

核 燃 料

2018 年 4 月発行

No.53-1 (通巻)

目 次

I. 企画セッション	
日本原子力学会「2017 年秋の大会」核燃料部会企画セッション 「軽水炉・高速炉におけるトリウム燃料の利用 (その 3)」報告 伊藤(NDC)	1
II. 国際会議紹介	
(1) 国際原子力機関「核燃料の性能と技術に関するワーキンググループ」報告 尾形 (電中研)	4
(2) 軽水炉燃料の「WRFPM2017」国際会議の報告 天谷 (JAEA)、坂本 (NFD)、笹原 (電中研)、 佐藤 (東芝エネルギーシステムズ)、手島 (MNF)	8
(3) HOTLAB2017 報告 柴田、小林、小野澤、逢坂 (JAEA)	14
(4) 第 3 回 Asian Nuclear Fuel Conference (ANFC) 報告 西岡、逢坂 (JAEA)、アフィカモハマト (大阪大学)	22
III. 国際交流ニュース	
(1) A journey between Tradition and Modernity: my life in Japan Faoulat Miradji (JAEA)	24
(2) My experience in Japan: growing and changing in a foreign land Liu Jiazhan (JAEA)	28
IV. 夏期セミナー報告	
第 30 回 核燃料部会 夏期セミナーの開催報告 上田 (日本原燃)	30
V. 部会 HP 案内 「核燃料部会情報メールについて」	35
VI. 部会規約 核燃料部会 部会賞実施要領 (平成 30 年 1 月 26 日)	36
VII. 編集後記	41



I. 企画セッション

核燃料部会企画セッション「軽水炉・高速炉におけるトリウム燃料の利用（その3）」報告

NDC 伊藤邦博

平成 29 年の原子力学会秋の大会（北海道大学）において、核燃料部会の企画セッション「軽水炉・高速炉におけるトリウム燃料の利用（その3）」の座長を務めましたので、その内容等について報告します。

まず、トリウム燃料利用に関するワーキンググループの経緯について説明します。

核燃料部会では、世界的なトリウム燃料への関心の高まりを受けて、大阪大学の山中先生（当時）を座長とする「軽水炉・高速炉におけるトリウム燃料の利用に関するワーキンググループ」を設立し（平成 22 年 6 月）、調査活動を開始しました（私は事務局として参画）。その活動の成果を平成 23 年の春の年会の企画セッション（その 1）において、炉心設計、基礎物性、社会受容性の観点から報告しました。東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて活動を中断しましたが、トリウム燃料への関心が継続していることを受け、平成 25 年 11 月にワーキンググループ活動を再開し、IAEA および米国 NRC のトリウム燃料に関する報告書のレビュー・評価結果及びまた国内外の専門家を招いて国際セミナーを開催した成果を報告書に纏めて終了し、その成果を平成 27 年秋の大会の企画セッション（その 2）にて報告しました。

その後、OECA-NEA からトリウム燃料サイクルに関する本格的なレポート「Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle, Short to long term considerations, NEA No. 7224」が公刊されたこと、また、軽水炉でのトリウム利用の研究開発として、ノルウェーの Thor Energy 社が組織した世界的なコンソーシアムのもとでハルデン炉でのトリウム燃料の照射試験が着実に進行しているという世界の状況があり、トリウム燃料の位置づけを検討・整理することを目的に、ワーキンググループを平成 28 年 1 月に再々開し、同レポートの調査に加えて、国内外における活動状況の調査を行って平成 29 年 3 月に活動を終了しました。今回の企画セッションはその 3 として、これまでのワーキンググループの活動を纏めることを意図して開催しました。

大会最終日にはありましたが、会場は満席に近い状況で、関心の高さがうかがわれました。

まず初めに、大阪大学の北田先生から、「トリウム燃料利用の炉心特性」と題して講演が行われ、上記の OECD-NEA レポートで検討された炉心特性に関する内容が紹介されました。

トリウム燃料は、トリウム酸化物（トリア）の高燃焼度達成可能性や、高い融点等の優れた熱特性を有することによる事故耐性燃料（ATF）としての可能性、プルトニウム（Pu）・マイナーアクチニド（MA）生成量の少なさ、熱中性子炉での高転換性能、トリウムを添加することによるウラン酸化物燃料の特性改善や炉運転特性の向上などを開発の動機として研究が進められています。特に炉心特性に影響する因子として、トリウムはウランに比べて熱エネルギー領域での中性子の α 値 (σ_c / σ_f) が小さいことから η 値 ($\nu / (1 + \alpha)$) が大きく、このことが転換性能を高めるとされますが、詳細に核反応断面積データを比較提示することにより、熱炉での増殖性の達成はかなり困難であることが説明されました。しばしば米国の SHIPPINGPORT 炉が増殖を達成したことが引用されますが、SHIPPINGPORT 炉の増殖比は 1.014 とかろうじて 1 を上回ったものであり、それも毒物や制御棒を使用せず、燃料自体を上下に移動して反応度をコントロールするという特殊な運転方法を用いたことや、低燃焼度運転という炉心性能を犠牲にしたものでした。またトリウム炉の核分裂物質ウラン 233 (^{233}U) の遅発中性子割合が軽水炉等の核分裂物質ウラン 235 (^{235}U) と比べて小さいことによる安全特性への影響も注意を要することが指摘されました。

NRC のレポートが指摘しているように、トリウム燃料を導入するには多大な認証手続きが必要となることなど克服すべき課題も多く、導入する強い動機・大きなメリットが無いと前に進まないというのが現状の認識です。これらを踏まえ、OECD-NEA レポートは、2030 年ごろまではトリウムを U/Pu 燃料に 5-10%程度付加した燃料により、核的特性の改善や可燃性毒物の低減を図りつつ高燃焼度に向けた既存炉(軽水炉、重水炉)を用いた照射経験を蓄積することが現実的と述べています。さらにレポートでは、2050 年以降の導入の候補の一つとされている熔融塩炉 (MSR) などの第 4 世代原子力発電システム (Gen-IV) についても触れ、トリウム燃料利用開始に不可欠となる核分裂性プルトニウムの供給の手法とも絡めて、世界のエネルギー資源情勢も踏まえた炉型戦略が必要であるとしている由。

国際的なグループのトリウム燃料利用に関わる認識が、冷静、沈着なものであることがよくわかる講演でした。

次に、大阪大学の牟田先生から、「トリウム燃料利用の照射挙動、リサイクル」と題して講演が行われ、OECD-NEA レポートで述べられているトリウム燃料の照射挙動ならびに再処理について、また近年 Journal of Nuclear Materials 誌で報告されているトリウム-プルトニウム酸化物燃料(Th, Pu)O₂、トリウム-ウラン酸化物燃料(Th, U)O₂の照射挙動が紹介されました。

トリウム燃料を原子炉で燃焼するための許認可取得と商用利用のためには、信頼できる燃料照射試験と燃料挙動解析コードが必要であり、トリウム酸化物燃料の照射試験が、カナダ、欧州連合 (EU)、ノルウェーなどにおいてなされてきました。ハルデン炉では(Th, Pu)O₂、(Th, U)O₂ 燃料の照射が継続して行われており、燃料挙動解析コードである「修正 FRAPCON」の解析適用例が紹介されました。EU では SOLMAS 法などによって作製された(Th, Pu)O₂燃料について BR-2 炉で 37 GWd/tHM までの照射試験が行われ、燃料挙動解析コード「MACROS」による解析例が報告されています。これらの試験と解析により、トリウムを含有する酸化物燃料は UO₂燃料とほぼ同等の照射特性を示し、均質燃料であればより良い核分裂ガス保持特性を持つことが示唆されています。また現行の挙動解析コードは照射試験結果をよく再現できているものの、照射スエリングや放射率、熱機械的特性への化学量論組成からのずれの影響が不明確であるなど、トリウム燃料については物性測定やモデル化が必要なものがいまだ残されていることが説明されました。

続いて、トリウムを含有する酸化物燃料を再処理する方法に関する研究の状況が説明されました。現状の UO₂燃料の再処理法として実用化されている PUREX 法に近い THOREX 法や、フッ化物揮発法による検討がなされており、THOREX 法における分離については PUREX 法と類似であるものの、抽出剤である高濃度 TBP を用いるときの第 3 相錯体形成リスクなどがあり、新しい抽出剤の開発などが行われていますが、手法の成熟度は PUREX 法と比べて総じて低いこと、フッ化物揮発法では、実験室規模の高温フッ化試験により模擬(Th, U)O₂燃料からの U 分離が実証された段階であるとのこと。

最後に、東京大学の小宮山先生から、「エネルギー情勢と原子力」と題して講演が行われ、最近の原子力を取り巻くエネルギー情勢、トリウム燃料の位置づけ等が紹介されました。

近年、原子力発電の競争力が低下している背景・要因として、原油価格・天然ガス価格の下落、電力市場自由化、再生可能エネルギーの普及などが挙げられました。

しかし、原油価格の低下は、原油開発投資の見直しや撤退を引き起こし、長期的な原油安定供給のリスクになっていること、同時に油価下落は、依然として世界の石油輸出拠点である中東産油国の石油輸出収入の低下による社会・政治の不安定化をもたらす可能性があり、国際的な原油安定供給のリスクが増大し、将来の世界のエネルギー安全保障に多大な影響を及ぼす懸念があること、また、2016 年に発効したパリ協定では、地球の平均気温上昇を産業革命前に比べ 2 度未満に抑え、さらに 1.5 度抑制に向けて努力するという目標が掲げられ、その実現には世界の温室効果ガス排出を早期に減少に転じさせ、今世紀後半までに排出量を実質的にゼロにする必要があるとされたことから、ますますエネルギーの徹

底的な低炭素化が必須の課題となっていますが、このようなエネルギー安全保障問題や気候変動問題を解決するための特効薬は存在せず、広範なエネルギー源の研究開発が不可欠であり、また、ウラン資源制約の緩和など原子力エネルギーの長期的視点での持続的利用を可能にするためには、トリウムは重要な技術オプションの一つとして考えられとして、今後ともトリウムの技術的課題の克服、経済性の改善、社会的受容性の確保に向けた取り組みが重要であるとして講演が締め括られました。グローバルな観点からの、示唆に富んだ講演でした。

なお、会場から、反応断面積等に関する技術的な質問のほかには、特段の質問は無く、講演内容は聴講者に受け入れられたものと思われます。ワーキンググループ活動にご協力いただいた先生方に感謝申し上げます。

以上

II. 国際会議紹介

国際原子力機関「燃料の性能と技術に関するワーキンググループ」 全体会合出席報告

電力中央研究所 尾形孝成

国際原子力機関 (IAEA) の「燃料の性能と技術に関するワーキンググループ」(TWGFPT : Technical Working Group on Fuel Performance and Technology) は、原子燃料工学の分野における世界的なネットワークを活用して、IAEA の技術プログラムの実施に対して助言と支援を行う専門家グループである。主たる作業対象範囲は核燃料の性能、技術の現状と動向であり、炉心材料の研究開発、燃料設計、製造と利用、冷却材の化学、燃料挙動解析および品質保証等を含む。IAEA-TWGFPT の委員は原則として一カ国に一名で、会合は毎年 1 回 4 月下旬に開催される。近年では、本会合 (plenary meeting) と中間会合 (intermediate meeting) を交互に開催するのが通例となっている。

今年 (2017 年) は全体会合の年にあたり、4 月 25~27 日に IAEA 本部 (ウィーン) で開催された。参加者は、各加盟国の代表 24 名、10 名のオブザーバ (EC/JRC, OECD/NEA, AREVA, ベルギー、チェコ、韓国、ロシア (3 名)、スロバキア)、IAEA 事務局 6 名の計 39 名であった。議長は今年からベルギーの H. Drueme が務めることになった。

