

RANDEC

July, 2017 No. 106

ニュース

(公財) 原子力バックエンド推進センター



埋設処分事業に向けた取組

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

埋設事業センター長 北嶋 卓史

日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）の改革時（2015年4月）に組織が再編され、施設の廃止措置から放射性廃棄物の処理処分、さらには埋設処分事業までの業務を一貫して担当するバックエンド研究開発部門が設置された。埋設処分事業については、廃棄物対策・埋設処分事業統括部に置かれた。本年4月、バックエンド研究開発部門他の再編が行われ、これまで以上に合理的で効率的な事業展開を図るために埋設事業センターが設置された。埋設処分事業は、埋設事業センターに置かれ、今後、埋設処分事業の立地選定を進めるに当たり、「埋設」を冠した組織を掲げることとなった。これは、立地推進に向けた原子力機構役職員の強い意思、「覚悟」の表れであり、埋設処分事業を担当するものとしては、臆然立つとの決意を抱いている。

しかしながら、一般社会における埋設処分事業に対する理解は十分と言える状況ではない。研究施設等廃棄物は、我が国の基幹電源である原子力エネルギーを有効利用するための基盤技術開発、経済産業構造のイノベーションを担う研究開発活動、放射線治療などの

医療活動等から発生するものであり、これらの活動を継続するためにも負の遺産となっている廃棄物を処分することが必要である。国民に対して、有益となるための研究開発や医療活動の結果として発生する廃棄物であることから、この成果を享受する方々に広く関心を寄せていただくことは埋設処分事業を推進するための力強いドライビングフォースとなる。今後とも、その方面の活動を強化する所存である。

埋設処分事業は管理期間が300年にもわたる歴史的な事業である。その端緒において、我々が幾多の苦勞を重ねた姿が後世の目にどのように映るか。後世に胸を張れるような業績を残したい。その意味において、今日の厳しい埋設処分事業を取り巻く環境やそれによる苦勞は、些細なことであり、むしろ嬉々として乗り越えていくべき試練なのかもしれない。

埋設処分事業は原子力機構が事業主体であるが、RANDECによる集荷、処理、輸送の事業と併せて成しえるものであり、今後のRANDECのさらなる連携・協力をお願いしたい。

RANDEC ニュース目次

第106号（平成29年7月）

巻頭言 埋設処分事業に向けた取組

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 埋設事業センター長 北嶋 卓史

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. 野外での地表放射線精密測定における位置観測について.....	2
	立地推進部 石堂 昭夫
2. ロシア原子炉区画陸上保管施設建設協力事業に関する事後評価業務の実施.....	6
	企画部 五十嵐 幸
3. 日台原子力廃炉技術ワークショップに参加して.....	9
	専務理事 澁谷 進
4. 受託研究「バックエンド技術の推進方策検討に係る調査研究」報告書が学会 HP へ掲載.....	11
	企画部 金田 健一郎
5. 除染に関する日韓技術交流会.....	12
	廃棄物処理事業推進部 鈴木 康夫

外部機関の活動状況の紹介

1. 放射線可視化カメラ「ガンマ・キャッチャー」の測定事例.....	13
	株式会社 千代田テクノル 原子力事業本部 小澤 慎吾
2. タングステン細線を用いたフェルト材料.....	16
	パナソニック ライティングデバイス株式会社 松本 匡弘

海外技術情報

1. 経験を踏まえた廃止措置計画立案の重要性.....	18
	企画部 板橋 靖

2. 欧州における廃止措置産業の展望	21
	専務理事 澁谷 進
3. フェニックス原子力発電所の運転停止時及び廃止措置時の安全性と規制について.....	25
	東海事務所 榎戸 裕二
4. チェルノブイリの新安全閉じ込め構造物 (NSC)	29
	廃棄物処理事業推進部 泉田 龍男
世界の原子力発電所の廃止措置最新情報	33
	東海事務所 榎戸 裕二
その他	
・委員会等参加報告	38
・総務部から (人事異動)	38
・ご案内 (「第 30 回 原子力施設デコミッショニング技術講座」 及び「第 29 回 報告と講演の会」)	40

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

当センターでは、今般、以下のとおり理事会及び評議員会が開催されましたので報告します。

(1) 第 13 回理事会が、平成 29 年 3 月 16 日 (木) に当センターにおいて開催され、①平成 29 年度事業計画について、②平成 29 年度予算について、③平成 29 年度特定寄附金に係る募金目論見書について審議され、原案どおり承認されました。

佐藤 克哉 (再任、非常勤)
成田 睦夫 (新任、非常勤)
古屋 廣高 (再任、非常勤)
三橋 偉司 (再任、非常勤)
峯 雅夫 (新任、非常勤)

(理事)

(2) 第 14 回理事会が平成 29 年 6 月 1 日 (木) に当センターにおいて開催され、①平成 28 年度事業報告、②平成 28 年度決算報告、③平成 28 年度内閣府定期報告、④役員報酬の改訂、⑤第 9 回評議員会の開催、⑥新理事、新評議員、新監事候補者の推薦について審議され、原案どおり承認されました。

安食 和英 (新任、非常勤)
尾野 昌之 (再任、非常勤)
神田 正明 (新任、非常勤)
菊池 三郎 (再任、常勤)
澁谷 進 (再任、常勤)
多田 伸雄 (再任、非常勤)
丹沢 富雄 (再任、非常勤)
鳥居 和敬 (新任、非常勤)

(3) 第 9 回評議員会が平成 29 年 6 月 20 日 (火) に当センターにおいて開催され、①平成 28 年度事業報告、②平成 28 年度決算報告、③新理事、新評議員、新監事の選任について審議され、原案どおり承認されました。新理事、新評議員、新監事は、次のとおりです。

(監事)

(評議員)

池田 泰久 (再任、非常勤)
石村 毅 (新任、非常勤)
今村 聡 (新任、非常勤)
小野田 聡 (再任、非常勤)
勝村 庸介 (再任、非常勤)

川島 祥樹 (再任、非常勤)
柳澤 信一郎 (新任、非常勤)

(4) 第 15 回理事会が、平成 29 年 6 月 20 日 (火) の第 9 回評議員会終了後に新理事による決議省略の方法で開催され、①代表理事(理事長)及び業務執行理事(専務理事)選定の件、②役員報酬について審議され、原案どおり承認され、菊池 三郎理事が代表理事に、澁谷 進理事が専務理事に選定されました。

RANDEC の事業・活動に関する近況報告

1. 野外での地表放射線精密測定における位置観測について

立地推進部 石堂 昭夫

今年 2 月、帰還困難区域内のある駅前駐車場での地表放射線精密測定作業を日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）から当センターが受託した。この業務は、その駐車場敷地内に 20 m × 20 m の正方形の測定エリアを設定し、原子力機構が所有する可搬型ゲルマニウム検出器を使用して、このエリア内で 1 m 間隔の計 400 点の測定点について、地表から 261 mm にセンサー表面を置いた状態で γ 線のスペクトルを測定するものであった。精密な測定を密に行うというこの作業には、位置の再現性は重要な要素であると考えられた。 γ 線の精密測定の結果は原子力機構が整理中であるので、ここではそれら測定点の位置観測の問題点等について報告する。

1. 調査対象エリア

指定されている調査対象場所はある公営駐車場で、この駐車場は南北に延びる JR の線路に沿っており、敷地は、南北方向ともに約 40 m、南辺は約 25 m、北辺は南辺より 2 m 長い。この四辺形は、南北軸が全体的にやや西側に振れている上辺がやや長い面積約 1050 m² の平行四辺形である。

この敷地内の南よりに 4 台の自動車が放置状態にあり、そのほか、アスファルト舗装の亀裂から芽吹いた雑草のコロニーが周辺や中央部数カ所に散在している。また、敷地北東隅に空間線量計が設置されており、期間中の線量は 1.6 μ Sv/h 前後であった。

南側にある放置車両や北側にある大きな雑草コロニーを避けて辺 20 m の正方形エリアを設定しようとするあまり自由度はなく、原子力機構とも相談の上、駐車場の形状にほぼ沿うように測定エリア（以下、「エリア」という）が設定された。

エリアの南西隅を測定原点に定め、真方位に対しほぼ南北方向の線上で、原点から巻尺上の 20 m 地点に北西隅を定め、更に定まっ

た西辺に対し 90°方位線上の 20 m 地点を北東隅、同様に南東隅を設定した。定めた四辺の 2 つの対角隅の長さをはかり、ほぼ同一であることを確認して 4 隅を確定させた。良好なエリアの確保という現実を優先したため、その南北軸は観測による真北ではなく「ほぼ真北」であるに止まる。

2. 測地系と日本経緯度原点

ここで測定原点の測位が必要となってくる。原子力機構が示した測位精度に関する仕様では、経緯度表示で誤差 ± 2 m 以内ということであった。

地球は回転楕円体であるから、その表面のある点の位置は経緯度で表現すれば良い。さらに、地球表面の複数の点が形成するある形状を表現しようとする、地表の凹凸をしかるべき標準的な球体表面に投影する必要がある。この仮想的な球体は、当然のことながら地球上全ての国において共通したものであることが要求される。現在この球体モデルは「GRS80 楕円体」、我が国では「準拠楕円体」と称されている。この準拠楕円体の中心

は地球の重心と一致するようになっており、GPS 観測などによる地球上の座標すなわち位置はこの準拠楕円体表面に投影された経緯度として表示されるようになっている。これを世界測地系という。

ところで、当センターのある虎ノ門の交差点から桜田通りを横浜方面へ南に 1.4 km で、東京タワー近くの飯倉の交差点、この交差点を六本木方面右へ曲がってすぐ左にロシア大使館がある。ロシア大使館手前の小道を左に折れ坂を上って 200 m ほどでアフガニスタン大使館に行き止まる。この大使館右手前にちょっとした公園のような空き地があるが、ここが「日本経緯度原点」と呼ばれる国内の測量の基準点を示す十字が刻まれた丸い金属標が埋め込まれた花崗岩の石板が設置されている場所である（図 1）。



図 1 日本経緯度原点

(赤矢印)：二枚の黒色石板の中央に置かれている金属円盤中央の十字交点の中心が原点。周辺に見える三つの金属標は三脚の足場用か？基礎の磨き花崗岩に東京タワーが映り込んでいる。

かつて日本国内の全ての位置はここを原点として測量されていた。平成 13 年、我が国は独自の日本測地系から前に述べた世界測地系に移行したが、その時この原点の座標は世界測地系での座標として観測し直され再定義されている。

現在、この日本経緯度原点の位置は、

経度 $139^{\circ}44'28''8869$ (138.74135747°)

緯度 $35^{\circ}39'29''1572$ (35.65809922°)

と測量法施行令に定められている。この数値は、平成 23 年 10 月 21 日に再定義されたものである。

この変更は、この年の 3 月 11 日に起きたあの東北地方太平洋沖地震に起因する。東日本を中心に大きな地殻変動が発生し、この日本経緯度原点そのものが、世界測地系において 0.011 秒、距離にして 277 mm だけ東にずれた。

しかし、経緯度という表現は世界に普遍的という大きな利点はあるが、例えば点間の距離や形状のサイズなどを容易にイメージすることは困難である。こういうこともあってか、我が国では、例えば県レベルで実施される公共工事などで使用されているのが平面直角座標系である。その名の通り、平面に投影された直角座標系で、離島を含めた全土を 19 の系に分割し、それぞれの系 I~XIX について原点を定め、その原点からの m 単位の直角座標上の X と Y の距離で位置を表現する。経緯度と、m を単位とした平面直角座標系はお互いに変換可能である。

エリアがある福島県は平面直角座標系においては、神奈川を南限、福島を北限とする首都近県一帯を含む第 IX 系に属し、この系内での座標系が使用される。第 IX 系の座標原点は

東経 $139^{\circ}50'0''0000$

北緯 $36^{\circ}00'0''0000$

とされている。この地点は、千葉カントリー川間コース 27 ホールの南コース第 7 ホールラフと左側池との間にある。仮想の原点であるから目印があるわけではない。

3. GPS と GNSS 測量

現在では、GPS という言葉が当たり前になっているが、元々はアメリカによる航空機・船舶の後方支援用として開発され、運用され

ている Global Positioning System というシステムの略語であった。

主要国は類似のシステムを運用しているので、これらの衛星による測位システムを総称する語として GNSS (Global Navigation Satellite System) が使用されており、2011年からは正式名称として GNSS 測量と呼ばれている。従来、測量といえば三角点を使用する三角測量などが一般的であるが、最近では GPS を利用した測量が多くなっている。今回のような場合は、費用と精度の観点から GNSS 測量が最適であると考えた。

4. 測定エリア原点の測量

測量測位が専門ではない企業が GNSS 測量を行うのであれば、GNSS 観測機器をレンタルして使うことが可能である。数 mm から数 m 精度のものまで、予算と精度に応じて様々なシステムを利用することができる。今回使用したのは、DGPS という方式の機器で、観測したい位置での観測値を、既存で位置のわかっているポイントでの同時位置観測の結果との差分で修正するという方式で、1 m 前後の精度を有するというものであった。GPS アンテナと受信機本体、専用アプリ、そのアプリ用の携帯 PC とそれらの接続ケーブル一式をレンタルした。

観測値 (世界測地系経緯度) は十進形式で専用携帯 PC に格納される。こうした原データは、そのままの形式ではそのゆらぎ等を距離の次元として把握しにくいので、前述のメートル単位の平面直角座標系に変換した。

