

# RANDEC

May, 2021 No.115

ニュース

(公財) 原子力バックエンド推進センター



## 放射性廃棄物の処分事業の加速のために

一般社団法人 日本電機工業会  
原子力部長 小澤 隆

国内では、企業や大学が1960年代の原子力黎明期に建設した研究炉が、その役割を終えて廃止措置が進められている。また、新型炉や燃料サイクル施設の研究開発で発生した廃棄物、核燃料製造過程で発生したウラン廃棄物、医療、産業分野での放射性同位体利用で発生した廃棄物などが、国内の多数の事業所で長期にわたり保管されている。このように放射性廃棄物が一元的に保管管理されておらず、労力や資金の浪費であり、日本全体としてリスクが高い状況にあると考えている。

このため、先般の文部科学省 第7回原子力研究開発・基板・人材作業部会（2021年2月10日）で、放射性廃棄物処分事業の検討加速等を提起した。現時点で、法的根拠を持った国内唯一の処分事業者として活動できる日本原子力研究開発機構に、処分事業の加速を提言したものの、立地等には相当な時間がかかる事が想定される。事態の打開策の一つとして、廃棄物の集中管理や、RANDECと連携した技術開発があり、これらの事業推進に関わ

る加速も併せて提言した。

(<http://jema-net.or.jp/Japanese/nps/comment/20210210.html>)

また同様に第6回作業部会に於いては、原子力規制庁から『JAEAの研究施設及びJAEA以外の研究機関、大学、医療機関、民間企業などで発生した放射性廃棄物の処分について、廃棄物の処分が遅れ安全性の観点から問題とならないよう、法令に基づく処分の実施主体であるJAEAが責任をもって進めていただきたい。』（2021年2月9日作業部会資料3より）との提言が出されている。

実行段階では、難しい問題が山積している事は理解しているものの、当事者の声として提案しない限り何も前に進まないのも事実であろうと思う。目の前にある課題に埋もれてしまう事無く、長期的課題の解決に向けて着実に進めていかなければならない。それが、原子力に携わる次の世代の人たちに対する責任であると考えている。

# RANDEC ニュース目次

第115号（令和3年5月）

巻頭言 放射性廃棄物の処分事業の加速のために

一般社団法人 日本電機工業会 原子力部長 小澤 隆

評議員会及び理事会の開催について..... 1  
総務部

第15回廃棄物検討WG会合..... 3  
廃棄物処理事業推進部

外部機関の活動状況の紹介

1. 廃炉解体時の水プラズマ難処理物質処理装置の技術紹介..... 4  
株式会社 HELIX 代表取締役社長 島 俊浩

2. ウージンジャパンの除染設備と高効率セシウム吸着材の開発..... 8  
原子力環境技術開発(株)代表、イム・ビョンウ  
(株)ウージンジャパン副社長、海老原義英

バックエンド技術情報

1. 系統化学除染 ASDOC\_D MOD プロセスの開発..... 12  
フェロー 澁谷 進

2. 建物の解体に向けた必要な活動について..... 17  
廃棄物処理事業推進部 秋山 武康

3. 廃棄物受入基準 (WAC) : 仏 LLW-SL 処分施設の例..... 21  
理事長 泉田 龍男

世界の原子力発電所の廃止措置の最新情報..... 25  
東海事務所 榎戸 裕二

その他

- ・委員会等参加報告..... 31
- ・総務部から..... 32

# 評議員会及び理事会の開催について

総務部

(第33・34回理事会の審議事項等)

新型コロナウイルス感染症の拡大防止の観点からTV会議にて第33回理事会を令和2年11月27日に開催し、令和2年度職務執行状況報告を行い、さらに第34回理事会を令和3年3月23日に開催し、令和3年度事業計画

と予算及び東海事務所の廃止、理事の辞任に伴う後任理事の選任に係る評議員会の開催について審議され承認されました。

令和2年度事業報告と決算報告についても例年通り6月に同様に開催予定の理事会、評議員会にて審議される予定です。

その他、理事会及び評議員会が以下の通りに決議省略にて開催され、審議・承認されました。

(理事会開催状況)

第28回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：令和2年3月25日
- (2) 議題
  - ①令和2年度事業計画について
  - ②令和2年度予算について
  - ③令和2年度特定寄付金に係る募金目論見書について

第29回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：令和2年5月11日
- (2) 議題
  - ①主たる事務所の所在地変更について
  - ②第20回評議員会召集の件

第30回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：令和2年6月15日
- (2) 議題
  - ①令和元年度事業報告について
  - ②令和元年度決算報告について
  - ③令和元年度内閣府定期報告について
  - ④第21回評議員会召集の件

第31回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：令和2年7月30日
- (2) 議題
  - ①第22回評議員会召集の件

第32回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：令和2年10月16日
- (2) 議題
  - ①第23回評議員会召集の件

(評議員会開催状況)

第20回 評議員会(書面による)

(1) 決議の日：令和2年5月27日

(2) 議題

①主たる事務所の所在地変更に伴う定  
款の変更について

②評議員の選任

第21回 評議員会(書面による)

(1) 決議の日：令和2年6月26日

(2) 議題

①令和元年度事業報告について

②令和元年度決算報告について

第22回 評議員会(書面による)

(1) 決議の日：令和2年8月28日

(2) 議題

①理事および評議員の選任に  
ついて

第23回 評議員会(書面による)

(1) 決議の日：令和2年10月28日

(2) 議題

①理事の選任について

# 第 15 回廃棄体検討WG会合

廃棄物処理事業推進部

廃棄体検討ワーキンググループ（以下、廃棄体検討WG）は、平成25年度以降、三者協（JAEA、RI協会、RANDECの三者で構成）の下に設置され、研究施設等廃棄物の廃棄体化処理を円滑に行い、埋設処分事業を着実に進めていくための検討を行っている。

第15回廃棄体検討WGが、令和2年10月7日に開催された（オンライン会議）。議題は、①廃棄体の落下時の内容物の飛散率、②重要核種選定用基準線量相当濃度、③トリウム廃棄物の非破壊外部測定方法に関するものであり、以下にその概要を示す。

## (1) 廃棄体の落下時の内容物の飛散率

原子力規制委員会規則令和元年第五号によって改正された、「核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」第八条（放射性廃棄物等の技術上の基準）第2項（廃棄体に係る技術上の基準）に追加された『第7号 廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏洩する放射性物質の量が極めて少ないこと。』への対応について、IAEAから廃棄体の落下時の飛散率に関する対応方針及び今年度に予定している代表的な角型容器の落下解析について説明があり、議論を実施した。

(2) 重要核種選定に必要な基準線量相当濃度  
廃棄体の平均放射能濃度、最大放射能濃度や重要核種に対する受入基準を検討するため、旧原子力安全委員会（旧原安委）が放射能濃度上限値を検討した際の線量モデルに加え、埋設地の立地条件を幅広く想定した以下のシナリオにおいて、JAEAの埋設事業の概念設計及び近年の物量見直しを反映したパラメータで基準線量相当濃度を試算した結果の説明後、質疑があった。

- ①トレンチ、ピット処分の濃度上限値報告書のシナリオ
- ②余裕深度（中深度）処分のシナリオ
- ③既事業申請（JNFL）を参考に井戸水利用のシナリオ

## (3) トリウム廃棄物の非破壊外部測定方法

トリウム廃棄物の保有者の大半は非原子力事業者であり、長年保管管理のみを行って居る状況である。廃棄物情報取得には、ドラム缶を開封せずに非破壊測定で高精度に放射能濃度評価が可能な共通的な評価手法が必要となっている。そこで、2016年からJAEAとRANDECが協力して検討しているウラン廃棄物に対し実績のある等価モデル法を利用したトリウム廃棄物の放射能評価方法の構築状況について説明があり、議論を実施した。

# 外部機関の活動状況の紹介

## 1. 廃炉解体時の水プラズマ難処理物質処理装置の技術紹介

株式会社 HELIX

代表取締役社長 島 俊浩

### 1. 会社概要

株式会社 HELIX（以下、HELIX という）は、「後世に美しい地球を引き渡す」をテーマとして、HELIX 独自の水プラズマ発生技術を中心とした先端技術により地球規模の環境保全に貢献することを企業理念としています。

HELIX の概要を下記に示します。

- ・ 社 名：株式会社 HELIX
- ・ 代表取締役会長：矢口 博文
- ・ 代表取締役社長：島 俊浩
- ・ 本社事業所：神奈川県藤沢市石川

5-20-11

- ・ 設 立：平成 23 年 9 月 28 日
- ・ 資本金：100 万円

（資本剰余金 9400 万円）

### 2. 「水プラズマ難処理物質処理装置」の概要

#### 1) 水プラズマとは

水 ( $H_2O$ ) は常温では安定した物質ですが、プラズマ状態では、 $O$  ラジカル、 $H$  ラジカル、 $OH$  ラジカルが発生します。

水を利用したプラズマとしては、アルゴンなどで発生させた熱プラズマに水蒸気を投入することによって水蒸気をプラズマ化する「水蒸気プラズマ」というものも実用化され、廃棄物処理に利用されていますが、HELIX の「水プラズマ」は液体の水を瞬時に水素と酸素に分解、プラズマ化するもの

であり、水だけでプラズマを発生できる点で「水蒸気プラズマ」とは原理が異なります。

#### 2) 水プラズマ処理の原理

水プラズマ発生時には、 $2$  万 $^{\circ}C$ 以上の超高温状態を作り出すことができます。この超高温状態とともに、水プラズマでは特に  $OH$  ラジカルの強力な酸化力を利用することによって、有機廃棄物を効率よく熱分解処理することができます。

#### 3) 水プラズマ処理の適正

##### (1) 効率的な分解と副生成物の抑制

特に有機系廃棄物処理において、水プラズマには2つの特徴があります。それは、 $OH$  ラジカルの強力な酸化力を利用した有機物分解と、 $O$  ラジカルと  $H$  ラジカルによる副生成物の抑制です。

フロンや PCB などハロゲンを含む有機物は、熱分解によって別のフロンやダイオキシンなどの有害な副生成物が発生するおそれがあります。その点、水プラズマは、 $2$  万 $^{\circ}C$ 以上の超高温状態にすることができ、さらに  $OH$  ラジカル、 $O$  ラジカル、 $H$  ラジカルを利用することによって、効率の良い熱分解と、熱分解した有機物から有害な副生成物を発生させる再結合を防ぐ効果があります。このように、特に有機系廃棄物処理に水プラズマの利用は大きな利点があります。

焼却など他の処理方法では環境に配慮した安全かつ効率的な分解が困難な難処理物質でも安全かつ効率良く分解処理することが可能となります。

#### (2) 環境に配慮した処理サイクル

通常、プラズマはアルゴンなどの希ガスを利用しますが、水プラズマはありふれた水を利用します。そのため、一時的にプラズマ状態になったとしても、再び水に戻るだけなので、環境への負荷は少なくなります。

