

海外における商業用原子力発電所の廃止措置の現状

Current status of decommissioning of commercial nuclear power plants overseas

新崎 雅志 (Masashi Shinzaki) *¹

要約 海外における商業用原子力発電所の廃止措置の状況をみると、すでに廃止措置を完了した発電所、永久停止以降速やかに廃止措置を進めている発電所、英国の炭酸ガス冷却炉のように放射能の減衰を待つて解体するため、長期間安全貯蔵する発電所などがある。

ここでは、短期間の廃止措置工程を立て、速やかに廃止措置を進めているスウェーデンのパーセベック発電所、ドイツのグライフスバルト発電所、スペインのホセカブレラ発電所および米国のザイオン発電所の4つの原子力発電所の廃止措置の現状について紹介する。

いずれの発電所においても、使用済燃料や放射性廃棄物について、サイト外の貯蔵施設又は処分施設への搬出先が確保されているか、あるいは、サイト内に解体対象施設とは別に一時保管施設が確保されていて、廃止措置を行うための環境が整っており、更に、様々な対策を講じることによって、限られた予算の中で、効率的かつ安全に廃止措置を進めている。

キーワード 商業用原子力発電所、廃止措置、使用済燃料、放射性廃棄物、解体、除染

Abstract Looking at the situation of decommissioning of commercial nuclear power plants overseas, we have identified three main groups: power plants that have already completed decommissioning, power plants that are proceeding with decommissioning promptly after their permanent shutdown, and power plants that are in a safe state for some period of time waiting for the decay of radioactivity before dismantling is to be started. Examples of plants in the third group are some gas-cooled reactors in the UK.

Here, from the second group, we look at four nuclear power plants that have set up a decommissioning process for a short period of time and are proceeding with decommissioning swiftly. They are the Barseback Nuclear Power Plant in Sweden, the Greifswald Nuclear Power Plant in Germany, the Jose Cabrera Nuclear Power Plant in Spain and the Zion Nuclear Power Plant in the US. The current status of their decommissioning is introduced.

At all of the power plants, the decommissioning plans have had to consider whether spent fuel or radioactive waste is delivered to a storage facility outside the site or a disposal facility, or a temporary storage facility is secured inside the site in addition to the facility to be dismantled. The preparations are being made in place for decommissioning, and by taking various measures, efficient and safe decommissioning will be carried out within a limited budget.

Keywords commercial nuclear power plant, decommissioning, spent fuel, radioactive waste, dismantling, decontamination

1. はじめに

我が国における商業用原子力発電施設（以下、原子力発電所）の廃止措置のあり方について、総合エネルギー調査会原子力部会にて、運転を終了した原子力発電所は、最終的には解体撤去することを基本的な方針とすることが示された⁽¹⁾。

また、原子力委員会にて、我が国における原子力発電所の廃止措置への対応について、以下の決定が

なされた⁽²⁾。

- 解体引当金制度及び廃炉会計制度等を適切に活用し、原子力関係事業者は、原子力発電所の廃止措置を適切に進めること
- 廃止措置を行うに当たっては、原子力関係事業者は、既存技術を適切に利用しつつ、廃止対象施設の設計・建設・運転・保守点検に基づく施設の廃止措置で蓄積された経験を活用していくこと

*1 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

- 廃止措置は長期にわたることから、技術及びノウハウの円滑な継承や人材の育成も同時に進めること
- 廃止措置の解体や除染等の作業は放射性廃棄物を発生させることから、廃止措置はこれらの放射性廃棄物の処理・処分と一体的に検討し、取り組むこと

ところで、福島第一原子力発電所の事故以前、原子力発電所の運転期間を定める法律はなかったが、その後、法改正され、原子力発電所を運転できる期間が運転開始から40年となり、その満了に際し認可を受けた場合は、1回に限り最大20年延長できるしくみができた。

