

RANDEC

Nov. 2013 No. 95

ニュース

(公財) 原子力バックエンド推進センター



原子力発電所の廃炉に向けた取り組みについて

公益社団法人 日本アイソトープ協会

常務理事 柴田 徳思

東京電力福島第一原子力発電所の事故の後、我が国のエネルギーの将来像は国民の間で合意がなされているという状況にはない。このような現状で、原子力規制委員会による新しい規制基準への対応や原子力発電所の安全対策にかかる費用、地元の理解を得ることの難しさなどで廃炉に向かう原子力発電所も出てくると考えられる。さらに、耐用年数を過ぎた発電用原子炉の廃炉は将来増加する。

廃炉に必要な費用の低減は必須であり、クリアランスの合理的な運用は重要であると思われる。現在、確認のための測定にかかる費用が大きいこと、クリアランスしたものに関する追跡調査の義務があるためにクリアランスされたものの利用が極端に制限されていることなど、必ずしも合理的でない問題が存在する。

今後、我が国で増加してくる老朽化したインフラの整備においてクリアランスしたコンクリートや金属を利用することは重要な課題である。さらに、中性子により放射化した金

属やコンクリートの処理方法の開発により放射化物中の放射性同位元素濃度を低減させることが可能であれば、より多くの放射化物のクリアランスが可能になる。米国のEnergySolutions社では、金属放射化物を溶融・固化することにより金属中の放射性物質濃度が低減することを利用して、原子力発電所で発生した金属放射化物から高エネルギー加速器施設で用いる遮蔽体を製造している。我が国でこのような利用を進めるためには、溶融処理過程での放射性物質の挙動を理解するための実験や、極微量元素の挙動の調査など多くの基礎的な実験が必要となる。

クリアランスした材料が老朽化した橋梁の架け替え、トンネルや道路などに安全に利用できることを説明して国民の理解を得ることが必要であり、実現するためにはクリアランスにかかる費用の低減を真剣に検討する必要がある。クリアランスによる廃炉費用の低減は、電力消費者への還元につながる。

RANDECニュース目次

第95号 (2013年11月)

巻頭言 原子力発電所の廃炉に向けた取り組みについて 公益社団法人日本アイソトープ協会 常務理事 柴田 徳思	
第26回原子力施設デコミッションング技術講座開催	1
情報管理部	
台日原子力デコミッションングセミナーに参加して	4
専務理事 渋谷 進	
RANDECの事業・活動に関する近況報告	
1. 汚泥中のセシウム除去試験について	7
企画部 大島 博文	
2. 福島県除染業務講習会の実施状況	10
企画部 菊池 孝	
3. 福井県の原子力発電所廃止措置講座への講師派遣	11
パートナーズ・ネットワーク会員 宮坂 靖彦	
外部機関の活動状況紹介	
石炭灰を原料にした放射性物質吸着剤の製造技術	12
木村化工機株式会社 開発部 山川 洋亮	
海外技術情報	
1. イギリスの高放射能廃棄物の貯蔵マニュアルについて	15
事業計画部長 泉田 龍男	
2. 廃止措置費用に影響する要因	19
廃棄物処理事業推進部 秋山 武康	
3. 「遮蔽隔離」は廃止措置として受け入れられる選択肢か?	23
専務理事 澁谷 進	
4. 廃止措置費用削減のための原子力発電所解体廃棄物対策	28
パートナーズ・ネットワーク会員 福村 信男	
世界の原子力発電所の廃止措置最新情報	32
東海事務所 榎戸 裕二	
委員会参加報告	37
総務部から	37

第26回原子力施設デコミッションング技術講座開催

情報管理部

当センターは第26回原子力施設デコミッションング講座を平成25年10月28日、東京赤坂三會堂ビル石垣記念ホールにおいて開催いたしました。本年は、東京大学大学院の岡本孝司教授に「東電福島第一原子力発電所の事故炉管理と廃止措置のあり方」というテーマで特別講演をお願いしました。講座では、廃止措置技術に関連した4件、注目技術関連で2件、さらに当センターからウラン廃棄物の安全評価及び研究施設等廃棄物の処理事業の準備状況の2件の講演を行いました。午前から夕刻までの長時間の講座でしたが多数の参加者は真剣に聴講され、活発な質疑応答が行われ成功裏に講座を終了することができました。以下に各ご講演のポイントを簡単にまとめます。

特別講演された岡本教授は、汚染水処理、使用済燃料撤去、デブリの状況評価、サイトの放射性廃棄物管理の現状と将来の課題、今後の廃炉活動の安全な進め方等広範囲な分野を詳しく話されました。一般に、廃止措置活動はリスクを低減させる方向に行くが、事故炉、特に福島では対応が長引くと、チェルノブイリ原発でも同じであるが、それだけリスクが大きくなる。建物、設備も材料の劣化も時間との戦いとなってくるため、一層の迅速な対応が求められ規制当局もこの点を考慮し今後柔軟に対応すべきこと、事故から2年半、燃料の存在状況を十分に把握し、温度や水素濃度等の慎重な管理を前提に冷温停止は水冷から空冷に変えられる状況になってきている等、福島事故炉の管理は技術的な重要度分類に基づいた優先順位に基づいて行うべきであること、さらに、放射性廃棄物の早期の管理方法の確立も最重要課題である、等と講演されました。

次に、原子力機構（JAEA）ふげん廃止措置研究開発センターの北村主幹が、開始から5年を経過したふげんの廃止措置活動の現状、これまでの経験と教訓について紹介され

ました。重水炉特有のトリチウムの除去技術、CP（放射化腐食生成物）の除去技術をクリアーし、機器設備の除染、解体、細断、クリアランスを順調に進めていること、重水タンクの解体に向けた遠隔切断技術開発の状況が述べられ、教訓としてプラント運転中から運転履歴や汚染履歴等のデータ収集しておくこと、解体時の放射能の封込めの技術の開発や機器は小規模モックアップから手順を踏んで実用化すべきことなどを説明されました。

原子力機構の廃炉技術安全研究所の有井副所長からは、福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発を担う研究拠点整備構想について、ひとつは福島県楡葉町に建設予定されている遠隔モックアップ試験施設、もうひとつは放射性物質の分析・研究施設の計画説明がありました。前者は、格納容器下部漏えい個所の修復を目的に遠隔技術基盤を早期に確立すること、後者は、高放射能濃度の燃料デブリ等の検査、放射性廃棄物の処理処分研究開発を行うモジュールタイプのホットセル施設である。原子力機構以外にもこの種の施設の建設、運転管理、試験検査経験はかなりあるが、可能な限り国内外の技術者の知見を集

約し、また、将来の技術者の育成も念頭におき、革新的技術の早期実用化を目指したいとの抱負を述べられました。

原子力安全基盤機構（JNES）の山中主席調査役からは、IAEA（国際原子力機関）やEU（欧州委員会）の進める原子力施設の廃止措置を安全に行うための基本的考え方と基本指針や安全基準文書の体系と概要、特に、IAEAの示す8分野（「人と環境の防護」、「責任」、「管理」、「資金」～「活動と認可の終了」等）の15の安全要件の内容を説明されました。また、欧州内の規制要件を重ねて紹介された後、英国、米国、ドイツ等の廃止措置経験国の具体的な規制の実施の状況を紹介されました。廃止措置活動経験の蓄積により高い安全性確保をめざし、国際機関や各国においては文書改定や取り組み強化、指針の整備が絶えず図られていること、諸外国の規制動向には、平成17年に改正された現行の我が国の原子炉等規制法及びその運用において取り入れるべき有用な部分があるとの紹介があった。

注目技術紹介では、まず、(株)日本遮蔽技術の平山研究員から福島の実環境回復作業に適した放射線測定器の開発、特にバックグラウンドの影響の軽減、ポータブル性、1台でGPS機能を持ち地面からの高さ3レベルが同時測定できるモニター、構造物のクレビス内の放射能測定機器等、正確さと確実さを追求したオンサイトでの放射能測定とスクリーニング技術の紹介があった。(株)明電舎の高橋課長からは過酷な現場での耐放射線性を備えた遠隔操作ロボットの紹介後、JAEAガラス固化研究施設（TVF）で活躍する両腕型マニピュレータのコンセプトと作業・操作方法について、インセルクレーン装填のパワーマニピュレータ、特にモジュール化されたとこ

ろの紹介、遠隔封入可能な放射性廃棄物容器、燃料デブリなどの岩石状堆積物の掘削・撤去用ロボットアームとチッパー等、事故炉の格納容器や原子炉圧力容器内部の観察とデブリ等の撤去、放射性物質の試験検査に不可欠な遠隔技術の開発状況についてビデオを放映も含めて紹介があった。

午後の休憩の後、当センターの調査研究成果の報告として、梶谷調査役から主要国のウラン廃棄物に関する安全性評価についてICRP（国際放射線防護委員会）、IAEA、EU等の検討経緯、各国の規制導入のプロセスと現状が紹介され、その中で、現在処分検討行われている我が国のウランの処分の安全評価の考え方と方向性を示しました。公衆の線量限度が1 mSv/yであること、IAEAは処分施設における線量拘束値は1～0.01 mSv/yで最適化を行うという基準を作り、各国は自国の実情から処分場の基準を判断していること、ウラン廃棄物は英国等では一般産業廃棄物処分場で、スウェーデンでは有害産廃処分場で処分されるが、フランスでは極低レベル処分施設でのみ処分可能である。ドイツでは、ウラン鉱山跡に埋め戻すなどの極めて現実的な方策をとっていること、我が国は柔軟に処分場の負担軽減のためクリアランス化も含め現実的な対応が望まれることが紹介された。

最後に、当センター室井技術担当部長は、現在進めている研究所廃棄物処理事業の取り組みの、特に技術開発の全体像を示し、大きなインパクトを与えるウラン廃棄物のウランの迅速・高精度な定量方法の実用化研究について紹介しました。200ℓドラム缶による集荷された種々雑多な廃棄物は仕分け、可燃物の焼却、不燃物の高圧縮減容、放射能レベルに応じた大型容器へのセメント固化を行う。

今年度の事業では、処理施設の基本設計に向けた設備の具体化と廃棄物の種類別の処理費用算出、集荷・輸送の具体化、廃棄体データの収集と確認、発生者等との連携を強化していることが示された。また、ウランの定量方法の開発では、ドラム缶に収納された廃棄物中のウランをパッシブγ法により測定する技術開発成果を報告した。装置の簡略化のためには効率的な検出器数、配置及び測定時間の短縮が望まれること、ドラム缶内のウランの不均一性の取扱い等、課題の解決を図ってい

ると、講演を締め括りました。

今回の講座では、各講演者は自らの調査・研究成果、開発成果、最新情報を未公開のスライドも含め、分かりやすく、またビデオや展示物を使ってお話しされ、参加者に多くの情報と技術を提供くださいました。ここに各講演者に改めて感謝申し上げます。なお、当日の予稿集にいくらか在庫がありますので、希望者は有料ですがお求めください。



台日原子力デコミッションングセミナーに参加して

専務理事 瀧谷 進

去る平成25年6月17日から21日にかけて、日本と台湾との原子力関連の協力事業としては初めてとなる、標記セミナーを中心とする廃止措置交流会が台湾において開催された。

台湾では、東京電力福島第一原子力発電所の事故による原子力災害の影響を受け、風評による反原子力・脱原子力の気運が高揚する一方、馬総統の主導により慌ただしく廃止措置の法制化が図られた。原子力発電所の運転期間延長の認可を目前にしていた台湾の原子力関係者にとっては、寝耳に水、困惑の極みであったことは想像に難くないが、短期間のうちに廃止措置に係る制度を整備された努力には敬意を表したい。

このような状況のなか、台湾の原子力関係者の間に先行する日本の廃止措置の現状調査を希求する声上がり、その意に応える形で、日本においては民間の団体である原子力デコミッションング研究会（ANDES：石川迪夫会長）が精力的に対応し、台湾核能産業発展協会（TNA）との共催による交流会が実現する運びとなった。筆者は、ANDESの主査を務めている縁で今回の交流会に参加する機会を得た。

交流会としては、台北市での2日間の廃止措置セミナーと台南に立地する第3原子力発電所（馬鞍山1、2号）視察やTNAを始めとする関係諸機関の方々との意見交換の場がプログラムされ、廃止措置のみならず台湾における原子力をめぐる情勢全般に触れることができ、非常に有意義な交流会であった。

現在台湾においては、台北に立地する第1原子力発電所（金山1、2号）、第2原子力発電所（國聖1、2号）及び前出の2基、合計

6基が供用中であるが、全てがほぼ30年の運転期間を経過しており、中でも金山1号は36年目、2号は35年目を迎えている。廃止措置の立法化により40年を超えての運転は認められず、運転終了の3年前には廃止措置の計画を申請、廃止措置の作業は25年で完了させることが規定された。例えば、金山1号は2年後の2015年12月までに廃止措置計画を申請、認可を受け、2018年12月には恒久停止と廃止措置の開始が義務付けられ、早急な対応が迫られている。

廃止措置セミナーには、日本からは石川会長を始めとするANDES会員総勢17名が参加、台湾側はTNAや国の研究機関、清華大学、民間企業など17機関から80名を超える幅広い年齢層の関係者が集い、セミナー最終まで盛況であり、廃止措置に関する台湾側の関心の高さを示していた。



台日交流会の主要参加者

ポスターセッションを含めた発表テーマと内容については、前述した台湾側の状況におけるニーズを十分に勘案した上で入念な準備を行った。その甲斐あって、JPDRに始まる日本の廃止措置の先駆者である石川会長の基