IAEA 事務局次長 (原子力局長) の Chudakov 氏、議長の Drueme 氏、IAEA 原子力局燃料サイクルおよび材料部長の Hill 氏らの挨拶のあと、出席者全員が自己紹介を行った。

以下、各国の燃料関連の状況に関する報告の概要、および今後の研究プログラムや技術会合等の計画に関する議論の概要を報告する。

1. EC/JRC における研究開発の状況 (P. Van Uffelen : EC/JRC/ITU)

欧州委員会の共同研究センター EC/JRC のうち原子力安全・保障に関する 4 サイト (Karlsruhe, NRG, Geel, Petten) の再編、近年の研究開発動向等に関する報告。

2. OECD/NEA 原子力科学委員会 (NSC) における燃料関連の活動 (S. Massara : OECD/NEA)

OECD/NEA/NSC の下で行われている燃料関連の活動である、EGRFP (Expert Group on Reactor Fuel Performance)、IFPE (International Fuel Performance Experiments Database)、TAF-ID (Thermodynamics of Advanced Fuels International Database)、EGM2F (EG on Multiscale Modelling of Fuels)、EGATFL (EG on Accident Tolerant Fuels for LWRs) 等について最近の動向を紹介。

3. ベルギーにおける原子炉圧力容器問題の概要 (Mr. H. Druene : ベルギー)

ENGIE Electrabel 社が所有するドール 3 号炉とティアンジュ 2 号炉の圧力容器胴部の超音波検査において、多数のフレーク状水素化物 (直径 10mm 程度、最大約 20mm) と思われる信号を検出した。これらが圧力容器の健全性に影響を与えないことを示すため、国内外の専門家を集めて対応にあたった。その結果、これらの水素化物は運転に悪影響をあたえないことが示され、両炉とも再稼働に至った。(参考 : <https://www.nsr.go.jp/data/000048384.pdf>)

4. ハルデン炉の試験性能 (W. Wiesenack : ノルウェー)

様々な燃料・材料照射試験に利用されてきたハルデン炉の試験能力として、燃料棒内圧、燃料温度、燃料棒及びスタック長の伸び、外径変化等の炉内計装やこれらの利用例を紹介。

5. NRG における研究設備 (S. Knoll : オランダ)

高中性子束炉 HFR とホットセル、およびこれらを利用した燃料・材料照射試験の実績 (MARIOS、FUJI 等) の紹介。

6. ライプシュタット原発におけるドライアウトに関する情報 (J. Bertsch : スイス)

ライプシュタット原発 (BWR) では 2014 年からドライアウトに起因すると考えられる燃料棒の損傷が見られていたため、2015～2016 年の運転サイクルでは冷却材流量の増加等でドライアウトを防止する対策を採っていたが、2016 年の定期検査中に 47 体の燃料集合体でドライアウトの痕跡が見られた。コーナーロッド (部分長燃料で最大線出力となる) の隣 (next-to-corner) のロッドの上半分で、燃料チャンネル側の面の一部に酸化が著しい箇所が局所的に見られた。最大の酸化層厚さは 270 micro meter。放射性物質の放出はなく、安全装置の起動もなかったが、スイスの規制当局 ENSI は INES=1 とした。当該の 47 集合体のうち 15 体の中の 32 本は燃料抜ききの Zry ロッドと交換し、2017 年 2 月に 90%出力運転で再稼働した。2017 年秋の定期検査で再度燃料検査を行う計画。

7. ESSANUF プロジェクトの現状 (V. Chrapciak : スロバキア)

ユーラトムが支援する ESSANUF (European Supply of SAfe NUclear Fue) は、EU 域内で運転しているロシアが設計した加圧水型炉 VVER の燃料供給保障に資することを目的としたプロジェクトである。このプロジェクトでは、許認可、燃料棒設計、熱水力学設計、臨界安全性など 9 つの項目について研究が行われており、ウェスチングハウス・スウェーデン社、英国原子力研究所 NNL、EC-JRC の他、ウクライナ、チェコ、スロバキアなどの機関が参加している。

8. 2010～2016 年のウクライナにおける燃料使用実績 (O. Godun : ウクライナ)

ウクライナにおける 2010～2016 年の VVER 用燃料の使用状況について、漏えい燃料発生量の統計 (毎年 10 件前後の漏えいが発生)、ウクライナ-米国政府間協定 (2000 年) やウェスチングハウス・スウェーデン社との燃料供給協定 (2008 年) など燃料供給の多様化、燃料検査、負荷追従運転への対応、使用済燃料乾式貯蔵施設の建設等を含めて報告。

9. VVER Fuel 2017 国際会議に関する情報 (M. Manolova : ブルガリア)

ブルガリア科学アカデミーの原子力研究所が主催し、IAEA が共催する VVER 燃料に関する第 12 回国際会議 VVER Fuel 2017 が 2017 年 9 月 16～23 日にブルガリアで開催される。会議の主要な分野は、燃料性能と使用実績、設計と運用方法の改良、モデリングとそれに関連する実験、燃料安全性と品質保証、使用済燃料の管理、VVER-1000 用燃料の信頼性に関する課題である。

10. RIAR における原子炉実験の能力 (A. Tuzov : ロシア)

BOR-60 や MIR を始め 6 つの原子炉とホットセルを有する研究施設 RIAR (ロシア、ディミトロフグラード) の実験設備の紹介。VVER-1000 用燃料開発のために、試験燃料の製造、照射試験、照射後試験、RIA や LOCA 等を模擬した炉内加熱試験などが実施された。

11. 福島第一原子力発電所事故後の日本の状況 (尾形)

昨年までの日本代表委員のプレゼンの傾向に合わせて、福島第一原子力発電所 (1F) の廃止措置の進捗状況を中心とした説明を行った。この他、1F の廃止措置に関する国内管理体制 (政府が決定する中長期ロードマップの実施のため NDF が策定する技術戦略プランなど) および国内外の協力体制、日本の原子力発電の状況、軽水炉安全技術・人材ロードマップの概要について報告した。プレゼン資料の作成にあたっては、東京電力 HD、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、資源エネルギー庁原子力政策課のご担当の方々、および OECD/NEA の舟木氏の協力を頂いた。

12. 英国における原子力の状況 (G. Rossiter : イギリス)

現在、16GWeの原子力発電所(EPR、ABWR、AP1000など)の新設計画がある。マグノックス炉燃料とAGR燃料の再処理は各々2020年と2018年に終了する。軽水炉燃料はオンサイトで保管中。再処理を終了するまでに約140トンの民生用Puが残るが、英国政府はこれを再利用したい考えであり、プルサーマル、CANDU炉、金属燃料高速炉の3つのオプションを検討中。The Climate Change Act 2008に基づく二酸化炭素放出量削減目標：2050年までに80%削減の達成のためには2050年までに原子力発電容量を75GWeに増加させる必要があるとしている。燃料関係で関心の高い分野として、事故耐性燃料(特にシリサイド)、EPR・AP1000・ABWRの燃料、Pu再利用のためのMOX燃料・CANMOX燃料・U-Pu-Zr金属燃料、高速炉用燃料、乾式貯蔵、設計と許認可などを挙げた。

13. 中国における原子力の重要性と燃料開発 (Y. Jiao : 中国)

中国本土では2016年末時点で36基(33.5GWe)の原子炉が稼働中で、21基が建設中である。2030年には120~130GWeの設備容量になるものと期待されるが、全発電電力量の5~8%に過ぎない。また、福島第一原子力発電所事故後の原子力発電の安全性に関する一般社会の懸念の高まり、石炭価格の低下による電気料金の低下、経済成長の減速、第3世代原子炉の建設費の高騰など、今後の原子力発電の増大に対する懸念事項も現れつつある。

燃料関係では、高温ガス炉用のTRISO燃料の製造ラインが完成し、2016年3月から操業を開始している。AP1000燃料集合体製造ラインは2016年10月に認証を受けた。事故耐性燃料の専門家会合EGATFL、燃料被覆管健全性プロジェクトSCIP-3、ハルデン炉プロジェクトHRPなどOECD/NEAの活動にも協力している。事故耐性燃料の開発も進めている。

14. PHWRに関する事前会合の状況 (J. Armstrong : カナダ)

本会合に先立って開かれた加圧型重水炉PHWRに関する会合の報告。現在、PHWRを保有する国は、カナダ(19基)、アルゼンチン(3基)、ルーマニア(2基)、韓国(4基)、中国(2基)、インド(18基)、パキスタン(1基)である。会合では、燃料設計の変更、寿命延伸、燃料供給者の変更、リサイクルウラン(RU)の使用と供給、Thサイクルに関する取組みの現状などが議論された。また、次の2年間2018~2019年のTWGFPTの活動として、PHWR燃料の先進燃料製造と新たな設計概念に関する技術会合を開くことが提案された。

15. 燃料破損のレビューの状況 (V. Onufriev : IAEA)

燃料破損に関するレビュー「Review of Fuel Failures in Water Cooled Reactors in 2006-2015」の昨年のTWGFPT会合からの進捗が紹介された。既にドラフトがまとまっており、TWGFPT委員には事前配布されている。コメントの最終締め切りは2017年5月16日までとされた。

16. 2017年の予定の確認と2018~2019年の2年間の計画ほか (M. Veshchunov : IAEA)

共同研究プロジェクト(Coordinated Research Project: CRP)、検討会(Consultancy: CS)および技術会合(Technical Meeting: TM)、共同会合(In-cooperation Meeting)および発刊(Publication)などの活動の進捗と次の2年2018~2019年の活動計画について検討した。

・原子炉および使用済燃料プールのシビアアクシデント時の燃料挙動に関する技術会合(TM on In-core and In-Pool Behaviour of Fuel in Severe Accident Conditions)

この技術会合は前日本代表委員から提案があったもので2018年の計画としていたが、一旦2019年の計画とした上で、来年その必要性を再度検討することとなった。

・5%濃縮度を超える軽水炉燃料の見通しと課題に関する技術会合(TM on beyond 5% Enrichment Limit for LWR: Perspectives and Problems)

本件に関する第一回の技術会合（2015年）に基づいて2016年に計画した第二回会合は、現在保留となっている。第二回会合では安全性と許認可の面に関する検討が意図されたが、ロシア以外の加盟国は5%以上の高濃縮ウランの使用には興味が少ないように思われ、第二回会合の開催は要望が高まるまで延期するか、事故耐性燃料との関連で再検討する、との意見があった。しかし、ロシアから2018年にモスクワで開催したいとの提案があり、合意された。

・設計基準事象および設計拡張状態における燃料挙動モデリングに関する技術会合（TM on Modelling of Fuel Behaviour in Design Basis Accidents and Design Extension Conditions）

この技術会合が中国から提案されて以来、中国側からの対応が無かったため、TWGFPT事務局からFUMACの活動の中に含めてはどうかとの提案があった。

・高速炉用の燃料材料に関する共同研究プロジェクト（CRP – Fuel Materials for Fast Reactors）

TWGFPT事務局から、新たな本共同研究プロジェクトの開始に向けて、FR'17国際会議の場で議論した後、2018年に検討会を開催することになった。

・経年施設の管理と新たな安全標準の適用に関する検討会と技術会合（CSs and TMs on Ageing Facility Management and on New Safety Standards Implementation）

TWGFPT事務局から、老朽化した燃料サイクル施設の管理に関する新たな活動の提案があった。燃料サイクル施設の老朽化により燃料の品質と性能の劣化が考えられるためである。これに対して、この課題では、燃料の性能の分野を超え、産業的な側面や操業上の側面もあることが指摘されたが、2018年に検討会、2019年に技術会合を開催することが仮決めされた。

