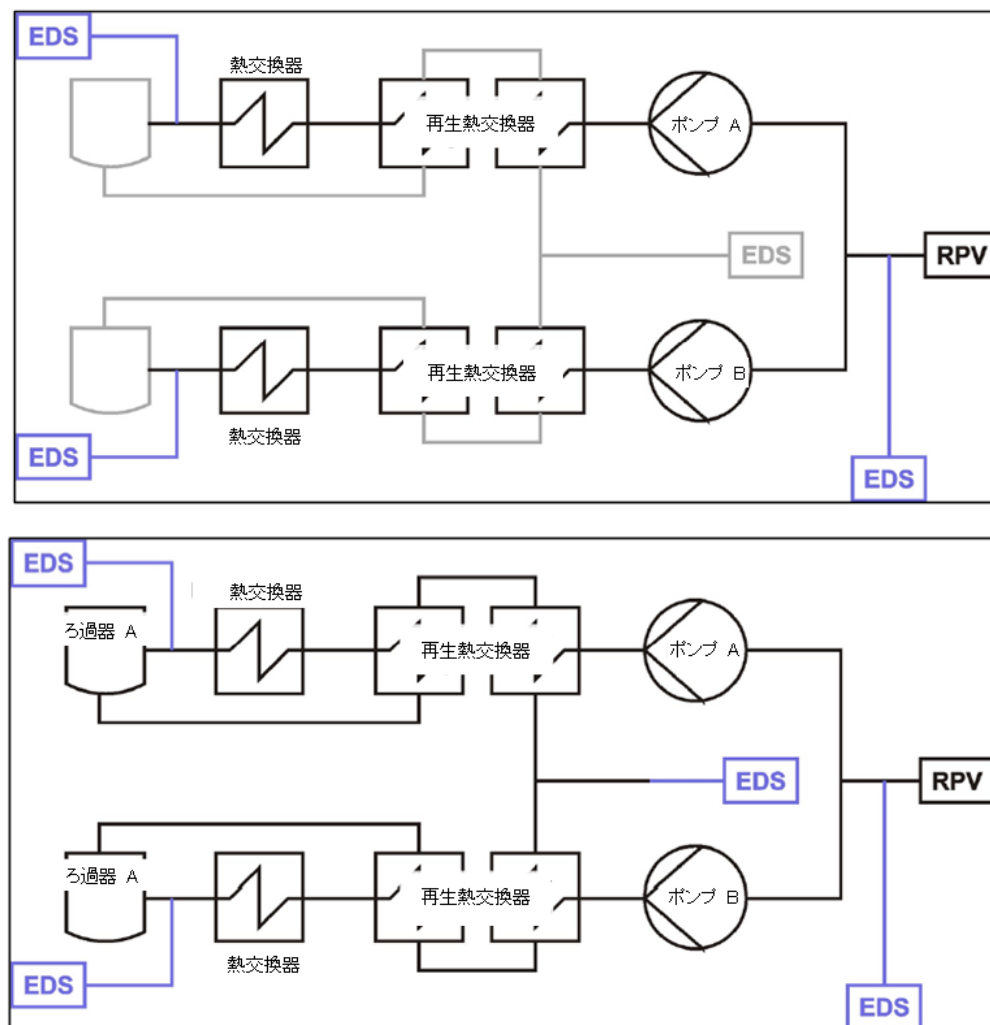


図 1 原子炉水浄化系の除染系統
（上図：RPV とろ過器間の系統、下図：全系統）

4. 原子炉圧力容器の除染

原子炉圧力容器（RPV）の化学除染は、NITROX-E 法で 3 サイクル循環で実施され

た。このサイクル循環は、RWCU と同様に EDS システムで実施された。RPV 内及び残留熱除去系（RHR）で十分な流量を確保でき

るかどうかが大きな課題であったが、RPV 内のインターナルポンプを使用することで、RPV 内及び RHR での流量を確保できた。EDS システムは、RPV 内への入出力流量 $650\text{m}^3/\text{h}$ 以上を達成し、イオン交換工程を安全に運転すると同時に沈殿のリスクを軽減することが出来た。

インターナルポンプを使用するには、これらのポンプにシール水を供給しなければならない。そのために発電所内の系統システムを使用すれば莫大な水量が必要になる。そのためにウエスチングハウスは、必要なシール水を供給するシステムを別途構成し、シール水として除染に使用する除染水溶液を使用した。この方式により、貯蔵や処理の作業が必要と

なる液体廃棄物の発生量を $1,200\text{ m}^3$ 減らすことができた。

5. EDS システム

RWCU 及び RPV の除染に、ウエスチングハウスが製作した EDS システムが使われた。EDS システムは、可搬型の各種の機器の組み合わせで構成されている。数種類のポンプ、イオン交換カラム、加熱器、冷却器等から構成されており、これらは除染の仕様や顧客の要望に応じて特殊なホース又はパイプにより連結される。フィリップスブルグ 1 号機で使用された EDS システムのレイアウトと外観を図 2 に示す。

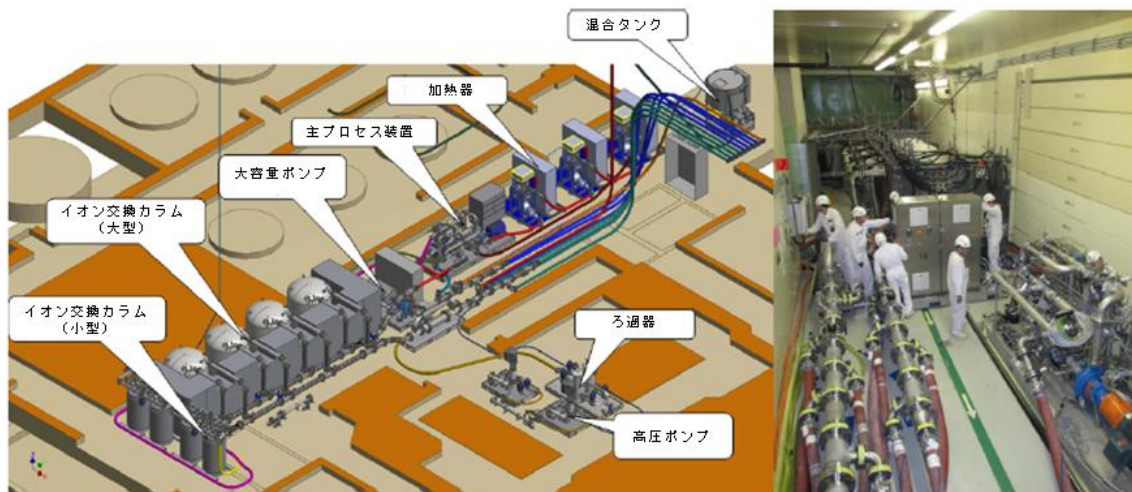


図 2 EDS システムのレイアウトと外観

6. 結果

RWCU の除染目標は、空間線量率を $1/15$ ($\text{DF}=15$) 以下にすることである。これを確認するために、除染前後に 78 ケ所のポイントで空間線量率が計測された (図 3)。ウエスチングハウスの評価手法によれば除染後の DF の平均値は 89 であった。この平均値の評価手法は、対数的な数値である DF を一部の特異的に高い DF 値により過大評価するのを