その後、40年の運転期間を迎えるに当たって、運転期間延長に係る申請を断念した原子力発電所が、順次、運転を終了し、廃止措置に移行している。

これまで、廃止措置に移行したいずれの原子力発電所（福島第一原子力発電所を除く）の廃止措置計画認可申請書にも、30～40年程度の廃止措置工程が示されている。

一方、先行する海外における商業用原子力発電所の廃止措置の状況を見ると、すでに廃止措置を完了した発電所、永久停止以降速やかに廃止措置を進めている発電所、英国の炭酸ガス冷却炉のように放射能の減衰を待って解体するため、長期間安全貯蔵する発電所などがある⁽³⁾。

ここでは、短期間の廃止措置工程を立て、速やかに廃止措置を進めている4つの原子力発電所の廃止措置の現状について紹介する。

2. 海外における廃止措置の現状

バーセベック原子力発電所（スウェーデン）、グライフスバルト原子力発電所（ドイツ）、ホセカブレラ原子力発電所（スペイン）およびザイオン原子力発電所（米国）の廃止措置の現状について、廃止措置を計画・実施している各社のウェブサイトから得られた情報等を基に取りまとめた。

2.1 バーセベック原子力発電所（スウェーデン）⁽⁴⁾

バーセベック（Barsebäck）原子力発電所1、2号機（以下、バーセベック発電所）は1975年

および1977年に商業運転を開始した電気出力615MWのASEA-Atom製BWRのツインユニットである⁽³⁾。スウェーデン南部Skane郡のKävlinge MunicipalityのBarsebäck地区に位置する。

現在、バーセベック発電所を所有しているUniper社は、2016年にE.ON社から分離してできた（主として再生可能エネルギー以外の）発電を主な事業とするエネルギー企業で、ドイツに本社がある。

バーセベック発電所を運転し、現在は廃止措置の計画および実施に当たっているBarsebäckKraft AB（以下、BKAB社）は、Uniper社の関係会社であるSydkraft Nuclear Power AB（以下、SNP社）の100%子会社である。BKAB社は、運転時に引き続き、廃止措置時のバーセベック発電所での原子力関連活動の実施に係る許可を保有している。BKAB社の運営費は、放射性廃棄物基金（Kärnavfallsfonden）と、親会社であるSNP社からの直接資金によって賄われている。

バーセベック発電所の運転については、首都コペンハーゲンから20kmしか離れていない隣国デンマークからの強い反対があることから、政治的な決定が行われ、1、2号機はそれぞれ1999年、2005年に永久停止した。

また、現在、Uniper社が所有しているオスカーシャム発電所は、主として経済的な理由から1、2号機はそれぞれ2016年、2017年に永久停止した。

Uniper社は両発電所の所有者であること、また、両発電所は廃止措置に入った時期が近いことから、Uniper社は両発電所の廃止措置を、より効率的かつ安全に実施するため、共同プロジェクトとして進めることとした。原子炉圧力容器の取外し・撤去やタービン・発電機の取外し・撤去などの様々な作業パッケージを、オスカーシャム発電所とバーセベック発電所で、シリーズにて実施する。

バーセベック発電所の廃止措置の方針は、以下のとおりとなっている。

- 環境にやさしく費用対効果の高い方式として即時解体撤去方式を選定する。
- 解体プロセスを効率的に進めるため、放射能濃度が高い大型の機器から速やかに撤去する。
- 廃止措置をより効率的かつ安全に実施するため、Uniper社のドイツでの廃止措置経験を活用するとともに、バーセベック発電所とオスカーシャム発電所の廃止措置を共同プロジェクトとして進める。

- 重量的に全体の6%程度にあたる使用済燃料や放射性の機器を先に撤去し、その後は一般の産業用施設の解体と同様にリサイクルを念頭に解体撤去する。
- 大量に発生する非放射性のあるいはクリアランスレベル以下の金属は売却し、コンクリートは埋め戻し材などに利用する。
- 廃棄物の輸送回数をできる限り減らすように努める。

この方針に沿って、以下のとおり、廃止措置の準備が行われた。

➤ 2005年～：

運転により蓄積された放射性物質のほとんどを占めている使用済燃料のサイト外の使用済燃料集中中間貯蔵施設（CLAB）への搬出、大規模系統除染、また、運転に伴い発生した放射性廃棄物（以下、運転中廃棄物）のサイト外の短寿命低中レベル放射性廃棄物処分場（SFR）への搬出を行った⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

