

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門  
原子炉廃止措置研究開発センター 計画管理課 編集

### 第34号掲載内容

- I. 平成27年度 解体撤去工事及び汚染の除去工事の検討状況
- II. 「技術課題解決促進事業」における取り組み状況
- III. WM2015（アメリカ）海外出張報告
- IV. スペイン原子力ビジネス交流調査団参加報告
- V. TAG58（ドイツ）会議報告
- VI. ICONE23会議報告
- VII. LAMP2015参加報告

### I. 平成27年度 解体撤去工事及び汚染の除去工事の検討状況

（技術開発部 開発実証課 松嶋 聡）

原子炉廃止措置研究開発センター（以下、「ふげん」という。）では、廃止措置計画に基づき、平成20年度より原子炉冷却系統施設の機器・配管等を対象に解体撤去工事を実施しています。また、放射線作業従事者の被ばく低減を図る観点から、重水系・ヘリウム系等の機器・配管等を対象に汚染の除去工事を実施しています。

平成27年度の各工事計画については、第33号でお知らせしたとおり、解体撤去工事として、「原子炉冷却材浄化系ブースターポンプ等の解体撤去」、「タービン設備等の原子炉施設を用いたレーザー切断技術の実証」を計画しており、汚染の除去工事として「劣化重水貯槽、重水貯槽・配管のトリチウム除去」、「カランドリアタンク等の真空乾燥によるトリチウム除去」、「熱交換器類の汚染の除去」を計画しています。

本号では、これらの計画のうち「原子炉冷却材浄化系ブースターポンプ等の解体撤去」、「カランドリアタンク等の真空乾燥によるト

リチウム除去」、「熱交換器類の汚染の除去」についてその準備状況を紹介します。

#### 1. 原子炉冷却材浄化系ブースターポンプ等の解体撤去

当該箇所を含む原子炉冷却材浄化系設備は、これまで実施してきた「比較的汚染の少ないタービン設備の解体撤去」に比べて、コバルト60による汚染が有意に存在するため、解体撤去工事において、汚染の拡大防止措置や外部被ばくの低減対策がより一層重要になってきます。

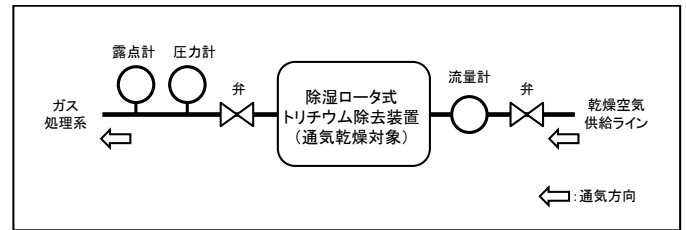
したがって、これらの対策を十分に検討し作業を進めることが必要であり、必要に応じて、後述する「熱交換器類の汚染の除去」により一部の機器・配管について、解体撤去作業の前に除染を実施していきます。

「原子炉冷却材浄化系ブースターポンプ等の解体撤去」は平成27年9月頃より開始予定であり、次年度以降に計画している原子炉冷却材浄化系設備全体の解体撤去作業に必要なデータ、ノウハウを取得するため、解体撤去範囲をブースターポンプとその周辺の機器・配管に限定し、職員による直接作業によりデータを取得・評価しつつ解体撤去するものです。

我々職員が工具を用いて直接解体作業を実施することで、汚染に留意しながら解体撤去作業を行う場合の課題を明確にするとともにノウハウを蓄積し、今後の解体撤去工事の計画・手順等に反映していく予定です。



ブースターポンプ及び周辺機器・配管外観



トリチウム除去装置（除湿ロータ式）の  
残留トリチウム乾燥概念図

## 2. カランドリアタンク等の真空乾燥によるトリチウム除去

カランドリアタンク等のトリチウム除去については、平成 22 年度から実施してきた通気乾燥に替え、平成 26 年 7 月から真空ポンプを用いた真空乾燥作業を開始しています。

これまで実施してきた真空乾燥作業で対象範囲内の主な設備であるカランドリアタンク、ダンプタンク、冷却器等は系内の真空度が維持される傾向が見えてきたことにより、乾燥終了の目処が付きました。

平成 27 年度は、トリチウム除去が行われていない計装ラインやドレンラインを真空乾燥の範囲に含めてトリチウム除去を実施する計画であり、これまでに未実施箇所を追加するための接続方法の検討、作業手順の作成を進めてきました。

