

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 敦賀廃止措置実証部門
新型転換炉原型炉ふげん 廃止措置部 計画管理課 編集

なお、この作業において約50トンの解体撤去物等が発生しました。

第38号掲載内容

- I. 原子炉周辺設備解体撤去作業に着手
- II. 原子炉本体からの試料採取の実証について
- III. IFE廃止措置及びライフサイクル管理のための先進的プラント情報システムに係る国際会議参加報告
- IV. CEAとの情報交換会議報告
- V. 中部電力(株)との第17回廃止措置連絡会報告
- VI. 日本原子力学会2019春の年会報告
- VII. 廃止措置計画の変更認可申請について



〈格納容器空気再循環系の解体前〉



〈格納容器空気再循環系の解体後〉



開先加工機による切断実証

I. 原子炉周辺設備解体撤去に着手

(廃止措置部 技術実証課 石山 正弘)

「ふげん」は廃止措置計画に基づき、2018年度より原子炉周辺設備解体撤去工事に着手しました。

2018年度は、原子炉建屋内で発生した解体撤去物を除染しクリアランス測定等を行うタービン建屋へ搬出するルート of 整備作業として、2018年9月25日から2019年3月20日にかけて、格納容器空気再循環系等の解体撤去工事を実施しました。

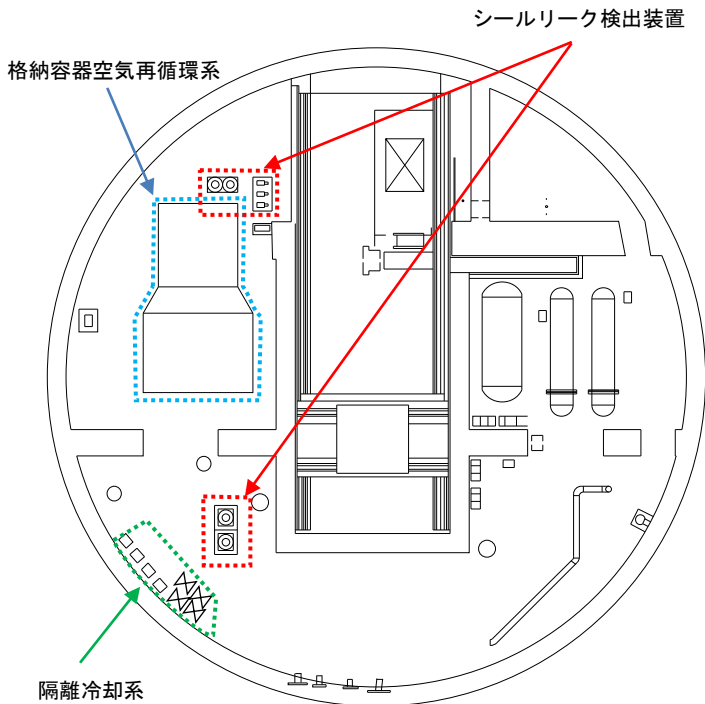
本工事では、原子炉建屋地下1階に設置されている格納容器空気再循環系、シールリーク検出装置、隔離冷却系の機器、配管及びサポート類を解体撤去しました。

機器、配管類の解体工法は、主に従来使用してきた切断工具（機械的切断：バンドソー、グラインダー等、熱的切断：ガス切断）を用いるとともに、今後の高線量区域での解体撤去を見据えて、作業者の現場滞在時間を短縮できる

