

核 燃 料

2013 年 6 月発行

No.48-2 (通巻)

目 次

| | | |
|-------|--|----------------------------|
| I. | 巻頭言 | |
| | 改めて問われる 総合工学としての原子力 | 森下 和功 1 |
| II. | 企画セッション | |
| | 「横断的に見た核燃料サイクルの課題」の講演の概要報告..... | 木下 幹康 3 |
| | 溶融事故における核燃料関連の課題検討ワーキンググループ活動報告について... | 黒崎 健 14 |
| III. | 特別寄稿 | |
| | 第1回核燃料部会賞(奨励賞)について | 池田 一生 17 |
| IV. | 国際会議紹介 | |
| | NUMAT2012 会議報告 | 宇埜 正美 21 |
| V. | 核燃料関係国際会議予定一覧 | April 2013 - March 2014 25 |
| VI. | 国際交流ニュース | |
| | 核燃料の熱力学データベースに関する国際協力 | 倉田 正輝 28 |
| | ロスアラモス国立研究所滞在記 | 鈴木 紀一 31 |
| VII. | 後輩に伝えること | |
| | 日本人にとっての原子力開発—それは天命か、あるいは宿命なるか? — | 山脇 道夫 34 |
| VIII. | 夏期セミナー紹介..... | 36 |
| IX. | 会員名簿..... | 39 |
| X. | 会員近況 | |
| | 原子力学会賞(貢献賞)の受賞ならびに「軽水炉燃料のふるまい」改訂について | 近藤 吉明 43 |
| XI. | 編集後記..... | 48 |



I. 巻頭言

改めて問われる 総合工学としての原子力

京都大学エネルギー理工学研究所

森下和功

福島第一原発の事故以来、原子力に対する国民の不安はピークに達している。しかしながら、我が国の社会経済システムをこれからも維持・成長させていくには、良質の電力を低コストかつ安定的に供給する原発の再稼働が不可欠である。今後、しっかりとしたエネルギー戦略を政府が立てるまでは、原子力の将来像に係る現在の不透明感を払拭できないであろうが、原子力に従事する者の責務として、私たちは、社会に受容される原子力の再構築とその基盤となる安全性向上のための努力を続けていかねばならない。

最近、オスプレイ、ボーイング787、シンドラエレベータ、筐子トンネルなど、人工物の安全に関するニュースを数多く耳にする。そうした報道から改めて感じることは、人工物の安全は、機械（ハード）と人（個人、組織）とルール（規制、運用基準など）によって達成されるということである。どれひとつが欠けても不安全になる。原子力も同様である。TMI やチェルノブイリの事故の原因は、ヒューマンエラーや安全文化の欠如など、人に関わるものであったとされる。では、福島第一原発事故の原因は何か？過酷事故対策の不備が指摘されていることから考えると、規制を含む運用ルールに問題があったのではないか。もちろんこうした問題は、地震・津波によって突如発生したわけではない。安全神話に隠れて、これまで見えていなかっただけである。

安全とは、そのように呼ばれる静的な状態が存在すると言うよりはむしろ、そうした状態を希求するダイナミックな行為（継続的な改善努力）そのものであると言われる。確かに、保全活動のない原発はたとえ新品でも不安全であるし、継続的に見直しがされない安全規制は最初どんなに優れていても不安全な結果をもたらす。ここで、ダイナミックな行為として常に改善を求める安全と、無謬性と継続性を常に要求する規制が、果たしてうまく整合するかどうかの問題に直面する。事故を契機に、規制のバックフィット要求が高まったのは、安全を志向する上で当然の成り行きと言えよう。

「被覆管は機械的に破損しないこと」のようにネガティブリスト方式で書かれる「規制側の性能要求」を、ポジティブリスト方式の「詳細仕様」に展開する形での体系的整理が、現在学会の活動において進められている。ネガティブリスト方式では、規制を行うことはできても、実際の設計には適さない。注意すべきは、記述方式の違いにより想定外に対する扱いが異なるので、一方の否定が単純に他方になるわけではないという点である。ネガティブリスト方式の示すすべてを展開しようとするれば、原理的に、無数のポジティブリストが必要になる。完璧性を求めれば、いわゆる悪魔の証明をすることになる。顕在化していない損傷モードなど、unknown unknowns ま

でポジティブリストに書きこもうとするのは不可能である。「活断層がない」ことを証明するのと同様、現実的でない。

2つの方式のこうした論理的不整合が作り出す隙間を埋めるには、両者の整合性を検討するだけでは不十分である。原子力の深層防護の概念をうまく活用することが重要である。深層防護概念が意味することは、異常の発生防止、事故への進展防止、事故後の影響緩和など、多様な方策を種々の観点から備えておくことである。燃料は破損しないようにするが、それでも万一の破損に備えておくとか、活断層のないところに原発を立地するが、それでも隠れているかもしれない活断層に備えておくなどである。しかしながら実際は、リスク低減よりリスク回避を好むとされる日本人の国民性ゆえなのか、異常の発生防止、つまりハザード（リスクの根本要因）の排除ばかりに多くのウェイトがかけられる。

こうした姿勢が行き過ぎると、原発そのものをなくそうとする原発ゼロ政策や、原発の耐震性問題を地震学のみで対応しようとする今の風潮になる。ハザードの排除ばかりがリスク最小として正当化されるとは限らないし、そもそもいつも都合よくハザードを排除できるとは限らない。ハザード排除ばかり考えていると、ついには、燃料は絶対に破損しないとか、活断層は絶対に存在しないなどという思い込みにつながりかねない。新たな安全神話を生むことになる。あるいはまた、どうしてもハザードを排除できないとして、長時間SBOは考えなくてもよいことにしようとか、日本ではテロは起きるはずがないなど、自らに都合のよい境界条件を課してしまう。事実、福島事故対応に足りなかったのは、ハザードの排除策ではない。米国NRCのFLEX戦略が示すような、可搬設備等を使って臨機応変に対応するための影響緩和策であった。要は、発生防止策から影響緩和策に至るまで、多様な選択肢をバランスよく提供することが重要である。細分化された専門分野の寄せ集めではだめだ。総合工学としての原子力が今改めて問われている。

事象の発生・進展を予測する技術は、深層防護における安全策の時間軸上の多様性を広げるという意味で大変有効である。しかしながら、地震予知、津波予測、SPEEDIによる予測など、どの技術も、実用性の点で多くの課題が明らかになった。また、玄海原発の圧力容器鋼の照射脆化予測に関しては、予測の精度と判断が社会問題にまでなっている。

予測に関して注意すべきは、現象のメカニズムが究明できたからと言って、必ずしも十分な予測が可能になるわけではないという点である。なぜなら、顕在化していないメカニズム（unknown unknowns）は予測技術に反映できないからである（1000年に一度の地震のようなレアな事象は顕在化しにくい）。あるいはまた、マルチスケールの観点からすると、メカニズム究明と予測は、それぞれ微視化と粗視化の逆方向の行為であり、それゆえ、メカニズム究明における曖昧さとは原理的に異なる種類の曖昧さが予測に付随するからである。ハザードの排除だけでよければメカニズム究明だけで十分である。しかし、それだけでは深層防護の多様性は確保できない。メカニズム究明を越えたところに予測技術があり、そして、予測技術という基盤の上に影響緩和策が構築される。予測技術の不備を補完する方策も必要である。社会の信頼を回復すべく、私たちがやるべき課題はとても多い。

(2013年5月31日)

Ⅱ. 企画セッション

2012年、原子力学会、秋の大会（9/19-21）企画セッション

核燃料部会、合同企画セッション1、
「横断的に見た核燃料サイクルの課題」の講演の概要報告

2011年の大震災／原子力事故（3・11）以降、大量の多様な種類の放射性物質が存在し残されており、その負の側面を、われわれの世代がどのように引き受けるかが問われている。核燃料サイクルの学術には、その（放射性物質の）リスクを減らすこと、可能な限り正の側面に変えること、いろいろな選択肢を創出すること、などが期待されている。しかしこれまで、その選択肢を、公に専門機関の外で、十分深く積極的に議論して来なかったという反省がある。学会に期待されている役割は、専門機関の枠を越え、技術的な可能性と問題点をできるだけ多く広く議論して、公に提示することにある。

そこで、2012年度原子力学会秋の大会の核燃料部会企画セッションでは、「バックエンドからみたフロントエンド」（使用済燃料への対応）という視点で核燃料の今後の研究開発を考えるセッションを企画し、北海道大学の佐藤正知教授（2012年秋の企画セッション時には北大教授、2013年5月現在は独立行政法人 国立高等専門学校機構、物質・環境システム工学専攻）と東京都市大の高木直行教授に以下のタイトルで、2件の講演を企画し実施した。

座長 木下幹康（電力中央研究所）

1. 核燃料サイクルの課題に横断的視点で向き合う —バックエンドの視点から—
佐藤正知（北大教授）
2. 核燃料サイクルの課題に横断的視点で向き合う —炉心およびサイクル全般の視点から—
高木直行（都市大教授）

1. 佐藤教授の講演

核燃料サイクル研究開発の歴史をたどり、我が国の原子力産業が欧米に追いつき、フォローを終えるまでの経緯をまとめ、そこから新たに見えてきた課題が示された。具体的内容は平成 16 年からの平成 24 年までの原安協・核燃料サイクル基本問題懇談会での活動の結果に基づく。方法論は、フロント側の選択がバックエンド側にどう影響するか、また逆にバックエンド側の境界条件がフロント側にどのように戻されるのか、その結果として、フロント側やバックエンド側の技術選択、判断が変更され得るのかの検討である。

概要、項目別には、その 1) 高燃焼度化で MA が増加する。MOX 導入ではさらに MA が増える。MA による発熱で、処分の境界条件が変わる。(発熱によって) 用意しなければならない場所が広がり、コストが増加する。その 2) 分離変換技術を導入すると、ガラス固化体の発熱量を減らせる。処分に必要な面積が減る。セラミックス固化体の導入はあるが処分場のコストが減る。

バックエンド側の境界条件としては以下のものがある、すなわち緩衝材(粘度/ベントナイトなど)の温度は 100°C を越えないこと、ガラス固化体の温度はガラス転移温度 480~530°C を越えないこと、セメントの温度上限(80°C)など。燃料製造分野での境界条件としては、発熱量の上限(20 W/kg)と中性子線量の評価などが課題として存在する。ただし上記の括弧内の数値は一例にすぎない。

フロント側の高燃焼度化や、MOX 燃料の導入は、Pu の燃焼割合が増加し Pu-239 の核分裂から Ru、Rh、Pd を主とした貴金属 FP ならびに Mo の生成割合が増加する。Mo の増加はガラス固化体の製造を難しくし、貴金属 FP の増加はガラス熔融炉の短寿命化につながりコストを上げる。また、軽水炉、熱中性子場での Pu (原子炉級 Pu を用いた MOX) の燃焼は、高次の Pu の生成により Am-241、Pu-238 が増加する。これら 2 核種は総 FP と同等な発熱量寄与をもたらす。とくに長寿命の Am-241 の増加は廃棄物発生量を増大させ、熱による貯蔵期間の長期化、処分場の面積増大につながる。

[要約者（座長）注釈]

佐藤教授の講演内容について、以下に表として整理を試みた。
フロント側とバックエンド側の相互作用

| 導入する フロント側 の技術 | 導入する バック エンド 側の技術 | バックエンド 側の境界条件 (不等号関係 、可/不可) | フロント側の 境界条件 (不等号関係 、可/不可) | バックエンド 側に発生する 負担 | フロント側 に戻ってくる 要請と負担 | 最適化 目的関数 (コスト決定 要因) |
|--|---|--|---|---|---|---|
| 標準燃料 MOX 燃料 MA 燃料 消滅炉 1 高速炉 2 液体炉 3 加速器 炉 | 地層処分 ・深地層 ・浅地層 中間貯蔵 ・地上 ・浅地層 分離処分 単サイクル 複サイクル 分離転換 サイクル | ガラス固化体 温度条件 (最大値) ベントナイト 温度条件 緩衝材 (セメント) 温度条件 キャスク内 燃料体の 温度条件 プルトニウム 保持・利用の 状態 (核不拡散) 立地点の 被曝リスク 安全設計 基準 | [組成] fissile 制限 濃縮度 MOX [製造] ペレットの 発熱制限 (20W/g) 中性子発生 [MA 分離] エンジニア リング (現時点で 評価困難) 原子炉の 事故リスク 安全設計 基準 | [深地層処分] 深地層に 大規模施設 [中間貯蔵] キャスク製造 貯蔵施設建設 [貯蔵立地] ・使用済燃料 ・ガラス固化体 [再処理] 建設・運転・ 保守 MA 分離 R&D 許認可 立地、建設 | [要請] ・高燃焼度化と MOX の導入 バランス ・ハル/エンド ピースの減量 [負担] MOX 製造 プラント、建設 運転 MA 燃料製造 プラント、R&D 建設 原子炉開発 消滅炉1 (高速炉) 消滅炉2 (熔融塩炉) 消滅炉3 (加速器炉) | 境界条件下で の被曝リスク 事故リスク (説明性) 深地層処分 敷地面積 (建設コスト) 中間貯蔵 施設面積 建設・維持 ・敷地面積 ・キャスク数 サイクル 処理工程 ・マスフロー ・中間廃棄物 量 ・運転コスト 消滅プラント 開発・建設 運転・保守 などの総コスト (現時点では 評価困難) |

