

# 核 燃 料

2011年10月発行

No.47-1 (通巻)

## 目 次

|      |  |                                 |    |
|------|--|---------------------------------|----|
| I.   | 巻頭言  | 東京大学 岩田 修一                      | 1  |
| II.  | 国際会議紹介<br>軽水炉燃料の「2010 LWR Fuel Performance Meeting」国際会議の報告<br>…… 三菱商事(株) 安部田 貞昭、(独)原子力安全基盤機構 緒方 恵造、<br>原子燃料工業(株) 小野 慎二、日本核燃料開発(株) 坂本 寛、<br>三菱原子燃料(株) 佐藤 大樹、(独)日本原子力研究開発機構 杉山 智之、<br>原子燃料工業(株) 土内 義浩、日本核燃料開発(株) 松永 純治 |                                 | 4  |
| III. | 核燃料関係国際会議予定一覧  | January, 2011 -- December, 2011 | 13 |
| IV.  | 国際交流ニュース<br>研究紹介「ウラン含有セラミックスの作製と特性評価」  | 大阪大学 鄭 穎                        | 17 |
| V.   | 関係機関便り<br>グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン (GNF-J) の概要と近況<br>…… (株) グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン 草ヶ谷 和幸  |                                 | 19 |
| VI.  | ニュース<br>核燃料部会規約  |                                 | 21 |
| VII. | 編集後記   | 四国電力(株) 武田 高明                   | 23 |



想定外のスキマとカベ  
— 『古之学者為己、今之学者為人』 を超える —

岩田修一

今、日本の社会は 1000 年に一度という「大地震」・「大津波」・「大事故」を経験し、多くの人々が、石油や核エネルギーに支えられてきた現代文明の脆弱性を実感するとともに、技術と人間が強大なエネルギーをもつ自然の中で如何に弱々しい存在であるかを再認識している。学会という共通の場：コモンズは、こうした厳しい社会情勢の時こそ活用しなければならない場であり、それは、緊張感を持って、普遍的な真理の確認を基に、強い信頼関係、深い絆を再構築し、共通の目標へ向かって前進するためのアジェンダを共考するためにある。それでは核燃料部会という場：コモンズを、如何に活用すべきであろうか？

「古の学者は己がためにし、今の学者は人のためにす」と論語にある。学問を通して徳を得ることを勧め、他人に知られるために学問をすることを戒めた、と解釈されているが、孔子が、今、生きていたら何というだろうか？両方とも不合格と言われたいよう、今回の福島事故を教訓として、核エネルギーの安全に係わる内外の信頼回復を図り、人間の安全保障のための核エネルギー利用に向かつて新たなアジェンダを創出しなければならない。核燃料に関する学問の本質は何か？信頼回復に必要な徳目は何か？こうした疑問に正面から考えることを提案したい。

宇宙の歴史のコンテクストで考えれば、地球も生命も核エネルギーを消費しながら進化してきたと言える。化石燃料も自然エネルギーもこの大きなコンテクストの中での中間生成物であり、前者には資源ピーク、後者にはエネルギー密度という限界がある。3.11 以降、太陽エネルギーへの期待は大きいですが、原理的には大量のエネルギーの提供が不可能な技術であり、日照時間が長く、安定している、送電網を張ることが経済的でないとといった特定の地理的条件、用途でしか実用的な意味はない。それは、遥か遠方にある太陽という核融合エネルギーの発生装置と大地という生命の生産装置の間に、熱力学の法則に逆らって製錬・製造した物質から低効率でエネルギーを取り出すという本質的に無理の多いプロセスで、コストについてのホリスティックな評価を必要とする。この意味で、核エネルギーはエネルギー利用という視点では最も根源的な“自然”エ

エネルギーである。問題は、核分裂反応を加速すると制御の容易でない大量の放射性物質を生成することで、核エネルギーについても技術的な視点だけでなく社会経済的な課題解決が必要である。

以上の考え方を普遍化して、核燃料工学のミッション（使命）を、 $E=mc^2$ で表現される MeV オーダーのエネルギーを人工物の製造、利用、廃棄のための eV オーダーの素過程に合理的に分配に活用すること、と定義する。「核」と「人類」とのつき合いは始まったばかりで、この MeV-eV のエネルギーの散逸過程を人間の健康に被害を与えずに制御するための技術の完成には、なお、時間を必要とする。eV オーダーのエネルギー領域での反応が主体の化学エネルギーとは本質的に異なるリスクを伴う核エネルギーから価値を抽出するためには、社会全体が核に対する畏怖の念とエネルギーに関する価値観とを共有して正しく向き合う必要がある。安全で信頼できるエネルギー源として社会全体が核エネルギーを受け入れることができるかどうかは、不断の粘り強い議論を必要とするが、その前提条件は眼前の福島第一の事故の終息に至る経緯と技術力の拡充に大きく依存する。この機会に人類全体が知の総力をあげて、核のリスクと適正に付き合い、価値を活用するための新しい科学、技術、思想、哲学の構築が必要である。

歴史は社会の実情を過去の事実関係の連鎖で説明する。産業革命初期に英国の製鉄業が木炭から石炭の使用に転換したのも、敗戦後の日本で石炭産業が衰退し石炭が石油に駆逐されたのも、その後、石油が核エネルギーに少しずつ転換されたのも、科学的な合理性にのみ依存するものでなく、国家や国際エネルギー資本の高度な政治経済的な意思決定と軍事も含む戦略的な市場形成があったからである。その意味でエネルギー資源の動向は政治・経済・文化・技術と複雑に絡み合いながら進行し、その帰趨は複雑で、それまでの経緯や社会状況に依存する。核燃料に関与する専門家としては、この歴史を理解した上で、核に関する科学技術ヴィジョンの検討において社会に大きく先行する必要がある。つまり社会的なトレンドや意思決定あるいは問題点の指摘に後追いで反応するのではなく、核燃料のもつ価値の利用とリスクの制御に関するヴィジョンを社会に先行して提示し続ける必要がある。

例えば、原子力安全の確保に関しては、事業者による緊急時対応、自主保安と国による安全規制が、それぞれの役割に応じて的確に実施され、原子力の安全性の一層の向上が図られることが重要であるが、今回の福島事故では即応性

と透明性が不十分であった。つまり事故の進展に先行して、関連する膨大な知見が組織化し、活用することが十分にはできてはいなかった。この問題点はTMI事故の後でも指摘されたことであるが、今回もデータ、プログラム、論文、専門家の知見、能力の戦略的な統合は伝統的な手法に依るものであり、原理的には即応性、網羅性の高いデジタル技術を駆使したものではなかった。

専門性に関しては、“己がためにする研究”は、近年の社会的支援のおかげで充実しつつあるが、そうした先端的な研究のスキマを埋めることのできる優秀な人材、研究と産業の現場のカベを壊し実態を踏まえた実効性のある判断をなし得る人材を継続的に確保し、育成する教育体制、社会制度は十分でない。それは、経験の蓄積と専門家の努力によって解決され、半世紀を越える研究開発の歴史の中で安全確保に係わる明確な判断基準および同基準に基づく客観的で公正な判断、規制プロセスとして、逐次、制度化されてきた。しかしながら、自然や人工物のふるまいは連続的である。今回の厳しい経験を通して明らかになったことは、これまでの経験、知見を再構成し、そこにある“スキマ”と“カベ”を超克する新たな学問についての検討を開始する必要があることである。また、上流から下流に至る核燃料のライフサイクルについては、離散的なビジョンしか共有されていない。核についての二項対立を超えて連続的なアナログ像を確立するためには、“为己、為人”という考え方を脱却し、専門家が社会と一緒にあって核について共考することから始まる。

