

# RANDEC

July, 2018 No. 109

ニュース

(公財) 原子力バックエンド推進センター



## 廃棄物処理事業の今後に寄せて

公益財団法人 原子力バックエンド推進センター

専務理事 泉田 龍男

大学・民間等の核燃廃棄物を集荷・処理する RANDEC の廃棄物処理事業の検討は、平成 20 年 4 月から開始されました。その当時は、主要な廃棄物発生事業者である民間企業 6 社からのご支援に基づき廃棄物処理事業のイメージ作りから検討を進めました。事業の実施形態、対象廃棄物の調査、廃棄物処理技術の検討、事業施設の概要等を検討調査し、以下のような事業概念にまとめました。

- ①事業形態は公益事業
- ②事業規模は廃棄物約 7 万本、期間 30 年
- ③事業所は約 4,000 m<sup>2</sup> で 3 万本貯蔵庫 3 棟
- ④立地は日本原子力研究開発機構の処分施設に近接

特に立地は、日本原子力研究開発機構と協力連携しながら進めてきましたが、平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災とその後の東京電力福島第一原子力発電所の事故により停滞を余儀なくされて現在に至っております。国策としての原子力施設の安全対策強化という大方針により、発電所や再処理施設等の安全審査の見直しが行われている環境下では、新規の立地に対して候補となる地域の対応も慎重に

ならざるを得ないという状況が続いています。

平成 29 年 12 月 18 日に文部科学省「研究施設等作業部会（第 14 回）」が開催され、原子力機構から新たな事業工程が示されました。福島事故以来、工程が明確ではありませんでしたが、今回は立地時期を平成 33 年頃、施設の運用開始を平成 41 年頃としています。文部科学省からも「施設の立地推進は待ったなしであり、しっかりと取り組む」との発言もあり、進捗することを期待します。原子力関連施設の立地は、原子力環境の逆風と地域の政治状況などに影響される部分が多く、思い通りに進まない事例が多々ありますが、処分施設は国益にかなう事業であり、必要不可欠な施設ですので、必ずや地域からの協力を得られるものと確信しています。

廃棄物処理事業は、RANDEC の基幹事業であり、大学・民間等の廃棄物発生事業者からの事業化の期待を大きく受けておりますが、上記のように原子力環境の大きな変動要因により大幅な遅延を余儀なくされております。本計画を継続していくためには、廃棄物発生事業者からのご支援が不可欠となっておりますので、ご協力をお願いいたします。

# RANDEC ニュース目次

第 109 号 (平成 30 年 7 月)

巻頭言 廃棄物処理事業の今後に寄せて

公益財団法人 原子力バックエンド推進センター

専務理事 泉田 龍男

RANDEC の主要な行事等

1. 第 16 回研究施設等廃棄物連絡協議会 ..... 1  
廃棄物処理事業推進部
2. 理事会及び評議員会の開催について ..... 2  
総務部

RANDEC の事業・活動に関する近況報告 ..... 3

衝撃波に対する高性能エアフィルタの挙動及び水素爆ごう試験に関する調査

企画部 金田 健一郎

外部機関の活動状況の紹介

1. 応用地質株式会社の東日本大震災における取組み ..... 4  
応用地質株式会社 エネルギー事業部  
広野調査所 所長 大川 哲志
2. 近藤工業 (株) の高性能エアフィルタの開発経緯と使用実績 ..... 6  
近藤工業株式会社  
環境エンジニアリング部 部長 山田 尚

バックエンド技術情報

1. 関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機の廃止措置 —系統除染の概要— ..... 9  
東海事務所 榎戸 裕二
2. 最終段階に入った連邦規則 10 CFR Part 61 の改正 ..... 13  
企画部 澁谷 進
3. 米国環境保護庁の低線量被ばくの線量基準の見直し ..... 16  
企画部 梶谷 幹男
4. ドイツの廃炉に伴い発生する制御棒の放射化学的特性評価 ..... 20  
廃棄物処理事業推進部 鈴木 康夫

5. スペイン EL Cabril 処分場の安全性評価.....	24
	廃棄物処理事業推進部 秋山 武康
6. ルテニウムの謎.....	28
	専務理事 泉田 龍男
世界の原子力発電所の廃止措置最新情報.....	31
	東海事務所 榎戸 裕二
その他	
・委員会等参加報告.....	36
・総務部から（人事異動）.....	36
・ご案内（第 31 回「原子力施設デコミッショニング技術講座」及び 第 30 回「報告と講演の会」.....	37

# RANDEC の主要な行事等

## 1. 第 16 回研究施設等廃棄物連絡協議会

廃棄物処理事業推進部

「第 16 回研究施設等廃棄物連絡協議会（三者協）」が 3 月 23 日に開催された。三者協は、日本原子力研究開発機構（原子力機構）、日本アイソトープ協会（RI 協会）及び RANDEC の三者で構成され、原子力機構が進める研究施設等廃棄物の埋設事業に関して情報を共有するとともに、事業への協力と要望等を行う組織である。

今回は主に、(1) 原子力機構の埋設処分業務の実施に関する計画、(2) 三者協の下部組織である廃棄体 WG の実施状況について、報告があった。

### (1) 埋設処分業務の実施に関する計画

この計画変更は、平成 29 年 12 月 18 日に開催された文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会研究施設等廃棄物作業部会（第 14 回）で説明され、席上特に文部科学省 増子研究開発局審議官より、

「…、埋設の処分場の立地の問題というのはもう待たなすと考えております。…、時間もだんだんなくなってきているし、予算の確保という面もありますので、これからは文部科学省も所管省庁としてしっかりと取り組んでいきたいと思っております…」（議事録より）

との表明があったものに基づく。

この変更計画に関して、3 月 1 日付で承認された計画について報告があった。

その内、埋設処分事業工程の概要は、

- ・第 3 期中期計画期間（平成 27 年度～平成 33 年度）を立地活動期間、
- ・第 4 期中期計画期間（平成 34 年度～40 年度）を初期建設期間、
- ・第 5 期中期計画（平成 41 年度～47 年度）では平成 41 年度から操業開始を想定となっている。

なお、資金計画に示された用地取得時期は、平成 33 年度である。したがって、立地決定は直近の計画からおよそ 4 年程度の遅れとなるが、文部科学省の強力な指導のもと、今回は遅滞なく進むものと期待している。

### (2) 廃棄体 WG の実施状況について

廃棄体 WG での最近の検討状況の概要は以下である。

原子力機構から、研究施設等廃棄物の埋設処分にかかわる廃棄体受入基準の整備状況の概要、廃棄体作製に係る課題と対策、廃棄体等にかかわる技術基準、等の説明があり、現時点での安定型トレンチ処分における金属廃棄物（大型解体物を含む）の受入基準（サイズ、梱包方法、廃棄体重量、放射能評価の方法、等）の紹介もあった。

また、RI 協会からは、今後検討が必要な廃棄体（大型金属廃棄物、水砕スラグ、角形容器）について、さらに、RANDEC からはトリウム廃棄物の放射能評価手法について、紹介があった。

## 2. 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、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。

### (理事会開催状況)

#### 第18回 理事会

- (1) 開催日：平成30年3月14日
- (2) 議題
  - ①平成30年度事業計画について
  - ②平成30年度予算について
  - ③業務執行理事（専務理事）の選任について
  - ④その他

#### 第19回 理事会（書面による）

- (1) 決議の日：平成30年4月23日
- (2) 議題
  - ①評議員の選任について
  - ②理事の選任について

#### 第20回 理事会

- (1) 開催日：平成30年5月31日
- (2) 議題
  - ①平成29年度事業報告について
  - ②平成29年度決算報告について
  - ③その他

### (評議員会開催状況)

#### 第11回 評議員会（書面による）

- (1) 決議の日：平成30年3月26日
- (2) 議題
  - ①理事の選任について

#### 第12回 評議員会（書面による）

- (1) 決議の日：平成30年5月8日
- (2) 議題
  - ①評議員の選任について
  - ②理事の選任について

#### 第13回 評議員会

- (1) 開催日：平成30年6月18日
- (2) 議題
  - ①平成29年度事業報告について
  - ②平成29年度決算報告について
  - ③その他

# RANDEC の事業・活動に関する近況報告

## 衝撃波に対する高性能エアフィルタの挙動 及び水素爆ごう試験に関する調査

企画部 金田 健一郎

### 1. 概要

核燃料サイクル施設においては、通常運転時及び事故時において放射性物質が周辺環境に放出されるのを防ぐため、排気系に HEPA フィルタ（高性能エアフィルター）が設置されている。

HEPA フィルタは、通常運転時において基準値以上の捕集効率を維持することが規則等により義務付けられているが、施設内において火災、爆発（爆燃や爆ごう）等が発生した場合、換気系の圧力が急上昇したり、排気系内を衝撃波が伝播することにより、HEPA フィルタが破損することが考えられる。

再処理施設においては、高レベル廃液タンク等において放射線分解により水素が発生し、MOX 燃料加工施設においては、MOX ペレットの焼結時に水素-アルゴン混合ガスが用いられることから、何らかの原因により爆燃や爆ごうが発生する可能性がある。

このため、原子力規制庁からの請負業務として、核燃料サイクル施設の水素爆発評価の参考データに資することを目的に、衝撃波に対する高性能エアフィルタの挙動及び水素爆ごう試験に関する文献調査を行った。

### 2. 文献の収集

基本的には、仕様書に記載されている項目リストに基づき、国際原子力情報システム（INIS）、米国 DOE のデータベース（SciTech）等を用い、原子力規制庁と協議の上決定したキーワードを使って検索を行い、

調査対象候補文献として抽出した。

また、INIS 等を用いた文献検索以外に、我が国の原子力施設で発生した爆発事故の解析等に関する文献、国内の核燃料サイクル施設の許認可審査で参照された文献等を調査対象候補文献として抽出した。

なお、衝撃波に対する高性能エアフィルタの挙動に関する文献は、一部について原子力規制庁から提示された。

上記で抽出した調査対象候補文献について、タイトル、要旨等を整理し、その結果に基づいて原子力規制庁と協議した上で調査対象とする文献を決定し、収集を行った。

調査対象とした文献は全て公開文献で、合計 104 件、総ページ数は約 4,000 ページである。

### 3. 文献の調査・整理

収集した各文献について、それぞれ、概要（研究目的、試験内容、試験条件、結果等）を、2 ページ程度に整理した。さらに、概要に記載された試験条件、試験データ等を、原子力規制庁が指定する表形式に整理した。整理表に記載する情報については、原子力規制庁と協議の上、決定した。

また、各文献について、概要に整理した内容と関連する部分にマーキングを施し、原文と整理した事項との対応を明確にするとともに、今回行った文献の整理結果を踏まえ、原子力規制庁が提示する項目リストに基づいて、未取得の試験データ項目（不足している試験データ項目）を明確にした。

# 外部機関の活動状況の紹介

## 1. 応用地質株式会社の東日本大震災における取り組み

応用地質株式会社 エネルギー事業部  
広野調査所 所長 大川 哲志

### 1. はじめに

当社は、昭和 32 年に創立し、昨年創立 60 周年を迎え、「人と自然の調和を図るとともに、安全と安心を技術で支え、社業の発展を通じて社会に貢献」することを経営理念とし、国内外の地盤に関する調査・コンサルティングを行っています。

現在では、原子力発電所における新規規制基準対応に関する課題解決に向けた地盤調査において、全国各所で取り組んでいます。

### 2. 東日本大震災での取り組み

当社は、東京電力福島第一原子力発電所において、平成 4 年から主に施設建設に関する地盤調査を行ってきました。東日本大震災後には、地下水に対する放射能汚染に関するモニタリングで協力させていただいています。例えば、地下水帯水層を確実に区分した観測孔の設置やモニタリングによる汚染深度の確認・評価を行っています。この取り組みは、これまでに経験した多くのボーリング掘削経験を背景とした技術により達成したものであり、当社の全職員や協力会社の一致団結した取り組みが実を結んだものです。関わった職員、協力会社の方々の延べ人数は、平成 30 年 4 月現在で 3 万人を超えており、これらの事業は顧客からは高い評価をいただいています。

### 3. 現在の取り組みと今後の課題

最近の取り組みとしては、汚染水貯蔵タンク

や処理施設の地盤調査など、残されている汚染物質の処理に関し、当社の技術を動員して協力させていただいていますが、今後は、廃止措置や処理施設の維持管理に関する取り組みにおいても様々な技術開発やこれまでの技術の組合せなど、最先端技術に取り組んでいきたいと考えています。

### 4. 課題解決に向けた技術提供

当社では、現在、福島第一原子力発電所内での地下水観測や流量観測、地盤調査を継続する一方、中間貯蔵に関する業務に取り組んでいます。その中で培われている当社の技術の一例を以下に述べます。

#### (1) 放射能のモニタリング

事故発生直後には、空から放射能の拡散状況をモニタリングしました。文部科学省の委託事業「広域環境モニタリングのための航空機を用いた放射能物質拡散状況調査」を（独）日本原子力研究開発機構からの依頼で実施したものです。ラジコンヘリコプターを使って高度 150～300 m からセシウム 134 とセシウム 137 の空間線量率を測定し、マッピングした結果は、原子力規制委員会のウェブサイトで公開されました。

また、当社の開発した「S&DL サーベイメーター」は、土壌、河川、地下、水中などでの放射線量を 0.01～100  $\mu$  Sv/h の範囲で検出し、長期計測を可能にした装置です（図 1）。