図1-1. 使用済燃料からの発熱、その寄与内訳（ウラン燃料と U-MOX 燃料の比較）

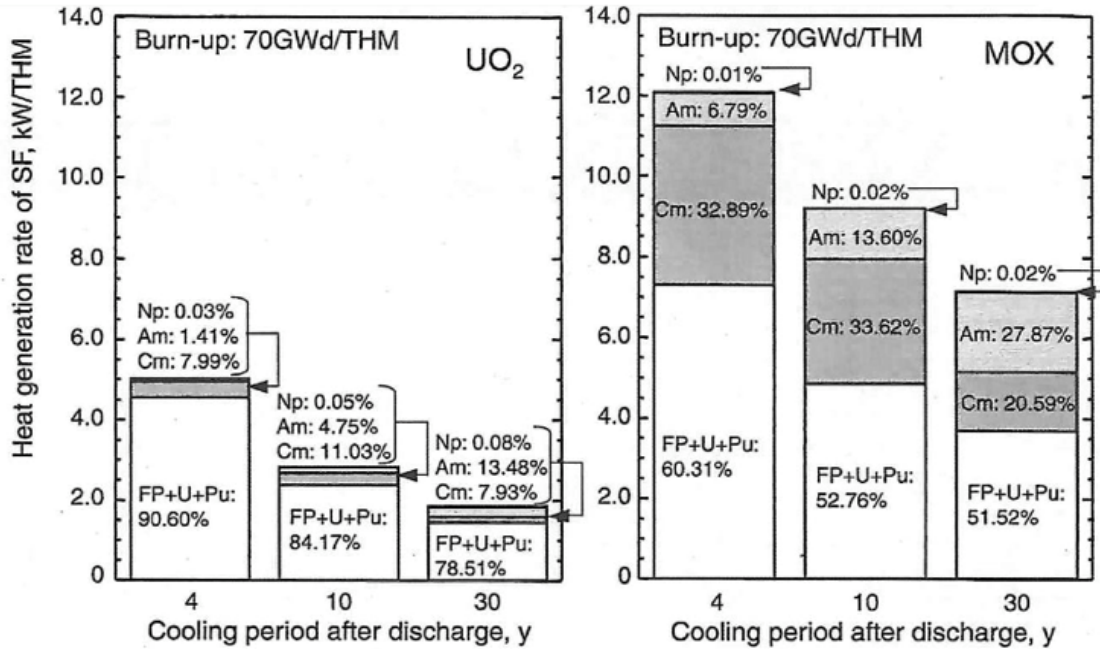
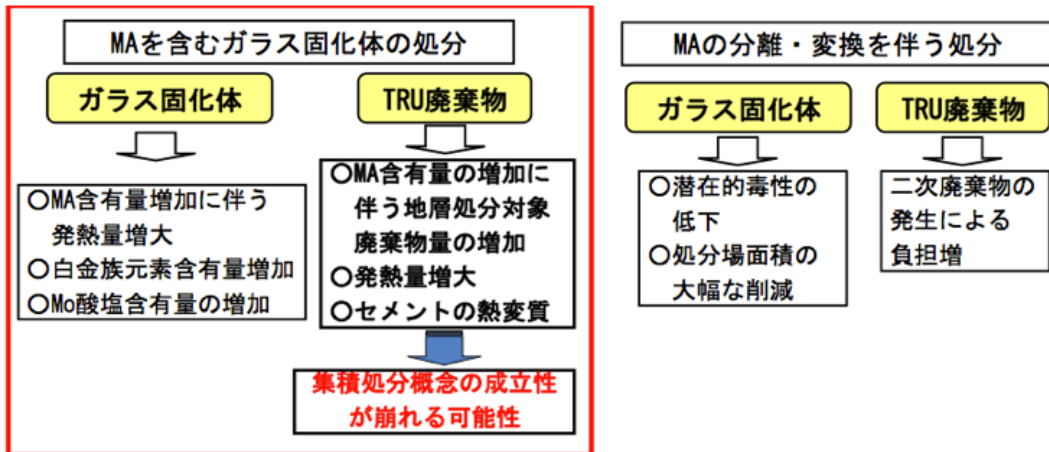


図1-2. 地層処分におけるマイナーアクチニド（MA）の寄与と問題点



2. 高木教授の講演

テーマとして3件すなわち、

- (1) ORIENT サイクルの考え方、
- (2) トリウム燃料重水炉を導入したハイブリッドサイクル、
- (3) キャンドル (CANDLE) 炉、

が紹介された。

(1) ORIENT サイクルの考え方

従来の再処理方法は、純粋な Pu 分離を目的に開発されたものであり、従前はこれを基本に機能 (TRU 回収等) を加える方向で開発が進められてきた。この「必要な燃料物質だけを純粋に回収する」という考え方に対して、2000 年代に入ってから大洗に集まった若手研究者のなかでは、逆転した発想すなわち「リサイクルの障害となる不要な物質を取り除く」という考え方が提唱され、新しい MOX-FBR リサイクル概念の検討が行われた。ORIENT サイクル (ORIENT: Optimization by Removing Impedimental ElemeNTs) である。評価軸はリサイクルへの障害、すなわち燃料製造、炉心設計運用、廃棄物処理処分への負荷とした。そのうえで、生成される人工核種を、大きく3つ: [1] 有用なもの、[2] 無害なもの、[3] 有害なもの、に分類した。

炉心設計からは、反応度に影響する中性子寄生吸収 (核分裂生成物や構造材料による無駄な中性子吸収) が大きい核種は炉心から除きたい。ここで核断面積上の発見があった。すなわち、安定 (非放射性) な核種と安定性の高い (放射能の弱い) 核種が、大きな中性子吸収断面積をもつ傾向があることである。その結果として、炉心にもどさない核種として、安定核種では Mo, Xe, 準安定核種 (半減期が2年以下 または 450 億年以上) として Nd, Rh, Pr, Ba, La, Te, Gd, Rb, Y、合計で、11 核種が見出され、その弱い放射性から、本来地層処分の必要のない核種と考えられる。これらを除き、処理処分の上で負担となる発熱性の Cs, Sr を除去し、ガラス固化体の減容に効果的な Mo を回収するなどの最適化をした結果のサイクル構成を図1に示す。ここで示した ORIENT サイクルから発生する高レベル廃棄物量は、11g/GWh と、六カ所再処理の 120g/GWh の、およそ一桁低減される。

・要約者 (座長) 注釈

- 1) ORIENT サイクルは、2000 年代初頭に電中研から当時の原子力研究所大洗 (旧動燃) に出向していた吉田和生氏などによって発案され、JAEA の中で考え方として採用され、塚田毅志氏らにより引き継がれ、当時大洗に東電から出向していた講演者の高木教授らによって拡張発展された。
- 2) ORIENT サイクルの計算解析の上では、もう一步進んで、同位体分離のレベルまで踏み込んだ整理も可能であろう。とくに、吸収断面積と崩壊系列の詳細な関係とそのメカニズムを有効に用いるためには、理学系の原子核物理の研究者との交流が有益と考えられる。
- 3) 元素/核種分離は工学的には完璧にはならず完全な除染はできない。すなわち小さいが有意な値の分配係数によって TRU や放射性核種が少量だが残留する。この

ような汚染の残った「原子力リサイクル材料」はその再利用先として原子炉や燃料の構造材や燃料媒質が適当と考えられる。

- 4) 核分裂型原子炉はその反応と崩壊によって多種類の原子核から成る「混沌」を生み出したとも考えられる。混沌から生まれたものは混沌に戻し、こちら側の世に残らない工夫ができれば幸いである。閉じたサイクルの精神は、米国アルゴンヌ国研の金属燃料サイクルの技術、その IFR 燃料サイクル (Integral Fast Reactor fuel cycle) で試みられ、その系譜は ORIENT サイクルにも引き継がれている。高木教授の講演では、混沌が吸い込まれる穴が消滅しないようにする、すなわち原子炉を炉物理的・炉工学的に成立させる要件が検討された。この方向の技術開発は、今後さらに燃料技術 (固体、液体に広げて) の分野で発展すると予想され期待される。

図 2 - 1. FP 中の生成重量割合（単位％）、反応度への悪影響：寄生吸収（単位％）、
 各々核種ごとに棒グラフに積重ねて表した。但し 4 年冷却後に残留する核種で評価。

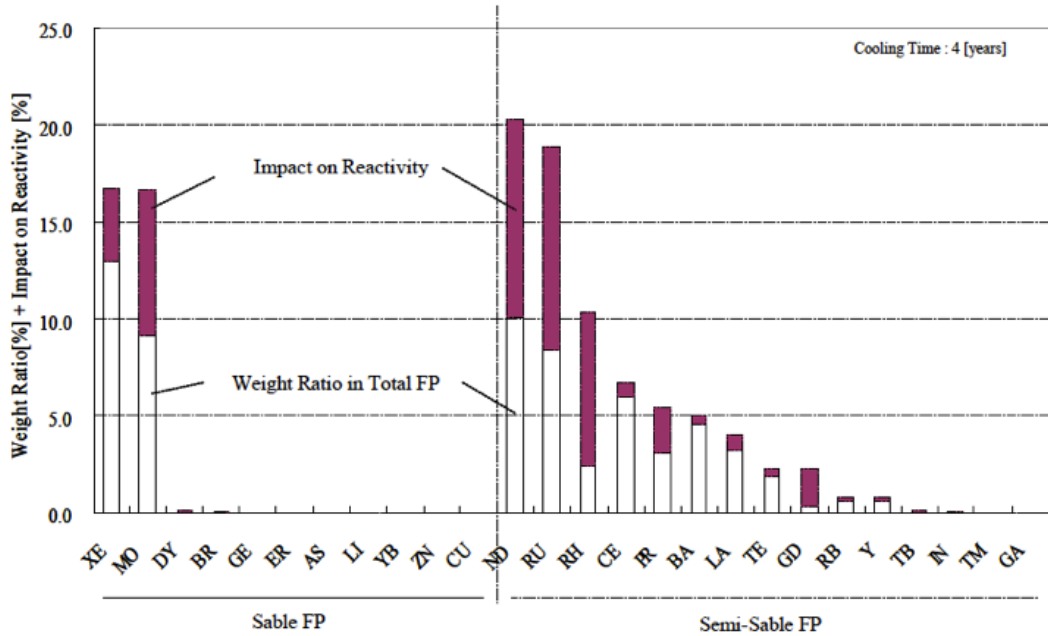


図 2 - 2. ORIENT サイクルの概念（物質の流れ）

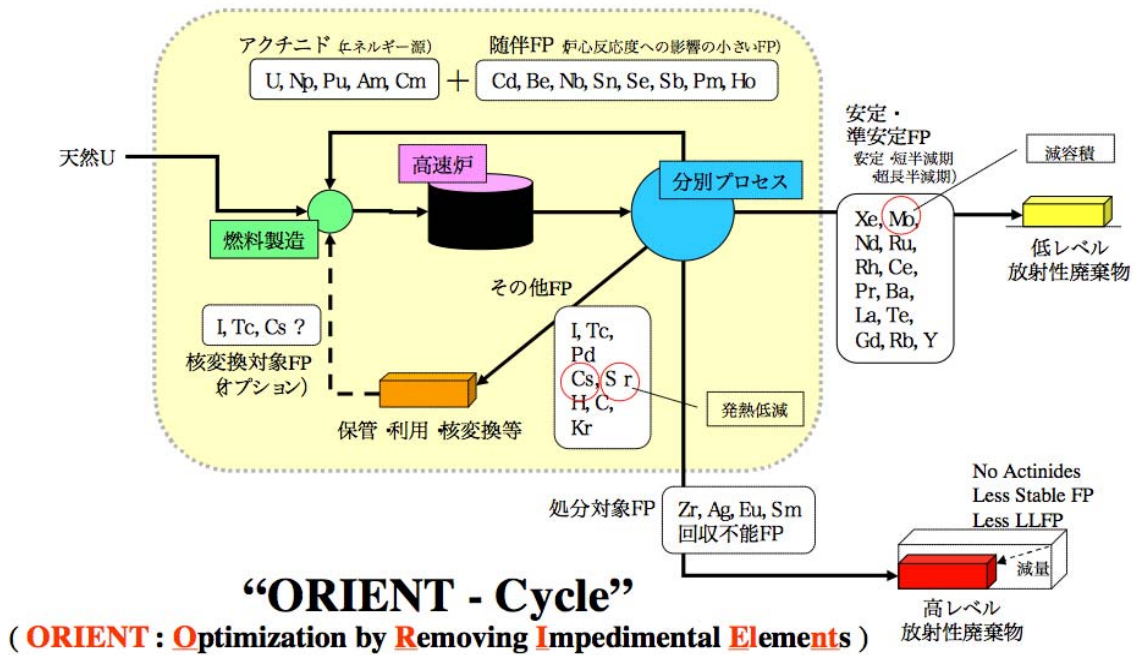
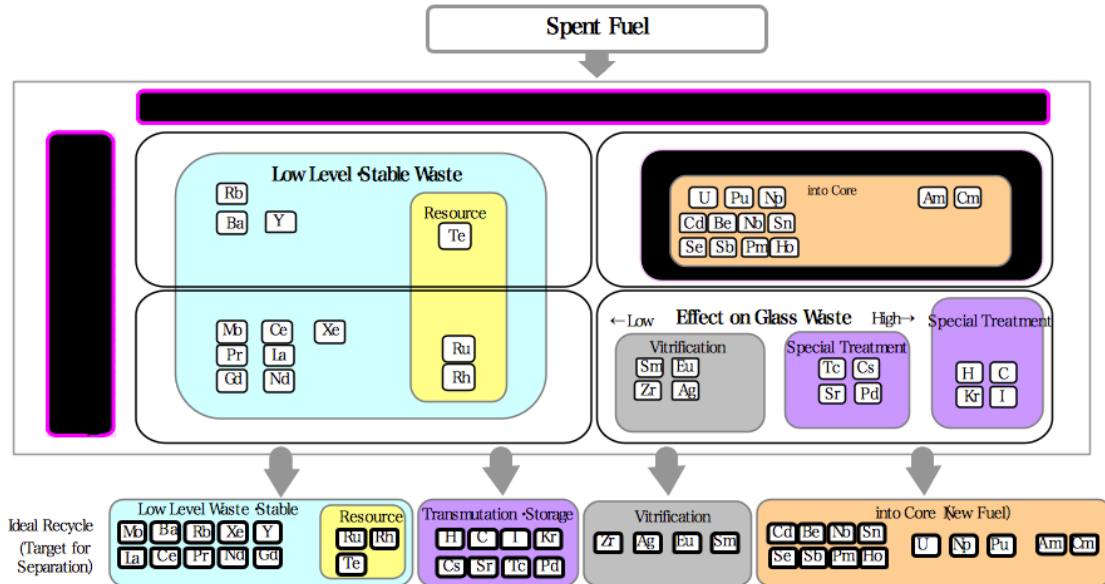