17. 次回の予定など

次回は「中間会合」で、2018年4月23-24日にウィーンで開催する。

今後の留意点として、次の点が挙げられた。

- ・ 次回の2018年の会合の前までに国別レポート（Country Report：各国の原子力発電の状況や研究開発関連設備等をまとめたもの）をアップデートすること。
- ・ 燃料破損に関する情報を提出することを覚えておくこと。
- ・ IAEAのウェブサイトのTWGFPT 'share point'（非公開）に今回の資料を掲載する。
- ・ 次回の資料は会合の一週間前までに上記ウェブサイトで閲覧可能にする。

また、次回の2018年会合では、次の内容について説明されることになった。

- ・ OECD/NEAの専門家会合による軽水炉のPCMIのベンチマークの結果（G. Rossiter）
- ・ LOCAにおける燃料挙動に関するFUMACベンチマークの結果（P. Van Uffelen）
- ・ 事故耐性燃料の進展（S. Bragg-Sitton）

次回の日本からの報告については、1F廃止措置の状況報告は減らして、日本における燃料（軽水炉および高速炉）の研究開発状況を中心に説明することとした。

以上

軽水炉燃料の「WRFPM2017」国際会議の報告



(WRFPM2017 ウェブサイトより引用)

報告者 (50 音順) : (JAEA)天谷、(NFD)坂本、(CRIEPI)笹原、(東芝エネルギーシステムズ)佐藤、
(MNF)手島

2017年9月10日(日)から14日(木)まで韓国済州島 Ramada Plaza ホテルにおいて「WRFPM2017」が開催された。本国際会議は、アジア地域(日中韓)⇒欧州(ENS)⇒米国(ANS)の持ち回りで毎年開かれている軽水炉燃料に関する国際会議であり、アジア地域では日⇒韓⇒中での持ち回り開催となっている。今回はアジア地域担当であり、KNSが主催を務めた(AESJは前回アジア開催時(WRFPM2014、於：宮城県仙台市)を主催)。

北朝鮮情勢が不安な中、300名を超える多くの軽水炉燃料の技術者、研究者が参加する盛況な学会となり、口頭発表、ポスター発表共に活発な議論が行われた。事故耐性燃料(ATF)等の新材料に関する発表が依然として多かったが、現行軽水炉燃料の通常運転時、RIA・LOCA時、輸送・貯蔵時に関する多くの最新知見も発表され、比較的短い開催期間ではあるが、産官学の垣根を越えた幅広い情報共有がなされた。

なお、アジア地域における開催では、日中韓での取決めによりアジア核燃料学会(ANFC: Asia nuclear fuel conference)をWRFPMの前後に開催することとなっており、今回はWRFPMの直前に同じ会場(済州島 Ramada Plaza ホテル)にてANFC2017が開催された。次回はTopFuel2018としてENS主催でチェコ プラハにおいて2018年9月30日から10月4日に開催される予定である。

次項からは、会議に関する基礎情報と講演内容を紹介する。

1. 会議に関する基礎情報

1.1. 参加者数

309名 (Participant List より)

➤ 国別集計：表 1

1位：韓国(150名)、2位：米国(39名)、3位：フランス(21名)、4位：日本(17名)

➤ 国内参加者数機関別集計：表 2

表 1 国別参加者数集計結果 (総計 309名)

Austria	1	Japan	17
Belgium	3	Jordan	1
Brazil	2	Korea, Republic of	150
Cambodia	1	Netherlands	2
Canada	2	Norway	6
China	16	Russian Federation	6
Czech Republic	2	Spain	4
Finland	1	Sweden	7
France	21	Switzerland	6
Germany	12	Taiwan	2
Hungary	2	United Arab Emirates	5
Iran	1	United States	39

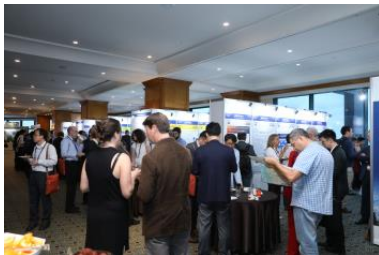
表 2 国内参加者機関別集計

CRIEPI	1
GNF-J	2
HITACHI	2
JAEA	5
KYOTO UNIV.	1
MHI	1
MNF	2
NFD	1
TOSHIBA	1
WASEDA UNIV.	1
総計	17

1.2. Social program (写真はいずれも WFPPM2017 ウェブサイトより引用)

Reception、Banquet、Tour など多くの Social program が開催された。

- Welcome reception (ドリンク、つまみ) : Westinghouse スポンサー
- Poster session (ドリンク、つまみ) : AREVA スポンサー



- Banquet (テーブル席、バイキングスタイル、韓国舞踊あり)



- Cultural tour を開催。なお、Cultural tour 以外にも同伴者用ツアー(有料)、オプションツアー(有料)もあり

- ・ Cultural tour 1: Seongsan Ilchulbong(下左), Haenyeo Museum, Manjanggul Cave(下右)



- ・ Cultural tour 2: Mt. Songaksan(下左), Jusanggeolli Cli(下右), O'Sulloc Tea Museum & Tea Plantation



1.3. 全体プログラム

Opening Ceremony が 9/11(月)に開催され、以降はプレナリーセッション、技術セッションでの発表がなされた。なお、AESJ2018 年秋の大会が 9/13(水)から 9/15(金)の開催であったため、多くの国内参加者が 9/12(火)までの参加となった。

Time	Sep. 10 (Sun)	Sep. 11 (Mon)				Sep. 12 (Tue)				Sep. 13 (Wed)				Sep. 14 (Thu)	Sep. 15 (Fri)
		Ball room 1	Ball room 2	Ball room 3	Mara	Ball room 1	Ball room 2	Ball room 3	Mara	Ball room 1	Ball room 2	Ball room 3	Mara		
08:00 ~17:00		Registration @ Ballroom Foyer				Registration @ Ballroom Foyer				Registration @ Ballroom Foyer (08:00 ~ 12:00)					
08:30 ~09:00		Opening Ceremony @ Ballroom 1													
09:00 ~10:30		Plenary 1 @ Ballroom 1				Plenary 2 @ Ballroom 1				Plenary 3 @ Ballroom 1				Cultural Tour	EPRI Extended Storage Collaboration Program (ESCP)
10:30 ~11:00		Coffee Break & Poster Viewing @ Ballroom Foyer													
11:00 ~12:00		Technical Session 1				Technical Session 4				Technical Session 6					
		T2-01	T3-01	T1-01	T2-05	T5-03	T3-03	T4-02	T2-08	T5-04	T3-05	T1-04			
12:00 ~13:30		Luncheon @ Restaurants (1F)													
13:30 ~15:30	FRAPCON/FRAPTRAN User Group Meeting	Technical Session 2				Technical Session 5				Technical Session 7					
		T2-02	T5-01	T3-02	T1-02	T2-06	T2-07	T3-04	T1-03	T2-09	T5-05	T3-06	T1-05		
15:30 ~16:00	Registration (~ 19:30)	Coffee Break & Poster Viewing @ Ballroom Foyer													
16:00 ~18:00		Technical Session 3								Technical Session 8					
		T2-03	T5-02	T2-04	T4-01					T2-10	T5-06				
19:00 ~21:00	Welcome Reception (Sponsored by Westinghouse) @ Outdoor Pool (5F)	Poster Session (Sponsored by AREVA) @ Ballroom Foyer (18:00 ~ 20:00)				Banquet @ Ballroom 1~3 (18:30 ~)									

1.4. 技術トラック

技術トラックは以下の5トラックであった。事故耐性燃料(ATF: Accident tolerant fuel)を含むTrack 2が多いが、その他の技術トラックもバランスよくなされていた。

- Track 1 Fuel Performance and Operational Experience
- Track 2 Advances and Innovation in Fuel Technologies
- Track 3 Fuel Behaviors in Transient and Accident Conditions
- Track 4 Spent Fuel Transportation, Storage and Treatment
- Track 5 Fuel Modeling, Analysis and Methods

2. 講演内容

2.1. Track 1 Fuel Performance and Operational Experience : (MNF)手島

Track 1 は、燃料性能と運用経験に関する技術トラックであり、高燃焼度燃料、燃料の運用経験と性能 (I.腐食/水素吸収関連、II.運用経験と燃料破損、III.燃料性能)、CANDU 炉での運用経験の計 5 個のサブトラックに分かれて発表が行われた。

高燃焼度燃料では、実機で照射された燃料に対する詳細な観察結果が紹介され、照射ペレットの結晶粒界の角度に着目した高燃焼度燃料構造や FP ガスバブルの形状に着目した FP ガス放出挙動について報告があった。燃料の運用経験と性能 (I.腐食/水素吸収関連) では、PWR 環境下での Zr-Nb-Sn 合金の溶存水素の影響、Zr'y-4(再結晶焼鈍材)の水素化合物及びその再配向が疲労に与える影響、BWR 燃料の濃縮度が変わる位置及び燃料下部の腐食挙動、PWR 環境下で Cu を被覆管に添加した場合の腐食への影響、燃料破損時の 2 次水素化メカニズムについての報告があった。燃料の運用経験と性能 (II.運用経験と燃料破損) では、UO₂ 粉末製造方法の改善、高燃焼度燃料とペレット粒界の関係、炉水分析による追加破損燃料の同定、破損燃料集合体に付着したウランの影響、γ トモグラフィーによる破損燃料の同定について報告があった。燃料の運用経験と性能 (III.燃料性能) では、PWR 炉心内での燃料集合体のクリープに着目した解析、Delayed hydride cracking (DHC) のしきい値に対する温度の影響、PWR の負荷追従運転時の Pellet cladding interaction (PCD) 評価、Missing pellet surface (MPS) が被覆管の応力に与える影響評価、ベルギーの新しい燃料導入プロセスについて報告があった。CANDU 炉での運用経験では、過去の PIE データによる燃料タイプ (SEU、RU 等) による燃料特性についての整理、燃料取出時の事故解析について報告があった。

2.2. Track 2 Advances and Innovation in Fuel Technologies : (NFD)坂本

Track 2 は先進的な燃料技術に関する技術トラックであり、先進燃料ペレット (Advanced fuel pellets)、ATF 評価 (ATF evaluation)、先進燃料 (Advanced fuels)、コーティング被覆管 (Coated cladding)、SiC 被覆管、FeCrAl 被覆管のサブトラックに分かれての発表であった。

先進燃料ペレットおよび先進燃料に関するサブトラックでは、可燃性中性子吸収材やマイクロセルペレットなどの材料に関する発表に加えて、照射試験手法などに関する報告が欧米を中心としてなされた。ATF 評価に関するサブトラックでは、ATF 導入効果を評価するための安全解析 (例えば MAAP コードによる解析) だけでなく、短中期的な開発戦略に関する報告もなされた。コーティング被覆管に関するサブトラックでは、金属系コーティング (Cr、Mo、Nb 等) だけでなく、セラミクス・機能材料コーティング (TiN、CrAlSiN 等) についての発表もなされ、多くの材料が欧米を中心として開発されている状況が報告された。一方、SiC 被覆管と FeCrAl 被覆管に関するサブトラックでは、日本と米国の発表が大部分を占め、両国において事故耐性被覆管材の実用化に向けた精力的な研究開発が進められている状況が報告された。

2.3. Track 3 Fuel Behaviors in Transient and Accident Conditions : (JAEA)天谷

Track 3 は異常過渡時及び事故時の燃料挙動に関する技術トラックであり、機械試験、反応度事故 (RIA)、試験炉を用いた試験、冷却材喪失事故 (LOCA)、事故解析及び使用済燃料プール (SFP) 事故、の計 6 個のサブトラックに分かれて欧・米・アジアの研究機関等から発表があった。