図 2 に、観測の 1 例として原点の座標を、1 秒毎に 100 回観測した結果を平面直角座標系に変換し、その XY 平均値を座標原点としてプロットしたものを示す。

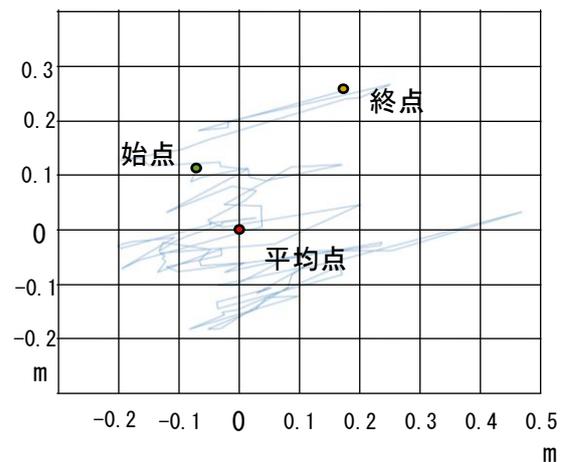


図 2 測位点の遷移

始点から終点まで 100 点のデータは、南北方向は -20 cm ~ 30 cm、東西方向は -20 cm ~ 50 cm の範囲で、時間と共に特定の方向に遷移していく傾向が明らかである。ある範囲には収まっているものの、二項分布などとはほど遠い分布となっている。

エリア座標の確定という点からすれば、原点座標の確定と同時に、西辺の方位角確定のため、少なくとも北西隅の座標の確定が必要である。上述のように、時間とともにある方向に遷移する傾向がある場合、複数の観測点それぞれに受信機を置いた同時観測を実施するならともかく、1 台での逐次的な観測では、数十 cm の誤差を覚悟せねばならず、そのデータをもとに、エリアの再現することはやはり問題であろう。

念のため、原点以外の三隅についても同様の GPS 測量を行い、これら四隅の測位に基づけば、設定した調査エリアは、その西辺は 2.3° 西に振れ、長さは 20 m に対し 50 cm 弱短いとの結果になる。実際は巻尺で 20 m を慎重に計測しているので、そのはずはなく、この GPS 測量システムの限界を示すものと考えられるべきであろう。

5. Google Earth と GOS 測量

Google Earth は、日本全土について、公開されている通常の航空写真に比べてもかなり詳細な画像サービスを提供しており、経緯度を入力すれば、そのポイントを画像上に落とすことができるようになっている。この機能を利用して、今回 GPS 測量によって得られた四隅の位置情報を Google Earth に落とした結果を図 3 に示す。

エリアの原点は、その中の西から 2 台目の白い軽ワゴンのすぐ近くに設定されたので、この車との位置関係から原点の位置を画像上に目視で(おそらく直径 30 cm 以内の精度で)同定することが可能である。

そのようにして同定した原点位置と、その原点を含む真北に沿う 20 m 正方形の調査エリア(図中)、さらに、GPS 測量で得た 4 隅 4 点の位置(図中 ■)を示す。



図 3 GPS と画像上目視によるエリア

画像上で同定した原点は、すぐ側の車や他の物象との見通し線や位置関係からかなり正

確に再現できていると考えているが、この図から見て取れるように、GPS 測量から得た原点座標は、画像上で同定した原点に比べほぼ西に 0.8 m 程度ずれている。GPS によるその他の 3 点も同じ様にずれているので、この差違は原点の測量だけの問題ではない可能性もあろう。

6. 位置の測定

今回の受託作業では、測定原点や他の三隅のポイントにいかなる痕跡も残さないということであったので、後に再現が必要となる場合に備え DGPS 方式の測位結果をメインとして、四隅の壁や柱など周囲の明確な物象からの距離データも併せて付して報告した。

今回の受託業務では、貸与された可搬型ゲルマニウム検出器が非常に重く高額かつセンサーに衝撃を与えるためわずかな衝撃も許されないこと、センサーの冷却に不可欠なバッテリーの寿命、宿泊場所と現場との距離と作業時間、雨天不可の天候、荒れた表面での測定点の位置決めの問題など様々な制約があったが、印象的であったのは GPS 測位と γ 線測定のシステムであった。

双方ともに、システムの核となる機器は、センサーであった。可搬型ゲルマニウム検出器に至っては高圧回路と冷却回路だけであり、それらの制御やそこで獲得されたデータの収納加工は双方とも PC に入っている専用アプリによってなされている。つまり手元のスマホはもはやコンピュータであるから、これに様々なセンサーを繋げばたちまち精密な測定器・観測器に早変わりしてしまう。もはやそのような時代に入っていることが実感できた受託業務であった。

2. ロシア原子炉区画陸上保管施設建設協力事業に関する 事後評価業務の実施

企画部 五十嵐 幸

表題の協力事業は、ロシア退役原潜解体事業「希望の星」^{注)}などで解体され、海上保管されている原子炉区画と前後の浮体区画を含む3原子炉区画ユニット(3RU)をロシアが建設した陸上保管施設に保管するために必要な機材の供与に関する事業である。供与した機材は、3RUを陸揚げし、安全な陸上保管を進めるための浮きドック、タグボート、クレーンである。当センターはこの機材供与に係る事後評価業務を日露非核化協力委員会技術事務局から受託し、実施したので概要を報告する。

1. 経緯

1992年のミュンヘンサミットにおいて、G7は冷戦終結後に残された”核遺産”と呼ばれる旧ソ連の核兵器関連遺産の廃棄を協力して進めることを決定した。日本は1993年ロシアと協定を結び、退役原潜から発生する放射性液体廃棄物の海洋投棄を中止させるため、低レベル液体放射性廃棄物処理施設「すずらん」の供与を行うこととし、2001年に供与した。これは現在もボリショイカーメニ市のズベズダ造船所の一角にある。

一方、退役原潜はロシア全体で約250隻あり、その内の約70隻は日本海に面したウラジオストックやカムチャツカの港湾に係留されていた。中には核燃料を装荷したままの原潜もあり、環境への影響やテロの対象となることの危険性が考慮され、早急な解体と安全な保管が求められた。2002年のG8カナダのカナナスキサミットではこの状態を解消するため、G8諸国をはじめとする国際社会が協力して、退役原潜の解体を進めることになった。

日本もこの事業に協力した。これは「希望の星」と呼ばれる退役原潜解体協力事業である。この事業は2003年から開始され、2010年までに計6隻の退役原潜がズベズダ造船所において解体された。ロシアはその後も原潜解体を継続した。

解体作業では燃料撤去後の原潜を3分割して前後はスクラップとして売却し、残る原子炉部は、その前後の浮体区画を含む3原子炉区画ユニット(3RU)として海上保管されていた。図1に原潜の3分割方法を示す。

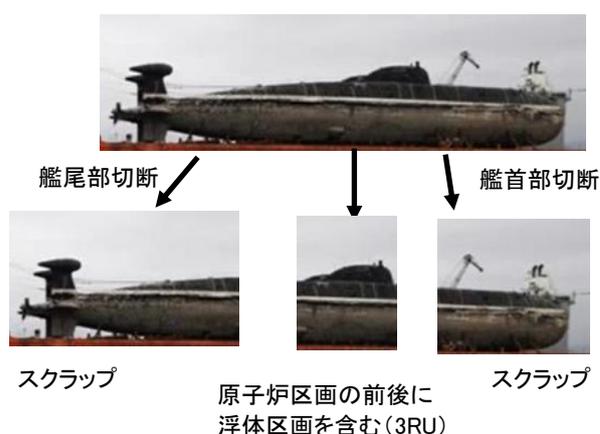


図1 ロシア原潜の3分割方法

注)「希望の星」事後評価の実施については、RANDEC ニュース、No. 99号(2015年2月)に報告。

ロシア極東ラズボイニク湾に海上保管された状態の3RUを図2に示す。ここには約50基の3RUが海上保管されていた。3RUは、直径約10m、長さ約30m、重さ約1800tである。しかし、海上保管には海水による腐食や荒天による衝突などでの破損の懸念があり、安全かつ安定な陸上保管が望まれていた。陸上保管施設は、海上保管場所近くの陸側に設置された。施設の場所を図3に示す。



図2 3RUの海上保管状況(2016年8月)



図3 陸上保管施設の場所

ロシア政府は、陸上保管作業に必要な3機材の供与を日本政府に要請し、日本政府は供与を決定した。この事業は「ロシア原子炉区画陸上保管施設建設協力事業」(以下、本事業)と呼ばれ、3RUを陸揚げし、前後の浮体を撤去して原子炉区画を陸上保管に移行するために必要な機材を供与するものである。

2. 本事業の概要

本事業で供与された機材は、海上保管されている3RUの陸揚げに必要な浮きドック、タグボート、そして、陸揚げ後に前後の浮体区画を切り離す作業に使用するクレーンの3機材である。図4に供与した機材を愛称とともに示す。



タグボート(すみれ)



浮きドック(さくら)



ジブクレーン

図4 供与した3機材 (カッコ内は愛称)

本事業は、2009年5月に事業が開始され、2012年5月に陸上保管施設を管理する国営単一企業「ロスラオ社」へ全ての機材を引渡すことで完了した。

3. 事後評価

事後評価では、まず、文献調査によって陸上保管事業に関する全体状況を把握した。次に、現地を訪問して、陸上保管施設の状況、供与した機材の稼働状況、3RUの解体現場、原子炉区画の陸上保管状況、等の視察を行った。また、文献調査では明らかにならなかった情報については事前に作成し送付した質問票を用い、現地での質疑応答を通して評価に必要な情報の収集を行った。浮きドックとタグボートについては、乗船し、ロシアの実務者との質疑を行って3機材の稼働状況把握を行った。現地調査では、陸上保管の責任者が同行したので、現状についての詳細な説明を受けることが出来た。

事後評価は、日本の政府開発援助事業の評価で採用している下記の評価項目と評価基準に基づいて行った。

- ・妥当性：両国政府毎の計画と整合しているか
 - ・有効性：安全に運用され、政府が目的とした計画の達成に寄与しているか
 - ・効率性：本事業は効率的に進められたか
 - ・インパクト：本事業が関係分野に良い影響を及ぼしているか
 - ・自立発展性：自立的な計画遂行出来るか
- 本事後評価によって、ロシアでは日本の提供した3機材が非常に効果的に利用されており、その結果、ロシアの核遺産問題の解消に役立つとともに、日本海周辺の安全向上が進んでいることを確認することが出来た。

2016年8月時点における原子炉区画の陸上保管状況を図5に示す。原潜への補給を任

務とする原子力技術支援船の原子炉区画2隻分と原潜の原子炉区画14隻分が保管されていた。

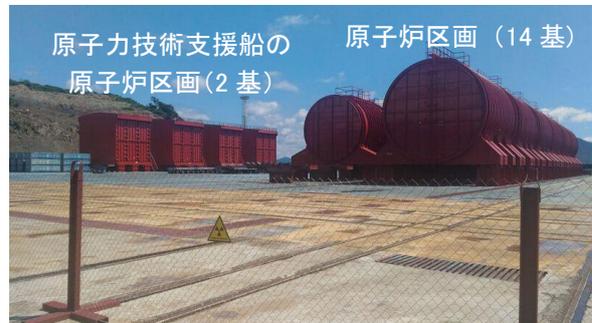


図5 陸上保管の状況（2016年8月）

4. 沿海地方の点描

今回の調査場所はウラジオストックを中心とする沿海地方である。陸上保管施設の直近の市はフォキノ市であり、そこは軍港があるため、近年まで封鎖都市であった。ウラジオストックは陸上保管施設から見てウスリースキー湾の対岸方向にあり、移動には車で約3時間を要した。道路の舗装はひどく荒れており、運転手は「道路の穴の予知と回避能力が必要」と話していた。路肩には暖房用の天然ガス配管らしきパイプが設置されていた。また、様々な大きさのダッチャも散在していた。ガソリン価格はおよそ70円/Lと安価である。ラズボイニク湾近辺の海は水が澄んでおり、空気もきれいであるが、高い木々が少なく、日本でいえば下北半島の風景に似ていた。

ウラジオストックは「日本から最も近い西洋」として人気の都市である。人口は約60万であるが、街中の交通渋滞は激しい。食べ物は海産物が豊富で日本人にも馴染みの食事が摂れる。

報告書（要約版）が、日露非核化協力委員会から公開されています。

3. 日台原子力廃炉技術ワークショップに参加して

専務理事 澁谷 進

昨年(2019年)の11月21日から24日にかけて、台湾において「日台原子力廃炉技術ワークショップ」が開催された。廃止措置に関する日台の会合としては、3年前のセミナー¹⁾に続き2度目の開催となる。台湾行政院原子能委員会(AEC)からのワークショップ開催の要請に、前回と同様に民間の自主研究団体である原子力デコミッションング研究会(ANDES)²⁾が応えるかたちで、開催された。日台の交流が再び実現したことは誠に嬉しい。