調講演を皮切りに、研究開発や安全規制・法制度の整備、廃棄物の処理処分、そして現在進行中の東海発電所、新型転換炉ふげん、浜岡1、2号の廃止措置の実例紹介と、総じて具体的かつ実内容的な内容の発表となり、台湾側の要望に十分応えられたものと自負している。廃止措置の実施報告においては想像を超える多くの質問があり、差し迫った廃止措置に向けての真剣さがうかがわれた。また、日本における廃止措置の推進・実施体制やその中でのANDESの活動、会員企業における廃止措置事業の実績や今後の展開などの紹介も盛り込み、好評であった。



筆者の発表の様子

台湾側からは、台湾における原子力規制、廃棄物処理処分の現状と将来計画、廃止措置研究の現状のほか、福島事故のインパクトの報告がなされたが、あらためて台湾の原子力事情の実態に眼を開かされるとともに、独自技術の開発にける熱意には見習うところ多し、と感じた。一方で、福島事故の影響は台湾においても避けられないのは致し方ないことではあるが、不正確な情報や未検証のデータに基づく風評被害的な反原子力の煽りに、一部の日本人研究者や著名人、マスメディアが関わっていることには心を痛めると同時に憤りを覚えた。これは、今回セミナーに参加したANDES会員全員に共通の思いであろう。

交流会の後半は、新幹線で台湾を縦断南下、高雄からバスに乗り継いで稼働中の第3原子力発電所（PWR 951MWe、2基）を視察した。数年前から、風力と太陽光発電施設を併設しているとのことで、原子炉建屋の丸いドームと背の高い風車の取り合わせが印象的であった。低レベル廃棄物の処理や管理などについて説明を受けた後、施設内の高減容化装置を見学した。独自開発の技術が採用されており、高度な研究開発と現場での実用化がうまく連携されているのは見事と感じた。また、限られた見聞ではあるが、事務所や管理区域の内部とも整理・整頓・清掃が行き届いており、床塗装や機器類もよく保守点検されている様子で、高稼働率を維持しているのもっともなこととの印象を持った。



第3発電所の遠景

今回の廃止措置セミナーを核とする交流会については、日台両者とも成功裡に終了したとの思いであるが、また、始まりの一步でもあるとの感を強くした。今後も廃止措置に関する日台交流の継続を、特に台湾側は希望、期待していることは論を俟たない。日本としても、これまでの地に足を着けた廃止措置の実績から得られた知見・経験を基に、積極的に交流を深めていくべきと考える。

日台間においては昭和61年から毎年、日台原子力安全セミナーが日本原子力産業協会と

台湾行政院原子能委員会、台湾電力などの共催で開催されている。この経験が今後の廃止措置セミナーの継続を実現、進展させるベースとなることを期待するとともに、筆者共々RANDECも微力ながらお手伝いできれば幸

甚である。

最後に、日台間における初めての廃止措置セミナー開催の企画、準備、運営に携わり、大成功に導かれた日台両事務局の方々に感謝申し上げます。



RANDECの事業・活動に関する近況報告

1. 汚泥中のセシウム除去試験について

企画部 大島 博文

下水道処理により発生する汚泥には有機物が大量に含まれている。この下水道汚泥を特殊な溶解処理をして、残る汚泥量を1/10程度に減容するとともに、溶解した成分を嫌気消化処理により発生するメタンガスを有効に活用して発電に利用するプロセスの開発が進められている。RANDECでは、この開発の一部として、これらの処理時の汚泥に含まれるセシウムの挙動についての研究に協力するとともに、その結果の評価などを行った。

1. 研究の概要

下水道汚泥を溶解し、溶解した成分からメタンガスを発生させるプロセスについては、セシウムを含む下水道汚泥を図1に示す以下の手順および一部変更した手順で、処理をする。

①汚泥溶解工程

圧力容器に汚泥、水酸化ナトリウム、水を入れ、窒素ガス雰囲気にして、200℃で加熱し、汚泥を溶解する。

②溶解成分分離工程

冷却後、塩酸で中和し、遠心分離器で不溶解成分を分離する。

③嫌気消化処理工程

溶解液は（嫌気消化処理をして、溶解した汚泥を分解し、メタンガスを発生させる。メタンガスは発電原料等に使用する。）

④廃水処理工程

メタン発生が終了した液は、フェロシアン化鉄、凝集剤で廃水処理をする。処理液はセシウム濃度を確認し、放流する。沈殿物は、②の不溶解汚泥とともに、乾燥し、処理済汚泥として保管する。

今回の実験では、図1に示す処理の過程で、時間のかかる嫌気消化処理工程をスキップした。各工程でのセシウムの挙動をサンプリン

グ・分析して、解析、評価した。実験途中での分析結果を確認して、結果的に3通りの実験を行った。

2. 実験結果

3通りの手順の試験を行い、それぞれの手順の各処理ステップのセシウムの挙動と、残渣として残る処理済汚泥の量（減容率）と処理済廃液の再利用、あるいは環境放出の可否の評価を行った。

原料汚泥を水酸化ナトリウム水溶液中、不活性ガス（窒素ガス）雰囲気、200℃で溶解すると、原料汚泥に含まれるほとんどの有機物系の物質が溶解すると考えられる。

3通りの試験で、多少の結果の変動はあるものの、汚泥溶解工程で、原料汚泥に含まれるセシウムのうち40～45%が不溶解汚泥に残り、55～60%が可溶化汚泥水側に移行した。

可溶化汚泥水は嫌気消化工程でメタンガスを発生させる。発生したメタンがエネルギー源として、例えば発電に利用する等、有効活用できる。

メタンガスを発生させた処理済みの可溶化汚泥水は、廃水処理工程で、セシウムを除去し、殆どのセシウムは、廃水処理沈殿物に移行する。廃水処理沈殿物中のセシウム量

は、フェロシアン化鉄の添加率や凝集剤の添加率により変動する。今回の試験では、セシウムの52～60%が廃水処理沈殿物に移行した。処理済みの廃水中には、最大で3 Bq/ℓのセシウムが含まれた。廃水処理工程での試薬の添加量を調整することにより、廃液中に残留するセシウム量を調整できることが分かった。

3. 考察

東京電力福島第一発電所の事故により、広範囲に飛散したセシウムが、各所の下水道汚泥中にも含まれている。セシウム濃度の高い下水道汚泥については、焙焼・減容化処理がスタートしつつあるが、比較的濃度の低い下水道汚泥の処理については、その量の多さ、緊急性等から、いまだ着手できていない状況である。

今回の実験は、株式会社サピエナントが開発してきた下水道汚泥からメタンガスをエネルギー源として抽出し、残る汚泥を安定化、減容化する「バイピットシステム」の今後の実用化へ向けて、セシウムの挙動を把握するとともに、今後の展開の方向について検討した成果である。

今回の実験は、一回あたり250 gの原料汚泥を用いた小規模な実験であり、嫌気処理工程をスキップした。また、処理済みの廃水を環境放出するときのセシウム含有量をどの程度にするかによって、使用する廃液処理の試薬量変動し、廃液処理沈殿物の発生量が

変動する。シアニオンの処理済廃水中の含有量や排水処理沈殿物の発生量等を考慮に入れ、最適な条件をさらに検討、実験することにより、最適化を図ることができる。また、今回は嫌気消化処理をスキップして実験したので、嫌気消化処理により廃液処理工程がどの程度影響を受けるかについても確認する必要がある。

なお、本プロセスの設備については大手精密機械製造会社、味噌醤油製造会社、飲料製造会社などで使われ、汚泥減量の実績があるということである。

4. 結語

大量に保管されているセシウムを含む下水道汚泥の処理について、今後いろいろな処理・処分方法が提案され、実施に移されていくものと期待されている。

本処理方法は、まだ小規模の実験段階であるが、十分に実用化を考えることのできるプロセスの一つと考える。できる限り早く、嫌気処理工程を含めた大量処理規模の実証試験が進むことを望むものである。

なお、今回の実験では、株式会社日本遮蔽技研の開発したMONSTER (大型Cs I シンチレーション測定装置)を実験現場に持ち込み、実験のステップごとに、即時にセシウム量の測定を行い、結果を確認できた。これにより、実験ステップのその場での追加、見直しが可能であった。このため、当初予定の日数で、3通りの実験を進めることができた。

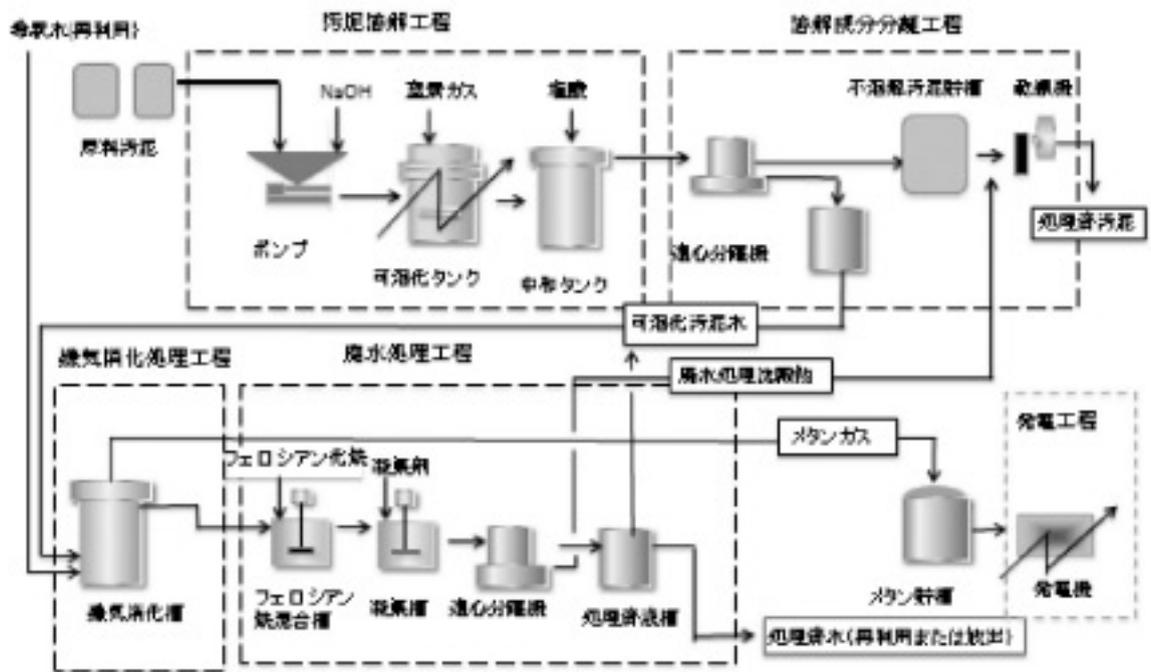


図1 下水道汚泥の処理手順 (例)

2. 福島県除染業務講習会の実施状況

企画部 菊池 孝

福島県では、県内で実施される汚染状況重点調査区域等における本格的な除染作業を円滑に進める目的で、業務従事者を対象とした業務従事者コース、除染業務の現場指揮・監督者を対象とした現場監督者コース及び市町村が発注する除染業務の監理者を対象とした業務管理者コースの3つの講習会を実施している。RANDECでは、これらのうち、平成24年度から始まった後者2つのコースの講習会に対し、放射線管理や放射性物質の取扱いの知識・経験が豊富な技術者を講師として派遣し、福島環境回復に貢献してきた。平成24年度では、福島県内の福島市、郡山市、いわき市等の主要都市において開催され、RANDECは合計76人日の規模での協力を実施してきた。福島県の発表によると、これらの講習会への参加者は、現場監督者コースが約2,200人、業務管理者コースが約1,300人（いずれも修了証受領者の人数）に達し、除染業務に必要な人材育成にRANDECが大きく貢献してきたと自負している。

今年度においても、昨年度同様にこれらの福島県の活動に積極的に協力するという基本姿勢の基に、年間事業計画書の中に取り組みべき業務として明記し、昨年度に続いて講師派遣を精力的に実施している。今年度の講習会は3期に分かれ、5月中下旬の第一期、7月下旬から8月下旬の第二期を経て、10月下旬から11月上旬までの予定での第三期講習会が開始された。今年度は、RANDECの講師派遣者は延べ52人日を予定しており、一方、福島県は監督者及び監理者合わせて約4,000人の参加者を予定している。

この講習会では、RANDECは、除染等の作

業の進め方、除去土壌等の収集・運搬・保管、除染電離則に基づく放射線管理、除染業務の技術管理基準・施工管理基準の4つのカリキュラムを担当しており、本講習会の大半を占めるものである。

今年度においては、国が取り組んできた除染実証事業等を通じて確認された有用な除染技術の取り込みや、新聞報道等で指摘された一部の不適切な除染への対処としての排水管理方法の明確化などのため、環境省の除染関係ガイドラインが改訂され、本年5月に第2版として刊行された。また、現場における除染活動を円滑に進めるためには、地元住民等の理解、特に汚染土壌や除染廃棄物の仮置き場等の確保が重要であり、中間貯蔵場に運ぶまでの間、これらを安全に保管するための指針として、福島県が本年9月末に、「仮置き場等技術指針」を制定した。これらの新しい内容が講習会テキストに追加されて、現在、除染業務講習会の講義を続けている。



講習会風景（福島県除染対策課HPより）

3. 福井県の原子力発電所廃止措置講座への講師派遣

パートナーズ・ネットワーク会員 宮坂 靖彦

若狭湾エネルギー研究センター（福井県敦賀市）は福井県の地元企業の技術者を対象に、原子力関連業務従事者研修の一環として、「原子力発電所の廃止措置」の講座を開催している。これは、「ふげん」発電所の恒久運転停止（2003年3月）後の2005年から毎年継続して開催しているもので、「ふげん」廃止措置専門講座と廃止措置基礎講座に分かれている。当センターは、これまでこれらの講座のテキスト作成に協力するとともに、毎年講師派遣を行ってきた。本年度も、10月に講座が開催され2名の講師を派遣した。以下に講座の概要を示す。