➤ ～2016年：

これと並行して、解体に伴い発生する放射性廃棄物（以下、解体廃棄物）の一時保管のオプションを検討し、サイト内に低レベルおよび中レベル放射性廃棄物保管庫（以下、廃棄物一時保管庫）を設置した。なお、SFRでは、解体廃棄物の受入れのために拡張工事が行われているが、受け入れが開始されるまで、解体廃棄物は廃棄物一時保管庫で保管する予定である。

➤ 2016～2019年：

廃止措置の準備の一環として、炉内構造物の先行解体を実施した。また、原子炉および解体に使用した使用済燃料プールからの排水処理を完了した。

炉内構造物の解体が完了し、本格解体に向けた準備が整ったことを受けて、2020年から管理区域内の機器等の解体撤去を開始し、2028年の規制当局からの規制解除を目指す。

なお、スウェーデンでは、使用済燃料の搬出が完了するなどの施設の安全性やセキュリティの変化に応じて、安全解析書（SAR：Safety Analysis Report）等の認可により、段階的に規制緩和される⁽⁷⁾。

廃棄物処理・処分に関する補足情報として、解体撤去した放射性の機器等のうちリサイクル可能なものは、同国内にあるSTUDSVIK社の金属溶融施設

に搬出し、溶融処理等を行い、フリーリリースしている⁽⁸⁾。なお、STUDSVIK社は2016年にEDF社に買収され、以降、社名はCyclife社に変わっている⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。

2.2 グライフスバルト原子力発電所（ドイツ）⁽¹¹⁾

グライフスバルト（Greifswald）発電所1～8号機（以下、グライフスバルト発電所）には8基のロシア型PWRのVVER-440（電気出力440MW）があり、1, 2号機, 3, 4号機, 5, 6号機, 7, 8号機のツインユニットで構成されている⁽³⁾。グライフスバルト発電所は1967年に建設を開始し、1号機は1974年に営業運転を開始した。続いて、2～4号機が、順次、営業運転を開始した。その後、1989年に5号機が試運転を開始したが、翌1990年に政治的な理由で1～5号機は運転を取りやめ、6～8号機は建設を中止した。

グライフスバルト発電所は、ドイツ北東部バルト海に面するメクレンブルク・フォアポンメルン州（Mecklenburg-Vorpommern）のグライフスバルト（Greifswald）近くのルブミン（Lubmin）という町に位置しており、旧東ドイツで最大の原子力発電所である。

旧東ドイツに位置するグライフスバルト発電所の運転を行っていたのは国営電力会社のEnergiewerke Nord GmbH社で、廃止措置が決まった1995年以降は廃止措置の管理を担っている。2017年に会社名がEWN社に改名された。

このEWN社と、ユーリッヒサイトにある高温ガス炉（AVR）、研究炉（FRJ-2）等の廃止措置を担当しているJEN社およびカールスルーエ研究センターにある小型ナトリウム冷却炉（KNK）、多目的研究炉（MZFR）、研究炉（FR 2）、再処理施設（WAK）等の廃止措置を担当しているKTE社の3社は、安全規制に準拠しつつ廃止措置タスクを効率的に行って費用対効果を高めるため、EWNグループに統合された。なお、EWN社は100%国営企業で連邦財務省が唯一のパートナーであり、JEN社およびKTE社はいずれもEWN社の100%子会社である。

一方、ドイツの低レベル放射性廃棄物処分の状況として、旧東ドイツに位置するモルスレーベン処分場は政治的な理由で1998年に受け入れを永久停止

した⁽¹²⁾。コンラッド処分場は2027年操業開始予定である⁽⁶⁾。また、高レベル放射性廃棄物処分施設について、2013年7月に新たなサイト選定手続きを定める「発熱性放射性廃棄物の最終処分場のサイト選定に関する法律」（サイト選定法）が成立し、2031年ごろまでに建設するサイトを決定する予定である⁽⁵⁾。そのため、使用済燃料、運転中廃棄物および解体廃棄物は当面の間、サイト内で一時保管しなければならない。それを踏まえ、グライフスバルト発電所の廃止措置の方針は、以下のとおりとなっている。