さらに、使用を終了した炉心部カランドリアのトリチウム除去装置（除湿ロータ式）の後片付け作業も平成 27 年度に計画しており、これまでに具体的な作業内容を検討してきました。当該トリチウム除去装置については、平成 27 年 8 月頃から通気乾燥により装置内に残留しているトリチウムの除去を実施し、平成 28 年 1 月頃からプロアーや除湿ロータ等をユニットごとに分解し、撤去していく予定です。

## 3. 熱交換器類の汚染の除去

原子炉冷却材浄化系設備の解体撤去に伴う被ばくの低減を目的として、コバルト 60 の汚染が高い一部の熱交換器等を対象に汚染の除去を実施する計画です。

汚染の除去の具体的な方法としては、局所的に存在する汚染に対して、ブラシを用いた研削等による物理除染や局所への除染剤の塗布等による化学除染を予定しており、平成 27 年度においては、これらの除染方法のノウハウを取得する目的で、ブースターポンプ周辺の配管内部等を対象にブラシを用いた物理除染を実施するとともに、除染部位から採取した試験片を用いて、複数の除染液による除染試験を実施し、化学除染に最適な除染剤の選定を行う予定です。

## Ⅱ. 「技術課題解決促進事業」における取り組み状況

（技術開発部 技術開発課 林 宏一）

敦賀事業本部国際産学連携センター産学連携推進室では、福井県が進める「エネルギー研究開発拠点化計画」の取組みの一環として、県内企業の原子力産業への参入を支援しています。

具体的には、原子力機構が抱える技術的課題について地域企業と連携してその課題を解決するため、地元産業界が保有する技術をもとに機構業務に必要な装置やツールなどの実用化の可能性を見極める「技術課題解決促進事業」を平成 22 年度から開始しています。

平成 26 年度は、「ふげん」から提案した 4



件の課題について取組みがなされており、その中から「配管からの分析試料採取用工具の試作」について、実施状況を紹介します。

「ふげん」では、施設内に残存している放射性物質による汚染状況を調査するため、施設内の配管などから材料を採取して核種分析などを行っています。

この試料採取作業では、試料採取エリアに汚染拡大を防止するため囲いを設置し、配管などの機器から材料の一部を切り出した後、加工用ハウス内で分析に適した大きさの試料に加工します。

ここで、配管などから分析に適した大きさの試料を直接採取することが可能な場合には、一連の試料採取作業のうち、材料の加工や加工ハウスの設置などが不要になり、工期短縮や廃棄物の低減を図ることが可能となります。これらの課題を解決するために、金属製の配管などから直接、分析に適した大きさの試料を採取する工具の試作について、地域企業の協力の下、「技術課題解決促進事業」により実施しました。

工具の試作にあたっては、大きな課題として「(1) 安全に安定して試料を採取するため工具を試料採取対象配管に固定する方法」と「(2) 分析結果への影響を回避するため切削油及び熱を加えずに試料を採取する方法」を考案する必要がありました。

(1) の課題は、チェーンを配管に巻きつけて可搬型のボール盤を固定する方法を採用することで、安全に安定して試料を採取できることを確認しました(写真1 参照)。

(2) の課題は、配管を円形に切り取ることができ切削刃(メタルボーラー)を用いて、切削油の代わりに少量の水を切削部分に供給しながら試料採取する方法を採用することで、試料の温度上昇を40℃程度に抑えつつ良好に切削ができることを確認しました(写真2 参照)。