1. 「ふげん」廃止措置専門講座

本講座は、廃止措置に係る専門的な知識の取得及び「ふげん」メンテナンス業務に係る主たる元請企業の業務内容の習得を目標に、平成25年7月29日から8月2日までの5日間の日程で「ふげん」展示室で開催された。この講座では、定員を5名に限定し、各種の廃止措置技術、廃棄物処理処分等に加え、重水・トリチウム関連技術等の専門的な知識の教育、またグリーンハウス設置、切断作業等の訓練から作業責任者の実習など総合的な内容で行われた。

本講座のカリキュラムの概略は、下記のとおりである。

1日目：

- ①「ふげん」概要及び「ふげん」廃止措置計画の概要
- ②重水・トリチウム関連技術
- ③廃棄物処理処分・再利用
- ④原子炉解体方法概論
- ⑤各国の廃止措置の現状詳細

2～3日目：

- ①労働安全・放射線管理の教育
- ②事故・トラブル対応
- ③責任者の心得及び作業要領書等

4～5日目：

グリーンハウス設置及び切断作業等の

訓練から作業責任者実習

当センターは、講師を派遣し、原子炉解体方法概論及び各国の廃止措置の現状詳細の講義を担当した。

2. 廃止措置基礎講座

本講座は、原子力発電所の廃止措置に関する基礎を学習することを目標に、平成25年10月18日に「ふげん」展示室で開催された。対象者は、原子力施設の廃止措置業務に従事を希望する技術者、廃止措置の興味を持ち廃止措置に係る技術を習得することを希望する技術者である。

今回の参加者は、敦賀地区の原子力関連企業等の技術者約10人であった。本講座のカリキュラムの概略は、下記のとおりである。

- ①廃止措置計画・制度
- ②廃止措置の処理処分
- ③廃止措置適用技術
- ④残留放射能の評価概論
- ⑤廃棄物の再利用技術
- ⑥解体技術・工法
- ⑦「ふげん」見学

当センターは、講師を派遣し、残留放射能の評価概論、廃棄物の再利用技術、解体技術・工法の講義を担当した。

外部機関の活動状況紹介

石炭灰を原料にした放射性物質吸着剤の製造技術

木村化工機株式会社 開発部 山川 洋亮

東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の爆発事故で飛散した放射性物質の除染に、各種吸着材が利用されている。一方、震災後に火力発電所の再開や増設、新設がなされ電力不足を補っている。しかし、火力発電所の燃料として石炭を利用する場合、廃棄物として石炭灰が排出され、特に福島で排出されたものは問題視された時期もあった。当社では石炭灰を原料にしてゼオライトを製造する装置を手がけてきた実績があり、本稿では特にセシウムの選択吸着性に優れるチャバサイトの製造に関する技術を紹介する。

1. 石炭灰のゼオライト化技術

1.1 石炭灰の排出量

石炭灰は、石炭火力発電所で微粉碎した石炭をボイラー内で燃焼させ、熔融状態になった灰が温度の低下に伴い粒子となったアッシュを指す。アッシュは大きさによって2種類に分けられ、ボイラー出口の電気集塵機によって補集されるものをフライアッシュ、ボイラー内で粒子が相互に凝集し塊となってその底部から排出・回収されるものはクリンカアッシュと呼ばれている。排出割合は9：1でフライアッシュのほうが圧倒的に多い。平成15年度から23年度までの国内における石炭灰排出量と再利用率の推移を図1に示す。排出量は毎年1,000万トンを超えて近年は横ばい状態となっている。一方、再利用率は平成15年の85%から急速に上昇して、近年は95%

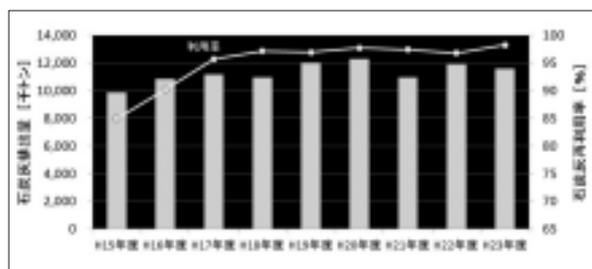


図1 石炭灰発生量とその再利用率の推移

以上が維持されており¹⁾、アッシュの再利用における企業努力が伺える。それでも年間数十万トンは廃棄物として処理されており、今後の大きな課題として残っている。なお、以降の記載で「石炭灰」と表記するものはフライアッシュを指す。

1.2 人工ゼオライトの概要

石炭灰を原料にゼオライトを合成する技術は愛媛大学の逸見らを筆頭に各機関で研究²⁾されており、通称人工ゼオライトとして発表されている。2003年には前田建設工業株式会社が年間3,000トンの人工ゼオライト製造設備を立ち上げ³⁾、人工ゼオライトフォーラムの設立によって品質方針の決定や用途開発に力が注がれてきた⁴⁾。

一方、当社は科学技術振興機構の委託開発により、K型ゼオライトの開発を実施した。K型ゼオライトは、石炭灰とKOH溶液から製造する人工ゼオライトで、このゼオライトのイオン交換サイトにはカリウム(K)が担持されている。従来は、石炭灰とNaOH溶液でゼオライトを製造していたため、生成ゼオライトのイオン交換サイトにはナトリウムが担持されており、用途によってはイオン交換処理

する必要があった。

従来法で製造したゼオライトとKOH溶液から製造したゼオライトの大きな違いは結晶構造であり、NaOHとKOHから製造したゼオライトはそれぞれNa-P1、チャバサイトとなる。

チャバサイトは、福島第一原子力発電所の汚染水処理にも利用されているように、セシウムの選択吸着に優れている。

1.3 チャバサイト製造技術

チャバサイト（K型ゼオライト）は、石炭灰とKOH溶液を混合し製造する。その反応条件は石炭灰組成にも依存するが、反応温度が100℃以上、KOH濃度が2 mol/l以上、反応時間は5時間以上であり⁵⁾、石炭灰から製造できる他のゼオライトに比べると極めて狭い範囲でその条件を逸するとチャバサイトは生成せず、他のゼオライトや鉱物が生成してしまう。

10m³の反応容器で実証試験を実施してサンプルを製造した時の原料である石炭灰と反応後のチャバサイトのXRD回折図とSEM像を図2及び図3に示す。

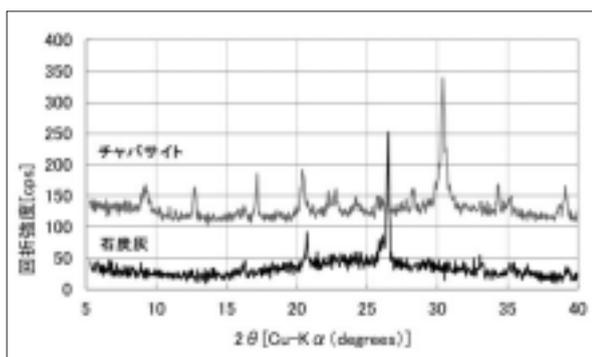


図2 石炭灰とチャバサイトのXRD回折図

図2の上段がチャバサイトのX線回折パターンを示しており、石炭灰に元来含まれている石英やムライトのピークはほぼ検出されていない。また、石炭灰表面が平滑であるの

に対し、チャバサイトは粒子表面が緻密な結晶で覆われていることが図3からわかる。

1.4 チャバサイトの性質

石炭灰を原料に製造したチャバサイトは、陽イオン交換容量(CEC)が250mol/kgであった。

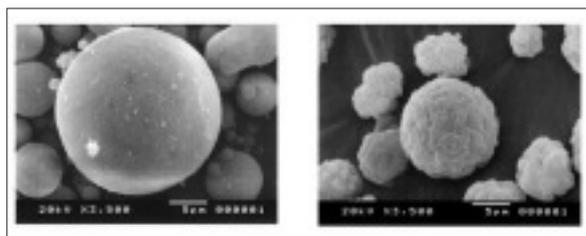


図3 石灰灰(左)とチャバサイト(右)のSEM像

また、所定温度に設定した電気炉に2時間曝し、大気中で24時間放置後の吸水率を図4に示す。元々吸水性が低い石炭灰に対し、チャバサイトは700℃まで吸水性を保持し結晶構造を維持するが、それ以上の温度に曝すと急激に吸水性が低下し、非晶質化していることがわかる。

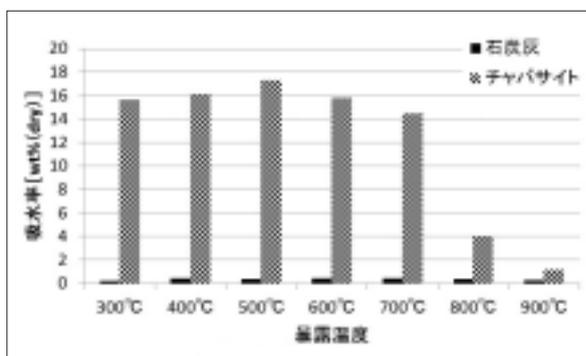


図4 石炭灰とチャバサイトの高温暴露試験

2. チャバサイトの利用とコスト

2.1 チャバサイトの利用

元々本プロジェクトは土壌改良材用資材として、植物の3大栄養素の一つであるカリウムを担持したゼオライトを安価に製造することが目的であった。

東日本大震災後、ゼオライトが放射性物質

の吸着に効果があることで脚光を浴び、東芝 SARRYシステムでは放射性Csの吸着剤として天然チャバサイトが利用されている⁶⁾。チャバサイトは特にCsに対し選択吸着性を示すことが既往の研究からわかっている⁶⁾。

吸着剤としてゼオライトを使用すれば、高温で非晶質化するため、放射性物質を外部に漏らさないという利点もある。1.3の高温暴露試験結果もそれを物語っている。

2.2 チャバサイト製造コスト

製造コストは、仕様によりコストが変わる装置費や人件費を除き、薬剤やユーティリティコストを算出した。また、コストの大半をKOHが占めるため、反応後のKOH溶液を60%再利用するものとした。コスト試算の結果を図5に示す。

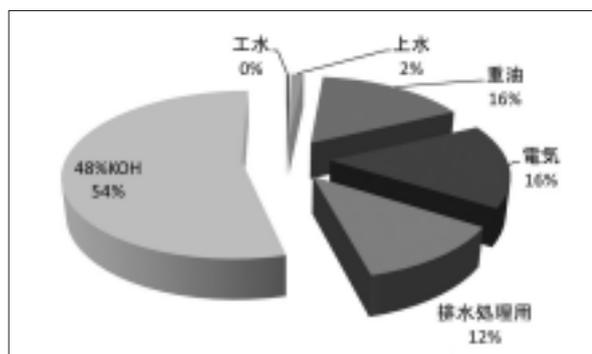


図5 チャバサイト製造コストの割合

図5は総コストに占める割合を表しており、この図で示す総コストはチャバサイト1トン(乾量)あたり約¥100,000である。KOHがコストの半分以上を占めるため、これを安価に入手できればコストは大きく低減できる。また原料に石炭灰を使用するため、製造装置を発電所内に設置できれば、廃熱利用により重油の削減も可能となる。

3. 最後に

福島第一原子力発電所事故の後処理は、日本にとって2020年の東京五輪開催までの短期間で解決させるべき大きな課題である。

火力発電所から排出される石炭灰から放射性物質の分離・除去に使用できるチャバサイトが製造できれば非常に有意義であり、当社の製造技術が除染の一助となれば幸いである。

なお、本技術は、元愛媛大学農学部逸見彰男教授の知財を元に、平成13年3月30日から平成16年11月30日の間に木村化工機株式会社が科学技術振興事業団(現科学技術振興機構)との委託開発契約「カリウム型人工ゼオライトの製造装置」で実施した成果であることを最後に報告させて戴く。

参考文献

- 1) 一般財団法人石炭エネルギーセンター、「石炭灰全国実態調査報告書(平成23年度実績)」。
- 2) Teruo Henmi, Increase in Cation Exchange Capacity of Coal Fly Ash by Alkali Treatment, Clay Science 6, 277-282 (1987)。
- 3) 新井祐二、石炭灰からのゼオライト連続合成プラント、ゼオライト、vol. 21, No. 1 (2004)。
- 4) 人工ゼオライトフォーラムホームページ、<http://www.zeolite-f.com/>
- 5) 池田博史、山川洋亮、石炭灰からのカリウム型ゼオライトの製造方法、第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集、619-621 (2005)。
- 6) 松倉実、セシウム吸着技術とその応用、JETI, Vol.60, No. 13 (2012)。。

海外技術情報

1. イギリスの高放射能廃棄物の貯蔵マニュアルについて

事業計画部長 泉田 龍男

イギリスでは、低レベルの廃棄物埋設処分が実施されているが、高放射能廃棄物（再処理のガラス固化体等の高レベル廃棄物、中レベル廃棄物、低レベル埋設処分に適さない廃棄物）の処分施設計画が未定である。そのためこれらの廃棄物を安全に貯蔵しておく必要があるが、そのための最初の手引書（ガイダンス）が公表¹⁾されたので紹介する。

1. 貯蔵マニュアル制定の経緯

イギリスではここ数十年間、放射性廃棄物の貯蔵管理が大きな問題となっている。イングランドとウェールズでは、長期的な解決として地層処分(GDF)が考慮されているが、立地も決まらず、処分開始までには多くの時間を必要すると思われる。また、スコットランドでは、極低レベル廃棄物の埋設のみが実施されており、低レベル廃棄物の浅地層処分さえ進展していない。

イギリスでは、高放射能廃棄物(HAW, higher-activity waste)として以下のものを定義している。

- ・高レベル廃棄物(HLW)
- ・中レベル廃棄物(ILW)
- ・低レベル処分施設での埋設に適合しない低レベル廃棄物

今回公表したガイダンスは、上記の高放射能廃棄物の中間貯蔵に関するものであり、廃棄物を所有する組織に対する実際の手引きとなるよう意図している。また、少なくとも100年間貯蔵することとしている。対象組織は、全ての原子力発電事業者とデコミッション事業者、さらに軍事、研究及び医療事業者も対象となる。

