

# 核 燃 料

2025 年 12 月発行

No.61-1 (通巻)

## 目 次

### I. 企画セッション

- 日本原子力学会 2025 年秋の大会 企画セッション報告  
「Advanced Technology Fuels (ATFs) の最近の展開について」  
.....福田 龍 (三菱重工業株式会社) 1

### II. 特別寄稿

- 2025 年秋の大会 核燃料部会賞 (学会講演賞) を受賞して  
.....下出 李英 (MHI 原子力研究開発株式会社) 4

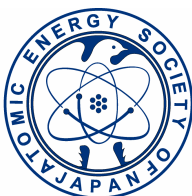
### III. 国際会議紹介

- 「TopFuel 2025」の報告  
.....モハマド アフィカ、垣内 一雄、谷口 良徳、廣岡 瞬  
(日本原子力研究開発機構)  
坂本 寛 (日本核燃料開発株式会社)  
中森 文博 (電力中央研究所) 6

### IV. 夏期セミナー報告

- 2025 年度「第 34 回核燃料・夏期セミナー」開催報告  
.....八田 一甫、生澤 佳久  
(株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン) 13

- V. 編集後記 ..... 21



## I. 企画セッション

### 日本原子力学会 2025 年秋の大会 企画セッション報告 「Advanced Technology Fuels (ATFs) の最近の展開について」

福田 龍（三菱重工業株式会社）

近年、事故耐性燃料の開発研究が世界的に盛んになっている。事故耐性燃料を含む Advanced Technology Fuel (ATF) については、基礎、基盤研究から実用化研究、規制研究及び実機用製品開発等の活動が日本でも活発になっており、多くのステークホルダーが関与している。ATF に関しては、核燃料部会における核燃料ロードマップのローリング検討が現在進行中である。また、ATF 開発に有用な Phenomena Identification Ranking Table (PIRT) とこれに基づいた技術成熟度評価 (TRL) については、標準委員会システム安全専門部会炉心燃料分科会にて検討が進んでいる。また、近年では東京大学及び JAEA 主催の「事故耐性燃料開発に関するワークショップ (ATF ワークショップ)」が開催され、この成果を踏まえて ATF プラットフォームの新設に向けた動きが進み、開発機関、規制機関、研究機関及び学術機関といった全てのステークホルダーが公平な立場で議論する場が創成されつつある。

本企画セッションは、これらを俯瞰した複数の活動について最新の情報をまとめ、学会における開けた議論を通して ATF が目指すべき方向性を共有するべく企画されたものである。なお、議論の目的をある程度絞るため、対象とする炉型は現行軽水炉をベースとした。

核燃料部会企画セッションは、2025 年 9 月 11 日(木)の午後、90 分にわたって北九州北九州国際会議場にて行われた。出席者は 50～60 名程度で、会場に収まりきらないほどであった。



総合討論の様子

最初に、東京大学の阿部教授を座長とし、ATFの最近の展開について以下4件の活動を報告する形で講演がなされた。

(1) ATFに関する最新の国内検討状況

東京大学 阿部 弘亨 氏

(2) 核燃料部会軽水炉燃料の安全高度化ロードマップ更新ワーキングの活動

三菱重工業 福田 龍

(3) 標準委員会活動（事故耐性燃料技術レポート）

関西電力 荻田 利幸 氏

(4) ATFプラットフォームの創設と炉心の未来

JAEA 山下 真一郎 氏

続いての登壇者による意見交換では、主な議論の視点として次の2点を挙げ、総合討論への橋渡しを実施した。

視点1: ATFの実用化のための動機付け（SA以外のメリット、経済性と両立し得る導入ターゲット（5%超濃縮度も視野に入れた炉心運用高度化等））

視点2: 日本全体として開発・実用化を進めていく燃料とするための課題（開発の体制、データベース・プラットフォームの拡充と共有、製造コストアップへの対処等）

引き続き、上記視点も踏まえつつ、登壇者及び聴講者にて総合討論を実施した。以下のような意見が出され、活発な議論が展開された。

- ・クロムージルカロイは現行燃料の改良という短期のターゲットであるのに対して、SiCは長期ターゲットであり、夢のある話とも言える。プラットフォームで設けるサブWGごとに適切なマイルストーンを定めていくことが必要ではないか。

→ロードマップでは導入シナリオで動機付けし、これをプラットフォームのサブWGに渡す。視点2に関連するが、新燃料はコストがかかるので、電力の導入インセンティブも重要。

→ニーズとシーズ、コストとベネフィットの評価は重要。ただ、時間スケールについては、中長期を見据えて技術開発を進めるメーカーと、電気料金の観点から短期的な視点になる電力とでは乖離が生じるので、この乖離をカバーするための学会の活動に期待する。

- ・ロードマップでは、研究開発の観点で短期、中期、長期とタイムラインを引いている。それぞれの材料で、どこで区切るのが一番良いのかといった議論ができるとういと思う。
- ・ATFを目玉として、燃料分野を元気にしようとか、これからの若手がワクワクしながら社会へ入ってくれる業界にしていくというところに共感する。か

つては、燃料の高燃焼度化やMOXの導入という大きなインセンティブがあって、それに産業界、学术界、規制がそれぞれ取り組むというポジティブなサイクルが回っていた。現状はそうではない。先を見据えた活動が必要。