反面で、台湾では、昨年初めに、国民党馬政権から脱原子力を掲げる民進党蔡政権への交代があり、原子力自体にとっては、最悪の成り行きとなった。台湾における原子力利用開発のこれまでの実績を知る者としては、東京電力福島第一原子力発電所の事故後、日本の反原子力派の台湾での根拠のない乱暴な言動が、台湾の原子力政策に少なからずの影響を及ぼしたと思うと、遺憾の念を禁じ得ない。前政権では、竜門発電所の建設凍結と運転40年を超える発電炉の廃止措置が決定されていたが、現政権はそれらを踏襲するにとどまらず、電気事業法を改正、2025年までにすべての発電炉の運転を終了し、風力を中心とする再生可能エネルギーで代替するとした。

このような状況の中での開催であったが、今回の交流では、主催元の行政院原子能委員会における廃炉技術ワークショップのほか、第2原子力発電所(國聖)と第1原子力発電所(金山)での視察と討議、さらに、台湾電力本社での討論会と充実したプログラムが企

画され、日台双方にとって実り多きものになった。特に、限られた時間ではあったが、現地の発電所の技術者との議論の場を持てたことは大きな収穫であった。

ANDESからは、石川会長を始め、主査、会員企業、事務局を含め総勢16名が参加した。ワークショップでは、石川会長の開会挨拶に続き、日本の廃止措置の現状、規制、廃棄物の処理処分と一連の発表の後、台湾側のリクエストにより日本における情報公開や対外対応の実情について報告した。さらに、今回は、ANDES会員企業から廃止措置関連の保有技術や技術開発状況を紹介するとともに、ポスターセッションの場も設けた。企業紹介も含め、日本からの発表は、これまでの知見・経験、実績に基づく具体的な内容を多く盛り込んでおり、台湾側の熱意に十分に答えられたものと自負している。

台湾側の参加者は、AEC、台湾電力、核能情報センター、精華大学、工業技術研究院、その他関連企業などから、前回セミナーの2.5倍を上回る200名超となり、廃止措置に対する関心と切実さを感じた(写真1)。



写真1 ワークショップ会場の様子

1) RANDEC ニュース、No. 96 (2014年2月)。

2) 平成9年に発足した、わが国で唯一の廃止措置に関する民間の自主研究機関(任意団体、会長:石川迪夫、事務局長:佐藤忠道)で、廃止措置に関心を寄せる産学の企業・団体の会員からなる。平成29年度(4月現在)の会員数は、64法人(82名)、HP:<http://decomiken.org/aboutus/index.html>

また、ワークショップは公開で行われ、参加者の中には台湾で著名な反原子力団体の会長もいて、自然現象に対する安全性や埋設サイトの地質調査などに関して真摯に質問していた。日頃、反原子力派との接触の機会などあまりないであろう ANDES の若いメンバーにとっては大変印象深かったようである。

ワークショップ翌日は、場所を金山発電所と國聖発電所（PR 館）に、また、最終日は台湾電力本社に移して、台湾における廃棄物の処分や使用済燃料の処置を含めて、2025年の全プラント運転終了と廃止措置に向けた方針や制度整備、恒久停止が目前に迫った金山1号機の準備状況などの紹介と討議が行われた（写真2）。



写真2 金山発電所での討議の様子

これらの交流を通して、台湾流廃止措置の枠組みの概要を把握することができたが、日本に比べるとかなり明快感（反面、柔軟性に欠ける？）があるとの印象を持ったのは筆者だけではないと思う。例えば、廃止措置計画書の審査工程が明確に示されていること、廃止措置期間25年間（規制要求）での段階的
工程において実施すべき作業が規定されているところなどに現れている。使用済燃料の処置や廃棄物の処分については、現時点では厳しい状況にあるのは日本と同様ではあるが、当面の解決策としてサイト内での乾式貯蔵や保管（と集中中間貯蔵）を打ち出している（写

真3）。これらの策が進めば、最終処分やクリアランスの課題はさておき、施設の解体撤去自体は着実に遂行できることになろう。恒久停止からの移行期間8年、解体撤去に12年、最終状態の確認3年、更地化に2年と明示されたスケジュールには、金山1号機をモデルケースとして台湾流廃止措置を是が非でも成功させようとの強い意志・意気込みが伝わってきた。ちなみに、金山1号機の全体スケジュールは、廃止措置計画書の提出が15年11月（現在審査中）、運転終了は18年12月、それから25年以内の解体撤去期間後、6か月以内に最終報告書を提出、最終審査を経て廃止措置完了となっている。



写真3 運用開始を待つ乾式貯蔵施設

一方で、発電所現地と台湾電力本社での討議や意見交換においては、確かな状況把握には至らなかったものの、現場での廃止措置への取り組みは緒に就いたばかり、という印象は否めなかった。佐藤事務局長がワークショップで、施設状態、環境及び人的な『変化』への対処、職員の『意識転換』、『三現主義』の徹底を解かれたが、講演での台湾側の反応は今一つであったように感じた。金山1号機の恒久停止と続く移行期間8年間まで2年弱、現場における物心両面の計画的な準備活動が台湾の大きな課題であると思量する。

次回の日本との技術交流では、この観点をテーマとすることを提案したい。

4. 受託研究「バックエンド技術の推進方策検討に係る調査研究」 報告書が学会 HP へ掲載

企画部 金田 健一郎

1. 概要

日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）は、低レベル放射性廃棄物の処理及び廃止措置に係る技術（以下、「バックエンド技術」という）の開発を進めていく上での課題を明らかにして、原子力施設のバックエンド対策を合理的かつ効率的に推進していくとの認識を持った。そのため、これまでの調査で得られた情報や最新の技術開発動向に基づいて、技術全体を俯瞰し、体系的に整理することにより今後の技術開発の課題や方向性を明確にしていくこととした。

当センターは、バックエンド技術に関して体系的に見直し、現状の技術レベル、今後の技術の高度化及び実用化に向けてのニーズの調査を原子力機構から受託し、技術開発の方向性の検討等を行うことにより、整理を行った。

これらの実施にあたっては、中立的な立場で評価を取入れるために、日本原子力学会「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会（以下、「特別専門委員会」という）において、意見収集を行うとともに調査内容の検討等を行った。

2. 受託業務の範囲及び内容

今回の受託業務の範囲及び内容はおおむね以下の4項目からなっている。

- ①バックエンド技術の既存技術の調査と課題等の検討・整理
 - ②バックエンド技術の高度化に向けた課題（技術ニーズ）の調査
 - ③有望技術（シーズ）に関する調査
 - ④特別専門委員会における外部有識者からの意見収集
- である。

これらの調査結果を踏まえ、バックエンド技術に関して、技術項目ごとに技術概要、課題、開発の方向性、適用技術等のとりまとめを行った。

3. 日本原子力学会ホームページへの掲載

特別専門委員会は、産学界の有識者からなる特別専門委員会の議論・意見聴取等を踏まえ、バックエンド技術の調査・検討を進めることにより、バックエンド技術に関する資料の整理を行った。

これらの活動を通し、バックエンド技術体系の再整理、バックエンド技術に関する技術資料集の作成・検討等を行い、報告書を取りまとめた。

日本原子力学会は、特別専門委員会における検討結果について、「低レベル放射性廃棄物の処理等の技術開発の在り方について平成27年度報告書」として、ホームページ（http://www.aesj.net/document/com-s_fukushimallw20160819.pdf）に掲載している。

5. 除染に関する日韓技術交流会

廃棄物処理事業推進部 鈴木 康夫

平成 29 年 4 月 20 日、駐日韓国大使館主催（当センター共催）により、「放射能除染に関する日韓技術交流会—放射能汚染の現状及び除染に関する技術的貢献—」（以下、交流会）が南麻布の韓国大使館において開催された。

はじめに李廷逸経済公使から、東京電力福島第一原子力発電所の事故から 6 年が経過しており、福島環境回復活動に向けた努力に大変感心している。また、韓国とっても重要な課題として受け止め、本交流会が、両国の除染の進捗状況や今後の展望について情報交流を深める場となり、両国が協力し合って難局を乗り越えていくという一助となることを願っている旨、ご挨拶があった。

講演 1 では韓国原子力研究院（KAERI）原子力安全研究部チョン・イルレ責任研究者から「生物学的放射能除染の現状及び未来」というタイトルで、まだ端緒についたばかりとはしながらも環境親和的な除染方法として、遺伝子工学に基づいて改良された植物による除染方法や Cs を吸収しにくい穀物の開発などの研究が紹介された。

講演 2 では、当センターの澁谷専務理事から、福島の除染実施現況について報告し、韓国電力技術株式会社（KEPCO E&C）の土壤や焼却灰の除染・減容装置についての期待も述べた。

講演 3 では、韓国原子力安全技術院（KINS）の放射能分析センターのユン・ジュヨン責任研究者から、韓国の「除染における放射能分析技術」や原子力施設周辺の環境モニタリング状況を常時配信するサイトの運営等住民との信頼構築の努力が紹介された。

講演 4 では、日本原子力研究開発機構（JAEA）福島環境安全センターの浅妻新一郎副センター長から、「ふくしまの環境回復に向けた JAEA の取り組み」について詳しい発表があった。

出席者の質疑応答においては、韓国側は日本の状況をよく知る機会となったこと、また、日本側では韓国の除染技術開発や規制基準について初めて知ることが多かったという意見が聞かれた。



日韓技術交流会の様子

外部機関の活動状況の紹介

1. 放射線可視化カメラ「ガンマ・キャッチャー」の測定事例

株式会社 千代田テクノル

原子力事業本部 小澤 慎吾

2011年3月11日の東日本大震災に端を発した東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、広範囲な敷地を効率的に除染するため、簡単かつ迅速に汚染場所の特定や除染効果の確認を行う手法が求められている。このため、短時間で、かつ広範囲な汚染状況を一度の撮影で可視化する装置として放射線可視化カメラへの期待が高まっている。本報告では、当社が開発したコンプトン方式による放射線可視化カメラ「ガンマ・キャッチャー」の撮影手法及び実測定事例を紹介する。

1. 開発の背景

原子力発電所の事故により、放射性物質が原子炉から放出され、汚染が一般環境にまで拡散した。これら広範な環境に拡散汚染した放射性物質を効率的に除染するため、簡単かつ迅速に汚染場所の特定や除染効果を確認する手法が求められている。

環境放射線の一般的な測定手法はサーベイメータを用いた空間線量率の測定である。この手法は測定したい場所へ作業者がサーベイメータを携帯して移動し、ある一点の空間線量率を測定する。広範囲をモニタリングする場合は測定対象範囲を一定間隔で一点ずつ測定する。本手法で限定的な汚染箇所（ホットスポット）を特定するには作業時間を要するとともに、測定地点の間に局所的に汚染密度が高い場所がある場合には見落とす可能性がある。また、サーベイメータは指向性を持たないため、測定地点での線量が高くとも、どこからの放射線の影響が高いかは判別することができない。

このため、短時間で、かつ広範囲の汚染分布を一度の撮影で可視化する装置として、放

射線可視化カメラの実用化への期待が高まっている。

2. 撮影原理

一般的に放射線可視化カメラの放射線分布撮影方式には、大きく分けてピンホール方式とコンプトン方式の2種類がある。

ピンホール方式は鉛の遮蔽により放射線の入射方向を限定し、ガンマ線検出器上のガンマ線検出位置とピンホールの位置関係から、ガンマ線の飛来方向を推定するものである

(図1)。このタイプの放射線可視化カメラは、構造上遮蔽体が必要となり、サイズや重量が大きい(例えば、Cs-137からの662 keVガンマ線の強度を1/10に軽減するには厚さ2~3 cmの鉛が必要)。また、ピンホールを使用するために撮影範囲が限られるため、作業環境での測定に要求される小型軽量や測定の迅速性に対しては課題がある。

一方で、コンプトン方式は散乱体及び吸収体と呼ばれる2面のガンマ線検出器から構成されており、コンプトン散乱での運動量とエネルギーの保存則の方程式を解くことにより

ガンマ線の飛来方向を予測する。

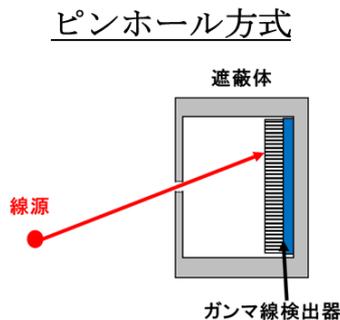


図1 ピンホール方式検出原理

図2に示すように、ガンマ線入射によって2枚のセンサに付与されたエネルギーとその検出位置を測定することによってガンマ線の飛来角度(散乱角度)を導出し、カメラ全面にコンプトンコーンと呼ばれる円錐を描画する。複数のガンマ線を測定することにより、コンプトンコーンの交点上に放射性物質の存在が予測できるというものである。

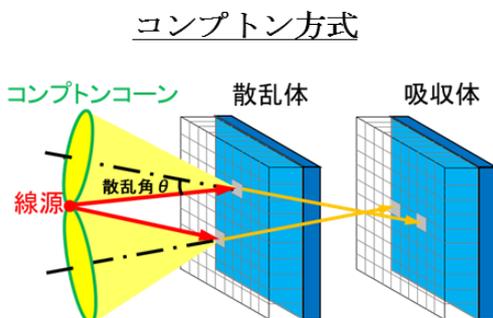


図2 コンプトン方式検出原理

このタイプは原理上、遮蔽体を必要とせず、小型(約150 mm × 150 mm × 150 mm)、軽量化(本体2 kg以下)ができるという特徴がある。加えて、ピンホールで放射線の入射方向を絞る必要がないため、撮影範囲が広いという利点がある。