ガイダンスでの基本要項事項は、地層処分までの貯蔵を安全・安心に実施するためのエ

ンジニアリング技術を保持し続けることにあり、廃棄物の貯蔵と貯蔵する建屋に関する広範囲な技術事項を述べている。この目的は、数十年間の廃棄物貯蔵の際に遭遇する数々の問題に、統一的に対処することにある。技術内容は、廃棄物固化体の性能、固化体の検査と監視、長期貯蔵、施設の検査と監視、貯蔵環境の維持、固化体の修復である。

注目すべきは、中レベル廃棄物(ILW)であり、高レベル廃棄物(HLW)よりも数量が多く、ほとんどの原子力発電所で発生している。特に、イギリスでは、AGR発電所(マグノックス炉)が主流であり、今後のデコミッションにより大量の黒鉛がILWとなる。一方、HLWは燃料再処理で発生するが、数量的にはILWよりもずっと少なく、しかもセラフィールドの再処理施設のみで生じる。HAWはすでに種々の施設で貯蔵保管されているが、NDA(英国廃止措置機関)が所有する施設内に約60,000個の固化体がある。大半はセラフィールドの施設に存在しているが、保管施設は100年の耐久設計にはなっていない。今後、数万個以上の固化体が原子力施設及び発電施設のクリーンアップにより発生する。今回のガイダンスは、既存の貯蔵施設のみならず、今後発生するこれらの廃棄物固化体の貯蔵と検査等の設計に役立つもので

ある。

2011年8月にテスト版が産業界とその他の関係者に公表された。意見集約後、2012年末のHAWセミナーで正式版が公表された。IAEA、規制官庁、施設運転者等の出席の下で、公表式典がNDAにより開催された。

このガイダンスは、TEM（原子力を中心とした産業界や関係機関のプロジェクトチーム、the cross-industry Integrated Project Team : IPT）により作成されたものであり、このチームは現在も毎年貯蔵フォーラムを開催している。

2. ガイダンスの内容

ガイダンスの目的は、HAW廃棄物の中間貯蔵から生じるすべての技術的な問題をカバーし、廃棄物と貯蔵施設の設計と検査を実施可能なものとするところにある。長期間の貯蔵による問題が大部分であるが、短期間で生じる問題も対象としている。イギリスにあるHAW廃棄物は実に多様で規格化されていない。終戦後のマグノックス炉を基本とした研究と実験が行われ、その後に数十年にわたり数々の新型の発電プラントが作られた結果、多種類の放射性廃棄物が生じることになった。ガイダンスではこの多種多様性に対処するための多くの指針を示している。

指針では、全体の枠組み、実行されるべき項目のリスト、中間貯蔵のライフサイクルとHAW廃棄物の特性の変化に関する研究の範囲が示されている。運転経験やR & Dにより培われる技術や問題解決力は、ツールキット (toolkits) として示されており、その中の個別のツールも記述されている。

確実な貯蔵には、貯蔵の全システムを理解することが必要である。ガイダンスでは、廃棄物固化体の管理と貯蔵への実施手法は、実際の方法を記述した共通の原則の中からの選

択（アプローチ）し、さらに、その実施手段を選択（ツールキット）する。加えて、貯蔵の運転経験者、R & D及び規制側からのフィードバックに基づく「よい事例 (good practices)」が中心となっている。この方法は、廃棄物の特性等により異なる貯蔵施設設計を行うためである。例えば、直近で手動操作可能な廃棄物は、遠隔操作が必要な廃棄物に比較してより容易に管理・維持ができるようにする。

全体枠組みでは以下の原則が適用される。

①廃棄物貯蔵のライフサイクル

廃棄物固化体は、処分施設が将来長年にわたり運転されないことを考慮して貯蔵容器の長期健全性を管理すべきである。中間貯蔵は一時的であり、廃棄物固化体は回復可能な状態にし、処分施設、他の貯蔵施設に移動可能にしておくべきである。

②正しい固化体—正しい貯蔵

固化体の設計は、貯蔵の設計と整合すべきである。廃棄物の危険性と廃棄物貯蔵に要求される品質を一致させる必要がある。貯蔵システムでは、廃棄物の形態、その容器、貯蔵環境と貯蔵建屋があるが、検査や人的介入による安全システムは最小にすべきである。過剰設計や過少設計を排除すべきである。

③廃棄物発生の最小化

廃棄物貯蔵施設の廃止措置の設計段階で、これにより生じる廃棄物の効率的分類・整理を行う。これにより不要な廃棄物の発生を防ぐことができる。

④治療よりも予防

貯蔵システムは、人的な介入が必要となるリスクを最小化すべきである。貯蔵システムは定期的な検査と監視を行ない、将来どのように改良されていくかを理解すべき

である。

⑤設計への配慮

貯蔵システムは、将来のニーズに対応できるように柔軟に設計すべきである。それは将来の不確実性と資金への対応等である。

⑥効果的な知識管理

現在実施している貯蔵の経験は、基準や施設の設計開発を促進するため運転者に情報提示すべきである。国外の貯蔵施設から学んだことを共同研究に活用し、収集情報は、イギリスの基準を構築する上で有効に活用し経験とそれに基づく識見を利用する。

ガイダンスでは以下の目標をたてている。

- (1) 固化体作成と貯蔵の能力を最大化する取り組みを標準化する。固化体を作り直すことを最小限度に抑える。
- (2) 産業及び施設間の横断的な業務を促進し、中間貯蔵での廃棄物固化体の長期管理を共通の取り組みとして認知させる。
- (3) 貯蔵に関する計画、設計及び検査と監視のプログラムを周知させる。
- (4) 廃棄物の固形化、貯蔵、輸送及び埋設処分の相互関係の重要性を認識させる。
- (5) 規制側と利害関係者に対してIPTが実施した今回の広範囲な業務の透明性を示す。

今回のガイダンスでの主要な4項目を示す。

A：廃棄物固化体の能力と設計

主な内容を下記に示す

a) 固化体設計

確かな固化体設計を実施するための概念的なステップ。既存の固化体容器の設計と材質のツールキット

b) 基本的な安全機能に基づいた固化体作成のアプローチ

- c) 最新の研究成果に基づいた廃棄物固化体の改良を認識するための評価アプローチ。これは、コンピューターによる計算モデルであるツールキットがある
- d) 永続的な固化体の維持管理のアプローチ

B：貯蔵能力と設計

主な内容を下記に示す。

- a) 貯蔵設計のアプローチ
- b) 少なくとも100年以上の長期間貯蔵へのアプローチ
- c) 環境制御へのアプローチ
- d) 塩の付着、湿度及び温度管理に対する運転上の限界へのアプローチ

C：貯蔵システムの運転

主な内容は以下である

- a) 固化体移動に関するアプローチ
- b) 定置のアプローチ
- c) 固化体の安全機能を維持するためのアプローチ
- d) 固化体貯蔵の環境条件が、貯蔵の限界時間や固化体の防御機能を変質させる時期を評価するアプローチ
- e) 貯蔵の限界時間を維持すると共に、修復技術のツールキットにより貯蔵の限界時間を拡張するためのアプローチ

D：貯蔵システムの保証

主な内容を下記に示す。

- a) 進行中の検査と監視の結果が説明されるためのシステムを設置するアプローチ
- b) 貯蔵システムの検査と監視に対する体系的なアプローチ
- c) 貯蔵期間全体にわたる確かな信頼性を示すための検査と監視の頻度を、明確にする統計的なアプローチ
- d) 貯蔵システムの長期運転を保証するための重要文書を明示するアプローチ

- e) 模擬固化体や放射能の無い廃棄物などを最適に配置するアプローチ
(以下省略)

3. まとめ

イギリスは我が国と同様に、極低レベル廃棄物と低レベル廃棄物のみが埋設処分されている。その他の高レベル廃棄物 (HLW) や中レベル廃棄物 (ILW) などは埋設処分の見通しが立たないため、長期間の貯蔵管理を実施

する政策となっている。今後AGRの廃止措置などで多量の中レベル廃棄物 (ILW) の発生が見込まれることから、今回の廃棄物貯蔵に関するガイダンスが作成されたものと思われる。

我が国でも、福島サイトなどで廃棄物の長期間の貯蔵管理が必要なる可能性が高く、今回の事例は参考になるものが多いと考えられる。

参考文献

- 1) “A Storage Manual for Highly-active Waste.” Nuclear Engineering International, p.18-20, March 2013.



2. 廃止措置費用に影響する要因

廃棄物処理事業推進部 秋山 武康

米国の電力研究所（EPRI）が廃止措置費用と費用に影響する要因についてまとめており、その概要が報告された¹⁾。米国の8基の原子力発電所の廃止措置費用を、解体・撤去費、廃棄物費用、人件費、その他費用のカテゴリーに分類し、廃炉の実績に基づいて廃止措置費用に影響する技術的な要因を分析している。

廃止措置費用の評価は今後日本でも精緻化が求められ、本報告のデータは今後廃止措置を計画する際に役立つと考える。

1. はじめに

米国において、いくつかの原子力発電所の廃止措置が実施され、その費用情報は、米国の規制委員会に提出されるレポート²⁾から利用可能である。

電力研究所（EPRI）は7つの完了した廃止プロジェクトと1つの進行中の廃止事業の費用見積もりを調査し、費用に影響がある技術的な要因について検討している。

費用内訳は以下の分類に依った。なお3発電所の人件費は識別されず、他の費用分類に含まれている。

①解体・撤去費

識別できる場合は除染を含む

②放射性廃棄物

廃棄物の処分及び準備・輸送を含む

③人件費

識別できる場合

④その他経費

最終状況調査とサイト復元を含む

⑤使用済燃料

貯蔵設備、貯蔵容器、及び設備の運転費用を含む

2. 廃止措置費用

調査した8発電所の概要を表1に、その廃止措置費用を図1に示す。

表1 調査実施の8発電所

発電所名	略号	BWR or PWR	発電量 (MWe)	運転期間	廃止措置完了 (予想)年
Humboldt Bay	HB	BER	65	1962-1976	(2015)
Big Rock Point	BRP	BER	67	1963-1977	2006
Yankee Rowe	YR	PWR	167	1963-1991	2007
San Onofre Unit 1	SO1	PWR	410	1968-1992	2008
Connecticut Yankee	CY	PWR	619	1968-1996	2007
Maine Yankee	MY	PWR	860	1973-1996	2005
Rancho Seco	RS	PWR	913	1975-1989	2008
Trojan	T	PWR	1130	1975-1995	2006

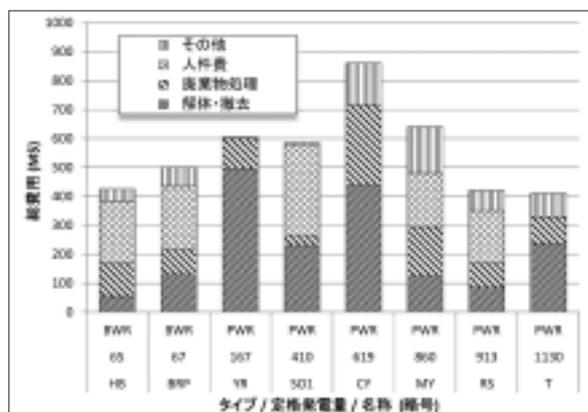


図1 各発電所(定格発電量)と廃止措置費

廃止措置費用見積における初期の方法論では費用を推定する指標として、発電所の発電容量やサイズを使用した。しかしデータからは、これらに明確な相関はない。サイトの最終的な状態、廃棄物処分場へのアクセス、廃棄物の輸送モードと距離、発電所の負荷時間率及び破損燃料履歴など、廃止措置費用に影響

響を与える多くの変数がある。そこで費用区分ごとのコスト要因から検討した。

(1) 解体と撤去

発電所の定格出力順に解体・撤去費を図2に示すが、発電所の大きさと解体・撤去費に相関があるようには見えない。

Rancho Seco(913MW)の非常に低い解体・撤去費は、いくつかの建物を残した上での、短い運転期間と長い安全貯蔵期間、及び積極的な費用管理対策に起因する可能性がある。

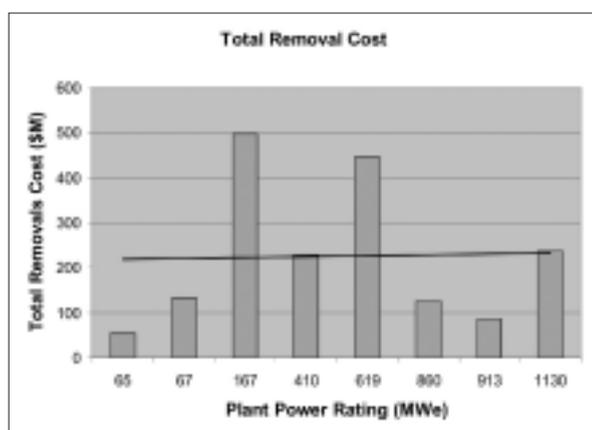


図2 各発電所(定格発電量)と撤去費

(2) 放射性廃棄物

廃棄物総費用を図3に示す。放射性廃棄物量は運転期間と比較的相関があり、その処理単価は廃棄物発生量の増加に伴い安くなる傾向がある(図4)。放射性廃棄物費用は、発電所の立地(処分場と処分場までのアクセス)や廃棄物処分場費用の影響を受ける。

全グレードのコンクリートを処分した発電所(Humboldt Bay, Connecticut Yankee, Maine Yankee)は、廃棄物費用が高くなる。San Onofre Unit 1号機(410MW)の低い廃棄物費用は、部分的に原子炉の廃棄が未了であることに依る。一段と高いConnecticut Yankee(619MW)の廃棄物費用は、大規模な土壌浄化によるものである。