また、廃棄物を処理するだけでなく、廃棄物から発生した物質を再利用することもできます。有機物を分解すると、通常は、一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、水素 (H<sub>2</sub>)、水 (H<sub>2</sub>O) が発生します。一酸化炭素 (CO) や水素は可燃性ガスとして再利用可能であり、特に水素は水素電池など今後重要となるエネルギーとして再利用することが可能です。また、PCB であれば塩化水素 (HCl)、リン酸エステルであれば、リン酸化合物といった、化合物に応じて回収、再利用することが可能となります。

#### 4) 水プラズマ難処理物質処理装置の特徴

#### (1) 装置各部の概要

HELIX の水プラズマ難処理物質処理装置を分けると、水プラズマ発生工程、難処理物質分解工程、排ガス等後処理工程の3つに分けることができます。

水プラズマ発生工程では、HELIX が特許を保有するコア技術である渦水流発生装置で作出した渦水流に直流電流を投入することによって、水プラズマジェットを発生させます。

難処理物質分解工程では、発生した水プラズマに処理対象とする物質を投入し、分解処理します。ここは負圧となっており、外部に物質が漏れない設計となっています。

排ガス等後処理工程では、水プラズマによって分解され、発生した気体、固体を回収し、環境基準に適合したもののみ外部環境に排出するように、何段階もの工程を通して処理します。なお、ここで発生したガスなどの内、水素など再利用価値のある物質については、回収・保管できるようにします。



図1 水プラズマ発生写真



図2 水プラズマ発生イメージ

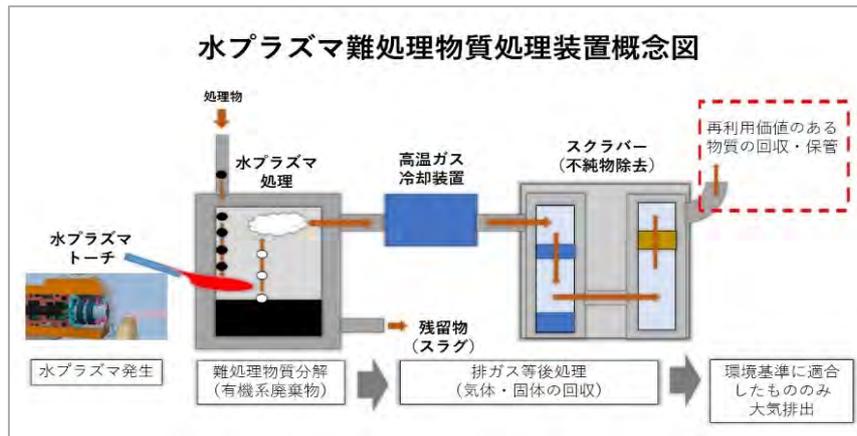
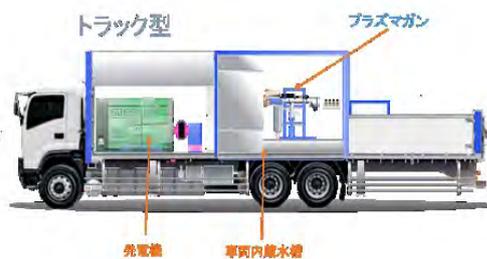


図3 水プラズマ装置工程図



トラック荷台に装置を搭載し  
トラックエンジンから直接直流発電

コンテナに分割搭載し電源は外部調達  
工場や発電所などの敷地内を想定

図4 車載式・プラント式水プラズマ難処理物質処理装置写真及び図

## (2) 移動式とプラント式

HELIX では、長年の研究により、トラックエンジンから直接プラズマ電源を供給するコンパクトな水プラズマ難処理物質処理装置を開発しました。電源のないところで

も直接装置を持ち込むことで、その場で廃棄物を処理することが可能となっています。これは、移動することが制限されている廃棄物を処理する場合、特に大きな利点になります。

また、外部電源が確保できる場合には、コンテナに装置をパッケージ化したプラント式にすることができ、ニーズに合わせて選ぶことができます。

### 3. 水プラズマ処理の今後の展開

日本だけではなく、世界全体では、多種多様な有害な難処理廃棄物が存在します。工場や発電プラントでも多くの化学物質を扱っています。それらを安全・高効率かつ低コストで無害化することができる技術は

今後ますます求められていくと考えています。「後世に美しい地球を引き渡す」という理念を実現すべく、今後も技術の研鑽に努めて参りたいと思います。

### 参考文献

応用物理 第87巻 第12号(2018)  
p907~911 水プラズマの放電特性と廃棄物  
分解への応用 渡辺隆行、田中学

## 2. ウージンジャパンの除染設備と高効率セシウム吸着材の開発

原子力環境技術開発(株)代表、イム・ビョンウ  
(株)ウージンジャパン副社長、海老原義英

### 1. 概要

ウージンジャパンは、研究開発専門企業である原子力環境技術開発(株)と協力し、高効率セシウム吸着材と焼却再除染設備の実用化・開発を通じて、東京電力福島第一原子力発電所の事故からの復興に貢献しており、このたび除染技術分野を中心に活動を紹介します。環境省は、「減容・再生技術開発戦略検討会」を中心に、除去土壌等（汚染焼却灰を含む）の減容・リサイクルに関する技術開発、減容処理後の土壌等のリサイクルの推進、最終処分の方角性の検討、国民の理解の醸成等の活動に応じた中長期的な政策を策定し、推進している。

環境省の再生利用戦略対象 10 万 Bq/kg を超えるセシウム汚染土壌等の総発生見込量は約 1,330 万 m<sup>3</sup> であり、これには 2018 年 10 月時点で定量的推定が困難な、帰還困難地域の除染等により発生すると見込まれる除去土壌等は含まれていない。汚染土壌等は、土壌が約 1,300 万 m<sup>3</sup>、焼却灰が約 30 万 m<sup>3</sup> に大別され、土壌は砂質土が約 700 万 m<sup>3</sup>、粘性土が約 600 万 m<sup>3</sup> と推定されている（環境省、「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生技術開発戦略」平成 31 年 3 月）。なお、福島県等に所在する一般廃棄物（都市ごみ）焼却施設において、放射性物質濃度が指定廃棄物基準である 8,000Bq/kg を超える焼却灰は現在、29 万トンと集計されている。（環境省、放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト、2020 年 12 月末）。一方、福島原発では、雨水や地下水などからの流入水が原子炉建屋やタービン建屋を通過

することにより、放射能を含む汚染水が発生しているが、発生量は平成 27 年度約 490m<sup>3</sup>/日から 2018 年度には約 170m<sup>3</sup>/日に減少している。この汚染水にはセシウムとストロンチウムなどを含む 62 の放射性核種が含まれており、放射能除去装置 (ALPS, KURION, SARRY) でトリチウムを除く放射能を除去した処理水を原発敷地内の大型タンクに保管している。保管中の約 130 万トンの処理水はトリチウムを含んでいるが、分離除去が困難なため、希釈して海洋を放出する方針である（「東京電力、福島第一原発の汚染水処理対策の状況」2019 年 5 月 14 日）。このような状況の中、原子力環境技術開発（株）は (NEED:Nuclear Environment Engineering Development)、高度洗浄法による汚染焼却灰除染技術を開発し、福島県で除染設備性能実証試験を実施し、原子力バックエンド推進センター (RANDEC) が除染設備の性能評価を行った。本稿では独自開発した除染の核心素材である高効率セシウム吸着材とそれに基づいた焼却再除染設備について紹介する。

### 2. 高効率セシウム吸着材(HECA)

福島原発事故で環境に放出された放射能の中で最も問題となるのは放射性セシウム (Cs-137) である。セシウムは水溶性でありながら、また 650℃ 以上の高温で揮発する性質を持っている。汚染物からセシウムを分離回収するためには、通常、洗浄法と溶融法を用いた除染方法を用いている。しかし、溶融法を用いた除染技術は、多くのエネルギーが

投入され、反応促進剤が添加され、分離したセシウムを固定するため、高濃度廃棄物を焼結固化するプロセスを適用する。そのため除染設備の大型複雑化に伴う高コストや、廃棄物の減容が不利であり、実用化に限界がある。また、通常の洗浄法を利用した除染技術は、セシウム吸着材としてゼオライトやセシウム吸着能に優れたプルシアンブルー (PB) を使用しているが、セシウムを吸着した PB やナノ粒子を回収するため、凝集沈殿法を使用するプロセスに困難な問題があるため、この方法は実用的な除染技術として成功していない (環境省、減容・再生利用技術実証の現状と今後の予定、2019.12.19)。したがって、セシウム汚染水からセシウムを効果的に回収するためには、汚染水に混在した様々な競合イオンの中でも選択的にセシウムを吸着固定しなければならず、セシウムを吸着固定した吸着材自体の回収が容易でなければならない。また、放射性廃棄物として取り扱うべきセシウムが濃縮された吸着材は、処理処分の観点から体積の減容性に優れている必要があり、長期的な安全管理が可能でなければならない。このような問題点を解決するために、原子力環境技術開発(株)は PB を基盤とするビーズ型の高効率セシウム吸着材 (HECA:High

Efficiency Cesium Adsorbent)を大量生産する製造技術を開発した。高効率セシウム吸着材はセシウムに対する高選択的吸着性能 (99%以上)、セシウム固定化の安定性、廃棄物の高減容率 (90%)、廃棄物管理の長期安全性のメリットを持っている。これにより、HECA を使用する除染技術は、除染設備のシンプルな運転プロセスが可能となり、放射能汚染水、汚染焼却飛散材、汚染土壌などのセシウム除去を低コストで効率的に実施出来る。

### (1) HECA の構造

PB は紺青色の顔料で、均一な格子構造を持つフェロシアン化鉄の水和物である。PB の格子一辺の長さは約 0.5 nm であり、水和セシウムの大きさに似ているため、放射性セシウムイオン吸着に選択性が特に優れている。原子力環境技術開発 (株) は、PB を含むセルロースハイドロゲルが水溶液の中から高効率かつ高選択的にセシウムを除去できることを確認し、簡単で経済的な製造が可能な高効率セシウム吸着材 (HECA) の大量生産技術を開発した。図 1 は PB を含む玉型の高効率セシウム吸着材の実物写真で、図 2 は 3D 網状構造で吸着反応面積を極大化した HECA の SEM イメージである。