「開先加工機」を用いた切断実証を行い、省力化や被ばく低減を期待できるデータが得られました。

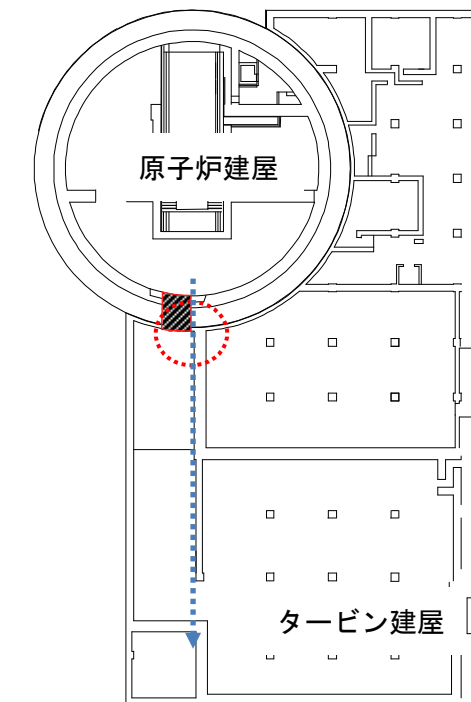
2019年度からは、原子炉建屋内の原子炉冷却系Aループ側の機器、配管等の解体工事に着手する計画です。また、本工事着手に先立

つ準備作業として、原子炉運転中に点検等で使用していた資機材等の整理や廃棄等を行います。



〈原子炉建屋地下 1 階解体撤去箇所〉

また、解体撤去物等の搬送ルート整備工事として、原子炉建屋とタービン建屋を連絡する搬送通路を設置し、今年度には原子炉建屋内の解体撤去物は屋外を経由せず、建屋内で搬送できるようにする予定です。



- : 設置箇所
- : 搬送ルート

〈建屋地下 1 階貫通口設置箇所〉

今後もこれまでの解体撤去作業で得られた貴重なデータや知見等を整理し、国内外に発信していくとともに、更に本格化する原子炉周辺設備の解体撤去作業を安全かつ効率的に進めていきます。

Ⅱ. 原子炉本体からの試料採取の実証について (廃止措置部 技術実証課 岩井 紘基)

「ふげん」の原子炉本体解体及び廃棄物処理処分に係る計画検討のため、放射化された原子炉本体構造物である圧力管、カランドリア管、炉心タンク、制御棒案内管、防振板から試料を採取し、放射能分析による放射能インベントリ評価を行うことを計画しています。

このため、放射化によって高線量となっている原子炉本体内にアクセスし、試料採取作業に干渉する炉心タンクを穿孔するとともに、原子炉構造材から遠隔で採取するための原子炉構造材試料採取装置を開発してきました。

安全かつ確実に試料採取を実施するため、職員自らによる炉内からの試料採取に向けて、装置構造理解、組立手順及び運転操作手順習得も含め、炉下部の構造を模擬した簡易モックアップによる試料採取試験を昨年度 8 月から 2 月にかけて実施しました。

モックアップ試験での装置の操作手順の確認、実試料採取における汚染拡大防止を考慮した措置や装置運転条件設定等について試行錯誤を繰返し、実機に適用できる見通しを得たことから、本年 3 月 6 日より炉下部での現場作業に着手しました。3 月 18 日に試料採取を計画している圧力管 2 本のうち炉心中心に近い座標の特殊シールプラグ^{※1}を取外した後、試料採取装置を設置し、3 月 20 日に圧力管上部からの一つ目の試料採取を実施しました。

採取した約 2cm のコイン状の試料は、写真 4. のとおり試料採取刃物に収まった状態で炉内から取出し、装置の回収機構により専用容器に回収しました。

初めて炉心から試料を採取した 3 月 20 日は、期せずして 1978 年の最小臨界達成、また翌 1979 年の本格運転を開始した「ふげん」の日となりました。

今後は採取した一連の作業の知見や経験を更に反映し、同座標から 2 箇所（中央部と下端部）の試料採取を実施するとともに、座標変更を行い、同様に 3 箇所の試料採取を行う計画であり、引き続き現場の労働安全及び放射線管理を第一に作業を進めていきます。