防ぐために、個々のポイントの DF 値を最大 100 に制限している。

RPV 内部の除染状況をすぐに把握できないために、RPV の DF 目標値は特に設定されなかった。DF に代わる目標値は、除染後金属表面のスミヤー汚染が $200\text{ Bq}/\text{cm}^2$ 以下に設定された。除染は 2013 年 12 月に終了したが、発電所の事情により 2014 年 11 月に RPV が開けられた。蒸気乾燥器と気水分離器を取

り外した後に、視覚検査が実施された。それによれば、表面の大部分は被膜のない金属層となっており、特に RPV の下部が顕著であった。しかし、汚染チェックでは目標の 200 Bq/cm² は達成されなかった。

空間線量率は除染目標ではなかったが、除染による低減効果が大きく、RPV 上蓋は遮蔽なしに保管することが可能となった。

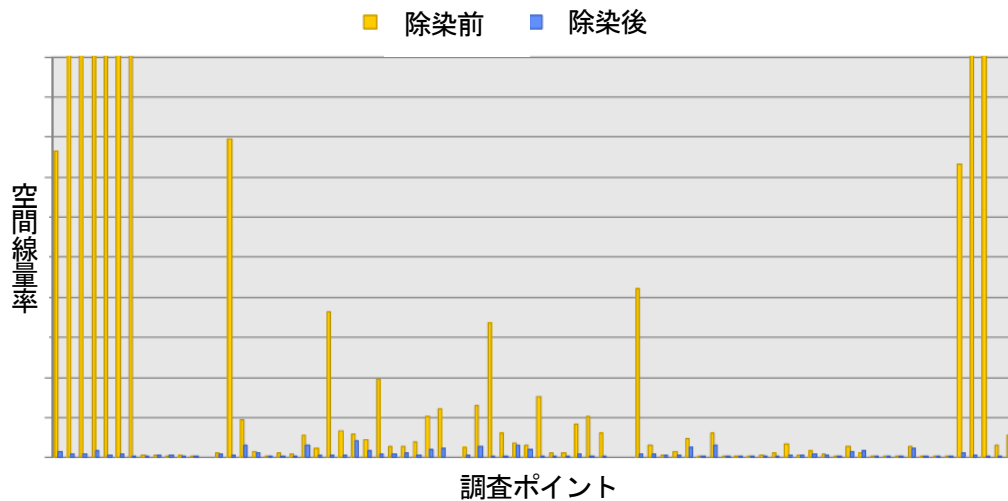


図3 原子炉水浄化系の除染前後の空間線量率の測定値

7. おわりに

供用中の系統除染は、定期検査等での被ばく防止のためにわが国でも多く実施されているが、廃止措置の前段階での実施はまだ例がない。また、RPV の全体除染の報告例は世界

的に見てもきわめて少ないと思われる。これからわが国でも BWR や PWR の廃止措置が本格的に始まろうとしている。ドイツの実施例が大きな参考になると考えられる。

参考文献

- 1) M. Brenneisen, “Decontamination of Philippsburg Unit 1,” KONTEC 2015.

2. ドイツにおける廃棄物処分計画の見直しについて

専務理事 澁谷 進

ドイツ政府は 2022 年の原子力撤退後の放射性廃棄物の処分に関する新しい計画を、2015 年 8 月に欧州委員会に提出した¹⁾。高レベル廃棄物はゴアレーベンが頓挫し、貯蔵サイトの目途は立っていない。中低レベル廃棄物はコンラッドが計画通り操業される予定であるが、古い処分場（アッセⅡ、モルスレーベン）からの回収分、海外再処理から返還される中低レベル廃棄物もあり、コンラッドの拡張又は新規の中低レベル廃棄物処分場が不可欠となる。

1. はじめに

ドイツ政府は 2015 年 8 月に放射性廃棄物処分計画を採択、環境評価と国民の意見聴取を経て、欧州委員会に提出した。計画はすべての放射性廃棄物の安全かつ責任ある処分への包括的な方策を提供するものである。

この計画では、放射性廃棄物の最終処分地として、中低レベル廃棄物（LLW/ILW）に対してはコンラッド旧鉄鉱山を提案しているが高レベル廃棄物（HLW）に対しては保留している。計画はコンラッドの拡張には言及しておらず、原子力撤退政策で最後の原子力発電所が閉鎖される 2022 年までに発生するすべての放射性廃棄物を収容するためには第 2 の立地が必要となる。2015 年、議会委員会が選択肢の検討結果を発表するが、計画が見込む 2031 年までの第 2 の立地選定は無理、整備には 2050 年までかかり、廃棄物の輸送システムの構築には、さらに数十年かかるとの見方もある。環境保護団体は計画に懐疑的であり、決定プロセスに地域住民を参画させることを要求している。

2. 貯蔵サイトの選定

過去に、議会委員会はベルリン、ハンブルグ、ブレーメンの都市部を除いて、ドイツの全地域が考慮の対象になるとの原則に基づいて、HLW の可能な貯蔵サイトの調査を実施

してきた。しかし、運転中の原子力発電所 8 基のうち 3 基を抱えるバイエルン州は、地下の地質学的基盤に対する調査結果により恒久処分地には適さないことから考慮から外れていた。地質学者たちは、環境上及び地震学上の理由により多くの地域は安全ではないと除外したうえで、ドイツ北部に多い、深く乾燥した鉱山あるいは岩盤層を考えている。

使用済燃料をめぐるのは、1994 年までは電気事業者は再処理が義務付けられおり、その後 1998 年までは直接処分も選択肢となっていた。しかし、2005 年半ば以降の使用済燃料は直接処分することとされ、海外再処理はもはや許可されず、発電所サイトに中間貯蔵施設を建設することとなった。

3. 再処理廃棄物に対する計画

フランスとイギリスに委託した再処理で発生した廃棄物の貯蔵に関する提案が 2015 年 6 月に環境大臣から公表され、電気事業者はこれを引き取ることが義務付けられた。フランスからの最初の廃棄物は 2017 年に返還され、その後、2020 年の間に 4 回返還が行われる。イギリスからの返還計画は未定である。

廃棄物貯蔵容器 26 体を、国内 4 か所の中間貯蔵施設に保管する計画で、フィリップスブルグ原子力発電所の中間貯蔵施設に 5 体（フランスからの ILW ガラス固化体）を、ビ

ブリス、ブロックドルフ、イザールの各原子力発電所には計 21 体（イギリスからの HLW ガラス固化体）を貯蔵する。これらのサイトは、政治的、技術的、法的手続きの観点から最適の場所として選択され、電気事業者もこの提案を歓迎し、具体的な申請について意思決定を行っている。

4. 新旧貯蔵施設

連邦政府とドイツ 24 州は 2013 年に、貯蔵法について最終合意し、電気事業者は新しい貯蔵施設の開発に 20 億ユーロを支出することとなった。連邦放射線防護庁（BfS）はアッセⅡ、モルスレーベン、コンラッド、ゴアレーベンにおける貯蔵施設の建設と操業に責任を持つ。アッセⅡとモルスレーベンにはすでに廃棄物が貯蔵されているが、ゴアレーベンでの調査作業はサイト選定法が発効した 2013 年に中止されている。

コンラッドは、1975 年から貯蔵施設の候補として調査が進められ、2007 年 5 月に貯蔵施設への転換が開始された。認可貯蔵容量は LLW と ILW が最大 30.3 万 m³ である。