→今回紹介した活動は全てボランティアベースなので、皆が少しずつ上手くエネルギーを注入して発展させていきたい。

→ポジティブアプローチとしては、環境整備するのが良い。クロム-ジルカロイでスタートアップを立ち上げる等考えても良いのではないかな。

- 原子力の研究開発は10年～20年かかるもので、短期的視点のみに囚われると閉塞感が出てきてしまう。プラットフォームやロードマップの中で課題とターゲットを明確にし、人材育成につなげてほしい。
- 研究でRIや核燃料物質を取り扱える環境がなくなっている。研究施設は学生に門戸を開く重要な基盤であることから、自由に照射ができて自由に観察ができる研究体制を存続させることが望まれる。
- ATFという新しい概念が出てくるのは、燃料分野では久しぶりのこと。皆が勉強し直す良い機会であると思っている。規制側として一番気になるのは、Crコーティング燃料でもDBAを超えた炉心損傷後の挙動の影響が意外に見えていないこと。

冒頭に記載したとおり、当日は多くの出席者で会場は熱気に包まれた。ここ10年来、止まっていた時計の針を動かすことへの期待感の裏返しとも受け取れるのではないかと考える。この流れを本格化させるためにも、学会での場を中心としたオールジャパン体制で対応していくことの重要性を再認識する時間となった。

2025年12月3日記

## II. 特別寄稿

2025 年秋の大会 核燃料部会賞（学会講演賞）を受賞して

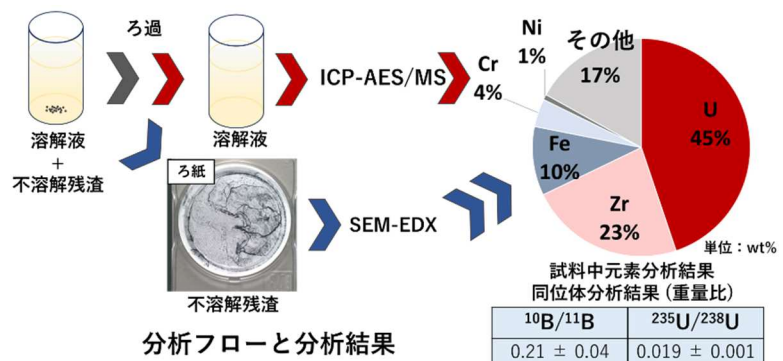
MHI 原子力研究開発株式会社

下出 李英

この度は、日本原子力学会 2025 年秋の大会での「福島第一原子力発電所 2 号機ペDESTAL内燃料デブリの分析（8）混酸溶解法による元素組成及び同位体比の分析」を核燃料部会賞（学会講演賞）に選出いただきまして、誠にありがとうございます。私自身、福島県出身で学生時代から原子力の安全性について考える機会がありましたが、原子力業界に入ってから日は浅く、弊社に入社して1年でこのような賞をいただきましたこと、ひとえに共著者はじめ関係者の皆様のご指導の賜物でございます。厚く御礼申し上げます。

福島第一原子力発電所（1F）における燃料デブリの取り出しや保管時の安全性評価、処理・処分の検討を進める上で燃料デブリの性状を把握することは重要な課題です。今回は 1F 2 号機から試験的に取り出された燃料デブリを対象とした分析のうち、混酸溶解法による溶解液分析及び固体分析について発表しました。

本研究では 1F にて初めて採取され構成成分の均一性が未知であり、難溶解性の物質も含む可能性のある燃料デブリ試料について、供試試料における分析結果の代表性をどのように担保するかという点が課題でした。当社で受け入れた燃料デブリ試料は 4～5mm 程度の微小な試料でしたが、ホットセル内の遠隔操作という制限下でも粉碎による試料のロスを抑え、試料の全てを粉碎、混合したものを分取することで成分の偏りなく溶解に供することができました。溶解についても想定される構成成分から混酸条件を検討し、2 回の溶解により溶解率の向上を図り、最終的に 95%以上の溶解率を得ました。今回の試料では溶解液の分析に加え、不溶解残渣について固体分析により組成分析を実施し、両結果を統合して供試試料の元素組成を取得しました。供試試料の元素組成と同位体比から、当社で分析を実施した燃料デブリは炉心溶融後に周囲や下部の構造材を巻き込みながら流れ落ちて生成し、また燃料成分が炉心の広い範囲で溶解し混合したという考察を得ました。



本研究により燃料デブリの生成過程の推定、炉内状況の把握に資する成果が得られたと考えております。この度の受賞を励みに、引き続き分析技術の向上と知見の拡充に取り組み、原子力の安全性向上に寄与してまいりますので、今後ともご指導・ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

本研究は経済産業省資源エネルギー庁「令和5年度開始廃炉・汚染水・処理水対策事業補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発）」事業の成果の一部です。

### Ⅲ. 国際会議紹介

#### 「TopFuel 2025」の報告



(TopFuel 2025 のウェブサイト<sup>[4]</sup>より引用)

モハマド アフィカ、垣内 一雄、谷口 良徳、廣岡 瞬  
(日本原子力研究開発機構)  
坂本 寛 (日本核燃料開発株式会社)  
中森 文博 (電力中央研究所)

#### 【概要】

2025年10月5日から9日、アメリカ原子力学会 (American Nuclear Society : ANS) の主催で TopFuel 2025 が、米国テネシー州ナッシュビルの Double Tree Hotel にて開催された。本国際会議は、原子燃料性能の最新動向に焦点を当て、民間研究機関、国立研究所、電力会社、大学及びメーカーなど産官学の専門家が一堂に会し、原子燃料の設計、モデリング、安全性などに関する最新の成果と新規技術を共有する場であった。スポンサーには9社/機関がつき、Platinum Level Sponsor は Framatome、GE Vernova Hitachi、Westinghouse Electric Company (App での掲載順) であった。