※1 運転終了後、系統除染のために圧力管下部に装着された閉止栓



写真 3. 炉下部に設置された試料採取装置



写真 1. モックアップ試験状況

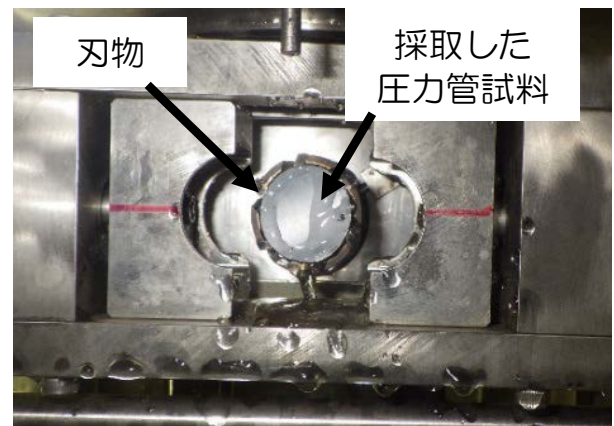


写真 4. 採取した圧力管試料



写真 2. 特殊シールプラグ取外し状況

Ⅲ. IFE 廃止措置及びライフサイクル管理のための先進的プラント情報システムに係る国際会議参加報告

(廃止措置部 計画管理課 樽田 泰宜)

2018 年 12 月 3 日から 5 日まで、ノルウェーのリレハンメルにて “International Workshop on Application of Advanced Plant Information Systems for Nuclear Decommissioning and Life-cycle Management” が開催されました。この会議は、ノルウェーのエネルギー技術研究所 (IFE; Institute for Energy Technology) が中心的な役割を担いながら、OECD/ NEA、IAEA、EPRI (The Electric Power Research

Institute)、nks (Nordic nuclear safety research) といった国際的に活躍する各機関が共に主催する会議です。今回は、「ふげん」廃止措置における VR の取り組み報告と各組織や各国で取り組まれている活動について情報収集をしてまいりました。

この会議のテーマの一つにデジタルデコミッションングがあります。これは造語であり、デジタル関係の機器や技術を活用した廃止措置への取り組みや業務支援を指すものです。皆さんもご存じの通り、VR 技術は、デジタル機器の小型化や高性能化そしてソフトウェアの発展により、以前よりも身近に利用できるようになってきました。「ふげん」では、1999 年から廃止措置に VR 技術を活用できないかと考えて IFE と共に技術開発と研究開発を行ってきました。今回は、それらの成果である三次元解体シミュレーションソフトウェア (VRdose) を活用し、「ふげん」廃止措置における VR の解体シナリオについて報告を行いました。原子力施設の解体では、効率的な解体だけでなく作業員の被ばく低減も重要な課題です。VRdose は任意の解体シナリオを作成して、作業員の放射線の被ばく線量をシミュレーションすることができます。発表したシナリオは、原子炉冷却材浄化系という冷却水の浄化設備を構成する機器の一つである再生熱交換器の解体です。他の参加者からも興味を持って頂き、シナリオ作成における困難な点や工夫した点について質問やコメントがありました。VR を活用する利点として視覚的な汚染状況やその広がりを把握することができますが、作業エリアを一部簡略化するなどし、作業内容を共有しやすくするなどの工夫を行いました。これは事前準備 (CAD データの整備など) の労力低減にも繋がるものです。

一方、この会議ではグループディスカッションの時間も十分に設けられており、その時間を通じて他の参加者の報告も含めてデジタルデコミ全般について議論を行いました。例えば、私の報告では、VR などは「現場に行かずに現場を知ることができる」がその一方で、「現場主義」のように自分の目で現場を見ることの大切さもあるのでは、と問題提起を行いました。これについて詳細なデータを取得することは

確かに大事であるといった意見や、全てが重要なデータではないという意見も出てきました。そして、(VR において重要な情報とは何かという議論も踏まえて) 不必要な情報まで含めて精緻化を目指すことはコストの増加にも繋がり、廃止措置の低コスト化と相反する点があるなどに議論が及びました。こうしたディスカッションを通じて得られた知見はより俯瞰的なものの見方にも通じるもので、今後の業務においても有効なものとなりました。今後も幅広い視点を持ち積極的に国外の専門家とも交流していきたいと思えます。

IV. CEA との情報交換会議報告

(廃止措置部 設備保全課 伊藤 健司)

本会議は、原子力機構 (JAEA) とフランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) との間に締結された「原子力の包括的協力協定」に基づく、「解体と廃止措置」及び「廃棄物処理技術」の 2 つの特定協力協定に関する合同の情報交換会議であり、開催場所を日本と仏国とで隔年で交代し実施されています。