センサー部とメモリー部が一体化しており、

電源は単一型乾電池もしくはDC12Vバッテリーが利用可能です。単一型アルカリ乾電池使用で、最大2ヶ月程度の自動計測ができます。本装置で放射能汚染廃棄物や放射能汚染土壌などを保管する貯蔵施設でのモニタリングを行います。その他、浄水場や下水処理場などの施設、農業用水、河川水、地下水、湧水などのモニタリングや海底湖底など堆積した土砂等の放射線量のその場でのモニタリングにも応用されています。



図1 S&DLサーベイメーターの外観

## (2) 貯蔵施設の品質管理

中間貯蔵施設に設置されている遮水シートは、有害物質が外部へ流出するのを防いでいます。この施設の周辺環境を保全するため、遮水シートが確実に施工され、健全な状態にあることを検査・管理するシステム（遮水工施工時管理システム）が必要となります。このシステムは、遮水シート上に施工される保護土及び保有水処理設備の施工後に、漏洩電流式漏水探査法を用いて遮水シートの施工品質を検査するものです（図2）。

当社の漏水検知システムには、常時監視型システムとポータブル型システムがあります。常時監視型システムを用いた、一般廃棄物及び産業廃棄物最終処分場における長期間の自動連続モニタリング、ポータブル型システムを用いた、新規貯蔵施設などの遮水シートの施工検査、及び既設処分場の漏水調査を実施

しており、遮水シートの漏水問題に対して幅広く対応しています。

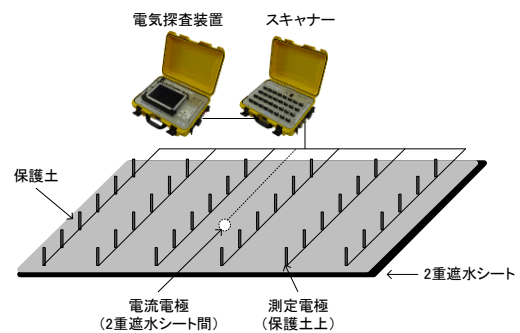


図2 遮水工施工時管理システムのイメージ

## (3) 地盤情報の3次元化による可視化

元々、地盤情報は3次元的な広がりをもったものです。しかし、これまでの調査では1次元や2次元の調査であったため、3次元化といってもこれらの情報から推定したものでした。これからは調査方法そのものの3次元化を含め、簡便に取扱うことができる3次元データの構築に取り組んでいます（図3）。

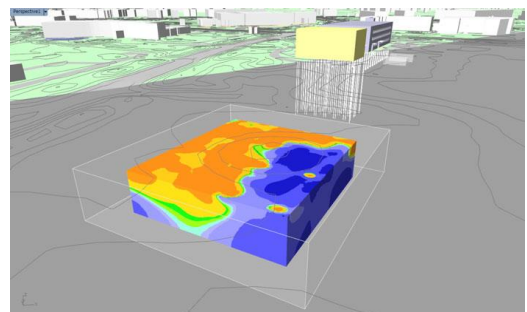


図3 当社つくばオフィス敷地内での実証実験による3次元地盤解析イメージ

## 5. おわりに

現在、原子力業界としては、再稼働や廃止措置など様々な段階を迎えています。将来的には、使用済燃料などの保管・処理に向けた取組が必要となってきますので、地盤に関する技術者として、今後も最新の技術を持って取組んでいきたいと考えています。

## 2. 近藤工業(株)の高性能エアフィルタの開発経緯と使用実績

近藤工業株式会社

環境エンジニアリング部 部長 山田 尚

### 1. はじめに

当社は、日本で初めての原子力施設、東海村の旧日本原子力研究所のスタートから原子力の安全な利用のために力を尽している。原子力発電所や原子力船等の原子力関連施設をはじめ、企業や大学、医療機関の研究室におけるラジオ・アイソトープ (RI) 施設まで、放射性塵埃を捕集する高性能エアフィルタ (以降、「HEPA フィルタ」) や放射性ガスを除去するチャコールフィルタを納入し、安全な空気環境を作るための活動を行ってきた。

具体的な例としては、フィルタに関して第一級の信頼を得ていた米国ケンブリッジ社やバーネビー社の製品を当社が扱っていたことから、前述の日本原子力研究所への協力を皮切りに、また、日本初の商用原子力発電所、東海発電所建設の際には、スタッフとして参加しました。単にフィルタを納入するだけでなく、排気系統の事故時対応テストという安全性が最も厳しく問われる部分までの業務を担当した。

国内の原子力発電所及び原子力関連施設において当社の HEPA フィルタが使われています。また、フィルタを設置した際に、独自のインプレース・リーク・テスト (設置検証) を実施しており、当社の技術が役立って以降、

本稿では、当社が取扱う HEPA フィルタの用途と特徴、構造等の概要のほか、当社が取扱っている特殊フィルタの一部を紹介します。なお、詳細は文献1) を参照して下さい。

### 2. HEPA フィルタの開発経緯と特徴

#### (1) 開発経緯の概要

HEPAに代表される高捕集率の繊維層ろ材

を使用した折込型フィルタは、もともとはアメリカの原子爆弾開発研究のマンハッタン計画の中で放射性物質の周辺への拡散を防ぐことを目的として開発され、1950年代前半にアメリカで民生用途のフィルタが作られたといわれている<sup>2)</sup>。その後、排気用 (放射性物質の拡散防止) から給気用 (室内環境清浄化) への転用が行われ、クリーンルームが建造されるようになった。

開発から 50 年以上を経た今でも、HEPA フィルタの基本的な構造はほとんど変化しないまま、広範囲で使用されている。

#### (2) 用途と特徴

HEPA フィルタは、空気中の粒子状の物質を 99.9%以上捕集する性能を持っているので、危険物質の拡散を防止するという目的で、原子力発電所では、事故時に放射性物質が外部に拡散することを防止するため、排気系統に設置される。同様に、RI を扱う施設でも排気系統やプロセスで使用する装置に設置されている。また、原子力発電所の緊急時対策所及び原子力災害対策所では、所内への放射性物質流入による被ばくの低減の観点から、給気系統に設置される。

他にも電子デバイス、液晶、薬品、食品、精密機器などの製造を行うクリーンルームなどに使用されてパーティクルフリーの清浄空間を作るために使用されている。

HEPA フィルタは本質的に二つの機能、汚染した空気を清浄にして排気する機能と、清浄な空気を供給する機能を持っている。これは同じことと思われるが、この機能によってフィルタの局所リークの考え方が異なる。

危険物質の排気による汚染拡散防止の目的で使用されるものは、総量規制で流入してく

る汚染物質を無害なレベルまで減少させればよく、フィルタ全体としての捕集率が目的を達成できるレベルにあればよいことになる。したがって、局所的な部分リークは問題とならず、高捕集率化には、HEPA フィルタを通風方向に対し直列2段配置する設計がなされる。

一方、清浄空間を作る給気が目的の場合、フィルタ直下に位置する局所的リークの影響が大きいことがある。この場合、局所的な漏洩を検出するため、リーク試験（走査漏れ試験）が行われたフィルタが使用される。

### 3. HEPA フィルタの構造

原子力施設などの排気系統、換気空調系統などで使用する HEPA フィルタは、堅牢性、火災防護上難燃性が要求されるため、セパレータタイプ構造のものが使用され、折畳んだろ紙に、紙、樹脂、金属等のシートをコルゲート加工したスペース材で空気の流路を確保したフィルタパックと呼ばれるものを、強固な外枠の中にシール材で密封した構造になっている。

一方、スペース材にホットメルト等を用いたミニプリーツタイプがある。このタイプは薄型が可能であり、軽量化のメリットがある。

### 4. 特殊 HEPA フィルタ

#### (1) 高温用 HEPA フィルタ

高温用 HEPA フィルタは、ろ紙以外の構成部材を変更することで通常品より高い温度域で使用できるフィルタである。ろ紙は HEPA フィルタと同様のガラス繊維製のものを用いるが、有機系のバインダが熱劣化することにより、経時的に強度の低下がある。また、温度が変化すると構成部材が膨張・収縮し、発塵が生じてしまう。

当社の代表的な高温用フィルタの材質・使用条件を表1に示す。このほか、350℃、450℃の仕様製品もある。

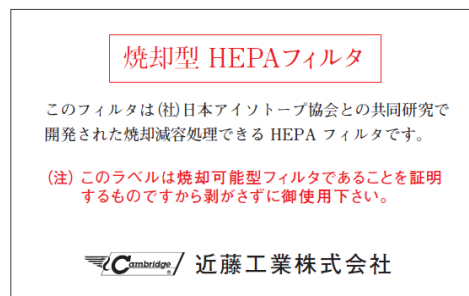
表1 代表的な高温用 HEPA フィルタ

型 式		□FU-□ /□LFU-□	□EUK-□ /□LEUK-□
材 質	ろ材	ガラスファイバー	
	セパレータ	アルミニウム	
	外枠	ステンレス	ステンレス
	密封剤	セラミックセラミックファイバー	シリコーン
	ガスケット	ガラスファイバー	シリコーンスポンジ
使用条件	連続使用最高温度(℃)	230	220
	瞬間使用最高温度(℃)	250	240
	瞬間使用最高湿度(%RH)	100(結露無きこと)	

#### (2) 焼却・減容型 HEPA フィルタ

焼却・減容型フィルタは、原子力発電所における放射性廃棄物の低減を目的として開発された。原子力発電所では、使用済 HEPA フィルタは放射性廃棄物である。そのため、敷地内のドラム缶に密封保管され、保管場所の空きスペース不足が問題であった。この問題を解決するために、電力10社とともに HEPA フィルタの構成部材を発電所の雑固体焼却設備で焼却可能としたのが、焼却・減容型 HEPA フィルタである。焼却可能とはいえ、実使用時には火災防護の観点からある程度の難燃性を具備しなければならず、焼却時の発熱量、燃焼ガス成分にも配慮して構成部材を選定している。

また、原子力発電所以外の RI を扱う施設でも焼却可能な HEPA フィルタが使用されており、こちらは日本アイソトープ協会との共同研究にて開発されたフィルタである。焼却型 HEPA フィルタには、下図のようなラベルが張り付けてある。



※ RI廃棄物の集荷依頼等については(社)日本アイソトープ協会 (<http://www.jrias.or.jp/>) までお問い合わせ下さい。

図1 焼却型 HEPA フィルタの証明ラベル

### (3) 殺菌・酵素 HEPA フィルタ

HEPA フィルタは空気中に漂う細菌も捕集するが、捕集された細菌はろ紙にて増殖し、出口側に移動することがある。そこで、ろ紙繊維全体に均一に溶菌酵素を化学的に固定化することで、ろ紙の表面で増殖した細菌をろ紙表面から出口に移動する間にろ紙繊維の内部で捕集殺菌させるフィルタが殺菌・酵素 HEPA フィルタである。

殺菌メカニズムは、酵素により細菌の細胞壁分子を構成する結合部分が加水分解される。そして、細菌内部の浸透圧により細胞膜が破裂し、細菌が死滅する。

## 5. HEPA フィルタのメンテナンスと廃棄

### (1) HEPA フィルタの寿命

HEPA フィルタの寿命の目安としては、製造者が規定する最終圧力損失の適用が一般的である。JIS Z 4812-1995<sup>3)</sup>解説内には HEPA フィルタの交換時期の目安として、フィルタの差圧が定格値の 2 倍に達した時、試験結果が既定の総合捕集率より下回った時、フィルタ表面の線量当量率が規定値に達した時、使用期間が既定の期間に達した時、とある。

実際の使用に当たっては、高価な HEPA フィルタの目詰まりを緩和するために前段に粗塵用フィルタや中性能フィルタを配置し、HEPA フィルタの延命を図る設計がされるので、外調機で 1 日 24 時間の運転を行う場合で寿命は 1～3 年程度である。

長期間使用する場合には、最終圧力損失のみを目安にするのではなく、構成部材の劣化が生じていないこと等の健全性を確認するた

め、定期的に総合捕集率を測定することが好ましい。

### (2) 交換と設置

HEPA フィルタは交換、設置の際に取付不具合による取付面からのリーク、不適切なハンドリングによるろ材損傷によるリークなどが発生しやすいので、メーカーの取扱説明書に沿って作業を実施し、交換、設置作業の完了後に現地検査などを行い、定期的に健全性を確認することが、本来の性能を発揮させるために重要である。

### (3) 廃棄

HEPA フィルタは堅牢に作られているので分解、分別の作業が困難であり、通常使用済のものは産業廃棄物として処分されるが、原子力発電所で使用されたものは放射性廃棄物として保管、バイオハザード対策に用いられたものは滅菌処理を行う等関連法令に則り適切に処分することが必要である。また、先に紹介したように、焼却処理により廃棄物量を減らせるフィルタもあるので、処分方法のひとつである。

## 6. おわりに

当社は、原子力施設及び RI 施設向けに HEPA フィルタ、中性能フィルタ等を長年納入しております。また、本稿に記載した、高温用フィルタ、焼却・減容型フィルタ、殺菌・酵素フィルタ等の特殊 HEPA フィルタ以外のフィルタも製造、販売を行っております。

清浄な空気をお届けすることで皆様のお仕事及び生命安全の一助となれば幸いです。

## 参考文献

- 1) 瀧澤清一, “ユニットフィルタ(2) HEPA フィルタ,” 空気清浄, 47 巻, 4 号, p. 56-65(平成 21 年).
- 2) U.S. Department of Energy, "Nuclear Air Cleaning Handbook," DOE-HDBK-1169 (2003).
- 3) JIS Z 4812-1995, “放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ.”