図 2-3. ORIENT サイクルで提案する核種・元素の分別



(2) トリウム燃料重水炉を導入したハイブリッドサイクル

地層処分の負担軽減には、佐藤教授講演でも示されたように、マイナーアクチニド (MA) の扱いが重要である。処分形態 (ガラス固化体など) によらずそこに MA が含まれなければ、毒性減衰期間の短縮、施設面積の縮小・コストダウンが期待される。本講演では、FBR 実用化時期以降に増殖型トリウム炉を導入して MA 変換を開始するシナリオ評価が、整合性のある計算結果として示された。

具体的には、燃料の供給・循環が続くように炉心を設計し、反応度係数が負になるなどの条件を満たすようにしたうえで、トリウムを重水炉に持ちこんだときの、MA の処理量、排出量を算出した。MA の装荷スキームとして、高速増殖炉でも重水炉でも共通してサイクルのなかを重金属比で 1%流れるとして評価した。その結果、Np237、Am241、Am243、Cm244 (重量比 52、31、13、4) をトリウム酸化物燃料中に 1w/o 装荷して炉心燃焼を行ったところ、平衡時の出力当りの年間 MA 燃焼量は、25.8 (kgMA/year/GWe)、であった。比較のため、大型 MOX 燃料高内部転換型代表炉心に Np237、Am241、Am243、Cm244 (重量比 0.5、2、1、1) を 0.93w/o 装荷した場合の平衡時の出力当りの年間 MA 燃焼量は、3.59 (kgMA/year/GWe) となり、トリウム炉心の方が効率的に燃焼されたことがわかった。両者の比をとれば、約 7 倍、トリウム重水炉の方が上記の大型高速炉より効率が良いことが示された。また、Cm などの高次核種の生成は 2 桁程度ウラン・プルトニウムサイクルより小さくなることがわかった。このシナリオの技術課題は、トリウム酸化物燃料の再処理が商用規模レベルでは未開発であること、トリウム燃料加工のインフラ整備が新たに必要となることである。

・要約者 (座長) 注釈

現在 (2013 年 5 月時点)、ノルウェーのハルデンプロジェクト (ハルデン重水炉) では、ベンチャー企業 Thor Energy (TE 社) のプロジェクトとして、2013 年 4 月から

トリウム MOX 燃料の試験照射が始まっている。原子炉級プルトニウム燃料棒 2 本と反応度を合わせた高濃縮ウラン燃料棒とが同じ集合体の隣接位置で照射されており、ペレット中心熱電対によって、FP ガス放出しきい温度の比較が可能になると期待されている。TE 社プロジェクトでは、例えば英国のガス炉級プルトニウム、兵器級プルトニウムの消滅処理などを視野に入れており、ノルウェー政府ならびに英国 NNL

(National Nuclear Laboratories) の支援を受けている。希土類の生産に関与しトリウム資源を保有する資源会社 Solvay/Rhodia (ベルギー/フランス) や、ウェスティングハウス・スウェーデン、FORTUM (フィンランドの電力会社)、超ウラン元素研究所 (EURATOM) などが参加している。我が国にも参加の呼びかけがなされている。佐藤教授、高木教授の講演ともに、処分工程でのマイナーアクチニド (MA) の扱いが課題であり、トリウムの燃料への導入は効果的であるとされている。我が国でも技術的な検討を進めることが望まれる。

(3) CANDLE 炉

関本弘 (元) 東工大教授により 70 年代に見出された CANDLE 型の原子炉体系が紹介された (CANDLE: Constant Axial shape of Neutron Flux, nuclide densities and power shape During Life of Energy producing reactor)。中性子拡散と媒質原子核による捕獲・核変換からなる反応場を、非線形反応拡散方程式の視点から見れば、進行波解が現れる。燃焼領域が年に数 cm の速度で自律的に下方向へ移動する事が CANDLE という名前の由来である。一方、燃料サイクルからみた CANDLE 体系の特徴は、燃料領域の自律的な移動で「空間的・物理的に 燃料と FP が引き離される」こととされる。原理的には一旦燃焼を開始させれば以後必要となるのは天然 U、減損 U といった親物質のみであるため、核拡散の懸念を生む濃縮と再処理が不要となる。左記の特性から発電サイトで燃料交換を行わない原子炉 (reactors without on-site refuelling) のひとつとして IAEA-TEC-DOC-1536 (2007) に取り上げられている。参照: H. Sekimoto and T. H. Pigford, . A New Method for Calculating Space-Dependent Burnup, . Trans. American Nuclear Society, 18, 137(1974)。

・要約者 (座長) 注釈

非線形反応拡散方程式の進行波解やソリトン解は、1960 年代末から盛んになりポピュラーになった非線形数学の応用問題のひとつである。自然界に発見されれば自然科学としてもおもしろい。自然界から与えられた中性子物理とそのありうる体系の、学問的研究として位置づけることができる。人工物として視座をおくならば、原子炉をいかに設計し実現するかがあり、まず高燃焼度燃料としての成立性すなわち固体 (または液体) 燃料材料とそれを支える構造材料の開発 (CANDLE のモードで数十年耐えられること) が先立つ。

燃料サイクルの工学からみた CANDLE 体系は、燃料の材料工学的な制御可能性の範囲で、一旦燃焼を開始させれば以後必要となるのは天然 U、減損 U といった親物質のみであるため、核拡散の懸念を生む濃縮と再処理が不要となる。この特性から発電サイトで燃料交換を行わない原子炉 (reactors without on-site refuelling) のひとつとして IAEA-TEC-DOC-1536 (2007) に取り上げられている。

3. 会場からの質疑応答

1. 核燃料部会長) 技術を評価する方法として、複式簿記のように赤字（ネガティブな側面）もきちんと評価できるバランスシートのようなものを作れないか、社会の費用も含めて全体のコストを評価できるように努力を注ぐべき、との提言があった。
2. 会場) これまでシナリオを検討してきているが、その最適化関数を選ぶにあたって、プラントの安全性や、エネルギー生産コスト（電気料金）からみた経済性だけではオプションを選び切っていない。
3. 会場) 選択枝の境界条件は、社会との接点で変化する。原子力事故のあとそれが変化した。いまは最適化されていない状態にある。既存路線が最適だとは言えない。
高木教授) これまで専門機関（JAEA）では人数と時間とをかけてFACT、FS（高速炉サイクルのフェージビリティ・スタディ）などで最適化の答えを出してきている。繰り返しても新しい答えがでてくる期待は余りもてない。
核燃料部会長) FACTなど検討が専門的に深掘りし（一本の解に）まとめすぎたきらいがある。Granularity（多様な議論を可能にする、個別・項目別の基本情報の整備）をもってやるべきだろう。個別のテーマ別に、社会との接点をとることができるように、まとめることも必要だ。
4. 会場) 東日本大震災（3. 11）が起きたことで、想定外をプラントでは議論しているが、地層処分では想定外は議論したのか？ もしも議論しておらず、万年を越えての想定外が議論できないのであれば、処分シナリオは見なおしたほうが良いのではないか。
佐藤教授) 地層の中には十億年単位で安定であった粘土層がある。そういう地層が存在するので、安全に処分できる可能性はあると考える。
5. 会場) 処分の安全性と使用済み燃料の処理について、市民に許容して貰えなければ、核燃料サイクルの話は進まない。
6. 会場) 市民と原子力／燃料サイクルとの接点では、市民およびマスコミの科学リテラシーが重要である。
佐藤教授) 社会と核燃料サイクルとの接点でのリテラシーの問題は、サイクル部会では意識はされているが、ここに核燃料部会の寄与する場がどのように作れるかは今後の課題だろう。

座長／要約者としての結言

佐藤教授の講演では、処分の内訳の変更で、処分の更にはサイクル全体の負担が変動することが示された。高木教授の講演では、原子炉側の技術開発が何をもちらし得るかが示された。両講演から、フロント側とバックエンド側の技術開発が進めば、処分対象物の見直しを含めた新たなオプション／シナリオを創出できる可能性があること感じられた。

2010年代の今日、原子力導入（1960年代）から数えて、今現役で働く人々はおおむね4世代目にあたる。この現在の事態を前にしては、過去から与えられた技術と境界条件をいかに熟（こな）すか、という受身的な姿勢では、もはや原子力産業を維持することはできない。新たに出発し直すこと、もういちど創業する視点に戻ることができるか、われわれ原子力の専門家は試練の時にあると感じる。

Ⅱ. 企画セッション

日本原子力学会 2013年春の年会 核燃料部会企画セッション
溶融事故における核燃料関連の課題検討ワーキンググループ活動報告について

平成25年3月28日
大阪大学 黒崎 健

シビアアクシデント（SA）に関連した核燃料に関する課題を検討することは、現在進められている福島第一原子力発電所事故に関する様々な取り組みに寄与できるものであるという考えのもと、2011年8月に核燃料部会において「溶融事故における核燃料関連の課題検討ワーキンググループ」（以下、WG）が設立された。そして、設立から約1年半が経過したこのタイミングで、日本原子力学会2013年春の年会の核燃料部会企画セッションにおいて、WGの設立から現在までの活動状況が報告された。報告は、四件の講演により行われた。本稿は、そこでの報告内容と当日の議論を紹介するものである。

一件目は、WG主査の大阪大学・山中教授により、WG設立の経緯、趣旨、現在までの活動状況、今後の展開の概要が報告された。具体的には、福島第一原子力発電所事故後に山積する核燃料（燃料ペレットと被覆管）に関する技術課題に対して、核燃料の専門家の視点から学術的に検討することを目的としてWGが設立されたこと、2011年8月以降現在まで8回のWGが開催されていること、WG内に設立されている2つのサブワーキンググループの概要、並びに今後のWGの活動予定等が報告された。2013年4月中を目途にWGの活動を取りまとめた報告書骨子を作成し、2013年秋までに報告書を完成させることでWG活動を終了するとのことであった。報告書の内容としては、溶融燃料に関する直近で必要な研究課題、中長期的に見て必要な研究課題、人材育成の進め方、国内外での協力体制の構築等が検討されているとのことであった。また、講演の最後では、溶融燃料を取り巻く研究の「階層」について、山中主査の考えが紹介された。そこでは、溶融燃料を取り巻く研究を、分野連携を伴う「シナリオベース研究」と個々の技術課題の解決を試みる「要素データベース研究」の二つの階層に分割し、モデル研究やデータベース研究を通じて、二つの階層間の連携を図っていくことが重要であろうとの見解が示された。



大阪大学・山中主査

二件目は、JAEAの永瀬委員より、海外における溶融燃料挙動に関する研究の現状が報告された。燃料の溶融進展及び再分布状況を把握し溶融燃料の取り出しを効率的に進め

るためには、国内における研究開発だけでなく海外技術の活用や海外との協力を行うことが合理的であるといった観点のもと、海外での溶融燃料挙動に関する研究の現状と海外の研究機関との協力に関する検討についての報告がなされた。また、福島第一原子力発電所の廃止措置及び燃料溶融挙動評価には、特に、BWRに特有な制御ブレードの溶融及びその影響、炉心支持板以降の溶融進展、下部ヘッドの変形及び破損、MCCIによるコンク