アッセⅡ岩塩鉱山は、約 100 年前に開山した。1965 年から 1995 年の間、ミュンヘン・ヘルムホルツセンターが連邦研究局の代形で、廃棄物の貯蔵施設として処理・保管の試験に使用し、1967 年から 1978 年の間にドラム缶 125,787 本に 46,950 m³ の廃棄物が保管された。その後 2008 年にアッセⅡを貯蔵施設とすることで合意されたが、坑内への塩水の浸入により不安定となり、2009 年には BfS が廃棄物の回収と廃止措置の責任を負った。

モルスレーベン岩塩鉱山は 1971 年に LLW / ILW 貯蔵施設になった（写真）。旧東ドイツに位置し統合後の再認可を経て 1998 年に閉鎖された。BfS はその廃止措置にも対応し

ている。状態は良くなく、コンクリートでの安定化に 22 億ユーロの費用がかかると報告されている。



写真 モルスレーベン貯蔵施設

ゴアレーベン塩洞は 1979 年から 2000 年にかけて HLW 貯蔵施設としての安定性が調査され、途中 2010 年までの中断をはさみ、2012 年 11 月に再び中断し、2013 年の貯蔵施設サイト選定法が発効で調査は終了した。

5. 廃棄物の物量

連邦環境省は、2080 年までに発生するであろう、処分が必要なすべての種類の放射性廃棄物の物量を取りまとめた。原子炉運転からの 10,500 t の使用済燃料（約 1,100 のコンテナ）、使用済燃料の再処理からの HLW と ILW の 300 コンテナ、研究開発炉からの使用済燃料 500 コンテナ、原子力発電所の運転と廃止措置からの廃棄物、産業界や医療分野、研究活動からの 60 万 m³ の LLW と ILW が処分される必要がある。加えて、不安定となっているアッセⅡ処分施設から回収される 20 万 m³（大部分が LLW）、ウレンコ・ウラン濃縮プラントからの 10 万 m³ の廃棄物がある。

連邦政府は、市民の意見（特にコンラッドの拡張に関わる）及び地域住民の利害関係を考慮に入れながら、透明性のある堅固な廃棄物処分計画を構築するとしている。

参考文献

- 1) Judith Perera, “Germany Revises Waste Disposal Programme,” NEI, Oct. 2015.

3. ドイツ公的部門の放射性廃棄物の処分コスト

廃棄物処理事業推進部 秋山 武康

ドイツの連邦放射線防護庁（BfS）の調査では、非発熱性放射性廃棄物は 2060 年代に 30 万 m^3 となり、このうち公的部門のものは約 40%となる。本報告は、この公的部門の放射性廃棄物の処分コスト決定因子について検討されているので¹⁾、一部 BfS の資料と合わせて紹介する

1. はじめに

ドイツでは過去数十年間、公的部門は原子力の推進のための研究やプロジェクトを通じて、建設や原子力施設の運転を実施してきた。これらの施設の運転や廃止措置により、無視できる程度の発熱であるが特に管理されなければならない放射性廃棄物（以下、非発熱性放射性廃棄物）が発生する。この廃棄物管理タスクの前処分と本処分コストは、公的資金から調達しなければならない。

本報告では、公的部門が負担する処分費用に重大な影響を与えるコスト決定因子を確認する。廃棄物管理費が非発熱性放射性廃棄物に関連付けられ、総廃炉費用のかかなりの割合を占めるという事実を考えると、例えば解体措置計画における方策に情報を提供することもまたこの報告の目的である。

2. 公共部門での廃棄物の状況

ドイツの連邦放射線防護庁（BfS）の予測によると、非発熱性放射性廃棄物量は 2060 年代で 30 万 m^3 になり、それ以降はあまり増加しない。現在の計画では 2060 年までにこの大部分がコンラッド廃棄物処分場で処分される。この内、公的部門に責のある放射性廃棄物は約 12 万 m^3 であり、総排出量の約 40% に相当する。なお、原子力発電所や原子力産業部門で約 60%を占める（図 1）。

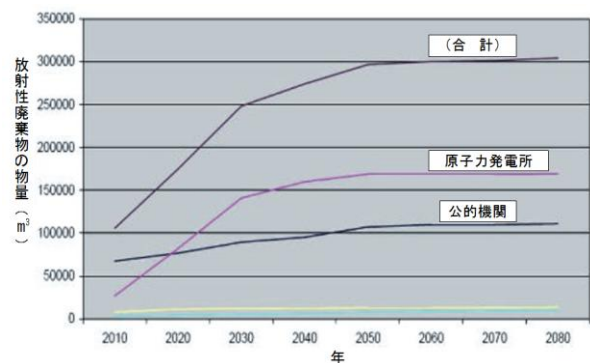


図 1 非発熱性放射性廃棄物の発生量²⁾

3. 処分コストの決定因子

処分コストは、以下で決定される。

- ・ 廃棄物処分場の準備
- ・ 廃棄物処分場の操業
- ・ 廃棄物処分場の閉鎖

廃棄物処分場の準備コストは、特に廃棄物処分場の計画と工事の進捗状況、改修と高度化に関連して工事中に得られる構造的知識、及び入札手続きなどの行政手続、によって影響を受ける。

操業コストは、うまく機能する需給体制により、廃棄物処分場が決められた条件で操業できるかどうかによって決定される。計画外のイベントは操業時間と操業コストの両方を増加させる。

廃棄物処分場の閉鎖の具体的な方策は、許可決定条件に準拠して操業終了時に決定される。結局、その時点で普及している科学技術

の最先端技術がコストを決定する。

4. 前処分コストの決定因子

前処分には、放射性廃棄物の処理と調整、処分のために必要な書類の準備、廃棄物の中間貯蔵、廃棄物処分場への廃棄体の最終的な輸送、がある。廃棄体は廃棄物処分場の要件に準拠するように条件付けされている。

前処分コストは、特に以下で決定される。

- ・ 廃棄物の処理と調整
- ・ 廃棄物の保管
- ・ 処分のための必要な書類

今日生じた廃棄物の処理と調整は、処分のために現在施行されている廃棄物受入要件に従い、承認された計画に従って行われる。初期に調整された放射性廃棄物は、部分的に再検査され、現在の基準でさらに調整される。処分に適した貯蔵キャスクの提供もコスト決定因子である。

廃棄物の保管に関して、必要な中間貯蔵容量の提供が前提である。中間貯蔵の期間と必要な容量の提供は、需給体制と同様に、とりわけ廃棄物処分場の操業時期に影響を与える。

処分のための廃棄物の受け入れ要件に応じた必要な書類の作成は、現在開発された以降の処理である。特に古い廃棄物の存在量に関して、必要な費用はかなりのものである。処分のための廃棄物受入要件が決まると、経験によって将来少ない努力ですむと期待できる。

公的部門に責のある放射性廃棄物に関して、廃棄物前処分の個別コストの詳細は、これまで公表されていない。

参考文献

- 1) Dr. Frank Peiffer and Brigitta McStocker, "Costs to Be Borne by the Public Sector for the Disposal of Radioactive Waste with Negligible Heat Generation," KONTEC 2015.
- 2) ドイツ連邦放射線防護庁 (BfS) のホームページ (<http://www.bfs.de/DE/themen/ne/abfaelle/prognosen/prognosen.html>)