# バックエンド技術情報

## 1. 関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機の廃止措置 — 系統除染の概要 —

東海事務所 榎戸 裕二

RANDEC の機関紙「RANDEC ニュース」は、本号（109 号）から新企画として「海外技術情報」を改めた「バックエンド技術情報」において海外技術情報に加え国内の新しい情報を紹介することとした。我が国の発電用原子炉の廃止措置が主要国並みに増大したためである。最初の記事として、関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機の廃止措置を紹介する。

美浜原子力発電所 1、2 号機は 2017 年 4 月 19 日に廃止措置計画の認可取得後両機の廃止措置段階に移行した。デコミッショニング技報第 57 号には関西電力が移行後に実施した主要な活動として両機の系統除染についてその概要と結果について論文<sup>1)</sup>が掲載されたので紹介する。

### 1. 廃止措置計画について

関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機（以下、「美浜 1、2 号機」）の営業運転開始は、1 号機が 1970 年 11 月、2 号機が 1972 年 7 月であった。両機ともに 40 年以上運転され 2015 年 3 月に廃止を決定した。美浜 1、2 号機の廃止措置は約 30 年の全体工程を、第 1 段階（解体準備期間）、第 2 段階（原子炉周辺設備解体撤去期間）、第 3 段階（原子炉領域解体撤去期間）及び第 4 段階（建屋等解体撤去期間）に分けて行われる。

### 2. 第 1 段階（解体準備期間）の主な工事

第 1 段階では、①系統除染工事、②施設の放射能測定、③タービン建屋内機器等（2 次系）解体、④新燃料の搬出を行う。①の系統除染は、薬品類を系統中に循環させ化学的作用を利用して機器内面に付着した放射性物質を除去することにより作業環境の改善（被ばく低減、放射線防護具の軽装化）及び放射性廃棄物の放射能レベル低減を図ることである。作業環境改善の副次的効果として、今後の解

体時における遠隔機器の使用を低減、解体工程の短縮が期待できる。②の施設の放射能特性調査は、放射線業務従事者や周辺公衆の被ばく低減に向けた最適な施設解体撤去工法や手順の策定と解体廃棄物の放射能濃度（L1~L3）の評価精度を向上させた廃棄物処理計画の策定を目的としている。③のタービン建屋内機器等（2 次系）解体は、施設内の放射能調査とは無関係に実施できる。保温の撤去を実施し、順次、機器等の解体を行う計画である。解体に際しては、安全上必要な機能に影響を与えないように措置を講じる。④の新燃料の搬出は、発電所の新燃料保管庫や使用済燃料ピットに保管されている未使用の燃料集合体を輸送容器に収納し燃料加工メーカーの工場に搬出し酸化ウランの状態に戻して、他のプラントで使用可能な形態に加工することとしている。

### 3. 系統除染工事と除染結果

#### (1) 除染工事の方法と準備

図 1 に美浜 1、2 号機（炉型：PWR）の系

統除染範囲を示す。PWR では一次冷却材が炉心と蒸気発生器内で循環され、発電タービンを回す汚染の伴わない二次系水から隔離されている特徴がある。したがって、系統除染の範囲は図1に示すように、一次冷却材に接液し、放射性物質が機器内面に多く存在している原子炉冷却系統、余熱除去系統及び化学体積制御系である。除染中は既存の系統機器（ポンプ、クーラ、タンク、配管、弁等）を用い、除染液の循環や温度を制御し除染範囲を一括で除染した。

除染方法は以下の利点のことを勘案しフラマトム社のCORD法を選定し、系統除染は三菱重工（株）と丸紅ユティリティ・サービス（株）の共同企業体が主業者として行われた。

(a) 蒸気発生器伝熱管（図2参照）の除染効果が高い

(b) 除染に伴い発生する二次廃棄物発生量が少ない

(c) 除染薬品の処理処分が容易なこと

(a) に関しては、美浜1, 2号機では、1次冷却材との接触面積の7~8割を蒸気発生伝熱管が占めており、それに用いられている高ニッケル基合金（TT690材）の除染が重要となっている。(b) に関しては、CORD法は除染に伴い発生するイオン交換樹脂やフィルタ

一等の二次廃棄物を抑制できる除染方法である。(c) に関しては、CORD法は発電所の処理設備に悪影響を及ぼさない薬品である。図3にCORD法の除染プロセスを示す。

系統除染のための仮設設備の主な機能は、薬品注入、除染液の分解と浄化、除染のサンプル採取であり、減圧装置、バグフィルター、紫外線分解装置、サージタンク、薬注設備、浄化ポンプ、イオン交換樹脂等、樹脂キャッチャー等から構成されている。仮設設備は基本的に原子炉格納容器内の原子炉のオペフロに設置した（図4）。なお、イオン交換樹脂塔は除染期間の線量率上昇時の被ばく低減のため格納容器最下階に配置し、必要に応じ鉛で遮蔽した。

## (2) 除染結果の概要

除染工事は1号機で2017年8月中にCORD法のプロセスが3サイクル実施され、2号機では同年11月から12月にかけて4サイクル実施された。除染の結果、1, 2号機ともに目標であった除染係数30以上（放射性物質の除去率97%）を達成し、特に国内外で例のない690系ニッケル基合金の蒸気発生器伝熱管に対して除染係数30を上回る実績を得た。除染結果を代表部位の線量当量率を以下に示す。

- ・蒸気発生器伝熱管：(36→0.43) mSv/h（1号機）、(20→0.36) mSv/h（2号機）
- ・蒸気発生器胴部：(0.21→0.001) mSv/h（1号機）、(0.11→<0.001) mSv/h（2号機）
- ・1次冷却系統配管他：(1.7→0.025) mSv/h（1号機）、(0.70→0.015) mSv/h（2号機）

これらの結果から、今後の廃止措置において十分な被ばく低減や内部被ばくリスクの低

減効果並びに廃棄物の放射線/汚染レベルの低減が期待できると考えている。

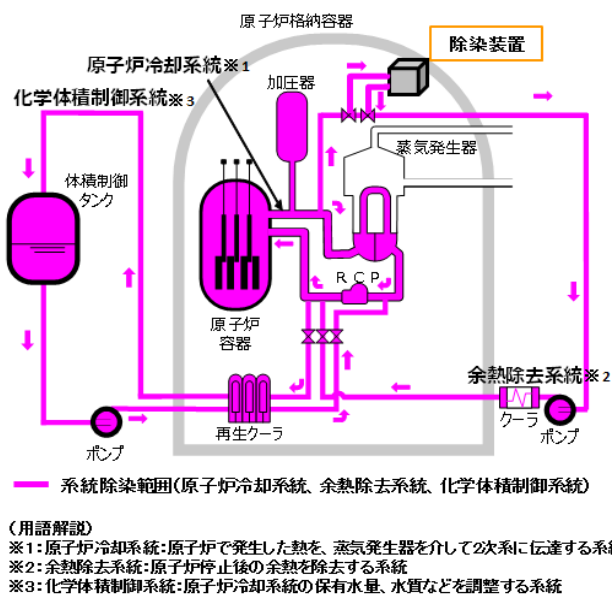


図1 全系統除染の範囲

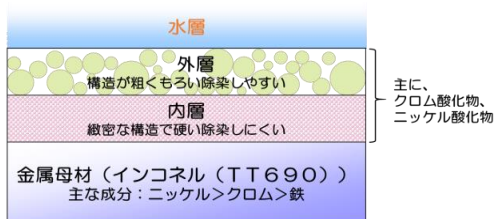


図2 蒸気発生器伝熱管内面の表面状態

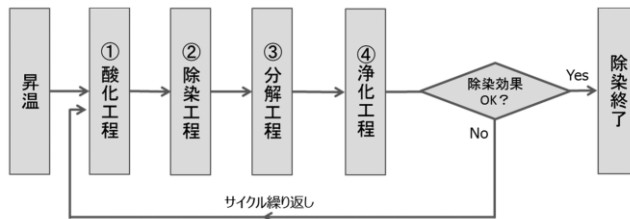


図3 CORD法の除染プロセス

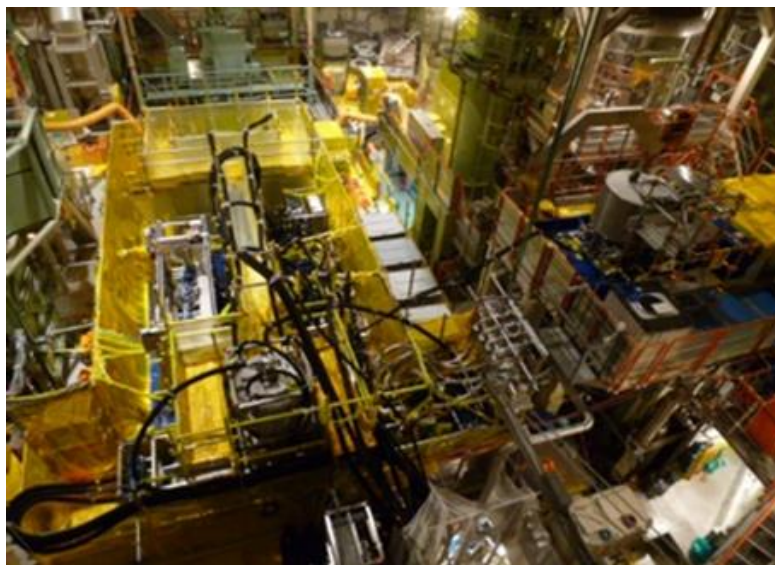


図4 美浜1号機のオペフロに設置した系統除染用仮設設備の外観

## 参考資料：海外の PWR 商用炉の系統除染の状況について

RANDEC では、最近実施されたドイツの PWR 商用炉の系統除染の情報を文献<sup>2)</sup>から入手したので、参考として紹介する。

ドイツの Grafenrheinfeld 発電所（PWR、134.5 万 kW）の系統除染は全主循環系統（1 次系）と附属系統で AREVA 社の CORD 法を多サイクル行う再生化学除染方式が使用され

た。CORD 法はサイトの要件に適した廃棄物発生を少なくする方法である。除染は、化学プロセス制御のため、AREVA 社のモジュール自動除染システム AMDA 設備が設置されたプラント系統が利用された。系統除染結果は除染場所の空間線量で表示されているが、下表の通りである。

表 A ドイツ Grafenrheinfeld 発電所の系統除染（旧 E-On Kernkraft GmbH）

測定場所	測定点数	平均線量率（mSv/h）		除染計数（DF）
		除染前	除染後	
蒸気発生器エリア	16	0.102	0.002	67
加圧器エリア	12	3.366	0.097	42
1 次配管系エリア	16	5.831	0.070	96
余熱除去系エリア	9	0.627	0.091	17
体積制御エリア	14	8.345	0.381	85

Grafenrheinfeld 発電所の除染結果を美浜原子力発電所と比較することは発電所の履歴、規模の違い、除染回数、放射線則て利点から必ずしも同一ではないことから適切ではない。しかし、Grafenrheinfeld 発電所と美浜原子

力発電所の除染結果を踏まえると、今後の廃止措置における被ばく管理、解体作業が容易になるとともに、放射性廃棄物の汚染レベルの低減を図れる可能性がある。

### 参考文献

- 1) 松永 勇二、宮脇 晃之、“関西電力美浜原子力発電所 1、2 号機の廃止措置について、”デコミッショニング技報、第 57 号、（2018 年 3 月）。
- 2) Christian Topf, Sigrid Schtz and Christian Volkmann, “Double decontamination,” Nuclear Engineering International, Dec. 2017.