## II. 国際会議紹介

### 軽水炉燃料の「2010 LWR Fuel Performance Meeting」国際会議の報告

報告者（50音順）：

（三菱商事）安部田 貞昭、（JNES）緒方 恵造、（NFI）小野 慎二、（NFD）坂本 寛（取りまとめ）、（MNF）佐藤 大樹、（JAEA）杉山 智之、（NFI）土内 義浩、（NFD）松永 純治



国際会議会場



会場入口のマスコットオーム

2010年9月26日（日）から30日（木）まで米国フロリダ州オーランドのホテル（Hyatt Regency Grand Cypress）で「2010 LWR Fuel Performance Meeting」（以下、LWRFPMと称す）が開催された。基調講演は6件の発表があり、口頭発表103件、ポスター発表30件があり盛況であった。アジア/欧/米の17ヶ国の規制当局・電力・メーカ・大学・研究機関より220名強が参加した。日本からは、鳥羽部長（東電）、西川M（関電）、牟田助教（阪大）、JNES、JAEA、燃料メーカ/研究機関（GNF-J、NFI、MNF、NFD）から合計18名参加した。

#### 1. 基調講演（Opening Plenary）（安部田）

Plenary Sessionでは、「2010 LWR Fuel Performance Meeting」のGeneral Chairを担当した、GNFのWalsh氏（CEO of GNF）より、プログラムの概要紹介およびINPOの「2010年までのゼロリーク目標」の取り組みについて説明がなされた。燃料リークのある発電所はまだ全体の10%あり、目標に近づいてはいるがPWRでまだ引き続きグリッドフレッティング（G/F）による燃料リークが発生しているとのこと。Peterson氏（Exelon）からは、燃料トラブルを低減させるため、BWRではチャンネル変形、デブリ対策等、PWRではG/F等の対策に取り組んできているが、燃料リークは複合的に様々なことが結びついて発生していることから、改良燃料の取り組みも必要であり、また過去より多くを学び、近道をせずに取り組んでいくべきであるとの提言が示された。引き続き、鳥羽氏（東電）からは柏崎刈羽発電所において発生した設計値よりも2～3倍高い地震による発電所の損傷の状況および燃料健全性の検査結果について説明がなされた。また、柏崎発電所7号機における燃料リークは、調査の結果から地震とは全く関係がなくデブリによる燃料リークであったとの報告がなされた。Griffith氏（DOE）からは、DOEによるLWR研究のインフラ、炉心計測技術の改善およびPIE技術の改善等についての講演がなされた。Armijo氏（NRC）は、燃料ペレッ

ト欠けが原因の PCI (Pellet Clad Interaction) による燃料リークが Hoop Creek 発電所で 1990 年に初めて発見された後、最近でも PWR で Braidwood 1、2 号機と Byron2 号機の合計 3 基、BWR では 4 基の発電所で発見されており、ペレットチップを燃料検査で無くすことが重要である旨の講演があった。Savage 氏 (DOE) からは、現行軽水炉および改良炉心の燃料に関する研究開発についての講演があり、学術的なものをベースとして、試験・理論・モデル/シミュレーションにより工学規模の実証を行うアプローチについて説明がなされた。目標は、60 年以上の寿命延長、高経年化および高燃焼度化に向け技術基盤を提供することであり、DOE は産業界による LWR 燃料性能の改善をサポートする旨の説明がなされた。最後に Loewen 氏 (ANS) から、ゼロリークに向けてバランスを持った取り組みが必要である旨の説明がなされた。

## 2. 技術セッションとポスターセッション

技術セッションは、下記の Track で構成され 3 日間行われた。

Track-1 : Fuel Performance, Reliability and Operational Experience

Track-2 : Transient Fuel Behavior and Safety Related Issues

Track-3 : Advance in Water Reactor Nuclear Fuel Technology

Track-4 : Innovative Fuel Design and Core Management

Track-5 : Emerging Fuel Performance and Fuel Cycle Issues

また、ポスターセッションは 2 日目午後の技術セッションの後に行われた。

### Track 1.00: Fuel Performance, Reliability and Operational Experience

#### 1.01 Fuel Reliability and Experience-I(坂本)

米国 Auarius Services、スペイン ENUSA、アメリカ GNF、アメリカ AREVA、アメリカ WH から、それぞれ 1 件ずつの発表がなされた。Auarius Services からは、燃料設計に関するガイドラインについての総括がなされた。ENUSA は、PIC(スペイン語。英語では Coordinated Research Project )として、主に発電事業者側の燃料検査情報の共有、水化学やアップレートによる燃料への影響、破損データベースの構築などの取り組みについてのサーベランス結果を紹介した。現在、スペインの 5 発電所が加盟しており、今年度からはアップレートの準備を行うとのことであった。GNF からは 2005 年から” Defense in Depth Program” として取り組んでいる一連の改善、改良についての紹介がなされた。注力点として、デブリ、腐食、チャンネル曲がり、Duty related failure への対策であり、デブリに関しては下部タイプレートへのフィルター装着(Debris filter→Debris Shield→Defender)、チャンネル曲がりに関してはチャンネル材料の変更(Zry-2→Zry-4。将来的には新合金)を行っている、もしくは行う予定であることを紹介した。AREVA からは、Zero Tolerance for Failure として、グリッド-被覆管フレット対策、デブリフレット対策、端栓溶接の改良などが紹介された。それ以外にも、ペレットチャンファ形状の最適化、チャンネル材料の改良などにも取り組んでおり、BWR では ATRIUM™11 を新設計燃料として導入することであった。WH からは一つのプラントでの LUA だけからの新燃料データを用いた判断では必要十分な検証データが得られないとの指摘を行い、PWR では 19 プラント、BWR では 5 プ

ラントで広範囲な燃料検査を行い、検証データの質を向上させる取り組みについて紹介がなされた。

#### 1.01 Fuel Reliability and Experience-II (坂本)

韓国の KINS、アメリカの GNF、アメリカの AREVA、スペインの ENUSA から、それぞれ 1 件ずつの発表がなされた。KINS からは、さまざまな燃料設計で  $UO_2$  の熱伝導率への照射効果が入れられてなかったため、照射効果を入れた場合の PTM (Power To Melt) の計算のやり直しについて紹介がなされた。具体的な検証例として、SLB (Steam Line Break)、REA (Rod Ejection Accident) を取り上げていた。GNF からは Brunswick 原子炉 (BWR-4、2 年サイクル運転。アップレート 105%→120% 運転) での燃料破損低減活動について紹介がなされた。デブリ破損が主要な破損形態であり、その対策として、プラント設備の改良 (ストレーナーの追加、ワイヤーを曲げたタイプのガスケットの代替品の採用)、下部タイププレートのフィルター形状の変更が行われ、良好な結果が得られたことが報告された。AREVA からは ATRIUM™10 Evolution として、KATHY ループを用いた燃料安定性テスト、ボイド率計測の測定が紹介された。ENUSA からは、スペインの Vandellous II 炉の燃料高燃焼度化への取り組みとして、2000 年までに 4 体の PWR 燃料を集合体平均燃焼度 67.8GWd/t まで燃焼させ、その形状安定性についてのサイト検査結果について紹介がなされた。各部材に Zirlo 材料を用いることで燃料体、グリッドの伸びがともに低く抑えることができたことが報告された。