- 核燃料の処分を最優先とする。新燃料および5号機の一部照射燃料は売却し、使用済燃料はサイト内に貯蔵施設を設けて搬出する。
- 管理区域で汚染した機器は、建設を中止した6～8号機の機器（非汚染）の解体試験等によって解体への適用が証明されている手法を用いて、原則として、汚染レベルの低いエリアから汚染レベルの高いエリアの順に解体撤去する。
- 除染等によりクリアランスレベル以下となる機器は、廃止措置対象施設から撤去して、除染等の処理、測定を行い、規制当局の承認後にフリーリリースする。
- 原子炉容器等の主要機器は、運転中にかなり放射化または汚染しているため、遠隔解体して遮へい容器に収納しサイト外へ搬出するまでの間、保管施設に保管するか、または、分割せず一体のまま撤去し、開口部のみ閉止した状態で保管施設に保管（以下、一体での保管）し、減衰を待つて解体する。

これまでの主な経緯は以下のとおりである。

- 1995年：廃止措置計画の認可、廃止措置の開始
- 1996～1999年：サイト内に使用済燃料および放射性廃棄物の中間貯蔵施設（ISN：the Interim Storage Facility North）を建設
- 1999～2006年：使用済燃料のISNへの搬出
- 1999～2003年：7、8号機の主要機器（非汚染）を用いた解体試験
- 1999年：8号機の原子炉容器（非汚染）を用いたISNへの搬出試験
- 2003年：5号機の原子炉容器のISNでの一体での保管
- 2004～2007年：1、2号機の炉内建造物の遠隔解体（高放射化部は水中切断）、遮へい容器への収

納、ISNへの搬出

- 2006～2009年：1～4号機の原子炉容器のISNでの一体での保管
- ～2013年：蒸気発生器等の大型機器のISNでの一体での保管

これらの作業と並行して、タービン建屋は、建屋内の機器・コンクリート構造物を撤去し、その後、大型クレーンアームの製造などの他産業の工場に転用した⁽¹³⁾。

機器建屋は、建屋内のコンクリート構造物等を撤去した後、集中処理建屋に転用した。ここでは、解体対象建屋から運んできた機器の除染・細断・測定・梱包・容器収納等の処理を集中的に行っている。なお、ISN内にも同様の処理エリアがあり、平行して処理を行っている。

引き続き、補助建屋のコーティングやコンクリート表面の削り取りなどの除染工事を進め、基準値以下であることを確認する予定となっている（～2036年）⁽¹³⁾。

なお、使用済燃料については、現在、乾式貯蔵キャスクに収納してISNに保管している。2011年以降の乾式貯蔵キャスクの保管に関するセキュリティ要件の見直しに合わせてISNに追加対策を施してきたが、最終的に、使用済燃料貯蔵施設（ESTRAL）を設置する予定である。

また、ISNに一体で保管している原子炉容器等の主要機器は、将来、細断する予定であり、そのために、大型機器解体建屋（Fragmentation Hall）を設置する予定である⁽¹³⁾。

2.3 ホセカブレラ原子力発電所（スペイン）⁽¹⁴⁾

ホセカブレラ（Jose Cabrera）原子力発電所（以下、ホセカブレラ発電所）は1969年に営業運転を開始した電気出力160MWのWH社製1ループ型PWRのシングルユニットで、2006年に運転を終了した⁽³⁾。ホセカブレラ発電所はスペインの首都マドリードの東90kmのグアダラハラ県アルモナシッド・デ・ゾリタにある発電所で、その地名からゾリタ発電所としても知られる。スペインで最初に運転を始めた原子力発電所である。