これらの結果、試料採取用工具として使用できる一定の用途が立ちました。今後は、更に改良を重ね、実用化を図っていく予定です。

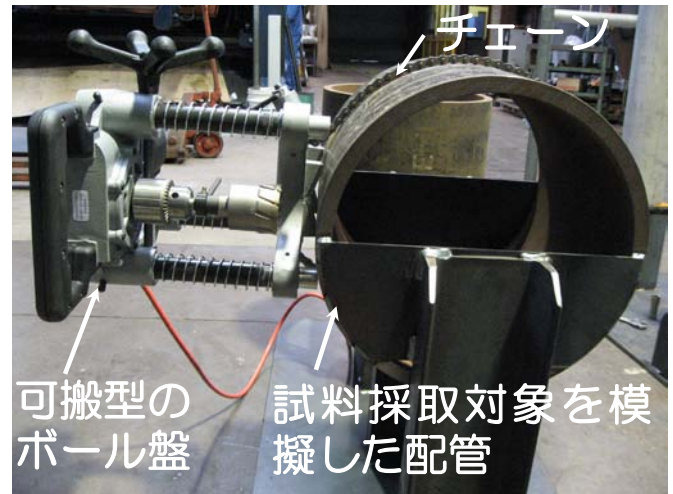


写真1 配管に試料採取工具を固定した状況



写真2 試料採取の様子

### Ⅲ. WM2015 (アメリカ) 海外出張報告

(技術開発部 開発実証課 手塚 将志)

海外における原子力施設の廃止措置に係る技術開発や知識マネジメントに係る取組状況等の情報収集を行うため、平成27年3月15日～19日にかけて米国のアリゾナ州フェニックスにおいてWM Symposia Inc.が主催するWaste Management 2015(放射性廃棄物管理に係る国際会議)に参加しました。

今回で41年目となる本会議は、世界34カ国から2,000名以上が参加し、除染と解体、環境修復、技術継承と教育、高レベルや中低レベルの廃棄物管理等の9つにカテゴリー分け

されたテーマにおいて、口頭発表、パネルセッション、及びポスターセッションの形式で情報交換や討論が行われました。



パネルセッションの様子

このうち、解体技術開発では、仏国の CEA から、使用済燃料再処理施設（UP1）内の高線量ホットセル内機器解体用の遠隔操作マニピュレータ開発の報告がありました。この装置は、CEA と Cybernetix 社が共同で 10 年間の研究成果を基に製作した、油圧駆動で重量物の吊上げが可能な 6 軸マニピュレータであり、遠隔で操作員がマスターアームを操作することにより作業エリア内のスレーブアームを動作させて各種の作業を行うことができます。

また、知識マネジメントの取組み事例として、米国の DOE とフロリダ国際大学で共同開発した除染及び解体に関する知識マネジメント情報ツール（D&D KM-IT）の紹介がありました。本ツールは、タブレットやスマートフォン等のモバイルツールから、マイクロソフト社の WEB アプリケーションフレームワークを利用して情報データベースに対して双方向のアクセスができる機能を有しており、登録と検索を行うことができます。

さらに、会場内には、メーカー等の出展ブースが併設されており、除染・解体装置や各種測定装置等が展示紹介されていました。



メーカー等の出展ブースの様子

本会議では、廃止措置に係る最新の技術や取組みの情報が得られ、大変有意義なものであり、「ふげん」の廃止措置において参考となるものは検証の上、取り入れていきたいと考えています。

#### IV. スペイン原子力ビジネス交流調査団参加報告

（技術開発部 技術開発課 水井 宏之）

スペインにおける原子力事業の状況等を把握することを目的に日本原子力産業協会（JAIF）が企画・主催した「スペイン原子力ビジネス交流調査団」（平成 27 年 5 月 6 日～8 日）に参加しました。

スペインでは、風力発電等の再生可能エネルギーの開発に積極的に取り組む一方、安定性及び経済性の観点から原子力発電を主要な電源と位置付け、既存原子力発電所の出力増強や運転期間の延長等を進めています。また、供用を終了した原子力発電所の廃止措置や放射性廃棄物の処分等のバックエンド事業も積極的に展開しています。このような背景を踏まえ、総勢 16 名の調査団により、スペインの関係機関との情報交換及び現場視察を行いました。

本調査団では、初日の 5 月 6 日にスペイン官民の原子力関連組織である貿易・投資庁（ICEX）及び産業・エネルギー・観光省（MINETUR）並びに原子力産業協会（Folo Nuclear）を訪問し、原子力産業分野での今後の日本とスペイン間での技術展開等に向けた意見交換を行いました。



また、翌 7 日にはスペインの原子力発電所等から発生する放射性廃棄物の埋設処分施設であるエル・カブリル(El Cabril)処分センターを、最終日の 8 日には廃止措置が進められている加圧水型炉のホセ・カブレラ(Jose Cabrera)原子力発電所をそれぞれ視察し、廃止措置関連情報を収集しました。