今回の会議テーマである「Fueling the Future - Building on Our Legacy (未来への燃料供給 — 過去の遺産の上に築く)」は、これまでの軽水炉 (LWR) 燃料の経験と、次世代炉システムに求められる新たな技術革新とを結びつけるという目的を示している。プログラムでは、既存技術の進化と、将来の原子力発電を支えるための革新技术との両立が重視されていた。そのため、非軽水炉燃料の発表も多く見受けられた。

TopFuel 2025 では、燃料性能と信頼性、被覆管材料と劣化挙動、耐事故性燃料 (ATF) 及び先進燃料、燃料製造と加工技術及び熱機械的挙動のモデリングとシミュレーションなど、幅広い分野を網羅する包括的な技術セッションが実施された。さらに、過渡挙動 (トランジェント挙動)、燃料サイクル最適化、使用済燃料管理

など、燃料の設計から運転、保管・輸送までのライフサイクル全体が議論の対象となった。

今回の会議では、8つの技術セッションが複数トラックで実施され、最新の燃料集合体や燃料設計及び作製技術である ATRIUM、TRITON11、GNF4、EnCore、アディティブ・マニファクチャリング（AM: 積層造形）、金属燃料、Cr コーティング被覆管などの 100 件以上の発表が行われた。また、参加者は 300 名以上とのことであった。日本からは、日本原子力研究開発機構（JAEA）から 5 名、電力中央研究所（CRIEPI）から 2 名、原子燃料工業株式会社、日立 GE ベルノバニュークリアエナジー株式会社、三菱重工業株式会社及び日本核燃料開発株式会社からの参加があった。

以下にセッション概要を纏める。

#### 【テクニカルセッション】

技術トラックは以下の 8 トラックであった。今回、「VIII. Advanced Reactor Fuel Designs and Performance」が新たに追加された。

- I. Operation and Experience
- II. Advances in Designs, Materials, and Manufacturing
- III. Evolutionary and Innovative Advanced Technology Fuels (ATF)
- IV. Modeling, Analysis, and Method
- V. Transient Fuel Behavior and Safety Related Issues
- VI. Used Fuel Storage, Transportation, and Re-Use Closed fuel cycles and strategies
- VII. Innovations in Experimental Methods, Instrumentation and Test Facilities
- VIII. Advanced Reactor Fuel Designs and Performance

各技術トラックは更にサブトラックに分かれて講演された。サブトラックの講演内容は以下のとおりである。なお、報告者らの都合により一部の講演内容の紹介は省略している。

#### 【Reliability & Fuel Assembly Technology】

Framatome から ATRIUM11 に関する発表がなされた。ATRIUM11 は上部タイププレートでもデブリを捕獲する設計で、逆にスペーサーは捕獲しても燃料棒から外れるように設計されている。チャンネルボックス材は Z4B( $\beta$ クエンチ材)で変形を低下させている。現在、米国では新燃料は全てこの設計とのことである。GNF から最新の燃料運用実績が報告された。現在は GNF2 と GNF3 が主流であり、2025 年に 2 件の破損があったがこれはデブリ破損と思われる。最近の燃料は、燃

料寿命初期 (BOL) では下部、燃料寿命末期 (EOL) では上部で出力が高くなる設計である。サーベイランス試験は ORNL、PNNL、Studsvik で実施している。新型燃料である GNF4 は GNF-Ziron ライナー被覆管、アルミナシリケートペレット、NSF チャンネルボックスであり、設計、材料共に最新のものとなっている。Westinghouse からは TRITON11 に関する発表がなされた。TRITON11 は HiFi 被覆管、ADOPT 燃料ペレット、低錫 ZIRLO チャンネルボックス、X-750 スペーサーを用いている。2019 年から装荷。Type-A と Type-B の 2 種類の設計があり、チャンネル曲がりほとんどなく、膨れも低減されている。燃料棒伸びは従来通り、酸化膜厚さは低減されている。タイプレートは AM 材に近い将来、標準になる予定とのこと。

### 【Accident Tolerant Fuel Programs & Deployment】

「ATF プログラム及び導入計画」では、D. Wachs 氏が米国エネルギー省 (DOE) の Accident Tolerant Fuels Program の進捗を報告し、先行照射試験の規制当局との調整、研究開発から商業化への移行段階について解説した。Zeses Karoutas 氏 (Westinghouse) は EnCore ATF 及び高エネルギー燃料プログラムの最新状況を紹介し、初期段階では Cr コーティング Zr 被覆管と ADOPT<sup>TM</sup>燃料ペレットの組合せに重点を置き、将来的には SiC 被覆管及び先進燃料の適用を目指していることを報告した。T. Garnier 氏 (Framatome) は PROtect E-ATF プログラムの成果を発表し、クロミア強化ペレット及び Cr コーティング燃料設計の実績と、今後の SiC ベース燃料への展開計画について述べた。

### 【Mechanical Behavior & Irradiation Testing】

新規被覆管材料の機械特性、照射挙動、適格性評価試験の進展が報告された。Sean Gonderman 氏 (General Atomics) は、SiGA<sup>®</sup> SiC 複合被覆管がアイダホ国立研究所 (INL) の ATR で 120 日間の照射試験を完了し、構造健全性を維持するとともに、SiC 同士の接合技術を加圧水条件下で検証し、量産化に向けて有望であると報告した。Delaney Stine 氏 (INL) は ATF 概念燃料の核分裂生成ガス放出挙動について発表し、クロミア添加 UO<sub>2</sub>ペレットと Cr コーティング Zr 被覆管が照射中の FP ガス放出を抑制し、安全裕度を向上させることを示した。M. Nedim Cinbiz 氏 (ORNL) は HFIR 照射済み Cr コーティング M5<sup>®</sup>被覆管の機械試験結果を示し、照射後も引張強度の 90%以上を維持し、延性低下は顕著でないことを確認した。Ben Garrison 氏 (Westinghouse) は非照射 Zr 合金被覆管の機械試験結果を報告し、将来の照射材試験に向けたホットセル試験システムの準備完了を報告した。これらの成果は、Cr コーティング Zr 合金が商業導入に近づいていること、及び SiGA<sup>®</sup>のような SiC ベース材料が長期的な ATF 候補として照射・認可段階へ進展していることを示している。