Union Fenosa Generation, S.A.社が運転管理していたが、その後Gas Natural Fenosa社に買収

された。

放射性廃棄物管理公社（Enresa: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A）は、スペイン全土で発生した放射性廃棄物の管理（収集、処理、調整、保管および廃棄）という重要な公共サービスを行うことを目的として1984年王室令（Royal Decree 1522/1984）によって設立された政府所有の非営利機関である。その更新版に当たる2014年王室令（Royal Decree 103/2014）（放射性廃棄物の管理）において、Enresaは放射性廃棄物の最終処分と原子力施設の廃止措置を遂行する責務を負うと規定されている。

現在、Enresaは、バンデリョス発電所1号機（500MW, GCR）で、1998～2003年に原子炉建屋（原子炉）以外の廃止措置を行うとともに、エネルギー環境技術研究センター（CIEMAT）の施設改善計画（PIMIC）に基づき、2006～2015年に研究炉（JEN-1）等の除染などを行った。また、エルカプリル処分場の運営も担っている。なお、Enresaの運転資金は、電気料金への課税を基にした活動資金の調達のための基金で賄われている。

スペインの放射性廃棄物管理計画（GRWP: General Radioactive Waste Plan）には、放射性廃棄物管理、施設の廃止措置に関する経済的および財務的分析結果と、この分析結果に基づく主要なマイルストーン並びに今後数年で実施すべき戦略活動が明記される。最新版のGRWP（第6版）は、産業貿易省の要請によりEnresaが作成し、2006年の閣僚理事会にて承認され、公開文書として発行された。なお、廃止措置の戦略として、早期解体、廃棄物のクリアランス、資金の確保および廃棄物管理が挙げられている。

2006年の運転終了以降、Enresaは、GRWP（第6版）を踏まえ、廃止措置計画の認可申請準備を行い、廃止措置への移行作業後に10年程度をかけて解体撤去する廃止措置計画を立案した。また、廃止措置への移行作業として、サイト内への独立使用済燃料貯蔵施設（ISFSI）の設置、使用済燃料の搬出・貯蔵、運転中廃棄物の搬出などの準備作業を行った。

Enresaは、2009年に廃止措置計画の認可並びに2010年にGas Natural Fenosa社からの所有権移転の許可を受けて、タービン建屋の放射性廃棄物の処理・一時保管施設への改造等の準備作業と並行して、主要機器の解体に着手した。ただし、Gas Natural Fenosa社は引き続き発電所の所有者として残って

いる。

その後の廃止措置工程は、以下のとおり。

- 2010年：タービン建屋内の機器撤去，タービン建屋の改造
- 2011年～2018年：管理区域内の主要機器以外の機器の解体
- 2012～2013年：炉内構造物解体，高放射化の解体片の乾式貯蔵キャスクへの収納，ISFSIへの搬出
- 2013～2015年：原子炉容器，蒸気発生器などの主要な大型機器の解体
- 2016年：生体遮へい壁（鉄筋コンクリート）の解体
- 2016年～：建屋の除染，土壤浄化（実施中）
- 2018年～：建屋の解体（実施中）
- 2020年：最終の放射能特性評価（予定）

建屋の除染・解体，土壤浄化が終わり次第，最終の放射能特性評価を行う予定となっている。

2.4 ザイオン原子力発電所（米国）⁽¹⁵⁾

ザイオン（Zion）原子力発電所1，2号機（以下、ザイオン発電所）は1973年および1974年に営業運転を開始した電気出力108.5MWのWE製PWRのツインユニットである⁽³⁾。イリノイ州レイク郡ザイオン市にあるミシガン湖の海岸線に位置する。

ザイオン発電所の所有者であるExelon社は、財政的な状況からザイオン発電所の継続的な運営は不可能と判断し、営業運転開始から約20年後の1998年1月、ザイオン発電所を永久停止した。

ザイオン発電所の廃止措置は商業プロジェクトであり、政府が資金提供するプロジェクトや公共事業ではないため、Exelon社は拠出金で廃止措置を完了させる必要がある。そのため、2010年9月1日、ZionSolutions社はExelon社からザイオン発電所（使用済燃料、特高開閉所および土地を除く）を買収し、ザイオン発電所の廃止措置を完了するリスクと責任を負った。