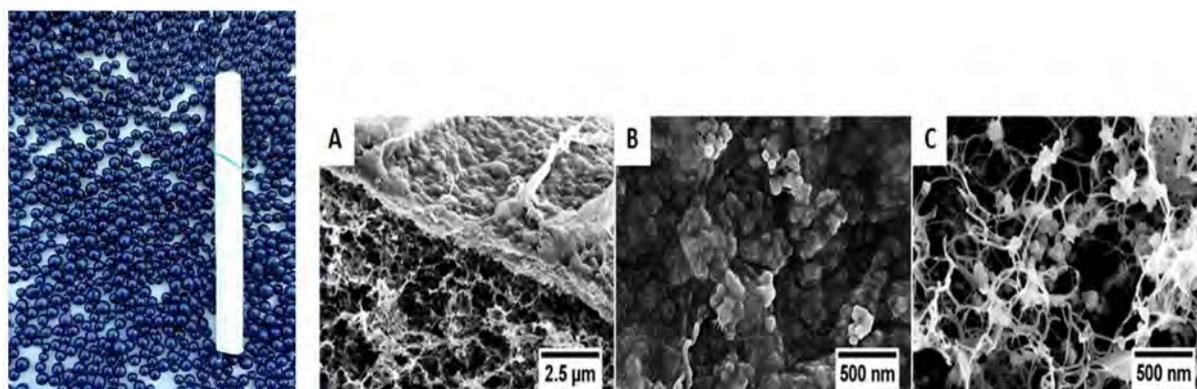


図 1. HECA 実物写真 図 2. HECA の SEM 画像 : (A) 断面、(B) 表面、(C) 内部

図 3 は HECA の多重多孔性とカートリッジに充填した様子を示すイメージであり、PB 結晶構造の空隙(Microporous)とナノ粒子の空隙(Mesoporous)、バインダーの空隙(Macroporous)を通じて汚染水の流路が形成される構造である。

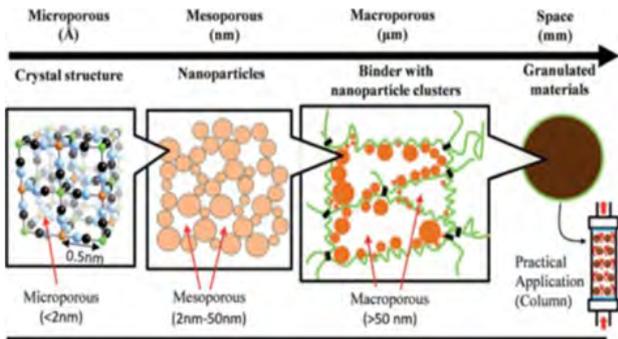


図 3. PB を盛り込んだ高効率セシウム吸着材の 3D 網状構造と HECA 充填カートリッジイメージ

図 4 は湿潤状態と乾燥状態の吸着材の写真であり、セシウム汚染水でセシウムを吸着した後乾燥すると体積が大幅に減少する (1/10 に減容) ため、廃棄物の貯蔵や処分の観点での管理が有利である。



図 4. 吸着剤の湿潤状態(左)と乾燥状態(右)

## (2) HECA とゼオライト吸着材の性能比較

PB ベースの高効率セシウム吸着材 (HECA) とゼオライトベースの吸着材に対するセシウムの吸着能力を比較した。実験に使

用した吸着材は、高効率セシウム吸着材 (HECA) と、日本の(株)カサイ製品であるゼオライト基盤の繊維型放射性セシウム吸着材を対象として、HECA とゼオライト吸着材の吸着率を比較するため、1 時間おきに 1 日 5 回 4 日間、計 20 回の試料を採取して分析する、同じ方法で実験を実施した。これらを使用して競争イオンが多量に含まれた焼却灰洗浄水を試料として比較分析した結果、HECA はセシウム選択性吸着材として優れた性能を見せた。HECA は平均 99.99% の一定の吸着性能を維持した反面、ゼオライトベースの繊維型セシウム吸着材は通水量が増えるほど (時間が経つにつれて) 吸着率が低下する現象 (平均約 52%) が確認された。



図 5. HECA とゼオライト吸着材の性能比較

## 3. 洗浄法による汚染焼却材除染設備と実証試験

図 6 は高効率セシウム吸着材を使用して汚染焼却灰を除染するプロセスフロー図であり、図 7 は移動型焼却灰除染設備の性能実証試験現場の写真である。

実証試験の結果、原子力バックエンド推進センター (RANDEC) が発行した性能評価証明書は、除染率 89%、減容率 97%、吸着材フィルターの新セシウム回収率 99% の性能評価であった。

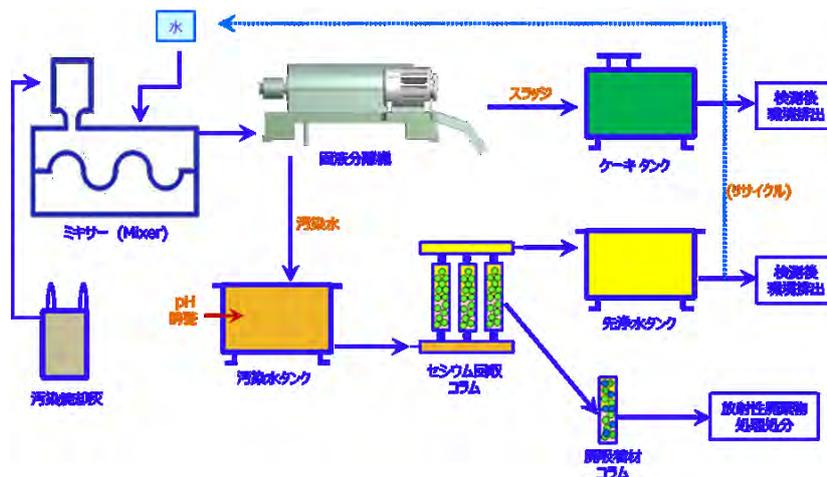


図6. 焼却灰除染プロセス



図7. 移動型焼却灰除染設備実証試験現場(福島県)と吸着灰カートリッジモジュール

#### 4. 終わりに

原子力環境技術開発(株)はセシウム吸着性能に優れたプルシアンブルーを基本素材に使用し、高効率セシウム吸着材(HECA)を大量生産できる製造技術を開発した。吸着材の回収の容易性を考慮してビーズ状に製造し、セシウム吸着反応の面積を最大化するため、吸着材の内部は多重の微細孔隙を極大化した吸着材である。セシウムを吸着した吸着材を100℃以下の低い温度で乾燥すると、吸着材の固形物が約10%なので、体積が1/10に縮小し、セシウムを固定した状態で廃棄物が減縮され

るので、放射性廃棄物の貯蔵、最終処分の観点で非常に有用である。高効率セシウム吸着材を基盤とする洗浄法による除染技術はプロセスがシンプルになるため、除染作業の被ばく線量が最小化され、吸着材の乾燥時の減容率が高く、処分コストが低減されるなど総合的な除染コストを最小化できる。これらのセシウム吸着材を使う除染プロセスにより、放射性セシウム汚染水、セシウム汚染焼却飛灰、セシウム汚染土壌など環境中の放射性セシウムの除去に効果的に対応できるものと期待される。

# バックエンド技術情報

## 1. 系統化学除染 ASDOC\_D MOD プロセスの開発 ービブリス原子力発電所における解体前除染への適用ー

フェロー 澁谷 進

原子力発電プラントの廃止措置においては、廃止措置期間中の作業員の被ばく低減を目的に、通常、初期段階で、解体前除染として大規模な系統化学除染が実施される。除染対象系統としては、加圧水型炉（PWR）では原子炉压力容器を含む原子炉冷却系（一次系とその補助系）、沸騰水型炉（BWR）では原子炉压力容器を含む原子炉冷却材循環系とその補助系である。化学除染は、化学薬品を用いて機器配管類の金属酸化被膜に取り込まれている放射性物質を酸化被膜ごと溶かし出す方法で、廃止措置の黎明期では主に酸溶解が用いられていたが、近年は二液法と言われる酸化剤と還元剤を交互に使用する酸化還元法が種々開発され実用化されている。<sup>1)</sup> 日本では、新型転換炉原型炉ふげん（重水減速 BWR）において HOP 法が<sup>2)</sup>、浜岡原子力発電所 1、2 号機（BWR）で T - OZON 法が<sup>3)</sup>、美浜原子力発電所 1、2 号機（PWR）では CORD 法が<sup>4)</sup> 採用されている。本稿では、新しく開発された ASDOC\_D MOD 法の概要とドイツのビブリス原子力発電所 A、B 号機（PWR）へ適用した結果<sup>5)</sup> について紹介する。

### 1. ASDOC\_D-MOD 法

#### 1.1 概要

ASDOC\_D-MOD (Advanced System Decontamination Oxidizing Chemistry Modified) 法は、原子力発電プラントの設備機器を構成するオーステナイト鋼、フェライト系またはマルテンサイト系クロム鋼、その他化学薬品に敏感な材料を含む系統の除染のために、特に開発された穏やかな化学除染法である。化学的な腐食に敏感な材料への損傷を回避し、除染プロセス中の水素発生量を抑制する一方で、酸化被膜層の効果的な溶解を保証する除染法である。

基本的に ASDOC\_D-MOD は、従来の二液法と同様に酸化還元で過マンガン酸とシュウ酸を用いるが、低濃度の薬剤と添加剤として MSA (メタンスルホン酸) が用いられる。特

長として、他の化学除染法と異なり、特別な仮設設備（例えば、薬品注入設備、流体の温度制御と循環設備、浄化設備、制御機器など）を必要とせず、プラント運転中の共用設備機器（例えば、投薬系、浄化系（イオン交換樹脂）および測定装置（特に O<sub>2</sub> および H<sub>2</sub> 用）を利用するため、経済的でありかつ仮設設備の二次汚染物の発生というリスクを排除できる。

#### 1.2 プロセス

ASDOC\_D-MOD 法のプロセスは、過マンガン酸を使用した酸化プロセスから始まり、→ 過マンガン酸の除去 → シュウ酸による還元 → シュウ酸の除去 で 1 サイクルが構成される。図 1 に除染サイクルを示す。

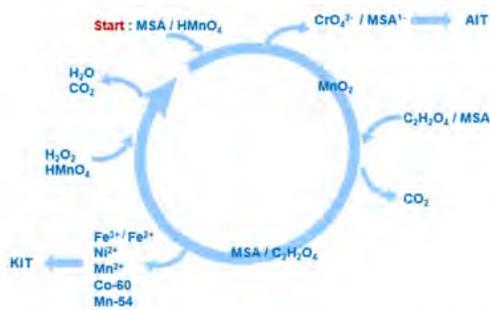


図1 ASDOC D-MODサイクルの概念図

酸化プロセスでは、過マンガン酸を使用して酸化クロム層を除去し（酸化クロム層の $\text{Cr}^{3+}$ を溶解性の高い $\text{Cr}^{6+}$ に酸化）、除去された酸化クロムイオンは陰イオン交換樹脂で除去される。酸化処理後、シュウ酸を注入して還元処理を行い、酸化処理で発生した二酸化マンガン（ $\text{MnO}(\text{HO})_2$ ）と酸化処理後の未反応過マンガン酸塩（ $\text{MnO}_4$ ）を分解するとともに、酸化被膜層から金属イオン（鉄、ニッケル、マンガン、亜鉛）を液相に溶解させる。