本報告で使用した放射線可視化カメラは、コンプトン方式を採用した「ガンマ・キャッチャー」で、その外観を図3に示す。



図3 ガンマ・キャッチャー

3. 撮影結果

ガンマ・キャッチャーでの放射線分布の撮影は機器本体、操作用PC、三脚を用いて行う。機器本体と操作用PCとの接続は簡易で本体から出力される2本のケーブルを操作用PCに繋げるのみである。機器本体を三脚に設置し撮影対象に向け、操作PCで操作し撮影を行なう。図4にガンマ・キャッチャーでの撮影風景を示す。矢印の機器がガンマ・キャッチャー本体である。



図4 撮影風景

ガンマ・キャッチャー撮影画像は、光学カメラで撮った画像と放射線分布画像を重ね合わせて表示する。相対的に汚染が多い箇所ほど赤く、汚染が少ない箇所ほど青色や緑色で表示される。図5にガンマ・キャッチャーでの撮影画像を示す。撮影は福島県富岡町内の

当社社員宅敷地内で行なった。撮影時の敷地内は未除染であった。撮影画像の最も色の濃い箇所（矢印の箇所）が比較的汚染密度が高いと予測された箇所である。実際にシンチレーションサーベイメータを用いて撮影範囲内を測定したところ、青色から緑色部分の地表面 1 cm 高さの線量率は高いところでも $0.7 \mu\text{Sv/h}$ であったが、赤部分の周辺の地表面 1 cm での線量率は $1.8 \mu\text{Sv/h}$ 程度あり、高汚染箇所を特定することができた。

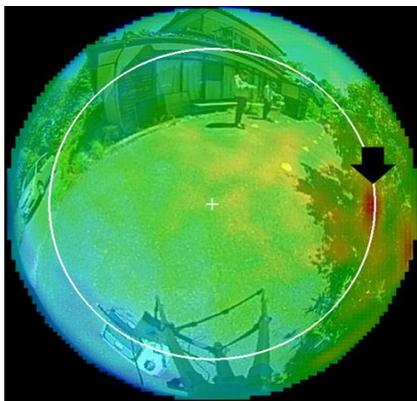


図 5 撮影画面①

ただし、放射線可視化カメラでの撮影は放射線の特性上、検出部と撮影対象の距離が離れるほど検出部に入射する放射線が少なくなり、離れた場所の汚染が小さいように表示されることがある。そこで、地表面の汚染分布を測定する場合には高所から直下を撮影する方法をとることで、三脚を用いた横からの撮影に比べて、撮影範囲の地表面と機器の距離を比較的均一にして撮影することができる。本機は小型軽量であることを活かし、ポールを用いて簡易的に高所から撮影を行なうことができる。実際にポールを用いて、高所から撮影している風景を図 6 に示す。高さ 3 m のポールの上にガンマ・キャッチャーを取り付け、高所から直下方向を撮影した。矢印の機器がガンマ・キャッチャー本体である。



図 6 高所からの撮影風景

図 6 での撮影画像を図 7 に示す。比較的汚染が多いと予測された最も赤い箇所（矢印の箇所）をシンチレーションサーベイメータを用いて測定したところ、地表面 1 cm での線量率は $4.0 \mu\text{Sv/h}$ 程度であった。撮影画面内のその他の線量率は $0.8 \mu\text{Sv/h}$ 程度であった。主に土が露出している箇所が赤く色づき線量率が高い傾向があった。

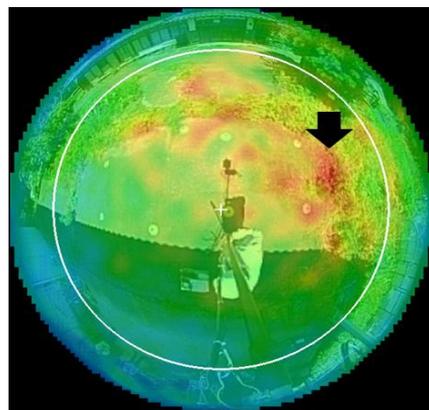


図 7 撮影画面②

4. まとめ

環境中に放射線物質が点在している場所で、小型軽量であるガンマ・キャッチャーを利用することにより、高所撮影など対象に適した方法を選択することができる。また、将来的には無人飛行体（ドローン等）に本機を搭載し撮影すれば、より広範囲な放射線分布の測定が可能となり、福島県内の森林の汚染分布調査などでの利用が期待できる。

2. タングステン細線を用いたフェルト材料

パナソニック ライティングデバイス株式会社

松本 匡弘

1. 概要

タングステンの細線は主に蛍光灯のフィラメント等に用いられているが、LED化が進むことにより需要が減少してきている。この技術を応用することで他分野への展開を模索する中で、タングステンの比重及び細線のしなやかさを利用することに注目した。そこで、放射線を軽減でき、非常に柔らかな素材を検討し、タングステン細線を不織布状に加工したフェルト材料（以下、「タングステンフェルト」とよぶ）を開発した。

2. 開発背景

タングステンは高融点・高硬度・高弾性・特異な化学特性などの特徴から、自動車用火プラグ、医療用カテーテル、脱硫・脱硝装置などの用途にも使われている。当社は1948年のタングステン細線の生産開始から蛍光灯用フィラメントや自動車ヘッドランプ用フィラメントなどを取り扱ってきたが、1996年に白色LEDが実用化され、一般消費者が容易に低消費電力のLED電球を入手できるようになったことで、2008年に日本政府は国内大手家電メーカーに対し、地球温暖化防止のため、消費電力の高い白熱電球の製造中止を呼びかけた。このような背景により、照明用タングステン線の生産量は減少しており、新分野へのタングステン線の展開が重要なミッションになってきている。

当社はその中でタングステン細線の特長である、高比重でありながらフィラメント加工にも使用可能なしなやかさを利用することに

より、放射線防護に使用できる新しい材料の可能性を考え開発に着手した。

3. 放射線防護の現状と課題

エックス線やガンマ線といった放射線を減少させるためには、加工性や経済性から鉛を利用することが一般的であったが、環境に対する配慮などから近年では異なる素材への置き換えが進んできている。代替としては様々な素材が用いられているが、その利用シーンに合わせて機能性や経済性といった観点でユーザーやメーカーが適切なものを選択している状況である。

人が身に着ける用途に使用するのであれば、柔らかい樹脂材料と、タングステン、硫酸バリウムなどの粉体を混合し成形した材料が選ばれることが多い。

しかしながら、人が着用した場合は場所の移動や作業を行うため、使用環境が一樣ではなく、人の動作により材料に折り曲げ応力等の負荷がかかる可能性がある。そのため、樹脂材料が劣化することにより破断や亀裂の発生が起こってしまうことがある。また、経年劣化や熱・紫外線による劣化についても注意する必要がある。そのため、ユーザーは定期的に材料に問題が起こっていないのかを管理する必要がある。

4. タングステンフェルトの開発

当社はこの課題に対して、樹脂材料を用いない方法を検討することにより材料劣化を起りにくくし、管理の負担を軽減することが

できるのではないかと考えた。

タングステンは非常に硬い金属ではあるが、細線に加工することによりしなやかさが出てくる。当社の細線化技術を利用して、一般の繊維のように扱えるレベルまで線径を細くすることにより、不織布加工を行うことが可能となり、タングステンフェルトを開発することができた。

5. タングステンフェルトの特長

タングステンフェルトの外観を図1に示す。原材料はタングステンの細線のみであり樹脂材料に比べて、熱、紫外線などの劣化は抑えられ、細線が絡みついている状態であるので、折り曲げ応力にも破断するリスクも非常に少なく、経年劣化も起こりにくい。また、比重の高いタングステン線を利用することにより厚みのある程度薄くすることも可能である。

特に、この商品の最大の特長となる柔らかさについては下記の3つのパラメータである程度調整が可能になっている。

- ・単位面積当たりの重量
- ・タングステン線の線径
- ・仕上の厚み

調整の際には、利用シーンから求められる機能性と放射線の減少させたい量のバランスをとる必要がある。

より柔らかく加工していくことで、曲面に対して沿わせる形状で保持できるようにすれば、面で支えることで重さを感じにくい。より硬く加工していくことで、手で自由に形状を変更しても、その形状を保持しやすくなるため、例えばトンネル状にタングステンフェルトを曲げて自立させることで重さを感じにくくさせることもできる。

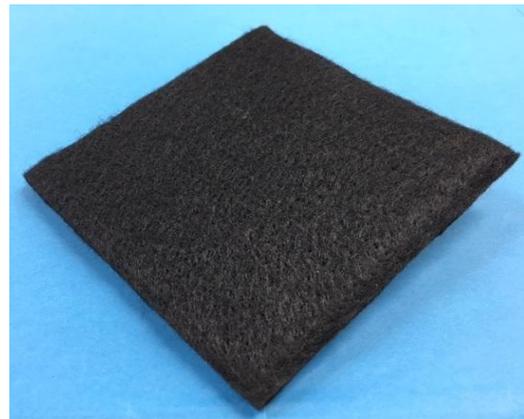


図1 タングステンフェルト外観

6. タングステンフェルトの性能

タングステンフェルトの放射線防護性能を測定するために、表1に示される仕様の試験サンプルを第三者機関にて、JIS Z 4501 “X線防護用品類の鉛当量試験方法”に基づき試験を実施した。その結果、鉛当量(100 kV) : 0.23 ± 0.02 mmPb という測定値を得た。この結果は、タングステンの比重から想定される値とほぼ同じであった。

表1 試験用サンプル仕様

縦	98 mm
横	102 mm
重量	29.5 g

7. 今後の展望

タングステン細線をフェルト化することに成功し、新しい放射線防護用の素材を開発することができた。

また、本製品にはタングステンの持つ、高融点・高硬度・高弾性という特長も併せ持っているため、放射線防護以外の用途への展開も期待される。

海外技術情報

1. 経験を踏まえた廃止措置計画立案の重要性

企画部 板橋 靖

廃止措置が特徴とするところは大量の廃棄物管理であり、この点が無視にされると規制者と利害関係者の信頼がなくなり、廃止措置の費用と工程の超過に至る。本論文ではこれまでの廃止措置計画の立案及び計画の実行に関する経験、さらには設備更新のプロジェクトから得たその重要な側面と知見を概説する。廃止措置の初期計画からサイト解放までの段階についての注目事項について初心者にも理解しやすい手順で計画策定の事項を取り上げている。

1. はじめに

スウェーデンのスタズビック社とウェスティングハウス社は、ndcon の名称でコンソーシアムを結成し、廃止措置計画からサイト回復までの様々な活動を 8 つの大きなステップから成る概念で捉えて進展させてきた。この概念では実績が重視されるとともに原子力分野以外の有害な廃棄物や複雑なシステムを有する非放射性的の廃止措置プロジェクトの経験も反映している。また、新機能や新しい技術も連続的に取り込まれている。最初のステップである廃止措置計画立案と準備がスケジュールとコストの結果の観点でも最も影響が大きいとしている。

2. 廃止措置のステップ

ndcon では、廃止措置を 8 つの主要なステップに分けて考えている。

- I - 初期計画
- II - 燃料取出し
- III - インベントリと放射性物質の特性
- IV - 除染
- V - 解体
- VI - 廃棄物管理
- VII - クリアランスと構造物の取り壊し

VIII - サイトのクリアランス

さらに、各ステップは、例えば初期計画であれば、廃止措置の基本方針、解体と廃棄物処、処分の方法、許認可に関わる文書、物質移動の最適化、詳細計画のように、いくつかのサブステップに分けている。それぞれのステップは他のいくつかのステップと関連や依存している関係にあるとしている。

3. 経験の蓄積

蓄積された ndcon の経験例としては以下のものがある。

- ・計画立案：広範囲な原子力発電所や他の原子力設備に対する廃止措置計画や数十年に及ぶスウェーデンにおける新型設備への更新計画。
- ・1次系統：炉内構造物のインベントリの決定、分割、撤去、梱包など安全で効率的に管理できる経験。また、原子炉圧力容器の効率的な分割方法の経験。さらに、PWR の蒸気発生器のように多量の放射性物質を保持している大型の機器の取扱いで貴重な経験を得ている。
- ・大型機器：300 t クラスの重量を越す多

数の大型機器が、リサイクル市場へのクリアランスのためにスタズビック社の施設で除染、分割、溶融の処理がなされている。

- 全範囲のサービス：対象エリアの BWR タービンや他の内装設備・機器のような大規模システムの廃止措置計画、放射能測定、解体、廃棄物処理を一括して行うもの。
- 建物：システムや設備の除去後の放射能測定。建物構造物の解体や施設更新あるいは制限のない再利用に先立ち実施されるクリアランス測定。

4. 廃止措置計画の目的

廃止措置計画には、次の 2 つの目的がある。

(1) 資金と公的なインフラのための計画

主に廃止措置のプロセスを開始するための資金計画の基礎を形作ること及び公的なインフラのための入力情報（国の処分場における放射エネルギーと廃棄物量）を準備することである。

(2) 廃止措置実施のための計画

実施のための計画は、資金と公的なインフラのための計画の次に行われるもので、通常、原子力施設の恒久的な運転停止の数年前に開始される。この計画は先に述べた ndcom の廃止措置概念における最初のステップに相当する。

5. 廃止措置計画の実行プロセス

計画の実行プロセスにおいても経験・実績に基づくことが原則であるが、信頼性が高いことが証明されている新しい技術を全く排除するというわけではない。

廃止措置を当初の枠組みどおりに実施するプロセスを“A to Z”と称するが、最終的な状況や他の要因を計画のかなり早い段階で決定し

なければならないことから、“Z to A”アプローチと称する方法が考案された。この方法は以下の活動を含んでいる。

- (1) 最終状態の定義（物質、構造物、サイト等の解放基準等）
- (2) 必要な物質と廃棄物管理プロセス
- (3) 解体手順の計画
- (4) 汚染測定の実施
- (5) 必要な放射能組成とカテゴリ分類の定義
- (6) 計画の現状への適合

6. 経験と得られた知見

ndcon は廃止措置計画と同様に廃止措置プロジェクトを行った多方面の経験を有し、プロジェクトのタイプ、規模、前提条件は根本的に異なるが、スケジュールとコストに大きく影響するいくつかの共通的な要素は同じと見なすことができるとしている。

本論文では、以下の 3 つ事例が紹介されている。

- (1) 潜在的な障害や致命傷（となる事象）の特定と緩和
- (2) 部分的な最適化の回避
- (3) 処分する廃棄物量の最小化

これらの内容、障害・失敗例、それらへの改善策を表 1 に示す。

7. 結論

廃止措置プロジェクトの計画段階での経験、能力、理解は極めて重要であり、経験のある専門家に相談することを躊躇してはならない。

また、計画とその実行を組織全体で透明性のある方法で実行することも大切である。

安全性に対する違反は、確実に遅延を引き起こし、貧弱な効率、スケジュールとコストの両面で大きな影響を与える。バックアップの解決策と代替案が考えられていることを

確認すべきである。

以上、本論文の概要を紹介したが、これら
が実際の廃止措置プロジェクトに反映され

ば、円滑な廃止措置の遂行に寄与されるもの
と思われる。

参考文献

- 1) Arne Larsson, et al., "The Importance of Experience Based Decommissioning Planning,"
WM2016 Conference, March 6-10, 2016, Phoenix Arizona, USA.