ZionSolutions社はEnergySolutions社の子会社であり、ZionSolutions社の技術者の多くは、ビッグロックポイント発電所、ヤンキーロー発電所、コネチカットヤンキー発電所、メインヤンキー発電所、ランチョセコ発電所などの廃止措置に積極的に関与するとともに、エネルギー省（DOE）および国防

総省（DOD）の原子力関連施設での幅広い経験を有している。

当初計画では2015年から2032年までの18年の廃止措置工程が想定されていた。これに対して、ZionSolutions社はこれまでの廃止措置経験を生かして廃止措置の完了を12年も前倒しする2010年から2020年までの10年の廃止措置工程を提示し、廃止措置に必要なライセンスを取得して、ザイオン発電所の廃止措置を開始した。

ザイオン発電所の廃止措置方針は、期間短縮および放射性廃棄物の減容による廃止措置費用の低減である。EnrgySolutions社が有する、80基以上の大型機器輸送実績などの放射性廃棄物の輸送に係る専門知識を活用し、ZionSolutions社は、放射性の大型機器は、極力、分割せず一体のまま撤去し、開口部のみ閉止した状態で処分施設に搬出することで廃止措置期間を短縮することとした。

なお、使用済燃料は、DOEが最終処分するまで、サイト内に貯蔵し続ける必要がある。

ZionSolutions社は、廃止措置およびサイト復旧をより早く完了させるため、以下のとおり、廃止措置を進めている。

- 2012年：サイト内へのISFSIの建設に着手、乾式貯蔵キャスクの搬入。
- 2013～2015年：使用済燃料を乾式貯蔵キャスクに収納してISFSIへ搬出。
- 2012～2015年：クラスCを超える放射性廃棄物（GTCC）*2として処分する必要のある炉内構造物は、2号機、1号機とシリーズで分割し、使用済燃料と同じ乾式貯蔵キャスクに収納してISFSIへ搬出。また、クラスB/C放射性廃棄物*2はテキサス州にあるWCS処分場へ搬出。
- 2014～2015年：原子炉容器は、鉄道車両の改造や荷重負荷分析などの追加作業を不要とし従来の放射性廃棄物の運搬と同様な手順で鉄道貨物輸送できるよう、2号機、1号機とシリーズで17分割し、クラスA放射性廃棄物*2としてクライブ処分場へ搬出。なお、2008年に大型商業炉の原子炉容器を米国で初めて解体した際、アプレックスウォータージェット技術を適用し、約7ヶ月で分割した。これに対し、今回、酸素プロパンガストーチを使用する新しい解体装置と手順

を適用して、原子炉容器を約1ヶ月で分割し、分割期間を大幅に短縮した。

- 2012～2016年：蒸気発生器、加圧器、1次系配管、1次系ポンプ／モータなどの放射性の大型機器は、分割せず一体のまま撤去し、開口部のみ閉止した状態で、クラスA廃棄物として鉄道貨物輸送によりクライブ処分場へ搬出。

現在、タービン建屋の解体がほぼ終了し、格納容器の解体を進めている。

2020年までに、サイトのクリーンアップを終え、サイトの無制限開放に関する規制当局の線量基準（REGULATORY GUIDE 1.86 [1974]）を満足していることを確認する⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。確認結果がNRCによって検証され、廃止措置が完了した後、サイトはExelon社に返還される予定である。

2.5 廃止措置を速やかに完了させるための各発電所における対策

表1のとおり、いずれの発電所においても、使用済燃料や放射性廃棄物について、サイト外の保管施設又は処分施設への搬出先が確保されているか、あるいは、サイト内に解体対象施設とは別に一時保管施設が確保されている。また、クリアランス基準または無制限使用のための開放基準を本格運用していて、廃止措置を行うための環境が整っている。