シュウ酸とシュウ酸塩錯体を構成する金属イオンは、陽イオン交換樹脂で除去される。残存するシュウ酸は、次のサイクルで注入される酸化剤で分解される。酸化還元プロセス中に添加されるMSAは、pHを調整して反応を促進し、金属イオンの溶解度を高める。

必要な除染サイクルの数は15～20のオーダーで、薬品濃度はサイクルあたり100 ppm以下の低い濃度が可能になる。このため、酸化被膜層の溶解を正確に予測、制御することにより、プロセスの安全性を確保し、過剰な水素発生や意図しない母材料の浸食のリスクを回避できる。また、必要な化学物質の量と二次廃棄物の量は、他の既存の系統化学除染法と比較して大幅に削減できる。

除染対象の規模によるが、酸化プロセスには概ね6～8時間、溶解したクロムイオンの浄化には12～16時間かかる。還元プロセスには5～7時間、溶解した金属イオン（Co-60

など含む）は、最終的に陽イオン交換樹脂で除去されるが、この浄化ステップには、約20～24時間かかる。

## 2. ビブリス原子力発電所への適用

### 2.1 ビブリス原子力発電所

ビブリス原子力発電所は、A、B号機からなり、ドイツで最初の100万kW級の球形格納容器が特徴的な大型PWRである（図2）。両機は順に1975年と1977年に運転を開始し、2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機とした脱原子力政策により、同年8月に恒久停止した。翌2012年に廃止措置・解体許可が申請され、2017年に認可された。審査中から廃止措置が開始されるまでの期間に、準備作業として炉心燃料の撤去や系統除染が実施されている。

ASDOC\_D-MODプロセスを採用した系統化学除染は、A号機は2016年に39日間（3日／サイクルの13サイクル＋パーシ）、B号機では2107年から18年にかけて51日間（2.2日／サイクルの19サイクル＋パーシ）で完了している。



図2 ビブリス原子力発電所

### 2.2 系統除染の結果

#### 2.2.1 放射性核種の除去量

A、B両機について、主要な放射性核種であるCo-60の除去量が除染実施前に予測計算され、実際に最終的に除去された放射エネルギーとよく一致した。A号機について、サイクルの進捗とともにCo-60の収量が増加する様子を

図3に示す。

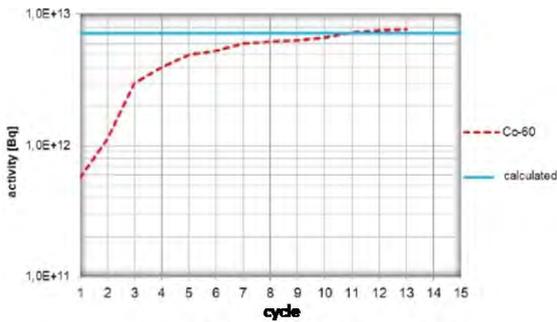


図3 Co-60の収量の変化(A号機)

最初の3サイクルでは、放射能の収量は後続のサイクルよりも大幅に大きく、最終除去量の約40%に相当する $3E+12$  BqのCo-60が抽出されている。その後、サイクルごとの放射能の収量は減少するが、11サイクル後、Co-60の総収量は事前に計算された $7.29E+12$  Bqに達し、13サイクル後、最終的に $7.75E+12$  Bqがシステムから除去された。

B号機の場合も、基本的にA号機の除去の様相と同様であったが、最初の7サイクルでは収量の傾きは対数目盛でほぼ線形に増加し、最終除去量の69%が抽出されている。その後、収量の傾斜はA号機と同様に平坦になり、19サイクル後の最終除去量は $1.0E+13$  Bqであった。

### 2.2.2 除染係数 (DF)

システム除染中のサイクルごとの除染係数(DF)の変化を図4に示す。



図4 平均除染係数(青:A、赤:B号機)

一般的に、除染効率は除染液の局所的な流速や流量、温度また材料構造などに依存し、除染対象システム内で均一ではないため、A号機では、適切に分散された72の測定点で取得されたDFの平均値(最終値90)、B号機では46の測定点で取得されたDFの平均値(最終値85)を示している。

また、除染中における、B号機の回生熱交換器と蒸気発生器の表面線量率の変化を図5と図6に示す。

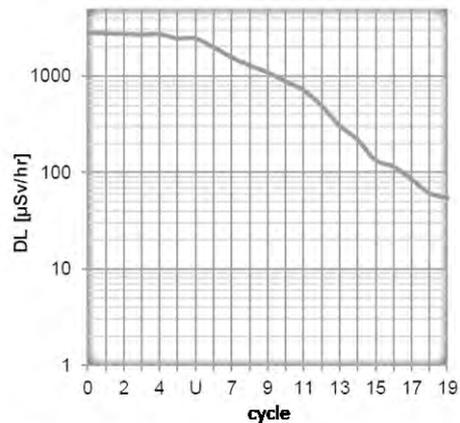


図5 回生熱交換器の表面線量率の変化

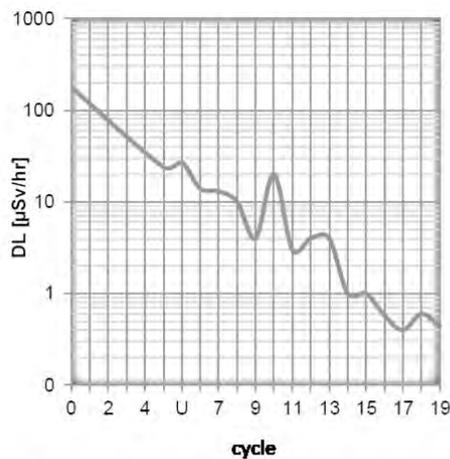


図6 蒸気発生器の表面線量率の変化

回生熱交換器では、 $2,825 \mu\text{Sv/h}$  の初期線量率が除染中に  $54 \mu\text{Sv/h}$  まで減少し、除染係数は  $DF = 52$ 、蒸気発生器での初期線量率は  $178 \mu\text{Sv/h}$ 、その最終値は  $0.4 \mu\text{Sv/h}$  で、 $DF = 445$  が得られている。図 6 中に見られる線量率の変動は、主冷却材ポンプの切り替え操作のタイミングで起きている。

### 2.2.3 廃棄物（イオン交換樹脂）の発生量

系統除染での廃棄物（イオン交換樹脂）の発生量は、A 号機で  $6.65\text{m}^3$ 、B 号機では  $12.75\text{m}^3$ 、また、イオン交換樹脂で除去された金属イオンはそれぞれ、 $143 \text{kg}$  と  $220 \text{kg}$  であった。これらは多めの除染サイクル数と高い除染係数にも拘わらず、他の除染法に比べて極めて少量であると評価されている。

### 2.2.4 系統除染中の材料腐食制御

系統除染中に、代表的な材料の腐食が、主

回路からのバイパス回路に挿入された材料サンプルによって制御された。サンプルには耐食性の低い材料として、例えば、クロム鋼 1.4913、1.4923、などが含まれている。腐食の実測例（クロム鋼 1.4923）を図 7 に示す。

許認可手続きにおいて、化学薬品に敏感な材料に対しては、しきい値と制限値が定義された。クロム鋼 1.4923 の場合は、それぞれ  $80 \mu\text{m}$ 、 $150 \mu\text{m}$  に設定されていたが（図 7 左）、除染の最終サイクルで 1.4923 サンプルの腐食はわずか  $1.08 \mu\text{m}$  であった（図 7 右）。この結果は、ASDOC\_D-MOD プロセスは制御が不要なほど腐食リスクが低いことを端的に示している。

もう一つの課題である、酸と金属表面との化学反応によって発生する水素については、除染期間中継続的に、液体および気相で測定されており、水素ガス濃度は常に検出限界レベル（ $1\text{ppm}$ ）よりも低い値であった。

## 3. おわりに

ASDOC\_D-MOD プロセスを用いた系統化学除染は、原子力規制当局による実施計画の許可を受け、当局の監視の下で実施された。最終の除染サイクルとページプロセスの完了後、使用した設備機器類の検証が行われた。原子炉運転時に対する要求要件に基づいて、完全性と機能が検査された結果、プラント固有の系統設備で構成された除染回路の健全性が確認されている。

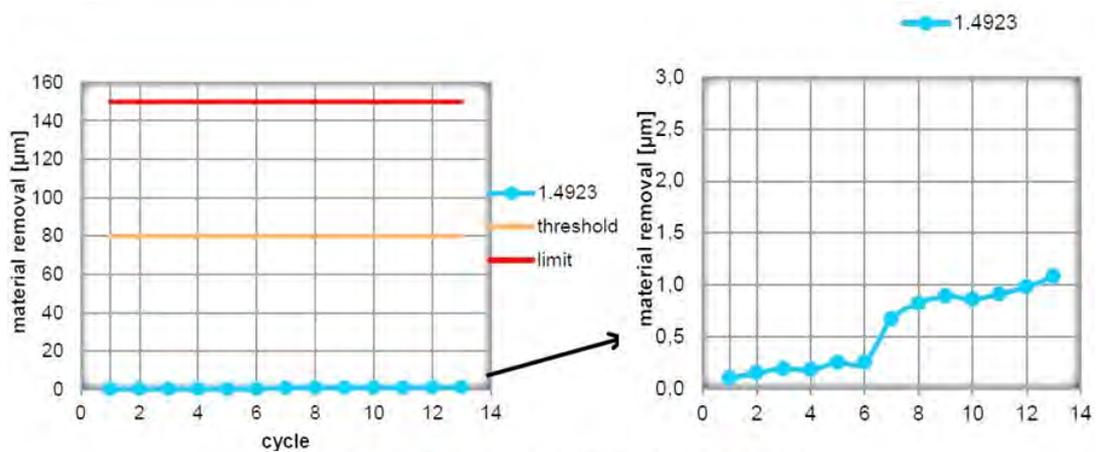


図7 クロム鋼 1.4923 の腐食量の変化

参考文献

- 1) 「21 世紀の原子力発電所廃止措置の技術動向 第 5 回廃止措置技術—除染の技術動向」, 酒井仁志, 片岡一郎, 日本原子力学会誌, Vol. 52, No. 1 (2010)
- 2) 「「ふげん」系統化学除染の廃止措置影響評価」, 大和義明, 森田聡, 他, 日本原子力学会年会 大会予稿集 2004f(0), 610-610, 2004
- 3) 「浜岡 1, 2 号機 廃止措置の状況」, 仲神元順, (公財) 原子力バックエンド推進センター 原子力施設デコミッションング技術講座 (第 30 回)、平成 29 年 10 月 26 日
- 4) 「関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機の廃止措置状況について」, 松永勇二, 宮脇晃之, (公財) 原子力バックエンド推進センター, デコミッションング技報 第 57 号 (2018 年 3 月)
- 5) “Full System Decontamination at PWR Biblis Unit A+B with ASDOC\_D-MOD process,” A. PRULLAGE, et.al., KONTEC2019, March 27 –29, 2019