2018 年度は、日本 (JAEA 核燃料サイクル工学研究所 (茨城：東海)) において、12 月 3 日～6 日 (4 日間) で開催され、「解体と廃止措置」及び「廃棄物処理技術」に係り、現状、日本 (原子力機構) とフランスでお互いが抱えている課題に対し、より積極的に協力して解決していくことを目的に、情報交換を行いました。

ふげんからの報告は、3 日目 (12 月 5 日) の原子炉の廃止措置に係るセッションにて、「ふげん廃止措置の進捗と取り組み」と題し、①解体の進捗と現状、②原子炉からの試料採取、及び③廃止措置計画の変更の概要 (SF 搬出工程の変更) について行いました。

報告①では、現状、ふげんの廃止措置は、4 段階に亘る廃止措置計画の 2 段階目の「原子炉周辺設備の解体撤去期間」にあたり、第 1 段階

で既にタービン設備の復水器や配管の解体が終わり、約 1,100 トンの解体物がクリアランス測定待ちで、近々にクリアランス測定が開始されること（当時）、及び第 2 段階では、原子炉周辺設備の本格解体に先立ち廃棄物の搬出ルート確保のため、原子炉建屋からタービン建屋へ通ずる貫通孔を設置し、原子炉周辺設備の解体を進めていく旨についても説明しました。

報告②では、原子炉領域の解体作業をはじめとし、解体用に設置するプールの仕様や原子炉解体廃棄物を廃棄体化する上では、放射能インベントリが大きな影響を与えることから、それらを評価するために実機構造材からの試料採取及び放射能濃度の分析確認を行い、放射化計算との比較評価について説明しました。試料採取の説明では、機械穿孔やレーザー穿孔についてイメージ動画と映像を用い、CEA の方々の理解の寄与に努めました。

報告③では、ふげんは 2018 年 5 月に廃止措置計画の変更の認可を受けましたが、その主たる変更内容である、使用済燃料の搬出工程の変更（2017 年度搬出完了→2026 年度搬出完了）について、その経緯及び搬出に係る工程

【輸送容器の製作、コールドトライアル（使用済燃料を用いずに行うキャスク取扱手順等の確認）の実施及び使用済燃料 466 体の 4 回分割での海外（仏国）輸送、等】について説明しました。

これまでの情報交換会でも、CEA は解体に係るレーザー切断に興味を持っており、今回の質疑応答においても、「レーザー切断は水中で実施すると認識しているが、今回紹介のあった気中でのレーザー穿孔との関係は」との質問があり、「炉心解体におけるレーザー切断は水中で実施する。一方、その前段階として、試料採取のための炉心タンク穿孔において気中でのレーザー切断を適用し、得られた知見を必要に応じ水中切断に活用していく」旨を回答しました。

同セッションでの他報告として、もんじゅの廃止措置の現状とフェニックスとの協力並びに大洗研究所の材料試験炉（JMTR）の廃止措置の現状について報告されました。CEA 側からは、フランスにおける廃止措置計画と最近の研究開発及びフェニックスの廃止措置の状況について報告がありました。

本情報交換会を通し、国と炉型は異なるものの、廃止措置プロジェクトを進めて行く上で、いかに安全（被ばく、負傷を防ぐ）を確保し、かつ合理的（費用、時間）に解体を進めて行くや解体機器の開発、廃棄物管理技術及び作業管理等について共通の懸案や課題を持っていることを再認識できました。

一方、廃止措置の将来に向けて、人材育成や技術継承等の知識マネジメントや適切な情報発信に、常に意識して取り組んでいかなければならないと認識しました。

今回は、本会議への参加という貴重な機会を得ることが出来たとともに、今後も継続的に参加し、日本及び仏国の双方の最新のノウハウを得ていく努力をしていくことが大切であると感じました。

今後も引き続き、関係各所との間でコミュニケーション図り、得られた情報や経験等をふげんに有効に活用することで、更なる安全確保と確実な廃止措置を推進していきます。

V. 中部電力(株)との第 17 回廃止措置連絡会報告

（廃止措置部 計画管理課 竹中 茂樹）

「ふげん」と中部電力(株)浜岡原子力発電所は、廃止措置に係る技術情報の交換を目的に、2010 年 4 月に締結した「原子炉施設の廃止措置に係る技術協力協定書」に基づき、「廃止措置連絡会」を定期的実施してきております。