#### 1.02 Mixed Oxide Fuel Behavior (佐藤)

JNES より 1 件、JAEA より 1 件、AREVA グループより 2 件、ORNL より 1 件の発表があった。JNES からは高燃焼度 MOX 燃料の照射挙動について、JAEA からはふげん炉で照射した MOX 燃料の照射挙動データベースについて、AREVA グループおよび ORNL からはシリーズで軍事用 MOX の商業炉利用に向けた開発状況と照射挙動データについて、AREVA グループからは EU における EPR および ATMEA 炉での MOX 利用計画について紹介された。

#### 1.05 BWR and PWR Fuel Assembly Technology (安部田)

NFD、WH、GNF、ENUSA から計 5 件の発表があった。NFD からは XANES を用いて実施した GNF-Ziron (高 Fe Zry-2 合金) と VB (高 Fe・Cr 合金) の分析結果についての発表がなされた。WH からは、Optimized ZIRLO™ 材を使い 65.3GWd/t (燃料棒) まで照射された燃料棒と燃料構造部材の照射後試験結果についての報告がなされた。15X15 燃料の照射後試験について WH と ENUSA からそれぞれ報告がなされ、WH からは B&W タイプの 15X15 燃料の照射挙動、特に燃料棒とグリッドの磨耗の検査について、ENUSA からは 54GWd/t まで照射された ZIRLO™ 材の集合体構造部材の照射後試験結果について説明がなされた。GNF からは、2007 年から 2009 年にかけて行なわれた BWR 燃料のチャンネルと制御棒のインターフェイスについての検査結果が報告された。

#### 1.06 Corrosion, Crud and Cladding Behavior (坂本)

スペインの Iberdola、日本の NFD、米国の GNF、スイスの PSI、スウェーデンの Studsvik

から、それぞれ 1 件ずつの発表がなされた。Iberdola からは EPRI の Fuel Reliability Program として、GNF、WH、AREVA の BWR 燃料チャンネルの曲がりを、2004～2009 年にわたって測定した結果の報告がなされ、新燃料が制御棒挿入位置に配置される通常装荷パターンでは、シャドー腐食によるチャンネル曲がりの加速が生じることが報告された。NFD からは、燃料被覆管の水素脆化に関する基礎的な研究として Zr 合金中に析出している水素化物の DHC 破損における水素化物の破壊強度について、実験および理論面から評価した結果が報告された。GNF からは、BWR 燃料のチャンネル曲がりの原因の一つであるシャドー腐食についての、材料面からの改良効果についての炉内検証結果が報告され、Zry-2 と比較して鉄濃度を増加させた GNF-Ziron で明確な改良効果が認められたことが紹介された。PSI からは、BWR 燃料で特に問題となる CRUD の測定方法に関する報告がなされた。PSI では、長年 CRUD の評価に携わって来たとのことであるが、今回の報告は EPMA 更新により、像観察や元素分析がより高度に行えるようになった例として、照射燃料被覆管表面の CRUD 分析結果が紹介された。

#### 1.07 Fuel Failure Mechanisms(坂本)

ドイツの EnKK、チェコの Research Centre Řež、オーストリアの IAEA、アメリカの Southern Nuclear、スウェーデンの Studsvik、ロシアの Moskow Power Engineering 技術大学からそれぞれ 1 件の合計 6 件の発表がなされた。EnKK からは、ライナ管に対応した新たな PCI しきい曲線と炉内出力モニターを組み合わせた PCI 破損モニターについて KPPI で取り組んでいる内容について紹介がなされた。様々な燃料タイプに対応可能であり、かつ燃料体の各部をモニターできることが特徴である。Research Centre Řež からは、WWER-440、1000 型炉内での中性子束の不均一性についての確度の高いコードの開発を行うために、研究炉 LR-0 を用いて行った種々の測定結果が紹介された。IAEA からは、2009 年の TopFuel での発表から進展があった IAEA による軽水炉燃料の破損についてのレビューが紹介された。このレビューでは、炉型としては PWR、WWER、BWR、CANDU/PHWR、年度としては 1994 から 2006 年までをカバーしている。Southern Nuclear からは、実際に起こった燃料破損をいくつかの燃料挙動解析ツールを組み合わせることで、破損原因が PCI か否かについての評価結果が紹介された。Studsvik からは、ISCC についての照射 BWR 燃料被覆管を用いた模擬実験結果が紹介され、応力集中の度合いおよびその保持時間が重要な因子であることが指摘された。Moskow Power Engineering 技術大学からは、WWER-1000 での冷却水による振動を予測するために開発されたコードの紹介がなされた。

### **Track 2.00: Transient Fuel Behavior and Safety Related Issues**

#### 2.01 LOCA Effects on Fuel and Materials(杉山)

大阪大学から 1 件、JAEA から 1 件、CEA から 3 件、IRSN から 1 件の計 6 件が発表された。大阪大学（関西電力、原子燃料工業との共著）からは、Zr-Nb-O の三元系相図の評価モデルが発表され、同モデルによる解析が高温酸化した Zr-Nb 及び Zry-4 被覆管の硬さ試験結果をうまく説明することが示された。JAEA からは、海外照射高燃焼度燃料を対象とした RIA・LOCA 試験で得られた知見のまとめと次期試験計画の概要が報告された。CEA からは、被覆

管内面に固着したペレット高燃焼度組織からの LOCA 時 FP ガス放出挙動について SEM 観察結果を中心に報告された。CEA による 2 件の関連研究では、高温酸化した被覆管のリング圧縮試験の有限要素解析による評価、LOCA 時の冷却条件の違いが機械特性に与える影響が報告された。IRSN からは、被覆管の予備酸化膜が LOCA 時高温酸化特性及びその後の機械特性に及ぼす影響について報告された。

#### 2.02 Modeling of RIA Behavior(杉山)

PNNL、IRSN、CEA、ANATECH から各 1 件の計 4 件が発表された。PNNL からは FRAPTRAN 1.4 コードを用いた PCMI 破損解析結果が発表され、多様な被覆管材料や冷却水条件に対して単一の指標(燃焼度、水素吸収量など)で破損しきい値を定義することは困難であるとの考えが示された。IRSN からは、被覆管の粘塑性変形、沸騰遷移予測、ペレット開気孔内ガスフロー等の最新モデルを備えた SCANAIR ver.7 コードによる DNB 後の燃料挙動の解析結果が報告された。CEA からは、ペレットと被覆管の一次元及び三次元変形モデルを用いた ALCYONE ver. 1.1 コードによる PCMI 挙動の解析結果が報告された。ANATECH からは、CSED(限界歪エネルギー密度)を PCMI 破損限界の指標として用いた FALCON コードによる RIA 解析結果が報告された。