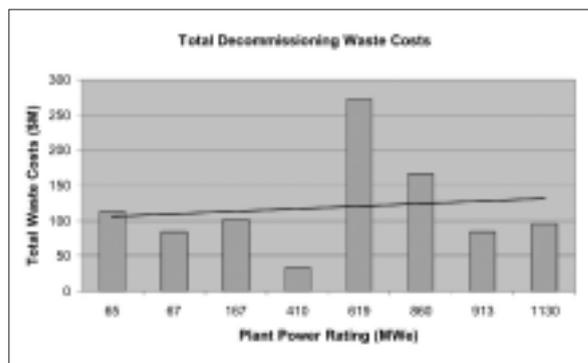


図3 各発電所(定格発電量)と廃棄物費用

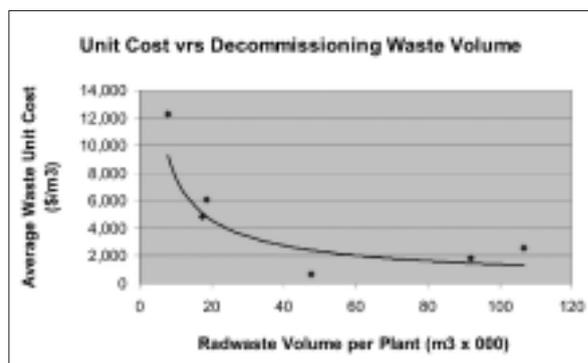


図4 廃棄物量と廃棄物費用容積単価

(3) 人件費

人件費が識別されている5発電所における人件費を図5に示す。

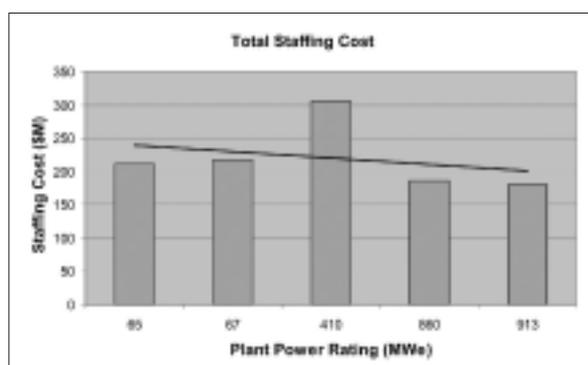


図5 各発電所(定格発電量)と人件費

発電所の停止から廃止措置の完了までを廃止措置期間として表1から求め、人件費の全廃止措置費に対する割合との関係を図6に示す。図から、人件費は廃止措置期間と関係が深く、廃止措置期間が長くなると人件費割合が増加する傾向がある。

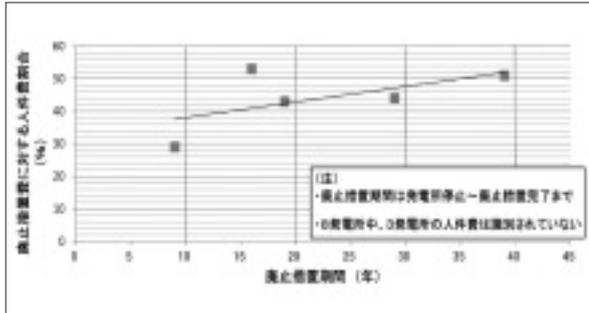


図6 廃止措置期間と人件費割合

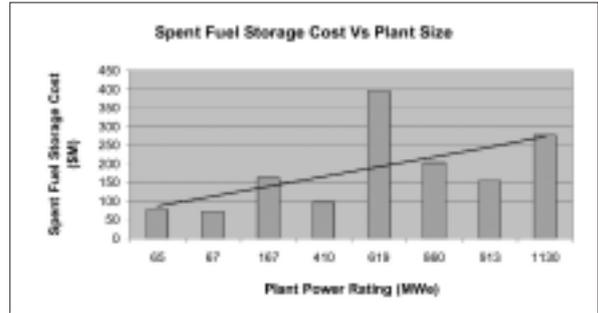


図8 各発電所と使用済燃料貯蔵費

(4) 最終状況調査と使用済燃料管理

各発電所の最終状況調査 (FSS) 費と、使用済燃料管理費を、各々図7と図8に示す。この両費用は、発電所サイズの増加に伴って増加する傾向を示す。

Connecticut Yankee (619MW)のFSS費は、土壌・地下水のモニタリング及び修復があるため、比較的高くなっている。

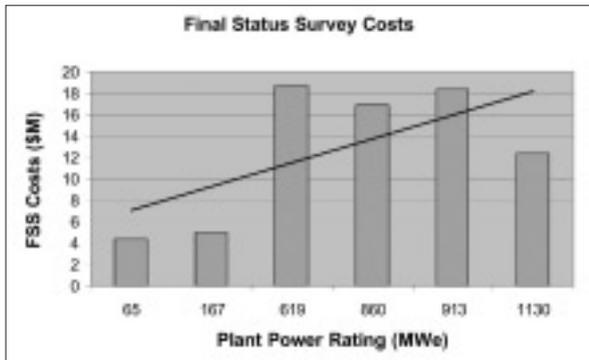


図7 各発電所(定格発電量)とFSS費用

大容量発電所はより多くの使用済燃料を生成し、より大きな使用済燃料貯蔵施設を必要とする。また使用済燃料の管理費は発電所の運転期間の長さにも依存し、例えば Yankee Rowe(167MW)とConnecticut Yankee(619MW)は、他の発電所より運転期間が長く、使用済燃料貯蔵費が高くなっている。

3. 廃止措置費用内訳と費用分類の分析

廃止措置費に占める各費用の割合は、人件費が44%、解体・撤去費が24%、廃棄物費用が19%となる(図9)。

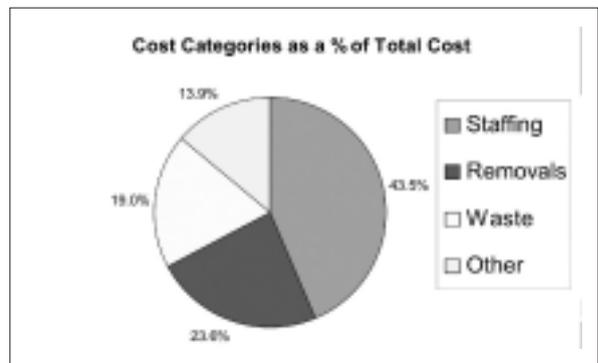


図9 廃止措置費内訳

人件費は廃止措置プロジェクトの長さに結びついているため、廃止措置期間を短縮する戦略が人件費を削減する。例えば、Rancho Seco発電所の低人件費は、建物を解体しないで残した事実と関連している可能性がある。発電所で実行される他の時間節約戦略は、無拘束開放のための調査をするかわりに、汚染が確認されている構造物などを処分することを含む。しかし、そのような人件費の節約戦略は、廃棄物費用とのバランスを考慮しなければならない。

解体・撤去費は、放射線管理区域内の建物の大きさ、汚染レベル、建屋内放射能除去戦略(地上構造物を残すか、解体するか)などの影響を受ける。このような要因は、廃止措

置プロジェクト中での最適化にはあまり適していないかもしれないが、慎重な管理と計画が撤去費用の適正管理を助ける。

廃棄物費用は、放射性廃棄物の処理・処分に関連する費用である。構造物の調査費用は人件費に割り当てられるので、フリーリリース費用とのバランスをとる必要がある。廃棄物費用の容積単価が低い場合、放出のための構造物の調査と除染の代わりに、放射性廃棄物としてより多くの構造物を処分するのが費用節約上有効である可能性がある。

4. まとめ

原子力発電所は、運転、安全貯蔵及び廃止活動期間中を通して、廃止措置費用の見積もりを作成し、更新する必要がある。完了もしくは現在進行中の廃止措置に関する費用の情報とそれに関連する技術的な実績は、今後の廃止措置プロジェクトを計画し、最適化するための知見を提供できる。

今回分析した8発電所の廃止措置費用調査から、最終的な状況調査費や使用済燃料の管理費は、発電所の発電容量とサイズとともに増加するが、それ以外の費用に対してはこの傾向は明らかでない。

廃止措置費用の内訳から、人件費が最も高

い割合であり、次いで解体・撤去費や廃棄物処理費が高い割合となる。人件費は廃止措置期間に直結するので、廃止措置期間を最適化する戦略は、人件費を減らすことになる。しかしプロジェクト期間を短くするためのいくつかの戦略は撤去費および廃棄物費用を増加させる可能性があるため、撤去費及び廃棄物費用とバランスをとらなければならない。

なお本報告¹⁾のグラフから6発電所については廃棄物量がわかるので、廃棄物量と廃止措置費用の関係を図10に示す。データの無い2発電所を考慮する必要があるが、両者の相関は高く、廃棄物量の増加に伴い廃止措置費用が高くなる。従って廃止措置費用軽減のためには、廃棄物量を減少させる視点も重要である。

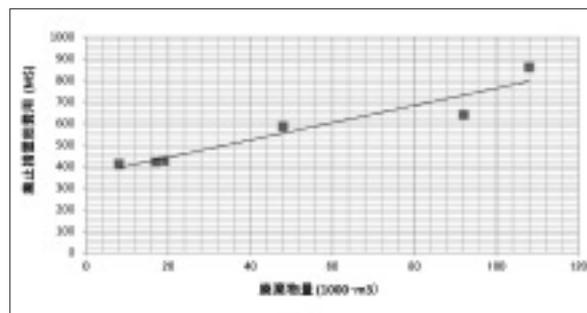


図10 廃棄物量と廃止措置費用

参考文献

- 1) Karen Kim, Richard McGrath, “Factors Impacting Decommissioning Costs,” WM2013 Conference, Phoenix, Arizona, February 24-28, 2013.
- 2) “Decommissioning Experiences and Lessons Learned: Decommissioning Costs,” EPRI 1023025, Palo Alto, CA, 2011.

3. 「遮蔽隔離」は廃止措置として受け入れられる選択肢か？

専務理事 澁谷 進

原子力関連施設の廃止を計画する場合、廃止措置の手法の選択は重要となる。IAEAでは、即時解体撤去、安全貯蔵及び遮蔽隔離^{*1}の3オプションを示している。その安全基準においてIAEAは「遮蔽隔離」は、施設を無制限にまたは制限付きで解放できる程度に放射性物質が減衰するまで、施設や機器類を長期間に亘って閉じ込める手法と定義されている。

IAEAでは、現在、廃止措置の安全基準を見直しているが、議論されている課題の一つは廃止措置の「規制からの解放」という普遍的目的に鑑み、「遮蔽隔離」をどのように適用できるかという点である。このためIAEAは顧問会を立ち上げ「遮蔽隔離」の実施例の経験や教訓を収集、議論し、国際的に同意された基準に従って「遮蔽隔離」を廃止措置手法として適用する際の規制に必要な要求事項の検討を進めている¹⁾。

1. IAEA、DOE、NRCの廃止措置選択肢

IAEAの廃止措置安全基準（WS-R-5）によれば、「廃止措置」とはある施設から部分的あるいはすべての規制要求を取り払うことを可能にする行政的、技術的行為とされる（ただし、廃棄物の処分に対しては、「廃止措置」ではなく「閉鎖」が用いられる²⁾）。

IAEA加盟国で実施あるいは検討されている取り組みに基づく廃止措置手法については、WS-R-5の1.5条に記載されているが、「推奨される廃止措置手法は即時解体撤去である」とする。

IAEAが廃止措置で最終状態を定義する際に地域の状況や、ニーズ、将来の活用への期待を許容していることは、アメリカの旧軍事施設の廃止措置において適用された要求事項と整合性が取れている。これらの施設に対しては、運転停止後に廃止措置が実施され、それには監視測定と保守点検、除染及び場合によって解体撤去が含まれる。これらの措置は施設が使命を終えるときに、作業員と公衆の

健康と安全そして環境の保護に適切に配慮を払って実施される。廃止措置の最終の目標は、敷地の無拘束解放あるいは限定再利用である。DOEは保有する施設に対して明確には廃止措置手法を推奨していないが、遮蔽隔離の適用を是認する文書を発行し、遮蔽隔離を候補として選択し、適用可能とする一連の手順を示している。DOEの軍事施設の廃止措置は1995年の方針³⁾に基づきDOE環境管理局によって主導され、将来の利用（居住、産業、行楽など）を考慮したリスク・ベースに基づく最終状態を規定するCERCLA⁴⁾の要求事項に従って実施されている。この方針はEPAとDOEの協働作業での結果であり、作業員と公衆の健康と安全、環境の保護を保障する廃止措置の手段を整備したもので、それはCERCLAと整合性を持ち、利害関係者の関与を提供し、不必要な遅延なしにリスク低減を達成できる。

連邦規則Code-10, 50.2項では、認可された原子力発電所に対して、「廃止措置」を施設

* 1：遮蔽隔離（Entombment）の概念を正しく伝えられない恐れがあるが、広く流布しているためここではそのまま使用する（訳者注）

の供用から外し認可の終了ができるレベルまで残留放射能を低減させること、と定義している。廃止措置手法は、3つの選択肢、DECON、SAFSTOR、ENTOMBが考慮されている。

これらIAEA、DOE、EPAの3組織はすべて遮蔽隔離を認めているとは言え、その適用は非常に状況依存的であること、また、IAEAの枠組みのなかでは、規定される手法としては適さないかもしれないことも理解している。このため、IAEAはWS-R-5の改訂作業中で、そこでは遮蔽隔離はもはや「即時解体撤去」、「安全貯蔵—解体撤去」とは同レベルで考慮できない、すなわち、既存の施設に対しては廃止措置の手法や通常の運転終了に対する解決策でもなく、例外的な状況下（過酷事故など）における対応策としてのみ考慮されるべきである。この見解は、IAEAが1999年に発行した、廃止措置手法としてのサイト処分に関する出版物で支持されている⁵⁾。