2018 年度は、9 月 7 日のふげん開催に引き続き、第 17 回連絡会を 3 月 14 日に「浜岡原子力発電所」において開催しました。

連絡会では、双方の廃止措置の進捗状況を報告するとともに、法令や地元との安全協定に基づく通報対象事項や発生した不適合情報等の保安活動状況についての情報交換をしました。

「ふげん」からは、原子炉周辺設備の解体撤去工事の状況やクリアランス制度の運用状況等を、また、中部電力からは、原子炉圧力容器内の系統除染状況や排気筒解体工事等について情報提供が行われ、有意義な意見交換を行うことが出来ました。

また、「浜岡原子力発電所」において、解体作業中の 2 号機の発電機やタービン機器冷却系熱交換器の解体作業現場、防波壁、一括クリアランスを実施した 5 号機のタービンローターの保管状況等について見学してきました。

浜岡原子力発電所及びふげんの設備解体の本格化に伴い、本連絡会の位置付けは益々重要となってきたことから、今後も継続して連絡会を開催し、双方の技術情報や経験等の共有を図り、得られたこれらの技術情報等を有効に活用することで、更なる安全確保の向上と円滑で着実な廃止措置に努めてまいります。



第 17 回廃止措置連絡会/浜岡

VI. 日本原子力学会 2019 春の年会報告 (廃止措置部 計画管理課 樽田 泰宜)

日本原子力学会が主催する 2019 春の年会に参加してきました。春の年会は毎年 3 月に開催され、今年は、茨城大学水戸キャンパスに

て行われました。私の発表は、原子力発電所を対象にした社会調査の報告です。主な内容として世代継承性や職場でのコミュニケーションに関する調査結果の発表を行いました。世代継承性を簡単に述べると、エリクソンという米国の著明な心理学者が提唱した概念で、人間の発達課題として次世代への関心やそれに関する行動、創造性を内包するものです。一般的に、世代継承性は年齢と共に上昇する傾向(年齢が高い人が高い値を示す)にあると言われております。本研究では、「ふげん」の所員を対象にアンケート調査を用いて世代継承性などの各尺度を調査し、統計的な分析を実施しました。結果として、「ふげん」の世代継承性は、年齢にかかわらず比較的高い値を示していることが分かりました。また、職場でのコミュニケーションも積極的に行っていることも明らかになりました。そして、「ふげん」では、廃止措置業務においても能動的に知識を習得し、運転時の知識を現在の廃止措置に活用している点も示唆されるなど積極的な姿勢があることが分かりました。

一方、学会ではソーシャルプログラムとして見学会も開催され、これにも参加しました。今回は、量子科学技術研究開発機構(量研機構)の那珂核融合研究所が所有する臨界プラズマ試験装置 JT-60 の改造工事の現場見学、日本原子力発電株式会社の東海・東海第二発電所の使用済燃料乾式貯蔵施設の見学及び新規規制基準への対応状況について担当者から話を伺いました。量研機構では次世代型の超伝導トカマク装置 JT-60SA (Super Advance) への大規模な改造工事を進めております。これは、より長時間のプラズマ状態を維持するために、日欧協力で各国の技術を合わせながら実施されています。日本の JT-60SA はフランスで行われている ITER 計画という国際熱核融合実験炉を成功に導くためのひとつのマイルストーンとして重要な研究施設です。実際に組み立て途中の施設を見学し、大型装置の精度向上や安

全のための設計への工夫などを知ることができました。例えば、国際連携として各国で技術力を相互に高める目的もあり、装置の土台となる部分はスペインで製作し、船や飛行機で輸送したそうです。一方、東海発電所での乾式貯蔵施設では貯蔵容器であるキャスクの現場を見学しました。キャスクは専用の建屋にて保管されており、非常に高い安全性を有する容器ですので、実物を目で見て容器表面に触れることもできました。表面はほんのりと暖かいことを実際に体験し、建屋内は自然の熱対流にて冷却されるように工夫されている様子がよく分かりました。今後も引き続き学会活動や情報収集を積極的に行いたいと思います。