### 【Ballooning Behavior and RIA Analysis】

アイダホ国立研究所 (INL) から高燃焼度燃料を対象とした LOCA 試験の実施に向けた予備試験、とりわけ実験燃料棒と TREAT 炉の熱出力係数の検証や実験計装の性能確認等について報告がなされた。米国燃料挙動解析コード BISON や RELAP5 コードを用いた予備解析では、定常状態条件向けに開発されたモデルを使うと燃料被覆管ギャップの閉塞の程度について実験データと解析予測が合わないが、ペレット中心の測温データを用い、放射方向の燃料亀裂の発生を遅延させる修正モデルを導入したところ、両者がよく一致したとの結果が示された。

### 【Fuel Fragmentation & Thermal Behavior / Fuel-Coolant Interaction and Dispersal Behavior】

LOCA 時の FFRD (Fuel Fragmentation, Relocation and Dispersal) に関する報告として、スタズビックより“SCIP III Heating Tests and the Parametric Study of Fuel Fragmentation”と“A Double Heating Test and the Quest to Understand the Driving Force of Fuel Fragmentation”の2件の報告があった。FFRD を評価するため被覆管にスリット入り燃料試料を用いたペレット加熱試験が実施され、燃焼度 63 GWd/t 付近にペレット細片化のしきい値 (温度 750°C 以上) が存在することを明らかにした。また、高燃焼度燃料におけるペレット細片化の駆動力を明らかにするため、二段階加熱試験を実施し、その結果、ペレット細片化は FP ガス放出が主要因であることを示した。米国オークリッジ国立研究所 (ORNL) より、“Experiment to Investigate the On-set of Transient Fission Gas Release Under Simulated LOCA Conditions”との題目で LOCA 時の FP ガス放出開始温度とその量が燃料棒内圧と破損挙動に影響し、同内圧が高いほど FP ガス放出は抑制される傾向との報告があった。ソウル大学より、“Analysis of Fuel Dispersal Behavior through Integral LOCA and Separate Effect Tests”とのタイトルで、高燃焼度になるほどペレット細片化が顕著となり、破断口との相対寸法により飛散が決まる。特に、開口部と燃料粒径の比がペレット放出の主要な支配因子であり、ジャミング (細片化粒子が開口部付近で詰まっている状態) が発生するとペレット放出は大幅に抑制されるとの報告があった。

### 【Metallic Fuel Development and Modeling】

今回の TopFuel 2025 で新たに設けられた Track 8 Advanced Reactor Fuel Design and Performance に関しては、アイダホ国立研究所 (INL) から米国の高速炉用金属燃料の開発状況について 4 件のシリーズ発表があった。近年、Fuel Qualification の基盤技術開発とこれに必要な不足データの取得、燃料性能の拡張に重点を置いた 5 カ年計画が開始しており、具体的には、炉心温度及び燃焼度を上昇させるための基礎データの取得、FCCI を緩和させるための添加物入り燃料の検

討、高温クリープ強度が高い被覆管の開発などを進めていることが述べられた。また、EBR-IIで照射された金属燃料のPIEや照射挙動シミュレーションの報告や、金属燃料の製造についても報告があった。金属燃料製造に関しては、射出成型法(重力、押し出し、遠心)の比較が示され、押し出しと遠心による成型は製造速度の上昇が期待できるが、設備の複雑さと経験不足を克服する必要性が述べられた。また、Continuous castingと呼ばれる長い燃料スラグを製造する方法は、切断片の低減など大量生産に向いていると考えられている(実証はできていない)ことが示され、日本の高速炉燃料の製造技術において参考となる貴重な情報が得られた。

### 【Fuel Materials & Cladding Behavior】

本サブトラックでは①GNF-Ziron被覆管の最近の運転実績、②Nb添加PWR被覆管の水素吸収抑制メカニズムの評価、③ATFセラミックス燃料の熱機械的特性・クリープ挙動及び④新型Zr合金の照射損傷量と微細組織の関係に関して発表が行われた。この内④においては、ALVELが実施している商用VVERを用いた照射プログラムに関する紹介も行われた。six Material Cluster Assemblies(MCA)と呼ばれるVVERの制御棒スパイダを改造した試料照射治具を用いて、炉内照射を行うものである。これはMCAプログラムと呼ばれており、現在OECD/NEA国際プロジェクト「FIDES-II」で実施されているMCA-ATFに活かされているプログラムでもある。紹介された照射試料は、VVER用被覆管の合金であるE110の熱処理条件を変更したものであり、それぞれの照射後の微細構造をTEM観察したものであった。各熱処理条件と照射後に観察される照射誘起析出物の性状との関係が報告された。