2. 遮蔽隔離を適用した実績

これまで遮蔽隔離は、非常にまれな廃止措置ケースとして採用された限られた実施経験しかなく、それも僅かな国のみ集中している（アメリカ4、グルジア1、スイス1、イタリア1）。

適用経験が限られているため、IAEAの枠組みの中では遮蔽隔離の技術面や安全性に係る詳細な指針は検討されてこなかった。

近年においていくつかの加盟国では、廃止措置における遮蔽隔離の適用について関心を新たにしてきた。さらに、最近のアメリカでの旧核物質生産炉の遮蔽隔離の経験や日本が福島第一発電所の事故からの復旧において直面している困難は、この選択肢を前面に押し出している。複数の国際会議での議論は、遮蔽隔離は廃止措置の選択肢として無視できな

いこと、遮蔽隔離の各国の経験を統合整理する必要があることを示した。廃止措置手法の選択プロセスにおいて、遮蔽隔離を考慮できる根拠を提供するため、遮蔽隔離された施設の長期間に亘る安全性の評価と実証に関する規制上の要求を確認し明確にする必要がある。

IAEAは2012年8月にこのテーマに関する最初の顧問会を開催した。4加盟国（ベルギー、フランス、ロシア、アメリカ）から5名の代表者が参加し、遮蔽隔離の経験や適用性に関する見通し、課題、採用にあたって考慮すべき事項について共通認識を持った。

3. 遮蔽隔離オプションの将来性

遮蔽隔離の経験に関する議論の後、顧問チームは遮蔽隔離をIAEAの安全基準の枠組みにどうすれば適合できるか、あるいは適合できないか、検討を開始した。顧問チームは、遮蔽隔離を、(1) 廃止措置、(2) 放射性廃棄物管理及び(3) 修復、の3つの観点から検討した。これらはIAEAの安全基準「放射性物質使用施設の廃止措置の安全性」²⁾、「放射性廃棄物の処分前の管理」⁶⁾、「放射性廃棄物の処分」⁷⁾、「過去の事業活動や事故で汚染された土地の修復」⁸⁾の各文書内容と相互に関わる。

これらは遮蔽隔離に係る要件に触れてはいないものの、いずれも遮蔽隔離を主に記載してはいない。したがって、顧問チームは遮蔽隔離を既存の基準枠組みに組み入れるため、解決しなければならない重要課題に集中、焦点を合わせるようになった。

4. 遮蔽隔離に対する廃止措置の要求事項

IAEAの廃止措置体系における要求事項の最終的目標は、廃止措置が完了した施設や敷地の最終状態が規制からの（放射線学的な目的や影響に依存する制限が付く／付かない状

態で) 解放が可能となることを保証することである。

これは公的には、与えられた認許可が終了することを意味し、原則的には、施設はもはや原子力施設とはされないし、周辺地域や敷地は産業や公的目的に再利用可能となる。遮蔽隔離された施設内に残存する放射性物質の種類と量に応じて、施設が完全に規制から解放されるまでには、数百年あるいは千年の期間がかかるかもしれない。これは遮蔽隔離を廃止措置基準の枠組みにおいて採用する際の根本的な課題であり、適切な規制要求を確立するにあたっての重要な考慮事項である。目標が施設の規制解放とすれば、受け入れられる「待ち時間」は如何ほどになるか？一旦遮蔽隔離されたら、それはなお「施設」であるのか？

5. 遮蔽隔離での廃棄物管理の要求事項

施設が遮蔽隔離された場合、それを事実上の浅地中処分と見なすことで規制枠組みにおける廃棄物管理の条項を適用可能と考えられるかもしれない。この観点では、IAEAの廃棄物管理基準は適用できない。なぜなら、廃棄物処分施設は特定のサイト条件や選定に対する要求事項、特定の設計、建設、操業そして「閉鎖」の要求事項に従って進められる想定に基づく。遮蔽隔離を廃棄物管理基準に適合させることは、サイト選定から操業までの要求事項を無視し、閉鎖の要求事項のみへの適合を企てることを意味するであろう。他の要求事項へのバックフィットは実現性がないし合理的でもないであろう。また、その施設はそれ自体廃棄物なのかどうかという疑問も起こる。検討すべきことのひとつは、残存汚染(例えば放射化金属)は、もし廃止措置プロセスにおいて除去される計画でない場合、「廃棄物」であるのかどうかである。文献⁷⁾を

適用すれば、廃棄物は処分施設の受け入れ基準に適合するように処理される。遮蔽隔離においては、廃棄物や機材の何か前処理や調整が残ったとしても、それは最小限である。

顧問チームはまた、廃棄物管理の枠組みの中では、遮蔽隔離は「貯蔵」あるいは「処分」施設のどちらを成すのかも検討している。文献⁷⁾によれば、貯蔵と処分は次のように記載されている。

「処分」とは、放射性廃棄物をもはや回収する意図なしに、ある施設やある場所に定置することとされる。処分は、廃棄物を受動的構造物と自然地形によって封じ込め、また、接近可能な生物圏から付随する危険によって必要とされるだけ隔離するよう計画される。「処分」は回収が意図されないことを意味し、回収が不可能であることを意味してはいない。処分の基準体系における課題は、施設を埋めるのに採用される一般的な障壁(コンクリート、粘土)や浅地中の定置状態が、内蔵放射能の減衰期間中の隔離を保証できるほど十分な長期間耐えられかどうかである。

対照的に、「貯蔵」とは放射性廃棄物を回収することを意図して、ある施設やある場所に保持することとされる。二つの手段「処分」も「貯蔵」とも廃棄物を閉じ込め必要とされる程度だけ生物圏から隔離するよう計画される。重要な相違点は、貯蔵は一時的な方策であって、それに続き、何か将来の行為が計画されることである。廃棄物のさらなる処理やパッキングなどがなされ、最終的には処分される。したがって、貯蔵の基準体系での課題は、遮蔽隔離は最終行為と見なされ、回収やそれに類する行為は想定され得ないことである。

もし遮蔽隔離が最終行為とみなされるなら、「処分」が適切であろう。しかし、その場合には議論を解体のレベルに転じる必要が

あり、残留放射能の種類と量が浅地中処分施設
の概念と整合することの保障が要求される。
あるいは、遮蔽隔離が暫定的な行為であれば、
その時は貯蔵の定義が適用可能であろう。

アメリカにおける最近の遮蔽隔離の適用で
はこれらの論点が注意深く検討された。DOE
では、廃止措置はCERCLA⁴⁾に基づく
修復として実施される。放射性廃棄物の処分
は、DOE Order 435.1 放射性廃棄物管理
(1999年11月)で管理される。Lee等は、DOE
の施設が遮蔽隔離されるときにDOE Order
435.1の性能評価基準がどの程度適用される
べきか評価した。彼らは特定の条件がDOE
Order 435.1の適用性を規定すると結論し、
それらの条件を以下のようにしている。

- (1) DOE Order 435.1の重要な要求事項に
従っていることを示す適合性保証が要求
される行為
 - 外部の汚染区域から汚染区域への低レ
ベルの汚染物、廃棄物を持ち込む
 - 施設内外の汚染区域でのCERCLAに
基づく行為で発生した低レベル廃棄物
や汚染機材を継続的に受け入れるた
め、既存の施設や構築物を利用する
(新しい処分施設をつくるのと類似の
行為)
- (2) DOE Order 435.1の重要な要求事項に
従っていることを示す適合性保証が要求
されない行為
 - 既存の廃棄物や機材、機器を原位置の
まま施設や構築物の中に残す
 - 機材や廃棄物を汚染区域の中から汚染
区域内の原位置で廃止措置される施設
に移動あるいは集荷する
 - CERCLAに基づく行為で発生した廃
棄物を、個別の状況に応じてある汚染
区域から修復が実施されている他の
CERCLA汚染区域に持ち込む (DOE

指針では、この行為は新しい処分施設
をつくるわけではないので適合性保障
は不要)

サバンナリバーのP-ReactorやR-Reactor、
重水試験炉は適合性保障が要求されないやり
方で廃止措置(遮蔽隔離)が実施された。し
かし、遮蔽隔離の枠組みとして修復の要求事
項を採用する概念と可能性が導入された。

6. 遮蔽隔離に対する修復の要求事項

IAEAの安全要求事項WS-R-3⁸⁾は、制御不
能事象(事故やある種の過去の事業活動)の
結果である残余放射能の影響を受けた地域の
修復に関する要求事項を明示している。修復
行為は、複数の要因(健康影響、費用一行為
によって生ずる廃棄物管理費用を含む、環境
影響)をバランスさせる意思決定プロセスに
よって正当化されると規定される。多くのオ
プションが評価・検討されるべきであるし、
また、最終目標はその領域を規制解除するこ
とではあるが、それが可能ではないかもしれ
ないことを認める。この要求事項は明確に遮
蔽隔離を排除する要素を含んでいないが、文
献⁸⁾は明確に「この文書の範囲は…廃止措置
行為を除く」と述べている。修復の基準体系
での課題は、現行の基準と規制以前の施設に
修復を適用することが期待できるかである。
さらに、IAEAの基準体系においては、修復
が適用されるのは、汚染が以前から存在し、
そして廃止措置は施設のライフサイクル計画
の一環として保留されているような場合であ
る。言い換えれば、廃止措置は計画される行
為であって、一方修復は計画されなかった汚
染に対処するためになされる行為である。

7. 結論

遮蔽隔離は、廃止措置、処分、修復の3つ
の間の境界を不明瞭にする。それぞれに関連

する要素を持つものの、いずれにも明確には合致しない。IAEAと遮蔽隔離を検討している顧問チームは、遮蔽隔離の必要性を認めている。顧問会は、遮蔽隔離の手法に基づいて実施されたプロジェクトから得られた実践的

経験や知見・教訓を継続して評価するとともに、遮蔽隔離が国際的に合意された基準に従って適用されるための規制に係る要求や期待を確認していく。顧問会には2013年中に作業を完了することが期待されている。

参考文献

- 1) Helen Belencan, Vincent Nys, Andrey Guskov, Patrice Francois, Bruce Watson, Vladan Ljubenov, “Is Entombment an Acceptable Option for Decommissioning? An International Perspective,” WM2013 Conference, Phoenix, Arizona, February 24-28, 2013.
- 2) Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material, IAEA Safety Requirements Series No. WS-R-5, IAEA, Vienna, 2006.
- 3) Policy on Decommissioning DOE Facilities Under CERCLA, May 22, 1995, US DOE and US EPA.
- 4) 42 USC Chapter 103—Comprehensive Environment Response, Compensation, and Liability Act, December 11, 1980, as amended.
- 5) On-Site Disposal as a Decommissioning Strategy, IAEA-TEC DOC-1124, November 1999.
- 6) Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA General Safety Requirements Part 5, IAEA, Vienna, 2009.
- 7) Disposal of Radioactive Waste, IAEA Specific Safety Requirements Series No. SSR-5, IAEA, Vienna, 2011.
- 8) Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents, IAEA Safety Requirements Series No. WS-R-3, IAEA, Vienna, 2003.

4. 廃止措置費用削減のための原子力発電所解体廃棄物対策

パートナーズ・ネットワーク会員 福村 信男

原子力発電所の廃止措置は、膨大な量の解体廃棄物を発生させるため、解体廃棄物の適切な対策は、解体作業期間に影響を与え、解体費用にも影響する。福島事故以来、欧州では、廃止措置する原子力発電所が増加し、その所有者と地方自治体は、低費用廃止措置手法の開発を求めている。円滑で環境に優しい廃止措置手法により、原子力が、持続性あるエネルギー源となりうることを実証することが重要である。ndcon社^{*}の数十年のD&D（除染と廃止措置）の活動経験から開発した廃止措置費用削減のためのリスク概念に基づく解体廃棄物対策について報告し¹⁾、我が国における解体廃棄物対策システム構築への一助となることを期待したい。

1. D&D活動経験から得られた教訓

ndcon社の過去数十年間のD&D活動経験から、プラント情報消滅防止のための早期開始計画、費用の1/3を占める廃棄物対策優先廃止措置、解放できる対象物の特定、クリアランス可能な膨大な廃棄物の廃止措置中の取扱い、及び裁断—梱包—汚染物処理のサイト外搬出の一貫作業による廃止措置活動期間短縮という教訓が得られた。

2. D&D活動の廃棄物対策

代表的なD&D活動は、数段階に区分され、各段階での廃棄物対策は、以下に示すように重要である。

(1) 初期計画

D&D活動にとって重要なステップで、実現可能な最短時間作業工程の決定、効率的な資材の利用、初期放射能評価、サイト外処理作業の決定と段階的リスクアプローチの実施計画と廃棄物処理の円滑な流れ等の廃棄物対策が含まれる。

過去の活動で、計画の基礎が確立され、その代表的な工程例を図1に示す。D&D活用に適用できるスウェーデンの法的枠組みは、

最近国際的な枠組み（IAEA、OECD/NEA、EC等）と適合させており、ndcon社のD&D活動概念は、この規制枠組みに適合しており、リサイクルと放射性廃棄物の処分量最少化に則している。

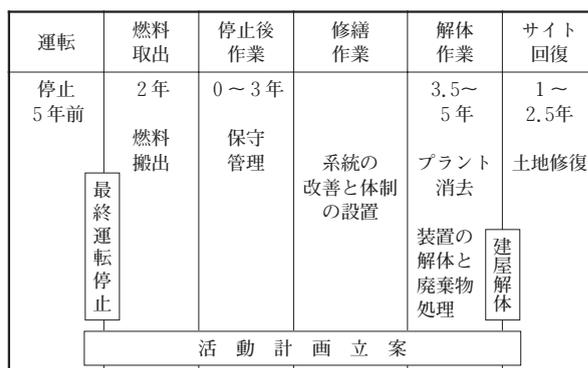


図1 代表的なD&D活動の工程例

(2) 放射能インベントリ評価

信頼できる放射能インベントリ評価は、物量や工程表や資源の有効予測に重要である。このデータ解析は、3次元モデルで行われ、廃棄物流のシミュレーションが可能である。より正確な評価は、作業員の被ばく量と費用評価に重大な影響を及ぼすため、データ品質は重要である。過去に実施した代表的なスウェーデンBWRの評価結果を表1に示す。