## 2. 最終段階に入った連邦規則 10 CFR Part 61 の改正

企画部 澁谷 進

先の RANDEC ニュース 107 号において、米国原子力規制委員会 (NRC) による原子力発電所の廃止措置にかかわる規制基盤 (Regulatory Basis) の改正の状況を報告した<sup>1)</sup>。本稿では、これと並行するように進められてきた、廃止措置活動において重要なファクターの一つである、低レベル放射性廃棄物の処分にかかわる連邦規則 10 CFR Part 61 の改正について紹介する<sup>2)</sup>。Part 61 の改正案は 2015 年に公開された後、180 日間の意見公募に付された。NRC は、寄せられた意見 (パブリックコメント) に基づき、改正案にいくつか本質的とも云える変更を加え、2016 年秋に最終案を策定した。NRC は、最終規則の公表に併せて、その技術的解析の運用ガイドランスとなる NUREG-2175 「Guidance for Conducting Technical Analyses for 10CFR Part 61」も併せて発行するとのことである。

### 1. 改正に至るまでの状況

原子力の商業活動から発生する低レベル放射性廃棄物 (LLW) の池中処分施設での処分に対する規則は、10 CFR Part 61 「放射性廃棄物の池中処分に対する許認可要求事項」に記載されている。NRC はこれらの規則を 1982 年に適用した。これより以前は、「安全性」を規定する唯一の規則は、10 CFR Part 20 にある原子力エネルギー委員会の包括的な基準だけであり、それも認可原子力施設の運転中における従事者の作業被ばくに関するものであった。

策定された Part 61 は、商業用 LLW 施設への処分が想定される廃棄物の種類についてのいくつかの仮定に基づいていた。Part 61 の公布以来、NRC は多くの原子力における開発や発展により、それらの基本的な仮定のいくつかに疑問があることが分かってきた。それには、元の Part 61 の策定時には考慮されていなかった種類の大量の LLW、例えば劣化ウランや、混合廃棄物、燃料再処理に付随して発生する廃棄物など、を含んでいる。また、米国エネルギー省 (DOE) による国防関

連の LLW の処分における商業施設の利用の増加や、LLW の管理における広範な国際的経験、1982 年以来発生してきた中レベル放射性廃棄物 (ILW) を考慮していなかったこともある。

NRC は 2011 年 3 月に、Part 61 の改正や改善策について、関係者 (ステイクホルダ) の意見を得るため、最初の公開研究会を開催した (その後、数多く実施されることになる)。最初の研究会は、フェニックスで「廃棄物管理会議 (WMC)」の直後に開催され、NRC は期待された多くの関係者の出席を得ることができた。

NRC は 2013 年 7 月に 10 CFR Part 61 の改正案 (SECY-13-0075, ADAMS Accession No. ML13128A160) を NRC 委員に送付した。NRC 委員は 2014 年 2 月に改正案を公開することを承認し、委員による直接の変更後、NRC は改正案を 120 日の意見公募に向け、2015 年 3 月 26 日付け連邦官報 (FR) に付した。意見公募は 2015 年 7 月 24 日に終了予定であったが、期間延長の要望により 2015 年 9 月 21 日まで延長された。

## 2. 最終規則の概要

NRC は、2016 年 9 月 15 日付け発行、10 月 3 日公開の文書で、Part 61 の最終案を FR (SECY-16-0106, ADAMS Accession No. ML16188A307) での発行の承認のため NRC 委員へ送付した。最終規則では、新しいあるいは改訂されたサイト固有の技術的評価及び LLW 受入れのためのサイト固有の基準の策定を認めている。規則改正の一環として、NRC はまた、LLW 受入れの新要求事項を遵守するため、Part 20「放射線防護基準」を改正している。

最終規則では、既存の一般公衆の防護に対する技術的解析は、埋設されているあるいは埋設される長半減期放射性核種の量によって、法的対応期間 (compliance period) として千年もしくは 1 万年を含むように改正されている。二つの法的対応期間では、公衆の線量限度として 0.25 mSv を規定している。規則ではまた、1 万年の法的対応期間が要求された場合は、特定の長半減期 LLW に対して 1 万の管理期間後も含めて、新しい解析を加えている。

その他の主要な条項では、不用意な侵入に対する防護において、線量限度 5 mSv での新しい技術的解析を追加している。すなわち、深層防護を備える設計とサイト特性を特定し説明する要求事項、サイト閉鎖の時点で技術的解析を最新化する要求事項、そして、これらの技術的解析の結果や既存の LLW 区分の要求事項、あるいは両者の組み合わせに基づく処分に対して、将来の LLW の受入れに対してのサイト固有の基準を開発する要求事項などである。

## 3. 意見公募への対応の概要

規則案についての延長された 180 日間の意見公募で、NRC は個人や公益団体、ネイテ

ィブアメリカン部族政府、産業界、許認可事業者、州及び連邦機関を代表する 2401 通 (ほぼ同様な約 2300 通を含む) のパブリックコメントを受けた。これらは広範な視点を包含しており、まとめられた上で、最終規則の連邦官報通知・NRC パブリックコメント分析 (ADAMS Accession No. ML16188A371) で回答された。

受け取ったパブリックコメントを基に、NRC は多くの変更を行った。それらの変更の中で、NRC は 3 階層アプローチ、すなわち、千年の法的対応期間、千年～1 万年の法的対応期間及び 1 万年を超える機能対応期間 (performance period)、を除いた。最終規則では、法的対応期間と機能対応期間を要求するだけである。しかしながら、法的対応期間は、廃棄物に含まれる長半減期の核種に依存して千年又は 1 万年のいずれかとする。機能対応期間は、許認可事業者が 1 万年の法的対応期間を採用する場合にのみ要求されるとする。許認可事業者が千年の法的対応期間を採用する場合には、何故より長い 1 万年期間が不要かについて技術的合理性を提出することが要求される。

また、NRC は法的対応期間の定義における区分 B の区分 C への互換性の指定や廃棄物の受け入れ基準や特性評価方法、認証プログラムにかかわる Part 61.58 を変更した。NRC によれば、区分 C への変更は、稼働中の処分施設への NRC 合意文書に既存の規制体系の多くを使用するところを継続する柔軟性を許容することである。

さらに、複雑な技術的要求事項と思われるものを明確にする努力の中で、NRC は深層防護解析の要求事項を Part 61.13 (f) から除き、Part 61.12「特定の技術的情報」へ移動した。NRC によれば、これにより処分施設の深層防護に対して、複雑な定量的解析は要

求されないことを明確にし、それが認識され、その機能が記述される必要があることを指摘するように書き改められている。

#### 4. おわりに

最終規則のコスト面や利点の分析では、NRC は、規則を履行するのに年間の運転経費 5.3 億ドルに続いて、産業界で総合的に試算 4.5 億ドルの費用がかかるであろうとした。

認可事業者にとっては、新規則は連邦官報で公表された 1 年後に効力が生ずるが、NRC は最終規則の公表に合わせて、規則で要求される技術的解析の運用ガイダンスである NUREG-2175 「Guidance for Conducting Technical Analyses for 10CFR Part 61」を刊行する。NUREG-2175 の改正案は、昨年の Part 61 改正案に加えて、意見公募のために公表されている。

#### 参考文献

- 1) RANDEC ニュース, No. 107, pp. 23-25, Nov. 2017.
- 2) Tim Gregoire, “Part 61 Heads to the Finish Line,” Radwaste Solutions, pp. 34-35, Spring 2017.

### 3. 米国環境保護庁の低線量被ばくの線量基準の見直し

企画部 梶谷 幹男

現在の低線量被ばくの基準は、「しきい値」なし直線モデル（LNT 仮説）によって決められている。しかし、医療分野ではホルミシス効果や広島に被ばく者の寿命伸長等の事実から、この仮説は間違っている。また、この線量基準により、社会的に高コストを招いている。低線量被ばくの基準を見直すことは、公衆衛生や原子力産業に大きな便益と合理化をもたらす。米国では、2017年2月に、トランプ大統領が環境保護庁長官に放射線防護基準の改正を行う大統領令に署名した。これらの内容が報告されたので、紹介する。

#### 1. はじめに

現在の米国環境保護庁（EPA）の被ばく線量基準は、低線量域まで「しきい値」なしの障害発生モデル（LNT 仮説：linear no-threshold）に基づいている。この規制は保守的で過剰規制であると広く知られている。一方、低線量率や一定の被ばく線量は有益である事実が最近明らかになってきている。例えば、ガンに対して放射線は人体の生理的自然防護メカニズムを刺激し、効能があるとしている。自然放射線を遥かに超える線量を被ばくした後も多くの身体器官は死滅に至らず生命を維持している実例もある。また、通常自然放射線より多量の被ばくが寿命を伸長している例も存在する。

広島に被ばく者とビーグル犬の研究データから、被ばくにより効能が出る領域と障害発生領域は高線量の「しきい値」を示す。これはホルミックス被ばく効果モデルと符合している。これらの事実を踏まえ、公正な再検討を行って基準値を改正し、公衆衛生へ便益をもたらす、経済的効果を引き出すことが重要である。

#### 2. 背景

第2次大戦末期に原爆被災者が爆風や熱で

生命を失い、同時に多量の放射線量を浴びた。ある人達は生理器官損傷で死亡、ある人達は後に発症した白血病で死亡した。広島に被ばく生存者の中で500 mSv未満の被ばく者は、被災しながらも生存率に影響はしていない。一方、ガン発症や健康障害は、放射線量の障害レベルが500 mSv以上でリスクが大きい（図1）。

チェルノブイル事故では、緊急作業に参加した作業員134人が特別深刻な被ばくをした。数週間以内に28人（21%）が死亡し、106人（79%）が生き残った。この106人の生存者は、後に19年を超えて生き、22人が死亡している。この死亡率は1.09%で、2,000年時の地域平均死亡率1.4%よりも低い。また、この地域の死亡率は、全死亡原因中でガン原因は26%である。この値は中央ヨーロッパの死亡原因とかけ離れてはいない。

人体は毎秒、ガンマ線と約15,000粒子の照射を受け、これらは数百万のエネルギー沈着事象が生じている。3分の1は体内の自然放射性核種に起因し、3分の2は宇宙線と自然環境物質の放射線に起因する。これが人間生存の実態である。我々の身体は放射線損傷から損傷細胞を再生し、再生不可能な細胞を排除し、置き換えてゆく強靱な身体防護機

能をもっている。この機能は 70 歳平均の年齢まで有効に機能している。

### 3. 身体細胞の損傷

身体細胞の最大の損傷原因は呼吸である。1980 年代に酸素によって細胞を損傷することが発見された。仮に身体に酸化抑制機能がなければ、毎日個々の細胞は大量のフリーラジカル分子（活性酸素種：ROS）で損傷される。身体の生理防護機能が毎日大量の DNA 変化に対抗し、損傷速度を低減させている。データによれば、10 細胞あたり 1 細胞は 1 日 1 回の二重らせん構造の損傷を生じている。身体の修復機能は 1 日 1 細胞当たり突然変異発生割合を十分低くして損傷を抑制している。このような突然変異は比較的有害でないが、あるものは健全な細胞をガン細胞に移行させる。これに対応するため、身体は防護機能を持ち細胞死へ誘導し免疫機能を発揮する。

高線量照射の弊害は明白に解っているが、細胞の詳細な振る舞いは高線量照射域でも低線量照射域でも複雑で全細胞組織に及んでいる。身体の 75%は水であり、照射で生じる ROS は重要な役割をなす。ROS との直接衝突事象はもろ刃の剣である。微細な分子を傷つけるし、遺伝子を刺激もする。

有害性を見通すためには照射からの DNA 損傷の発生割合と内発起因の ROS からの損傷割合を比較評価する必要がある。1 年間に 1 mGy の自然放射線は 1 日 1 細胞に 1%の DNA の二重らせん構造の変異を生じている。これは呼吸によって生じる 1 日、1 細胞当たり 100 万回の DNA 突然変異よりも少なく 1 億分の 1 のレベルである。図 2 に示す被ばく量依存特性は、内発起因の ROS からの突然変異よりも放射線被ばくによる突然変異が主であることを示す。ある線量や照射線量束が環境条件レベルを超えると、身体生理システ

ムが機能し健康への効能システムが働く。線量や線量束がさらに大きくなると健康への便益機能が顕在化する。持続的に便益効果が上昇し最適条件レベルまで増える。最適条件を超える領域では細胞へのプラス機能は減少し効能は抑制される。放射線被ばくの悪影響がない無有害作用の線量レベル（NOAEL：No observed adverse effects level）では健康影響は未照射レベルと同等となる。線量か照射線量束が NOAEL を超えると障害防御システムはプラス効果を抑えてマイナス効果が観察される。すなわち、NOAEL は被ばく線量値あるいは線量束の「しきい値」を示す。

1950 年代、DOE やその前任機関で身体へ被ばく影響を明らかにするため大規模な研究を実施した。ビーグル犬が健康な人間のモデル生体と見做され多くの研究に使われた。初期には寿命に及ぼす連続放射線被ばくの影響が実験された。図 3 に示すように、ビーグル犬の寿命にガンマ線照射の有害性が出るレベル NOAEL の「しきい値」として、約 700 mGy の照射量が示された。同図のは被ばく障害の「しきい値」よりも被ばく量の低い領域で寿命伸長効果が見られる。寿命の短い犬種は平均寿命の長い犬種に比べて被ばくの影響が大きく出る。放射線に敏感な固体種は低線量被ばく域で特別な自己防御力を有していない。図 1 が示す広島被ばく者の生存者は、図 2 に示す線量束依存特性と符合する。これは障害発生の「しきい値」（NOAEL）は、短期間被ばくによる白血病ガン誘発の 500 mSv 被ばく線量を示唆している。

### 4. 現在の規制

第 2 次大戦後、新核兵器開発を阻止するために核実験を止めたい多数の科学者達は放射線防護の問題を政治問題化した。1956 年、論文によるデータなく米国国立科学アカデミー

は放射線被ばくの「しきい値」なし線量依存モデルを使い評価した遺伝子突然変異リスクを勧告した。さらに、生物学的自己防御機能を評価しない間違っただ根拠が背景にあった。

国際放射線防護委員会（ICRP）が採用する LNT 仮説はどんな小さな被ばく量でもガン発症・死亡のリスクを想定する。ガン発症のリスクは小さくても被ばくを受ける線量束に関係なく積算線量に比例し増えると仮定している。ICRP は明確な健康への好影響を予想するホルミテック被ばくモデルを認めていない。

一方、1956 年以来、医療関係者はこの線量依存モデルや積算線量がガン発症を増加するとの考え方を学習している。放射線腫瘍学の専門家達は、ガン発症腫れ部に健全細胞組織を遮蔽しつつ高線量照射治療でガン細胞を死滅させている。放射線医学者達は低線量照射技術を医療技術として使用するが手術ではないと認識している。この医療行為はガン発症リスクを最小域に抑制した正当な方法であり、最適化されていると考えている。

## 5. コスト増大問題

以上のように、LNT 仮説は保守的であると考えられている。具体的な健康障害リスクを減らさず、高コストの過剰な非常時対応へ踏

み込みすぎている。現状ではこの基準は医療診断や手術への照射利用の障害となっている。また、規制上の拘束・制約となり社会的恐怖心と呼び、社会的信頼感を生む電力安定化に有益な原子力発電を妨害している。過去 35 年以上の放射線医学の進歩は素晴らしい。生物学の進んだ知見が図 2 に示されるように、健康への影響は線量依存の関係にある。

医療では、120 年間にわたり低線量照射を使っており鼻咽頭癌にラジウム放射線を使っているがガン発症や他の疾患は出ていない。放射線の全身照射や半身照射治療はガン発症患者の多くに使用されている。年に 1 mSv の基準値は間違いであり、合理的に可能な限り低線量被ばく：ALARA の考え方は妥当といえない。

## 6. 基準改正が必須

過度な規制を課すことは、効率的な除染や現実的な危険物除去、核廃棄物の処理や処分等の費用を増大させる。放射線被ばくの障害発生に「しきい値」がどこまでも無いとの基準は間違いである。安全な基準を作り建設的議論が必要であり、議論の中で最新の知見を組み込み合理的な「しきい値」を新たに作り新しい基準値に改正する事が必須である。

## 参考文献

1) Jerry Cuttler and William Hannum, “Current Radiation Protection Limit: An Urgent Need for Change,” Nuclear News, p. 34-38, September, 2017.