JAEA・永瀬委員

リートの損傷等について新たな知見が求められること、そして、試験技術整備に要する時間や国内での試験実施の困難さを考慮すると、上記知見の取得については海外との協力や海外施設の活用を検討すべきであるとの見解が示された。会場から、溶融燃料からの核分裂生成物(FP)の放出挙動(いわゆるソースターム)について、核燃料の研究者としてどこまでを守備範囲とするのか?との質問があった。これに対して、少なくとも燃料中及び燃料から放出される際のFP挙動に関しては核燃料の研究者が取り組むべき研究課題であるが、本当に重要なのは、燃料から放出された後、環境中でFPがどのようにふるまうかを理解することだろうとの意見が出された。

三件目は、電中研の尾形委員より、WG内に設置された「溶融燃料サブワーキンググループ」の活動が報告された。福島第一原子力発電所の1～3号機の廃止措置や今後のSA対策に関する研究開発に対して核燃料工学の分野から貢献することを目的として、SAに関する国内外の既往研究を調査し、SA事象進展、溶融燃料の生成過程と特性(組織、組成、物性等)、これらに影響を与える因子、及びモデリングの現状等について調査が進められていること、並びに現時点で得られている調査結果の概要が報告された。本サブワーキンググループの調査活動は2012年7月に開始しており、2013年度中頃に調査結果が取りまとめられる予定であることが示された。また、調査結果がSAに関する種々の研究において



電中研・尾形委員

活用されるように、報告書を公刊物として発行する計画であることが示された。会場からは、溶融燃料に関する課題抽出作業のような調査研究は、一種の整理学であろうとのコメントがあった。また、近年注目されている B_4C と水との反応挙動に関しては、反応過程と反応生成物のみならず、反応熱についても議論すべきであるとの意見があった。さらに、

炉心構成物と燃料（ UO_2 ）の反応のみならず、それらとFPとの反応挙動も調査するべきだろうとのコメントがあった。

四件目は、東京大学の鈴木委員より、同じくWG内に設置された「燃料溶融事故を踏まえた軽水炉燃料に係る研究課題検討」サブワーキンググループ」の活動が報告された。今後取り組むべき軽水炉燃料に係る基礎研究課題を抽出・整理することが、本サブワーキン



東京大学・鈴木委員

ググループのタスクであることが示された。講演では、通常運転（異常過渡）、設計基準事象（反応度投入事故RIA及び冷却材喪失事故LOCA）、SA、長期中間貯蔵、新材料開発のそれぞれの観点から、研究課題の抽出整理状況が報告された。また、これらの検討結果については、核燃料部会の今後の展開の指針となるようWG報告にまとめること、検討結果が、産官学の今後の研究の方向性の指針となるよう情報発信を進めて行くこと、本サブワーキンググループの活動については平成25年度も継続し、最新の海外事例・研究事例の検討等を通じて研究課題の抽出・評価を進めるとともに、検討課題についての具体的研究法の提案を実施する予定であること等が示された。

参考資料

溶融事故における核燃料関連の課題検討ワーキンググループホームページ

(http://www.aesj.or.jp/~fuel/WG_Meltdown_Fuel.html)

Ⅲ. 特別寄稿

第1回核燃料部会賞（奨励賞）について

ニュークリア・デベロップメント(株)

池田 一生

1. はじめに

核燃料工学に関する学術・技術顕彰を目的とした部会賞を制定する動きが具体化し、H23年9月の運営小委員会において「核燃料部会表彰内規の制定」が提案され、了承された。これを受けて、当時の国内企画担当委員により表彰内規案が作成され、運営小委で様々な議論を行った結果、当面は若手研究者を対象とした奨励賞とすること、新たに論文を書く必要はなく、過去3年間の研究業績を応募対象とすることとなった。

その後、部会賞表彰内規と部会賞実施要領がH24年3月に制定され、部会賞を選考するための小委員会は、運営小委員会のもと、H24年9月に設置された。部会賞選考委員は安部田委員長のほか、6名の有識者・先生方が選任され、幹事は池田が担当し、ここから、第1回核燃料部会賞の選考体制がスタートすることとなった。

2. 第1回核燃料部会賞の決定までの経緯

今回が初回ということで、ルール、要領、書式作りなど、一から決める必要がある事項も多く存在した。最初に幹事が案を作成し、選考委員のR&Cの後、運営小委での審議・承認を経て、ひとつずつ進めていった。表彰式に至るまでの一連の流れは、以下の通りである。

- ① 部会賞募集～部会賞表彰式までのマスタースケジュール作成
- ② 部会賞募集要項および推薦書の作成
- ③ 部会賞募集（部会HPへのUPおよび部会員へのメール連絡）
- ④ 部会賞実施要領への選考方法（基準）追加および選考評価書の作成
- ⑤ 受賞候補者研究業績の評価、受賞者の決定
- ⑥ 受賞者および応募者への選考結果の連絡
- ⑦ 原子力学会理事会への選考過程および選考結果の報告
- ⑧ 受賞者への贈呈内容決定（表彰状、表彰楯の文面およびデザイン）、業者手配
- ⑨ 春の年会での表彰（部会賞の贈呈）

先に述べた通り、実質的なスタートが10月だったため、非常にタイトなスケジュールとなった。2013年春の年会で表彰式を行うことからスケジュールを逆算し、それぞれの日程調整を行った。例えば、表彰状/表彰楯の製作に最低3週間かかる、その前に受賞者を決定する必要があり、運営小委の審議期間を考慮すると2/Bまでには選考を

終了する必要がある・・・といった具合である。

このため公告（募集開始）から募集終了までの期間が短く、応募が無いのでは、と心配したが、幸いにも杞憂に終わった。奨励賞として十分な研究業績を擁している複数名の若手研究者が推薦を受け、受賞候補者として応募がなされた。選考は候補者の研究業績を5項目（独創性・新規性、本質性、実用性・有用性、将来性、努力度）で採点した。採点にあたっては、利害関係を排除し、公正な審査とするため、候補者または推薦者と同じ所属機関の委員は評価に加わらないこととした。各候補者の研究業績に対する評価および今後の期待度は高く、中でも候補者中2名は、50点満点中7割以上の評点を得た。候補者の中で最も評価が高かったNFD坂本寛氏の研究が、選考委員の全員一致により、第1回核燃料部会賞（奨励賞）として選ばれた。坂本氏の研究業績に対する評価（原子力学会理事会への報告）を添付に示す。

3. 第1回核燃料部会賞の表彰式

H25年3月26日、春の年会初日に開催された核燃料部会全体会議で、表彰式が行われた。岩田部会長より、表彰状および表彰楯が、坂本氏に贈呈された。会議参加者からの祝福の後、坂本氏より以下の受賞のご挨拶があった；

「今回は光栄なことに、記念すべき「第一回」の核燃料部会賞（奨励賞）を受賞することができました。「燃料被覆管材料の水素吸収機構に関する研究」が受賞対象で、長年の課題であるジルコニウム合金の水素吸収機構の解明に関する一連の研究が皆様に認めていただけたことに感謝いたします。本研究は社内外の多くの方々のご協力、ご指導を受けながら取り組んでいるもので、この場をお借りして研究にご協力いただいた皆様、また選考委員の皆様にお礼申し上げます。特に、京都大学の高木先生及び研究室の皆さん、九州大学の橋爪先生、大塚先生、NFDの宇根さん、青見さん（現GNF-J）には多大なご協力をいただきました。残念ながら研究は「解明」には至っておらず道半ばというところですが、今後とも根気強く「解明」に一步でも近づけるように精進いたしたいと思っております。今後とも皆様のご協力をよろしくお願いいたします。」

（核燃料部会賞（奨励賞）を受賞して 日本核燃料開発株式会社 坂本 寛）

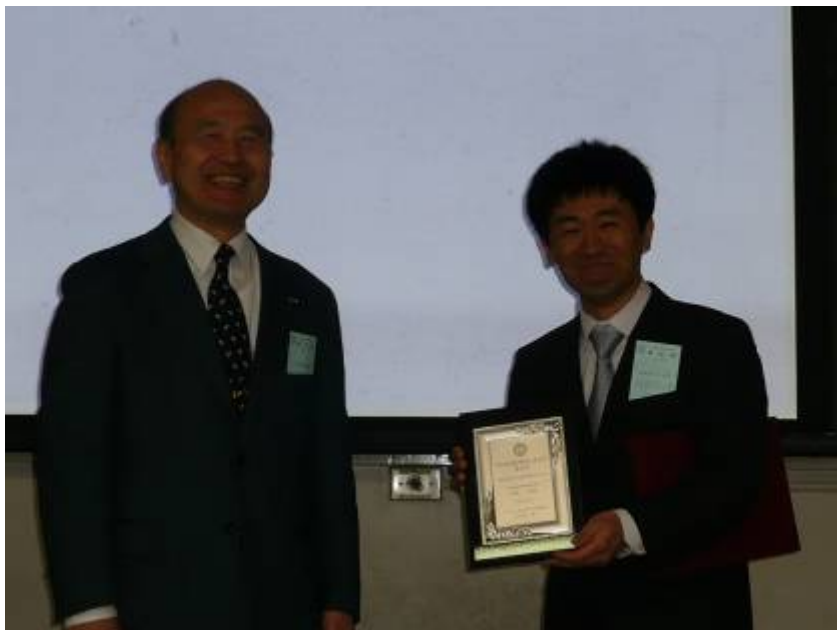


写真 岩田部会長（左）より表彰を受ける坂本寛氏（右）

4. おわりに

核燃料部会は学会内でも所属員数が 4 or 5 番目に多い比較的大きな部会であるが、これまでは独自の部会賞を設けていなかった。熱流動、核融合、炉物理などの部会では数年前より独自の部会賞が設けられており、核燃料部会も、先行していた他の部会に追いついたことになる。部会活動を盛り上げる意味では、トップダウンよりもボトムアップの方が望ましいと感じており、核燃料部会賞をひとつの契機として、若い研究者・技術者の発奮の材料、励みとなれば幸いである。

なお H25 年度以降も、核燃料部会部会賞（奨励賞）は引続き募集を行う予定である。第 1 回は受賞者 1 名としたが、第 2 回以降は複数名の受賞も可能としており、今回惜しくも受賞を逃した方々を始め、若手の部会員の積極的な応募をお待ちしている。

最後に、参考となる原子力学会賞や他の部会賞の情報等をご提供頂いた富田様、湖東様を始めとした学会事務局の方々、タイトなスケジュールにお付き合いいただいた選考委員を始めとした部会関係者の方々に、この場をお借りして、深く御礼申し上げます。

第1回（平成24年度）日本原子力学会核燃料部会 部会賞選考結果

1. はじめに

核燃料部会では、平成24年度より、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）を対象とする核燃料部会部会賞（奨励賞）を制定した。

核燃料部会部会賞（奨励賞）は、推薦期限を起点とする過去3年間に公表された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（核燃料工学に関する国際会議や学術誌、技術史で発表された優れた成果）を対象とする。

核燃料部会部会賞表彰内規第4条2項の規定に基づき、運営小委員会のもとに設置された部会賞選考小委員会（以下、選考小委）にて、推薦された受賞候補者の研究業績について選考を行った。

2. 選考結果

奨励賞（1件）；

「燃料被覆管材料の水素吸収機構に関する研究」

日本核燃料開発(株) 坂本 寛

選考小委にて、①独創性・新規性、②本質性、③実用性・有用性、④将来性、⑤努力度、の観点より厳正な審査を行った結果、上記研究が最も高い評価を得た。選考小委より運営小委員会に対して坂本氏を部会賞（奨励賞）受賞候補として推薦し、運営小委員会の審議により、受賞者として決定した。

なお補足であるが、坂本氏の研究に対しては、選考小委委員より以下のコメントがあった。

- ・ 新しい被覆管合金における腐食や水素吸収性能の向上メカニズムについて知見を与える重要な研究である。被覆管の水素化は実用上重要な課題であり、そのメカニズム研究は大変本質的である。今後は照射材の研究も期待したい。
- ・ Zr の水素吸収メカニズム解明という本質的な課題の解決に向けて、これまでにほとんど適用例が無かった放射光を利用した手法を含めて、多数の共同研究者との協働により、様々な手法を組み合わせた網羅的なアプローチで研究に精力的に取り組む、機構論的アプローチにより同機構解明に大きく貢献した。また、成果を積極的に国際会議や学術雑誌に多数発表しており、高い独創性・新規性、努力等を裏付けている。
- ・ ジルコニウム合金の水素吸収については表面酸化膜制御が重要課題である事は従来から知見が蓄積されていたが、酸化膜物性を細部まで検討した努力に敬意を表する。

以上

核燃料部会 部会賞選考小委員会 委員長
安部田貞昭

IV. 国際会議紹介

NUMAT2012 会議報告

平成 25 年 4 月 福井大学・宇埜正美

【概要】

NUMAT (Nuclear Materials) はそれまで個別に行われていた核燃料や材料、アクチニドに関する国際会議を合同で行なうことを目的に始まった国際会議であり、第 1 回の会議は 2010 年、ドイツのカールスルーエにて ITU (Institute of Transuranium、超ウラン元素研究所) が現地実行機関となって行なわれた。今回は、第 2 回目の会議であり、2012 年 10 月 23 日～25 日まで大阪上本町の国際交流センターにて、大阪大学が現地実行機関として行なわれた。(http://www.nuclearmaterialsconference.com/index.html)