### 【その他】

技術的内容に加え、TopFuel 2025は国際的なネットワーキング、協働、政策対話の場としても大きな価値を持つ。プレナリーセッション、テクニカルセッション、展示ブース、テクカルツアー、バンケットなどを通じ、幅広い分野での意見交換と連携強化が行われた。バンケットはWestinghouse Electric Companyがスポンサーを務め、Carina Onneby氏(Westinghouse Global Fuel Strategy & Product Management 担当副社長)の閉会挨拶とともに、開催地Nashvilleがカントリーミュージックの聖地ということもあってカントリーミュージックの生演奏があり、生演奏に合わせたダンスセッションも開催された。最後に、TopFuel 2026実行委員会事務局長である中森(電中研)によって、次回の日本・東京で開催されるTopFuel 2026(2026年10月12日から15日)の<sup>2)</sup>プロモーションが行われた。



参考文献

- [1] TopFuel 2025: Nuclear Reactor Fuel Performance Conference,  
<https://www.ans.org/meetings/topfuel2025/>  
(2025年12月5日アクセス)
- [2] TopFuel 2026,  
<https://web.apollon.nta.co.jp/topfuel2026/index.html>  
(2025年12月5日アクセス)

## IV. 夏期セミナー報告

### 2025 年度「第 34 回核燃料・夏期セミナー」開催報告

報告者：八田 一甫、生澤 佳久  
(株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン)

#### 1. はじめに

今回で 34 回目となった「核燃料・夏期セミナー」は、京都大学 複合原子力科学研究所にて、2025 年 8 月 5 日～8 月 6 日の日程で開催された。セミナーでは基調講演及び基礎講座の他、ポスターセッションが行われ、最終日には京都大学研究用原子炉 (KUR) の見学が行われた。以下より詳細について示す。

#### 2. セミナー概要

##### 2.1. 開催日程

2025 年 8 月 5 日(火)～6 日(水)

##### 2.2. 開催要領

開催場所 : 京都大学 複合原子力科学研究所事務棟 大会議室  
(<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>)  
(〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2 丁目)

見学会 : 京都大学 複合原子力科学研究所 京都大学研究用原子炉 (KUR)  
懇親会場所 : 本家さぬきや 熊取店

##### 2.3. 参加者

セミナー参加者の合計は 53 名 (講師の方を含む) で、見学会参加者は 26 名、懇親会参加者は 34 名であった。図 1 に集合写真を示す。また、参加者の内訳について図 2 に示す。



図 1 セミナー参加者の集合写真 (1 日目昼食前に撮影)

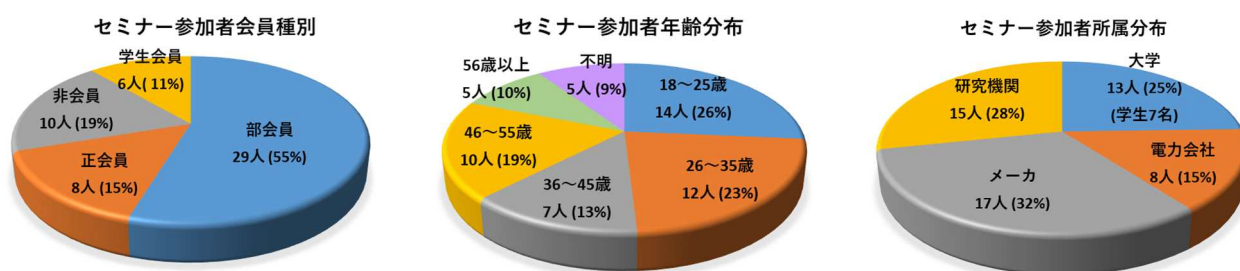


図2 セミナー参加者の内訳

## 2.4. プログラム

セミナープログラムを表1に示す。

表1 セミナープログラム (1/2)

日時	演目等	講演者等
1日目：2025年8月5日(火)		
9:00～9:10	開会の挨拶	部会長、副部会長
【燃料の基礎】(座長：東京都市大学 佐藤先生)		
9:15～9:50	PWR燃料設計について	佐藤 陽介 様 (NFI)
9:50～10:25	BWR燃料設計について	作花 拓 様 (NFI)
【1Fデブリ取出し・分析に関する講演】(座長：GNF-J 後藤)		
10:40～11:20	福島第一原子力発電所の事故進展と原子炉・格納容器・燃料デブリの状態について	鶴田 義昭 様 (東電HD)
11:20～12:00	JAEA大洗研における1F燃料デブリ分析の状況	前田 宏治 様 (JAEA)
【発電所における再稼働・安全対策等に関する講演】(座長：大阪大学 牟田先生)		
13:30～14:10	島根原子力発電所2号機 再稼働に向けた炉心燃料分野での取り組み	山本 秀樹 様 (中国電力)
14:10～14:50	伊方発電所における安全対策等について	西岡 楓賀 様 (四国電力)
【原子力学会 システム安全専門部会の活動に関する講演】(座長：GNF-J 徳島)		
15:05～15:45	炉心燃料分科会における新設計燃料の開発・導入を見据えた取り組み	天谷 政樹 様 (JAEA)
【大学における核燃料研究に関する講演】(座長：GNF-J 徳島)		
15:45～16:05	ハイパースペクトルイメージングによる1F炉内物質・燃料デブリの推定	牟田 浩明 様 (大阪大学)
16:05～16:25	ガス浮遊法による炉心溶融物の物性評価	大石 佑治 様 (大阪大学)
16:25～17:55	ポスターセッション (準備、表彰式含む)	
-----		
19:00～21:00	懇親会	本家さぬきや熊取店

表 1 セミナープログラム (2/2)