#### 2.03 Thermal Mechanical Models(土内)

メーカーからはクリープモデルに関する 1 件、この他解析に関する 3 件の合計 4 件の発表が行われた。WH からは、被覆管材である ZIRLO®について高温高圧状態でのクリープ緩和試験結果、その反映として、コードのクリープモデルにおける応力依存性の改良についての紹介がなされた。ロシアの SRC RF TRINITI からは、RTOP コードによるランプ試験解析結果の報告が行われた。RTOP コードでは、照射によるマイクロ組織の変化として、FG ガス粒子の粒界へのはき出し、粒成長、温度勾配による FP ガス粒子の移動、マイクロクラックによるガス放出などを考慮しており、実験結果を良く再現しているとのこと。PSI からは FALCON(2D の FEM による熱機械解析を行うコード)にガススエリング評価モデルを適用した結果が紹介された。GNF からは PRIME03 の過渡解析機能についての報告が行われた。

#### 2.04 Reactor Systems Simulation and Modeling(佐藤)

AREVA グループより 1 件、スペイン ISIRYM より 2 件、Studsvik より 2 件、GE 日立より 1 件、炉心解析に関する発表があった。AREVA グループからは F-COBRA-TF コードの開発状況について、ISIRYM からは Relap5/Parcs v2.7 コードによる PWR および BWR における炉心解析結果について、Studsvik からは SIMULATE-3K(S3K)/RELAP5 による RIA 時の炉心解析結果についてと、CASMO5/SIMULATE5 コードによる通常運転時の炉心解析について、GE 日立からは LOCA 時に発生するデブリによる LOCA 時の燃料温度に対する影響を LOCA 解析コードにより評価した結果について示された。

#### 2.05 PCI/Failure(緒方)

TÜV SÜD Industrie Service、WH、PSI、JNES、Studsvik Scandpower から各 1 件の計 5 件

の発表があった。TÜV SÜD Industrie Service(独)からは、PCI 制限値評価のため、被覆管応力を入力としてき裂先端部のクリープ歪がしきい値を超えるととき裂が進展するシンプルな PCI 破損モデルの報告があった。WH(米)からは、PWR 燃料の出力上昇時の PCI 破損防止の観点から、破損しきい値、燃料製造時ばらつき等の因子、特にペレット表面欠け(Missing Pellet Surface; MPS)の影響を取り込んだ確率論的な PCI 破損評価手法について報告があった。PSI(スイス)からは、昨年の TOPFUEL での発表に引き続いて、両端部に疲労クラックを形成した被覆管試験片のリング引張試験(Cladding Tensile Fracture Test; CTFT)による照射済み及び未照射 Zry-2 の破壊靱性評価結果が報告された。JNES(日)からは、被覆管の外面割れに関し、照射済み被覆管の水素熱拡散による半径方向水素化物の形成条件、及び被覆管半径方向温度勾配下での内圧負荷保持による外面割れ模擬試験結果の報告があった。Studsvik Scandpower(米)は、核/熱水力解析コード CASMO5/SIMULATE5 を用いて Hatch1 炉における破損燃料の局所出力ピーキングを解析し、1/4 バンドル熱水力モデルやチャンネル曲がり効果を取り入れることにより旧バージョン(CASMO4/SIMULATE4)による解析と比べて出力ピーキングが 10%以上増加すること等を報告した。

### **Track 3.00: Advances in Water Reactor Fuel Technology and Testing**

#### **3.01 Fuel and Fuel Rod Design and Performance-I(杉山)**

Zircology Plus、ITU、MIT、AREVA から各 1 件の計 4 件が発表された。Zircology Plus からは、クリープ特性や径方向水素化物を検討した上で BWR 燃料への応力除去焼鈍 Zry-2 被覆管の適用が提案された。ITU からは、未照射  $UO_2$  及び MOX ペレットの熱伝導率の違いについて化学量論による説明が与えられたが、この効果は照射により消失するとのことである。MIT からは、従来バージョンから高燃焼度域、高温域への拡張が行われた通常時燃料挙動解析コード FRAPCON-EP が紹介された。AREVA からは、同社の最新型 BWR 燃料集合体 ATRIUM 10XM について改良のポイント及びその狙いが報告された。

#### **3.01 Fuel and Fuel Rod Design and Performance-II(土内)**

ロシアから 2 件、WH スウェーデンの燃料に関する発表が 2 件。仏からはリム組織(HBS:High Burnup Structure)に関する発表が 1 件行われた。ロシアからは VVER 燃料、RMBK 燃料に関する照射実績や PIE 結果が示され、問題なく燃焼していることが報告された。特に VVER 燃料は高い燃焼度までの信頼性に関するデータが示された。ロシアのもう 1 つの発表は水上原子力発電プラント(FNPP)と小型原子炉用の分散型燃料要素開発に関する報告であった。WH の BWR 燃料に関する発表では、SVEA96 Optima および Optima2 に関する高燃焼度域までの照射実績として被覆管の酸化、水素吸収や照射成長について、ランプ試験や事故時挙動試験の結果が報告された。また、別の発表では、リークゼロへ向けた取り組みとして、異物や PCI などに対する燃料設計上の対策が報告された。HBS に関する報告は、軽水炉の  $UO_2$  燃料、MOX 燃料及び高速炉燃料に関する仏のデータベースを基に、HBS の形成支配因子について検討した内容であった。

#### **3.02 Material Design (Fuel Technology)-I(松永)**

NFDから3件、AREVAおよびMEPhI（ロシア）から各1件の発表があった。NFDからは、ナノインデンテーションや3点曲げ法等によるZr合金酸化膜の機械的特性の評価結果、出力急昇時における被覆管の初期き裂発生に対する酸化膜および水素化物の影響についての評価結果、さらにアルミナシリケート添加大粒径ペレットによる腐食性FPの化学的トラップ効果についての考察が報告された。AREVAからはM5被覆管の世界における導入実績や、炉内腐食・水素吸収データ、ランプ試験およびRIA/LOCA試験結果などが報告された。MEPhIからは、次世代軽水炉用ジルコニウム材料の改良試験として、表面コーティング等の取り組みが紹介された。

### 3.02 Material Design (Fuel Technology)-II(佐藤)

KAERI、関電、MNF、WECより、PWR用改良被覆管の開発に関する発表4件と、Texas A&M Universityよりベリリウム酸化物ペレット開発に関する発表1件があった。KAERIからはHANA合金、関電とMNFからはJ-Alloy™、WECからはAXIOM™合金について、Zr-Nb系合金の開発状況と材料特性（耐食性や炉内寸法安定性）が紹介された。Texas A&M Universityからはベリリウム酸化物ペレットの開発状況および実機適用のメリットが示された。

### 3.03 Numerical Simulation and Testing (Fuel Technology)-I(小野)

EDF/WHから各々のグリッドフレッティング解析コードのベンチマーク解析結果について報告がなされた。一部の条件では解析結果に差があるものの概ね良く一致するとの結果が示された。AREVAからはクラッド局所腐食（CILC）のリスクを数値流体力学（CFD）で評価する研究を行っており、サブチャンネル解析によりCILCリスクの高そうな位置を特定し、CFDによる三次元解析を行うとのことである。KAERIからは二重管燃料についてDNBR評価結果が報告され、中空燃料に対する熱機械解析+サブチャンネル解析を実施し、熱膨張により内側の燃料ギャップは開く方向、外側の燃料ギャップは閉じる方向に変化する結果であり、実際にOPR-1000で20%アップレートを想定した場合のDNBR等々を評価し、問題なさそうとの結論であった。

GNFからはサブチャンネル解析コードCOBRAGについて報告がなされた。モデルの検証として個別試験を実施し、さらにCOBRAGを設計で使用している相関式と比較が示された。