会議のトピックスとしては前回に引き続き、

- Thermodynamics and Thermophysics of Nuclear Fuels
 - Materials Modelling and Simulation of Nuclear Fuels
 - Radiation Stability of Complex Microstructures
 - Molten Salts for Nuclear Applications
 - Structural and Functional Materials for Fission Reactors
 - Structural Materials Modeling and Simulation
- の 6 つに加え、前回会議での提案と福島事故をふまえて
- Post Irradiation Examination of Nuclear Fuels
 - Behavior of Materials during Severe Accidents
- の 2 つが加えられ、都合 8 つとなった。

2012 年 5 月の参加登録締切り時は 600 件近い発表申込があったが、会場の都合により 8 月の早期参加申込者に絞って発表許可を与えた。それでも、アメリカやフランスなど 20 カ国を超える海外からの 200 名近い外国人を含む約 350 名の参加者があり、発表件数は 400 件を超えた。アジアでの開催ということで、中国、ロシア、インドからも多数の参加者があった。

会議はまず実行委員長の阪大・山中教授および会議主催者である Elsevier 社の発行する Journal of Nuclear Materials の編集



開会の挨拶をする阪大・山中実行委員長

長、Dr. Mansur の挨拶の後、初代編集者の名前を冠した Robert Chan 賞を受賞した MIT

名誉教授の Dr. Yip 氏の記念講演が行なわれた。その後、全員が参加する上記 8 つのテーマ毎に 1 件の keynote lecture と 4 つの会場での parallel session で、25 日午前中までに約 160 件の口頭発表が行なわれた。また 23 日と 24 日の夕方には、それぞれ 100 件を超えるポスター発表が行なわれた。

いずれのトピックスでも最新の研究成果に加え、シビア・アクシデントに関する研究が報告され活発な議論がなされた。特に、燃料関係ではシビア・アクシデント時のような過酷な環境でもより健全な新型被覆管や燃料の研究発表が目立った。セッションの最後に、阪大・山口教授による福島第一事故関係の特別講演が行なわれたが、最後まで、参加者が減ることは無かった。

会議の最後に、若手口頭発表賞が Oak Ridge 国立研究所の Dr. Terrani に、若手ポスター賞が東北大の藪内助教に、美術賞が ITU の Dr. Wiss に手渡された。

なお、次回は、2014 年 10 月 27 日～30 日にアメリカのフロリダ州で行なわれる予定である。



JNM 編集長 Dr. Mansur による主催者挨拶



福島事故関連の特別講演をする阪大・山口教授



若手ポスター賞を受賞した東北大・藪内助教 (右) とプレゼンターの ITU・Dr.Konings

【各トピックスにおける発表内容】

■ Thermodynamics and Thermophysics of Nuclear Fuels

実験および計算による熱力学や機械的性質などに関する基礎研究が中心で、PuO₂ の融点測定、模擬照射済 UO₂ の熱伝導度測定、Zr 合金の酸化挙動の添加元素依存性、ab initio-CALPHAD 法による Mo-U 合金状態図や Pu 固溶による相状態計算など燃料や被覆管の基礎物性の測定や熱力学データの取得と熱力学計算に関する研究報告がなされた。

■ Materials Modelling and Simulation of Nuclear Fuels

(Th,U)O₂ 燃料の照射に伴う相状態変化の熱力学計算、CeO₂ と PuO₂ の第一原理計算による電子状態の比較、(U,Pu)O₂ の系に温度勾配を持たせた平衡分子動力学計算による熱伝導度評価、有限要素法による気孔を含む UO₂ の熱伝導度計算など第一原理計算、分子動力学計算、有限要素法解析、化学平衡計算などによる燃料の物性研究が報告された。

■ Radiation Stability of Complex Microstructures

ODS 材の照射キャビティ、イオン照射 NF616(P92)合金のその場 TEM 観察、ホタル石型構造酸化物の照射挙動など、実用材の照射挙動から照射損傷のメカニズム研究まで、主に実験的手法を用いた研究が報告された。

■ Molten Salts for Nuclear Applications

熔融塩の第一原理計算、LiCl 熔融塩中の電解還元によぼす UO₂ の化学形の影響、ウラニル錯体のラマン分光、SERPENT コードを用いた MSFR 燃料と炉心材料の挙動評価など、乾式再処理におけるプロセス評価や熔融塩炉の燃料挙動などに関する研究が報告された。

■ Structural and Functional Materials for Fission Reactors

Zr 被覆管材の μ -XAFS 測定やアトムプローブ測定、SiC/SiC 材の軽水炉被覆管材料への適用性評価、攪拌接合法による ODS 材の接合技術開発などステンレス系材料や Zr 合金材料に加え SiC 材料など様々な分析手法を交えた健全性評価について、全口頭発表のうちの半数に上る報告がなされた。

■ Structural Materials Modeling and Simulation

照射鉄のナノスケール変形メカニズム、最適化冷間加工 15-15Ti ステンレス被覆管の機械的性質のモデリング、ナノ構造を持つフェライト鋼中の Ti-Y-O ナノクラスターのエネルギー特性など材料の機械的性質について主にマイクロなメカニズムに基づいたシミュレーション研究が報告がなされた。

■ Post Irradiation Examination of Nuclear Fuels

PWR-MOX 燃料のハルデン炉における 70GWd/t までの照射試験結果、ORNL における SiC/SiC 材の照射試験、インドの高速実験炉で 112GWd/t まで照射した D9 被覆管の照射後試験結果などの PIE データの他、US DOE のサポートする先進燃料モデリングの R&D、CEA のシビア・アクシデントのソースターム研究である VERDON 試験やドイツ・超ウラン元素研究所におけるサブミクロン・オーダの空間分解能をもつ PIE 試験など各国、各機関の現状も紹介された。

■ Behavior of Materials during Severe Accidents

シビア・アクシデント時の燃料の破損挙動や PHEBUS 溶融燃料集合体の PIE 試験など TMI 事故以降継続されて来た研究やそのレビュー、海水塩と U-Zr-O デブリとの高温反応や溶融燃料と海水との反応に関する熱力学的評価などの福島事故対応の研究、照射済 MOX 燃料からの Am と Pu の放出挙動や破裂した被覆管のブレイクアウェイ酸化などの事故時挙動の基礎研究が報告された。



keynote lecture の風景

V. 核燃料関係国際会議予定一覧

(April 2013 – March 2014)

| No. | 期間 | 会議名、開催場所、内容 等 | 問合せ先 |
|-----|--------------------------|---|---|
| 1 | 9 - 11 April 2013 | World Nuclear Fuel Cycle 2013 シンガポール、Fairmont NEI、WNA | http://www.wnfc.info/ |
| 2 | 23 - 25 April 2013 | 2013 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP) 韓国、Jeju KNS、AESJ、SFEN、ANS | http://www.icapp2013.org/ |
| 3 | 23 - 25 April 2013 | 46 回原産年次大会 日本、Tokyo 日本原子力産業会議 | http://www.jaif.or.jp/ja/annual/46th/46th-annual_top.html |
| 4 | 24 - 26 April 2013 | Technical Working Group on Fuel Performance and Technology (TWGFPT) オーストリア、Vienna IAEA | http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical_Areas/NFC/NFC-meetings/all-event-types.html |
| 5 | 27 - 31 May 2013 | European Materials Research Society (E-MRS) 2013 Spring Meeting フランス、Strasbourg E-MRS | http://www.emrs-strasbourg.com/ |
| 6 | 16 - 20 June 2013 | 2013 ANS Annual Meeting アメリカ、Atlanta ANS | http://www.new.ans.org/meetings/m_80 |
| 7 | 21 - 26 June 2013 | ACTINIDES 2013 独国、Karlsruher KIT、ITU | http://actinides13.ine.kit.edu/ |

| | | | |
|----|---|---|---|
| 8 | 23–27 June 2013 | Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) フランス, Marseille CEA | http://animma.com/ |
| 9 | 29 July – 2 August 2013 | 21 st The International Conference on Nuclear Engineering (ICONE) 中国, Chengdu NPIC, CNS, ASME, JSME | http://www.icone21.org/ |
| 10 | 15–19 September 2013 | 2013 LWR Fuel Performance Meeting / Top Fuel アメリカ, Charlotte, NC ANS, (ENS, JNST, KNS, CNS) | http://lwrfuel.ans.org/ |
| 11 | 29 September – 3 October 2013 | GLOBAL 2013 アメリカ, Salt Lake City ANS, INL | http://www.global13.org/ |
| 12 | 29 September – 3 October 2013 | The 10th Asian Thermophysical Properties Conference (ATPC 2013) 韓国, Jeju KSTP | http://www.atpc2013.org/06.php |
| 13 | 15 – 19 October 2013 | 2nd Asian Zirconium Workshop 中国, Baoji SNZ | asian-zr@snz.com |
| 14 | 27 – 31 October 2013 | SNA & MC 2013 フランス, Palis CEA, NEA, SFEN, ANS, ENS | https://www.sfen.fr/SNA-and-MC-2013/ |
| 15 | 6 – 8 November 2013 | The Fourth International Symposium on Innovate Nuclear Energy System (INES-4) 日本, Tokyo CRINES | http://www.crines.titech.ac.jp/ines4/index.html |

| | | | |
|----|-----------------------------|---|---|
| 16 | 26 - 29 November 2013 | Technical meeting on high burnup fuel experience and economics アルゼンチン、Buenos Aires IAEA | http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical_Areas/NFC/NFC-meetings/all-event-types.html |
| 17 | 1 - 6 December 2013 | 2013 MRS Fall Meeting アメリカ、Massachusetts MRS | http://www.mrs.org/fall2013/ |
| 18 | 11 - 13 March 2014 | 2014 Regulatory Information Conference (RIC 2014) アメリカ NRC | http://www.nrc.gov/public-involve/conference-symposia/ric/ |

VI. 国際交流ニュース

核燃料の熱力学データベースに関する国際協力

倉田正輝

Group Leader

High Temperature Fuel Science R&D Group

Nuclear Science and Technology Directorate

Japan Atomic Energy Agency

福島第一原子力発電所でのシビアアクシデントにより、核燃料の熱力学データベースのような基盤研究でも、従来と異なる方向性が出ています。大震災以前から、国際協力で熱力学データベースを整備しようというアイデアはありました。フランス CEA の C.Gueneau さんが中心となり、各国の研究機関が独自に開発している熱力学データベースを統合し、先進核燃料の熱力学データベースを整備しようというものです。これは 2006 年頃から検討が始まりました。

それ以前には、CEA で MOX 燃料や炭化物燃料用の熱力学データベースの開発が進められており、米国の ORNL や LLNL 等ではアクチニド化合物の熱力学データ解析の取組がありました。カナダは従来からこの分野への関心が深く、貴金属 FP 合金の研究がありました。我国でも、筆者が前職の(一財)電力中央研究所に勤務していた当時、高速炉用金属燃料の熱力学データベースを開発しました。しかし、熱力学データベース整備には膨大な労力を必要とすること、いわゆる銅鉄研究に陥りがちなこと、等もあって、ある意味偏見があり(世界共通!)、結局は平衡状態しか評価できず実用条件ではあまり役に立たない等と揶揄されがちで、なかなか研究開発が進みませんでした。すると、逆にこの分野の研究者の間で結びつきが強くなり、この状況をなんとかしなければいけないと考えるようになります(これも世界共通!)