このうち Jose Cabrera 原子力発電所では、2010 年に廃止措置を開始し、2017 年までに敷地開放する 7 ヶ年という短期間での廃止措置計画が進められています。これは「ふげん」を初めとした日本国内の原子力発電所の廃止措置工程と比較すると極めて短期間の工程であり、解体方法や建屋の有効利用、廃棄物の埋設処分と有価物のリリースの併用等、法令や基準に合致させた上で、合理的に進めている成果と感じ取れました。また、原子力発電所等から発生する放射性廃棄物の処分に関しても、広大な敷地と堅い岩盤、少雨等の立地環境から選定した El Cabril 処分センターで集中処分管理を行い、国内の原子力発電所全ての廃棄物を受け入れるスキームとすることで廃止措置を滞らせることのないよう進められていました。

スペインでは、風力発電等の再生可能エネルギー等を用いることで環境への配慮に重点が置かれる一方、原子力発電も基幹電源と位置付け、安全性・経済性も考慮したエネルギー政策が採られています。この政策を安全かつ確実に進めていく上でも、原子力利用に関する国民の理解を得ていくことは重要であり、その観点から供用中の原子力発電所の安全性確保に限らず、供用を終えた原子力発電所の廃止措置を国の指導の下で公社(ENRESA)に委託し、確実に廃止措置や廃棄物処分を進めている政策には感銘しました。

今般の調査団に参加して入手したスペインでの廃止措置関連情報等を適宜反映しながら、今後の「ふげん」の廃止措置を安全かつ確実に進めていきます。



Jose Cabrera 原子力発電所視察

## V. TAG58 (ドイツ) 会議報告 (技術開発部 開発実証課 門脇 春彦)

OECD/NEA 原子力施設廃止措置プロジェクトに関する技術情報交換のため、平成 27 年 5 月 18 日～22 日にドイツのアーヘン、ユーリッヒ(ドイツ西側、オランダとの国境付近)にて開催された技術諮問グループ会合(以下、TAG 会議)に出席しました。今回の TAG 会議では 10 カ国 18 名が出席し、原子炉施設等の廃止措置 9 件、核燃料サイクル施設等の廃止措置 5 件、及びトピカルセッションとして「廃止措置の安全のための取り組み、認可、規制等」について 9 件が報告されました。また、会議の後、原子炉施設の廃止措置状況として高温ガス炉 AVR(黒鉛減速ヘリウムガス冷却炉 発電能力 15 MWe)の現場を視察しました。報告及び視察の概要について以下に記します。

### (1) 「ふげん」の廃止措置状況

「ふげん」の廃止措置状況について、原子炉冷却系統施設の解体撤去では 982 トンの解体物が発生しており、今後発生が予想される解体物も合わせて約 1,000 トンの金属類に対しクリアランス制度適用の申請を実施していること、また、トリチウム除染については、本除染が最終段階を迎えており、一連の作業を通じて有用な技術を開発したことを述べました。

発表後、残されたトリチウムについて質疑さ

れ、トリチウム廃棄物として放出管理を行っており、年間排出量は  $10^{11}$  Bq オーダーであり基準よりも低く抑えて運用していることを述べました。

### (2) 海外報告の特記事項

ベルギーの出席者から使用済み燃料破壊試験に使われたホットセル（高汚染）の廃止措置について、遠隔による除染・解体の検討が報告されました。この作業において 3D モデルを用いた作業手順の考案やリスク評価を実施し、また一部作業を自動化しました。これにより本作業を効率よく実施できた旨の報告がなされました。

今回の TAG 会議全体を通して、高汚染箇所の除染、建屋の壁・床の除染、環境修復、廃止措置最終段階のサイト開放の計画（ブラウンフィールドからグリーンフィールドに移行）に至るまでの様々な除染の状況について報告されました。またその他にも、有害化学物質（PCB）や重金属（鉛、水銀）の除去についても報告されるなど、施設管理者にとって廃止措置を計画し、工事し、完了するための、廃止措置に関する多岐にわたる情報が必要とされていると感じました。

### (3) トピカルセッション

「廃止措置の安全のための取り組み、認可、規制等」というテーマで、各国の安全認可の手続き等が報告されました。手続きの大まかな流れは各国とも共通しており、関係法令や規制に基づいて廃止措置計画（案）を作成し、これについて原子力安全規制者のレビューを受けて、必要に応じて修正・適正化するというものです。スウェーデンの出席者からは、上記の事項の他に廃止措置のコスト評価と資金調達等についても、廃止措置管理者と原子力安全規制者の双方にとって重要な検討項目になると報告されました。