### 3.03 Numerical Simulation and Testing (Fuel Technology)-II(小野)

WHから、CFDによるPWR圧力容器1/4モデルの構築及び熱水力特性評価に関する報告がなされた。CADからCFDモデルを起こしSTAR-CCM+により解析を行っており、実測の炉心の流量配分や集合体の圧力損失の測定値と比較して良好な結果が得られていた。KAERIから、燃料特性コードCOSMOSに、MOX燃料熱伝導度の熱回復効果モデルを組み込み炉内試験との比較について報告がなされた。FGRの関数とした熱回復因子を熱伝導度に乗じるモデルを組み込んだものであり、FPガス放出が大きくなるケースにおいては、燃料の熱伝導度の熱回復を考慮したモデルを用いないと中心温度を～150℃過大評価する結果が示された。EDFからは、熱機械解析コードCYRAN03についての報告がなされた。CYRAN03は一次元の有限要素法を用いたコードであり、MOXの非均一性についても取扱い可能とのことである。最近の開発

として計算パフォーマンスの向上やペレットのオープンクラックによる被覆管の局所的なひずみを取り扱う機能などを追加しているとの紹介であった。KAERI からは、WDS-SEM による“標準試料”のない元素に対する分析方法について紹介があり、この装置で Pu 等“標準試料”の入手が困難な元素に対する定量分析を、計算シミュレーションと組み合わせて行っているとのことである。RIAR からは、VVER 燃料の PIE 結果について報告がなされ、高燃焼度の VVER-440 燃料について、MIR 炉において照射・PIE を実施し、これまでに～50GWd/t 程度のデータが取得され燃料健全性の観点で問題ないことが確認されている。

### 3.03 Numerical Simulation and Testing (Fuel Technology)-III(小野)

アメリカの Sandia National Lab.、韓国の KAERI、スペインの ENUSA、アメリカの GNF からそれぞれ 1 件の合計 4 件の発表がなされた。Sandia National Lab. からは、軽水炉  $UO_2$  燃料のガスバブル成長に関するシミュレーションに関する発表がなされ、モンデカルロ計算を用いて、より現実に近い結晶粒を仮定した粒界バブル成長に対する計算結果が紹介された。KAERI からは、ホットラボで使用する熱拡散率測定装置を用いた予備試験として、未照射  $UO_2$  燃料を用いた熱拡散率測定の結果が紹介された。ENUSA からは、照射済燃料の  $\gamma$  線測定および中性子測定を用いた照射済燃料評価手法の開発状況についての報告があり、高い精度で測定が可能であることが示された。GNF からは、RAJ-II 容器の健全性評価の手法として、LS-DYNA を用いた計算結果、および落下試験結果を用いた検証結果が紹介された。

## **Track 4.00: Innovative Fuel Design and Core Management**

### 4.01 Innovative Fuel Design and Core Management-I(松永)

KAERI、SCK/CENから各1件、WHから2件の発表があった。KAERIからは、PWR用12x12中空燃料について、スパーサグリッドや上下のエンドピースを改良し、振動試験により従来の設計基準を満足しているとの報告がなされた。SCK/CENからは、MIMAS法により製造され、ベルギーのBR2試験炉で照射された(Th, Pu) $O_2$ 燃料の照射後非破壊試験結果が報告された。WHからは、AP1000PWRの炉心上部における熱流動解析結果が報告された。

### 4.02 Innovative Fuel Design and Core Management-II(松永)

Barkeley 大学、Excelon、GNF、Studsvik Scandpower AB から各 1 件の発表があった。Barkeley からは、軽水炉用 U-ZrHx 水素化物燃料の製造結果と MIT での照射試験計画が紹介された。Excelon からは、GEH および GNF と共同で実施しているクリントン発電所での Co-60 線源製造についての紹介がなされた。GNF の 10x10 燃料を改造して線源用原料を炉内に装填し、2009 年から照射を開始、2015 年に 2 サイクル照射後の試験体を取り出す予定とのこと。GNF からは、アルミナシリケート添加大粒径ペレットを装荷して 20-30GWd/t まで照射された 10x10 ノンライナ燃料のランプ試験結果が報告され、出力 50-60kW/m 程度で添加物燃料は非破損、標準燃料は破損した結果が紹介された。また、燃料破損の定量化を目指した DutyIndex モデルについて、添加物燃料による FP ガス低減・クリープ特性向上・ヨウ素のトラップ効果等により値が低減される結果が示された。Studsvik からは、Advanced Checkmate Core Design (ACCD) 炉心設計結果が紹介され、燃料サイクルコストが 0.3-2%向上

される結果が示された。

## **Track 5.00: Emerging Fuel Performance and Fuel Cycle Issues**

### 5.01 Emerging Fuel Performance and Fuel Cycle Issues(緒方)

Axpo、Exelon、GNF、IFE/EPRI から各 1 件の計 4 件の発表があった。Axpo (スイス)からは、燃料調達における品質管理について、ISO9001 の要求事項の視点から過去 30 年以上に亘る製造工程監視と検査の実績から多くの不適合事例を取り入れた報告があった。Exelon(米)は Westinghouse と連名で、BWR 燃料集合体 Optima2 を用いた炉心で余剰反応度を押さえて新燃料位置への制御棒挿入を減らし、シャドー腐食に起因するチャンネル曲がりのリスク低減を図った炉心設計について報告した。GNF(日、米)は、GNF 炉心管理コードパッケージの一部として BWR 燃料シャフリング手順システム EPIMETHEUS を新規開発し、ABWR 炉心に適用してシャフリング手順の最適化等を図った解析例などを報告した。EPRI(米)は IFE ハルデンプロジェクト(ノルウェー)と共同で、Pu 濃度均一性の異なる 2 種類の MOX 燃料ディスクの等温照射試験を実施し、燃焼度 90~100MWd/kgHM までの照射で、非均一 MOX では焼きしまり、スウェリング、FP ガス放出率いずれも均一 MOX と比べて大きいことなどを報告した(照射後試験継続中)。

Ⅲ. 核燃料関係国際会議予定一覧

(January, 2011 – December, 2011)