横道にそれますが、シビアアクシデント研究において 2004 年頃の欧州で似たような状況があったと伺っています。チェルノブイリ原発事故の解析が一段落すると、膨大な分野をカバーする必要がある割に経済性向上に直接結び付かないシビアアクシデント研究は、欧州においても大幅に縮小される危機に陥りました。そこで、研究者が連携して研究の必要性や優先度の定義づけを行い、欧州大での研究開発計画に位置付けられるようにしたという経緯のようです。並行して、研究機関の間でいわゆるデマケ(研究の役割分担: 編集者注)も進展しました。研究の規模はまるで違いますが、熱力学データベース分野でも似た状況が発生しました。

この分野では、昔から研究者同士の仲がよく(研究対象がほぼ無限にあり、デマケが極めて容易という背景があるかもしれません)、連絡を取りながら仕事を進めていたのですが、2006 年頃からいっそうつながりが深くなってきました。それぞれの国内で研究が行き詰るのであれば、外に出ていくしかない訳です。そこで、OECD/NEA でプロジェクトを立ち上げようという話がでてきました。この際、発案者の Gueneau さんがフランス人であるとい

うのがずいぶん役に立ちました。また、フランス単独提案ではなく、日本にも金属燃料の有力なデータベースがあり、それを酸化物に拡張したいニーズがあること、等も必要性の議論でずいぶん使いました。原子力機構の湊さんらのご協力も得つつ、なんとか 2008 年頃にはプロジェクトの形ができてきたのですが、ここで次の問題が発生しました。

それは、それ自体が知財である熱力学データベースをどこまで公開するのか、どうやってメンテナンスするのかという問題です。熱力学データベースというのは、化学種の相状態ごとの熱力学量の関数式をまとめたものです。活用法としては、温度や組成などの化学条件を与え、どのような相状態が出現するかを予想するのが一般的です(状態図の描図など)。一般的なユーザーは、データベースが暗号化されていても、国際レビューに基づくことが信頼できれば、その解析結果を様々に活用できます。しかし、熱力学データの研究者にとってみると、暗号化されたデータベースというのはほとんど意味を持ちません。誤差評価も感度解析もできませんし、多元素系で入ってくる人が多い様々な仮定を判定することもできません。オリジナルデータベースに基づいてユーザーデータを拡張することもできません。また、熱力学データは世界中で常に測定され、熱力学データベースも随時更新されています。これらを取入れ系統的に整備・拡張することは、役立つ熱力学データベースには必須の作業になります。相談の結果、プロジェクトをファンド制にし、参加機関がお金を出し合って専門技術者にメンテナンスを任せることになりました。原子力以外の出身ですが、昔から有名な解析スペシャリスト(オタク)の N.Dupin さんが適任だという話もまとまりました。予算は 10 万ユーロあれば十分。10 機関参加すれば、1 機関あたり 1 万ユーロでいける勘定です。

今度は金策がはじまりました。熱力学データベースにわずか 1 万ユーロと言えど出してくれる機関が予想以上に集まりません。熱力学データベースなんか今あるので十分、などと言われ、上司の理解がなかなか得られないのです(またもや世界共通!)。国際会議のコーヒーブレイクで、「Gueneau: そっちは出してもらえそう?」「Kurata: うちが電中研と原子力機構で合わせて 2 万ユーロならなんとか」なんていう世知辛い会話を交わしました。こういうことやっていると、お互いますます理解が深まります。脱線ですが、Gueneau さんと私は二人ともダンスが趣味であるところも共通しており、Gueneau さんはすっかり日本びいきに、私もフランス好きになりました。話を元に戻して、なんとか予算提供を表明した(できた)のがフランス、米国、カナダと日本で、この 4 カ国中心でプロジェクトを立ち上げることになりました。ここまで到達したのが 2010 年頃です。もう一つ脱線ですが、カナダで中心的に動いていた若手研究者の E.Corcoran さんは、私が以前にどこかで行った金属燃料熱力学データベースの発表を聴講し、この分野に進むことにしたと言ってくれました。半分はお世辞だと思いますが、嬉しかったのを覚えています。

また次の問題が発生しました。データベースの公開と予算提供した機関の優先権の関係をどうするかです。OECD/NEA プロジェクトですから、成果物はなんらかの形式で OECD 各国に公開する必要があります。ところがファンド制で整備した熱力学データベースを全

部公開してしまうと、お金の出し損になってしまいます。結局、出資した機関のみが中身を見ることができるスペシャリスト版と一部を暗号化して一般公開する汎用版の2本立てにすることになりました。ところが、今度は OECD/NEA 内部での手続きが滞ります。担当官が割合といい加減な人で、上に書いたようなロジックを企画にまとめてくれないのです。当時 OECD/NEA にいた原子力機構の根本さんがずいぶん動いてくれたのですが、手の施しようがなく時間が過ぎました。とうとう担当官が交替し、プロジェクトを再構築しようとして動き始めたところで 2011 年になりました。長々と経緯を書いてきましたが、ようやく、本稿の出発点にたどり着きました。

いざ想定外のシビアアクシデントが起こってしまうと、破損燃料の状態を概略予測・評価できるツールとして、熱力学データベースの有用性が再認識されています。現状、それなりの精度で破損燃料の化学状態予測・評価に使える熱力学データベースは、フランス IRSN がロシアと協力して開発した NUCLEA(ソフトウェアによっては TDnucl という別名)データベースしかありません。ところが、販売とメンテナンスをベンチャー企業 (Thermotech 社) に委託しており、中身は暗号化されています。一部公開されている元文献を読むと、様々な仮定が導入されていたり、解析精度があまりよくない組成領域があったりするのですが、その具体的な情報は不明です。Thermotech 社の担当技術者が数年前に引退し、最近メンテナンスも滞っているようです。そんな状態でも、この 2 年間、日本国内で何本も NUCLEA が売れたようです。他に使えるものがないという訳です。

そこで、私が、電中研の尾形さんらと協力しつつ、先進燃料だけでなく軽水炉破損燃料も整備対象に広げることを提案しました。もちろん、参加機関の専門家はみんなウェルカムです。福島事故の後処理に少しでも貢献したいというのは世界の研究者共通の気持ちです。この日本からの提案は、OECD/NEA 内の事務手続きを進めるのにも相当役にたったようです。この段階でオランダ NRG と韓国 KAERI がプロジェクトに参加することになりました。そんなこんなで 2013 年 3 月にとうとう OECD/NEA プロジェクト TAF-ID がスタートしました。当面 3 か年かけて、各機関のデータベースを統合しつつ、欠落しているデータの解析を進め、NUCLEA より精度よく核燃料の相状態が評価できるデータベースを開発する予定です。プロジェクト参加者の間では、将来展開の一つとして、福島第一原発から次第に回収されてくる破損燃料デブリのデータを取入れ、より実用的なものに拡張していこうという話が進んでいます。熱力学データベースは、実際の観測結果とデータベースによる予測・評価が荷車の両輪のようなものですから。ここまでの経緯で築いた人脈を活かして、これに取り組んでいこうと考えています。

最後にもう一つ脱線です。この分野は、特に欧州で昔から女性研究者が多いのです。地道にデータ整理する作業や試行錯誤的に感度解析する作業が不可欠なのですが、そういう気の長い仕事が女性に向いているのかもしれない。Gueneau さんも、オタクの Dupin さんも、Corcoran さんも女性です。女性が多いと余計に研究者の仲もよくなるようです(これも世界共通!)。

VI. 国際交流ニュース

ロスアラモス国立研究所滞在記

日本原子力研究開発機構

鈴木 紀一

1. はじめに

2012年3月から一年間、米国ロスアラモス国立研究所に滞在し、酸化物燃料の基礎特性に関する試験を行いました。家族を連れての初めての海外生活、言葉や文化の壁など、出発前は不安だらけでしたが、研究所の方や地元の方に恵まれ、とても楽しく過ごすことができました。以下、思い出すままに、ロスアラモスでの生活を紹介しようと思います。

2. 研究所の様子

ロスアラモス国立研究所があるロスアラモスは、ニューメキシコ州の北部に位置し、標高は約2200m、人口約10,000人の小さな町です。町の標高は富士山の五合目とほぼ同じということもあり、オリンピック選手の強化合宿地としても有名だそうです。最寄りの国際空港はアルバカーキ国際空港ですが、もちろん日本からの直行便はありません。私の場合は成田からシカゴを経由し、約20時間かけてアルバカーキ空港へ、さらに、アルバカーキからロスアラモスまで約2時間の車の旅でした。茨城からロスアラモスまでは丸一日以上かかり、到着したころにはへトへトに疲れきってしまいました。

私がお世話になった **Material Science & Technology Division** の **Dr.Nelson** 氏の研究チームは朝が早く、7時に出勤しても遅い方でした。しかし、その分帰りは早く、夕方6時にはほとんどのメンバーが帰宅していました。また、子供の学校行事や誕生日には休暇を取り、家族との時間を大切にしている研究者がとても多いことが印象的でした。

Nelson 氏のチームでは、チーム員それぞれに個室が与えられました。このため、思ったよりも英語で話す機会が少なく、英会話のスキルがそれほど伸びなかったのが悔やまれます。滞在中、仲の良くなったチーム員と相部屋にしてほしいと頼んだのですが、アメリカの方は相部屋が嫌なようで、その希望はかなえられませんでした。

研究所内では国防関連の研究を行っているため、セキュリティが厳重でした。所内での写真撮影禁止はもちろん、所内のいたるところで装甲車や銃を持った警備員が巡回しており物々しい雰囲気でした。

3. 研究について

2011年3月の福島第一原発事故以来、米国では軽水炉のアクシデントに対して許容性を高める燃料開発に力を入れています。この一環として、事故時においても水素がほとんど発生しない次世代被覆管材料の研究が進められていることから、事故時の燃料の振る舞いを予測するため、純粋水蒸気中でのUO₂燃料の酸化挙動を理解することが重要

となります。しかし、従来の研究では、水蒸気中における UO_2 の酸化データは高温のもの（約 $1200^{\circ}C$ 以上）に限られ、低温領域のデータが不足しています。

このような背景から、Nelson氏の研究チームでは、昨年3月から純粋水蒸気中の UO_2 酸化挙動に関する研究をスタートさせました。これは私の着任した時期とちょうど重なったため、試験計画の立案から私が担当することになりました。ボリュームとしては半年程度で終了するものでしたが、様々な装置トラブルやマシンタイムの関係で帰国直前まで試験を延長することになってしまいました。最終的にはまとまったデータを取得することができ、国際会議で2件の成果報告を行うことができました。本成果は、投稿論文としてまとめる予定です。

4. ロスアラモスの町の様子

町にはスーパーやレストランはもちろん、無料の巡回バスなどもあり、生活する上でそれほど不便を感じたことはありませんでした。車で40分ほど走れば州都のサンタフェがあり、ロスアラモスでは揃わない日本の食材を手に入れることができます。

アメリカということで治安の面で不安でしたが、研究者が多い特別な町であるためか、ロスアラモスはとても安全でアパートや車をロックする必要がないほどでした。しかし、近くのサンタフェやエスピニョーラには治安の悪い場所があり、私の滞在期間中もエスピニョーラで発砲事件がありました。ロスアラモスの外に出る際は注意が必要です。

ロスアラモスでは、林檎やアプリコットを植えている家が多いようでした。夏にはアプリコットが、秋には林檎が実り、私も同僚の家でアプリコット狩りを楽しみました。ロスアラモスのローカルルールでは、歩道にはみ出している枝の林檎は勝手に取って食べても良いそうで、私も散歩中によく林檎を取って食べました。

アパート周辺では多くの野生動物が生活しており、ほぼ毎日、鹿やリス、ウサギを見かけました。私のオフィスの脇では大型のエルクを見たこともあります。ある日の帰り道、猛スピードで車道に飛び出してきた大きな鹿と衝突しそうになりました。ロスアラモスには「鹿に注意」の標識がいたるところにあるのですが、本当に道路を横断する鹿に遭遇するとは思いませんでした。ロスアラモスではコヨーテ、マウンテンライオン、熊などもいるそうなので夜間の運転には注意が必要です。

ロスアラモスやサンタフェでは、パジャマで買い物をする人、ラーメンを食べたことが無いのにラーメン屋を始めてしまった人、多少のへこみは気にせず走っている車、ガムテープで割れた窓を修理した車などを見かけました。どうやら、ニューメキシコの人（というかアメリカ人？）は細かいことは気にしないようです。



写真1 アパート周辺の鹿



写真2 ロスアラモスの展望台からの景色

5. おわりに

世界の第一線で活躍するロスアラモスの研究者との共同研究を通して、知的刺激を受けるとともに、自分の実力不足を認識した一年でした。これをバネに、さらなる専門知識の習得に努めたいと思います。また、この一年間、Nelson氏をはじめロスアラモスの皆様には、研究生活だけでなく私生活においても親身になってサポートして頂きました（旅行会社からの過剰請求対応、運転免許証申請でのトラブル対応、車の故障対応等）。英語が流暢に話せない私に対しても本当に親切にしてください感謝しています。

最後になりますが、このような貴重な機会を与えて頂き、関係者各位に深く感謝致します。

VII. 後輩に伝えること

「日本人にとっての原子力開発

－それは天命か、あるいは宿命なるか？－

山脇 道夫

(福井大学特命教授、東京大学名誉教授)

筆者は生後4年3か月の夏に、広島で原爆投下に遭遇した。爆心地から約6キロメートルの地であったので、原爆手帳取得資格とされる3キロメートル以内での被爆という条件から外れており、被爆者として公式に認定されてはいない。しかし、当日の記憶は鮮明に脳裏に刻まれている。2階の畳敷きの部屋で、3歳年長の兄と遊戯のようなことに熱中していた最中に、突然強い閃光が周りを包み、しばらくして大音響とともに強風が襲ってきた。強い衝撃を感じるとともに、障子、襖、縁側の板敷などが一斉に吹き飛ばされた。ともかく逃げようと階段を転がり下りたところへ、何かを叫びながら母親が駆け寄ってきて、掛け布団を二人の上に投げかけてくれた。次のシーンは、家の前の広場に作られていた防空壕の中に潜んでいる自分の姿と、目の前に顔面、両手などに大やけどをして幽鬼のように安心して立ち尽くす被爆者の姿であった。

被爆者に対しては、高級車で送り迎えして原爆傷害調査委員会（ABC C）の蒲鉾状建屋に連れていき、調査は行ったものの、治療は一切施さなかった米国。広島に続いて長崎にも原爆を投下して喝采した、ナチスにも匹敵するような稀代の悪魔的大統領トルーマン（最近放映された米国製TVドキュメンタリーでは、トルーマンが真に邪悪な指導者であったと断じており、その後の核兵器の世界的な拡散は彼の責任であったと結論している）。このような蛮行を敢えて行った国は、自己正当化に汲々とするのみで反省謝罪は一切行ってこなかった。ただ、2009年にいって、オバマ大統領がプラハでの演説で、初めて原爆投下を非とし反省する旨の弁説を公に行ったことは、多少希望を抱かせる出来事であったと言える。しかし、米国内はおろか世界的にも強固な核兵器廃絶に向けた世論を形成するには至っていない。それどころか、核拡散はじわじわと着実に進んでいるように見える。インド、パキスタンに続いて、北朝鮮が核兵器開発を大きく進めて、日本をはじめ世界の脅威になっているのが現実である。