機械試験のサブトラックでは、VVER 燃料被覆管の膨れ破裂挙動観察、ATF 候補被覆管に対する RIA 条件模擬機械特性試験技術の開発、及び高解像度中性子イメージング法を用いたジルカロイ中の応力誘起水素化合物再分布状態評価に関する報告がなされた。RIA のサブトラックでは、ATF を見据えた新型ペレットの RIA 時挙動シミュレーションや照射済ジルカロイ-2 被覆管の RIA 条件模擬機械特性試験の結果、米国試験炉で過去に行われた事故模擬試験の結果、米仏の事故時燃料挙動解析コードのベンチマーク比較、RIA 時燃料挙動解析コードに関して OECD/NEA で実施された不確かさ解析及び感度解析

の結果が報告された。試験炉を用いた試験のサブトラックでは、燃料棒の二次破損拡大現象や高燃焼度改良型燃料の事故時挙動に関する試験結果、ATF を主な対象として現在米国で行われている試験炉照射試験計画に関して発表があった。LOCA のサブトラックでは、燃料棒及び燃料集合体を対象とした米仏の炉外 LOCA 試験計画に関して試験技術開発や進捗状況、等が報告された。事故解析のサブトラックでは、軽水炉のシビアアクシデント時の FP 化学に関する実験及び解析技術の開発状況、挙動解析コードを用いて実施された事故時の燃料棒挙動解析結果の発表があった。SFP 事故のサブトラックでは、被覆管高温酸化に及ぼす雰囲気の影響を調べた試験結果及び SFP における LOCA 時の燃料棒及び燃料集合体の挙動解析結果が報告された。

2.4. Track 4 Spent Fuel Transportation, Storage and Treatment : (CRIEPI)笹原

Track4 は使用済燃料の輸送・貯蔵と、これに係わる燃料取り扱いに関する技術トラックである。現在世界で利用が拡大している乾式貯蔵を中心として、使用済燃料の健全性・被覆管特性、使用済燃料の輸送・貯蔵の 2 つのサブセッションに分かれて研究発表が行われた。

使用済燃料の健全性・被覆管特性のサブトラックでは、燃料解析コード FRAPCON を用いた米国の代表的な高燃焼度燃料集合体を対象とした乾式貯蔵時の被覆管応力解析、 Gd_2O_3 及び B_4C を用いた次世代中性子吸収材の韓国における開発状況、スウェーデンにおける廃炉準備に向けた破損燃料の取り扱いに関するプロジェクト、スペイン ENUSA で行われた局所的な水素脆化のある燃料棒をモデル化した輸送時の 9m 落下事故解析、ロシアにおける乾式貯蔵中の使用済燃料の安全性を評価する解析パッケージ開発に関する報告が行われた。使用済燃料の輸送・貯蔵のサブトラックではドイツにおける使用済燃料及び高レベル廃棄物の乾式貯蔵の状況と乾式貯蔵時の被覆管周方向応力、被覆管歪、温度に係わる制限値の概要報告、ドイツの原子力サービス会社 GNS における、製造コストを低減させた新たな金属キャスク CASTOR geo の開発の報告が行われた。とくに使用済 MOX 燃料が金属キャスクでウラン燃料と一緒に 100 体以上の貯蔵実績があることが報告された。Track4 に係わるポスター発表は韓国の大学や研究機関からの発表で占められ、使用済燃料およびバスケット材について韓国が自国でデータを取得して蓄積していこうとする姿勢が見られた。

2.5. Track 5 Fuel Modeling, Analysis and Methods : (東芝エネルギーシステムズ)佐藤

Track5 は燃料の解析モデリング、解析手法に関する技術トラックであり、マルチフィジクス及び定常時燃料性能のモデリング(Multiphysics and steady-state fuel performance modeling)、コードの更新及び開発(Code updates and development)、LOCA モデリング(LOCA modeling)、熱水力モデリング(Thermal hydraulic modeling)、ペレット特性及び核分裂生成物挙動(Pellet properties and fission product behavior)、機械及び中性子モデリング(Mechanical and neutronic modeling)のサブトラックに分かれての発表であった。

マルチフィジクス及び定常時燃料性能のモデリングのサブトラックでは、米国で進められている軽水炉先進シミュレーション・コンソーシアム (the Consortium for Advanced Simulation of Light Water Reactors: CASL)の進捗状況の報告等がされた。コードの更新及び開発のサブトラックでは、米国 NRC による燃料棒挙動の定常時(FRAPCON)及び過渡時(FRAPTRAN)の解析コードを統合したシステム(Fuel Analysis under Steady-state and Transients: FAST)の開発状況や、AREVA による米国市場での許認可解析コードシステム(ARCADIA)の導入状況の報告等がされた。AREVA からは、この他にも LOCA モデリング/熱水力モデリング/機械及び中性子モデリングの複数のサブトラックで最近の開発動向の報告がされていた。また、ペレット特性及び核分裂生成物挙動のサブトラックでは、CEA からはモンテカルロ手法を用いた燃料溶融の推定アプローチ等の 2 件の報告がなされた。

以上

HOTLAB2017 報告

報告者：柴田晃（JAEA）、小林冬実（JAEA）、小野澤淳（JAEA）、逢坂正彦（JAEA）

平成 29 年 9 月 17 日～22 日、日本原子力研究開発機構（JAEA）主催、原子力学会及び IAEA 共催により、水戸京成ホテルにおいて第 54 回ホットラボ・遠隔操作会議 HOTLAB2017 が開催された。この会議は、照射後試験技術、遠隔操作技術、及びホットラボ施設の安全運用などの情報交換および協力を目的に、1963 年からほぼ毎年、もともとは欧州域内の会議として開催されてきた。2007 年からは、世界各国が参加する会議に発展し、日本からも毎年数名が会議に参加してきた。2011 年からは、IAEA とも協力しながら運営されてきている。今回の日本での開催は、2013 年の米国・アイダホフォールズでの開催について、欧州域外では 2 回目であった。本会議には、21 か国から 155 名（うち海外 107 名）が参加し、特別セッションと 5 つの技術セッションで 51 件の講演およびポスターセッションで 29 件の発表があった。会議主催者の JAEA 三浦理事からのオープニングリマークの後、会議がスタートした。以下にセッションごとの詳細報告を記す。



【Post Fukushima special session】

このセッションでは、9 件の発表があった。TEPCO の Saito 氏からは、“Decommissioning of 1F – current status and plan”と題して、福島第一原発（1F）廃炉に係る現状と計画が報告された。JAEA の Daido 氏からは、“Contributions to the decommissioning of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station by JAEA Naraha Remote Technology Development Center”と題して、櫛葉遠隔技術開発センターの設備等とそれらの設備を活用した JAEA 独自の技術開発について紹介がなされた。JAEA Inoue 氏による“The outline of Japan Atomic Energy Agency’s Okuma Analysis and Research Center (1) - The total progress of Laboratory-1 and Laboratory-2 –”では、大熊分析・研究センターの概要が報告された。2 つのホットラボがあり、それぞれ、低～中

レベルの廃棄物の管理計画策定のためのフードを中心としたラボ及びデブリ分析のためコンクリートセルを擁するラボである。元 JRC-Karlsruhe の Bottomley 氏からは、TMI-2 デブリのホットセルにおける研究成果についての報告として、“Hot cell investigation of irradiated fuel debris from the Three Mile Island unit 2 (TMI-2) reactor”と題し、TMI-2 の様々な位置から取得されたサンプルの分析結果が紹介された。JAEA Takano 氏からの報告“Revisiting the



TMI-2 core melt specimens to verify the simulated corium for Fukushima Daiichi NPS”においては JAEA 原科研にて行われた TMI-2 デブリ再分析の結果についての報告があった。デブリの冷却速度が微細組織や機械的特性に影響を与えることを確認した。JAEA Nishimura 氏による“Collaborative R&D for advanced remote analysis using pulse laser ablation and related technologies”では、原子炉のモニタリングとメンテナンス用に開発されてきたレーザー技術の 1F 廃炉への適用における技術開発の概要が紹介された。檜葉遠隔技術開発センターにおける遠隔センシング技術や LIBS による元素分析技術等の開発状況が報告された。JAEA Sato 氏からは、“Radiochemical analysis of rubble collected from around and inside reactor buildings at Units 1 to 4 in Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”と題して、1F 原子炉建屋内外より採取されたがれきサンプルの体系的な分析結果について報告があった。Sr-90 や Cs-137 などの異なる放射性物質について、それらの放射能インベントリーの間の相関を多数の分析結果を用いて導出した。CEA の Dugne 氏による“Severe accident research activities at the CEA: Methodology and main insights related to source term quantification and fuel behavior”においては、事故時ソースタームと燃料挙動に関して、照射済み燃料を用いた炉外事象再現装置 VERDON による試験と、模擬燃料を用いた評価解析スキームについて報告がなされた。JAEA Washiya 氏からは、“International collaborations at JAEA/CLADS toward decommissioning of Fukushima Daiichi NPP”と題して、MCCI 現象に係る共同研究を例として、1F 廃炉に向けた CLADS における国際協力の現状が紹介された。

すべての発表に対して会場より複数の質問がなされ、活発な質疑応答がなされた。特に、デブリサンプルの分析に関して、技術的な内容に加えて、国際協力による分析スキームについても高い関心が寄せられ、活発な議論がなされた。

【Hotlab operation】

ホットラボの運用に関する本セッションでは計 10 件の口頭発表があった。Petten の Thijssen 氏からは、“Impact of the Fukushima Daiichi(1F) accident on the nuclear installations in Petten, NL”として福島第一原発の事故がオランダの Petten における原子力設備導入に対し、どのような影響を与えたかについて報告がなされた。JAEA の Shibata 氏からは“Damage on the JMTR hot laboratory by the 2011 earthquake off the Pacific coast of Tohoku”として、東日本大

震災による JMTR ホットラボへの被害についての報告がなされた。即時的な被害と遅発的な被害について解説がなされた。INL の Miller 氏からは”Current status of the Irradiated Materials Characterization Laboratory at INL with limited PIE microstructural characterization”として照射後の燃材料に対する FIB, EPMA, TEM 等を用いた微細構造解析について報告があった。KAERI の Kim 氏からは”Post-irradiation examination capabilities of IMEF M1 Hot Cell”として、照射材試験施設 IMEF の各セルにおいて実施される試験の概要について報告があった。特に非破壊試験に供される M1 セルにおける様々な非破壊検査システムの開発と運用について説明がなされた。CEA の Blandin 氏から”Overview and current status of the experimental capacity of the LECI hotlab facility”として LECI ホットラボ施設の概要および設置されている様々な試験装置について報告があった。NSUF の Kennedy 氏から”Overview and status of the US Nuclear Science User Facilities (NSUF)”として、NSUF 施設の概要と現状について報告がなされた。UKAEA の Jong 氏からは”UKAEA Materials Research Facility, into full operation”として材料研究施設 MRF の概要および 2018-2020 における MRF 施設の増強に関する計画について報告がなされた。IGCAR の Ulaganathan 氏から、”Operational experience in hot cell transfer systems at Radio Metallurgy Laboratory”として放射線金属工学研究所 RML の α 、 β 、 γ ホットセルにおける放射性物質の移送システムについて報告があった。BATAN の Briyatmoko 氏からは”BATAN - IAEA cooperation in the program of Decontamination and Post Irradiation Examination (PIE) in Radiometallurgy Installation Hot Cell – BATAN”として、IAEA の協力の下に行われたセル内機器の撤去と新しい装置の導入およびそれに伴う除染活動について報告があった。JAEA の Nakamura からは、”Maintenances of the hot laboratory without operation of the system of air supply and exhaust”として排気筒が撤去され給排気が停止した状態での放射線管理について報告があった。