表1 経験と得られた知見

事例	行うべき内容	障害・失敗例	改善策
潜在的な障害や致命傷の特定と緩和	既に開始された活動の障害や致命傷を避けるように計画を進める。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小さすぎる物質や廃棄物の移送経路や貯蔵エリア ・ 物質除染やクリアランスシステムの故障、品質不足、容量不足 ・ プロセスを中止させ、放射能特性の見直しや追加除染、規制当局との協議を要するような、予期しない放射性物質の存在 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトの様々なフェーズを通しての物質と廃棄物に関するシミュレーションを実施する。 ・ 先行して進んでいる除染プロジェクトとのベンチマーク
部分的な最適化の回避	異なるプロジェクトで部分最適化が起こらないよう全体像を理解できていることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個々のプロジェクトの出来上がりが、次のステップに適合していない。 ・ クリアランス対象物質を汚染物質と混合してしまう。 ・ スタッフに的確に情報が知らされず、その結果を理解することなく行うべき手順を省略する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適正な計画と関係者間の十分なコミュニケーション ・ 全体像が理解されるよう全てのスタッフが適正に訓練や情報が与えられていることを確認する。 ・ サイロ思考（組織の中で他の部門や組織全体よりも自分の部門だけを考える傾向）を助長する動機を避ける。
処分する廃棄物量の最小化	廃棄物のカテゴリー分け、クリアランス、減容により処分廃棄物量を減らす。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の放射性物質状況に対する不十分な理解 ・ 物質、システム、敷設設備に対する不十分で不的確な分類 ・ 解体チームが廃棄物分類の重要性を軽視したり理解していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射性物質の特性や放射能分類を最も重要な事案と考える。 ・ 廃棄物管理について全てのスタッフが適正に教育を受け、動機付けられ、情報を与えられていることを確認する。

2. 欧州における廃止措置産業の展望

専務理事 澁谷 進

急激に進展する欧州の廃止措置の産業界における戦略的展望を紹介する¹⁾。ここでは、特に、東京電力福島第一原子力発電所（T1F）の事故を契機に原子力からの撤退を決定したドイツの市場に焦点を置き、国際的企業にとって興味がある戦略テーマを論じている。市場規模とその評価額は、廃止措置の資金調達をとりまく政治的関心ゆえに、幾つかの研究において注目されてきているが、ドイツ国内産業は自国の廃止措置プログラムをすべて遂行するには資源が小さすぎて、欧州全体としても国際的企業からの大きな支援が必要であると結論している。

1. 欧州における廃止措置の概観

欧州は、2020年代中ごろにまでに廃止措置の世界最大の市場になると予測される。EUの144基の稼働中発電所の1/3が、2025年までに閉鎖され、電力会社は廃止措置に600億ユーロの支出が求められる。表1は、EU各国における廃止措置基数を示している。既存の73基に2025年までに38基が加わる。この大きな規模の予測は、欧州が直面している廃止措置の課題を浮き彫りにしている。

Country	Pre 1986	1986-2009	2010-2025	later or unknown	Total
Belgium		1	7		8
Bulgaria		4		2	6
Czech Republic				6	6
Denmark					0
Finland				4	4
France	3	6		60	69
Germany	6	13	17	0	36
Greece	0	0	0	0	0
Hungary				4	4
Italy	1	3	0	0	4
Latvia	0	0	0	0	0
Lithuania		2			2
Poland				not defined	not defined
Romania	0	0	0	4	4
Slovakia	1	2		6	9
Slovenia	0	0	1*	0	1*
Spain	0	2	6	2	10
Sweden	1	2		10	13
The Netherlands		1		1	2
United Kingdom	2	24	18	1	45
TOTAL	14	59	38	104	208

表1 EU各国の廃止措置基数

廃止措置費用については、近年の規制との関わりで、欧州全域で大きく異なっている。

廃止措置の推定費用は、予想される解体撤去作業の費用、認可手続きに関する不確定さ、廃棄物の廃棄体化の推定費用、中間貯蔵と最終処分、プロジェクトの計画期間、プロジェクト管理や実作業への職員の活用などによって大きく影響される。

費用見積りに影響を与える更なる要因は、フルサイズ（500 MWe）の発電所の解体撤去の経験が乏しいことである。今日までに欧州で廃止措置されたプラントのほとんどは原型炉あるいは初期世代炉、小規模原子炉であった。最近の報告書では、フルサイズの欧州発電所の廃止措置費用を1基あたり2～8.6億ユーロとしている。

結果として、欧州発電所の廃止措置市場は、111基の原子炉が約5億ユーロ/基で解体撤去（廃棄物処分費が追加される）されるとき、2025年までに約600億ユーロと見込まれる。このような大まか数字ではビジネスの意思決定の助けにはならないため、次の10年間で最も成長するであろうドイツの国内市場を例に、欧州市場の魅力を評価する。

2. ドイツ廃止措置プログラム

ドイツは、T1F事故を受けて、2011年に政府の様々なレベルで原子力発電からの撤退

を決定した。初期の暫定期間中の 2011 年 3 月に停止した 8 基の原子炉の閉鎖から始まるプラント閉鎖の法的スケジュールが施行された。2022 年までに 17 基の原子炉が閉鎖される。

図 1 は、年毎に廃止措置に入るプラント基数の予測を示している。この予測は、法的プログラムに従って閉鎖し、廃止措置は 15 年から 18 年の期間（運転終了後の 5 年間は燃料取り出し、許認可手続きなど、10 年から 13 年の解体撤去期間）で実施すると仮定している。

このスケジュールを延伸する多くのリスクや要因はあるが、短縮するものはほとんどない。これによって分かるのは、2020 年代に廃止措置の様々な段階にあるプラントの数が劇的に多くなり、その後 2030 年代に零に向かって穏やかに減少していくことである。

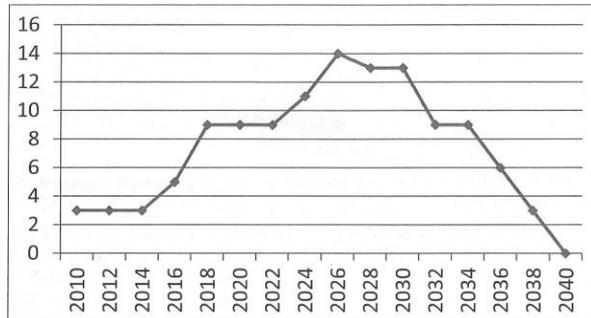


図 1 廃止措置に入る年間のプラント基数

このプログラムは、企業にとっては魅力的な機会を提供するが、求められる能力などいくつかの厳しい課題はすべての関係者の資源（リソース）に負担を課す。端的には、2020 年代半ばのピーク（14 基）は 2012 年に比べて 4 倍の資源を必要とすることである。これは効率的な資源配置を促し、さらに、原子炉の改良や保守、停止作業に対する需要の低下は、利用可能な資源の廃止措置への展開をもたらす。しかし、廃止措置作業は保守作業な

どとは非常に異なっており、簡単なことではない。

ドイツは広く即時解体撤去を選択してきた。これは一つには、廃止措置費用を将来の世代に「つけ送り」するなどという政治的圧力による。また、安全かつ合理的な廃止措置の遂行には、知的資産管理が本質であるという電力会社の現実的な認識もある。発電所の職員は、プラントの状態や運転履歴に関する知見と経験を有しており、彼らを活用することは、再配置や退職によってそれが失われる前に廃止措置に取りかかる重要な原動力となる。

一般的に、廃止措置の費用は、電力会社のバランスシートからの資金になる。発電期間中、電力会社はバランスシート上の引当金として、廃止措置費用をカバーする資金を蓄積してきた。これらの引当金は、適切性を決定するため規制調査の対象であり、電力会社では、関係する費用を正当化するために定期的な査定が開始された。しかし、ドイツの電力会社は、廃止措置をカバーする分離された資金としては蓄積してこなかった。したがって、廃止措置の資金調達するためには、電力会社は運用キャッシュフローに多大に求めるか、あるいは、流動的な資産を売却しなければならない。

3. 戦略における制約と課題

ドイツのプログラムは、様々な面から多くの逆風に直面しており、これらは不確実さを増加させ、解体撤去の進展を遅らせ、費用を増加させることになる。

(1) 政府に対する訴訟

電力会社は、政治的主導による原子炉の早期閉鎖について政府を訴えた。ドイツのプラントは 2011 年までは世界で最も効率的な原子力発電の一つであったし、その安全運転の記録は優良であった。しかし、T1F の事故以

降、閉鎖への圧倒的な大衆的圧力に直面し、連邦及び地方政府は素早く政治的危機を減らすように動いた。結果として、電力会社は、資産運用の非合法的な否定を解除する法的訴訟を立ち上げた。損失の総額は 300 億ユーロにもなる。裁判での決定が出るまで、これらの発電所は、理屈上ではまだ発電準備状態にある。

(2) 廃棄物処分の不確実さ、費用、技術要件

使用済燃料に対する政治的案件は決着がついていないし、公的委員会はあらためてすべての可能性を議論している。長期的な遅延や巨額の追加費用の一部は、電力会社の肩にかかってくる。中低レベル廃棄物処分用のコンラッド鉱山は承認されているが、廃棄物の受入れの準備は大きく遅れている。電力会社は、2020 年代半ばの搬出開始まで、中間貯蔵を強いられることになる。受入れ基準がまだ完全には決まっていらないように、不確実さが残ったままで、処分費用は増加する。電力会社と政府は、廃棄物に対する責務の明確な移行と引き換えに、法訴訟を終わらせるようとするかもしれない。

(3) 電力会社キャッシュフロー

電力料金の低価格と再生可能エネルギーの供給過剰により、欧州の、特にドイツの多くの発電資産の採算性の土台は弱体化している。大型の石炭・ガス・原子力発電を持つ大手電力会社は廃止措置の資金調達に影響を被っており、廃止措置作業を可能な限り長く先送りすることになる。

(4) 許認可手続き

廃止措置作業の規模と範囲は、発電所の実際の監視の担当である地方環境庁の規制部署を超えている。廃止措置には新しい許認可手続きが必要であり、原子力法の下で準備され正当化する必要がある。地方の省庁には、廃止措置認可手続きの経験がない。一方では、

原子力への規制をさらに厳しくする機会と見ている。

(5) 自らの遂行

電力会社は、自前の廃止措置業務管理や自社の作業員での作業を実施することさえ選択している。これは、最良の最終状態への最も効率的な道ではないかもしれないが、大きな労働争議を避ける助けとなる。一方で、1970 年代と 80 年代に就職した多くの発電所職員は、現時点では定年退職にはほど遠い。2020 年中ごろまでには、電力会社の労働力雇用は少なくなる。

4. 欧州産業界の反応

EU は、アレバ社、ウエスティングハウス社、ジンペルカンパ社など多くの大手の優れた廃止措置産業を有している。しかし、欧州産業界、特にドイツ産業界は、これまで、今後予想される規模での廃止措置に係る資源を準備することはなかった。以前の廃止措置プロジェクトは、1 回限りのカールあるいはオブリッヒハイムのような小さな規模の原子炉に対する管理であった。

ドイツ産業界が直面している困難に対応するため、ほとんどの企業は活動の削減や集約を強いられてきた。原子力撤退は計画的な電力会社の投資を停止し、発電所の停止時業務や運転支援業務を奪った。低電力価格により、電力会社は日常の運転支出の削減を強いられ、業者はコスト削減の影響をまともに受けた。廃止措置に投資していく必要がある現在、産業界は資源や財政力において最も弱い時期にある。