それでは、日本はどうするべきか？

ここで、再度筆者の個人的な経験に戻りたい。高校生になって暫く経ったころ、原子力平和利用ミニ博覧会が広島で開催された。それまで、原子力エネルギーを悪魔の兵器になるものとしてしか見ていなかったが、実は人類を救いうる夢のエネルギーにもなりうるとのメッセージは、若い心に強く訴えてくる力があつた。その数年後の1960年に東大理科I類に入学を果たした際、同じ年に工学部に原子力工学科が創設されることになったことを聞かされ、運命的な巡り合わせを感じた。その予感、2年生の夏の進学振り分けの結果、原子力工学科1期生15名のなかに加わることが叶って、夢の実現に向けて大きく

前進した。原子力工学科では、先生方から将来の原子力開発を担うよう嘱望されるなどの激励を受け、夢を膨らませた。そして研鑽を積む日々を送った。その後、我が国では、多くの原子力発電所が建設され、運転されるようになっていった。原子力開発の進展に伴って、多くの技術的トラブルが発生し、中でも米国スリーマイルアイランド2号炉事故（1979年）と、ソビエト連邦チェルノビル原子炉事故（1986年）は、大きな衝撃を世界に与えた。マスコミ論調と民意は反原子力に傾いていった。しかし、21世紀の声を聞く前後から、地球温暖化問題が声高に論じられて、原子力の優位性が説得力を持つようになって、原子力カルネッサンスと呼ばれるような状況が出現した。それが、2011年の3.11でひっくり返ってしまった。東電福島事故は、苛酷事故（重大事故）への備えがはなはだ不十分であったことを露呈した。反原子力の気運は、一気に高まり、民主党政権では原発ゼロを目標に掲げるまでにいたった。自民政権に戻って、原子力が見直されてきたことは、当然とは言え、高く評価されるべきであろう。

2011年5月と言えば、まだ東電福島事故の興奮冷めやらぬ時期であったが、毎日新聞の記者が我が家まで訪ねてきて取材を行っていった。その記事が同年6月16日の毎日新聞朝刊に掲載された。それは、東大原子力工学科に在籍した一期生のうち3名を取材したもので、日本の原子力発電の拡大とともに歩んだ一期生の胸の内を探るとの前書きの下で、筆者については、「人を幸せにしようと思っていた原子力が人を不幸にしている。むなし。」と嘆いたとある。しかし、「それでも人は、科学技術は、今度の事故を乗り越えて原子力をコントロールしなければいけない」と、発言したと記述している。完全に正確に再現されているとは思わないが、ほぼそのような発言はしたと思う。これに対して、インターネット上などでは、原子力は本当にコントロールできるものなのかと疑問を呈したり、事故の影響が出る数十年先にはもはや責任を取れまいと断じたりする関連記事が載った。ここに、メディア独特の歪曲法が露呈しているのが見て取れる。すなわち、スケープゴートを作り出すことと、そのスケープゴートが夢に駆られて責任の取れないような悪事をしでかすものだ、という論理構造で記事を構成しており、これは完全に間違っている。原子力開発は、巨大な世界的事業として行われてきたことであり、筆者などが個々に責任をとれるようなレベルの話ではないし、数十年先に影響が出るようなことを無責任に行うはずのものでもないのである。

メディアの論調に惑わされることなく、原子力エネルギーが未来の人類を救うとの信念を強く持って、着実な技術開発に向けて努力していただきたい。我が国は、原爆の洗礼を受けた唯一の国家として、世界をリードして核兵器廃絶の実現を目指すことと、原子力平和利用に向けて最大限の努力を傾注すべき使命を担っていると信じる。これは、天命と言ってもよいし、宿命であると言ってもよからうと思う。これから原子力開発に携わられる若い後輩諸氏には、夢の原子力の実現と核兵器廃絶を日本人に課された天命と観じて、情熱を燃やしつつ邁進していただくようお願いいたします。

（2013年5月 記）

VIII. 夏期セミナー紹介

日本原子力学会・核燃料部会主催

第27回「核燃料・夏期セミナー」の開催案内

2013年度の夏期セミナーを下記の要領にて開催する予定です。第27回目となる本セミナーの事務局は東北大学と原子燃料工業が務めます。

学会並びに部会の皆様におかれましては、奮ってご参加下さいますようお願い申し上げます。

○開催日 : 2013年7月10日(水)～12日(金)

2013年7月10日 見学会、受付

2013年7月11日～12日 セミナー講演

○開催場所 : 岐阜県下呂市 飛騨路下呂温泉・小川屋 (<http://www.gero-ogawaya.net/>)

(見学会) 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所
(<http://www.jaea.go.jp/04/tono/index.htm>)

○募集人数 : 70～80名程度

※JAEA瑞浪超深地層研究所見学会については、地下坑道見学人数の制約上、25名(先着順)を定員とさせていただきます。

○プログラム : 別紙参照

○参加費(テキスト代含む) :

| | | | |
|----------|---------|----------|----------|
| 核燃料部会部会員 | 20,000円 | 原子力学会正会員 | 25,000円、 |
| 学生会員 | 無料 | 非会員 | 30,000円 |

○宿泊費等 : 以下の料金は参加費に含まれず、希望に応じた個別の精算となります。

宿泊費 11,500円/泊(1泊2食付、一室3～4名利用)
※個室はありませんが、ご希望があれば割高(¥17,900)になります。一室1名利用として対応可能です。

昼食代(お弁当) 1,200円/食

懇親会参加費 2,500円(飲み物代)

※料理代金は宿泊費に含まれます。宿泊されない方は料理代金として別途6,800円をお支払い願います。

見学会参加費 1,500円(昼食代込み)

| | |
|---|------------------------------|
| 7月10日(水) 11:00~13:00 | |
| 【見学会】 日本原子力研究開発機構 瑞浪超深地層研究所 (9:30 名古屋駅前出発) | |
| 7月11日(木) 8:55~16:50 | |
| 開会挨拶 (部会長) | 岩田修一 (事業構想大) |
| 技術セッションⅠ：設計の基礎 | |
| (1) BWR燃料の設計 | 伊藤義章 (NF I) |
| (2) PWR燃料の設計 | 清水純太郎 (MNF) |
| (3) 高温ガス炉燃料開発の現状について | 坂場成昭 (JAEA) ／本田真樹 (NF I) |
| 特別セッションⅠ：2012年度核燃料部会部会賞 受賞記念講演 (奨励賞)「燃料被覆管材の水素吸収機構に関する研究」 | 坂本寛 (NFD) |
| ポスターセッション | |
| 特別セッションⅡ：平成24年度日本原子力学会賞 受賞記念講演 (技術賞)「高速増殖炉用金属燃料製造技術の開発」 | 中村勤也 (電中研) |
| (論文賞)「Burning of MOX fuels in LWRs; fuel history effects on thermal properties of hull and end piece wastes and the repository performance」 | 平野史生 (JAEA) ／稲垣八穂広 (九州大学) |
| 特別招待講演： 世界のエネルギー情勢：化石燃料、再生可能エネルギー、原子力 | 小野章昌 (元三井物産) |
| 特別セッションⅢ：原子力規制の動向 発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討 | 未定 (原子力規制委員会) |
| (懇親会) | |
| 7月12日(金) 9:00~16:15 | |
| 技術セッションⅡ：核燃料サイクルの将来 | |
| (1) 中間貯蔵時及び輸送・取扱い時の燃料健全性について | 広瀬勉 (JNES) |
| (2) 再処理に関する現状と課題 | 井上正 (電中研) |
| (3) 地層処分に関する現状と課題 | 朽山修 (原安協) |
| 特別セッションⅣ：地元事業者の動向 中部電力の津波対策 | 熊崎隆啓 (中部電力) |
| 技術セッションⅢ：福島事故・SAに関する技術動向 | |
| (1) 福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置に向けた取り組み状況について | 卷上毅司 (東京電力) |
| (2) 燃料デブリの臨界管理技術について | 近藤貴夫 (日立GE) |
| (3) 熔融進展評価に関する JAEA の取り組み | 永瀬文久 (JAEA) |
| (4) 取出しに向けた燃料デブリの特性評価について | 未定 (JAEA) |
| (5) シビアアクシデント研究に関する大学・学会での取り組み | 杉本純 (京都大学) |
| 閉会挨拶 (副部会長) | 安部田貞昭 (JANSI) |

※プログラム内容は変更となる場合があります。

○会場までのアクセス :



| | | | | |
|-----|---|-----|-------------------------|------|
| 東京 | のぞみ 1時間38分 ひかり 1時間46分 こだま 2時間52分 のぞみ 51分 | 名古屋 | JR高山線ワイドビューひだ 1時間28分 | 下呂温泉 |
| 新大阪 | ひかり 1時間 こだま 1時間21分 | 名古屋 | JR高山線ワイドビューひだ 1時間28分 | 下呂温泉 |
| 新大阪 | JR高山線ワイドビューひだ 3時間24分 | | | 下呂温泉 |
| 金沢 | 北陸本線 特急 35分 | 富山 | JR高山線ワイドビューひだ 2時間16分 | 下呂温泉 |
| 新潟 | 信越・北陸本線 特急 2時間50分 | 富山 | JR高山線ワイドビューひだ 2時間16分 | 下呂温泉 |

※見学会に参加の方は、見学後バスにて会場まで直接御案内致します。

○申し込み、問合せ先 :

セミナー申し込み案内については、核燃料部会ホームページに掲載いたします。

<http://www.aesj.or.jp/~fuel/>

核燃料部会・第27回核燃料・夏期セミナー事務局

〒319-1196 茨城県那珂郡東海村村松 3135-41

原子燃料工業株式会社 担当：上村、高辻

E-mail : kakunen-seminar2013@nfi.co.jp

TEL : 029-287-8208、FAX : 029-287-8222

IX. 核燃料部会会員名簿

核燃料部会会員 421名

2013年4月30日現在
登録情報に基づき記載

| | | | | |
|--------|-----------------|-----------------|-------------|------------------|
| 青木 利昌 | <u>秋田工業高専</u> | 岡崎 亘 | 藤原 秀介 | <u>近畿大学</u> |
| 青地 哲男 | 金田 保則 | | 真寄 康行 | 渥美 寿雄 |
| 井関 孝善 | | <u>MIK</u> | 山田 健治 | 藤 堅正 |
| 井関 道夫 | <u>旭化成</u> | 榎本 孝 | | |
| 出澤 正人 | 川上 文明 | | <u>九州大学</u> | <u>グローバル・</u> |
| 井本 正介 | | <u>MHI原子力</u> | 有馬 立身 | <u>ニュークリア・</u> |
| 岩本 多實 | <u>アトックス</u> | <u>エンジニアリング</u> | 出光 一哉 | <u>フュエル・ジャパン</u> |
| 打越 肇 | 有馬 昌邦 | 本間 功三 | 岩田 孟 | 石本 慎二 |
| 大石 純 | | | 大久保 諭生 | 磯辺 裕介 |
| 大島 博文 | <u>伊藤忠テクノ</u> | <u>大阪産業大学</u> | 大塚 哲平 | 伊藤 邦雄 |
| 大橋 弘士 | <u>ソリューションズ</u> | 碓 隆太 | 川内 善晴 | 伊東 賢一 |
| 岡本 弘信 | 野本 祐春 | | 川元 侑治 | 加々美 弘明 |
| 栗原 正義 | 堀田 浩司 | <u>大阪大学</u> | 田辺 哲朗 | 草ヶ谷 和幸 |
| 甲野 啓一 | | 大石 佑治 | 玉利 南菜子 | 小飼 敏明 |
| 小林 善光 | <u>茨城原子力協議会</u> | 金岡 拓哉 | 橋爪 健一 | 櫻井 三紀夫 |
| 佐藤 健治 | 湯本 鎌三 | 川野 俊明 | 松本 卓 | 高川 佳浩 |
| 嶋田 昭一郎 | | 黒崎 健 | | 徳永 賢輔 |
| 杉崎 昌和 | <u>宇都宮セントラル</u> | 馬場 宏 | <u>九州電力</u> | 中嶋 英彦 |
| 鈴木 滋雄 | <u>クリニック</u> | 牟田 浩明 | 舘林 竜樹 | 福本 隆 |
| 早田 邦久 | 阿久津 源太 | 山中 伸介 | 平原 大輔 | 松村 和彦 |
| 高橋 利通 | | | | 梁井 康市 |
| 高城 真 | <u>エナジス</u> | <u>海外電力調査会</u> | <u>京都大学</u> | |
| 永井 将之 | 近藤 吉明 | 米山 智巳 | 伊藤 靖彦 | <u>経済産業省</u> |
| 永瀬 寛 | | | 上村 拓也 | 金子 洋光 |
| 奈木野 陽一 | <u>エヌ・エフ・</u> | <u>関西電力</u> | 近藤 創介 | |
| 林 洋 | <u>ティ・エス</u> | 尾家 隆司 | 阪本 智志 | <u>検査開発</u> |
| 東 邦夫 | 中野 敢司 | 仙藤 敏和 | 高木 郁二 | 梶谷 幹男 |
| 古屋 広高 | | 高杉 政博 | 檜木 達也 | |
| 森 一麻 | <u>エム・アール・</u> | 高島 勇人 | 森下 和功 | <u>原子燃料工業</u> |
| 山本 文雄 | <u>アイリサーチ</u> | 中川 祐司 | 森山 裕丈 | 大平 幸一 |
| 米田 守宏 | <u>アソシエイツ</u> | 西川 進也 | 山本 泰功 | 大脇 理夫 |