## 2. 建物の解体に向けた必要な活動について

廃棄物処理事業推進部 秋山武康

本報告はドイツで完了した廃止措置の実績に基づき、建物の解体に必要な活動についての Siempelkamp NIS エンジニアリング会社の経験を纏めたものである。

廃止措置の実施手順として、①建物解体に先立ち、廃止措置中の施設の運転管理に必要なであった機械、設備を撤去し、構造上撤去できない設備は建物解体時に撤去するか、代替品を準備する。②運転設備の解体と前後して壁や天井の配管ダクトの解体を行い、ガス・液体供給配管、電線ダクト等を撤去する。③放射線測定結果に基づいて区分し、規制解除の部屋から汚染のあるエリアに向けた空調管理を行う、④除染作業、及びポイントも示されており、貴重な情報になると思われる。

### 1. はじめに

過去数十年間、Siempelkamp NIS エンジニアリング会社はさまざまな解体プロジェクトを管理し、その間に原子力施設の建物の解体に必要な活動を計画し実行した。

これらの必要な活動は、工場内に残った以前の解体作業（パイプとケーブルダクトの解体、換気の変更、部屋と区域のグループ化）に必要な機械とプロセスシステムの撤去と解体に関連する。さらに、残存物（電気機器、呼び出し・警告システム、放射線防護計装、および組み込み部品）の取り外しを考慮する必要がある。

この報告書は、実験炉カール（VAK）、ロッセンドルフ研究センターおよびカールスルーエの核廃棄物管理（KTE）で実施されたプロジェクトに基づいて、建物の解体に必要な活動の概要を示す。

### 2. 残存機械とプロセスシステムの解体

以前の解体中に必要だった残存機械とプロセスシステムは、次のステップ前に撤去する必要がある。

クレーンやホイストやロックシステムなどの機器は使用できなくなり、徐々に分解されて廃棄物処理施設に送られる。構造上の条件により、建物の規制解除中にのみ取り外すことができる施設（同心クレーンなど）の場合、ケーブルやその他の付属品は解体されるか、交換される。



図1 研究センター建屋のクレーン

プロセスシステムの解体も同様の方法で行われる。残りの備品、パイプライン、コンテナ、および補助構造物が解体され、廃棄物処理施設に送られる。必要に応じて圧縮空気や計数ガスなど、まだ必要なシステムの移動式交換手段を確保する。



図2 KTE の残存プロセスシステム

プロセスシステムの解体と並行して、または解体後に、壁と天井のダクトの解体が実行される。プロセスおよび供給ラインのダクトに加えて、電気ラインおよび制御・通信システムのダクト、換気ダクトを取り

外す必要がある。アスベストなどの有害物も同時に除去される。

ダクトは線鋸またはディープロアリングを使用して解体される。ダクト内を通るパイプは、壁の近くで密閉する必要がある。



図3 KTE の壁、ダクト

ダクトを取り外した後は、個々の部屋の換気接続は通常必要ないため、開口部を閉じる必要がある。部屋のグループ化に必要

な新しい換気ダクトや逆止弁の設置などの調整は、開口部を閉じる過程で検討できる。

### 3. 部屋のグループ化、残存物の撤去と除染

#### 3.1 部屋のグループ化のための措置

除染のために、放射線測定だけでなく、建物、部屋、エリアの解除は、部屋グループにグループ化される。個々の部屋グループ間に逆止弁を設置することで、圧力等級の維持が保障され、汚染の低い場所もしくは解除エリアから汚染の高い場所への方向性のある流れに従う。既存の耐火エリアも統合できる。

部屋をグループ化するには、例えば以下の構造的な対策を講じる必要がある。

- ・換気調整や部屋の整理用の仕切り壁
- ・中間階と間仕切りの撤去
- ・要員輸送やアクセス用の突破口の延長
- ・不要な壁開口部とケーブルダクトの閉鎖

#### 3.2 残存物の解体

下記の作業は、事前にまたは部屋のグループ化中に行うことができる。

- ・格子台の解体
- ・ハッチ開口部からのフレームの取り外し（除染できない場合）
- ・既存のフロアパンと小部屋壁の分解
- ・残存物（パイプサポート、ケーブルなど）の分解
- ・建物の静力学を考慮した埋め込みコンポーネント（アンカーチャネル、ダボなど）の除去
- ・アスベストなどの有害物質の除去
- ・既存のインフラ設備（照明、制御・通信機器、放射線防護機器、圧縮空気、計量ガスなど）の解体
- ・前回の解体からの新規機器または補助機器の解体

建物に固定されていて、構造上の理由で取り外すことができず、建物の解体によってのみ解体できる機器類は、建物の規制解

除中に個別に検討する必要がある。この例は、ロッセンドルフ同位体製造建屋にある歯付き鋳鋼セグメント製の固定されたホットセルシールド壁であり、その残留汚染は分解された状態でのみ除去できた。

解体されたインフラ施設の代替手段として、それぞれの解体現場に移動施設を提供する必要がある（例えば、照明用の建設現場の組み立て、移動測定技術、またはガスボンベによるガス供給）。避難経路と避難経路の照明、および火災警報システムは、廃止措置プロセスの過程で機能させておく必要がある。



図4 KTE のケーブルトレイとインフラ設備

### 4. 除染

部屋とインフラ設備の残存機器を部屋から取り外した後、表面の保護コーティングを取り除ける。

放射線測定では、表面に浸透した汚染がないかチェックされる。表面近くの汚染と局所的なホットスポットは、ニードルスクレーパー、グラインダー、壁フライス盤、または回転鋸によって除去される。接合部またはシャフトのより深く浸透された汚染は、コアドリル、削岩機、またはノミによって除去される。

除染作業中に建物の静力学を確実にするために、追加の対策が必要になる場合がある（図7参照）。



図 5 研究センターの再加工された区域と交換用換気ダクト



図 6 ホットスポットのマーキングと VAK での再加工



図 7 KTE での再加工のための追加の静的測定とマーキング

参考文献

- 1) Dr. Carmen Isabella KRAU, Steffen KNIEST, Wolfgang-Bruno HUBER, Alzenau / Deutschland, “Necessary activities in preparation of the building release”

### 3. 廃棄物受入基準 (WAC) : 仏 LLW-SL 処分施設の例

理事長 泉田龍男

低レベル、中レベル廃棄物(CSA)の浅地層処分に対して、ANDRA によって公表されている廃棄物受入基準 (WAC) は、施設の操業から閉鎖後の数百年に渡る期間において、安全な処分が実現するために定められている。本論文では、この廃棄物受入基準を決定するために ANDRA が用いた考え方及び実施方法について示す。

#### 1. 廃棄物受入基準の導出

規制当局から得られた操業許可に従えば、処分施設は処分が許可される廃棄物の条件を決定する責任がある。この廃棄物受入基準 (WAC) は、処分可能となる廃棄体 (Waste Packages, WP)を製作するために、廃棄物を分類・処理・調整及び固形化する基準を提示している。しかし、この廃棄物受入基準だけで廃棄体の埋設が許可される訳ではない。追加的な要求事項の適用、廃棄物発生者との契約上の合意や特殊な廃棄物に対する許可などが必要とされる。

廃棄物受入基準 (WAC) は、処分のための廃棄体に適用される多くの要求事項を纏めたものであり、操業許可を得るための一つの要素である。本論文の目的は、この WAC の導出に影響を与える種々の制約事項の概要を説明することにある。

WAC の根幹は、処分施設の操業期間 (短期間) と閉鎖後の期間 (長期間) の安全性を評価することにある。

#### 2. 安全性に係わる基準

埋設処分施設は、以下の安全項目を満たすように設計されている。

①施設の放射能から生じる電離放射線の影響から、公衆と従事者を守ること

②通常時及び異常事象時共に、放射性核種の流出の影響から、公衆と従事者を守ること  
③操業終了後に処分場内への侵入者の影響から、一般公衆を守ること

これらの目標は、敷地の特性、施設的设计・建設・操業及び埋設予定の廃棄体などを組み合わせて検討することによって達成される。

IAEA では以下に述べられている。

「放射性廃棄物の安全な隔離は、処分システム全体の性能により決められるものであり、それは敷地・処分場及び廃棄体の3つの要素から構成される。このシステムのコンセプトは、一つの構成要素で好ましくない性能のものであっても、それが他の構成要素のより良い性能で補われるというものであり、結果として全体が希望する隔離性能を発揮することになる。」これは、多重防護システムとして知られているものである。

フランスの操業中の低・中レベル廃棄物 (短寿命核種の廃棄物, CSA) の処分場であるオーブ処分施設では、以下の3つの障壁が考慮された。①廃棄体、②工学的な障壁を持つ施設、③敷地環境 (地質、水理地質) である。

廃棄体は、廃棄物、容器及び充填物で構成され、通常、最初の安全障壁となることが期待されており、以下の機能が期待される。

①放射性物質の制限

②通常もしくは事故時の放射性核種拡散の制限

③通常もしくは事故時の廃棄物の閉じ込め

④廃棄物処分施設の機械的安定性への寄与

⑤安全な廃棄物管理プロセスと効率化

通常、放射性廃棄物処分施設には多重防護の原理が要求される。多重防護原理では、複数の独立した余剰の防護層を作ることによって事故を防護・軽減することを目的とする。多重防護原理は、一つの構成要素の安全機能が失われた場合に、その失われた安全の役割を他の構成要素が補い、結果として単一の機能喪失は全体の安全機能の喪失にならないことが要求される。

廃棄体の安全機能とは何か？ フランスのオープン処分センターの場合では、規則により以下の項目から守られることが要求されている。

- ・電離放射線による外部被ばく
- ・水による放射性物質の拡散
- ・空気中への放射性物質の拡散

基本的に安全機能は、施設の物理的な構成物に依存する。例えば、廃棄体、安全障壁、地下埋設場、最終の覆土システム及び地下水採取システムなどである。この安全機能は廃棄体全体に寄与するものであるが、いくつかは廃棄体内のそれぞれの構成要素に寄与するものがある。廃棄体の安全機能として以下のものがある。

(廃棄体に関するもの)

- ①廃棄体の機械的安定性の保証
- ②最終カバーの荷重伝搬性保証
- ③廃棄体データの収集と保管

(廃棄物に関するもの)

- ④放射性核種の許容量
- ⑤化学的毒物の許容量

⑥廃棄体に有害となる物質の制限

⑦廃棄体内での錯体形成物質の制限  
(廃棄物 + 固化材)

①自由水量制限

②有害物質の制限

安全対策の目標は、多重防護の考え方で採用されている規定によって、内的及び外的な危険が防止されること、及び事件や事故などの潜在的な影響から施設、民衆及び環境を守るに十分な頑健な施設が作られることを証明することにある。