日 時	演 目 等	講 演 者 等
2 日目：2025 年 8 月 6 日(水)		
【燃料安全研究に関する講演】 (座長：電力中央研究所 尾形部会長)		
9:05 ~ 9:35	JAEA における最近の燃料安全研究について	垣内 一雄 様 (JAEA)
9:35 ~ 10:05	記念講演①:第 13 回(2024 年度)部会賞 (奨励賞) 高燃焼度添加物入り燃料の反応度事故時破損挙動に 関する研究	三原 武 様 (JAEA)
【その他、核燃料に関する講演】 (座長：三菱重工業 渡部副部会長)		
10:20 ~ 11:00	5%超 改め HALEU 燃料の炉心燃料運用について	山崎 正俊 様 (スタズビック・ジャパ ン)
11:00 ~ 11:40	京大複合原子力科学研究所の研究炉 (KUR・KUCA) について	三澤 毅 様 (京都大学)
11:40 ~ 12:00	記念講演②: 2024 年春の学会部会賞(学会講演賞) Nb 添加ジルコニウム合金の微細組織と元素分布に 及ぼす照射の影響 (7) 炉内照射 MDA 被覆管の酸化 膜界面近傍のATOMプローブ分析	中森 文博 様 (電中研)
12:15 ~ 12:25	閉会の挨拶	副部会長
-----		
13:30 ~ 15:30	見学会 (京大炉)	

### 3. 講演について

#### 【1 日目 (2025 年 8 月 5 日(火))】

尾形部会長(電中研)より、核燃料部会夏期セミナーの歴史と今後の期待を交え、閉会の挨拶がなされた。また、会場となった京都大学複合原子力科学研究所の所長でもある黒崎副部会長から、京都大学研究用原子炉 (KUR)の現状と、停止に伴うもんじゅサイトでの試験研究炉への期待について述べられた。

#### (1) 核燃料の基礎

佐藤氏 (NFI) より、PWR 燃料の基礎として、燃料開発の歴史や、設計基準、製造工程等に関する概要の講演をいただいた。また、燃料棒、燃料集合体の設計・評価手法について説明があった。

作花氏 (NFI) からは、BWR 燃料の基礎として、燃料開発の歴史や、設計基準、製造工程等に関する概要の講演をいただいた。加えて、10×10 型燃料や燃料信頼性向上の開発について説明があった。

#### (2) 1 F デブリ 取出し・分析に関する講演

鶴田氏 (東電 HD) より、福島第一原子力発電所の事故進展、原子炉・格納容器・燃料デブリの状態について講演をいただいた。事故進展の評価や、ミュオン測定に

よる RPV 内部の状況などについて紹介された。また、燃料デブリ分析により得られた知見の廃炉作業への期待について述べられた。

前田氏 (JAEA) からは、JAEA における燃料デブリの分析状況について講演をいただいた。昨年、福島第一原子力発電所 2 号機より採取された燃料デブリの分析状況について解説がなされ、燃料デブリの組成等についての質疑がなされた。

### (3) 発電所における再稼働・安全対策等に関する講演

山本氏 (中国電力) より、島根原子力発電所 2 号機の再稼働に向けた取り組みについて講演をいただいた。再稼働に係る主工程や炉心燃料分野の取り組みについて紹介され、停止期間中のプラントの維持管理についての質疑がなされた。

西岡氏 (四国電力) からは、伊方発電所の安全対策の取り組みについて講演をいただいた。自然災害等に備えた各種安全対策、設備の多重化・多様化、教育・訓練等に加え、乾式貯蔵施設の状況についても紹介がなされた。

### (4) 原子力学会 システム安全専門部会の活動に関する講演

天谷氏 (JAEA) より、原子力学会システム安全専門部会の活動として、ATF-WG、LUA-WG の活動内容とその成果について講演をいただいた。学会標準「原子力発電所における燃料の先行照射に係る実施基準」が、現在、発刊に向けた手続きが行われており、本学会標準による新設計燃料の導入に向けた効率化の可能性についての質疑があった。

### (5) 大学における核燃料研究に関する講演

牟田氏 (大阪大学) より、1F 炉内物質の遠隔推定手法として、ハイパースペクトルイメージング (HSI) を用いた手法の開発について講演をいただいた。現在、HSI 用教師データ取得を進めており、適切な教師データの取得、デブリ分別に適した判別アルゴリズム測定波長域の検討を進めている。会場からは、実機適用時における放射線影響による課題と、その対策について質疑があった。

大石氏 (大阪大学) からは、炉心溶融物の物性測定手法として開発しているガス浮遊法について講演をいただいた。ガス浮遊法を用いた物性測定の高精度化に向けた新手法 (スイープ共振法) について解説いただき、また、現在開発中のガス浮遊法を用いた周期加熱法による U-Zr-O 溶融物の熱伝導率評価についても紹介された。

## 【2 日目 (2025 年 8 月 6 日(水))】

### (6) 燃料安全研究に関する講演

垣内氏 (JAEA) から、LOCA 時を中心とした JAEA でのこれまでの燃料安全研究の成果に加え、最近の取り組みとして ATF 燃料の事故時挙動研究及び LOCA 時

の FFRD 挙動研究に関して講演をいただいた。会場からは、FFRD のデータのばらつきの要因や試料調整に関して質疑があった。

三原氏 (JAEA) からは、高燃焼度添加物入り燃料の反応度事故時破損挙動について講演をいただいた。従来の  $\text{UO}_2$  ペレットと比べ結晶粒を大粒径化した「ADOPT 燃料」においては、RIA 時の破損限界が従来よりも低く、照射中に生じた被覆管の水素化物配向と FP ガス放出に起因していることが紹介された。会場からは、被覆管の水素脆化や FP ガス放出についての質疑があった。

#### (7) その他、核燃料に関する講演

山崎氏 (スタズビック・ジャパン) より、炉心燃料管理の基礎、HALEU (High-Assay Low Enriched Uranium) 採用による効果、米国における動きについて講義をいただいた。日本で HALEU を導入する際の検討事項などについて質疑があった。