すべての報告に対して会場から質問・コメントがあり、活発な議論がなされた。



【Waste and storage】

廃棄物・貯蔵に関する本セッションでは、5 件の口頭発表があった。CEA の Gennisson 氏からは”Multirecycling plutonium in fast neutron reactor: Advanced design in ASTRID fuel cladding”と題して、第四世代原子炉プロトタイプの開発の一環として、ASTRID における燃料棒製造技術の開発に関する研究成果が報告された。JRC の VRondinella 氏からは、”Research and operational activities on waste management and decommissioning at JRC Karlsruhe and Ispra”と題して、ドイツのカールスルーエ及びイタリアの Ispra における共同研究センターの主な活動状況として、ホットラボ施設の廃止措置や照射後試験の様子が報告された。SCK-CEN の Cornelis 氏からは、”Experimental setup for hydraulic resistance measurements on spent nuclear fuel”と題し、中間貯蔵施設における使用済燃料のリークに関する流体圧力抵抗を測定す

るための機器開発について報告された。CEA の Milesi 氏からは、”Safe reconditioning of nuclear fuels stored underwater”と題して、燃料貯蔵プールから乾式貯蔵施設への使用済燃料の移送に関する活動について報告された。同じく CEA の Lagrave 氏からは、”Lessons learned construction from DIADEM medium-level waste interim storage’s”と題して、中レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設建設から得られた教訓について報告があった。多くの質問・コメントが寄せられ、大変活発な議論がなされた。

【Facilities and equipment】

施設・設備に係るセッションは2回に分けられ、合計8件の口頭発表が行われた。前半のセッションでは4件の口頭発表が行われ、JRC の Somers 氏から、”Facility development at JRC Karlsruhe for mechanical integrity assessment of fuel rods in view of transport and handling”と題して、ドイツのカールスルーエに新設された使用済燃料棒の機械的特性試験施設について報告があった。また、ESS ERIC の Gohran 氏からは、”The ESS Active Cells Facility construction and design update”と題して、現在スウェーデンのルンドに建設中のホットセルについて紹介があった。本施設では放射線の人体への影響について研究を行うとしている。VTT の Karlsen 氏からは、”Fabrication and installation of VTT’s new hot cells”と題して、原子炉構造材に関する β ・ γ 放出材料の機械的試験及び微細構造の特性評価を目的としたホットセルについて報告された。電力中央研究所の Sonoda 氏からは、”Materials Analysis and Characterization Building, a new facility for observation of structural and fuel cladding materials of nuclear power plants”と題して、原子力発電所に使用する材料の劣化の仕組みを解明するため新設された施設について報告があった。

後半のセッションでは4件の口頭発表が行われ、CVR の Srba 氏からは、”The Hot cells ready - first results”と題して、照射後試験を行うために新設されたホットセルに関し、施設全体のコード試験結果について報告があった。当該施設には試料加工（切断、溶接、機械加工）設備及び機械的試験（試料調製領域、応力試験機、疲労試験機、クリープ試験機等）並びにこれらの分析設備（微小硬度及びナノ硬度試験機、SEM）がある。PSI の Brüttsch 氏からは、”Shielded Focused Ion Beam Field Emission Scanning Electron Microscope (FIB-FE-SEM): Evaluation, technical modification and implementation”と題して、新規のSEM設備を導入するための遮蔽設計等について報告があった。CEA の Martin-Vignerte 氏からは、”Gained experience on the development of equipments used in high-activity cells”と題して、カダラッシュで過去に実施された設備開発及び建設から得られた経験等について報告があった。JAEA の Matsueda 氏からは、”Development of metal corrosion testing method simulating equipment of reprocessing of spent nuclear fuels”と題して、JAEA の WASTE Fにおける使用済核燃料の再処理装置を模擬した金属腐食試験設備の開発について報告があった。他のセッションと同様、すべての講演・発表に対して多くの質問・コメントが寄せられ、大変活発な



議論がなされた。

【Remote handling technology】



遠隔操作技術に関する本セッションにおいては、口頭発表 8 件の報告がなされた。FIAB の Astrom 氏からは”ESS Shielded casks’ preliminary design and related monolith maintenance operations”として、中性子実験施設 ESS において設計が進められている遮へいキャスクの移送システムについて報告があった。CERN の Kershaw 氏からは”Remote target handling and radioactive isotope collection and handling for CERN’s MEDICIS Facility”として CERN で現在建設中の新しい医療用放射

性同位元素生産設備 MEDICIS における遠隔操作技術について報告があった。UNSW の Wei 氏からは”Virtual X-ray vision by 3D scene reconstruction for work in nuclear containment”として、ホットセル等の小規模空間に対するリアルタイム 3 次元イメージシステムを用いたバーチャルリアリティシステムについて報告があった。JAEA の Furusawa 氏からは”An approach for remote nondestructive testing method for concrete structure using laser-generated ultrasonic”として、コンクリートの鉄筋に対するレーザー光発振超音波による非破壊検査について報告があった。KAERI の Ryu 氏からは”Automation testbed for remote basket handling in a hot cell”として、Walischmiller 製パワーマニピュレータを用いたセル内のバスケット移送作業の自動化について報告があった。ICN の Ionescu 氏から”Automated device for pressure tube samples collect for hydrogen concentration determination in pile”として、原子炉のためのロボット技術や自動化技術に関する報告があった。Getinge La Calhène の Guyot 氏からはコンピューター補助を有する新しいマニピュレーター及びそれを用いた遠隔操作技術に関し、その開発と現状に関する報告があった。Wälischmiller の Hedstueck 氏からは”Additional payable safety features for remote handling technologies”として、遠隔操作マニピュレーターにおけるバーチャルリアリティ技術や衝突回避機能など安全性の技術の進歩について報告があった。

すべての報告に対して会場から質問・コメントがあり、多くの聴講者の下、活発な議論がなされた。

【Poster】

ポスターセッションでは合計 29 発表があった。今回の会合では、ポスター内容の理解をより深めるための取り組みとして、ポスター発表者全員が 2 分間のショートプレゼンテーションを行った。その後、多くの参加者がポスター会場に移動し、バンケットとともに各ブースにおいて活発な議論が交わされた。以下に一部の発表概要を示す。

MA を高濃度で含む酸化燃料の基本的溶解特性の研究として、NRG の Bruin 氏から”Safety aspects of fabrication of Americium-Plutonium Oxide pellets in a glovebox”が報告された。試

料調製において Am-241 のガンマ線の影響が大きく、試験試料量が制限されること等、試験実施の観点からの苦勞が伺えた。CEA の Bisel 氏からは、”Lab-scale continuous vitrification process for high level waste”と題して、実験室規模での高レベル放射性廃棄物ガラス固化体製造について報告があった。日本で導入している耐火レンガ製溶融炉を用いた LFCM 法ではなく、ロータリーキルンを用いた AVM/AVH 法を採用しており、両法の比較等について議論が交わされた。NPIC の Hang 氏からは、”Study on boron carbide reinforced aluminums matrix neutron absorbing material irradiation stability”と題して、使用済燃料貯蔵や輸送分野で広く適用されている炭化ホウ素強化アルミニウムマトリックス複合材料の熱中性子吸収特性及び照射安定性に関する研究が報告された。

事前にショートプレゼンテーションを行い参加者の理解が深まったこともあり、各ブースとも活発な議論が交わされた。

【Post-irradiation examination】

照射後試験技術に関する本セッションにおいては、口頭発表 11 件の報告がなされた。

PSI の Pouchon 氏からは、”Spallation material preparation using the hotcell facility, a new preparation box and focused ion beam for investigations from mechanical testing up to methods using synchrotron light”と題して、集束イオンビーム (FIB) を使用した TEM 試料又はシンクロトロン用試料の調製について報告があった。同じく PSI の Zubler 氏からは、”Cleaning of failed Lead containing Zircaloy-2 Neutron Spallation Target Rods with a Dissolution Process”と題して、照射した燃料棒に含まれる鉛の溶解洗浄について報告があり、洗浄後の試料の EPMA 及び SIMS による分析結果についても併せて報告があった。NDC の Fujimoto 氏からは、”Post-irradiation Examination Using TEM Method for Swelling Evaluation of Baffle Plate in PWR Core Internals”と題して、PWR のバッフル板の照射アシスト応力腐食割れ (IASCC) による膨張評価の報告があった。当該測定では、照射材料としてスペインで約 40 年稼働していた炉から採取したバッフル板を用いて PIE を実施したとのこと。LANL の Saleh 氏からは、”Shear Punch Testing of Irradiated Cladding Materials from BOR-60 Irradiations”と題して、16dpa の線量で照射した原子炉構造材を照射クラッド試料として、せん断試験を行った結果について報告があった。CEA の Miro 氏からは、”In situ Raman spectroscopy on nuclear materials in hot cell”と題して、マイクロラマン分光分析による核燃料物質の経年変化の研究について報告があった。



SCK・CEN の Parthoen 氏からは”ND-PIE on MTR fuel plates at SCK・CEN: a comparison with destructive analysis”として試験炉の燃料板に対する非破壊試験と破壊試験の結果の比較について報告があった。燃料の燃焼度をガンマ線スペクトロメトリ等の非破壊試験から推定し、破壊試験での結果と比較した評価がなされた。JAEA の Sasaki 氏からは”Application of FE-SEM to the measurement of U, Pu, Am in the irradiated MA-MOX fuel”として、常陽で照射された MA-MOX 燃料試験片に対し、改良型 FE-SEM/WDX を用いて行った元素分析について報告があった。BARC の Singh 氏からは、”Post irradiation examination of fuel bundle from 540 MWe Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR) of TAPS-3”として、タラプール原子力発電所 3 号機 (TAPS-3) の加圧重水炉の燃料集合体に対する照射後試験について報告があった。ICN の Mincu 氏からは”Analysis of fission gases released in the void volume of irradiated CANDU type nuclear fuel”として、CANDU 炉の核燃料の空洞中に放出される FP ガスの分析について報告があった。NPIC の Fang 氏からは、”Microstructure Analysis of Irradiated NUE and NU Fuel in NPIC Hot Cells”として、CANDU 炉で照射された天然ウラン相当燃料および天然ウラン燃料に対して微細構造解析が行われ、両者の微細構造に大きな違いの無いことが報告された。清華大学の Zhao 氏からは、”Spherical Fuel Element Deconsolidation System in INET”として、高温ガス炉に使用される被覆燃料粒子を球状に結合した球状燃料要素のグラファイトマトリクスから被覆燃料粒子を分離するための球状燃料要素分離システムの開発について報告があった。

多岐にわたるテーマであったが多くの聴講者から質問・コメントが寄せられ、活発な議論がなされた。

【Closing】

会議議長の湊氏より、優秀発表者及びポスター賞が発表され、その後、会議サマリーとして多くの国から多数の参加者を得て成功裏に終了したことが述べられた。また、IAEA をはじめとする協力組織、スポンサー及び参加者に対し謝辞が述べられた。

次回 HOTLAB は 2018 年にフィンランドのヘルシンキで開催されることがアナウンスされ、会議が終了した。

【Tours】

1F へのテクニカルツアーにおいては、貸し切りバスを用いて 1F 構内を巡回するツアーが行われた。1F1～4 号機の外観、汚染水処理タンクの設置状況、局所的に線量が高い場所、免震建屋、凍土壁の設置状況等の説明がなされ、参加者の興味を引いた。

引き続きテクニカルツアーとして JAEA の原子力科学研究所において J-PARC、NSRR および燃料試験施設の施設見学が行われた。スーパーカミオカンデと連携した研究やスリーマイル事故の炉心溶融物など、参加者は多くの研究に関心を寄せ、成功裏にツアーを終えることが出来た。

以上

第3回 Asian Nuclear Fuel Conference (ANFC)報告

報告者：西岡俊一郎 (JAEA)、アフィカモハマド (大阪大学)、逢坂正彦 (JAEA)