更に、いずれの発電所においても、下記のとおり、様々な対策を講じることによって、限られた予算の中で、効率のかつ安全に廃止措置を進めている。それ故に、10年程度の短期間の廃止措置工程にもかかわらず（ただし、グライフスバルト発電所のみ主要機器の解体撤去期間）、ほぼ計画どおりに廃止措置を進めることができるのではないかと推察される。

- バーセベック発電所では、Uniper社のドイツでの廃止措置経験を活用するとともに、廃止措置をオスカーシャム発電所との共同プロジェクトとして進め、お互いの廃止措置経験を活かして、効率のかつ安全に廃止措置を進めている。
- グライフスバルト発電所では、ユーリッヒサイトでの廃止措置経験およびカールスルーエ研究

*2 米国の低レベル放射性廃棄物は、放射能レベルが高い方から順に、GTCC、クラスC、クラスB、クラスA（日本のL1、L2、L3に相当）に区分される⁽⁵⁾⁽¹⁶⁾。

表1 使用済燃料・放射性廃棄物の保管又は搬出状況

廃止措置対象施設	使用済燃料・放射性廃棄物の保管又は搬出状況
バーセバック発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料はCLABへ搬出済 ・運転中廃棄物はSFRへ搬出済 ・解体廃棄物は廃棄物一時保管庫へ搬出中 ・廃棄物のクリアランス基準運用中
グライフスバルト発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料はISNへ搬出済 ・運転中廃棄物はISNへ搬出済 ・解体廃棄物はISNへ搬出中 ・廃棄物のクリアランス基準運用中
ホセカブレラ発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料、炉内構造物の一部はISFSIへ搬出済 ・運転中廃棄物はエルカブリル処分場へ搬出済 ・解体廃棄物はエルカブリル処分場へ搬出中 ・廃棄物のクリアランス基準運用中
ザイオン発電所	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料、炉内構造物の一部はISFSIへ搬出済 ・運転中廃棄物はクライブ処分場等へ搬出済 ・解体廃棄物はクライブ処分場等へ搬出中 ・廃棄物の無制限使用のための開放基準運用中

センターでの廃止措置経験を活用するとともに、建設を中止した6～8号機の機器（非汚染）の解体試験等によって解体への適用が証明されている手法の採用、ならびに、サイト内に設置した集中処理建屋やISNでの汚染機器の除染・細断等の処理により、安全規制に準拠しつつ、費用対効果を高め、廃止措置タスクを効率的に進めている。

- ホセカブレラ発電所では、バンデリヨス発電所1号機での廃止措置経験およびCIEMATでの除染等の経験を活用するとともに、タービン建屋を改造し、放射性廃棄物の処理・一時保管施設とすることで放射性機器の解体・処理・搬出をスムーズに行い、効率的かつ安全に廃止措置を進めている。また、Enresaは、CIEMAT、スペインの大学や企業、さまざまな国の機関とパートナーシップを組むなど、協力し合って技術力の強化に努めている。
- ザイオン発電所では、原子炉容器の分割期間の大幅な短縮やその他の大型の放射性機器の一体のままでの撤去・搬出により、廃止措置期間を大幅に短縮するとともに、作業被ばく量を当初計画の半分以下とした。ZionSolutions社は、米国内での多数の廃止措置経験を活用するとともに、常に、安全性と有効性を高め、工期を短縮するための技術改善方法を模索しており、解体作業をより安全かつ迅速に完了させるとともに、環境に対する有益性および周辺公衆の安全性の確保に努めている。更に、親会社であ

るEnergySolutions社がクライブ処分場を所有していることから、放射性廃棄物の処分費用の上振れリスクを大幅に低減できる強みがある。

今後、国内の原子力発電所の廃止措置を効率的に進めるには、速やかに使用済燃料や放射性廃棄物の貯蔵又は処分先を確保するとともに、クリアランス基準を本格運用できるようにして、廃止措置を行うための環境を整える必要がある。また、国内外の廃止措置経験・技術を活用して、廃止措置工程をできる限り短縮する必要がある。

3. まとめ

本稿では、短期間の廃止措置工程を立て、速やかに廃止措置を進めている4つの原子力発電所の廃止措置の現状について、廃止措置を計画・実施している各社のウェブサイトから得られた情報等を基に取りまとめた。