5. 総コストの決定因子

公的部門における放射性廃棄物処分の総コストは、次の重要なパラメータによって決定される。

- ・ 廃棄物前処分の個別コスト [€/m³]
- ・ 廃棄物処分の個別コスト [€/m³]
- ・ 公的部門に責のある廃棄物量 [m³]

計画された解体方策が廃棄量の削減に影響を与える場合、これらの重要なパラメータを利用して、対応する対策費用が適正かどうかを推定できる。廃棄物管理で計画された対策によって重要パラメータが相当な増加を引き起こす場合、対策が見直され再評価される指標となる。

現在の知識によると、廃棄物前処分の個別コストは、廃棄物処分の個別コストと同じオーダーである。

6. まとめ

非発熱性放射性廃棄物の処分に関するコスト決定因子が示され、総コストに影響を与える不確実性とリスクについて説明した。

処分の総コストは、前処分及び処分の費用によって決定され、これらは重要パラメータによって求められる。

これらの重要パラメータと公的部門の責になる廃棄物の量を考えると、公的部門の廃棄物管理の総コストを推定できる。特に前処分のための重要パラメータは、例えば解体に関連して、計画された方策の効率を評価するために使用することができる。

4. フランス CEA による廃止措置施設のロボット検査経験

企画部 五十嵐 幸

フランス CEA は、廃止措置過程の事前検査に使用するロボットについて、検査に関連して選択される 3 種類のロボットのカテゴリーを提案し、それらのロボットの機能と適用事例を紹介している¹⁾²⁾。なお、現在も東京電力福島第一原子力発電所で行われている燃料デブリ探索ロボットとの比較などを追記する。

1. ロボットのカテゴリー

CEA は遠隔操作ロボットについて 3 種類のカテゴリーを定義し、その定義に基づいて製作したロボットとその使い方を紹介した。本論は、まず、それらのロボットの概要と共に、具体的な適用状況を示す。

CEA が定義したロボットの 3 種類のカテゴリーは次の様なものである。

- ・マンパッカブル(Man-packable)：適切な保護服と装備の 1～2 名のオペレータで取扱うことができ、転倒しにくい形状のロボット
- ・マンポータブル(Man-portable)：適切な保護服と装備の 1～2 名のオペレータで取扱うことができるロボット
- ・マキシ(Maxi)：体積や重量の大きなロボットで、重さのある装備を搭載できる

これらのカテゴリーは、そのシステムを操作する場所によって選定する。CEA は Cyberia 社と共同で、RICA (Robot d'Inspection pour Cel シリーズと名付けた 3 種類のロボットを開発した。

2. ロボットの特徴

RICA シリーズのロボットの特徴を以下に示す。

RICA 1 は、マンパッカブルであり、Cyberia のロボット(TECKY Crawler)を基本とし、直径 150 mm を通過出来る。このロ

ボットはカメラと線量率計を搭載する(図 1)。

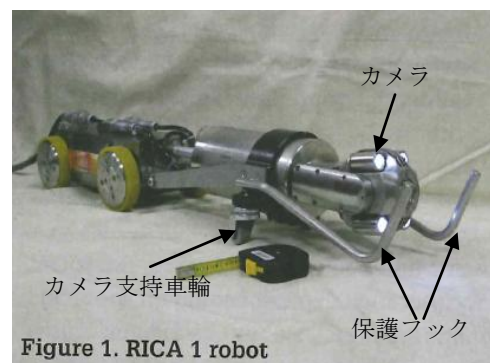


図 1 RICA 1

RICA 2 は、マンポータブルで、Cyberia のロボット(HUGGY Crawler)がベースである。RICA 2 は高い床走行性を与えるクローラ駆動であり、モータユニットの上部にカメラや照明機材を搭載する。250 mm の開口部を通過でき、ケーブルの全長は 20 m である(図 2)。

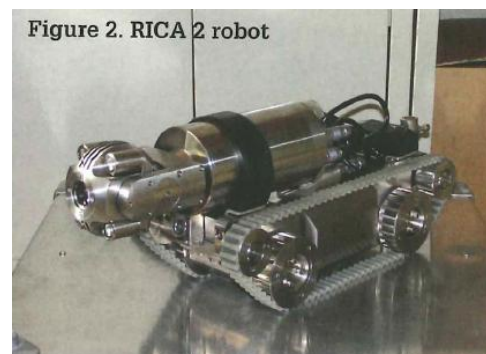


図 2 RICA 2

RICA 3 はクローラ駆動の中型ロボットである。これは、大きくて重い放射線検出器(線

量率計、 γ カメラ、 γ スペクトロメータ)を運搬できるモジュール式で、放射線検出器の他にマニピュレータを選択できる。そのため重量は組合せによって異なる(80 kg~100 kg)。これらロボットは配線数削減のため同軸ケーブルでの多重化を行い、さらに、稼働時間の制限をなくすため、有線制御としている。搭載する計測器は次の通り。

- ・線量率計：Saphymo 製 6150 AD5(0.1~1.0 Gy/h)
- ・ γ カメラ：キャンベラ製の i PIX がベースで改造を加えている
- ・レーザレンジファインダ：Leica 製 DISTO D510

これらを搭載した RICA 3 を図 3 に示す。



図 3 計測器を搭載した RICA 3

3. 適用例

(1) RICA 1 による APM セル検査

フランスの Marcoule パイロット工場 (Atelier Pilote de Marcoule : APM) は 1962 年に稼働し、再処理とガラス固化の研究に使用された。再処理では 5 t/年の処理能力を持ち、様々な燃料を処理した。再処理は 1997 年に、また、R&D は 2003 年に終了した。

APM セルの解体に向け、検査が行われた。APM セルは 4 基の核分裂生成物濃縮物貯蔵タンクを収納するセルである。セル上部には厚さ 1 m のコンクリートスラブがあり、そこに直径

190 mm の貫通孔を 2 か所開け、RICA 1 を 2 名で挿入した (図 4)。



図 4 炉上部からの RICA 1 の操作

RICA 1 には棒に取り付けた 3 個の線量率計を搭載した。操作者は 25 m 長のケーブルを操作し、セル床に着陸させた。図 1 のフックは、セルに下す時、着底時の衝撃からロボットを保護するためのものである。APM セルでは床で最大 5 mGy/h を、タンクの 1 m 高さ表面で 86 mGy/h を検出した。

(2) RICA 2 によるガス炉の点検

1968 年まで稼働していた G1 天然ウラン黒鉛ガス炉(46 MWt)のクリーンアップと解体は、1969 年に開始された。冷却配管を含む全ての外部配管類は 1996 年に撤去されたが、黒鉛スタックはまだ炉内に残っている。

RICA 2 は G1 炉下部の状況検査とサンプリングのため、炉下部に送り込まれた。RICA 2 の挿入装置は CEA によって開発されたものでロボットの水平を維持しながら炉底に挿入する昇降機が使用された (図 5)。RICA 2 による線量率の測定はギャラリー入口から全経路で行った。線量率分布は、入口から 5 m 地点で 2 μ Gy/h 未満であった。しかし、入口から 15 m のトロイド下部において 30 μ Gy/h の最大値を示した。 γ 線スペクトロメータはロボットの経路について実施されたが、汚染はなかった。