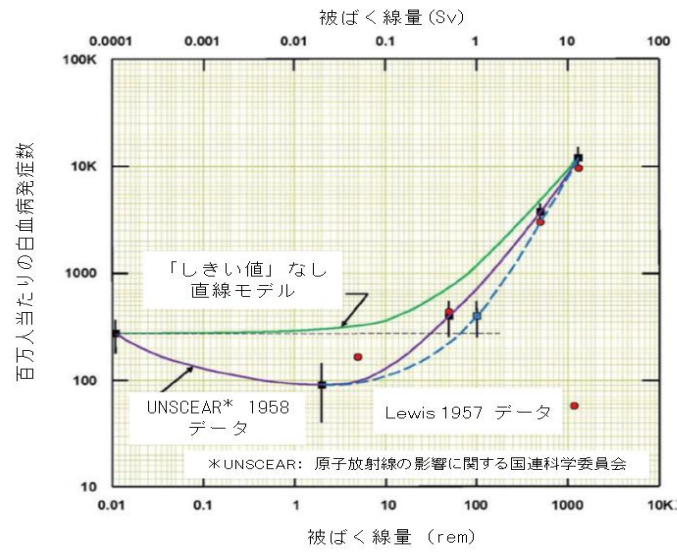


図1 広島に被ばくした生存者の白血病発症数

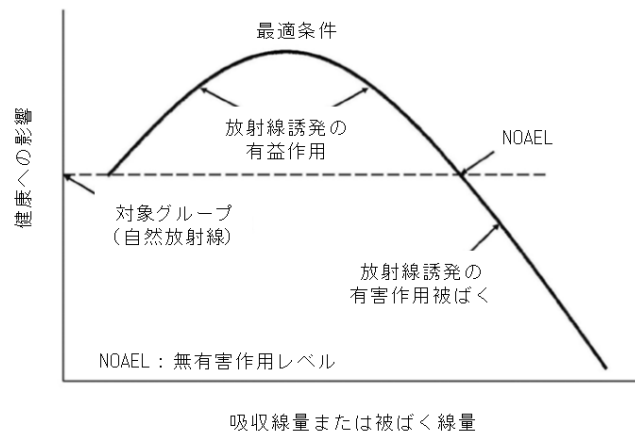


図2 被ばくによる健康への影響

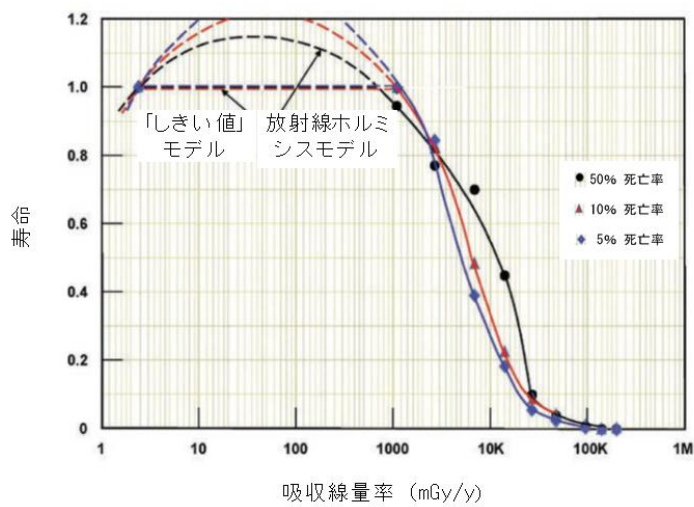


図3  $\gamma$ 線の照射線量率に依存した犬の寿命例

## 4. ドイツの廃炉に伴い発生する

### 制御棒の放射化学的特性評価

廃棄物処理事業推進部 鈴木 康夫

ドイツの加圧水型原子炉 (PWR) の廃炉に伴い発生する放射性廃棄物である制御棒の放射化学的特性評価のための独自の工程が、オランダの原子力研究・コンサルタントグループである NRG によって、ドイツの原子力エンジニアリング・コンサルタント会社であるホーファー & ベクテル社 (Höfer & Bechtel GmbH) 及びアーヘン応用科学大学 (Fachhochschule Aachen) との協力の下で開発された。本稿では、この特性評価の工程概要について紹介する<sup>1)</sup>。

#### 1. はじめに

ドイツでは原子力施設の廃止措置に伴う中・高レベルの廃棄物は最終的に、地層処分される。廃棄物貯蔵施設では、廃棄物受入基準 WAC (Waste Acceptance Criteria) が設けられ、廃棄物容器が中間貯蔵と最終処分の両方で満たすべき要件を定めている。WAC は、中性子による放射化によって材料内部に生成された核種と汚染物質として堆積した核種の両方に関係し、それらを網羅する高度な放射化学分析が不可欠である。

本稿では、ドイツのコンラッド (Konrad) 鉱山にて最終処分される制御棒を対象に開発された切断ツールと核種の十全な特性評価を可能にする先端放射化学分離技術を紹介する。

#### 2. 制御棒及び対象核種

制御棒は、AgInCd 合金の吸収材とステンレス鋼製のハル (被覆管) からなる。原子炉運転中、制御棒は炉心内で用いられた位置に応じて、線量率は数 mSv/h から数 Sv/h の広範囲なレベルにわたる。そのため、その特性評価には、低線量率及び高線量率の材料を取

り扱えるインフラが必要である。また、以下の核種が含まれる：

- ・  $\alpha$  線放出核種：Ra-226, Th-232, U-235, U-236, U-238, Pu-239, Pu-241
- ・  $\beta$  線放出核種：H-3, C-14, Ni-63
- ・  $\gamma$  線放出核種：Mn-54, Co-58, Co-60, Fe-59, Nb-94, Mo-99, Cd-109, Ag-108m, Ag-110m
- ・ 電子捕獲：Fe-55

このために、AgInCd 合金とステンレス鋼の溶解方法を含む洗練された放射化学的特性評価方法を開発しなければならなかった。

#### 3. 放射化学的特性評価工程

NRG のペテン (Petten) サイトのホットラボには、5 つの厚いコンクリートで遮蔽されたホットセルと 12 の鉛遮蔽がされたホットセルがある。そのうち 2 つのセルが化学作業に適したものである。これらのホットセルでは、高レベルの材料を取り扱うことができ、核燃料及び材料研究における照射後検査、放射性廃棄物の最終処分に関する実験、さらに過去の廃棄物の処理 (図 1) のために利用さ

れている。

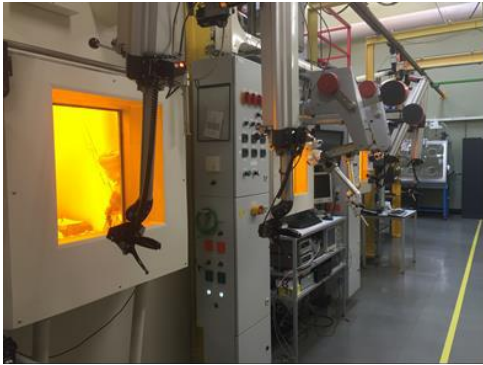


図1 NRG ペテンサイトのホットセル

NRG には、様々なレベルの放射能を扱うのに適したいくつかの放射線研究室がある：低レベルサンプルの取り扱いと測定のための環境試験室及び中レベルサンプルの取り扱いのためのドラフトチャンバーとグローブボックスを備えた JGL 研究室 (Jaap Goedkoop Laboratory, 図 2)。また、アクチノイドの研究に特化したグローブボックスと分析方法を備えたアクチノイド研究室がホットラボにある。



図2 JGL 研究室

これらの設備の技術者と協力して、ドイツの PWR サイトで制御棒をサンプリングし、その高レベルサンプルの放射化学的特性評価をオランダの NRG のペテンサイトで行うために輸送する特性評価工程が開発された。

#### (1) 制御棒のサンプリング

制御棒の正確な特性評価を行うために、上部、中央及び下部から選択された制御棒の代表的なサンプルを採取する。高い線量率のためにサンプリング作業は PWR サイト内の深さ数メートルのプール内で行う。制御棒は、最初に、コンラッド処分場へ輸送するための輸送コンテナに装填すべく切断される。切断中に材料の特性評価のためのステンレス鋼のハル及び吸収材のサンプリングが行われる。約 0.5g のサンプルが小さなコードサンプルの缶に集められ、水から取り出し、乾燥し、A 型の容器で NRG のペテンサイトへ輸送される。NRG はこの水中作業を遠隔操作で実施できるツールを開発した。ツールは NRG のアーネムサイトで設計、試験され、ドイツの技術検査協会である TÜV (Technischer Überwachungs-Verein,) の承認を受けているものである (図 3)。



図3 制御棒を切断するための工具

#### (2) 開梱と溶解

コンテナを NRG のペテンサイトで受け取った後、試料はコンクリートホットセルで開封され、高レベル試料の場合は溶解のために

化学ホットセルに、低レベル試料及び中レベル試料の場合は JGL に移される。

各サンプルの溶解は、液体シンチレーション法 (LSC) による測定のために吸着剤 (液体) の Carbosorb 中に C-14 を捕捉する 2 つのバブラーを備えた溶解装置で行われる。システムは不活性ガスによってパージされ、ステンレス鋼が王水に溶解された後の試料の酸溶解及び HNO<sub>3</sub> 中の吸収剤から放出された CO<sub>2</sub> を収集する。これらの溶液の遠心分離による分取試料は、さらなる分析のために放射線化学研究室の 1 つに移される。図 4 は、化学的ホットセル内に配置された酸性溶解及び C-14 トラップに適した溶解設定の例を示す。



図 4 化学的ホットセル内に配置された溶解装置の例

### (3) 放射化学的分離

吸収材とステンレス鋼材のサンプルの化学組成は全く異なるため、照射後の核種の含有量も大きく異なる。吸収材は主に Ag-108m, Ag-110m 及び Cd-109 を含有する。照射時の

ステンレス鋼では主に Co-60, Fe-55, Ni-63 が形成される。

Ag-108m / 110m 及び Co-60 の比放射能は Cd-109 及び Mn-54 などの他の核種の比放射能よりもはるかに高い。このことにより、Ag-108m / 110m 及び Co-60 によって引き起こされるコンプトン連続性が高いため、他の核種の正確な  $\gamma$  線スペクトルの測定が不可能になる。

ステンレス鋼サンプルでは、核種 H-3, C-14, Ni-63 及び Fe-55 を決定しなければならない。それらの核種は、スペクトルが重複しているため各核種を完全に分離する必要がある LSC で測定される。

制御棒サンプルの特性評価のために、吸収材用 (図 5) とステンレス鋼用 (図 6) の 2 つの分析フローが開発されている。両者の分析フローは、Co-60 及び Ag-108m / 110m などの高レベル  $\gamma$  線放出核種及び C-14 及び Ni-63 などの  $\beta$  線放出核種の完全な分離を必要とする。

## 4. まとめ

NRG はホットセルと放射化学研究室を持つユニークなインフラを持っている。放射化学研究室では、高度な元素分離技術により、制御棒の高レベル試料と低レベル試料の両方を十全に特性評価でき、 $\alpha$ 、 $\beta$  及び  $\gamma$  放射体の全スペクトルを、高精度の低レベル及び高レベルの放射性物質の両方について分析することができる。このようにして、WAC への適合性を確認できる。