いずれの発電所においても、

- 使用済燃料や放射性廃棄物について、サイト外の保管施設又は処分施設への搬出先が確保されているか、あるいは、サイト内に解体対象施設とは別に一時保管施設が確保されている。また、クリアランス基準または無制限使用のための開放基準を本格運用していて、廃止措置を行うための環境が整っている。
- 更に、限られた予算の中で効率的かつ安全に廃止措置を進めるため、様々な対策を講じている。

それ故に、10年程度の短期間の廃止措置工程にもかかわらず、ほぼ計画どおりに廃止措置を進めることができるのではないかと推察される。

今後、国内の原子力発電所の廃止措置を効率的に進めるには、速やかに使用済燃料や放射性廃棄物の貯蔵又は処分先を確保するとともに、クリアランス基準を本格運用できるようにして、廃止措置を行うための環境を整える必要がある。また、国内外の廃止措置経験・技術を活用して、廃止措置工程をできる限り短縮する必要がある。

参考文献

- (1) 通商産業省資源エネルギー庁, “総合エネルギー調査会原子力部会報告書について(商業用原子力発電施設の廃止措置のあり方について)”, 昭和60年7月.
- (2) 原子力委員会, “原子力利用に関する基本的考え方”, 平成29年7月20日.
- (3) 原子力デコミッショニング研究会, ウェブサイト, “世界の廃止措置データベース”, <http://decomiken.org/index.html>
- (4) Uniper 社, ウェブサイト, <https://www.uniper.energy/barseback/en/decommissioning-and-dismantlement/our-mission>
- (5) 経済産業省資源エネルギー庁, (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター, “諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について”, (2019).
- (6) 経済産業省資源エネルギー庁, (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター, “諸外国における放射性廃棄物関連の施設・サイトについて”, (2019).
- (7) Henrik Efraimsson, Martin Amft, Mathias Leisvik (Swedish Radiation Safety Authority) “Lessons learned from application of the Swedish regulations for decommissioning of nuclear facilities - The regulator’s perspective”, PREDEC, International Symposium on Preparation for Decommissioning February 16-18, Lyon, France, (2016).
- (8) 中山準平, 加藤 修, “原子力施設の廃止措置と金属再利用”, KOBE STEEL ENGINEERING REPORTS, Vol. 64, No. 1, (2014).
- (9) (一団)日本原子力産業協会, “仏EDFがスウェーデンのスタズビック社から低レベル廃棄物処理部門を買収”, 原子力産業新聞, 海外ニュース, 2016年4月21日.
- (10) Cyclife社, ウェブサイト, <https://www.cyclife-edf.com/en/cyclife-Sverige>
- (11) EWN社, ウェブサイト, <https://www.ewn-gmbh.de/index.php?id=183&L=1>
- (12) (財)原子力研究バックエンド推進センター, “モルスレーベン処分場の操業停止・閉鎖の許認可申請手続きの準備状況”, デコミニュース, 第22号, p12-14, (2003).
- (13) EWN, “NUCLEAR DISMANTLING AND WASTE MANAGEMENT AT EWN”, WENRA Workshop on Regulatory Aspects of Decommissioning, (5th Nov. 2019) .
- (14) Enresa社, ウェブサイト, <http://www.enresa.es/eng/index/activities-and-projects/dismantling-and-environmental-restoration/dismantling-of-the-jose-cabrera-nuclear-power-plant>
- (15) ZionSolutions社, ウェブサイト, <http://www.zionsolutionscompany.com/>
- (16) 電気事業連合会, “原子力発電所の廃止措置と低レベル放射性廃棄物について”, 平成26年5月20日.
- (17) U.S. AEC, “Termination of operating licenses for nuclear reactors”, Regulatory Guide 1.86, (Jun. 1974).
- (18) 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 廃棄物安全小委員会, “原子力施設におけるクリアランス制度の整備について”, 資料9, 平成16年12月13日改訂.