処分施設は、その施設寿命の期間中に以下に区分される状況に置かれる。

- ・通常時：通常の操業及び監視状態
- ・危険時：通常の状態からは外れているが、民衆や環境に対して受け入れ可能な状態
- ・事件/事故：通常状態から外れ、民衆や環境に対してマイナス影響を与える状態
- ・遮断状態：最高度に起こりえないとみなされる事故状態

安全評価プロセスは、施設に生じる可能性がある様々な状況のシナリオを評価するのが基本である。そこでは、選択されたシナリオの影響が計算される。作業員や公衆に対して最も被ばくの大きなシナリオで、彼らの被ばく影響が計算される。放射線リスクは被ばく量である。有害物質に対するリスクは、「がん」発生確率が計算される。

概略的には、想定したシナリオの評価結果が規制値以下であれば許容されるが、規制値を超えるようであれば許容されない。この許容されない場合では、処分システムを記述しているパラメータが、そのシナリオでの被ばく量が規制値以下になるまで変更される。例えば、廃棄体の放射性核種の数量、処分用コンテナの落下耐久性がある。前者は空間の

汚染対策のために人の立ち入り制限が生じ、後者では処分施設運用期間中すべてでハンドリングの着実な実行と廃棄物つり上げ条件の明確化が（高さ、積荷落下の確率）要求される。

同様に、いくつかの特殊な廃棄物が除外される。例えば爆発性又は可燃性物質であり、火災や爆発事故の影響により環境への汚染が拡大し、サイト内作業や施設周辺の公衆に影響を与える。

覆土シナリオは処分施設の運転に最も大きな影響を与える。ここでは、公衆の吸収線量率がどんな場合でも法制や規則の基準以下となるように設計される。

廃棄物受入基準というものは、安全解析から得られた廃棄体に対して要求される性能及び状態を明確にしたものである。

### 3. その他の基準

#### (a)法規制の要件

法規制の要件は、国ごとに様々である。フランスの例ではいくつかの法律が制定され、廃棄体の性能や廃棄物に対する制限値などが規定されている。これらの規制値が廃棄体受け入れ基準に引き継がれている。これらの法規制の始まりは、フランス最初の処分施設であるラ・マンシュ施設で集められた経験に見ることができる。そしてそれは、その後のオーブ処分施設の敷地選定、設計及び運転の規制を行う安全委員会及び ANDRA の両者によって用いられている。

#### (b)運転基準

施設の運転では、様々な規制が設けられている。荷重機器の最大容量、吊り上げビームの設計及び廃棄体の重量や形状の制限などである。また、処分に対しては公認のコンテナのみが使用され、廃棄体には、最大重量と物理的な特性が決められている。

#### (c)管理上の規制

廃棄物のデータ取得、コンピューター処理と記録保存は処分施設の重要な要素である。廃棄体内容物の詳細（放射性物質及び非放射性物質両者とも）は、運転許可の要求事項である。廃棄体のデータ伝達は、通常廃棄体が発送される前に処分施設に送られ、そこで廃棄体の分類が廃棄体受け入れ基準に従って詳細に決められる。オーブ処分施設では、廃棄体データが発生者の施設から電子データとして送られる。廃棄体は全ての要求事項が満たされているかどうか確認され、OKであれば処分施設への輸送の許可が出される。全ての廃棄体はバーコードの付いたラベルで認識される。ラベルは ANDRA が発生者に送付する。バーコードは必要であれば廃棄体のそれぞれのステージ（製作、移送、貯蔵、処理及び処分）を認識するために使われる。これにより、手動入力のエラーを大幅に低減する。

#### (d)熟練者の審査

いくつかの基準は、実証試験よりもむしろ経験豊かな熟練者の審査を必要としている。これらの基準は、基本となるモデルが存在しないために、安全サイドの保守的な基準となっている。

### 4. 実証試験

新たな廃棄物、新たな廃棄体を処分する場合は、廃棄体受け入れ基準（WAC）では廃棄物発生者に対して、廃棄体の標準試験が求められている。WAC で定められた標準試験以外の他の試験を行う場合は、事前にその試験の妥当性と標準試験との等価性を示す必要がある。ANDRA は、評価対象となる全ての性能要素に対して標準試験を公開している。例としては、拡散係数の測定試験、落下及び火災への耐久性試験、廃棄体外被の均質性試験がある。標準試験の例としては、廃棄体、コ

ンテナー及び廃棄体の充填材サンプルに対する破壊及び非破壊試験がある。フランスでは、廃棄体の受け入れ及び処分前に廃棄体が WAC に適合していることを確認する必要があり、そのために1年以上にわたる拡散試験などが実施されている。

#### 5. 適合性の確認

廃棄物の適合性検査は、運転許可の中で重要な項目である。ANDRA は、定期的に廃棄物発生者による廃棄体の製作状況を確認する義務がある。この目的のために ANDRA は、廃棄体の電子情報及び受け入れ時の検査に加えて、以下の検査を定期的に実施している。

- ①廃棄体の破壊及び非破壊検査
- ②廃棄体を製作している施設の検査

#### 5. 結論

廃棄物受入基準 (WAC) を決定することは複雑な業務である。それは様々な分野間での高度な共同プロセスが要求されるためであり、

分野としては工学、地質学、水理地質学、計算機によるモデル化、環境学、法律学があり、更には廃棄物発生者、施設作業員、法規制がある。

廃棄物処分を新たに検討する者にとって、上記のプロセスは困難なものであり、他国の施設の WAC を複製する誘惑には抵抗し難いように思われる。しかし、これは危険である。理由は、安全性が立証されていないこと、運転上の制約条件が見落とされている可能性があること、異なる立地条件では全体のプロセスの一貫性が欠落するためである。

国際的な協調支援や IAEA の支援を受けると間違いなく時間の節約になる。

しかし最も重要なことは、安全に対する検討は処分施設の運転時期から閉鎖後の監視期間まで全ての期間に渡って実施すべきであり、実施に際しては全範囲を最先端のツールで効率的に行うことである。

#### 参考文献

1. Nicolas Solente, Julien Recarte, Patrice Torres, Catherine Dressayre ,  
“Origins and Contents of the Waste Specifications: the Example of the French LLW-SL Disposal Facility-20016”, WM2020 Conference, March 8-12, 2020, Phoenix, USA

## 世界の原子力発電所の廃止措置最新情報 (2021年1月末現在)

東海事務所 榎戸 裕二

原子力規制委員会が2020年前半に廃止措置計画を認可した九州電力玄海原子力発電所2号機(PWR:出力55.9万kW)、東北電力女川原子力発電所1号機(BWR:52.4万kW)を含め我が国の廃炉数は現時点で27基となった。海外では、スウェーデンのリングハルス原子力発電所-1号機(BWR:出力91.6万kW)が2020年12月に送電を停止した。フランスのフッセンハイム原子力発電所-2号機(PWR:92万kW)は、1号機に続き2020年2月に長期の運転中断後恒久運転停止した。ロシアでは、最近下表に記すビリビノ、レニングラード-1号機と-2号機の計3基の停止が報告された。長らく議論のあったスイスのミュレベルグ原子力発電所も正式に廃炉に入った。米国のクリスタルリバー原子力発電所は廃止措置方式を「安全貯蔵」から「即時解体」に変更し、今後6年以内の完了を目指す。この結果、世界の恒久運転停止した原発総数は2021年1月末で約193基(台湾含む)となった。主要国の廃炉中(終了含む)では、米国39基、ドイツ32基、英国30基、日本27基、フランス14基、ロシア9基、スウェーデン7基となっている。

	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期	
1	アルメニア	アルメニア-1	1977/10/06~1989/02/25	408 MW	PWR	未定	計画検討中	2048年	
2	ベルギー	BR-3	1962/10/10~1987/06/30	12 MW	PWR	即時解体	解体中	2023年	
3	ブルガリア	コズロドイ-1	1974/10/28~2002/12/31	440 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵(20年)解体中	2035年	
4		コズロドイ-2	1975/11/10~2002/12/31	440 MW	PWR				
5		コズロドイ-3	1981/01/20~2006/12/31	440 MW	PWR				
6		コズロドイ-4	1982/06/20~2006/12/31	440 MW	PWR				
7	カナダ (6基)	ダグラスポイント	1968/09/26~1984/05/04	218 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定	
8		ジェンティリー-1	1972/05/01~1977/06/01	266 MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵中		
9		ジェンティリー-2	1982/12/04~2012/12/14	675 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備		
10		ロールフンNDP-2	1962/10/01~1987/08/01	20 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備		
11		ピッカリング-A2	1971/10/06~2007/05/28	542 MW	PHWR	安全貯蔵	停止中		
12		ピッカリング-A3	1972/05/03~2008/10/31	542 MW	PHWR	安全貯蔵	停止中		
13	フランス (14基)	デュージェイ-1	1972/07/01~1994/05/27	540 MW	GCR	安全貯蔵	解体計画作成中	2028年	
14		ショー-A	1967/04/15~1991/10/30	320 MW	PWR	安全貯蔵	解体中(2014年~)	2019年	
15		シノン-A1	1964/02/01~1973/04/16	80 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2027年	
16		シノン-A2	1965/02/24~1985/06/14	230 MW	GCR		部分解放済(ステージII)	2026年	
17		シノン-A3	1966/08/04~1990/06/15	480 MW	GCR		安全貯蔵中から解体中	2033年	
18		マルクール-G2	1959/04/22~1980/02/02	43 MW	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	43 MW	GCR				
20		モンダレ-EL4	1968/06/01~1985/07/31	75 MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2025年	
21		サンローラン-A1	1969/06/01~1990/04/18	500 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2032年	
22		サンローラン-A2	1971/11/01~1992/05/27	530 MW	GCR			2028年	
23		スーパフェニックス	1986/12/01~1998/12/31	1241 MW	FBR	即時解体	解体中(Na処理継続)	2026年	
24		フェニックス	1974/07/14~2010/02/01	142 MW	FBR	即時解体	「最終運転停止段階」で燃料撤去	2045年以前	
25		ドイツ	フッセンハイム-1	1977/04/26~2020/02/22	920MW	PWR	即時解体	燃料撤去+解体で18年	2038年
26			フッセンハイム-2	1977/10/07~2020/06/29	920MW	PWR			
27	ドイツ	グライフスパルト-1	1974/07/02~1990/02/14	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了(建屋CL待ち)	2016年	
28		グライフスパルト-2	1975/04/14~1990/02/14	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了(建屋CL待ち)	2016年	