ドイツの原子力産業界は、高度に競争力が高く、英国、中国、アメリカ、その他海外のプロジェクトに成功裡に参入している。次の 20 年間にわたり電力会社から要求されるプロジェクト範囲に対しては、確実に競争でき

る。しかし、現在、ドイツ市場に参入しようとする外国企業には最良の機会である。

5. ドイツでの成功のための戦略

確固たる基盤のある地元の競争相手を前に、ドイツ市場に参入するのは厳しく、言葉の壁は多くを拒み、原子力界の規制文化はかなり特有である。参入しようとする企業は、良好な顧客関係を築き、産業界に受け入れられるのに必要な市場投資の規模と期間を理解しなければならない。

先駆者により、重要な教訓（リスク）が得られている。

- ・ ビジネス展開のための時間軸が長すぎる
- ・ 地元の雇用費用の高さ及び労働法の複雑さ
- ・ 予測できない規制あるいは作業要件、環境条件の変化によるプロジェクト利益の配当の困難さ
- ・ 新参入者の立上げを取り巻く広範囲な雇用関係を有する地元競争者

すべての新しい市場機会にはリスクがあるし、標準的な解決策や緩和対策が成功の可能性を増加させるのに利用できる。また、以下のような独自の可能性がドイツ市場の周囲環境によって作り出される。

- ・ 技術提携
- ・ 企業買収
- ・ 他のビジネスに関与する電力会社顧客との広範囲な協力関係の構築
- ・ ドイツ従業員购地元企業の設立

ドイツ市場で成功するために、海外企業は、原子力撤退の膨大な課題に直面する産業界に

貢献し、産業界に受け入れられるメンバーにならなければならない。国際会議や産業界のイベントへの参加は、ドイツの原子力界への恰好の入口となる。短期的には、プロジェクトの不足はまだ1年か2年は続くかもしれないが、中期的には機会は過剰となるであろう。

6. 結論

廃止措置における欧州の市場は、曲り角に近づいている。10年以内に、原子力の世界においては最大144基が閉鎖され得る可能性がある。ドイツは提起された課題への先導的な事例になる。その独自のプログラムにおいて、電力会社と産業界は、個別の小さな原子炉の廃止措置から多くのサイトにまたがり並行する複数基の廃止措置管理に移行するため、廃止措置の資源の急激な加速が求められる。これは、組織的レベルにおいて、以前に見られたよりさらに錯綜した複雑な課題であり、要求される業務の供給に対して国際レベルで産業界が重要な役割を果たすことが大いにあり得る。

300億ユーロ強の市場は大いに魅力的である。ドイツの廃止措置プログラムは、多くの逆風を経験し、多くのレベルでの政治的関わりにより、遅延は避けられない。しかし、長期の展望をもって投資の準備をした企業にとっては、魅力的である。ドイツ市場は国際的参画が継続するようさらに開放されるし、正当な戦略的アプローチはドイツ市場においてだけでなく、次の20年間に展開する残りのヨーロッパの廃止措置市場においても長期にわたる位置を築くことになる。

参考文献

- 1) Barry Moloney, et al., “Decommissioning of NPP in Europe? Strategies, Risks and Opportunities,” WM2016 Conference, March 6-10, 2016, Phoenix Arizona, USA.

3. フェニックス原子力発電所の運転停止時及び廃止措置時の安全性と規制について

東海事務所 榎戸 裕二

フランスの高速増殖炉フェニックス（Phenix）原子力発電所は 2017 年頃から廃止措置段階に入る。本報告は、フランスの原子力施設の移行期間（運転停止から廃止措置開始までの期間）に行う、定期安全審査に関わる技術的かつ規制的措置について、フェニックスを例にして紹介する。主に、通常の施設の運転停止以降に実施される運転の許可プロセスと安全審査について述べ、同時にフェニックス特有の廃止措置上の規制審査手順及び原子力施設の定期安全審査を行う規制要件について具体的に言及する¹⁾。

1. フェニックスの履歴と概要

フランスの CEA（現在の原子力・代替エネルギー庁）は、1969 年 12 月 31 日のデクレ（政令）により Na 冷却型高速増殖炉フェニックスの建設に着工した。1973 年には出力

250 MW で送電を開始し、1999 年から 2003 年に耐震性及び配電所の火災防護対策を施した後、安全性を理由に出力を 2/3 に落して運転、2009 年に恒久運転停止した。

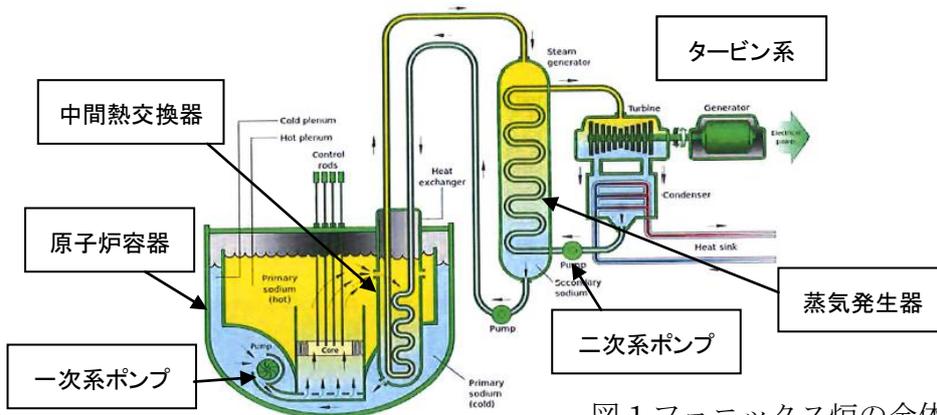


図 1 フェニックス炉の全体系統の概念図

その後、CEA は同炉の解体に向けた初期の段階に進み、核燃料及び内部の重機器の撤去を行った。これらの作業は運転停止と解体活動開始までの移行期間に実施された。

フェニックスは統合型原子炉ブロック（プール型炉）として設計された（図 1）。一次系冷却材 Na 量は 840 t、二次系は 415 t、180 t が予備タンクにあり、総量は約 1,500 t である。また、一次系 Na 中の放射能は 2009 年時点で Na-22 が 1,000 Bq/g、C-137 が 2,000

Bq/g 及び H-3 が 6,000 Bq/g、二次系では H-3 が 300 Bq/g となっている²⁾。

2. 解体戦略とシナリオ

IAEA の勧告に従い、CEA はフェニックスを即時解体する。全装置を撤去後に建物を除染及び浄化した最終状態にさせることを目的とする。廃止措置を完了するには幾つかの段階を経るが主に下記の 5 段階となる。

- ・初期作業（復水器と発電機、炉心燃料と制御棒、熱交換器と一次系ポンプ等の撤去）
- ・新装置 NOAH を用いた Na の加水分解（NaOH の製造）
- ・新装置 ELA を用いた汚染 Na の処理及び放射性廃棄物の中間貯蔵
- ・原子炉の解体
- ・施設の最終的な浄化と除染

廃止措置終了は 2045 年以前とする。最終段階には、NOAH と ELA の新設備を解体するが、既存建屋は保存する。また、除染が終了した時点で規制から施設の解放又は指定解除する。

3. 規制上の側面

(1) 運転（Commissioning）デクレ及び廃止措置（Decommissioning）デクレ

原子力施設は、寿命全期間を通して幾つかのデクレ（法令）で規制される。まず、運転デクレは、許可取得者に対し原子力施設の建設、運転を許可する。施設の運転終了時には、解体活動を実施する許可取得者に廃止措置デクレが発給される。しかし、このデクレは施設の恒久運転停止時に始まる移行期間の終了後に発給される。目標とする最終状態に達すれば、行政命令で許可が解除され、施設は原子力施設とは見なされない。フランスでは「緑地化への戻り」はない。廃止措置後でも、有意な残存放射能があれば、その場所の使用を制限すべきであるとの背景がある。ただし、フランスでは許可取得者は廃止措置した場所を工業的に再使用するのので特に問題とはならない（図 2）。

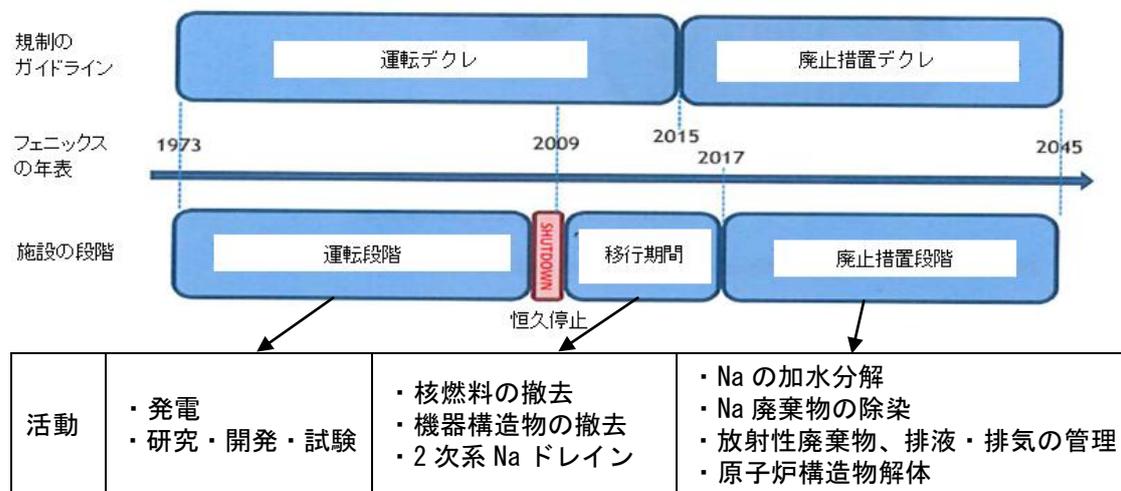


図 2 フェニックスのライフサイクルと規制上の区分

(2) 定期安全審査

運転デクレの他にも、許可取得者は何十年間にわたり安全審査によって施設を安全に運転できることを示さねばならない。フランスでは、一度許可を取得すれば許可は期限なしで有効である。しかし、規制要件では、少なくとも 10 年に一回の安全審査が要求される。

この審査では、安全性及び放射線防護（線量測定値）、廃液放出、放射性廃棄物、特異事象、事故の反映に加えて、国内外の同様な施設で発生した事象や事故の反映が考慮する必要がある。定期安全審査の目的は、現行適用規則下での安全性を再評価し、フランス環境法の L.593-1 条に示される利益に反する危険性

(リスク) 及び不具合の認識を更新することである。安全審査書は 2 部から構成される：

- ・適合性審査は施設の経時変化に関する評価（老朽化、変更、材料劣化）
- ・施設の安全レベル改善を目的に、最新の技術、放射線防護基準による安全性の再評価

4. 移行期間

(1) 対象となる活動



図 3 一次系ポンプ(上)、中間熱交換器(右)

移行期間には 2 つの目標がある。一つは施設を安定状態にして、運転に係る危険性を減ずる。他方で、許可取得者は施設の管理体制を再編成する。この点では、フェニックスは解体作業が可能ないように組織と管理体制を変更した。すなわち、新しいニーズに対処できる組織的反映及び下請管理などである。移行期間後に残るリスクは、廃止措置を計画するなどの施設にも共通するもの（火災、放射線被ばく、放射性物質の排出、等）に加え、Na に関連するリスクである。運転許可は移行期間中も有効である。この期間の操業は運転デクレにより許可されている。

(2) 定期安全性再評価を考慮したフェニックスの移行期間

この期間には、燃料撤去及び一部構造材撤去、ある種の運転廃棄物の管理を行う。これらの活動は施設が適用する安全説明書（safety report）に記載される。フェニックスでの活動は以下の通りである。

- ・Na の加熱及び純化作業の継続
- ・炉心からの使用済燃料の撤去
- ・取外し可能な機器の撤去（一次系ポンプ、中間熱交換器）（図 3）

フェニックスの場合、10 年毎に行われる安全性再評価の日取りを前もって考慮して選び（2017 年に実施要求された）、移行期間及び解体ニーズに合わせる。安全性再評価では移行期間に行う活動の安全性を証明する。これによって、施設が安全性再評価を通して将来の解体活動に要求される仕様に適合できていることを保証する。例えば、Na 循環系の温度と熱サイクルは運転時と解体時とでは異なるので、その仕様は再評価される。再評価は取扱機器と昇降機器さらに換気と格納系統にも適用される。

5. IRSN の評価

IRSN(放射線防護・原子力安全研究所)は ASN(原子力安全機関)の技術支援組織として

以下の審査を行う：

- ・放射性廃棄物とその放出管理を含む廃止措置計画にある解体活動に係る安全報告書
- ・数年かかる移行期間の活動に焦点を合わせた安全性の再評価

フェニックスの適合性評価では、特に、格納機能システム、Na 配管/容量、昇降・取扱機器等の、移行期間及び解体期間の両方で使用される機器を重点的に評価する。移行期間中の操業において見通せる Na 配管/容量の使用期間中の評価も行われた。また、Na 及び Na 汚染された廃棄物の化学処理を目的に建設される将来の作業場所 (NOAH 及び ELA) についても審査した。IRSN の人員及び組織面の専門家は、フェニックスにおけるリスクと不都合さ減ずる技術的かつ組織的準備は、当面の人員配置、今後の Na 処理及び解体操作において全体的に十分と考えた。