三澤氏 (京都大学) から、京都大学複合原子力科学研究所の歴史、KUR や KUCA の概要とこれまでの研究成果について講演をいただいた。KUR に使用される燃料の高濃縮ウランから低濃縮ウランへの変更や、今後 KUCA で使用される燃料として U-7Mo 燃料が開発されていることの紹介があった。

最後の講演として、中森氏 (電中研) から、アトムプローブを用いた MDA 被覆管の Nb 添加による水素吸収抑制メカニズムについて講演をいただいた。Nb ナノクラスターが、製造時に形成された Nb 系析出物の Zr 母相からの遅れ酸化と同様のメカニズムで、水素吸収の抑制に寄与していることが紹介された。会場からは、Nb 以外の添加物による寄与について質疑があった。

#### 4. ポスターセッションについて

ポスターセッションは1日目の講演終了後に開催され、7件の発表それぞれに対して活発な議論が行われた。また、「研究の内容」や「ポスターの見やすさ・構成」、「説明・質疑応答等の対応力」の観点から、部会委員10名の方による投票により、最優秀賞及び優秀賞の受賞者を決定した。

発表者と発表タイトルを表2に、受賞者を表2の下に示す。

表2 ポスターセッション発表者リスト

No.	所属	氏名	タイトル
1	電力中央研究所	樽見 直樹 様	事故耐性の高い長寿命型制御棒の開発
2	京都大学	孫 一帆 様	マテリアルズ・インフォマティクスと核燃料科学の融合：有望燃料 $U_2Ti$ 発見への道
3	大阪大学	村地 紳 様	Zr 水素化物の微細構造及び機械的特性評価
4	大阪大学	ソミュロークリス健 様	1F内の多孔質堆積物の形成メカニズム検討
5	福井大学	野志 勇介 様	FP セシウム閉じ込め性能を強化した高温ガス炉燃料の開発
6	福井大学	山下 京也 様	核燃料の溶融過程における構造変化の解明に向けた超高温その場観察技術の開発
7	東京都市大学	SUN JIALIN 様	Development of Sphere-Pac Metallic Fuel for SMR—Optimization of Sphere Particles and Thermal Conduction Experiments and Calculations—

#### ◆最優秀賞

- ・野志 勇介 様 (福井大学)

#### ◆優秀賞

- ・山下 京也 様 (福井大学)
- ・ソミュロークリス 健 様 (大阪大学)

#### 5. 懇親会・見学会について

1日目のポスターセッション終了後には本家さぬきや熊取店にて懇親会が開催され、若手とベテランまで所属会社の垣根を超えて懇親を深めることができた。

2日目の講演終了後の見学会では、2026年に運転終了が予定されている京都大学研究用原子炉(KUR)を見学させていただき、大変貴重な経験を得ることができた。

## 6. アンケート結果

参加者によるアンケートの結果を図3に示す。合計25名の方から回答をいただいた。

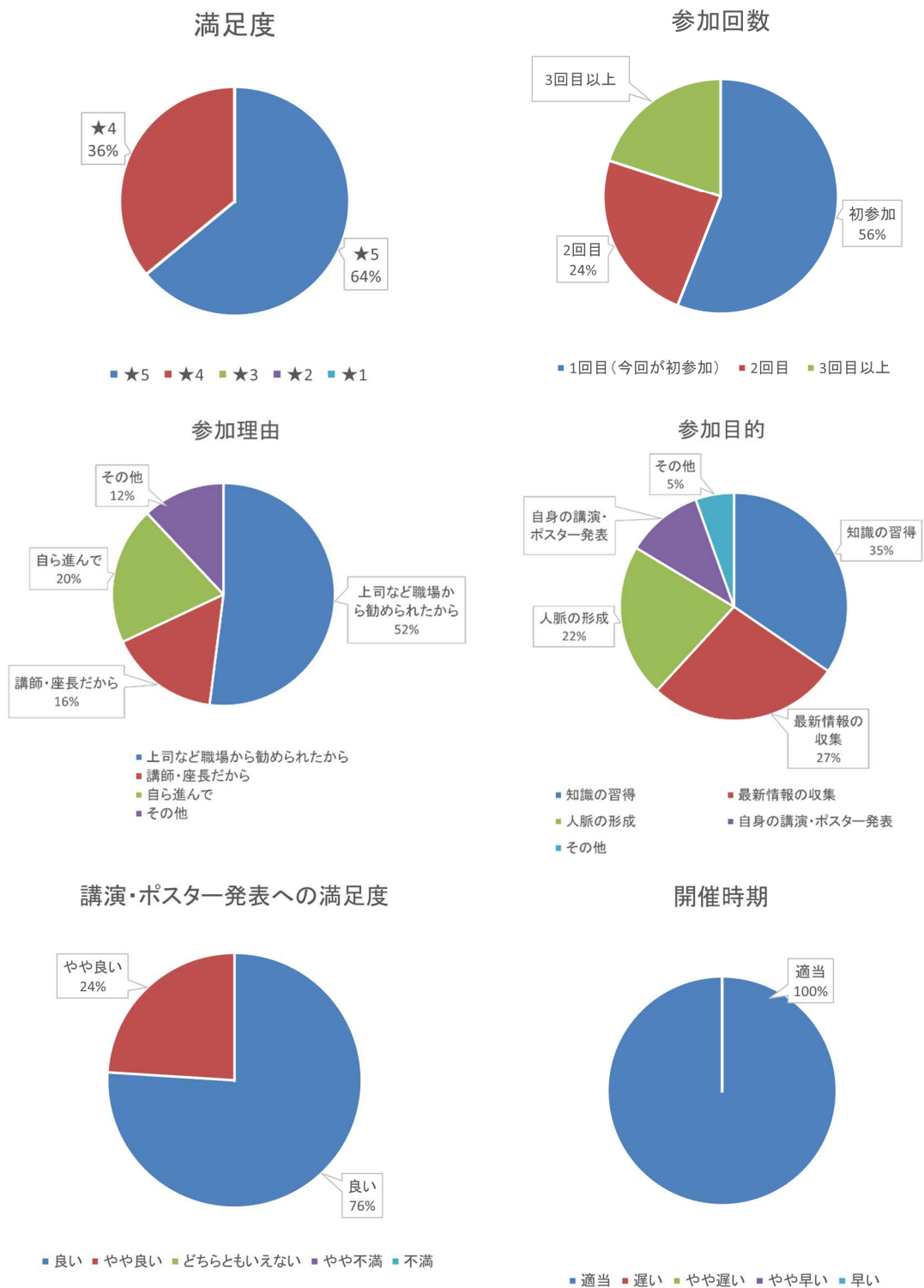
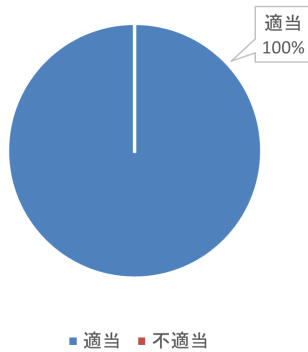
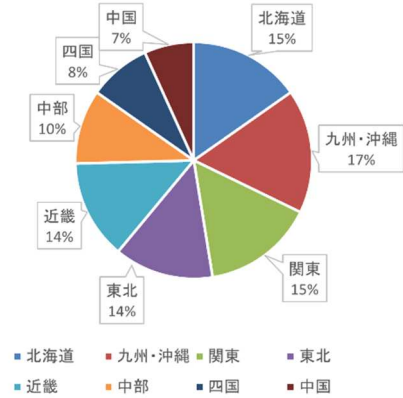