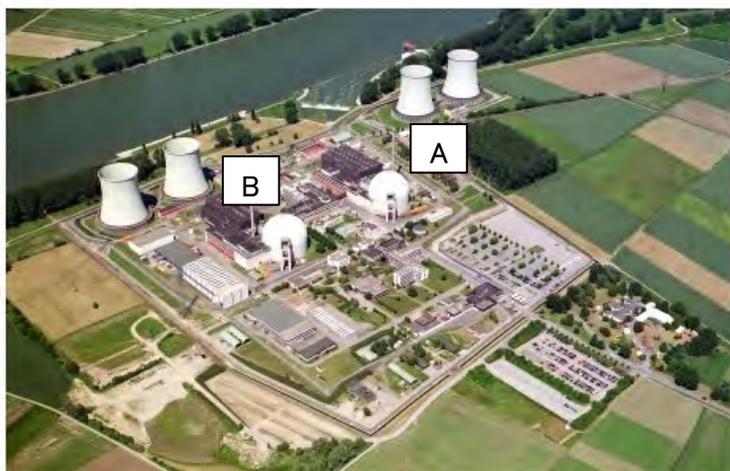
	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期	
29	ドイツ (32基)	グライフスバルト-3	1978/05/01~1990/02/28	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了(建屋CL待ち)	2016年	
30		グライフスバルト-4	1979/11/01~1990/07/22	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了(建屋CL待ち)	2016年	
31		グライフスバルト-5	1989/11/01~1989/11/24	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了(建屋CL待ち)	2016年	
32		グロスヴェルツハイム(HDR)	1970/07/02~1971/04/20	25 MW	BWR	即時解体	廃止措置終了	1998年	
33		グンドレミンゲン(KRB-A)	1967/04/12~1977/01/13	250 MW	BWR	即時解体	設備・機器の解体撤去(建家残存)	2006年完了	
34		グンドレミンゲン(KRB-B)	1984/07/19~2017/12/31	1344 MW	BWR	即時解体	廃止措置中	未定	
37		AVR実験炉	1969/05/09~1988/12/31	15 MW	HTGR	即時解体	設備・設備の解体撤去済	2013年	
38		カールVAK	1962/02/01~1985/11/25	16 MW	BWR	安全貯蔵	廃止措置終了	2010年	
39		カールスルーエKNK- II	1979/03/03~1991/08/23	20 MW	LMFBR	即時解体	解体中	2019年	
40		カールスルーエMZFR	1966/12/19~1984/05/03	57 MW	PHWR	即時解体	解体中	2016年	
41		リンゲン(KWL)	1968/10/01~1979/01/05	268 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2013年迄の25年間)	解体予定	
42		ミュルハイム・ケールリッヒ	1987/08/01~1988/09/09	1302 MW	PWR	即時解体	解体中	2015年	
43		ニダーアイヒバッハ(KKN)	1973/01/01~1974/07/21	106 MW	HWGCR	即時解体	廃止措置終了	1995年完了	
44		ラインスベルグ	1966/10/11~1990/06/01	70 MW	PWR	即時解体	解体中	2016年	
45		シュターデ	1972/05/19~2003/11/14	672 MW	PWR	即時解体	解体中	2015年	
46		THTR-300	1987/06/01~1988/04/20	308 MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2027年迄の30年間)	2015年	
47		ヴェルガッセン	1975/11/11~1994/08/26	670 MW	BWR	即時解体	廃止措置済(廃棄物貯蔵中)	2015年	
48		オピリッヒハイム	1969/03/31~2005/05/11	357 MW	PWR	即時解体	解体中	2020年	
49		ビブリスA	1974/08/25~2011/08/06	1167 MW	PWR	即時解体	廃止措置中	2032年	
50		ビブリスB	1976/04/25~2011/08/06	1240 MW	PWR				
51		ブルンスビュッテル	1976/07/13~2011/08/06	771 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画認可	2028年	
52		イザール1	1977/12/03~2011/08/06	878 MW	BWR	即時解体	廃止措置中	未定	
53		クリュンメル	1983/09/28~2011/08/06	1346 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画認可	未定	
54		ネッカーヴェストハイム1	1976/06/03~2011/08/06	785 MW	PWR	即時解体	廃止措置中	未定	
55		フィリップスブルグ-1	1979/05/05~2011/08/06	890 MW	BWR	即時解体	廃止措置中	未定	
56		フィリップスブルグ-2	1985/04/ ~2019/12/31	1468MW	PWR	即時解体	廃止措置中		
57		ウンターヴェーザー	1978/09/29~2011/08/06	1345 MW	PWR	即時解体	廃止措置中	2031年	
58		グラーフェンラインフェルト	1981/12/30~2015/06/27	1345 MW	PWR	即時解体	廃止措置中		
59		イタリア	カオルソ	1981/12/01~1990/07/01	882 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2016年
60			ガリリアーノ	1964/06/01~1982/03/01	160 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2022年
61			ラティーナ	1964/01/01~1987/12/01	160 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2035年
62			トリノ・ヴェルチェレッセ	1965/01/01~1990/07/01	270 MW	PWR	即時解体	安全貯蔵から解体中	2014年
63	日本	動力試験炉(JPDR)	1963/10/26~1976/03/18	13 MW	BWR	即時解体	廃止措置完了	1996年完了	
64		東海発電所	1966/07/25~1998/03/31	166 MW	GCR	即時解体	廃止措置第二段階	2030年	
65		「ふげん」	1979/03/20~2003/03/29	165 MW	HWLWR	即時解体	廃止措置第二段階	2033年	
66		浜岡発電所1号機	1976/03/17~2009/01/30	540 MW	BWR	即時解体	廃止措置第二段階	2036年	
67		浜岡発電所2号機	1987/11/29~2009/01/30	840 MW	BWR	即時解体	廃止措置第二段階	2036年	
68		福島第一1号機	1970/11/17~2011/05/20	460 MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備	2040年~50年目標	
69		福島第一2号機	1973/12/24~2011/05/20	784 MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備	2040年~50年目標	
70		福島第一3号機	1974/10/26~2011/05/20	784 MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備	2040年~50年目標	

	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
71	日本 (27基)	福島第一4号機	1978/02/24~2011/05/20	784 MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備	2040年~50年目標
72		福島第一5号機	1977/09/22~2014/01/31	784 MW	BWR	未定	事故炉の廃止措置技術実証用	未定
73		福島第一6号機	1979/05/04~2014/01/31	1100 MW	BWR	未定		未定
74		福島第二1号機	1979/05/04~2019/09/30	1100MW	BWR	未定	事故炉の廃止措置技術実証用	
75		福島第二2号機	1984/02/03~2019/09/30	1101MW	BWR	未定		
76		福島第二3号機	1985/06/21~2019/09/30	1102MW	BWR	未定		
77		福島第二4号機	1987/08/25~2019/09/30	1103MW	BWR	未定		
78		敦賀発電所1号機	1969/11/16~2015/04/27	357 MW	BWR	即時解体	廃止措置第一段階	2016~2039頃
79		美浜発電所1号機	1970/08/08~2015/04/27	340 MW	PWR	即時解体	廃止措置第一段階	2016~2045頃
80		美浜発電所2号機	1972/04/21~2015/04/27	500 MW	PWR	即時解体	廃止措置第一段階	2016~2045頃
81		大飯発電所1号機	1979/03/27~2017/12/22	117.5MW	PWR	即時解体	廃止措置計画書第一段階	~2048年頃
82		大飯発電所2号機	1979/12/05~2017/12/22	117.5MW	PWR	即時解体	廃止措置計画書第一段階	~2048年頃
83		玄海発電所1号機	1975/02/14~2015/04/27	559 MW	PWR	即時解体	廃止措置第一段階	2016~2044頃
84		玄海発電所2号機	1981/03/30~2019/04/09	559 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画認可・開始	~2054年頃
85		島根発電所1号機	1973/12/02~2015/04/30	460 MW	BWR	即時解体	廃止措置第一段階	~2045年頃
86		伊方発電所1号機	1977/09/30~2016/05/10	566 MW	PWR	即時解体	廃止措置第一段階	~2045年頃
87		伊方発電所2号機	1982/03/19~2018/05/23	566 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画認可・開始	~2058年頃
88		もんじゅ	1994/04/ ~2016/12/21	280 MW	FBR	即時解体	廃止措置第一段階	~2047年頃
89		女川発電所1号機	1984/06/01~2018/12/21	524 MW	BWR	未定	廃止措置計画認可	~2052年頃
90	カザフスタン	BN-350	1973/07/16~1999/04/22	90 MW	FBR	安全貯蔵	廃止措置計画準備	~2075年頃
91	韓国	古里1号機	1977/06/26~2017/07末	607 MW	PWR	即時解体	2022年頃から解体予定	未定
92	リトアニア	イグナリア-1	1983/12/31~2004/12/31	1300 MW	LWGR	即時解体	最終状態(Brown State)	2038年
93		イグナリア-2	1987/08/20~2009/12/31	1300 MW	LWGR			
94	オランダ	ドーテバルト	1969/03/26~1997/03/26	60 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2045年以降
95	ロシア (9基)	ペロヤルスク-1	1964/04/26~1983/01/01	108 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	不明
96		ペロヤルスク-2	1969/12/01~1990/01/01	160 MW	LWGR			
97		ノボボロネジ-1	1964/12/31~1984/02/16	210 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
98		ノボボロネジ-2	1970/04/14~1990/08/29	365 MW	PWR			
99		ノボボロネジ-3	1972/06/29~2016/12/25	385 MW	PWR	不明	不明	不明
100		オブンスクAPS-1	1954/12/01~2002/04/29	6 MW	LWGR	安全貯蔵	燃料撤去後博物館化された。	不明
101		ビルビノ-1	1974/01/12~2019/01/14	12 MW	LWGR	不明	不明	
102		レニングラード-1	1970/03/01~2018/12/21	925 MW	RBMK	不明	不明	
103	レニングラード-2	1970/06/01~2020/11/10	925 MW	RBMK	不明	運転停止予定		
104	スロバキア	ボフニチェ-A1	1972/12/25~1977/02/22	143 MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2033年
105		ボフニチェ-V1-1	1980/04/01~2006/12/31	440 MW	PWR	即時解体	解体中	2025年
106		ボフニチェ-V1-2	1981/01/01~2008/12/31	440 MW	PWR			
107	スペイン	バンデロス-1	1972/05/06~1989/10/19	500 MW	GCR:	安全貯蔵	安全貯蔵中	2035年
108		ホセ・カブレラ-1	1968/07/14~2006/04/30	150 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	2016年
109		サンタマリアデルガロニャ	1971/03/02~2013/07/31	466 MW	BWR	未定	未定	未定