また、IRSN の安全再評価審査は、フェニックスが移行期間中運転の要件に適合し、来るべき解体活動の安全が確保されていると結論した。また、IRSN は、フェニックスの安全性評価審査手続きが、今後の解体活動の要件を視野に行われたので革新的としている。この手続きは許可取得者が必要な人的かつ組織的側面と既存機器の期待される働きを前もって考慮できるようにした。

最終的に、IRSN は廃止措置デクレにおけ

る個々の主要解体段階の前にマイルストーンが必要である点を強調している。原子炉の解体のような技術的な内容や長期的活動についての安全評価については、現時点では詳細には決められないので、これらのマイルストーンは各段階の開始に先立って規制当局が詳細な安全評価を求める機会となりうる。

6. フェニックスの廃止措置に係るデクレの付属文書³⁾

“第 71 基本原子力施設 (フェニックス原子力発電所) の廃止措置に係る ASN 2016-DC (デクレ) 決定” では、フェニックスの廃止措置は、デクレ付属文書に定められた要件に適合しなければならない。付属文書の主要項目を下記に示す。

第 I 章 防火対策【BNI 71-1】～【BNI 71-5】

第 II 章 洪水対策【BNI 71-6】

第 III 章 土木建築【BNI 71-7】

第 IV 章 廃棄物管理【BNI 71-8】～【BNI 71-9】

第 V 章 廃止措置運転の影響【BNI 71-10】～【BNI 71-15】

第 VI 章 略、第 VII 章 略

第 VIII 章 Na の処理

NOAH 装置【BNI 71-15】～【BNI 71-17】

ELA 装置【BNI 71-18】～【BNI 71-19】

他の施設【BNI 71-20】～【BNI 71-21】

参考文献

- 1) X. Masseau and S. Massieux, “Safety and regulatory aspects of shutdown operations and decommissioning of Phenix Reactor,” European Research Reactor Conference 2016, 13-17 March, 2016, Berlin.
- 2) C. Beretti, CEA/DEN/MAR/DPAD, “DEMANTLEMENT DE LA CENTRALE Phenix,” 4 ieme FORUM EUROPEEN DE RADIOPROTECTIQUE,” 16 September, 2010.
- 3) Decision No. 2016-DC (No.) of the Nuclear Safety Authority of (Date) relating to the decommissioning of the basic nuclear installation No.71, known as Phenix power station, operated by the Atomic Energy Commission (CEA), located on the site of Marcoule, in the commune of Chusclan (Gard) .

4. チェルノブイリの新安全閉じ込め構造物 (NSC)

廃棄物処理事業推進部 泉田 龍男

事故で破壊されたチェルノブイリ発電所 4 号炉を覆うための新安全閉じ込め構造物 (NSC) の移動が 2016 年 11 月末に完了した。これは従来の 4 号炉を覆っていたシェルター (石棺) の老朽化が進んだために、このシェルターを上部から覆う巨大な NSC を建設するプロジェクトが進められており、NSC の建設とシェルターを完全に覆う位置までの移動が完了した。NSC 内部に将来のシェルター及び 4 号炉の解体に使用される予定のクレーンを設置した後に、2017 年末までに運用開始の予定である^{1),2)}。

1. 概要

1986 年 4 月 26 日に起ったチェルノブイリ原子力発電所の事故は、世界に衝撃を与え、原子力産業は方向転換を余儀なくされた。さらに 2011 年の福島第一原子力発電所の事故が追い打ちとなり、その影響は今も続いているように感じられる。

チェルノブイリ原子力発電所は、事故後 30 年間で施設内の他の発電施設は閉止され、破壊された原子炉は 1986 年 11 月に、21 階相当のシェルターと呼ばれる構造物 (石棺) で覆われたが、傷みが激しくなってきた (図 1)。

1997 年にウクライナと国際専門家グループが「新安全閉じ込め構造物 (NSC: New Safe Confinement)」実行計画を作成した。NSC は老朽化したシェルターと事故炉を閉じ込めることによって、今後 100 年間、放射線から環境を守るために設計された。同時に、将来の廃炉解体時の安全な作業スペースを確保する目的もある。

2. NSC の建設

(1) 施設規模と予算

NSC は、重量 36,200 t のアーチ型構造物で、高さ 108 m、長さ 162 m、幅 257 m である。その構造物は、鋼管材による巨大な格

子構造となっており、二つのコンクリートの梁によって支えられている。多層から構成されるその構造物は、耐水性で、クラス 3 のトルネードにも耐えられるように設計されている。

2007 年に NSC 建設の契約が、フランスの共同企業体のノバルカ (Novarka) 社と結ばれた。施設内での準備作業と基礎工事後に、2012 年に巨大構造物の建設が始まった。建設予算は 16 億ドルであるが、この資金は 1997 年に設立されたチェルノブイリシェルター基金により賄われる。基金では、総額 22.3 億ドル集める予定であるが、今日まで 45 の支援者により 15 億ドルが集められている。

(2) 建設用クレーン

ノバルカ社は、8 基のポテイン (Potain) 社製のタワークレーンと 2 基のマニトワック (Manitowoc) 社製自走式クレーンを投入した。ポテイン社製のタワークレーンは、4 基の MR605B、3 基の MD485B、1 基の MD345B である。

多くの難しいリフト作業のために、マニトワック社製クレーンでは 62 m の主ブームの上に 21.3 m のラフティングジブが取り付けられた。マニトワック社によれば、“マニトワッククレーンに特別な拡張腕を取り付けるこ

とで、リフティング作業を大きく効率化し、この未曾有のプロジェクトを計画通りに進めることができた”とのことである。

安全基準を満足するために従業員たちは、現地での作業前に厳格な健康チェックと十分な訓練が求められた。加えて、事故の4号炉周辺の立ち入り禁止区域内に入るには、全身保護具と呼吸装置、さらには放射線被ばくの計測装置が必要である。4号炉シェルターに最接近するクレーン運転席は、鉛を張り付けたコンクリートで放射線を防御した。

(3) NSC 構造物

NSCのアーチ型構造物は、事故炉から離れた除染済みの安全な場所で2分割してつくられた。それぞれの構造物は、3段階にジャッキアップしながら高層化していった。これにより、作業者の作業は、大部分が低層階で行われ、作業の安全性が増すと同時に経済面でも優位であった。

最初のアーチ構造は、完成後に次の半分のアーチを建設するために保管エリアに移動させた。次のアーチが完成すると、最初に作ったアーチを保管エリアから移動させて、両者を結合して完成させた(図2、図3)。

(4) NSC 構造物の移動

NSC 構造物のジャッキアップと横滑り移動を担当したドイツの重量運搬会社のマムート(Mammoet)社が、2016年12月に横滑り移動を完了した。マムート社は、このプロジェクトのために特別に設計された移動システムを使ってNSCを建設場所から原子炉まで移動させた。移動システムは、遠隔操作で作動し、それぞれが700tの耐荷重を持つ116

個のスキッドシューズと呼ばれる油圧機器で構成れ、それぞれにプッシュプルジャッキが備えられており、これでNSCを下から支えている。

スキッドシューズは構造物をスムーズに移動させるために、両サイドに設置され、これらは完全同期している。このシステムの軌道は、図4に示すように荷重伝達を最適化するために土台に対して33度に設定している。

(5) 今後の予定

NSC内には、米国のパーシステムズ(PaR Systems)社の機械式クレーンが据えつけられる予定であり、これは旧式のシェルターの解体と最終的な炉心の汚染物除去に使用される。パーシステムズ社のクレーンシステムは工場試験が終了し、現地への移送段階にある。

上記のクレーン設置と種々の使用前試験が終了する2017年末に運用開始することが期待されている。

3. おわりに

チェルノブイリ原子力発電所事故では、事故直後に我が国を含めた西側諸国から多額の復旧支援金が出されたが、監視活動以外に成果は少なく、欧米の企業を中心に活動がなされてきた。今回も、NSC本体はフランス企業、建設用クレーンや巨大構造物の移動はドイツ企業、内部設置のクレーンは米国企業である。

チェルノブイリ復興の本命である4号炉の炉心撤去工事は、福島の実験を生かした我が国が主導できる可能性があり、今後に期待したい。

参考文献

- 1) “Chernobyl’s New Safe Confinement moved into position,” Nuclear News, February 2017.
- 2) “Colossal guardian,” NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL, February 2017.



図1 老朽化した4号炉シェルター（石棺）



図2 建設途中のNSC構造物の骨組み

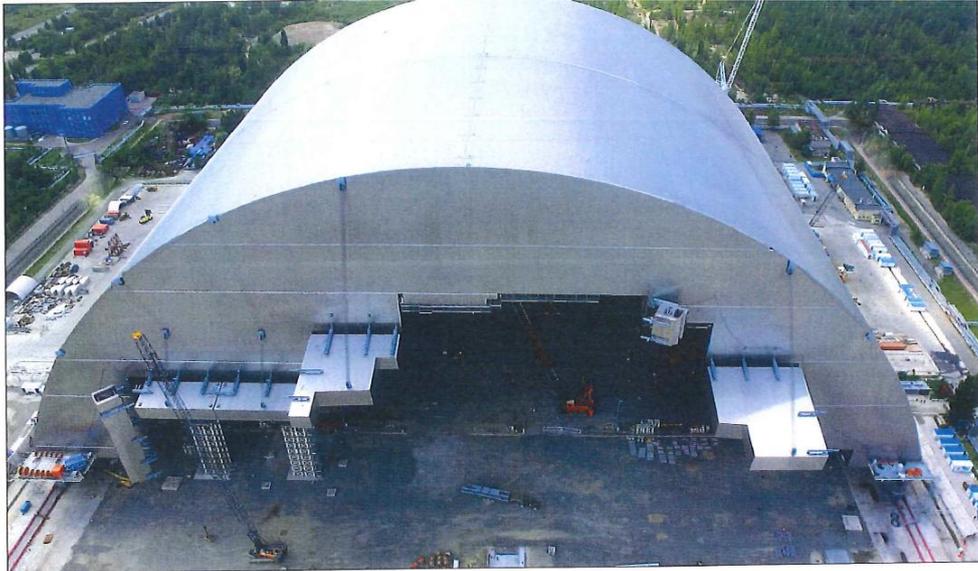


図 3 完成した NSC 構造物の全景

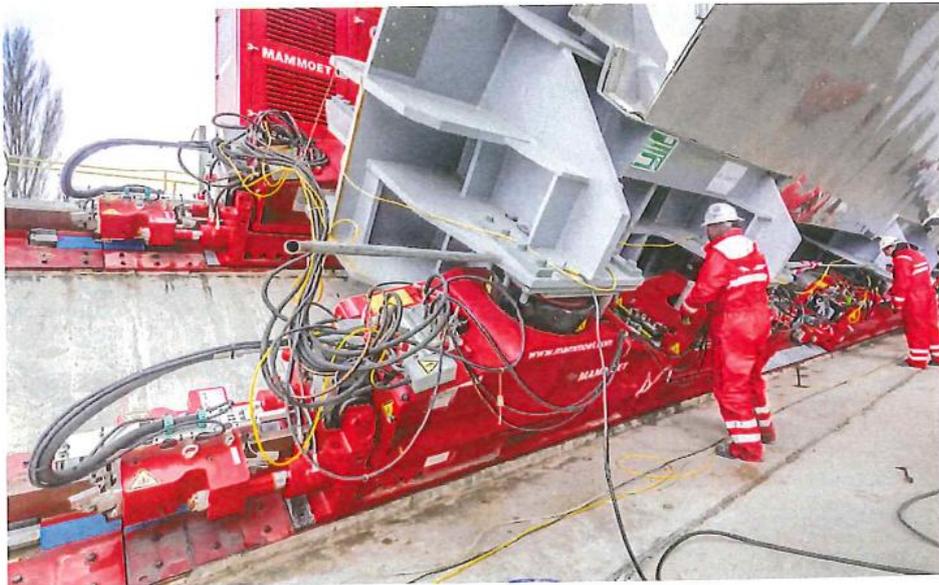


図 4 スキッドシューズによる NSC 移動の様子

世界の原子力発電所の廃止措置最新情報 (2017年6月末現在)

東海事務所 榎戸 裕二

昨年来、原子力規制委員会が審査してきた4原子力発電所の5基(原電敦賀1号機、関電美浜1、2号機、中国電力島根1号機及び九州電力玄海1号機)の廃止措置計画が4月19日に認可された。廃止措置完了時期は原電敦賀1号機が2039年度で最短、最少コストは関電美浜1号機の323億円、また5基合わせた放射性廃棄物量は26,820tである(4月19日朝日デジタルから)。なお、四国電力伊方1号機は昨年12月末に廃止措置計画の申請を行っている。世界の原発では新たに昨年12月25日にノボボロネジ原子力発電所3号機(VVER-400, 38.5万kW)が恒久運転停止となった。ロシアの商業炉としては6基目となる。2017年6月時点で、世界で運転停止した発電炉は165基となる。本報告では情報の更新を行っています。