(4) 高温ガス炉(AVR)の廃止措置状況の視察  
この原子炉では、テロリズムやヒューマンエラーが発生した場合でも放射性物質が拡散しないように措置することが求められた経緯があり、廃止措置管理者は、原子炉に軽量コンクリートを充填して物理的に閉じ込める措置を施しました。なお、このコンクリートは遮へいの役割も担っています。その後、原子炉が 2,000 トン級クレーンによって懸架で取り外され、現在は横置きで保管された状況になっています。この廃止措置は 2022 年に完了する計画です。

今後も、TAG 会議にて「ふげん」の情報を発信しつつ、各国の情報を取得し、「ふげん」の廃止措置を安全かつ合理的に進めると共に世界の廃止措置に協力していきます。なお、次回の TAG59 はスロバキアで開催される予定です。



セッションの様子

## VI. ICONE23会議報告 (技術開発部 開発実証課 香田 有哉)

平成 27 年 5 月 17 日～21 日にかけて千葉県幕張メッセ（国際会議所）にて第 23 回原子力工学国際会議「ICONE23(The International Conference On Nuclear



Engineering)」が開催され、「ふげん」からは技術開発課（林宏一）より「ふげんのタービン設備へのクリアランスに係る測定方法及び評価方法の適用」について、開発実証課（香田有哉）より「ふげん廃止措置における解体データの評価」についての発表を行いました。

そのうち、「解体データの評価」では、2014年度までに実施した解体撤去工事において、タービン設備の給水加熱器、復水器等設備を対象に従来の技術を用いた切断試験を実施し、各切断工具の適用性を評価した結果について報告しました。熱交換器や復水器に敷設されている小口径配管（冷却管）については、主に機械的切断工法（バンドソー、セーバーソー等）を用いた切断試験を実施し、また熱交換器や復水器の胴板については、主に熱的切断工法（酸素-アセチレン溶断、ガソリン溶断等）を用いた試験を実施し、形状や厚さに応じた切断速度の変化や切断方向による切断速度への影響等について確認した結果について報告しました。

切断方向による切断速度への影響では、様々な切断方向（上から下方向、下から上方向等）に分類し、切断速度の結果を評価したところ、上から下方向の場合、切断ドロスが切断方向に溜まるため切断に支障を与え切断速度が低下し、下から上方向では切断ドロスが切断方向とは逆方向へ除去されるため切断速度に与える影響が低減されている旨を報告しました。

発表後の質疑では、約 20 名程度の聴講者から、解体撤去対象には汚染があるのか？なぜ解体物の切断面に付着したドロスを除去する必要があるのか？等の質問がありました。解体撤去対象物はほとんど汚染が無い設備である旨や、ドロス内部には放射性物質を巻き込んでいる恐れがあり、今後のクリアランス検認のためにも除去する必要がある旨を回答しました。

定量的に試験データを採取できていない工具やデータ数が少ない工法もあることから、今後はこれらに焦点を当ててデータを拡充していく予定です。また、着目するデータとして切

断速度以外に燃料消費量、二次廃棄物量、粉じん発生量等のデータについても評価して報告していきたいと思います。



発表の様子



会場の様子

## Ⅶ. LAMP2015参加報告 (技術開発部 技術開発課 岩井 紘基)

平成 27 年 5 月 26 日～29 日に北九州国際会議場で開催されたレーザー加工学会主催の第 7 回レーザー先端材料加工国際会議 (LAMP2015: The 7th International Congress on Laser Advanced Materials Processing)に参加しました。

本会議は、レーザー加工における基礎科学から産業応用までを広く議論する国際会議として開催され、「ふげん」からはレーザー切断技術の

原子炉解体への応用について発表を行いました。

「ふげん」の原子炉は、約 25 年間の運転により放射化され、比較的高い汚染レベルとなっています。また、圧力管とカランドリア管(共に 224 本)の二重管を有する複雑で狭隘な構造かつ多種多様な材料から構成されているという特徴を有しています。

このような特徴を踏まえ、原子炉本体には工期短縮及び二次廃棄物低減等に優位なレーザー切断工法を、原子炉を遮へいする厚みのある構造材やコンクリートブロック等にはダイヤモンドワイヤーソー切断工法を選定しています。