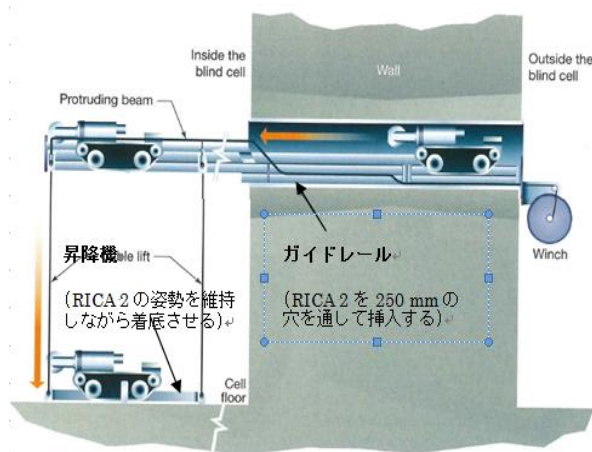


図5 RICA 2をG1炉底に挿入の様子

(3) RICA 3によるドラム缶保管室の検査

APMには廃棄物貯蔵に使われているセルがあり、貯蔵容器の状態、放射線の状態等が定期的に検査されている。貯蔵容器はドラム缶で、その状況がRICA 3に搭載したカメラやγカメラによって検査された。γカメラはキャンベラ製で80 mm、重量17 kgである。ドラム缶に対向したγカメラ搭載のRICA 3を図6に、また、計測結果を図7に示す。

線量の補正はRICA 3に搭載したレーザーレンジファインダーで計測した距離によって行っている。

追記

東京電力福島第一原子力発電所(1F)では、デブリの位置を確認するためのロボット適用が進められている。しかし、進入口径がG1黒鉛ガス炉の場合は直径250 mmであるが、1Fではペネトレーションの直径が100 mmと小さい。さらに、1Fの空間線量率は約80 Sv/hで、G1より数桁大きい。1Fのデブリの位置を計測するためには、RICA 3で成功したように、γカメラの使用が適切である。しかし、直径100 mmのペネトレーションを通過できるロボットに、重量の大きなγカメラを搭載する事は困難なため、次のような検討が必要である。

- ・ γカメラの小型化と、当該カメラを搭載できる小型ロボットの開発
- ・ 格納容器に当該ロボットが通過できるだけの貫通孔を新たに設置
- ・ 口径約600 mmの既設のペネトレーションを利用するための適切な遮蔽

なお、図7の上段はγ線画像単独、同図の下段は可視画像との合成画を示している。図からは、γ線源がドラム缶下部に集中している事、スペクトル分析の結果、主なγ線がCs-137由来であること等が判る。



図6 ドラム缶に対向したγカメラ搭載のRICA 3

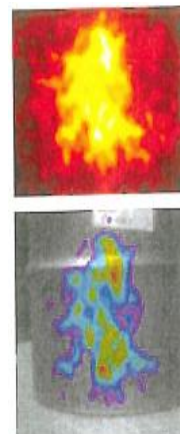


図7 RICA 3のγカメラ測定結果

参考文献

- 1) Najib Mahjoubi, Christia Ducros, et al., "Robotic trio," NEI, Nov. 2015.
- 2) Jeremy Seyssaud, Philippe Girones, et al., "Robotic D&D," WM 2015 Conference, March 15 - 19, 2015.

世界の原子力発電所の廃止措置最新情報

東海事務所 榎戸 裕二

2016年3月～2016年6月までに海外で運転停止した発電所はない。国内では四国電力伊方原子力発電所1号機(PWR、56万6千kW)が5月10日に運転を停止した。国が定めた「原則40年運転」を適用し運転停止した国内6番目の発電炉である。国内の恒久運転停止した原発に関しては、2月12日に関電は美浜原発1、2号機、原電は敦賀原発1号機の「廃止措置計画書」を原子力規制委員会に提出し、すでに申請済みの九電玄海原発1号と合わせ4基の審査が行われている。島根原子力発電所1号機の廃止措置計画は既にまとめられ間もなく申請が行われる。中部電力浜岡原発1、2号機の廃止措置計画変更申請は2月6日に認可され、原子炉周辺設備の解体等の廃止措置の第二段階に移行した。他方、関西電力高浜原発1、2号機及び美浜原発3号機の60年までの運転延長の申請は原子力規制委員会にて審査の最終段階である(国内各報道機関)。本年7月末時点での世界の運転停止した発電炉は161基となる。本報告では情報の更新を行っています。

世界の原子力発電所廃止措置情報一覧 (2016年7月末現在)

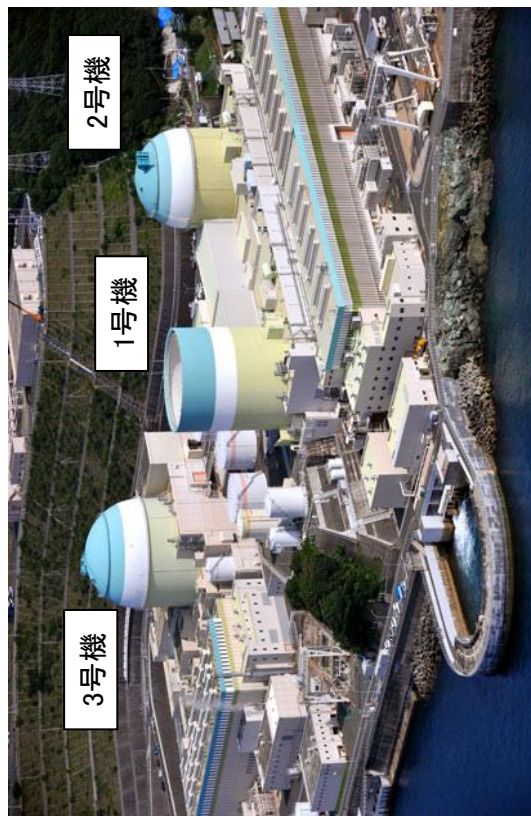
	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
1	アルメニア	アルメニア-1	1977/10/06～1989/02/25	408MW	PWR	未定	計画検討中	2048年
2	ベルギー	BR-3	1962/10/10～1987/06/30	12MW	PWR	即時解体	解体中	2020年
3		コズロドイ-1	1974/10/28～2002/12/31	440MW	PWR			
4	ブルガリア	コズロドイ-2	1975/11/10～2002/12/31	440MW	PWR			
5		コズロドイ-3	1981/01/20～2006/12/31	440MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵(20年)解体中	2035年
6		コズロドイ-4	1982/06/20～2006/12/31	440MW	PWR			
7		ダグラスポイント	1968/09/26～1984/05/04	218MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	
8	カナダ	ジェンティリ-1	1972/05/01～1977/06/01	266MW	HVLWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	
9	6基	ジェンティリ-2	1982/12/04～2012/12/14	675MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	未定
10		ロルフトンNDP-2	1962/10/01～1987/08/01	20MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	
11		ピッカリング-A2	1971/10/06～2007/05/28	542MW	PHWR	安全貯蔵	停止中	
12		ピッカリング-A3	1972/05/03～2008/10/31	542MW	PHWR	安全貯蔵	停止中	
13		ビュージェイ-1	1972/07/01～1994/05/27	540MW	GCR	安全貯蔵	解体計画作成中	2028年
14		シヨ-ー-A	1967/04/15～1991/10/30	320MW	PWR	安全貯蔵	解体中(2014年～)	2019年
15		シノン-A1	1964/02/01～1973/04/16	80MW	GCR		安全貯蔵から解体中	2027年
16		シノン-A2	1965/02/24～1985/06/14	230MW	GCR	安全貯蔵	部分解放済(ステージII)	2026年
17		シノン-A3	1966/08/04～1990/06/15	480MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中から解体中	2033年
18	フランス	マルケール-G2	1959/04/22～1980/02/02	43MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中(Cの処分場開設待)	未定
19	12基	マルケール-G3	1960/04/04～1984/06/20	43MW	GCR			
20		モンダレ-EL4	1968/06/01～1985/07/31	75MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2025年
21		サンローラン-A1	1969/06/01～1990/04/18	500MW	GCR			2032年
22		サンローラン-A2	1971/11/01～1992/05/27	530MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2028年
23		スーパフェニックス	1986/12/01～1998/12/31	1241MW	FBR	即時解体	解体中(Na処理継続)	2026年
24		フェニックス	1974/07/14～2010/02/01	142MW	FBR	即時解体	「最終運転停止段階」で燃料撤去	2023年
25	ドイツ	グライフスバルト-1	1974/07/02～1990/02/14	440MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
26	28基	グライフスバルト-2	1975/04/14～1990/02/14	440MW	PWR			
27		グライフスバルト-3	1978/05/01～1990/02/28	440MW	PWR			