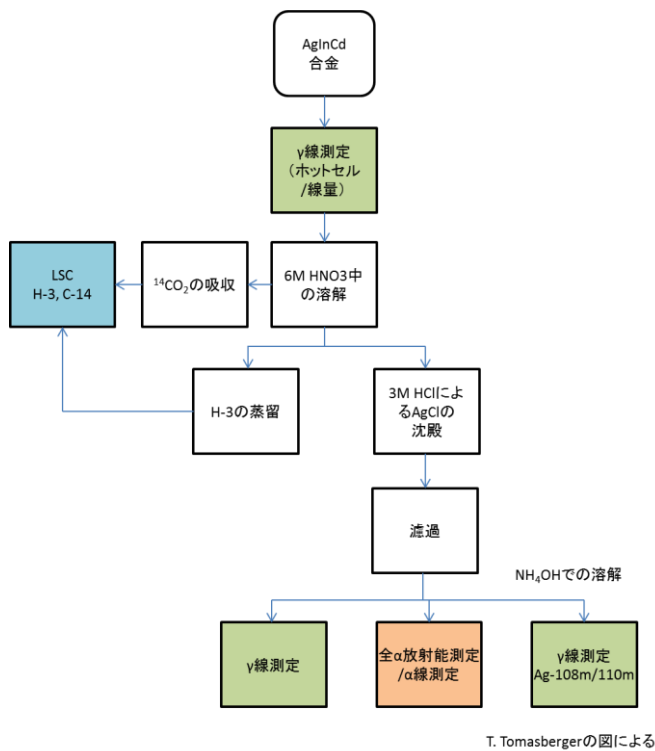


図5 吸収材用の分析フロー

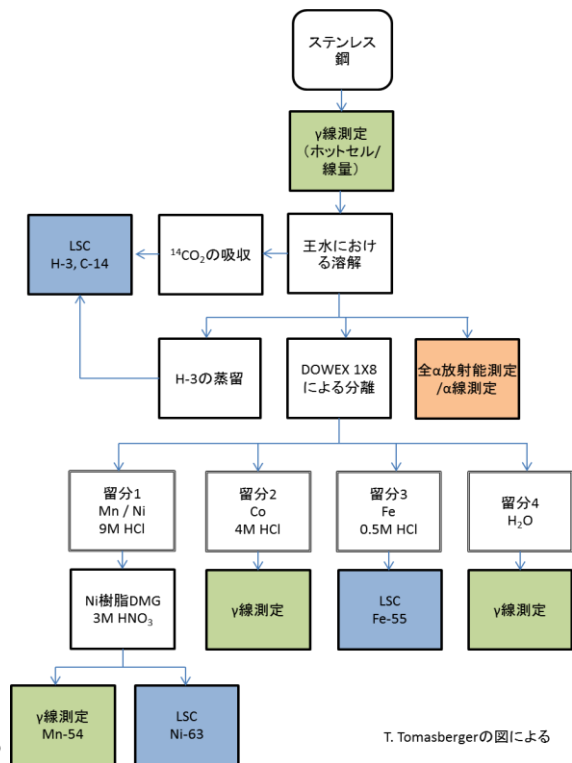


図6 ステンレス鋼用の分析フロー

## 参考文献

- 1) Tanja Tomasberger, Eva de Visser-Týnová, Frits Moet, Jan Kok (NRG, Petten, The Netherlands), Michael Bremm (FH Jülich, Germany), "Radiological characterization of decommissioning waste," KONTEC 2017, 22-24 March, Dresden, Germany.

## 5. スペイン El Cabril 処分場の安全性評価

廃棄物処理事業推進部 秋山 武康

スペインの El Cabril プロジェクトは 1986 年に開始され、中低レベル廃棄物 (LILW) 処分が 1992 年に開始された。次いで、極低レベル廃棄物 (VLLW) 及びさまざまなタイプの処分施設の運用が、2008 年に開始された。本報<sup>1)</sup>では、El Cabril 処分場の概要、目的、基準について説明し、El Cabril の LILW 処分と VLLW 処分について実施された安全性評価について説明されている。

### 1. はじめに

スペインのコルドバ州にある El Cabril 処分場は、LILW 及び VLLW のための国家管理システムである。

El Cabril 処分場の総表面積は 35 ha で、20 ha は建物と LILW 処分施設で占められ、残りは VLLW 処分施設が占有している。LILW の容量は 10 万 m<sup>3</sup>(28 個のボールト)、VLLW は 13 万 m<sup>3</sup>であり、年間平均 1,700m<sup>3</sup>の廃棄物を受け入れる。

現在、El Cabril 処分場には、LILW 及び VLLW の処分施設、処理及び空調システム、コンクリート製コンテナ製造プラント、廃棄物の特性評価ラボ、付帯設備及び中間貯蔵施設がある。この施設の許可は、処分能力まで有効である。

#### (1) LILW 処分施設

コンクリート障壁に基づき、そのシステムの基本的な機能は以下である。

- ・第 1 の障壁：放射能の制限
- ・第 2 の障壁：浸水の制限と浸出液の制御
- ・第 3 の障壁：生活圏への汚染物質の移動の制限

#### (2) VLLW 処分施設

粘土層と高密度ポリエチレン層の障壁に基づき、その障壁システムは以下の機能がある。

- ・カバー：浸水の制限
- ・底部の障壁：放射能の制限と潜在的な浸

出水の制御

- ・自然の地形：生活圏への汚染物質の移動の制限

### 2. 安全性の目標と基準

スペインの規則に従って、処分は基本的な安全目標及び基準を満たさなければならない。VLLW 処分の場合、技術設計はヨーロッパでの非放射性有害廃棄物の処分施設を管理する規則に基づいている。

#### (1) 設計における 2 つの基本的な目標

- ・操業時及び閉鎖後の公衆、作業員及び環境の防護を確保する。
- ・人の偶発的侵入に関し、最終監視段階では放射線を規制しない。

#### (2) 目標の達成につながる適用基準

- ・放射性核種の移行を防ぐ隔離障壁の使用
- ・廃棄物の梱包及びセルによる放射能の制限
- ・300 年以下の監視期間の要件

#### (3) 設計における技術的オプション

##### 1) 操業段階での公衆と環境の防護

- ・液状の放射性廃液が排出されない
- ・ガス状排出物による年間実効線量は 10<sup>-2</sup> mSv 未満
- ・5 年以上連続の想定事故の場合の平均線量は 5 mSv 以下

##### 2) 作業員の防護

- ・職業線量は最大許可限度を下回る
- ・設計段階の基準値は 5 mSv/y
- ・ALARA の被ばく基準の適用

3) 閉鎖後の一般大衆と環境については、水路のシナリオと意図せぬ人為的な侵入シナリオの考慮

### 3. 安全性アプローチ

採用された安全評価アプローチと安全要件は、国の規制要件に加え、国際原子力機関（IAEA）や国際放射線防護委員会（ICRP）などの国際機関の現行の指針と勧告に従い、操業期間及び長期間について施設の潜在的な影響を網羅する。スペインの安全機関 CSN（Consejo de Seguridad Nuclear）が定めた国の勧告では、通常状態での作業員の被ばく最大放射線基準は 5 mSv/y が採用され、通常放出シナリオでは公衆の線量限度は 0.1 mSv/y である。

#### (1) 安全解析

処分施設の通常放出に伴う事象や事故や侵入事象を含み、現在及び将来の予期される条件に関連した状況を調べる。実施された安全評価には二重の目的がある。

- ・処分用の廃棄物受入れ基準の導出
- ・人間の健康と環境の保護の許容レベルの現在と将来での達成を実証

#### (2) シナリオの作成

操業及び長期間フェーズのシナリオを作成するために、明白で正当化され、文書化された体系的な方法が適用されている。シナリオ作成プロセスの結果、安全評価の目的を達成するための重要なシナリオが特定される。

シナリオは 2 グループに分類されるが、グループごとにシナリオが異なるものではなく、1 つ又は複数のシナリオが両方のグループに関連する可能性がある。

- ・特定の放射性廃棄物の限度の評価に関連

するもの

- ・人間の健康と環境を許容可能なレベルで保護するために適切なもの

主なシナリオは以下である。

#### 1) 操業時安全解析シナリオ

操業活動リストの作成と、受取りから最終処分までの放射性廃棄物の取扱いに関連して起る可能性のある事象の特定に基づいた方法論を用いて、操業フェーズに関連するシナリオが構築される。そのシナリオは以下である。

##### a. 操業時

- ・放射能影響のない水路シナリオ
- ・制御された換気システムと焼却煙突が必要な大気経路シナリオ。
- ・通常操作（処理、保守など）及び処分場内での外部被ばくシナリオ

##### b. 偶発的条件

- ・大気経路シナリオ
- ・放射能の拡散を引き起こす可能性がある事故の処理
- ・焼却炉外部での失火
- ・換気システムの動作不良
- ・焼却システムの稼働不良

#### 2) 長期安全解析シナリオ

機能、事象及びプロセスのリスト作成に基づくアプローチを適用し、処分作業に関する関連要因を特定する。停止後フェーズに関するシナリオが構築される。

##### a. 水路シナリオ

- ・通常放出
- ・浸水防止カバーの破損
- ・地下水位の上昇（LILW ボールト内）
- ・水だまり（VLLW セル内）

##### b. 人間の侵入シナリオ

- ・道路建設、住宅建設
- ・居住
- ・居住と遊び場の使用

- ・居住と農業利用

### 3)人間の偶発的侵入シナリオでの考慮点

- ・300年後に発生する決定論的評価
- ・侵入を防ぐための物理的障壁はない
- ・処分施設の歴史的記録は保存されない
- ・廃棄物は均質に混合され認識できない
- ・浸出による放射能漏れはなく、放射性崩壊のみが考慮される
- ・300年間の人間活動は現在と同様

計画された放射線限度を裏付けるために実施された解析は、各単一放射性核種の計算に基づいている。シナリオの作成方法とモデルプロセスの策定と実施は、解析が一貫していることを保証する。

処分施設の長期的な安全性能は、通常の放出シナリオと侵入事象の分析を考慮して評価される。LILW ボールトについては、表1の基準インベントリが設定され、VLLWのインベントリはこの1%以下に制限されている。

表1 EI Cabril 処分場の基準インベントリ

放射性核種	放射能 (TBq)
H-3	2,00E+02
C-14	2,00E+01
Ni-59	2,00E+02
Ni-63	2,00E+03
Co-60	2,00E+04
Sr-90	2,00E+03
Nb-94	1,00E+00
Tc-99	3,20E+00
I-129	1,50E-01
Cs-137	3,70E+03
Pu-241	1,50E+02
Total alpha (at 300 years)	2,70E+01

## 4. 安全解析の結論

施設の影響エリアにおける住民及び環境への放射線影響の評価は、既述のシナリオに従って行われている。

廃棄物と環境間に導入された人工障壁は、

放射性物質の拡散を最小限にするのに必要な期間、適切な隔離条件を提供する。隔離条件劣化の場合、放射線限度は人間及び環境への影響の可能性に基づいて許容される。

水路シナリオで実施された解析から、全ての施設に対する影響が0.1 mSv/yの基準を下回っている。

偶発的な人間の侵入シナリオについて、影響の解析は施設の閉鎖から300年後として行われるが、この推定結果は基準線量値(1 mSv)以下である。

公衆の被ばく評価を表2と表3に示す。

表2 操業時安全解析による最大線量

シナリオ	最大線量	
	LILW	VLLW
外部被ばく(非制限地域)	4.04 E-04 mSv/h	N/A
焼却炉からの排出	9.18 E-04 mSv/y	—
換気システムからの排出	6.34 E-04 mSv/y	3.54 E-06 mSv/y
バルクの崩壊	2.27 E-02 mSv	4.32 E-02 mSv
バルクの燃焼	2.27 E-01 mSv	7.88 E-01 mSv
換気システムの故障	1.82 E-03 mSv	1.06 E-02 mSv
換気システムの電源の損失	≤1.82 E-03 mSv	—
焼却システムの不具合	3.35 E-03 mSv	—
廃棄物保管庫/格納庫から水路経由の汚染物放出	1.40 E-12 mSv/y	—

表3 長期安全解析による最大線量

シナリオ	最大線量	
	LILW	VLLW
基準シナリオ	8.82E-04 mSv/y, 756年後	1.32E-02 mSv/y, 2.02E+05年
カバー障害シナリオ	8.84E-04 mSv/y, 756年後	2.73E-02 mSv/y, 2.07E+05年
平面衝突シナリオ	3.34E-02 mSv, 300年後	—
水面上昇シナリオ	1.08E-03 mSv/y, 375年	—
道路建設シナリオ	4.56E-01 mSv, 300年後	4.98E-02 mSv, 60年後
住居建設シナリオ	2.24E-02 mSv, 300年後	—
居住シナリオ	1.06E-01 mSv/y, 300年後	9.61E-01 mSv/y, 60年後
居住と農業利用のシナリオ	1.43E-01 mSv/y, 500年後	—
居住と遊び場利用シナリオ	5.32E-02 mSv/y, 300年後	—

## 5. 安全評価報告書

安全評価のために行われたすべての研究と検討事項は、安全評価報告書に含める必要がある。この報告書はスペインにおける原子力施設の操業免許の取得に必要であり、その内容はスペインの規制によって定められている。

この報告書は、原子力安全及び放射線防護の観点から、原子力施設の解析を行うために必要な全ての情報を含むべきである。また、操業時と偶発的な条件の両方について、リスク評価を含める必要がある。安全に関する全てのシステム、構造及び構成機器の様々な安全機能の説明が必要であり、最終的に適用されるすべての規制、要件及び基準を確認しなければならない。

EI Cabril 処分場の安全評価報告書は、以下の観点から構成されている。

- ・建設中に取得されたデータ
- ・建設と同様な架設の説明
- ・放射性廃棄物処理の説明
- ・架設時に発生するプロセスの説明
- ・安全に関するシステム、構造及び構成機器の説明
- ・放射線防護、管理及び監視に関する設計基準、実施された技術措置の記述
- ・環境放射線監視プログラムの説明
- ・操業時の安全解析

## 参考文献

- 1) María Quirós Gracián and Elena Vico del Cerro, “Safety Assessment of El Cabril, the Spanish Surface Disposal facility for LILW and VLLW,” WM2017 Conference.