本会議では、「ふげん」の廃止措置及び原子炉の解体方法の概要について説明するとともに、原子炉解体に向けた水中レーザー切断試験の結果や今後の実機設備等を用いた遠隔切断実証の計画について報告しました。

海外の聴講者からは、レーザー切断工法と他工

法との切断能力等に関する比較や切断時の粉じんの発生量等について質問があり、これまでに他の熱的及び機械的切断工法を含めて粉じん等のデータ取得してきていることを説明しました。



□頭発表の様子

## H27 年 5 月～H27 年 7 月の実績

時 期	内 容
H21 年 9 月 2 日～ 継続実施中	・カランドリアタンク及び重水冷却系のトリチウム除去作業
H24 年 5 月 14 日～ H24 年 11 月 13 日～ 3 月 15 日～3 月 19 日	・クリアランス対象物除染処理作業 ・重水浄化系トリチウム除去 ・WM2015 (放射性廃棄物管理に係る国際会議) / 米国フェニックス【No. III】
5 月 6 日～5 月 8 日	・スペイン原子力ビジネス交流調査団 (日本原子力産業協会主催) 参加【No. IV】
5 月 17 日～5 月 21 日	・第 23 回 原子力工学国際会議 ICONE23 (幕張)【No. VI】 ①「ふげん」のタービン設備へのクリアランスに係る測定方法及び評価方法の適用 ②「ふげん」廃止措置における解体データの評価
5 月 18 日～5 月 22 日 5 月 25 日、26 日	・OECD/NEA TAG58 (ドイツ/AVR GmbH・ユリッヒ)【No. V】 ・第 35 回オープンセミナー/技術課題解決促進事業 (公募型) 紹介： ①汚染混入防止機能を考慮した分析試料採取用工具の試作 ②γ線測定作業の効率化に向けた専用ユニットの試作



5月26日～5月29日	③脱着可能な金属メッシュフィルターの試作 ④化学除染用超音波振動子の接合冶具の試作 ・第7回レーザー先端材料加工国際会議（LAMP2015）/北九州【No.VII】
6月16日	①原子炉本体解体へのレーザー切断技術の適用性検討 ・平成27年度 原子力関連業務従事者研修 専門研修「廃止措置基礎講座」
7月1日～7月3日	・平成27年度 原子力関連業務従事者研修専門研修『「ふげん」専門講座』
7月15日 16日	・KAERI との情報交換会議（旧東海本部）
7月25日	・原子力学会 HMS 部会夏期セミナー講演/「ふげん」における廃止措置支援システムと知識マネジメント

今後の予定

時 期	内 容
9月3日～11月18日	・平成27年度 文部科学省原子力研究交流制度に基づく海外研究者〔ベトナム（1名）〕受入
9月9日～9月11日	・日本原子力学会2015秋の大会（静岡大学/静岡キャンパス） ①原子力施設廃止措置における知識マネジメント支援システムの構築(3) ②「ふげん」廃止措置プロジェクトにおける解体シナリオの最適化検討(3) ③東電1Fの炉内構造物解体を想定した切断技術適用性試験(3)- (1)プラズマ切断技術による要素技術試験結果と考察 ④東電1Fの炉内構造物解体を想定した切断技術適用性試験(3)- (2)アブレイシブウォータージェット切断技術による要素技術試験結果と考察 ⑤「ふげん」原子炉解体に係る技術開発(1)レーザー切断及び機械的切断技術による原子炉解体方法 ⑥「ふげん」原子炉解体に係る技術開発(2)原子炉構造物試料採取に係る装置開発及び今後の計画 ⑦「ふげん」原子炉解体に係る技術開発(3)レーザー切断技術による原子炉施設解体への実証計画 ⑧JAEAにおける廃止措置の経験-ITER 施設設計へのフィードバックの観点から-
9月17日	・ふげん廃止措置技術専門委員会（東京事務所）
10月12日～10月16日	・TAG59（スロヴァキア）
11月2日～11月6日	・CEA との情報交換会議（フランス/マルクール）

11月18日	・東京工業大学国際原子力人材育成講座/リトアニア カナウス工科大教授への『「ふげん」の廃止措置』紹介
11月25日~11月27日	・OECD/NEA 廃止措置協カプログラム (CPD) 運営会議 (フランス/パリ)