	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
28	ドイツ	グライフスバルト-4	1979/11/01～1990/07/22	440MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
29		グライフスバルト-5	1989/11/01～1989/11/24	440MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
30		グロスヴェルトハイム(HDR)	1970/07/02～1971/04/20	25MW	BWR	即時解体	廃止措置終了	1998年完了
31		グンドレミンゲン(KRB-A)	1967/04/12～1977/01/13	250MW	BWR	即時解体	設備・機器の解体撤去(建家残存)	2006年完了
32		AVR実験炉	1969/05/09～1988/12/31	15MW	HTGR	即時解体	設備・設備の解体撤去済	2013年
33		カールVAK	1962/02/01～1985/11/25	16MW	BWR	安全貯蔵	廃止措置終了	2010年
34		カールスルーヘKNK-II	1979/03/03～1991/08/23	20MW	LMFBR	即時解体	解体中	2019年
35		カールスルーエMZFR	1966/12/19～1984/05/03	57MW	PHWR	即時解体	解体中	2016年
36		リンゲン(KWL)	1968/10/01～1979/01/05	268MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2013年までの25年間)	解体予定
37		ミュルハイム・ケールリッヒ	1987/08/01～1988/09/09	1302MW	PWR	即時解体	解体中	2015年
38		ニダーアヒェンバッハ(KKN)	1973/01/01～1974/07/21	106MW	HWGCR	即時解体	廃止措置終了	1995年完了
39		ラインスベルグ	1966/10/11～1990/06/01	70MW	PWR	即時解体	解体中	2016年
40		シュターデ	1972/05/19～2003/11/14	672MW	PWR	即時解体	解体中	2015年
41		THTR-300	1987/06/01～1988/04/20	308MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2027年までの30年間)	2015年
42		ヴェルガッセン	1975/11/11～1994/08/26	670MW	BWR	即時解体	廃止措置済終了	2015年
43		オビリッヒハイム	1969/03/31～2005/05/11	357MW	PWR	即時解体	解体中	2020年
44		ビブリスA	1974/08/25～2011/08/06	1167MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
45		ビブリスB	1976/04/25～2011/08/06	1240MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
46		ブルンスビューッテル	1976/07/13～2011/08/06	771MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	2028年
47		イザール1	1977/12/03～2011/08/06	878MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
48		クリュンメル	1983/09/28～2011/08/06	1346MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
49		ネッカーヴェストハイム1	1976/06/03～2011/08/06	785MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
50		フィリップスブルグ1	1979/05/05～2011/08/06	890MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
51		ウンターヴェーザー	1978/09/29～2011/08/06	1345MW	PWR	未定	未定	未定
52		グラフェンラインフェルト	1981/12/30～2015/06/27	1345MW	PWR	未定	未定	未定
53	イタリア	カオルソ	1981/12/01～1990/07/01	882MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2016年
54		ガリアーノ	1964/06/01～1982/03/01	160MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2022年
55		ラティーナ	1964/01/01～1987/12/01	160MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2035年
56		トリノ・ヴェルチェッレ	1965/01/01～1990/07/01	270MW	PWR	即時解体	安全貯蔵から解体中	2014年
57	日本 17基	動力試験炉(JPDR)	1963/10/26～1976/03/18	13MW	BWR	即時解体	廃止措置終了	1996年完了
58		東海発電所	1966/07/25～1998/03/31	166MW	GCR	即時解体	解体中	2020年
59		「ふげん」	1979/03/20～2003/03/29	165MW	HWLWR	即時解体	解体中	2033年
60		浜岡発電所1号機	1976/03/17～2009/01/30	540MW	BWR	即時解体	解体中	2036年
61		浜岡発電所2号機	1987/11/29～2009/01/30	840MW	BWR	即時解体	解体中	2036年
62		福島第一1号機	1970/11/17～2011/05/20	460MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備開始	2040年～50年目標
63		福島第一2号機	1973/12/24～2011/05/20	784MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備開始	2040年～50年目標
64		福島第一3号機	1974/10/26～2011/05/20	784MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備開始	2040年～50年目標
65		福島第一4号機	1978/02/24～2011/05/20	784MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備開始	2040年～50年目標
66		福島第一5号機	1977/09/22～2014/01/31	784MW	BWR	未定	事故炉の廃止措置技術実証に利用	未定
67		福島第一6号機	1979/05/04～2014/01/31	1100MW	BWR	未定	事故炉の廃止措置技術実証に利用	未定
68		敦賀発電所1号機	1969/11/16～2015/04/27	357MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2039頃