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
アルメニア ベルギー	アルメニア-1	1977/10/06~1989/02/25	408MW	PWR	未定	計画検討中	2048年
	BR-3	1962/10/10~1987/06/30	12MW	PWR	即時解体	解体中	2020年
	コズロドイ-1	1974/10/28~2002/12/31	440MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵(20年)解体中	2035年
	コズロドイ-2	1975/11/10~2002/12/31	440MW	PWR			
	コズロドイ-3	1981/01/20~2006/12/31	440MW	PWR			
	コズロドイ-4	1982/06/20~2006/12/31	440MW	PWR			
ダグラスポイント	1968/09/26~1984/05/04	218MW	PHWR				
カナダ 6基	ジェンティラー-1	1972/05/01~1977/06/01	266MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
	ジェンティラー-2	1982/12/04~2012/12/14	675MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	
	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	
	ピッカリング-A2	1971/10/06~2007/05/28	542MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	
	ピッカリング-A3	1972/05/03~2008/10/31	542MW	PHWR	安全貯蔵	停止中	
	ビュージェイ-1	1972/07/01~1994/05/27	540MW	GCR	安全貯蔵	停止中	
	シヨ-ア	1967/04/15~1991/10/30	320MW	PWR	安全貯蔵	解体計画作成中	
	シノン-A1	1964/02/01~1973/04/16	80MW	GCR	安全貯蔵	解体中(2014年~)	
	シノン-A2	1965/02/24~1985/06/14	230MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	
	シノン-A3	1966/08/04~1990/06/15	480MW	GCR	安全貯蔵	部分解放済(ステージII) 安全貯蔵中から解体中	
フランス 12基	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)	未定
	マルクール-G3	1960/04/04~1984/06/20	43MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2028年
	モンダレー-EL4	1968/06/01~1985/07/31	75MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2025年
	サンローラン-A1	1969/06/01~1990/04/18	500MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2032年
	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
	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
	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	2045年以前
	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
	グライフスバルト-2	1975/04/14~1990/02/14	440MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
	グライフスバルト-3	1978/05/01~1990/02/28	440MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
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	
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	
グロスヴェルツハイム(HDR)	1970/07/02~1971/04/20	25MW	BWR	即時解体	廃止措置終了	1998年	

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
ドイツ 28基	ガンドレミンゲン(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
	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
	カールVAK	1962/02/01～1985/11/25	16MW	BWR	安全貯蔵	廃止措置終了	2010年
	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
	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
	リンゲン(KWL)	1968/10/01～1979/01/05	268MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2013年迄の25年間)	解体予定
	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
	ニダーアイトバッハ(KKN)	1973/01/01～1974/07/21	106MW	HWGCR	即時解体	廃止措置終了	1995年完了
	ラインスベルグ	1966/10/11～1990/06/01	70MW	PWR	即時解体	解体中	2016年
	シュターデ	1972/05/19～2003/11/14	672MW	PWR	即時解体	解体中	2015年
	THTR-300	1987/06/01～1988/04/20	308MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2027年迄の30年間)	2015年
	ヴェルガッセン	1975/11/11～1994/08/26	670MW	BWR	即時解体	廃止措置済	2015年
	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
	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
	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
	ブルンスビュッテル	1976/07/13～2011/08/06	771MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	2028年
	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
	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
	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
	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
	ウンターヴェーザー	1978/09/29～2011/08/06	1345MW	PWR	未定	未定	未定
	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
	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
	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
	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
	トリノ・ヴェルチエレッツェ	1965/01/01～1990/07/01	270MW	PWR	即時解体	安全貯蔵から解体中	2014年
	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
	東海発電所	1966/07/25～1998/03/31	166MW	GCR	即時解体	解体中	2020年
	「ふげん」	1979/03/20～2003/03/29	165MW	HWLWR	即時解体	解体中	2033年
	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
	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
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	
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	
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	
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	
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用	未定	
福島第一6号機	1979/05/04～2014/01/31	1100MW	BWR	未定	未定	未定	
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	
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	
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	
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	

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
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	もんじゅ	1994/04/～2016/12/21	280MW	FBR	未定	燃料除去とNa除去準備	未定
75	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
76	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
77	イグナリア-2	1987/08/20～2009/12/31	1300MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2045年以降
78	オランダ ドーンバルト	1969/03/26～1997/03/26	60MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	不明
79	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
80	ベロヤルスク-2	1969/12/01～1990/01/01	160MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	不明
81	ロシア ノボロノエジ-1	1964/12/31～1984/02/16	210MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
82	ノボロノエジ-2	1970/04/14～1990/08/29	365MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
83	ノボロノエジ-3	1972/06/29～2017/12/25	385MW	PWR	不明	不明	不明
84	オプニンスクAPS-1	1954/12/01～2002/04/29	6MW	LWGR	安全貯蔵	燃料除去後博物館化された。	不明
85	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
86	スロバキア ボフニチエ-VI-1	1980/04/01～2006/12/31	440MW	PWR	即時解体	解体中	2025年
87	ボフニチエ-VI-2	1981/01/01～2008/12/31	440MW	PWR	即時解体	解体中	2025年
88	ハンデロス-1	1972/05/06～1989/10/19	500MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2035年
89	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
90	サンタマリアデルガロニヤ	1971/03/02～2013/07/31	466MW	BWR	未定	未定	未定
91	オゲスタ	1964/05/01～1974/06/02	10MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2040年頃
92	スウェーデン ハーセベック-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
93	ハーセベック-2	1977/03/21～2005/05/31	615MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	1994年完了
94	スイス 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
95	チェルノブイール-1	1978/05/27～1996/11/30	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)
96	ウクライナ チェルノブイール-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)
97	チェルノブイール-3	1982/08/27～2000/12/15	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)
98	チェルノブイール-4	1984/03/26～1986/04/26	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)
99	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
100	バークレー-2	1962/10/20～1988/10/26	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
101	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
102	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(2006年～2016年)	2085年まで安全貯蔵、 95年解体完了
103	コールドーホー-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
104	コールドーホー-2	1957/02/01～2003/03/31	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
105	コールドーホー-3	1958/05/01～2003/03/31	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
106	コールドーホー-4	1959/04/01～2003/03/31	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
107	ハンター-ストーン-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
108	ハンター-ストーン-A2	1964/07/01～1989/12/31	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
109	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
110	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(2004年～2025年)	2081年まで安全貯蔵、 90年解体完了
111	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

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
イギリス 30基	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)	97年解体完了
	トローズフィニッド-1	1965/03/24～1991/02/06	236MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(1995年～2016年)	2074年まで安全貯蔵、83年解体完了
	トローズフィニッド-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
	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
	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
	ダンジネス-A1	1965/10/28～2006/12/31	230MW	GCR	安全貯蔵		2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
	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
	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
	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
	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
	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
	ウイルファア-1	1971/01/24～2015/12/30	530MW	GCR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2007年完了
ウイルファア-2	1971/06/21～2012/04/25	550MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2019年完了	
ドンレーDFR	1962/10/01～1977/03/01	14MW	FBR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2076年	
ドンレーPFR	1976/07/01～1994/03/31	250MW	FBR	安全貯蔵	サイト解放済	2009年完了	
ウインズケール WAGR	1963/02/01～1981/04/03	36MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2007年～2027年)	2036年完了	
ウインフリス SGHWR	1968/01/01～1990/09/11	100MW	HWLWR	即時解体	サイト解放済	1974年完了	
ビッグロックポイント	1965/11/01～1997/08/29	71MW	BWR	安全貯蔵	解体中	未定	
GEバレストス	1957/10/19～1963/12/09	24MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	75年間ISS後解体	
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	1997年完了	
CVTR	1963/12/18～1967/01/01	19MW	HWLWR	安全貯蔵	サイト解放済	2007年完了	
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	
エルクリバー	1964/07/01～1968/02/01	24MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1974年完了	
エンリコ・フェルミ-1	1966/08/05～1972/09/22	65MW	FBR	安全貯蔵	解体中		
EBR-II	1965/01/01～1994/09/01	20MW	FBR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定	
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		
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)	1997年完了	
ハダムネック(C・Y)	1968/01/01～1996/12/09	603MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2007年完了	
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)	1969年完了	
ファンボルト・ベイ-3	1963/08/01～1976/07/02	65MW	BWR	即時解体	解体中		
インデアンプォイント-1	1962/10/01～1974/10/31	277MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(～2013年)	2026年完了	
ラクロス	1969/11/07～1987/04/30	53MW	BWR	即時解体	解体予定	2026年完了予定	
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)	2005年完了	
ミルストーン-1	1971/03/01～1988/07/21	684MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定	
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	
ピーチポトム-1	1967/06/01～1974/11/01	42MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2034年以降予定	
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)	1969年完了	
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)	1970年完了	
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)	2009年完了	
サンオフレ-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	

アメリカ
37基

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
	サンオフレ-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
	サンオフレ-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
	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
	シヨ-ハム	運転せず(閉鎖)	880MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1995年完了
	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
	トロ-ジャン	1976/05/20～1992/11/09	1155MW	PWR	即時解体	サイト解放済(SFSIのみ)	2005年完了
	ヤンキーロー	1961/07/01～1991/10/01	180MW	PWR	即時解体	サイト解放済(SFSIのみ)	2007年完了
	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
	ザイオン-2	1973/12/31～1996/09/19	1085MW	PWR	即時解体		
	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
	キウオーニ-	1974/6/16～2013/05/07	595MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2073年完了予定
	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
	フォートカルホーン	1973/09/26～2016/10/24	512MW	PWR	安全貯蔵	2017年初頭廃止措置計画書提出	2076年頃解体完了
	フィッツパトリック	1975/07/28～2017/01/27	851MW	BWR	安全貯蔵	不明	未定
ドイツ	グンドレミンゲン(KRB-B)	1984/07/19～2017/未	1344MW	BWR	未定	未定	未定
韓国	コリ1号機	1977/06/26～2017/07/未	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/未	492MW	BWR	未定	未定	未定



フランス高速炉原型炉フェニックス(08年敦賀FBRセミナーより)

ロシアノボボロネジ原子力発電所 Bellona H.Pより

委員会等参加報告

前報告から平成 29 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
エネルギー総合研究所	21世紀における原子力発電所廃止措置の在り方に関する調査検討委員会 (平成28年度第2回)	榎戸裕二	3月6日
原子力デコミッション ング研究会	原子力デコミッション ング研究会 (平成28年度第10回)	渋谷 進	3月10日
原子力デコミッション ング研究会	原子力デコミッション ング研究会 主査会議 (平成28年度第4回)	渋谷 進	3月17日
原子力デコミッション ング研究会	原子力デコミッション ング研究会 (平成29年度第1回)	渋谷 進	4月13日 -14日
原子力デコミッション ング研究会	放射能除染に関する日韓技術交流会	渋谷 進	4月20日
日本原子力学会	LLW放射能評価分科会 (第30回)	泉田龍男	5月12日
原子力デコミッション ング研究会	原子力デコミッション ング研究会 (平成29年度第2回)	渋谷 進	5月19日
日本原子力学会	日本原子力学会標準委員会 第41回廃止措置分科会	梶谷幹男	5月24日
原子力デコミッション ング研究会	原子力デコミッション ング研究会 主査会議 (平成29年度第1回)	渋谷 進	5月29日
日本原子力学会	日本原子力学会標準委員会 第42回廃止措置分科会	梶谷幹男	6月13日
日本原子力学会	LLW放射能評価分科会 (第30回)	泉田龍男	6月29日

総務部から

人事異動

○評議員

新任 (平成 29 年 6 月 20 日付)

石村 毅 (非常勤)

今村 聡 (非常勤)

退任 (平成 29 年 3 月 31 日付)

河野 文紀 (非常勤)

柴田 周 (非常勤)

成田 睦夫 (非常勤)
峯 雅夫 (非常勤)

退任 (平成 29 年 6 月 20 日付)
岡本 達雄 (非常勤)
菊地 昌廣 (非常勤)
大谷 吉邦 (非常勤)

○理事

新任 (平成 29 年 6 月 20 日付)
安食 和英 (非常勤)
神田 正明 (非常勤)
鳥居 和敬 (非常勤)

退任 (平成 29 年 6 月 20 日付)
中尾 正文 (非常勤)
田中 栄一 (非常勤)
長谷川 信 (非常勤)
峯 雅夫 (非常勤)

○監事

新任 (平成 29 年 6 月 20 日付)
柳澤 信一郎 (非常勤)

退任 (平成 29 年 6 月 20 日付)
須田 登 (非常勤)

○職員

退任 参事・総務部長 笹山 義明 (平成 29 年 3 月 31 日付)
退任 参事・企画部長 中井 俊郎 (平成 29 年 3 月 31 日付)
退任 総務課長 中村 耕一 (平成 29 年 3 月 31 日付)

新任 参事・総務部長兼企画部長
板橋 靖 (平成 29 年 4 月 1 日付)
退任 特別参与 中島 一郎 (平成 29 年 5 月 31 日付)

なお、平成 29 年 6 月 20 日 (火) の第 9 回評議員会で承認された新評議員、新理事、新監事については、「RANDEC の主要な行事等 理事会及び評議員会の開催について」を参照願います。

第 30 回「原子力施設デコミッションング技術講座」

ご 案 内

当センター主催の第 30 回「原子力施設デコミッションング技術講座」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 29 年 10 月 26 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 29 回「報告と講演の会」

ご 案 内

当センター主催の第 29 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 30 年 1 月 26 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
(入場無料)

「RANDEC ニュース」の E メール配信について(お願い)

平成 27 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

©RANDEC ニュース 第 106 号

発 行 日 : 平成 29 年 7 月 14 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。