Asian Nuclear Fuel Conference(ANFC)は、日中韓の合意に基づき、アジアにおける核燃料・材料に関するアカデミックな国際会議として、Water Reactor Fuel Performance Meeting と合わせて開催されている。3回目となる今回の会議は、平成29年9月8～9日に、初の日本以外のホストとして韓国・済州島で開催され、約30名が出席した。国別内訳は韓国が15名程度、日本から10名程度、中国から5名程度であった。また、ドイツ KIT から招待講演で1名の出席があった。

「Opening」、「LWR Fuel and ATF」、「Fuel Behavior and Waste」、「Fuel and Materials for FR and RR」の4つのトラックにおいて、招待講演6件、その他口頭発表10件、ポスター10件の発表がなされた。

福島第一原子力発電所(1F)の事故以降、事故耐性燃料(ATF)に係る研究が盛んに行われており、ANFCでもATFに係る発表が5件あった。被覆管の新材料としてはシリコンカーバイドなどが注目されているが、従来のジルコニウムの利点も大きいため、ジルコニウム合金への追加処理により高い事故耐性を得ようとする動きも見られる。韓国 UNIST においては、ジルコニウム合金の高温(800-1200℃)での事前酸化処理により耐腐食性が大きく向上するという結果が示された。一方韓国 KAIST からは、Zr-Nb-Sn 合金の表面に陽極酸化法によりナノ構造の酸化膜を作ることにより、耐食性が向上したという結果が示された。

廃炉に係る取り組みとしては、東北大から MCCI デブリの高温での相変化についての報告があった。MCCI デブリは溶けた燃料とコンクリートが混ざり合うことによりできるが、燃料の UO_2 はコンクリートに含まれる CaO や SiO_2 と反応して様々な化合物を作り、その相状態は反応する温度によって大きく変化することが示された。東京都市大からは燃料デブリの処理方法の1つであるフッ化処理の際の事前処理についての報告があった。ウランの多い化合物の場合は、フッ化処理の前に UO_2 を水素で還元すると、フッ化がより効果的に進むという予測が示された。JAEA からは軽水炉シビアアクシデント時の FP 挙動に係る研究が報告された。

会議は小規模なものであったが、アカデミックなアジェンダ、参加者相互の交流という観点に特徴があった。学生は主に韓国からの参加であったが、参加した韓国の学生は英語力、プレゼン技術ともに非常に高く、また口頭発表、ポスター発表ともに多くの質問を発していたことが印象に残った。UNIST では、大学の

研究ではあるが、燃料設計に直結するような研究を行っており、高い目的意識をもって研究に取り組んでいることが窺えた。総じて、燃料研究という観点では、ホスト国である韓国における研究アクティビティの活発さが印象に残る会議であった。

次回の ANFC は 2020 年に中国で開催予定。



ANFC 会議の様子



会場 (Jeju Plaza Hotel) の外観写真

A journey between Tradition and Modernity: my life in Japan

After my PhD, I had the will to reach complete different horizons for a postdoctoral topic. Indeed, I had the idea to embrace a culture different from my origins, as I am a French-Comorian native girl. I thus targeted the Asian continent, which appears to my eyes a great challenging culture to the West.

Few times after my PhD defense, while I was exchanging Happy New Year wishes with a friend and former coworker, he sent me a link related to an offer for a Special Topic Researcher at the Japan Atomic Energy Agency (JAEA). I applied, and after several weeks of recruitment processes, they offered me the position.

At that time, I could not believe that my project to work overseas was becoming true. The subject of the project was to study caesium chemisorption behaviour onto stainless steel surfaces after an LWR severe accident by means of modelling and experimental tests. The context of the study was familiar to the one of my PhD, but the expected tools to be used were different from the ones I acquired during my thesis. Therefore, the new departure to Japan promised to be highly challenging personally and professionally.

Now, it is circa 7 months I am working on my post-doctoral topic, and I was already been able to notice that several aspects of myself have grown and been enriched. I would like to share some of these aspects through certain of my experiences and impressions since I arrived on April 26th 2017.

First steps in the land of the Rising Sun...

I quickly understood that I had to drop out all the stereotypes ingrained from the West regarding Japanese culture. Otherwise, I would not be able to start exchanges and interacting efficiently and proficiently with the inhabitants.

I appreciated to discover how people take care of Nature in Japan: there are arrangement flowers almost everywhere, even near the concrete road; the shrines and residences are most of the time close to great hoods, and most important, they really love simple and convenient things. For example, one could do grocery, pay a bill, and do so many other things at any time thanks to the convenience stores located almost every 2 km.

One other remarkable thing, which struck me at first sight, is the courtesy and obliging personality of Japanese inhabitants. No matter how busy they are, they will always make time to help you resolve your issue. I have this funny story, occurred the second day following my arrival. I wanted to take a taxi until my hotel, but could not explain the address to the driver, who was not able to read English, and I had no Internet connection to translate in Japanese at that time. A pedestrian was passing by with his daughter, and saw the both of us understanding nothing to each other. He stopped by and told me “Hello, are you coming from CDG?” I glanced at the label over my suitcase and nodded my head to confirm. He continued, “Amazing, I really enjoy Paris. By the way, do you encounter any trouble with the taxi driver?” After I explained him my situation, he put my hotel address in the GPS, and I

was able to reach my hotel quietly.

Similar events happened to me several times so far, and, each time the language became a barrier, they used nice drawn pictures, perfectly understandable to help me find my way, guide me for a process, and so on. Finally, I could say that we do not need to speak properly Japanese to be understood over here, thanks to the kind attention of the inhabitants. These strong community features are promoted, in my point of view, since the elementary school by instituting a junior (n grade)/senior (n+1 grade) partnership between the students, this at all stages and levels of their education (high school, college, doctoral course ...). The senior student has to make sure that the junior one will have all the necessary information/tools to be able to follow his scholar course and institute internal regulations.

I noticed that in a certain way, these social features are visible through the relationship between the managers/headers/supervisors and their employees.

Japanese working culture and professional acquirements

I have the thought that Japanese headers feel truly responsible for each detail concerning the team they managed, and in return, the employees show remarkable and sometimes-entire commitment to their work.

For example, regardless the topic of your research project, the supervisors make sure to schedule regular meetings, inter alia, in order to support you in each step of your work process. To forge closer links between coworkers, group dinners are frequently organized, where everybody could “let the dogs out”, and have the opportunity (blame on the sake^^) to express freely to each other. One could book afterwards the incredible daiko service to arrive safe and sound at home. It consists of a driver for your car followed by a taxi. I guess it would be convenient for my country to have such service, especially for the young people, where binge parties are also fashionable.

Despite what I portrayed above, my working experience, here in Japan is a little bit different from the traditional style. Indeed, in my work group, most of the members are only performing experiments; I am using theoretical chemistry and physics to complete the picture of the experimental investigations. Thus, I am more independent regarding the decisions I had to make for the advances of my research project. This allowed me to embrace new tools in my field and built the necessary procedures to handle them. It was really challenging at the beginning but the incomes worth it, as I increased and evolved many competencies by the way. Therefore, I enriched my scientific knowledge not only in my field, but also on new areas, and became more mature and comfortable as a freshly graduated researcher. All these professional acquirements pushed me to extend my experience in Japan, by engaging myself in a new project with my laboratory.

It will be also a good opportunity to learn more about Japanese culture, and increased my memories of this fascinating country.

And the touristic side between...

I had the opportunity to visit some famous Japanese places, like the historical and extremely touristic

Kyoto, her gorgeous neighbor Nara, where the dears run the town, the Nikko National park, UNESCO world heritage site in Japan, and of course the magnificent Tokyo.

I preferred to visit the less crowded sides of the Japanese capital, like Koenji, where I was able to get some rare vintage clothes. However, sipping a drink in the incredibly tiny bars of Golden Gai, where obviously there was not enough place for everybody, charmed me entirely, due to some fairy created in part by the authentic and old fashion style of the buildings over there.

As I am working in Ibaraki prefecture, I also had the opportunity to visit many local places. One of them was the Fukuroda Falls, where I could savored freshly grilled fish and local beverages. I also attended several “Hanabi” festivals, which made me feel like a kid again, gazing the spectacular fireworks projections onto the dark fresh night, lying on the grass quietly with the friends I encountered since my arrival here.

While enjoying a delicious tornado potato after the show, this undeniable truth appeared in my mind: I discovered a country where, besides the comfortable everyday life and high technology amenities, the inhabitants make sure not to lose the essential human beings features to life in harmony with each other and Nature.

Faoulat Miradji

*Radionuclide Behavior Analysis Group, Severe Accident Propagation Behavior Evaluation Division
Collaborative laboratories for Advanced Decommissioning Science, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)*



My experience in Japan: growing and changing in a foreign land

My name is Liu Jiazhan, 31 years old, coming from China. I have lived in Japan more than four years and got my PhD degree in Tokyo Institute of Technology during this period. Now I am working at Japan Atomic Energy Agency as a post-doctoral research fellow from this April, on the topic of fission product release behavior at a severe accident.

Why did I decide to study and continue to work in Japan?

It is an easy decision for me, but after a long story. Every barber knows that Japanese manga and animation are very popular with young people worldwide, of course including young Chinese. But for me, my favorite is Japanese movie, which is all-embracing and with a unique oriental aesthetics. I was growing with the penetration and keenness of Kurosawa Akira, the frost and humor of Kitano Takeshi, the sensitivity and chasteness of Iwai Shoji, and all these filmic images left a dreamlike Japan in my brain. The love of Japanese culture may let me make a journey to Japan, but the visiting of an aged man, who was the supervisor of my Chinese teacher, to our laboratory made me take a final decision to study in Japan. He was about 70 years old, but still worked every day. His deep love for his job could be clearly seen from his eyes when he introduced his recent research work which was abstruse but detailed. He said to us that the research work is simply to seek the beauty of objective world and logic, and should be full filled with happiness and sense of achievement. So, the passively learning and living of me, was encouraged to continue my studies in Japan.

It is a matter of course for me to continue to work in Japan. I have become accustomed to and been enjoying the life in Japan. My current work is also interesting and significative to me. Beside the above all, I am willing to experience the unique Japanese workplace culture.

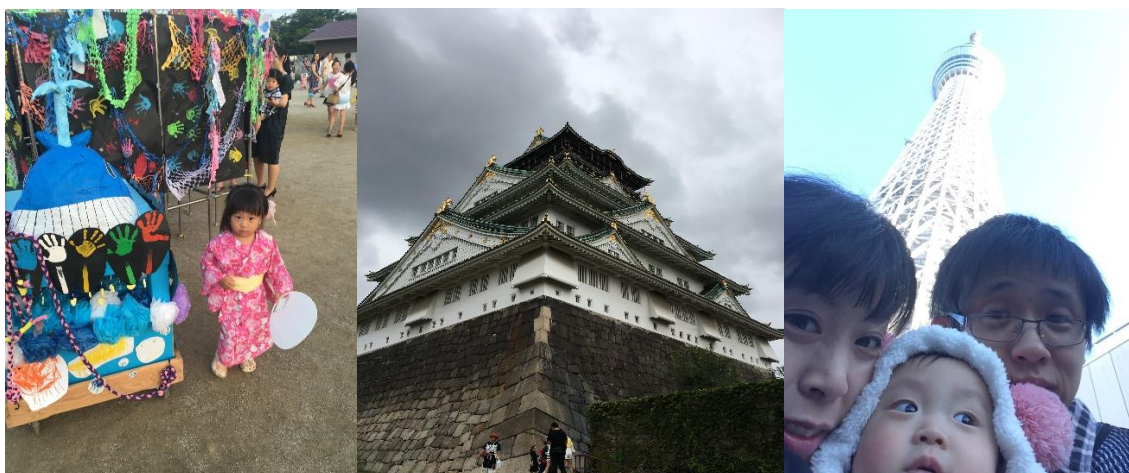
Something left a deep impression on me and changed me a lot.