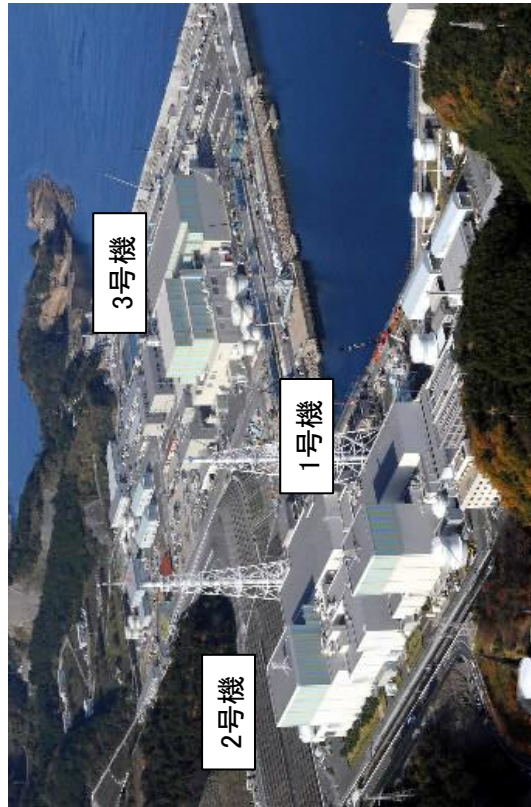
	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
69	日本	美浜発電所1号機	1970/08/08～2015/04/27	340MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2045頃
70		美浜発電所2号機	1972/04/21～2015/04/27	500MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2045頃
71		玄海原子力発電所1号機	1975/02/14～2015/04/27	559MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2044頃
72		島根原子力発電所1号機	1973/12/02～2015/04/30	460MW	BWR	未定	廃止措置計画準備	～2045年頃
73		伊方原子力発電所1号機	1977/09/30～2016/05/10	566MW	BWR	未定	廃止措置計画準備	～2045年頃
74	カザフスタン	BN-350	1973/07/16～1999/04/22	90MW	FBR	安全貯蔵	廃止措置計画準備	2075年頃
75	リトアニア	イグナリア-1	1983/12/31～2004/12/31	1300MW	LWGR	即時解体	運転停止	未定
76		イグナリア-2	1987/08/20～2009/12/31	1300MW	LWGR			
77	オランダ	ドーンデバルト	1969/03/26～1997/03/26	60MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2045年以降
78	ロシア	ベロヤルスク-1	1964/04/26～1983/01/01	108MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	不明
79		ベロヤルスク-2	1969/12/01～1990/01/01	160MW	LWGR			
80		ノボボロネジ-1	1964/12/31～1984/02/16	210MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
81		ノボボロネジ-2	1970/04/14～1990/08/29	365MW	PWR			
82	スロバキア	オプニンスクAPS-1	1954/12/01～2002/04/29	6MW	LWGR	安全貯蔵	燃料撤去後博物館化された。	不明
83		ボフニチエ-A1	1972/12/25～1977/02/22	143MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2033年
84		ボフニチエ-V1-1	1980/04/01～2006/12/31	440MW	PWR	即時解体	解体中	2025年
85		ボフニチエ-V1-2	1981/01/01～2008/12/31	440MW	PWR			
86	スペイン	バンデロス-1	1972/05/06～1989/10/19	500MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2035年
87		ホセ・カブレラ-1	1968/07/14～2006/04/30	150MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	2016年
88		サンタマリアデルガロニャ	1971/03/02～2013/07/31	466MW	BWR	未定	未定	未定
89	スウェーデン	オゲスタ	1964/05/01～1974/06/02	10MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2040年頃
90		バーセベック-1	1975/07/01～1999/11/30	615MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2007～2022)、 解体(2023年～)	2029年
91		バーセベック-2	1977/03/21～2005/05/31	615MW	BWR			
92		ルーゼン	1968/01/29～1969/01/21	6MW	HWGCR	安全貯蔵	廃止措置終了	1994年完了
93	ウクライナ	チェルノブイル-1	1978/05/27～1996/11/30	1000MW	LWGR			
94		チェルノブイル-2	1978/05/28～1991/10/11	1000MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2045年まで)	解体、敷地除染修 復 (2046～2065年)
95		チェルノブイル-3	1982/08/27～2000/12/15	1000MW	LWGR			
96		チェルノブイル-4	1984/03/26～1986/04/26	1000MW	LWGR			
97	イギリス 30基	バークレー-1	1962/06/12～1989/03/31	166MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2006年～2021年)	2070年まで安全貯 蔵、79年解体完了
98		バークレー-2	1962/10/20～1988/10/26	166MW	GCR			
99		ブラッドウェル-1	1962/07/01～2002/03/31	146MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2006年～2016年)	2085年まで安全貯 蔵、95年解体完了
100		ブラッドウェル-2	1962/11/12～2002/03/30	146MW	GCR			
101		コールダーホール-1	1956/10/01～2003/03/31	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2006年～2026年)	80年の安全貯蔵 期間後解体
102		コールダーホール-2	1957/02/01～2003/03/31	60MW	GCR			
103		コールダーホール-3	1958/05/01～2003/03/31	60MW	GCR			
104		コールダーホール-4	1959/04/01～2003/03/31	60MW	GCR			
105		ハンターズトン-A1	1964/02/05～1990/03/30	173MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(1995年～2022年)	2071年まで安全貯 蔵、80年解体完了
106		ハンターズトン-A2	1964/07/01～1989/12/31	173MW	GCR			
107		ヒンクレーポイント-A1	1965/03/30～2000/05/23	267MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2004年～2025年)	2081年まで安全貯 蔵、90年解体完了
108		ヒンクレーポイント-A2	1965/05/05～2000/05/23	267MW	GCR			

	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
109	イギリス	オールドベリー A1	1967/11/07～2012/02/29	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	2088年まで安全貯蔵、97年解体完了
110		オールドベリー A2	1968/04/06～2011/06/30	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	2074年まで安全貯蔵、83年解体完了
111		トロースフィニッド-1	1965/03/24～1991/02/06	236MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(1995年～2016年)	2087年まで安全貯蔵、97年解体完了
112		トロースフィニッド-2	1965/03/24～1991/02/04	236MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2009年～2027年)	2087年まで安全貯蔵、97年解体完了
113		サイズウェル-A1	1966/03/25～2006/12/31	245MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2009年～2027年)	2087年まで安全貯蔵、97年解体完了
114		サイズウェル-A2	1966/09/15～2006/12/31	245MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2009年～2027年)	2087年まで安全貯蔵、97年解体完了
115		ダンジネス-A1	1965/10/28～2006/12/31	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2011年～2028年)	2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
116		ダンジネス-A2	1965/12/30～2006/12/31	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2015～2025)	2095年まで安全貯蔵、2101年解体完了
117		チャペルクロス-1	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	解体中	2024年
118		チャペルクロス-2	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	解体中	2024年
119		チャペルクロス-3	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	解体中	2035年
120		チャペルクロス-4	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	2042年
121	アメリカ	ウイルファア-1	1971/01/24～2015/12/30	530MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2015～2025)	2077年完了
122		ウイルファア-2	1971/06/21～2012/04/25	550MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2015～2025)	2019年完了
123		ドンレー-DJR	1962/10/01～1977/03/01	14MW	FBR	即時解体	安全貯蔵中	2076年
124		ドンレー-PFR	1976/07/01～1994/03/31	250MW	FBR	即時解体	安全貯蔵中	2009年完了
125		ウインズケール WAGR	1963/02/01～1981/04/03	36MW	GCR	即時解体	安全貯蔵中	2036年完了
126		ウインプリス SGHWR	1968/01/01～1990/09/11	100MW	HVLWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	1974年完了
127		ビッグロックポイント	1965/11/01～1997/08/29	71MW	BWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	2007年完了
128		GE バレシトス	1957/10/19～1963/12/09	24MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2019年完了
129		クリスタルリバー-3	1977/03/13～2013/02/20	890MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2076年
130		CVTR	1963/12/18～1967/01/01	19MW	HVLWR	安全貯蔵	サイト解放済	2009年完了
131		ドレスデン-1	1960/07/04～1978/10/31	207MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (2007年～2027年)	2036年完了
132		エルクリバー	1964/07/01～1968/02/01	24MW	BWR	即時解体	サイト解放済	2007年完了
133	アメリカ	エンリコ・フェルミ-1	1966/08/05～1972/09/22	65MW	FBR	安全貯蔵	解体中	未定
134		EBR-II	1965/01/01～1994/09/01	20MW	FBR	安全貯蔵	安全貯蔵中	75年間ISS後解体
135		ハンフォードN原子炉	1966/04/01～1988/02/01	860MW	LWGR	安全貯蔵	ISS(蘭化)方式の安全貯蔵準備中	1997年完了
136		フォート・セント・ブレイン	1979/07/01～1989/08/29	342MW	HTGR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	2007年完了
137		ハダムネック(O・Y)	1968/01/01～1996/12/09	603MW	PWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	1969年完了
138		ハーラム	1963/11/01～1964/09/01	84 MW	その他	遮蔽隔離	隔離中(100年以上)	未定
139		フンボルト・ベイ-3	1963/08/01～1976/07/02	65MW	BWR	即時解体	解体中	2026年完了
140		インデアン・ポイント-1	1962/10/01～1974/10/31	277MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (～2013年)	2026年完了予定
141		ラクロス	1969/11/07～1987/04/30	53MW	BWR	即時解体	解体予定	2005年完了
142		メインヤンキー	1972/12/28～1996/12/06	900MW	PWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	未定
143		ミルストーン-1	1971/03/01～1988/07/21	684MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2007年完了
144		パスファインダー	1966/07/02～1967/10/01	66MW	BWR	安全貯蔵	サイト解放済	2034年以降予定
145		ピーチボトム-1	1967/06/01～1974/11/01	42MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	1969年完了
146		ピカー	1963/11/01～1966/01/01	12MW	その他	遮蔽隔離	隔離中(放射能減衰に120年以上)	1970年完了
147		プエルトリコ ボーナス	1965/09/01～1968/06/01	18MW	BWR	遮蔽隔離	隔離中(放射能減衰に120年以上)	2009年完了
148		ランチョセコー-1	1975/04/17～1989/06/07	917MW	PWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSI及びLLW貯蔵のみ)	2030年完了
149		サンオノフレ-1	1968/01/01～1992/11/30	456MW	PWR	即時解体	解体完了(2, 3号機と同時に許可終了)	2030年完了