図3 セミナーアンケート結果 (1/2)

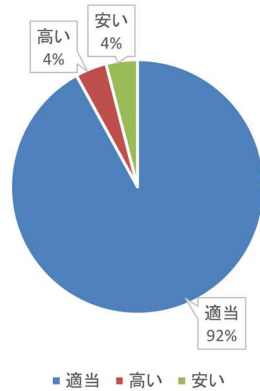
今回の開催場所



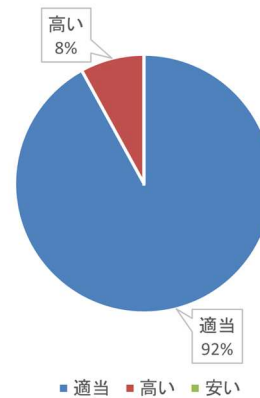
次回の開催地希望



セミナー参加費



懇親会費



見学ツアーの次回開催

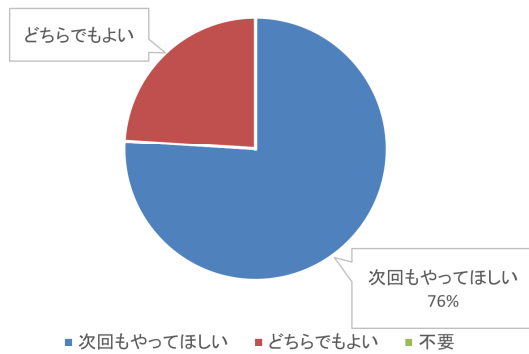


図3 セミナーアンケート結果 (2/2)

## 7. 謝辞

開会や閉会の挨拶をいただいた尾形部会長、黒崎副部会長及び渡部副部会長、並びにご講演、座長を引き受けてくださった方々及び参加者の皆さまに深く感謝を申し上げます。また、開催場所の提供と見学会にご協力いただいた京都大学複合原子力科学研究所の所員の皆様に、心よりお礼申し上げます。

## V. 編集後記

核燃料部会報第 61-1 号を会員の皆様にお届けいたします。

執筆者の方々には、お忙しいところ執筆のお願いに対して快くお引き受けいただきましたことを厚く御礼申し上げます。また、執筆者の推薦、調整等にご協力いただきました方々にも、併せて御礼申し上げます。

今回の部会報では、2025 年度上期の核燃料部会の取組みとして、日本原子力学会秋の大会の企画セッション、国際会議のご報告に加え、夏期セミナーの報告、核燃料部会賞受賞者の方からの記事を掲載しております。是非お読みいただければと思います。

2025 年度上期は、原子力の安全性向上と脱炭素社会への貢献を両立する動きが一層加速した時期でした。核燃料分野もその中心として重要な役割を担い、次の時代を見据えた挑戦が始まっています。秋の大会の企画セッションでのテーマともなりましたが、Advanced Technology Fuels (ATFs) に係る種々の取組みを加速するべく ATF プラットフォームが立ち上がるなど、新たな技術開発や人材育成の取組みも広がりを見せつつあり、業界全体に前向きな機運が感じられます。本会報が、会員の皆様の議論と交流を深める一助となれば幸いです。

次回の部会報は、2026 年 5～6 月頃の発行を予定しております。部会報担当として、充実した内容となるように努めて参りますので、今後とも皆様のご協力をお願いいたします。

2025 年度部会報担当：関西電力株式会社 田伏 薫彦  
メールアドレス：tabuse.shigehiko@a4.kepco.co.jp  
電話番号：080-8753-9553