^{*}) WH社とStudsvik社の廃止措置サービスコンソーシアム

表1 放射性廃棄物インベントリ
(スウェーデンのBWR)

放射能分類	比放射能 (Bq/g)*	インベントリ (t)	
		金属	コンクリート
汚染なし	~0	6000	70000
極低・低レベル	0-1	16000	170000**
低・低レベル	1-20	1000	2000
中・低レベル	20-100	700	300
高・低レベル	100-1000	600	300
高レベル	>1000	2100	400

*) γ 放出核種 (Co-60が主)
**) 主として壁面の表面汚染

(3) 除染

作業員の被ばく削減、廃棄物取り扱いの最適化やクリアランスと解放基準達成のために除染が必要である。これらには、全除染、局部除染、塗装表面剥離とコンクリートの削り取りとクリアランスや処分条件に適合するサイト外廃棄物取扱施設除染がある。

(4) 解体

解体作業は、部屋毎、系統毎に組織化されるべきである。裁断-搬出は、廃棄物のサイト内保管場所を最小にし、サイト外輸送ができ、時間節約となる。部屋や建物のクリアランス作業準備は、全ての系統、装置や廃棄物の撤去後開始される。

(5) 廃棄物処理

Studsvik社のサイト外廃棄物取扱施設では、既存の技術を使い高リサイクル率と低処分量を達成している。サイト外処理廃棄物は、除染や溶融する大型金属機器、焼却可能な軟質廃棄物や乾燥放射性廃棄物、油やイオン交換樹脂等がある。

核種組成が、廃棄物処理にどんな影響を与えるかという知識は重要で、後段の処理、中間貯蔵や処分のために、廃棄物取り扱い段階で記録すべきである。

(6) 建物取り壊し

建物がクリアランスされ、承認されれば建物取り壊しができる。

(7) 廃棄物処分

廃棄物処分のための受入基準 (WAC) と関連基準は、廃棄物分類 (ILW、LLW、VLLW) により異なる。処分のために直接廃棄体化された廃棄物は、処分容器への最適梱包を考慮した廃棄物管理計画に従い区分されるべきである。

WACを考慮した計画や熟慮した処分容器の選択や特注の梱包計画により、処分容量は、激減し、費用も減少する。図2に高充填率梱包の例を示す。

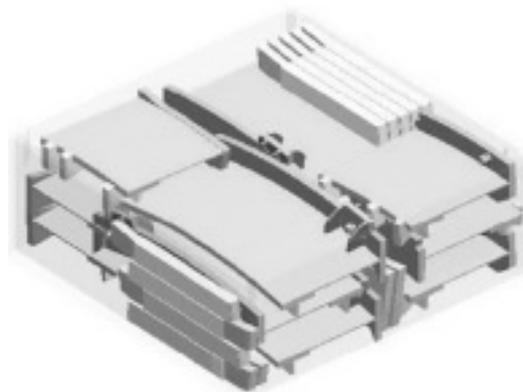


図2 WAC基準適合の炉内構造物の高充填率廃棄体

(8) 裁断-搬出

D&Dサイトから廃棄物を撤去するための裁断-搬出概念は、以下のような利点がある。

- ・廃止活動期間の短縮 (費用削減)
- ・除染作業を早期着手可能にするための廃棄物撤去
- ・サイトが発電所サイトから解体サイトに変わるため、立ち入りが容易となり安全性が増大
- ・廃棄物減容の最大化とリサイクル
- ・最適化された廃棄物梱包の確実なサイト

外搬出

・クリアランス測定のための好条件確保
なお、主要な輸送は、ISO貨物輸送容器輸送と大型機器での輸送が考えられる。

3. ndcon社の廃棄物対策概念

原子力発電所の所有者の過去の廃止措置経験に基づき、ndcon社が廃棄物対策概念を開発した。これを図3に示す。この廃棄物対策は、処理を最適化するために、汚染リスクと放射能レベル分類に基づいたものになっている。汚染リスクが低いケーブル、モーターや電気機器等は、除染し、再使用かリサイクルか産業廃棄物となる。溶融は、黒鉛、SUS、銅、アルミ等に、焼却は、可燃物に適用される。ILW金属のサイト外廃棄物処理は、サイト内廃止措置活動時間の短縮化に寄与する。この廃棄物対策概念を用いたBWRの廃棄物処理の実績では、処分量が2/3まで減少した。

4. まとめ

安全で、迅速で、低費用で環境に優しい下記項目を網羅した解体廃棄物対策概念が提案された。

- ・リスクベースの廃棄物流れ分類
- ・サイト内貯蔵量最少の裁断一搬出廃棄物

対策

- ・リサイクルと処分容量最少化を重点化
- ・実用済みの処理法
- ・専用サイト外処理施設
- ・関係者間の密接な協力
- ・廃棄物対策処理と処分施設を含む強大な計画
- ・活動期間の最少化及びALARA原則とプラント知見を考慮した早期着手

本論文は、廃棄物分類にリスク概念を導入し、サイト内廃棄物貯蔵を最適化するために、サイト外処理施設で廃棄物処理する概念を提案している事が特徴である。

RANDECが文部科学省の受託事業で平成16年度から平成17年度にかけて「解体廃棄物リサイクル技術開発」の一環として開発した原子炉施設の解体工事の進捗に応じて発生する解体金属廃棄物の物流動作シミュレーションや廃棄物処理設備/再利用設備毎の稼働率、廃棄物容器仮置きスペースの稼働率等の物流評価データを算出し、金属廃棄物の発生から再利用、処理・処分までのプロセスを時系列的に一貫して評価できる金属廃棄物リサイクルプロセス統合評価システムRECOSTE II (Recycle Cost Evaluation code II)²⁾を開発したが、本論文の概念が、RECOSTE IIの今後の更新に役立つことが期待される。

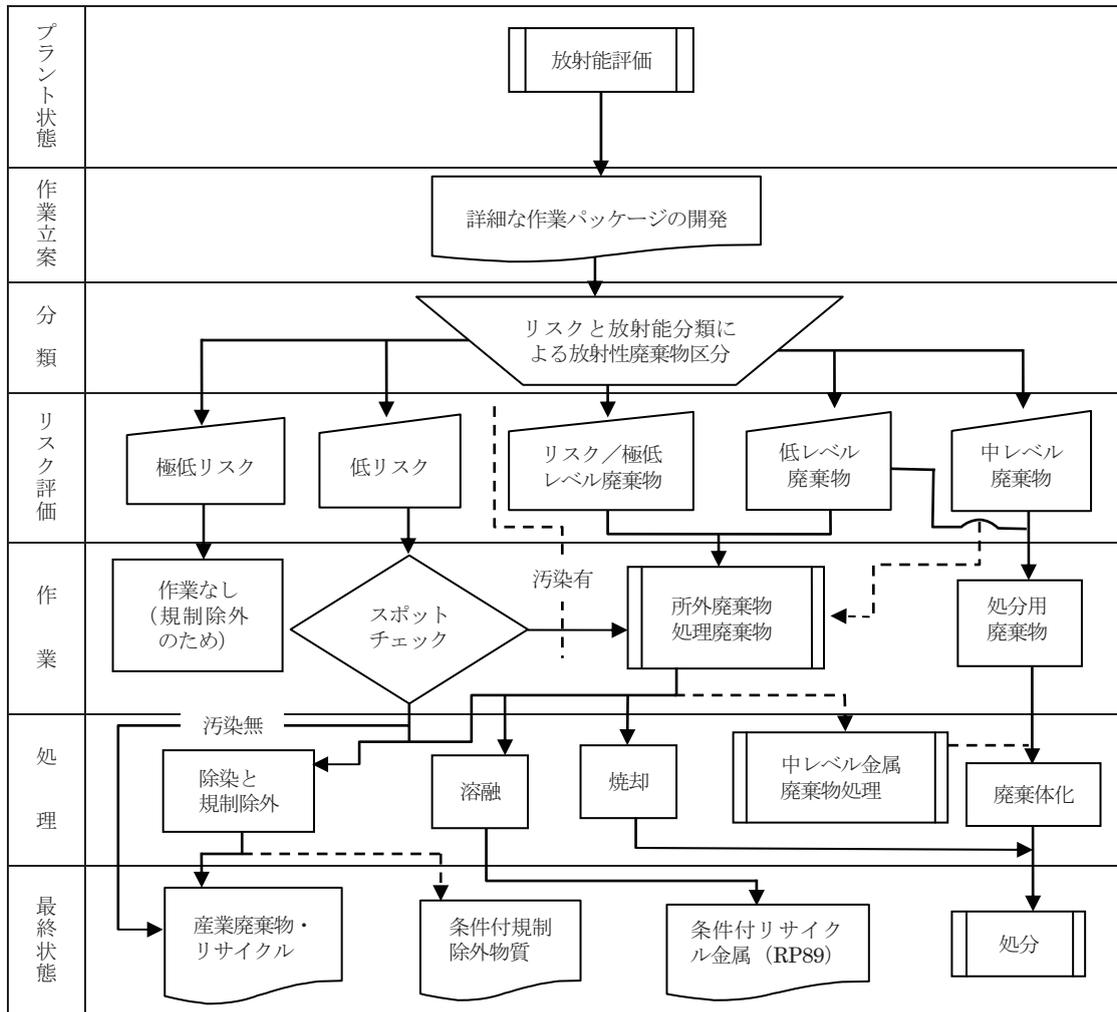


図3 廃止措置活動中の廃棄物対策リスク概念

参考文献

- 1) Niklas Bergh, et al., "Waste Management Strategy for Dismantling Waste to Reduce Costs for Power Plant Decommissioning," KONTEC 2013, Dresden.
- 2) 浅見知宏、他：「解体廃棄物リサイクル評価コードの開発」、デコミッションング技報 No. 33, 2-10, 2006.

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

米国では、寿命延長を行ったウイスコンシン州のKEWAUNEE原子力発電所（運転期間38年、PWR：58万kWe）、2009年から停止中のフロリダ州のCrystal River 3 発電所（運転期間約46年、PWR：56万kWe）に続き、カリフォルニア州のサンオノフレ原子力発電所2、3号機（運転期間共に約30年、PWR：117万kWe）（サンオノフレ1号機は廃止措置中）及び東京電力福島第一発電所と同じBWR Mk-1型と同型の既に寿命延長したバーモント州のバーモントヤンキー発電所（運転期間41年、BWR：65万kWe）の恒久運転停止が発表された。この結果、運転中の原子力発電所は年当初から5基減じて99基になった。廃止措置の理由は複雑であるが基本的にはトラブル修理に係る規制対応や停止期間中の収入源、また廉価な天然ガスとの価格競争も大きな要因である。トラブルを起こした場合、原子力発電所のコスト上の優位性が揺るぐ恐れが顕在化した。

スペインで最古の原子力発電所 Santa Maria De Garona (BWR、46万6千kWe)（福島第一原子力発電所の姉妹機とされる）は、2009年に4年間の寿命延長を行ったが、再延長を行わないことから、42年間の運転後恒久運転停止した。

日本では、停止中の福島第一原子力発電所5、6号機について内閣総理大臣からの要望により、東京電力は恒久運転停止を表明した。事故炉の処理に全精力を投入することが要望された。日米の他には新たに恒久運転停止を宣言した発電プラントはない。世界の運転停止した発電炉は10月末現在で151基となった。

表 世界の原子力発電所廃止措置情報一覧（2013年10月現在）

No.	国	施設名	運転期間	電氣出力 (ゲロス)	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		2011年	
3	ブルガリア	コズロドイ-1	1974/10/28～2002/12/31	440MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備作業中	未定	
4		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				
6		コズロドイ-4	1982/06/20～2006/12/31	440MW	PWR				
7	カナダ 6基	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	未定	
8		ジェンテイリ-1	1972/05/01～1977/06/01	266MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備作業中		
9		ジェンテイリ-2	1982/12/04～2102/12/14	675MW	PHWR	未定	未定		
10		ロルフトンNDP-2	1962/10/01～1987/08/01	20MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備作業中		
11		ピッカリング-A2	1971/10/06～2007/05/28	542MW	PHWR	未定	未定		
12		ピッカリング-A3	1972/05/03～2008/10/31	542MW	PHWR	未定	未定		
13		ビュジェイ-1	1972/07/01～1994/05/27	540MW	GCR	安全貯蔵	解体計画作成中		2027年以前
14		シヨナー-A	1967/04/15～1991/10/30	320MW	PWR	安全貯蔵後	圧力容器解体 (2014年～)		2019年
15	フランス 12基	シノン-A1	1964/02/01～1973/04/16	80MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2027年	
16		シノン-A2	1965/02/24～1985/06/14	230MW	GCR		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		安全貯蔵中	2033年	
18		マルクール-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	マルクール-G3	1960/04/04～1984/06/20	43MW	GCR					