	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
150	アメリカ	サンオフフレ-2	1982/09/20～2013/06/12	1127MW	PWR	即時解体	PSDAR (廃止 措置計画書)提出	2034年完了
151		サンオフフレ-3	1983/09/25～2013/06/13	1128MW	PWR	即時解体	PSDAR (廃止 措置計画書)提出	2034年完了
152		シッピングポート	1957/12/02～1982/10/01	60MW	PWR	即時解体	サイト解放済	1989年完了
153		シヨーハム	運転せずに閉鎖	880MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1995年完了
154		スリーマイルアイランド-2	1978/12/30～1979/03/28	959MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(1号機同時解体)	2036年完了予定
155		トロロ-ジャン	1976/05/20～1992/11/09	1155MW	PWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	2005年完了
156		ヤンキーロー	1961/07/01～1991/10/01	180MW	PWR	即時解体	サイト解放済 (ISFSIのみ)	2007年完了
157		ザイオン-1	1973/12/31～1997/02/21	1085MW	PWR	即時解体	解体中	2020年完了予定
158		ザイオン-2	1973/12/31～1996/09/19	1085MW	PWR	即時解体		
159		サクストン	1967/03/01～1972/05/01	3MW	PWR	安全貯蔵	サイト解放済	2005年完了
160		キウオーニー	1974/6/16～2013/05/07	595MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2073年完了予定
161		バーモントヤンキー	1972/09/20～2014/12/29	635MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2073年完了予定
ドイツ		グンドレミンゲン(KRB-B)	1984/07/19～2017/末	1344MW	BWR	未定	未定	
韓国		コリ1号機	1977/06/26～2017/07末	608MW	PWR	即時解体	2022年頃から解体予定	未定
スウェーデン		オスカーシャム-1	1972/02～2017/06末	492MW	BWR	未定	未定	未定



四国電力伊方原子力発電所1号機



中国電力島根原子力発電所1号機

委員会等参加報告

前報告から平成 28 年 6 月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
原子力デコミッション ニング研究会	原子力デコミッション ニング研究会 (第 9 回)	澁谷 進	2 月 26 日
原子力デコミッション ニング研究会	原子力デコミッション ニング研究会 (第 10 回)	澁谷 進	3 月 25 日
原子力学会	原子力学会春の年会	泉田龍男	3 月 26～ 28 日
原子力デコミッション ニング研究会	原子力デコミッション ニング研究会 (第 11 回)	澁谷 進	4 月 14,15 日
原子力デコミッション ニング研究会	原子力デコミッション ニング研究会 (第 12 回)	澁谷 進	5 月 13 日
(一財) エネルギー総合 工学研究所	21 世紀における原子力発電炉廃止 措置の在り方に関する調査検討委 員会 (第一回)	榎戸裕二	5 月 31 日
原子力学会	第 24 回 LLW 放射能評価分科会	泉田龍男	6 月 6 日
原子力デコミッション ニング研究会	原子力デコミッション ニング研究会 (第 13 回)	澁谷 進	6 月 10 日

総務部から

人事異動

○評議員

新任 (平成 28 年 4 月 19 日付)

柴田 周 (非常勤)

退任 (平成 28 年 3 月 31 日付)

近藤比呂志 (非常勤)

○理事

新任 (平成 28 年 4 月 19 日付)

中尾 正文 (非常勤)

退任 (平成 28 年 3 月 30 日付)

小林 宏史 (非常勤)

○職員

退任 参事・総務部長 境野 武（平成 28 年 3 月 31 日付）

退任 参事・企画部長 菊池 孝（平成 28 年 3 月 31 日付）

新任 参事・総務部長 笹山 義明（平成 28 年 4 月 1 日付）

新任 参事・企画部長 中井 俊郎（平成 28 年 4 月 1 日付）

第 29 回「原子力施設デコミッショニング技術講座」 ご 案 内

当センター主催の第 29 回「原子力施設デコミッショニング技術講座」を以下の通り開催します。皆さまのご参加をお待ちしております。詳細については、追ってご案内申し上げます。

開催日時：平成 28 年 10 月 27 日（木） 10 時 30 分～17 時 00 分
開催場所：東京都港区赤坂 1-9-13 三会堂ビル 9 階 石垣記念ホール

第 28 回「報告と講演の会」 ご 案 内

当センター主催の第 28 回「報告と講演の会」を以下の通り開催します。当センターの事業報告をさせて頂くとともに、特別講演等を予定しております。詳細については、追ってご案内させていただきます。皆さま奮ってのご来場をお待ち申し上げます。

開催日時：平成 29 年 1 月 20 日（金） 午後 1 時 30 分～17 時 00 分
開催場所：東京都港区赤坂 1-9-13 三会堂ビル 9 階 石垣記念ホール

「RANDEC ニュース」の E メール配信について(お願い)

昨年度より「RANDEC ニュース」は、E メールによる配信を行っておりますが、まだ、ご登録がお済みでない賛助会員様等は、登録をお願いします。

[登録先アドレス：randecnews@randec.or.jp](mailto:randecnews@randec.or.jp)

©RANDEC ニュース 第 103 号

発 行 日：平成 28 年 7 月 12 日

編集・発行者：公益財団法人 原子力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、当センターの許諾を受けて下さい。