## ・長期安全解析

施設の長期的な安全性の改善、設計変更がある場合には、安全評価報告書を改訂する必要がある。安全評価報告書に加えて、確立されたプロセスのフォローアップ結果と施設で導入された改善の評価を目的に、安全定期レビューを義務付けている。EI Cabril 処分場の場合には、10年ごとに規制委員会に提出されなければならない。

## 6. 結論

スペインの規制要件を満たすために、EI Cabril の LILW 及び VLLW 処分の安全評価報告書が編集された。この報告書には、操業フェーズと長期間フェーズで実行された全ての安全解析が含まれている。安全解析は、安全目的と基準、様々なシナリオ、モデル及び開発された安全性アプローチに基づいている。ここで安全性アプローチの主目的の 1 つは、人間の健康と環境防護に対する許容レベルを実証することである。

検討された全てのシナリオの放射線影響の評価は、設計基準と安全技術オプションにより、全ての安全目標の達成を保証している。それはまた、その施設が全住民にとって許容できないリスクを生じさせないことを示す。

## 6. ルテニウムの謎

専務理事 泉田 龍男

2017年9月から10月にかけて、ヨーロッパ各国で環境中の大気からルテニウム106(Ru-106)が観測された。その濃度は健康に影響を及ぼすほどの数量ではないが、発生源としてロシアの核施設が疑われている。そこで、ロシア政府は発生源を調査検討するための科学委員会を発足させた<sup>1)</sup>。

### 1. はじめに

ロシアは11月24日に、9月末から10月初めにヨーロッパ各地で検出された放射性のRu-106について検討するための委員会を設置すると発表した。

欧米の国々は、ロシアの否定にもかかわらず発生源をロシアであると報道している。ロシア科学アカデミー原子力安全研究所(IBRAE)は上記の委員会設置に賛同しており、ロシア国営原子力企業ロスアトム(Rosatom)は全面的な協力と結果の公表を約束した。

委員会にはロシアとヨーロッパの科学会の代表、規制当局の代表及び原子力の専門家が参加している。ここでは、観測データの新たな解析と気団とともに伝搬する放射性核種の移動モデルの構築と検証を行う。必要に応じて更なる検討と試験も行う計画である。

本事象の初期段階で、ロスアトムはロシアの核施設は全て通常通りに運転されており、全ての施設が連続的な放射線モニターを行っているが、放射線漏えいの事象は記録されていないと述べてきた。

### 2. ヨーロッパでの検出

Ru-106の検出が公になったのは、フランスとドイツが最初であった。フランス放射線防護原子力安全研究所(IRSIN)の11月9日の

報告によれば、Ru-106は9月末頃にヨーロッパ環境汚染計測ネットワークにおいて観測され、そのレベルは気中で数mBq/m<sup>3</sup>であった。11月3日にはイタリアでも検出されたところから、IRSINはモニタリングステーションのフィルターの分析を行った。その結果、9月27日から11月13日の間にトレーサー量のRu-106を検出した。その中で最も高かったのは10月2日から9日の間にニースで記録されたもので、46μBq/m<sup>3</sup>であった。その後10月13日以降ではフランスでRu-106は検出されていない。

また、IRSINは、10月3日以降に多くのヨーロッパ地方でRu-106が検出されていると述べている。最も高いレベルは10月初旬に100mBq/m<sup>3</sup>が観測され、10月6日以降に減少している。IRSINによれば、観測値は環境及び健康に大きな影響を与えるレベルではないとしている。発生源については、他の放射性核種が検出されていないことから原子炉を除外できる。そのため、核燃料施設、放射性核種の生産施設もしくはRu-106を使用した熱電発電機を装備した人工衛星の大気圏再突入の可能性を指摘している。しかし、IAEAの検討によれば、その期間に大気圏に再突入した人工衛星は存在しないと結論している。

IRSINはヨーロッパ28か国からの観測結果とフランス気象局の気象データに基づいて、

Ru-106 の放出地域・放出量及び放出期間を探し出すためのシミュレーションを実施した。結果は、Ru-106 の放出量は 100～300 TBq で、その放出地域はロシアのボルガとウラル地域の間であった。また放出時期は 9 月の最終週であった。

同様の情報が、ドイツ気象局のデータを使用しているドイツ連邦放射線防護局(BfS)から報告された。ドイツでの測定値は数  $\mu$  Bq/m<sup>3</sup>～5 mBq/m<sup>3</sup> の範囲であった。BfS も原子力発電所事故と医療用放射線源の事故を否定し、核燃料の再処理過程で生じたものと推定した。また、後方計算（逆算）により南ウラル区域が放出源である可能性が高いことを認めた。放出時期は 9 月最終週である。

### 3. IAEA によるデータ収集

IAEA は緊急事態時の情報交換統合システム (USIE) により情報収集を行い、10 月 13 日に公開した。それによれば、10 月初旬に各国がエアースンプル中に Ru-106 の存在を確認した。その想定結果は、他の放射性核種を含まず、Ru-106 濃度は公衆の安全防護のための基準値よりはるかに低いものであった。IAEA 内の事故・救急センター (IEC) からの正式要請により 36 か国が IAEA に観測結果を報告した。報告では、最も高いのはルーマニアのブカレストの観測値で空気サンプル 145 mBq/m<sup>3</sup> であったが、その他は  $10^{-5}$ ～ $10^{-2}$  Bq/m<sup>3</sup> の範囲であった。またほとんどの国では、Ru-106 の放射線ピークと思われるものは観測されなかった。

IAEA は、観測された Ru-106 は使用済核燃料中に存在する核分裂生成物もしくは加速器などで造られたものと結論付けた。また、放射線影響の観点からは極めて低レベルであり健康へのリスクは無いとしており、IRSN と BfS と同じ結論であった。

### 4. ロシア非難

IAEA は、本当に Ru-106 を放出した国からの報告がなければ放出源を特定することは難しいと述べている。西側の報道では、ウラル地域のオゼルスクにあるマヤーク施設の可能性が高いとしており、そこではロスアトムにより燃料再処理と放射性核種の生産が行われている。しかし、ロスアトムはそのような事故を否定している。

IAEA はロシアからの 2 つの報告を取り上げている。一つは 10 月 1 日のエカテリンブルグからのもので Ru-106 は観測されていない。二つ目は 10 月 4 日のサンクトペテルブルグからのもので、微量観測されている。

しかし、11 月 21 日にロシア水文気象環境監視局 (Roshydromet) は、9 月 25 日にマヤーク施設の 100 km 圏内に位置するチェリアビンスク地域のアルガヤシとノボゴルヌイの観測ポストから回収したサンプル中に多量の Ru-106 が存在することに気付いた。アルガヤシでは 76.1 mBq/m<sup>3</sup>、ノボゴルヌイで 52.3 mBq/m<sup>3</sup> であり、ノボゴルヌイはマヤーク施設の直近にある。これらの数値に対して Roshydromet は、過去 986 か月の平均値の 440 倍であり、届け出義務の基準以下ではあるが、顕著な汚染であると述べている。また、タタルスタンにおいて 9 月 26～27 日に Ru-106 の崩壊核種が検出されたと述べている。9 月 27～28 日にボルゴグラードにおいてエアロゾルの汚染とフォールアウトが観測され、その後、9 月 29 日～10 月 3 日かけてほとんどのヨーロッパ各国で Ru-106 が観測された。Roshydromet によれば、その当時、南ロシア一帯に雲がかかっており、それが北方に拡散する前にイタリアに到達した。この異常な気象条件により、通常は西から東に気流が流れるのが、今回は南ウラルと南シベリアから汚染物質を地中海方面と北ヨーロッパ

方面に運んだとのこと。

Roshydromet 総裁のユコベンコは、ロシア及びその他の国で記録された Ru-106 は許容値の 1000 分の 1 であると述べている。ウクライナとポーランドでの観測値はロシアでの数値と同等、ルーマニアはロシアの 1.5~2.0 倍高かった。また、公表されたデータにより汚染発生源を突き止めることはできないと述べている。さらに、データの隠蔽等の不正は一切していないと述べている。9 月 25 日~10 月 6 日までの観測データは 10 月 13 日に Roshydromet の公式ウェブサイトで公表しており、誰もが使える共有データとなっており、関係する行政当局にも報告されている。また、このデータは、メディアや興味を持つ団体の担当者や市民が 1 か月以上前からアクセスするのが可能であると述べている。

10 月 20 日にウラル地方の行政局がメディアに対して説明会を行い、クリモフ 副知事はウラル水文気象局が採取したサンプル中に Ru-106 が存在することを公表した。マヤーク核技術施設は、9 月 21 日に Ru-106 の放出には関わりがないとの声明を出した。これによれば Ru-106 の放出には以下の二つの可能性がある。一つは、燃料棒のケースが破損した場合であるが、その時は Ru-106 以外の数十の浮遊性核種が検出されるはずである。二つ目は、Ru-106 の製造、使用及びリサイクル作業の時の放出である。しかし、典型的な Ru-106 のソース放射能は 1~10 Ci である。このような破壊的なソースでは、距離 500 km 以上の範囲で Ru-106 が検出されるはずである。また、バックグラウンドの上昇や環境汚染が生じるはずであると声明では述べてい

## 参考文献

1. Judith Perera, "A ruthenium mystery," Nuclear Engineering International, p. 16-17, January 2018.

る。2017 年にマヤーク核技術施設では、Ru-106 を生産していない。また、環境への核種放出も通常レベルであり、放射線のバックグラウンドレベルも通常通りであった。使用済核燃料からの Ru-106 の分離も実施していないし、ロスアトムでは、ここ長年、新たな Ru-106 の生産も行っていないと述べている。

ロスアトムは、ロシアの核施設周辺の放射線レベルは自動放射線計測システムのセンサーで計測され、これはリアルタイムでウェブサイトからアクセスできると述べている。

ロシアの科学者やエンジニアは、この「ルテニウムの謎」に苦慮していることを認めており、これは大きな政治的問題になってきた。彼らは以下のことを指摘している。たとえウラル地方のどこかで核種放出があったとしても、その影響が今回のような長距離の地域で観測されることは起こりそうにない。ロスアトムは、Ru-106 の濃度上昇が 3,000 km 以上離れたヨーロッパで観測され、それがほとんどが同時刻で同濃度であったと指摘している。

## 5. おわりに

Ru-106 は、ヨーロッパ及びロシアのウラル地方で間違いなく検出され、気象情報からはウラル地方が発生源で間違いのないように思われる。最も疑われているのがロスアトムの核施設であるが、ロスアトムは否定している。ロスアトムの形勢はいかにも不利に見えるが、観測されたのが Ru-106 だけであり、その濃度も極めて少ないため発生源の特定は困難を極めている。このような現状を「ルテニウムの謎」と表現している。ロシアの委員会がどのような結論を出すか見守りたい。

世界の原子力発電所の廃止措置最新情報 (2018年6月末現在)

東海事務所 榎戸 裕二

関西電力は2017年12月に大飯原発1、2号機(PWR:117.5万kWe)2基の恒久運転停止を決めた。新基準適合に多額の投資が今後不可欠と判断したためである。海外では12月末にドイツ南部のグンドレミンゲン発電所ユニットB (BWR:134.4万kWe)が33年間にわたる運転を停止した。東京電力福島第二原子力発電所の4基について東京電力は6月初旬に廃炉の意向を表明した。さらに、6月中旬には韓国水力原子力社(KHNP)は月城発電所1号機(PHWR:68.2万kWe)の恒久運転停止を決定した。6月末時点での世界で恒久運転停止した原発総数は171基に達した。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	電氣出力 (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	アルメニア-1	1977/10/06～1989/02/25	408 MW	PWR	未定	計画検討中	2048年
	BR-3	1962/10/10～1987/06/30	12 MW	PWR	即時解体	解体中	2020年
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
	コズロドイ-2	1975/11/10～2002/12/31	440 MW				
	コズロドイ-3	1981/01/20～2006/12/31	440 MW				
	コズロドイ-4	1982/06/20～2006/12/31	440 MW				
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
	ジェンテイル-1	1972/05/01～1977/06/01	266 MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	
	ジェンテイル-2	1982/12/04～2012/12/14	675 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	
	ロルフトNNDP-2	1962/10/01～1987/08/01	20 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	
	ピッカリング-A2	1971/10/06～2007/05/28	542 MW	PHWR	安全貯蔵	停止中	
	ピッカリング-A3	1972/05/03～2008/10/31	542 MW	PHWR	安全貯蔵	停止中	
	ビュージェイ-1	1972/07/01～1994/05/27	540 MW	GCR	安全貯蔵	解体計画作成中	
	シヨ-ー-A	1967/04/15～1991/10/30	320 MW	PWR	安全貯蔵	解体中(2014年～)	
	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	
	シノン-A2	1965/02/24～1985/06/14	230 MW	GCR	安全貯蔵	部分解放済(ステージII)	
フランス (12基)	シノン-A3	1966/08/04～1990/06/15	480 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中から解体中	2033年
	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
	マルクール-G3	1960/04/04～1984/06/20	43 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2025年
	モンダレー-EL4	1968/06/01～1985/07/31	75 MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2032年
	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	2028年
	サンローラン-A2	1971/11/01～1992/05/27	530 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2026年
	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
	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
	グライフスバルト-1	1974/07/02～1990/02/14	440 MW	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	440 MW	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	440 MW	PWR	即時解体	廃止措置終了	2016年
	ドイツ (29基)	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
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	1998年
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	2006年完了
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)	未定
グンドレミンゲン(KRB-B)		1984/07/19～2017/12/31	1344 MW	BWR	未定	未定	未定