Like other foreigners, when I first set foot on this land, I was surprised with the cleanness of environment, the order of public place, the warmth of people and the dainty of food. However, the adaptation to the new lifestyle and culture is not always so easy. I still clearly remember that when I firstly stood on an escalator in Osaka, an old man behind me suddenly hit ground by his walking stick.

Then I started to realize that every one on the escalator was standing on the right side of escalator, except me. "But in Tokyo, everybody stands on the left side!", I said silently in my heart. About the old men in Japan, I have to say they are sometimes looks very obstinate and unapproachable, but they are the real guardians of traditional Japanese values.

After the initial novelty and adaptation, my life in Japan became peaceful. In general, the study and research work were difficult, but interesting to me. However, the changeless life and work sometimes made me feel bored and tired, and at that time, a little drink with other people was a good way to relax myself, which was a consensus amongst my surrounding people. During this period, my

first child was born, and accordingly, my little spare time was full filled with petty and trial things after the big joy of being a farther for the first time. Then, the thing which left me deepest impression happened. At one midday, I visited a nursey school for my child. When a teacher was taking me around the school, suddenly the earthquake alarm sharply ringed and all the staffs ran at full speed into one room where children were taking a nap. It is very hard for me to describe my feeling at that moment, but after that I began to understand why my supervisor squeezed out his precious time to teach me some fundamental experiment skills, why the technical staff in the analysis center helped me to design my own experiments and why the salesman can detailedly and repeatedly introduce their services to me by Japanese. In my opinion, all of these could be attributed to Japanese people's enormous sense of mission and honor towards their jobs which is highly regarded as 「匠の精神」 (craftsmanship spirit) in my mother country. This spirit covers every corner of Japan, and even can be reflected in the exquisite lunch box prepared by a housewife for her husband or children. There is no doubt that this is the best lesson I have been given in Japan.



When to say goodbye to Japan? / When saying goodbye to Japan, ...

The experience in Japan has changed me a lot in many aspects, such as eating habits, behavior and way of thinking. I have been accustomed to this land, and I think my current work is interesting and meaningful. Thus, I am willing to live in Japan for longer time, maybe until my daughter' Japanese is better than me, or until the totally decommissioning of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, or until my retirement. If someday I must leave Japan, leave my favorite food, sashimi, it would be the hardest goodbye done by me, and I would cherish all these wonderful memories and share them with my relatives and friends.

Liu Jiazhan

*Development Group for LWR Advanced Technology, LWR Key Technology Development Division,
Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)*

IV. 夏期セミナー報告

第 30 回 核燃料部会 夏期セミナーの開催報告

報告者：核燃料部会夏期セミナー幹事 上田 昌弘

開催日：2017年7月5日(水) ～ 7月7日(金)

開催場所：青森県青森市浅虫温泉 ホテル海扇閣

今回で30回目を迎えた「核燃料・夏期セミナー」は、青森県の浅虫温泉で核燃料サイクルをテーマとして7月5日～7月7日の日程で開催された。参加者は41名（内学生2名、事務局含まず）と、部会単独開催の夏期セミナーとして、例年どおり開催することができた。

セミナーでは、初日に日本原燃再処理施設の見学を開催し、使用済燃料貯蔵プール、ガラス固化体貯蔵施設等、通常見る機会のない施設を見学した。二日目は燃料の基礎、および国内燃料サイクルに関する講演がなされ、最終日には分離変換技術や再稼動・安全性向上・廃炉に向けた取組みに関する講演に加え、部会奨励賞記念講演がなされた。二日目に開催されたポスターセッションでは学生を含む3名の参加があり、今回からの試みとして、事前に各参加者から研究概要をプレゼンする時間を設けたことで、より活発な質疑応答がなされていた。

全体を通して多くの参加者から活発な質問があり、活気溢れるセミナーとなった。



以降、セミナーの各セッションでの講演内容を中心にご紹介する。

【セッション1】燃料の基礎（座長：京都大学 高木氏）

◆PWR 燃料設計について（NFI 谷口氏）

PWR 燃料の構造、設計基準、製造工程等について講演頂いた。また、燃料棒、燃料集合体の設計手法、解析コード等についての紹介がなされた。



NFI 谷口氏

◆BWR 燃料設計について（NFI 大脇氏）

BWR 燃料の構造、材料及び燃料設計の基礎事項について講演された。また、燃料開発の変遷と合わせて今後の燃料開発の方向性に関して紹介がなされた。



NFI 大脇氏

基礎的な内容を中心とした本セッションでは、分かりやすく解説頂き、若手参加者から活発な質問があり好評であった。

【セッション2】国内燃料サイクルの取組み（座長：NFI 谷口氏）

◆J-MOX 燃料の製造技術について（JNFL：吉田氏）

J-MOX における国内 MOX 燃料の製造工程、燃料製造技術確立のための確証試験概要について講演がなされた。仏国 AREVA 社から導入した粉末混合技術(MIMAS 法)の国内で用いるマイクロ波加熱直接脱硝法により製造された MH-MOX 粉末への適合性確認、運転条件の選定プロセスについて紹介された。



JNFL 吉田氏

今回のセミナーテーマである核燃料サイクルの一部として MOX 燃料製造について説明を行った。若手からの活発な質問があった他、ベテランからの助言がなされる場面もあった。

【セッション3】国内燃料サイクルの取組み(2)（座長：JNFL 日山氏）

◆使用済み核燃料再処理技術について（JNFL：藤野氏）

再処理の工程、アクティブ試験の状況、新規制基準対応の状況等について講演がなされた。また、自身の放射線管理員としての経験談を交えながら東日本大震災当時の状況等について紹介がなされた。



JNFL 藤野氏

◆ウラン濃縮事業の概要（JNFL：分枝氏）



JNFL 分枝氏

ウラン濃縮の仕組み、濃縮工場における安全対策、新型遠心分離機の導入状況について講演がなされた。回転胴に複合材料を用いた新型遠心分離機により分離能力が従来の 4~5 倍となり、また、長期運転が可能になったこと等が紹介された。

本セッションの報告は次ページへ続く

◆高レベル放射性廃液ガラス固化技術の現状と開発状況（JNFL:兼平氏）

ガラス固化技術の概要、アクティブ試験の状況、ガラス溶融炉の開発等について講演がなされた。白金族の沈降、堆積による流下性能低下等を防止するために形状変更、加熱手段追加等の改良を施した新型ガラス溶融炉について紹介がなされた。



JNFL 兼平氏

◆高レベル廃棄物の貯蔵技術について（JNFL：笠島氏）



JNFL 笠島氏

海外から返還されたガラス固化体の受入実績、ガラス固化体貯蔵設備の概要等について講演がなされた。ガラス固化体は、容器の腐食や冷却機能喪失を考慮して間接自然冷却貯蔵方式を採用していること等について紹介がなされた。

本セッションでは日本原燃の担う核燃料サイクルに関する事業について講演がなされた。講演前日に実際の施設を見学したことで理解が深まったとの声が聞かれた。

【セッション4】分離変換関連トピックス（座長：NDC 伊藤氏）

◆分離変換技術について（JAEA：湊氏）

放射性廃棄物処分の負担軽減を目的とした分離変換技術について講演頂いた。分離変換技術開発の例として高速炉で用いるマイナーアクチニド含有MOX燃料の製造やふるまい評価について紹介がなされた。分離変換の導入により地層処分場の面積を1/4から1/100（長期貯蔵の場合）まで低減できるとのことであった。



JAEA 湊氏

本セッションでは前部会長の湊氏から分離変換技術について講演頂いた。若手を中心に多くの質問がなされ、盛況であった。

【セッション5】再稼働・安全性向上・廃炉に向けた取り組み（座長：中部電力 原田氏）

◆福島第一原子力発電所の取り組み（東京電力HD：山内氏）

福島第一原子力発電所における使用済燃料プールからの燃料取り出し、格納容器内部調査の状況、汚染水対策等について講演頂いた。格納容器内部調査の状況として、自走式調査装置で撮影された画像等によりグレーチングの変形や堆積物の様子が紹介された。また、サブドレンからの地下水のくみ上げ、陸側遮水壁等の対策により建屋への流入量が低減する等、一定の効果が見られているとのことであった。



東電HD 山内氏

本セッションの報告は次ページへ続く

◆原子力発電所の長期運転への対応について（関西電力：南氏）



原子力発電所の60年運転を想定した高経年化への対応、安全性の評価等について講演頂いた。高経年化への対応として、配管取替・溶接部の補修といった予防保全に加え、取替困難である原子炉容器、原子炉格納容器、コンクリート構造物については特別点検を実施し、劣化状況を確認することで健全性を評価しているとのことであった。

関西電力 南氏

本セッションではニュースでも話題となっている福島第一発電所や原子炉の長期運転がテーマであり参加者の興味も大きく、活発な議論がなされた。

【セッション6】核燃料部会奨励賞 記念講演（座長：NDC 伊藤氏）

◆高速炉用燃料被覆管材と Cs-Te 化合物の化学的相互作用に関する研究（JAEA 佐々木氏）

高速炉用燃料被覆管材の腐食メカニズムに関して講演頂いた。Cs-Te 腐食がクロム炭化物の粒界分布に沿って進展することを実験的に示し、クロム炭化物の粒界分布を低減することでFP腐食を抑制できる可能性があるとのことであった。



JAEA 佐々木氏

◆原子燃料被覆管用 Zr-Nb-Mo 合金の開発に関する研究（東京大学：楊氏）

燃料被覆管の高性能化を目的とした、Mo 添加による新合金の開発について講演頂いた。Mo の添加が Zr 系合金の機械特性に及ぼす影響について、析出挙動や微細組織の観察等から定性的、定量的に明らかにしたとのことであった。



東京大学 楊氏

本セッションは核燃料部会奨励賞を受賞された講演であり、多くの研究者から質問がなされ、活発な議論が行われた。



講演中の様子

【ポスターセッション】

ポスターセッションでは下記3タイトルのポスター発表があり、うち2名が学生の発表であった。今年度は事前に15分の概要プレゼンタイムを設けたため、ポスターセッションでは序盤から活発な質疑応答がなされた。

セミナー参加者による投票の結果、次の方に最優秀賞、優秀賞が贈られた。

<最優秀賞>

- ・固体表面における液体 CsI の濡れ挙動検証（阪大 石井氏）

<優秀賞>

- ・X線小角散乱法によるジルコニウム水酸化物沈殿の測定（京大 中嶋氏）
- ・レーザー表面融解法を用いた核燃料の融点評価装置の開発（JAEA 原田氏）



ポスターセッションの様子



最優秀賞受賞の石井氏と伊藤福邸会長

■見学会（日本原燃 再処理施設）

初日の7月5日(水)に、六ヶ所村の日本原燃再処理施設見学会を開催し、20名の方に参加頂いた。見学会では最初に再処理施設の中央制御室、使用済燃料貯蔵プール、ガラス固化体貯蔵施設を見学した。その後2班に分かれ、日本原燃技術開発研究所または六ヶ所原燃PRセンターを見学した。参加者の興味を引く施設が多く盛況であった。

■謝辞

今回のセミナー事務局は、京都大学及び日本原燃が担当いたしました。運営に関しまして、行き届かない点があったと存じますが、皆様方のご協力により、無事に終わることができました。ご多忙中にもかかわらず講師を快くお引き受けいただいた方々、座長の方々、セミナーに参加いただきました方々、ならびに本セミナーの開催にあたりご協力いただきました方々に、この場をお借りして心より御礼申し上げます。