	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
110	スウェーデン (7基)	オゲスタ	1964/05/01～1974/06/02	10 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2040年頃
111		オスカーシャム-1	1971/08/19～2017/06/19	492 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	未定
112		オスカーシャム-2	1974/10/02～2016/12/22	661 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	未定
113		バーセベック-1	1975/07/01～1999/11/30	615 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体へ移行	2029年完了
114		バーセベック-2	1977/03/21～2005/05/31	615 MW	BWR			
115		リングハルス-1	1974/10/～2020/12/30	916MW	BWR	即時解体		
116		リングハルス-2	1975/08・17～2019/12/31	900 MW	BWR	即時解体	未定	未定
117	スイス	ルーセン	1968/01/29～1969/12/20	6 MW	HWGCR	安全貯蔵	廃止措置終了	1994年完了
118		ミュレベルグ	1971/01/01～2019/12/30	380 MW	BWR	不明		
119	ウクライナ	チェルノブイル-1	1978/05/27～1996/11/30	1000 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2045年まで)	解体、敷地除染修復
120		チェルノブイル-2	1978/05/28～1991/10/11	1000 MW	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)
121		チェルノブイル-3	1982/08/27～2000/12/15	1000 MW	LWGR			
122		チェルノブイル-4	1984/03/26～1986/04/26	1000 MW	LWGR			
123	イギリス (30基)	バークレー-1	1962/06/12～1989/03/31	166 MW	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
124		バークレー-2	1962/10/20～1988/10/26	166 MW	GCR			
125		ブラッドウェル-1	1962/07/01～2002/03/31	146 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵(2018年～2085年)	2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
126		ブラッドウェル-2	1962/11/12～2002/03/30	146 MW	GCR			
127		コールドダーホール-1	1956/10/01～2003/03/31	60 MW	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
128		コールドダーホール-2	1957/02/01～2003/03/31	60 MW	GCR			
129		コールドダーホール-3	1958/05/01～2003/03/31	60 MW	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
130		コールドダーホール-4	1959/04/01～2003/03/31	60 MW	GCR			
131		ハンターストーン-A1	1964/02/05～1990/03/30	173 MW	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
132		ハンターストーン-A2	1964/07/01～1989/12/31	173 Mw	GCR			
133		ヒンクレイポイント-A1	1965/03/30～2000/05/23	267 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2004年～2027年)	2081年まで安全貯蔵、90年解体完了
134		ヒンクレイポイント-A2	1965/05/05～2000/05/23	267 MW	GCR			
135		オールドベリー-A1	1967/11/07～2012/02/29	230 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	2092年まで安全貯蔵、2101年解体完了
136		オールドベリー-A2	1968/04/06～2011/06/30	230 MW	GCR	安全貯蔵		
137		トロースフィニッド-1	1965/03/24～1991/02/06	236 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(1995年～2027年)	2074年まで安全貯蔵、83年解体完了
138		トロースフィニッド-2	1965/03/24～1991/02/04	236 MW	GCR			
139		サイズウェル-A1	1966/03/25～2006/12/31	245 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2009年～2027年)	2088年まで安全貯蔵、97年解体完了
140		サイズウェル-A2	1966/09/15～2006/12/31	245 MW	GCR			
141		ダンジネス-A1	1965/10/28～2006/12/31	230 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2009年～2025年)	2081年まで安全貯蔵、90年解体完了
142		ダンジネス-A2	1965/12/30～2006/12/31	230 MW	GCR			
143		チャペルクロス-1	1959/03/01～2004/06/29	60 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2011年～2028年)	2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
144		チャペルクロス-2	1959/03/01～2004/06/29	60 MW	GCR			
145		チャペルクロス-3	1959/03/01～2004/06/29	60 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2011年～2028年)	2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
146		チャペルクロス-4	1959/03/01～2004/06/29	60 MW	GCR			
147		ウィルファー-1	1971/01/24～2015/12/30	530 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2015～2026)	2096年まで安全貯蔵 2105年解体完了
148		ウィルファー-2	1971/06/21～2012/04/25	550 MW	GCR			

	国	施設名	運転期間	電気出力 (グロス)	炉型	廃止措置 方式	廃止措置現状	廃止措置完了 (予定)時期
149	イギリス	ドンレーDFR	1962/10/01~1977/03/01	14 MW	FBR	即時解体	解体中	2022年
150		ドンレーPFR	1976/07/01~1994/03/31	250 MW	FBR	即時解体	解体中	2026年
151		ウインズケール WAGR	1963/02/01~1981/04/03	36 MW	GCR	即時解体	解体中	2023年
152		ウインフリス SGHWR	1968/01/01~1990/09/11	100 MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	2042年
153	アメリカ (39基)	ビッグロックポイント	1965/11/01~1997/08/29	71 MW	BWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2007年完了
154		GE バレシトス	1957/10/19~1963/12/09	24 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2019年完了
155		クリスタルリバー-3	1977/03/13~2013/02/20	890 MW	PWR	即時解体	安全貯蔵⇒(2019)即時解体	2076年⇒2027年
156		CVTR	1963/12/18~1967/01/01	19 MW	HWLWR	安全貯蔵	サイト解放済	2009年完了
157		ドレスデン-1	1960/07/04~1978/10/31	207 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2007年~2027年)	2036年完了
158		エルクリバー	1964/07/01~1968/02/01	24 MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1974年完了
159		エンリコ・フェルミ-1	1966/08/05~1972/09/22	65 MW	FBR	安全貯蔵	解体中	
160		EBR-II	1965/01/01~1994/09/01	20 MW	FBR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
161		ハンフォードN原子炉	1966/04/01~1988/02/01	860 MW	LWGR	安全貯蔵	ISS(鹵化)方式の安全貯蔵準備中	75年間ISS後解体
162		フォート・セント・ブレイン	1979/07/01~1989/08/29	342 MW	HTGR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	1997年完了
163		ハダムネック(C・Y)	1968/01/01~1996/12/09	603 MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2007年完了
164		ハラム	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
165		フンボルト・ベイ-3	1963/08/01~1976/07/02	65 MW	BWR	即時解体	解体中	
166		インディアン・ポイント-1	1962/10/01~1974/10/31	277 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中( ~2013年)	2026年完了
167		ラクロス	1969/11/07~1987/04/30	53 MW	BWR	即時解体	解体予定	2026年完了予定
168		メインヤンキー	1972/12/28~1996/12/06	900 MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2005年完了
169		ミルストーン-1	1971/03/01~1988/07/21	684 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
170		オイスタークリーク	1969/09/23~2018/10/31	680 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(~2020)	2073年完了予定
171		パスファインダー	1966/07/02~1967/10/01	66 MW	BWR	安全貯蔵	サイト解放済	2007年完了
172		ピーチボトム-1	1967/06/01~1974/11/01	42 MW	HTGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2034年以降予定
173		ピカー	1963/11/01~1966/01/01	12 MW	その他	遮蔽隔離	隔離中(放射能減衰に120年以上)	1969年完了
174		プエルトリコ ポーナス	1965/09/01~1968/06/01	18 MW	BWR	遮蔽隔離	隔離中(放射能減衰に120年以上)	1970年完了
175		ランチョセコー-1	1975/04/17~1989/06/07	917 MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSI及びLLW貯蔵のみ)	2009年完了
176		サンオノフレ-1	1968/01/01~1992/11/30	456 MW	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
177		サンオノフレ-2	1982/09/20~2013/06/12	1127 MW	PWR	即時解体	PSDAR (廃止 措置計画書)提出	2034年完了
178		サンオノフレ-3	1983/09/25~2013/06/13	1128 MW	PWR	即時解体	PSDAR (廃止 措置計画書)提出	2034年完了
179		SHIPPINGポート	1957/12/02~1982/10/01	60 MW	PWR	即時解体	サイト解放済	1989年完了
180		ショーハム	運転せずに閉鎖	880 MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1995年完了
182		スリーマイルアイランド-1	1974/09/02~2019/09.30	926 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2074年頃解体開始
181		スリーマイルアイランド-2	1978/12/30~1979/03/28	959 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中(1号機同時解体)	2036年完了予定
183		トロージャン	1976/05/20~1992/11/09	1155 MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2005年完了
184		ヤンキーロー	1961/07/01~1991/10/01	180 MW	PWR	即時解体	サイト解放済(ISFSIのみ)	2007年完了
185		ザイオン-1	1973/12/31~1997/02/21	1085 MW	PWR	即時解体	解体中	2020年完了予定
186		ザイオン-2	1973/12/31~1996/09/19	1085 MW	PWR			
187		サクストン	1967/03/01~1972/05/01	3 MW	PWR	安全貯蔵	サイト解放済	2005年完了
188		キウォーニー	1974/6/16~2013/05/07	595 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2073年完了予定

	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
189	アメリカ	バーモントヤンキー	1972/09/20~2014/12/29	635 MW	BWR	即時解体	即時解体	2026年完了
190		フォートカルホーン	1973/09/26~2016/10/24	512 MW	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
191		ピルグリム	1972/07/19~2019/05/31	711MW	BWR	即時解体		2027年頃解体完了
192	台湾	金山-1	1978/12/10~2018/12/05	630 MW	BWR	即時解体	解体中	2043年完了
193		金山-2	1979/07/15~2019/7/16	630 MW	BWR	即時解体	解体中	2044年完了
	韓国	月城1号機	19771/10/30~ 2022	685MW	HWR		2022年以前運転停止予定	未定



ドイツ ビブリスAとB原子力発電所  
(WNN、March 3 12017 より)



米国 クリスタルリバー-3原子力発電所  
(ANS Nuclear News, Nov.2020より)

## 委員会等参加報告

平成令和2年7月から令和3年4月までの外部機関委員会等への参加者は以下の通りである。

外部機関名	委員会等の名称	参加者氏名	開催日時
原子力デコミッション グ研究会	主査会	澁谷 進	令和2年(4回) 7月～12月 令和3年(3回) 1月～4月
原子力デコミッション グ研究会	令和2年度第2～11回研究会 令和3年度第1回	澁谷 進	令和2年(7回) 7月～12月 令和3年(4回)
日本原子力学会	LLW 放射能評価分科会	泉田 龍男	令和2年 12月24日

## 総務部から

### 1. 人事異動

#### ○理事会

就任（令和2年8月28日付）

中熊 哲弘（非常勤）

就任（令和2年10月28日）

小澤 隆（非常勤）

辞任（令和2年7月1日付）

渥美 法雄（非常勤）

辞任（令和2年9月1日付）

多田 伸雄（非常勤）

#### ○評議員

就任 令和2年8月28日付

大越 実（非常勤）

辞任（令和2年6月26日付）

勝村 庸介（非常勤）

### 2. 令和2年度「報告と講演の会」に代わのご報告について

新型コロナウイルス感染防止の観点から「令和2年度報告と講演の会」をやむなく中止することといたしました。このため、令和2年度 **RANDEC** の活動状況について皆様にご報告させていただきたく、ホームページに同報告書を掲載させていただきました。ご一読のほどよろしくお願いいたします。

©RANDEC ニュース 第 115 号

発 行 日 : 令和 3 年 5 月 10 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  
〒135-0033 東京都江東区深川 1 丁目 1 番 5 号  
和倉ビル 4 階

Tel : 03-6240-3531

Fax : 03-6240-3537

ホームページ : <http://www.randec.or.jp/>

E-mail : [randecnews@randec.or.jp](mailto:randecnews@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。