Ⅶ. 廃止措置計画変更認可申請について (廃止措置部 計画管理課 中村 保之)

「ふげん」の廃止措置計画は、デコミニューズ第37号でご報告させていただいたとおり、使用済燃料の搬出期間や廃棄物の保管場所及び保管容量の明確化等を図るため変更認可申請を行い、2018年5月に認可を頂きました。

「ふげん」は2033年度に廃止措置を完遂させることとしており、廃止措置作業の進捗や設備状況(経年劣化等)を踏まえ、設備等の安全性向上を図るとともに計画的に解体作業を進めるために設備の維持すべき仕様・性能、機能維持の管理方法の適切化等(設備更新含む)について、2019年3月に廃止措置計画変更認可申請を行いました。

主な変更内容は以下になります。

- ① 使用済燃料の発熱が十分低下したことを踏まえ、使用済燃料貯蔵プールの除熱機能や後備冷却系である余熱除去系設備の維持管理を終了する。
- ② 原子炉補機冷却系で冷却する負荷が供用中と比較して十分小さくなったため、一括冷却方式から個別冷却方式に変更する。
- ③ 廃止措置作業の進捗に伴い電気負荷が減少したことから、所内電源の受電を275kV

受電設備から77kV受電設備に切り替える。また、使用済燃料の冷却のための非常用電源(ディーゼル発電機)の維持管理を終了し、所内電源負荷に応じた小型のディーゼル発電機を予備電源機能として導入する。

- ④ 廃止措置計画が認可されて約10年経過し、廃止措置作業において発生する放射性気体廃棄物、液体廃棄物の放出実績が得られたことから、廃止措置の状況に合わせた放出量や希釈量に変更し、原子炉周辺設備解体撤去期間以降の放出管理目標値を制限することで、一般公衆被ばくの低減に努める。

今後、本変更申請について、原子力規制委員会においてご審議頂き、認可に向けて適切に対応を行うとともに、安全第一で廃止措置作業を進めまいります。

2018年12月～2019年5月の実績

時 期	内 容
2018年8月24日～12月19日	・原子炉構造材試料採取装置を用いた原子炉下部からの試料採取に係るモックアップ試験【No.Ⅱ】
9月1日～2019年1月22日	・第31回施設定期検査
12月3日～12月5日	・I F E廃止措置及びライフサイクル管理のための先進的プラント情報システムに関する国際会議/ノルウェー【No.Ⅲ】
12月3日～12月6日	・CEAとの情報交換会議/原子力機構サイクル研【No.Ⅳ】
12月6日～2019年3月20日	・原子炉建屋内解体撤去物搬出ルート設置に伴う解体撤去作業【No.Ⅰ】
12月10日～	・クリアランス対象物の測定開始（運用開始）
2019年1月23日～1月25日	・KAERIとの情報交換会議/韓国
3月14日	・中部電力(株)との第17回廃止措置連絡会（中電浜岡原子力発電所）【No.Ⅴ】
3月18日～3月22日	・原子炉下部からの炉内構造物（圧力管）の試料採取作業【No.Ⅱ】
3月20日～3月22日	・日本原子力学会2019春の年会（茨城大学水戸キャンパス） ① 廃止措置中の原子力発電所の職員への心理社会的調査
3月26日	・廃止措置計画変更認可申請書の提出/原子力規制委員会【No.Ⅶ】
2019年5月13日～5月17日	・OECD/NEA TAG-66/カナダ
5月19日～5月24日	・原子力工学国際会議（ICONE27）/茨城
5月24日～5月26日	・福島廃止措置研究に関する国際会議（FDR2019）/福島

今後の予定

時 期	内 容
6月19日～6月21日	・I F E原子力廃止措置における知識マネジメント、訓練、教育の応用方法に関する国際会議（DigiDecom2019）/ノルウェー
7月24日～7月26日	・日本保全学会 第16回学術講演会/青森