| No. | 期 間                               | 会 議 名、 開 催 場 所、 内 容 等   | 問 合 せ 先   |
|-----|-----------------------------------|---|---|
| 1   | 24 - 25<br>January<br>,2011       | Nuclear Power Plant Operations<br>米国 Miami, FL<br>EUCI  | <a href="http://www.euci.com/conferences/0111-nuclear-operations/">http://www.euci.com/conferences/0111-nuclear-operations/</a>         |
| 2   | 26 - 27<br>January<br>,<br>2011   | Nuclear New Build<br>英国 London<br>C5  | <a href="http://www.c5nuclear.com/">http://www.c5nuclear.com/</a>   |
| 3   | 6 - 9<br>Feb.,<br>2011            | CONTE 2011 Conference on Nuclear Training<br>and Education<br>米国 Jacksonville, FL<br>ANS                            | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_2-6-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_2-6-2011</a>                   |
| 4   | 7 - 10<br>Feb.,<br>2011           | Nuclear and Emerging Technologies for Space<br>2011 (NETS 2011)<br>米国 Albuquerque, NM<br>ANS                        | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_2-10-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_2-10-2011</a>                 |
| 5   | 13 - 16<br>Feb.,<br>2011          | Pime 2011 (Public information material exchange)<br>ベルギー Brussels<br>ENS  | <a href="http://www.euronuclear.org/events/pime/pime2011/index.htm">http://www.euronuclear.org/events/pime/pime2011/index.htm</a>       |
| 6   | 28 Feb., -<br>1<br>March,<br>2011 | Work Hours Rule Workshop<br>米国 Lauderdale, FL<br>NEI  | <a href="http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/whrw">http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/whrw</a> |
| 7   | 1 - 2<br>March,<br>2011           | Nuclear Power Regulation Basics (NRC 101)<br>米国 Houston, Texas<br>EUCI  | <a href="http://www.euci.com/conferences/0311-nrc101/">http://www.euci.com/conferences/0311-nrc101/</a>                                 |
| 8   | 8 - 10<br>March,<br>2011          | Regulatory Information Conference (RIC)<br>米国 North Bethesda, Maryland<br>NRC                                       | <a href="http://www.nrc.gov/public-involve/conference-symposia/ric/">http://www.nrc.gov/public-involve/conference-symposia/ric/</a>     |
| 9   | 13 - 17<br>March,<br>2011         | International Topical Meeting on Probabilistic<br>Safety Assessment and Analysis (PSA 2011)<br>米国 Wilmington<br>ANS | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_3-13-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_3-13-2011</a>                 |

|    |                           |   |   |
|----|---------------------------|---|---|
| 10 | 27 - 30<br>March,<br>2011 | ICEME 2011<br>米国 Orland   | <a href="http://www.iiis2011.org/iceme/web site/default.asp?vc=32">http://www.iiis2011.org/iceme/web site/default.asp?vc=32</a>   |
| 11 | 5 - 7<br>April,<br>2011   | World Nuclear Fuel Cycle 2011<br>米国 Chicago<br>WNA  | <a href="http://www.wnfc.info/">http://www.wnfc.info/</a>   |
| 12 | 6 - 8<br>April,<br>2011   | 9th China International Exhibition on Nuclear Power Industry 2011<br>中国 Shenzhen<br>CNEA                            | <a href="http://www.coastal.com.hk/nuclear/">http://www.coastal.com.hk/nuclear /</a>  |
| 13 | 10 - 14<br>April,<br>2011 | International High Level Radioactive Waste Management Conference<br>米国 Albuquerque, NM<br>ANS                       | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_4-10-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_4-10-2011</a>   |
| 14 | 2 - 5<br>May,<br>2011     | ICAPP 2011<br>仏国 Nice<br>SFEN   | <a href="http://www.icapp.ans.org/icapp11/index.html">http://www.icapp.ans.org/icapp11/index.html</a>   |
| 15 | 3 - 5<br>May,<br>2011     | Dry Storage Information Forum<br>米国 Baltimore, MD<br>NEI  | <a href="http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/">http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/</a>   |
| 16 | 9 - 11<br>May,<br>2011    | Nuclear Energy Assembly<br>米国 Washington<br>NEI   | <a href="http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/">http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/</a>   |
| 17 | 9 - 13<br>May,<br>2011    | E-MRS ICAM IUMRS 2011 Spring Meeting<br>仏国 Nice   | <a href="http://www.emrs-strasbourg.com/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=359&amp;Itemid=134">http://www.emrs-strasbourg.com/index.php?option=com_content&amp;task=view&amp;id=359&amp;Itemid=134</a> |
| 18 | 15 - 19<br>May,<br>2011   | ICENES 2011<br>米国 San Francisco<br>ANS  | <a href="http://www.icenes2011.org/">http://www.icenes2011.org/</a>   |
| 19 | 16 - 19<br>May,<br>2011   | IAEA Technical Meeting on FUEL BEHAVIOUR AND MODELLING UNDER SEVERE TRANSIENT AND LOCA CONDITIONS<br>日本 東海村<br>IAEA | 永瀬 文久 (JAEA)<br>Iaea.meeting2001@jaea.go.jp   |

|    |                            |   |   |
|----|----------------------------|---|---|
| 20 | 16 - 19<br>May,<br>2011    | Icone-19<br>日本 幕張<br><br>JSME   | <a href="http://www.icone19.org/">http://www.icone19.org/</a>   |
| 21 | 23 - 27<br>May,<br>2011    | HOT Lab<br>Slovakia Smolenice   | <a href="http://hotlab.sckcen.be/en">http://hotlab.sckcen.be/en</a>   |
| 22 | 5 - 7<br>June,<br>2011     | Emergency Preparedness Training Course<br>米国 Savannah GA<br><br>NEI   | <a href="http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/">http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/</a>                       |
| 23 | 7 - 9<br>June,<br>2011     | Nuclear Power Europe<br>イタリア Milan  | <a href="http://www.nuclearpower-europe.com/index.html">http://www.nuclearpower-europe.com/index.html</a>   |
| 24 | 8 - 10<br>June,<br>2011    | 1 <sup>st</sup> Asian Zirconium Workshop<br>韓国、大田   | Jeong-Yong Park(KAERI)<br>parkjy@kaeri.re.kr  |
| 25 | 8 - 10<br>June,<br>2011    | Emergency Preparedness Forum<br>米国 Savannah GA<br><br>NEI   | <a href="http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/">http://www.nei.org/newsandevents/conferencesandmeetings/future_conferences/</a>                       |
| 26 | 26 - 30<br>June,<br>2011   | American Nuclear Society Annual Meeting<br>米国 Hollywood FL<br><br>ANS   | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_6-26-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_6-26-2011</a>   |
| 27 | 10 - 14<br>July,<br>2011   | 第9回環太平洋セラミックス学会国際会議<br>(PacRim9)<br>オーストラリア Cairns<br><br>豪州セラミックス学会  | <a href="http://www.materialsaustralia.com.au/scripts/cgiip.exe/WService=MA/ccms.r?pageid=20131">http://www.materialsaustralia.com.au/scripts/cgiip.exe/WService=MA/ccms.r?pageid=20131</a> |
| 28 | 7 - 10<br>August,<br>2011  | 3rd International Topical on Emergency Preparedness & Response and Robotics & Remote Systems<br>米国 Knoxville, TN<br><br>ANS | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_8-7-2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/d_8-7-2011</a>   |
| 29 | 14 - 17<br>August,<br>2011 | 2011 Utility Working Conference<br>米国 Hollywood FL<br><br>ANS   | <a href="http://www.new.ans.org/meetings/calendar/y_2011">http://www.new.ans.org/meetings/calendar/y_2011</a>   |