以上

平成 29 年 7 月 6 日
運営小委員会承認

【核燃料部会情報メール】について

日本原子力学会 核燃料部会では、部会員へ各種情報を連絡するため【核燃料部会情報メール】を開設しています。このシステムは「さくらインターネット」のメーリングリストを利用しています。部会入会時に e-mail アドレスを記入された部会員には、この情報メールが配信されます。

1. 情報メールへの登録を希望される方へ

- ・ 部会に入会したがまだ配信されない。
- ・ 以前からの部会員だが配信されない。
- ・ 入会時の e-mail アドレスを変更した。

以上のような方で情報メールへの登録を希望される方は、日本原子力学会会員番号、氏名、所属、e-mail アドレスを情報メールの管理者（以下、管理者と称す）< admin@nfaesj.sakura.ne.jp >までご連絡下さい。部会員である事が確認され次第、登録を行います。

2. 情報メールから退会を希望される方へ

退会を希望される方は、氏名と e-mail アドレスを管理者< admin@nfaesj.sakura.ne.jp >にご連絡ください。管理者が退会の手続きを取ります。

3. 情報メールの配信

(1) 配信者

原則として、情報メールの配信者は、管理者に限定します。

配信者以外の核燃料部会員が情報メールを配信したい場合は、運営小委員会の庶務幹事または管理者< admin@nfaesj.sakura.ne.jp >に連絡して下さい。庶務幹事より（管理者に連絡があった場合は庶務幹事を経て）部会長等の了解を得て、管理者にメール配信を依頼します。

(2) 情報を配信する際の注意事項

部会員からの回答を要する案件については、ホームページで案内をすることとし、情報メールではホームページへ掲載したことの案内のみを配信して下さい。この場合、回答先をホームページに掲載して下さい。

4. 配信メールへの返信

受信者は、配信された情報メールに返信しないでください。万一、そのまま返信すると、全登録者へ配信されます。

5. 管理者への質問・連絡

退会できないとか、情報メールそのものについての質問など、管理者に連絡したいときは、管理者< admin@nfaesj.sakura.ne.jp >宛てにメールを送ってください。

なお、管理者はボランティアが担当しており、返信には時間を要するかも知れませんがご容赦下さい。

以上

VI 部会規約

平成 30 年 1 月 26 日
核燃料部会運営小委員会改定

核燃料部会 部会賞実施要領

1. 目的

本要領は、核燃料部会部会賞（以下、部会賞という）の贈呈にあたり、核燃料部会部会賞表彰細則（1002-03-02）（以下、細則という）の詳細を定めることを目的とする。

2. 賞の種類

- 1) 部会賞の種類は、当面の間、核燃料部会奨励賞（以下、奨励賞という）と核燃料部会学会講演賞（以下、講演賞という）とし、必要に応じて適宜改定する。
- 2) 細則第 3 条に基づき、原則として毎年 1 回授与する。ただし、相応しい成果や貢献がない場合は、部会賞は授与しないものとする。

3. 奨励賞と講演賞

- 1) 奨励賞は、原子力平和利用を目的とした核燃料工学に関する学術および技術上の優秀な成果を対象とし、これをなした核燃料部会員に授与する。
- 2) 奨励賞は、将来の活躍が期待される若手研究者（原則、当該年度の 4 月 1 日現在において 42 歳以下とする）により核燃料工学に関する国際会議論文集や学術誌、技術誌に掲載された成果を対象とする。
- 3) 奨励賞の授与は選考評価委員による評価が所定のレベル以上であったものとする。
- 4) 講演賞は、原子力平和利用を目的とした核燃料工学に関する学術および技術上の学会における優秀な口頭発表（登壇者）を対象とし、これをなした核燃料部会員に授与する。
- 5) 講演賞は、将来の活躍が期待される若手研究者（原則、講演実施時点において 35 歳以下とする）による、核燃料工学に関して前年度の原子力学会の「春の年会」、当該年度の「秋の大会」での口頭発表を対象とする。
- 6) 講演賞の授与は前年度の「春の年会」および当該年度の「秋の大会」を対象とする。

4. 本賞と副賞

部会賞の受賞者には、本賞のみを贈呈する。

5. 部会賞選考小委員会

- 1) 細則第 4 条 2 項の規定に基づき、運営小委員会のもとに部会賞選考小委員会（以下、選考小委員会という）を置く。
- 2) 選考小委員会は、部会賞受賞候補者を選考し、運営小委員会に提案することを任務とする。
- 3) 選考小委員会は、委員長、副委員長、委員および幹事（以下、委員等という）をもって

組織する。

- 4) 委員等は、原則として核燃料部会の運営小委員または企画小委員より選任するが、必要に応じ学識経験者を追加することができる。ただし、受賞候補者及び推薦者は委員等になることはできない。
- 5) 委員長は副部長の中から選任する。委員等の委嘱は部長がおこなう。
- 6) 委員長は必要に応じて選考小委員会を開催して会務を総括し、幹事は委員長を補佐して会務を整理する。委員長に事故ある時は、副委員長がその職務を代理する。

6. 募集方法

- 1) 選考小委員会は、核燃料部会ホームページ、核燃料部会電子メールにより奨励賞及び講演賞を公告して、部会員に周知する。また、核燃料部会員に奨励賞受賞候補者の推薦、ならびに講演賞受賞候補者の事前登録を求める。
- 2) 部長は、奨励賞受賞候補者を推薦することができる。
- 3) 講演賞については、登壇者もしくは共同発表者による事前登録制とする。

7. 奨励賞推薦方法及び講演賞事前登録方法

- 1) 核燃料部会員は、奨励賞受賞候補者を推薦する場合、対象とする成果もしくは貢献の内容、推薦理由等を記載した推薦書1通および関連する参考資料を添えて幹事へ送付する。
- 2) 核燃料部会員は、講演賞受賞候補者を事前登録する場合、対象とする原子力学会の春の年会、あるいは秋の大会における核燃料工学に関する発表について、口頭発表者名、口頭発表者の発表時点での年齢、分類項目、発表タイトル等を、対象年会あるいは大会の事前に幹事へ送付する。

8. 選考方法

- 1) 選考小委員会は推薦のあった奨励賞受賞候補者について、提出された推薦書および関連する参考資料に基づいて奨励賞の選考をおこなう。
- 2) 選考小委員会は事前登録のあった講演賞受賞候補者について、核燃料部会運営小委員会適当と認めた学会出席の運営小委員または核燃料部会員からなる評価者の評価結果に基づいて講演賞の選考を行う。
- 3) 選考小委員会は、選考結果を踏まえて評価書を作成し、選考小委員会を開催して内容を審議した上で、運営小委員会に提出する。
- 4) 運営小委員会は、選考小委員会の報告を審議して、受賞者を決定する。

9. その他

この要領に定めるもののほか、選考小委員会の運営に関し必要な事項は、選考小委員会の定めるところによる。

10. 改定

本要領の改定は、運営小委員会が決定し、核燃料部会全体会議に報告するものとする。

附則

1 平成 24 年 4 月 23 日核燃料部会全体会議制定，同日施行

2 改定履歴

- ① 平成 24 年 4 月 23 日 核燃料部会全体会議制定
- ② 平成 26 年 6 月 13 日 核燃料部会全体会議改定
- ③ 平成 27 年 9 月 30 日 核燃料部会全体会議改定
- ④ 平成 28 年 8 月 31 日 核燃料部会全体会議改定
- ⑤ 平成 29 年 6 月 19 日 核燃料部会運営小委員会改定
- ⑥ 平成 30 年 1 月 26 日 核燃料部会運営小委員会改定

核燃料部会「学会講演賞」調査表（例）

〇〇〇〇年度原子力学会年会・大会 核燃料工学セッション 〇
〇月 〇日 セッション名称：

座長氏名：〇〇 〇〇

事前登録者氏名：〇〇 〇〇

講演タイトル： 〇〇〇・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

評価

1. PC等事前準備	劣る	平均	優れる
2. 講演内容			
2-1 講演の構成（論理性）	劣る	平均	優れる
2-2 口調、発声の判り易さ	劣る	平均	優れる
2-3 投射映像の判り易さ	劣る	平均	優れる
2-4 真摯さ	劣る	平均	優れる
3. 持ち時間の厳守	劣る	平均	優れる

総合評価

学会講演賞に

推薦する

推薦しない

参考資料

原子力学会口頭発表の表彰取扱状況

部会	表彰方式	年齢制限	表彰時期	表彰数	備考
炉物理	部会賞に口頭発表を含める	35歳以下	全体会議	3名/年以内	選考小委員会
BE	優秀講演賞		適宜	1件/1行事	表彰小委員会
熱流動	優秀講演賞		行事毎	年会、大会3名程度	表彰小委員会
放射線工学	若手奨励賞	35歳以下	夏期セミナー	3名/年	夏期セミナー発表が条件、選考小委員会
加速器・ビーム工学	優秀講演賞		全体会議	年会、大会各1件程度	事前登録要、選考小委員会
社会・環境	部会賞に講演会講演を含める		年会又は大会		運営小委員会
保険物理・環境科学	奨励賞(年会、大会での発表対象)	学生、若手	年会(大会でも可)		表彰選考小委員会
核データ	奨励賞(年会、大会での発表含む)	40歳未満	大会全体会議	2名/年以下	選考小委員会
材料	部会賞に口頭発表を含める	39歳以下	全体会議	3名/年以内	選考小委員会
再処理・リサイクル	優秀講演賞		適宜		学生は部会員でなくともOK、表彰小委員会
計算科学技術	学生優秀講演賞	学生	全体会議	年会、大会4名程度	表彰小委員会
核燃料部会(従前)	部会賞に口頭発表を含める	42歳以下	年会又は大会		選考小委員会
核燃料部会(改定案)	学会講演賞	35歳以下	全体会議	年会、大会各1件程度	事前登録要、選考小委員会

VII 編集後記

核燃料部会報第53-1号(夏版)を会員の皆様にお届け致します。

執筆者の方々におかれましては、ご多忙の折に記事の執筆を快諾して頂き、心より感謝申し上げます。また、運営小委員会の皆様や、情報の提供や執筆者間の調整等でご協力頂いた皆様につきましてもこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。

さて、今回の部会報では2017年度の核燃料関連部会の活動を中心にお届けしております。

2017年の秋は日本・韓国で多くの国際会議が開催され、当部会報には韓国済州島開催の「WRFPM2017」及び「第3回 ANFC」、水戸開催の「HOTLAB2017」の報告を掲載しております。近場で開催の国際会議ということで日本からも多くの方々が参加されており、核燃料部会も大いに盛り上がったのではないかと思います。

電中研尾形様からは「燃料の性能と技術に関するワーキンググループ」(TWGFPT)の参加報告を頂いており、IAEA加盟国の核燃料関連の活動状況について貴重な情報が盛り込まれております。また、JAEAのMiradji様、Jiazhan様からは日本での研究・日常生活についての所感を英文記事で寄稿頂いております。国内活動の報告としては2017年秋の大会の企画セッションと第30回夏期セミナーの報告を掲載しております。

核燃料部会の皆様にとって関心の高い内容が盛りだくさんとなっておりますので、ぜひご一読頂けたらと思います。

今回の53-1号の発行については編集の都合により例年より遅くなってしまい申し訳ございません。次回の部会報は、2018年夏ごろの発行を予定しており、内容的に充実したものとなるように努めて行きたいと考えておりますので、ご意見やご要望、あるいは投稿などがございましたら、ご連絡いただければ幸いです。

2017年度部会報担当

四国電力(株)原子力本部 原子燃料部 大矢 賢太郎

メールアドレス: ooya16121@yonden.co.jp

電話番号: 087-821-5061 (代表)