33	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
34	カールスルーク	1962/02/01～1985/11/25	16 MW	BWR	安全貯蔵	廃止措置終了	2010年
35	カールスルーク-Ⅱ	1979/03/03～1991/08/23	20 MW	LMFBR	即時解体	解体中	2019年
36	カールスルーク-EZFR	1966/12/19～1984/05/03	57 MW	PHWR	即時解体	解体中	2016年
37	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
38	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
39	ニダーアアヒバツハ(KKN)	1973/01/01～1974/07/21	106 MW	HWGCR	即時解体	廃止措置終了	1995年完了
40	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
41	シュターデ	1972/05/19～2003/11/14	672 MW	PWR	即時解体	解体中	2015年
42	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
43	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	2015年
44	オピリツヒハイム	1969/03/31～2005/05/11	357 MW	PWR	即時解体	解体中	2020年
45	ピブリスA	1974/08/25～2011/08/06	1167 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
46	ピブリスB	1976/04/25～2011/08/06	1240 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
47	ブルンスビュッテル	1976/07/13～2011/08/06	771 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	2028年
48	イザール1	1977/12/03～2011/08/06	878 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
49	クリュンメル	1983/09/28～2011/08/06	1346 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
50	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	廃止措置計画提出	未定
51	フィリップスブルグ1	1979/05/05～2011/08/06	890 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
52	ウンターヴェーザー	1978/09/29～2011/08/06	1345 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	未定
53	グラフエンラインフェルト	1981/12/30～2015/06/27	1345 MW	PWR	未定	未定	未定
54	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
55	ガリアーノ	1964/06/01～1982/03/01	160 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵から解体中	2022年
56	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
57	トリノ・ヴェルチエレツセ	1965/01/01～1990/07/01	270 MW	PWR	即時解体	安全貯蔵から解体中	2014年
58	動力試験炉(JPDR)	1963/10/26～1976/03/18	13 MW	BWR	即時解体	廃止措置終了	1996年完了
59	東海発電所	1966/07/25～1998/03/31	166 MW	GCR	即時解体	解体中	2020年
60	「ふげん」	1979/03/20～2003/03/29	165 MW	HWLWR	即時解体	解体中	2033年
61	浜岡発電所1号機	1976/03/17～2009/01/30	540 MW	BWR	即時解体	解体中	2036年
62	浜岡発電所2号機	1987/11/29～2009/01/30	840 MW	BWR	未定	ロードマップに基づき事前準備	2040年～50年目標
63	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
64	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
65	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
66	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	未定
67	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
68	福島第一6号機	1979/05/04～2014/01/31	1100 MW	BWR	未定	事故炉の廃止措置技術実証用	未定
69	敦賀発電所1号機	1969/11/16～2015/04/27	357 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2039頃
70	美浜発電所1号機	1970/08/08～2015/04/27	340 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2045頃
71	美浜発電所2号機	1972/04/21～2015/04/27	500 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2045頃
72	大飯発電所1号機	1979/03/27～2017/12/22	117.5MW	PWR	未定	廃炉決定	未定
73	大飯発電所2号機	1979/12/05～2017/12/22	117.5MW	PWR	未定	廃炉決定	未定
74	玄海発電所1号機	1975/02/14～2015/04/27	559 MW	PWR	即時解体	廃止措置計画提出	2016～2044頃
75	島根発電所1号機	1973/12/02～2015/04/30	460 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画準備	～2045年頃

76	日本	伊方発電所1号機	1977/09/30～2016/05/10	566 MW	BWR	即時解体	廃止措置計画準備	～2045年頃
77	カザフスタン	もんじゅ	1994/04/～2016/12/21	280 MW	FBR	未定	燃料撤去とNa除去準備	未定
78	韓国	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
79		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
80	リトアニア	イグナリア-1	1983/12/31～2004/12/31	1300 MW	LWGR	即時解体	運転停止	未定
81		イグナリア-2	1987/08/20～2009/12/31	1300 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2045年以降
82		ドーナテバルト	1969/03/26～1997/03/26	60 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	不明
83		ペロヤルスク-1	1964/04/26～1983/01/01	108 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
84		ペロヤルスク-2	1969/12/01～1990/01/01	160 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	不明
85	ロシア	ノボポロネジ-1	1964/12/31～1984/02/16	210 MW	PWR	不明	不明	不明
86		ノボポロネジ-2	1970/04/14～1990/08/29	365 MW	PWR	安全貯蔵	燃料撤去後博物館化された。	不明
87		ノボポロネジ-3	1972/06/29～2016/12/25	385 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2033年
88		オブニンスクAPS-1	1954/12/01～2002/04/29	6 MW	LWGR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2025年
89	スロバキア	ボフニチエ-A1	1972/12/25～1977/02/22	143 MW	HWGCR	即時解体	解体中	2035年
90		ボフニチエ-V1-1	1980/04/01～2006/12/31	440 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2016年
91		ボフニチエ-V1-2	1981/01/01～2008/12/31	440 MW	PWR	未定	未定	未定
92		バンデロス-1	1972/05/06～1989/10/19	500 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2040年頃
93	スペイン	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	未定
94		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
95		オゲスタ	1964/05/01～1974/06/02	10 MW	PHWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
96		オスカ-シヤム-1	1971/08/19～2017/06/19	492 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	未定
97	スウェーデン	オスカ-シヤム-2	1974/10/02～2016/12/22	661 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	未定
98		バーセバック-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
99		バーセバック-2	1977/03/21～2005/05/31	615 MW	BWR	安全貯蔵	廃止措置終了	1994年完了
100	スイス	ルーゼン	1968/01/29～1969/01/21	6 MW	HWGCR	安全貯蔵	安全貯蔵中(2045年まで)	解体、敷地除染修復(2046～2065年)
101		チェルノブイール-1	1978/05/27～1996/11/30	1000 MW	LWGR	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
102	ウクライナ	チェルノブイール-2	1978/05/28～1991/10/11	1000 MW	LWGR	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		チェルノブイール-3	1982/08/27～2000/12/15	1000 MW	LWGR	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		チェルノブイール-4	1984/03/26～1986/04/26	1000 MW	LWGR	安全貯蔵	同上	同上
105		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(1995年～2022年)	2071年まで安全貯蔵、80年解体完了
106		バークレー-2	1962/10/20～1988/10/26	166 MW	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
107		ブラッドウェル-1	1962/07/01～2002/03/31	146 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	2088年まで安全貯蔵、97年解体完了
108		ブラッドウェル-2	1962/11/12～2002/03/30	146 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	同上
109		コールダーホール-1	1956/10/01～2003/03/31	60 MW	GCR	安全貯蔵	同上	同上
110		コールダーホール-2	1957/02/01～2003/03/31	60 MW	GCR	安全貯蔵	同上	同上
111	イギリス(30基)	コールダーホール-3	1958/05/01～2003/03/31	60 MW	GCR	安全貯蔵	同上	同上
112		コールダーホール-4	1959/04/01～2003/03/31	60 MW	GCR	安全貯蔵	同上	同上
113		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
114		ハンターストーン-A2	1964/07/01～1989/12/31	173 Mw	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
115		ヒンクレーポイント-A1	1965/03/30～2000/05/23	267 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	2088年まで安全貯蔵、97年解体完了
116		ヒンクレーポイント-A2	1965/05/05～2000/05/23	267 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	同上
117		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)	同上
118		オールドベリー A2	1968/04/06～2011/06/30	230 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(2013年～2027年)	同上

119	トローズフイニッド-1	1965/03/24~1991/02/06	236 MW	GCR	安全貯蔵	安全貯蔵準備(1995年~2016年)	2074年まで安全貯蔵、83年解体完了
120	トローズフイニッド-2	1965/03/24~1991/02/04	236 MW	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
121	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)	2087年まで安全貯蔵、97年解体完了
122	サイズウェル-A2	1966/09/15~2006/12/31	245 MW	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
123	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(2011年~2028年)	2085年まで安全貯蔵、95年解体完了
124	ダンジネス-A2	1965/12/30~2006/12/31	230 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
125	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(2015~2025)	2095年まで安全貯蔵、2101年解体完了
126	チャペルクロス-2	1959/03/01~2004/06/29	60 MW	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
127	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(2015~2025)	2095年まで安全貯蔵、2101年解体完了
128	チャペルクロス-4	1959/03/01~2004/06/29	60 MW	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
129	ウイルファア-1	1971/01/24~2015/12/30	530 MW	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
130	ウイルファア-2	1971/06/21~2012/04/25	550 MW	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
131	ドンレーDFR	1962/10/01~1977/03/01	14 MW	FBR	即時解体	解体中	2024年
132	ドンレーPFR	1976/07/01~1994/03/31	250 MW	FBR	即時解体	解体中	2024年
133	ウインズケール WAGR	1963/02/01~1981/04/03	36 MW	GCR	即時解体	解体中	2035年
134	ウインプリス SGHWR	1968/01/01~1990/09/11	100 MW	HWLWR	安全貯蔵	安全貯蔵後解体中	2042年
135	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
136	GE バレントス	1957/10/19~1963/12/09	24 MW	BWR	安全貯蔵	安全貯蔵中	2019年完了
137	クリスタルリバー-3	1977/03/13~2013/02/20	890 MW	PWR	安全貯蔵	安全貯蔵準備	2076年
138	CVTR	1963/12/18~1967/01/01	19 MW	HWLWR	安全貯蔵	サイト解放済	2009年完了
139	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
140	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
141	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	未定
142	EBR-II	1965/01/01~1994/09/01	20 MW	FBR	安全貯蔵	安全貯蔵中	未定
143	ハンフォードN原子炉	1966/04/01~1988/02/01	860 MW	LWGR	安全貯蔵	ISS(蘭化)方式の安全貯蔵準備中	75年間ISS後解体
144	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
145	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
146	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
147	フンボルト・ベイ-3	1963/08/01~1976/07/02	65 MW	BWR	即時解体	解体中	
148	インデアンプoint-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
149	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
150	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
151	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
152	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
153	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
154	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
155	プエルトリコ ボーナス	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
156	ランチョセコ-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
157	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
158	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
159	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
160	シッピングポート	1957/12/02~1982/10/01	60 MW	PWR	即時解体	サイト解放済	1989年完了
161	シヨ-ハム	運転せず(閉鎖)	880 MW	BWR	即時解体	サイト解放済	1995年完了

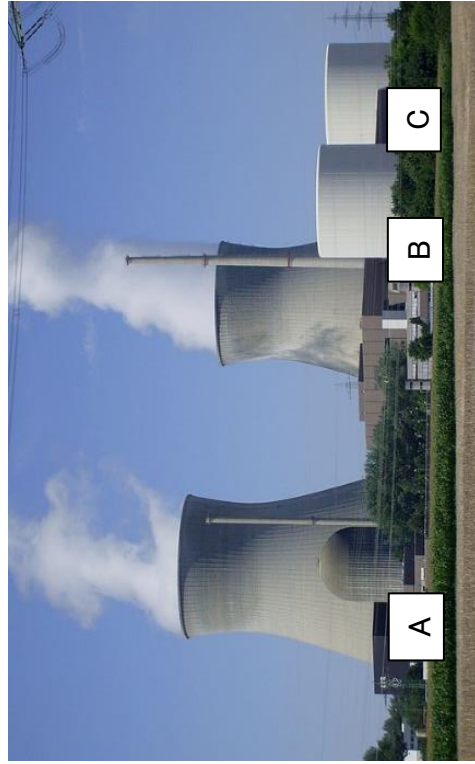
イギリス

アメリカ  
(37基)

162		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
163	アメリカ	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
164		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
165		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
166		ザイオン-2	1973/12/31～1996/09/19	1085 MW	PWR	即時解体		
167		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
168		キウオーニ-	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
169		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
170		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
171		フィッツハトリック	1985/07/28～2017/01/27	851 MW	BWR	安全貯蔵	不明	未定



韓国 月城発電所(ハンギョレ新聞より)



ドイツ グンドレミンゲン原子力発電所の全景

## 委員会等参加報告

前報告から平成 30年 6 月末までの外部機関委員会等への参加者は以下の通りである。

外部機関名	委員会等の名称	参加者氏名	開催日時
日本原子力学会 標準委員会	標準委員会基盤応用・廃炉技術専門 部会 第46回廃止措置分科会	梶谷 幹男	2月1日
エネルギー総合工学 研究所	原子力発電所廃止措置に関する調査 検討委員会（第3回）	榎戸 裕二	3月2日
日本原子力学会	LLW放射能評価分科会	泉田 龍男	4月24日
日本原子力学会 標準委員会	標準委員会基盤応用・廃炉技術専門 部会 第47回廃止措置分科会	梶谷 幹男	4月26日
日本原子力学会 標準委員会	標準委員会基盤応用・廃炉技術専門 部会 第48回廃止措置分科会	梶谷 幹男	6月13日

## 総務部から

### 人事異動

#### ○評議員

新任（平成 30 年 5 月 8 日付）  
清水 成信（非常勤）

退任（平成 30 年 3 月 31 日付）  
小野寺 聡（非常勤）

#### ○理事

新任（平成 30 年 4 月 1 日付）  
泉田 龍男（常勤）  
新任（平成 30 年 5 月 8 日付）  
松野 芳夫（非常勤）

退任（平成 30 年 3 月 31 日付）  
澁谷 進（常勤）  
退任（平成 30 年 4 月 12 日付）  
神田 正明（非常勤）

#### ○職員

退任（平成 30 年 3 月 31 日付）  
参事・企画部長兼総務部長 板橋 靖



©RANDEC ニュース 第 109 号

発 行 日 : 平成 30 年 7 月 20 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](mailto: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。