|    |                            |   |   |
|----|----------------------------|---|---|
| 30 | 21 - 25<br>August,<br>2011 | ICI2011<br>韓国 大田  | <a href="http://www.ici2011.org/default.asp">http://www.ici2011.org/default.asp</a>                                     |
| 31 | 4 - 9<br>Sept.,<br>2011    | Global2011<br>日本 名古屋<br>AESJ  | <a href="http://www.global2011.org/">http://www.global2011.org/</a>   |
| 32 | 11 - 14<br>Sept.<br>2011   | WRFPM2011<br>中国 成都<br>CNS   | <a href="http://www.ns.org.cn/cn/WRFPM/wrfpmhome.html">http://www.ns.org.cn/cn/WRFPM/wrfpmhome.html</a>                 |
| 33 | 12 - 15<br>Sept.<br>2011   | EUROMAT2011<br>仏国 モンペリエ   | <a href="http://euromat2011.fems.eu/#">http://euromat2011.fems.eu/#</a>   |
| 34 | 14 - 16<br>Sept.,<br>2011  | 36th Annual Symposium<br>英国 London<br>WNA   | <a href="http://www.wna-symposium.org/">http://www.wna-symposium.org/</a>   |
| 35 | 25 - 29<br>Sept.,<br>2011  | NURETH-14<br>カナダ Tronto<br>CNS  | <a href="http://nureth14.org/">http://nureth14.org/</a>   |
| 36 | 26 - 27<br>Sept.,<br>2011  | PHYTRA2<br>モロッコ フェズ<br>ANS 他  | <a href="http://www.gmtr-association.com/phytra2/">http://www.gmtr-association.com/phytra2/</a>                         |
| 37 | 11 - 13<br>Oct.,<br>2011   | 1st International Symposium on Cement-based<br>Materials for Nuclear Wastes<br>仏国 Avignon<br>SFEN | <a href="https://www.sfen.fr/index.php/plain_site/nuwcem_2011">https://www.sfen.fr/index.php/plain_site/nuwcem_2011</a> |

## 研究紹介「ウラン含有セラミックスの作製と特性評価」

鄭 穎 (テイ エイ)

大阪大学山中研究室

私は 2009 年 4 月に日本に来て大阪大学の山中研究室に入学しました。私の研究内容を説明する前に、まず山中研究室の研究内容を紹介します。山中研究室では、環境や人にやさしい未来の資源・エネルギー材料の開発を目指し、光・音・熱・量子ビームによる材料の物性評価と解析を行っています。目的は地球温暖化をこれ以上進行させないことです。そうすると、原子力発電の技術が注目されるようになりました。なぜなら、原子力発電は、化石燃料を燃焼させる火力発電とは異なり、発電時に全く CO<sub>2</sub> 等の温暖化ガスを排出せず、クリーンでもっとも理想的な発電方法からです。特に、山中研究室では、現行の軽水炉技術をより高度化させるとともに、次世代の原子力技術として期待されている高速炉技術の確立を目指し、さらなる先端技術の研究をすすめています。

次は私の研究を紹介していきます。私の研究内容を簡単に説明すれば、発電後の廃棄物の安全処理です。原子力発電は優れた点ばかりではなく、課題も抱えています。その一つは、使用済燃料には FP や核変換により生じたマイナーアクチノイド(MA: Miner Actinide)という放射線物質が含まれることです。これらの放射性物質を安全に処理できなければ、地球環境及び人体にも悪影響をもたらします。現段階では、ガラス固化体として地中深くに処分されていますが、近年、ガラス固化体以外の形態の固化体として、セラミックス固化体についての注目が高まって、様々な研究が行われています。私の研究内容は、まさにこの部分です。セラミックス固化体は廃棄物を不溶解性の結晶性物質であるセラミックスにする方法ですが、熱安定性と耐侵食の向上が期待されています。私の研究では、このセラミックス固化体に焦点を当て、その特性を評価することを目的としています。主にはウラン含有セラミックスを作製し物性評価を行いました。研究対象とする物質は Y<sub>6</sub>UO<sub>12</sub> です。Y<sub>6</sub>UO<sub>12</sub> の高密度試料を作製し、その熱物性、機械特性を詳細に調べています。また、Y<sub>6</sub>UO<sub>12</sub> と類似する結晶構造を有する Y<sub>6</sub>WO<sub>12</sub> と Yb<sub>6</sub>WO<sub>12</sub> についても同様の研究を行っています。W 系酸化物についての結果は、つい最近、J. Nucl. Mater.誌にアクセプトされました [1]。

以上は私の研究内容の概略です。このセラミックス固化体という専門について、私はわずか微量の部分しかのぞいていませんが、これは人類の地球温暖化を阻止する大きな夢につながるのだと信じて、頑張っていきたいと思えます。

最後に、私の日本での留学生生活をまとめたいと思います。ほとんどの時間は研究室で過ごしていますが、週末、休暇などの時は、日本食と日本特有な美しい自然風景を積極的に楽しんでいます。町と観光名所に出ている、たくさんの人々と出会って、人々の優しい気持ちを受けて、日本の文化もより詳しく勉強できる感じです。

また、三月の震災で、ニュースに悲惨な映像を目の当たりにして、人と人との絆を今までにない視点から再認識させていただきました。その上、自分の研究の原点に帰って、慎重に着実に進めていかなければならないと銘記させていただきました。

[1] Y. Zheng, K. Kurosaki, K. Tokushima, Y. Ohishi, H. Muta, S. Yamanaka, J. Nucl. Mater. in press.



山中研究室の学生の写真（左から五人目が筆者）

グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン (GNF-J) の概要と近況

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

草ヶ谷 和幸

GNF-J は、前身の日本ニュークリア・フュエル株式会社 (JNF) が 1967 年操業して国産初の燃料を 1971 年に供給して以来、これまでに 8 万体を超える燃料体を国内の原子力発電所 (BWR) に納入し、電力の安定供給に寄与してきました。2000 年 1 月には出資 3 社 (GE、東芝、日立) から営業・設計・開発部門が移管されて新会社としてスタートし (現社名への変更は 2001 年 9 月)、昨年、創立 10 周年を迎えました。現在の主力製品は 9×9 燃料 (ステップⅢ(A 型)燃料) ですが、8×8 燃料以降、製造に起因した燃料破損ゼロの実績を引き続き維持しています。燃料の信頼性向上のための施策として、高性能異物フィルタ付き下部タイプレート (Defender™) や、耐食性・耐水素吸収性に優れた改良ジルコニウム基合金 (GNF-Ziron) 等を実用化しつつあります。また、9×9 燃料からさらなるエネルギー利用効率の向上を目指した 10×10 燃料の国内導入に向けても歩みを進めています。その他、MOX 燃料についても注力しており、欧州加工工場に部材を供給して当社設計の燃料を委託製造し、昨年には国内 BWR で初の MOX 燃料の商業利用に結びつきました。

本年 3 月 11 日の東日本大震災とそれに伴う福島第一原子力発電所の事故は、未曾有の影響を及ぼしています。GNF-J は、事故の収束や発電所の再起動に関わる諸課題に対して、顧客や親会社等を通じて技術的・人的支援を行ってきております。今後も、原子力産業に携わる一員として、事故の早期収束のための支援を引き続き行っていきます。

現在、原子力を取り巻く環境は厳しいですが、地球温暖化防止策としての原子力の重要性や世界規模での原子力利用拡大の潮流は依然として変わらないと考えられ、将来を見据えた技術開発と製品改良は重要な課題です。GNF-J は、米国の兄弟会社 Global Nuclear Fuel-Americas (GNF-A) や国内外の機関とグローバルにかつ緊密に協力・連携し、炉心・燃料の設計や炉心運転管理等における解析技術の向上、燃料被覆管やペレットなどの新材料・改良材の開発、これらを適用して安全性・経済性を高めた新しい設計の燃料の実用化に向けて努力を続けていきます。GNF-J は品質目標のひとつに「世界品質」を掲げ、健全な施設と先進的な意識のもと、信頼性が高く優れた性能をもつ製品を創出し、世界品質を目指しています。