No.	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 現況	廃止措置完了 (予定) 時期
20	フランス 12基	モンダレー-EL4	1968/06/01～1985/07/31	75MW	HWGCR	安全貯蔵	原子炉解体準備中	2016年
21		サンローラン-A1	1969/06/01～1990/04/18	500MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備作業中	2032年
22		サンローラン-A2	1971/11/01～1992/05/27	530MW	GCR	安全貯蔵		2028年
23		スーパフェニックス	1986/12/01～1998/12/31	1241MW	FBR	即時解体	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		グライスバルト-1	1974/07/02～1990/02/14	440MW	PWR			
26		グライスバルト-2	1975/04/14～1990/02/14	440MW	PWR			
27		グライスバルト-3	1978/05/01～1990/02/28	440MW	PWR	即時解体	解体中、サイトの部分解放済	2012年
28		グライスバルト-4	1979/11/01～1990/07/22	440MW	PWR			
29		グライスバルト-5	1989/11/01～1989/11/24	440MW	PWR			
30	グロスヴェルツハイム (HDR)	1970/07/02～1971/04/20	25MW	BWR	即時解体	サイト解放済	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	サイト解放済	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	2013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	2011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)	2013年解体予定	
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	2014年	
38	ニダーアイヒバッハ (KKN)	1973/01/01～1974/07/21	106MW	HWGCR	即時解体	解体及びサイト解放済	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	2012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)	未定	
42	ヴェルガッセン	1975/11/11～1994/08/26	670MW	BWR	即時解体	解体中	2014年	
43	オピリッヒハイム	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	未定	未定	未定	
45	ビブリスB	1976/04/25～2011/08/06	1240MW	PWR	未定	未定	未定	
46	ブルンスビュッテル	1976/07/13～2011/08/06	771MW	BWR	未定	未定	未定	
47	イザール1	1977/12/03～2011/08/06	878MW	BWR	未定	未定	未定	
48	クリュンメル	1983/09/28～2011/08/06	1346MW	BWR	未定	未定	未定	
49	ネッカーヴェストハイム1	1976/06/03～2011/08/06	785MW	PWR	未定	未定	未定	
50	フィリップスベルグ1	1979/05/05～2011/08/06	890MW	BWR	未定	未定	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	カオルソ	1981/12/01～1990/07/01	882MW	BWR	安全貯蔵	解体中	2016年	
53	ガリグリアーノ	1964/06/01～1982/03/01	160MW	BWR	安全貯蔵	解体中	2015年	
54	ラティーナ	1964/01/01～1987/12/01	160MW	GCR	安全貯蔵	解体中	2020年	
55	トリノ・ヴェルチェッレ	1965/01/01～1990/07/01	270MW	PWR	即時解体	解体中	2014年	
56	日本9基	動力試験炉 (JPDR)	1963/10/26～1976/03/18	13MW	BWR	即時解体	建物解体撤去、サイト解放済	1996年完了

No.	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 現況	廃止措置完了 (予定) 時期
57	日本 9基	東海発電所	1966/07/25～1998/03/31	166MW	GCR	即時解体	解体中	2017年
58		「ふげん」	1979/03/20～2003/03/29	165MW	HWLWR	即時解体	解体中	2033年
59		浜岡発電所1号機	1976/03/17～2009/01/30	540MW	BWR	即時解体	解体準備中	2036年
60		浜岡発電所2号機	1987/11/29～2009/01/30	840MW	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
61		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
62		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
63		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
64		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
65	カザフスタン	BN-350	1973/07/16～1999/04/22	90MW	FBR	安全貯蔵	廃止措置計画準備中	2075年頃
66	リトアニア	イグナリア-1	1983/12/31～2004/12/31	1300MW	LWGR	未定	運転停止	未定
67		イグナリア-2	1987/08/20～2009/12/31	1300MW	LWGR	未定	運転停止	未定
68	オランダ	ドーテハルト	1969/03/26～1997/03/26	60MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2045年以降
69		ペロヤルスク-1	1964/04/26～1983/01/01	108MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中	不明
70	ロシア	ペロヤルスク-2	1969/12/01～1990/01/01	160MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中	不明
71		ノボボロネジ-1	1964/12/31～1984/02/16	210MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵終了し解体中	不明
72		ノボボロネジ-2	1970/04/14～1990/08/29	365MW	PWR	安全貯蔵	燃料撤去後博物館化された。	不明
73		オブニンスク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
74		ボフニチュエ-A1	1972/12/25～1977/02/22	143MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2057年頃
75		スロバキア	ボフニチュエ-V1-1	1980/04/01～2006/12/31	440MW	PWR	即時解体	安全貯蔵準備中
76	スペイン	ボフニチュエ-V1-2	1981/01/01～2008/12/31	440MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2028年以降
77		バンドロス-1	1972/05/06～1989/10/19	500MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	不明
78	スウェーデン	ホセ・カブレラ-1	1968/07/14～2006/04/30	150MW	PWR	安全貯蔵	廃止措置準備中	不明
79		サンタマリアデルガローニャ	1971/03/02～2013/07/31	466MW	BWR	未定	未定	未定
80	スウェーデン	オゲスタ	1964/05/01～1974/06/02	10MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中	2040年頃
81		パーセベック-1	1975/07/01～1999/11/30	615MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (SFR-2処分場開設待)	2020年頃解体開始
82	スイス	パーセベック-2	1977/03/21～2005/05/31	615MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (2045年まで)	解体、敷地除染修復 (2046～2065年)
83		ルーセン	1968/01/29～1969/01/21	6MW	HWGCR	安全貯蔵後	解体しサイト解放済	1994年完了
84		チュエルノブイル-1	1978/05/27～1996/11/30	1000MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (2045年まで)	2074年まで安全貯蔵 後解体
85		ウクライナ	チュエルノブイル-2	1978/05/28～1991/10/11	1000MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中 (2045年まで)
86	イギリス 29基	チュエルノブイル-3	1982/08/27～2000/12/15	1000MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2015年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
87		チュエルノブイル-4	1984/03/26～1986/04/26	1000MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2026年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
88	イギリス 29基	バークレ-1	1962/06/12～1989/03/31	166MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2013年)	2074年まで安全貯蔵 後解体
89		バークレ-2	1962/10/20～1988/10/26	166MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2015年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
90	イギリス 29基	ブラッドウェル-1	1962/07/01～2002/03/31	146MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2015年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
91		ブラッドウェル-2	1962/11/12～2002/03/30	146MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2015年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
92		コールドワーホール-1	1956/10/01～2003/03/31	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2026年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
93		コールドワーホール-2	1957/02/01～2003/03/31	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2026年)	80年の安全貯蔵期間 後解体

No.	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 現況	廃止措置完了 (予定) 時期
94	イギリス 29基	コールダーホール-3	1958/05/01～2003/03/31	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2006年～2026年)	80年の安全貯蔵期間 後解体
95		コールダーホール-4	1959/04/01～2003/03/31	60MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (1995年～2016年)	65年間(2011年まで) 安全貯蔵後解体
96		ハンターストン-A1	1964/02/05～1990/03/30	173MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2004年～2014年)	80年間(2005年まで) 安全貯蔵後解体
97		ハンターストン-A2	1964/07/01～1989/12/31	173MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2013年～2027年)	2101年終了予定
98		ヒンクレーポイント-A1	1965/03/30～2000/05/23	267MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (1995年～2012年)	2088年まで安全貯蔵 後解体
99		ヒンクレーポイント-A2	1965/05/05～2000/05/23	267MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2009年～2017年)	2102年まで安全貯蔵 後解体
100		オールドベリ- A1	1967/11/07～2012/02/29	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2009年～2017年)	2102年まで安全貯蔵 後解体
101		オールドベリ- A2	1968/04/06～2011/06/30	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2009年～2017年)	2102年まで安全貯蔵 後解体
102		トロースフイニッド-1	1965/03/24～1991/02/06	23.6MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2011年～2018年)	2116年まで安全貯蔵 後解体、2128年にサ イト解放予定
103		トロースフイニッド-2	1965/03/24～1991/02/04	23.6MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備中 (2011年～2018年)	2101年終了予定
104		サイズウェル-A1	1966/03/25～2006/12/31	245MW	GCR	即時解体	2024年	
105		サイズウェル-A2	1966/09/15～2006/12/31	245MW	GCR	即時解体	2024年	
106		ダンジネス-A1	1965/10/28～2006/12/31	230MW	GCR	即時解体	2024年	
107		ダンジネス-A2	1965/12/30～2006/12/31	230MW	GCR	即時解体	2024年	
108		チャペルクロス-1	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	2024年	
109		チャペルクロス-2	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	2024年	
110		チャペルクロス-3	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	2024年	
111	チャペルクロス-4	1959/03/01～2004/06/29	60MW	GCR	即時解体	2024年		
112	ウイルファ-2	1971/6/21～2012/04/25	550MW	GCR	即時解体	2024年		
113	ドンレー DFR	1962/10/01～1977/03/01	14MW	FBR	即時解体	2024年		
114	ドンレー PFR	1976/07/01～1994/03/31	250MW	FBR	即時解体	2024年		
115	ウインズケールWAGR	1963/02/01～1981/04/03	36MW	GCR	即時解体	2024年		
116	ウインフリスSGHWR	1968/01/01～1990/09/11	100MW	HWLWR	即時解体	2024年		
117	ビッグロックポイント	1965/11/01～1997/08/29	71MW	BWR	即時解体	2024年		
118	GE/バレストス	1957/10/19～1963/12/09	24MW	BWR	即時解体	2024年		
119	クリスタルリバー-3	1977/03/13～2013/02/05	890MW	PWR	即時解体	2024年		
120	CVTR	1963/12/18～1967/01/01	19MW	HWLWR	即時解体	2024年		
121	ドレズデン-1	1960/07/04～1978/10/31	207MW	BWR	即時解体	2024年		
122	エルクリバー	1964/07/01～1968/02/01	24MW	BWR	即時解体	2024年		
123	エンリコ・フェルミ-1	1966/08/05～1972/09/22	65MW	FBR	即時解体	2024年		
124	EBR-II	1965/01/01～1994/09/01	20MW	FBR	即時解体	2024年		
125	ハンフォードN原子炉	1966/04/01～1988/02/01	860MW	LWGR	即時解体	2024年		
126	フォート・セント・ブレイン	1979/07/01～1989/08/29	342MW	HTGR	即時解体	2024年		
127	ハダムネック (C・Y)	1968/01/01～1996/12/05	603MW	PWR	即時解体	2024年		
128	ハウラム	1963/11/01～1964/09/01	84MW	その他	即時解体	2024年		
129	フンボルト・ペイ-3	1963/08/01～1976/07/02	65MW	BWR	即時解体	2024年		
130	インデアン・ポイント-1	1962/10/01～1974/10/31	277MW	PWR	即時解体	2024年		

No.	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
131	アメリカ 35基	ラクロス	1969/11/07～1987/04/30	53MW	BWR	安全貯蔵	解体予定	2026年完了予定
132		メイソンのヤンキー	1972/12/28～1997/08/01	900MW	PWR	即時解体	サイト解放済	2005年完了
133		ミルズトン-1	1971/03/01～1998/07/01	684MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
134		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	2007年完了
135		ピーチボトム-1	1967/06/01～1974/11/01	42MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2034年以降予定
136		ピッカー	1963/11/01～1966/01/01	12MW	その他	遮へい、隔離	隔離中 (放射能減衰に120年以上)	1969年完了
137		プエルトリコポナーナス	1965/09/01～1968/06/01	18MW	BWR	遮へい、隔離	隔離中 (放射能減衰に120年以上)	1970年完了
138		ランチョセコ-1	1975/04/17～1989/06/07	917MW	PWR	即時解体	許認可解除 (建物残存)	2009年完了
139		サンオンフレ-1	1968/01/01～1992/11/30	456MW	PWR	即時解体	解体中	2030年完了予定
140		サンオンフレ-2	1982/09/20～2013/06/12	1127MW	PWR	未定	未定	未定
141		サンオンフレ-3	1983/09/25～2013/06/13	1128MW	PWR	未定	未定	未定
142		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
143		シヨ-ハム	運転開始しないで閉鎖	880MW	BWR	即時解体	解体済	1995年完了
144		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
145		トロ-ジャン	1976/05/20～1992/11/09	1155MW	PWR	即時解体	サイト解放済	2005年完了
146	ヤンキーロー	1961/07/01～1991/10/01	180MW	PWR	即時解体	サイト解放済	2007年完了	
147	ザイオン-1	1973/12/31～1998/02/13	1085MW	PWR	安全貯蔵後	解体中	2020年完了予定	
148	ザイオン-2	1973/12/31～1998/02/13	1085MW	PWR	安全貯蔵	サイト解放済	2005年完了	
149	サクストン	1967/03/01～1972/05/01	3MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵 (C&M) 準備	2073年完了予定	
150	キーウオーニー	1974/06/16～2013/05/07	595MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵 (C&M) 準備	2073年完了予定	
151	バーモントヤンキー	1972/09/20～2014/10頃	635MW	BWR	未定	未定	未定	



1号機は建屋撤去
①跡地、②ISFS

←サンオンフレ1、2、3号機(アメリカ)

↑バーモントヤンキー発電所(アメリカ)

委員会等参加報告

前報告から平成25年9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
原子力デコミッショニング研究会	日台原子力デコミッショニングセミナー	澁谷 進	6月17日 ～21日
原子力デコミッショニング研究会	平成25年度第3回研究会	澁谷 進	6月28日
産業環境管理協会	土壌汚染に関する講演会	泉田 龍男	7月19日
原子力デコミッショニング研究会	平成25年度第4回研究会	澁谷 進	7月19日
原子力安全基盤機構	廃棄確認技術検討会	泉田 龍男	9月26日
原子力デコミッショニング研究会	平成25年度第5回研究会	澁谷 進	9月27日

総務部から

1. 協力協定の締結

- ①平成25年9月17日、一般財団法人日本クリーン環境推進機構（JCEP）と協力協定を締結しました。
- ②平成25年9月18日、公益財団法人リバーフロント研究所と協力協定を締結しました。

2. 組織名の変更について

- ・平成25年10月1日、「物流システム事業準備室」を「廃棄物処理事業推進部」と変更しました。

©RANDECニュース 第95号

発行日：平成25年11月25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。