当社では昨年末の焼結炉過加熱防止インターロック作動事象等、2008 年以降、安全上の不適合が相次ぎましたが、今後、根本原因の究明結果及び再発防止対策 (6 月 1 日報告) に基づいて、不適合の未然防止に積極的に取り組み、安全操業を継続していくことにより信頼回復に努めてまいります。

震災以降、当社の置かれた状況は厳しいですが、被災地で避難生活を続けられている方々の苦勞を思いつつ、一刻も早い原子力事故の収束に向けての支援と、それと同時に、安全管理の徹底を前提とした高品質・高性能の燃料の安定供給、及び多様なエンジニアリングサービスを通じて、顧客や社会の要請に確実に応えられる企業として役割を果たしていく所存です。

## ■会社概要

会社名： 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン (略称:GNF-J)  
 所在地： 神奈川県横須賀市内川2-3-1  
 資本金： 約40億円  
 株主： グローバル・ニュークリア・フュエル (GE、日立、東芝の合弁会社)  
 取締役社長： 梅原 肇  
 事業内容： BWR 燃料に関する開発、設計、製造、ならびに、関係するエンジニアリング、販売

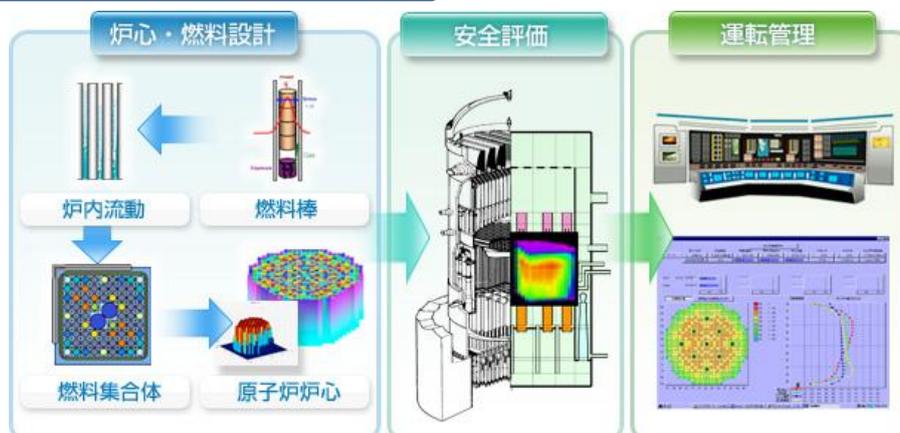


Ref: 日本原子力学会、「第1回(平成20年度)原子力歴史構築賞」p.75、「GNF-J」のBWR燃料集合体の設計改良と製造実績による原子力発電への貢献(昭和46年以来)」

Ref: K.L. Ledford et al., "GNF Defense in Depth 2010 Update", Proceedings of 2010 LWR Fuel Performance Meeting, Orlando, USA, September 26-29, 2010, Paper 106

## 炉心・燃料に関わるエンジニアリング

Ref: GNF-J ホームページ (<http://www.gnfjapan.com/>)





## 核燃料部会規約

平成 22 年 10 月 1 日 第 512 理事会改定

### (目的)

第 1 条 部会規程（1002）に基づき、核燃料部会を設置する。核燃料部会（以下「本部会」と称す）は、核燃料に関連する専門分野の研究活動を支援し、その発展に貢献するとともに、研究交流・協力の推進をはかることを目的とする。

### (運営)

第 2 条 本部会は、その運営および主要な事業について、部会等運営委員会を経て理事会に報告する。

### (事業)

第 3 条 本部会は、その目的に基づき、以下の事業を行う。

- (1) 本部会の活動や研究関連の情報を提供するための部会報を随時発行する。
- (2) 研究会、セミナー、講演会、講習会、見学会等を適宜開催する。
- (3) 核燃料に関する理解の促進のため、必要に応じて、研究、調査および評価等のためのワーキンググループ等を組織し、研究者間の交流と関連分野の研究活動を活性化する。
- (4) 本部会の活動に関連する他部会、研究専門委員会、特別専門委員会等と積極的に交流し、その活動に協力する。
- (5) 本部会に関わる国内外の関連学協会、諸機関との交流を推進し、必要に応じて国際シンポジウム、ワークショップ、研究会等を共催する。
- (6) 必要に応じて、核燃料に関する事項について社会に対して情報を発信する。
- (7) その他、適切な事業を随時、実施する。

### (会員資格)

第 4 条 学会正会員および学生会員は本部会員となる資格を有する。

### (部会費)

第 5 条 本部会に参加を希望する会員は、学会事務局に所定の手続きを行うとともに、日本原子力学会会員管理内規（0203-00-01）に従って部会費を納入する。なお、退会の際はその旨を学会事務局に申し出る。

### (運営組織)

第 6 条 本部会の運営は、本部会員の互選によって選出された部会長 1 名および副部会長若干名がそれぞれ委員長および副委員長を務め、20 名程度の運営委員からなる運営小委員会が行う。

2 部会長および副部会長の任期は内規により別途定める

第7条 組織運営のため、運営小委員会の他に、小委員会を設けることができる。

2 各委員は、部会長が委嘱し、その状況を必要に応じて部会等運営委員会へ報告する。

(部会全体会議)

第8条 部会全体会議を年1回以上開催し、次の事項を審議する。

- (1) 活動計画および予算
- (2) 活動報告および決算
- (3) 運営体制
- (4) その他、重要な事項

(運営費)

第9条 本部会は、部会配布金、事業収入、賛助金をもって運営することを基本とする。

2 賛助金等小額の外部入金で実施する活動の開始に当たっては、企画委員会での審議を必要とする。また、外部入金の定率を本部管理費として学会に収める。

第10条 運営費の予算、決算については、部会全体会議で審議し、部会等運営委員会および理事会の承認を得る。

(変更)

第11条 本規約の変更は、運営小委員会の発議に基づき、部会全体会議での審議を経た後、部会等運営委員会および理事会での承認を要する。

(下部規定)

第12条 本規約に定めるもののほか、本部会の運営に関し必要な事項は、本部会が別に定める。

附則

1 この規約は平成22年10月1日から施行する。

2 改定履歴

①昭和59年1月29日 第259回理事会、研究連絡会決定

②平成5年4月 研究部会移行

## VII. 編集後記

核燃料部会報第47-1号(夏版)を会員の皆様にお届け致します。

今年3月11日に発生した東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故のため、2010年度部会報冬版(第46-2号)は休刊させて頂きました。

今回の夏版は、特に、福島事故後の初めての部会報ということで、核燃料部会長として岩田先生の巻頭言を掲載させて頂いておりますので、是非ともご熟読下さればと思います。

また、休刊となった冬版用として準備していた原稿につきましても、今回併せて掲載しております。若干、タイムリー性に欠けるものもありますが、前回休刊であったことを考慮して、敢えて掲載しておりますので、その点をご理解して頂きたく存じます。

執筆者の方々には、昨今の原子力を取り巻く厳しい状況の中で、部会報への寄稿を快諾して頂き、こころより感謝申し上げます。

次回の部会報は、来年3月頃を予定しており、内容的に充実したものに努めて行きたいと考えておりますので、会員の皆様からご意見やご要望、あるいは投稿などがございましたら、ご遠慮なく、一報をよろしくお願い致します。

2011年度部会報担当：四国電力(株) 武田 高明  
メールアドレス：takeda11031@yonden.co.jp  
電話番号：050-8801-4530