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------|
| 小野 慎二 | 堀田 亮年 | <u>高度情報科学</u> | <u>辰星技研</u> | 木下 幹康 |
| 垣内 一雄 | 三浦 弘道 | <u>技術研究機構</u> | 宮田 勝仁 | 名内 泰志 |
| 片岡 健太郎 | | 石島 清見 | | 中村 勤也 |
| 片山 将仁 | <u>原子力安全研究協会</u> | 林 君夫 | <u>新日鐵住金</u> | 横尾 健 |
| 上村 仁 | 古田 照夫 | 藤城 俊夫 | 竹田 貴代子 | |
| 木下 英昭 | | | 伊達 明宏 | <u>東海大学</u> |
| 北川 健一 | <u>原子力安全</u> | <u>国際原子力開発</u> | | 石野 栞 |
| 来山 正昭 | <u>システム研究所</u> | 武黒 一郎 | <u>スリー・アール</u> | 金澤 光真 |
| 小井手 隆 | 福谷 耕司 | | 菅井 弘 | 亀山 高範 |
| 笹川 達也 | | <u>コベルコ科研</u> | | 山口 晃範 |
| 杉浦 公二 | <u>原子力安全推進協会</u> | 安部 勝洋 | <u>西菱エンジニアリング</u> | |
| 武井 正信 | 安部田 貞昭 | | 福田 信幸 | <u>東京工業大学</u> |
| 田中 秀樹 | 笠井 滋 | <u>事業構想大学院大学</u> | | 福田 幸朔 |
| 谷口 良則 | | 岩田 修一 | <u>総合科学研究機構</u> | |
| 土内 義浩 | <u>原子力委員会</u> | | 山下 利之 | <u>東京大学</u> |
| 中岡 平 | 齋藤 伸三 | <u>四国電力</u> | | 岩井 岳夫 |
| 濱西 栄蔵 | | 澤田 佳孝 | <u>中部電力</u> | 櫻原 達也 |
| 平澤 善孝 | <u>原子力エンジニア</u> | 武田 高明 | 野田 宏 | 佐藤 克典 |
| 堀内 敏光 | <u>リング</u> | | 八田 晋 | 澁田 靖 |
| 松浦 敬三 | 舟橋 佳孝 | <u>芝浦工業大学</u> | 原田 健一 | 鈴木 晶大 |
| 村田 顕彦 | 宮崎 孝正 | 新井 剛 | | 関村 直人 |
| 村田 保 | | | <u>帝京平成大学</u> | 寺井 隆幸 |
| 湯浅 敬久 | <u>原子力規制委員会</u> | <u>昭和建物管理</u> | 後藤 秀機 | 原 大輔 |
| | 更田 豊志 | 小林 正春 | | |
| <u>原子力安全委員会</u> | | | <u>テプコシステムズ</u> | <u>東京電力</u> |
| 若杉 和彦 | <u>原子力研究バック</u> | <u>ジルコプロダクツ</u> | 竹田 周平 | 磯田 清 |
| | <u>エンド推進センター</u> | 岩元 哲也 | | 大澤 彰 |
| <u>原子力安全基盤機構</u> | 榎戸 裕二 | 本田 明 | <u>電源開発</u> | 大塚 康介 |
| 緒方 恵造 | | 若松 竜治 | 越川 善雄 | 斉藤 暢彦 |
| 上村 勝一郎 | <u>原電情報システム</u> | | 柳沢 直樹 | 鈴木 俊一 |
| 中江 延男 | 藤田 千俊 | <u>新金属協会</u> | | 関田 俊介 |
| 中島 鐵雄 | | 小林 慎一 | <u>電力中央研究所</u> | 武井 一浩 |
| 馬場 利和 | <u>工学院大学</u> | 麓 弘道 | 稲垣 健太 | 服部 年逸 |
| 広瀬 勉 | 土江 保男 | | 太田 宏一 | 原 貴 |
| 藤根 幸雄 | | <u>神鋼リサーチ</u> | 尾形 孝成 | 平林 直哉 |
| 別所 泰典 | | 室尾 洋二 | 北島 庄一 | 卷上 毅司 |

| | | | | |
|-----------------|------------------------------|-------|--------|----------------|
| 溝上 伸也 | スチャーターノン スパ ^o マート | 荒井 康夫 | 須藤 勝夫 | 柳原 敏 |
| 山田 大智 | ドー テイマイン | 阿波 靖晃 | 角 美香 | 大和 正明 |
| 東芝 | 名古屋大学 | 市川 正一 | 瀬川 智臣 | 山本 雅也 |
| 今村 功 | 北埜 元樹 | 井上 孝治 | 瀬谷 道夫 | 吉元 勝起 |
| 鹿野 文寿 | 長崎 正雅 | 井上 賢紀 | 芹澤 弘幸 | 渡部 雅 |
| 狩野 喜二 | 矢嶋 美幸 | 岩井 孝 | 大天 正樹 | |
| 北野 剛司 | | 上塚 寛 | 高藤 清人 | 日本原子力発電 |
| 樋口 真一 | NIPPON STEEL & | 臼杵 俊之 | 高野 公秀 | 北嶋 宜仁 |
| 松宮 浩志 | SUMITOMO METAL | 内田 俊介 | 高橋 啓三 | 高田 治 |
| | U.S.A. | 内田 哲平 | 武内 健太郎 | 高松 樹 |
| 東芝 | 穴田 博之 | 江沼 誠仁 | 田中 康介 | 竹野 美奈子 |
| プラントシステム | | 遠藤 慎也 | 谷 賢 | 竹本 吉成 |
| ファン レホアン サーン | 日本核燃料開発 | 扇柳 仁 | 中島 邦久 | 長嶺 徹 |
| | 青見 雅樹 | 逢坂 正彦 | 中島 靖雄 | 松浦 豊 |
| 東電工業 | 市川 真史 | 大友 隆 | 永瀬 文久 | 水谷 一貴 |
| 渡会 慎祐 | 宇根 勝己 | 岡本 芳浩 | 中田 正美 | |
| | 栄藤 良則 | 小川 徹 | 中道 英男 | 日本原燃 |
| 東北エネルギー | 久保 利雄 | 奥村 和之 | 中村 彰夫 | 荒川 恵史 |
| 懇談会 | 小山 隆男 | 柏崎 博 | 中村 仁一 | 池田 弘幸 |
| 高橋 實 | 坂本 寛 | 勝山 幸三 | 中村 武彦 | 石原 準一 |
| | 中司 雅文 | 加藤 正人 | 中村 雅弘 | 大江 晃 |
| 東北大学 | 樋口 徹 | 川口 浩一 | 成川 隆文 | 逢坂 修一 |
| 阿部 弘亨 | 平井 睦 | 川島 和人 | 難波 隆司 | 太田 洋 |
| 小無 健司 | 福井 和也 | 河村 弘 | 西 剛史 | 越智 英治 |
| 陳 迎 | 松永 純治 | 木原 義之 | 西村 和明 | 完山 伸之 |
| 本間 佳哉 | 水迫 文樹 | 工藤 保 | 野村 茂雄 | 桑原 茂 |
| 若林 利男 | 若島 喜和 | 小林 直樹 | 東内 惇志 | 今野 廣一 |
| | | 米野 憲 | 廣岡 瞬 | 神 裕 |
| | | 佐藤 勇 | 藤咲 栄 | 鈴木 明好 |
| 富山大学 | 日本原子力研究 | 佐藤 宗一 | 前多 厚 | 高橋 直樹 |
| 波多野 雄治 | 開発機構 | 佐藤 隆彦 | 前田 誠一郎 | 田中 泉 |
| | 赤司 雅俊 | 塩谷 洋樹 | 湊 和生 | 樽井 勝 |
| ナイス | 赤堀 光雄 | 篠原 伸夫 | 三原 武 | 出口 守一 |
| 新田 裕介 | 坪 葉子 | 杉山 智之 | 三輪 周平 | 徳田 玄明 |
| | 安部 智之 | 鈴木 政浩 | 森平 正之 | 浜田 隆 |
| 長岡技術科学大学 | 天谷 政樹 | 鈴木 元衛 | 柳澤 和章 | 藤原 英城 |

| | | | |
|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 安田 淳 | <u>兵庫県立大学</u> | <u>三井建設</u> | <u>八木総合研究所</u> |
| 山田 隆雄 | 熊丸 博滋 | 下川 純一 | 八木 康次 |
| 吉田 綾一 | | | |
| <u>ニュークリア・</u> | <u>福井工業大学</u> | <u>三菱原子燃料</u> | <u>四電エンジニアリング</u> |
| <u>デベロップメント</u> | 滝下 貴行 | 今泉 正彦 | 今村 康博 |
| 池田 一生 | <u>福井大学</u> | 今村 稔 | |
| 伊藤 邦博 | 有田 裕二 | 岩瀬 清 | <u>早稲田大学</u> |
| 木戸 俊哉 | 宇埜 正美 | 小野 俊治 | 吉田 大志 |
| 高阪 裕二 | 佐々木 孔英 | 草間 誠 | |
| 小林 裕 | 中森 文博 | 佐藤 大樹 | |
| 篠原 靖周 | 山脇 道夫 | 清水 純太郎 | |
| 野瀧 友博 | | 鈴木 康隆 | |
| 森口 大輔 | <u>福島工業高専</u> | 鈴木 嘉章 | |
| | 佐藤 正知 | 高野 賢治 | |
| | | 手島 英行 | |
| <u>NESI</u> | <u>富士電機</u> | 永利 修平 | |
| 関根 伸行 | 尾崎 博 | 藤井 創 | |
| | 山田 裕之 | 村上 望 | |
| <u>パレットコンタクト</u> | | 若松 明弘 | |
| 石渡 名澄 | | | |
| <u>日立GEニューク</u> | <u>物質・材料研究機構</u> | <u>三菱重工業</u> | |
| <u>リア・エナジー</u> | 下田 一哉 | 太田 彰 | |
| 斉藤 荘蔵 | | 岡山 彰 | |
| 堤 信郎 | <u>ペスコ</u> | 鈴木 成光 | |
| | 鹿倉 榮 | 土井 荘一 | |
| | | 永井 雅俊 | |
| <u>日立エンジニア</u> | <u>ヘルスウェイ</u> | | |
| <u>リング・アンド・</u> | 國分 政幸 | <u>三菱電機</u> | |
| <u>サービス</u> | | 小橋 晶 | |
| 松浦 哲明 | <u>北海道大学</u> | | |
| | 鶴飼 重治 | <u>三菱マテリアル</u> | |
| <u>日立製作所</u> | 川本 洋右 | 磯部 毅 | |
| 土井 彰 | 小崎 完 | 伊東 正登 | |
| 西野 由高 | | 小林 卓志 | |
| 原 重充 | <u>前田建設工業</u> | 柴原 孝宏 | |
| | 大竹 俊英 | | |

X. 会員近況

原子力学会賞（貢献賞）の受賞ならびに「軽水炉燃料のふるまい」改訂について

近藤吉明

核燃料部会の巻上様から、“核燃料部会では原子力学会賞の受賞者には受賞記念記事の執筆を依頼し、部会の HP に記載している”ので原稿を提出するよう依頼を受けた。

私は長年核燃料部会に属しており、一時期副部会長も務めさせていただいたこともあり、本来なら喜んで執筆をお請けする立場にある。しかし受賞理由は「学会誌の編集長としての貢献」に関するもので、どうしたものか正直迷った。たまたま、公益財団法人原子力安全研究協会（原安協）から編集責任者として依頼された「軽水炉燃料のふるまい」の第 5 版改訂版作成の編集作業がこの 3 月末で終了したところであり、その紹介も兼ねるということでお引き受けすることにした。

1. 受賞理由の「学会誌の刊行に関する編集長としての永年の功績」について

学会員の方には毎月月初めに原子力学会誌 ATOMO Σ がお手元に届く。多分若手の会員の方は、学会誌とは本来このようなものかと何の疑問も持たれないと思う。機会があったら本誌の改革に着手した 10 年以前のもの比べてみて頂きたい。当時は会誌が送付されてくると封も切らないでごみ箱行きと多くの会員が言っていた。

改革の最大の目標は「読まれる学会誌」にすることで、試行錯誤しながら現在の学会誌 ATOMO Σ になった。その経緯を以下に簡単にご報告する。

もう十数年前になると思うが、それまで勤めていた会社の業務も時間的に余裕のある立場になっていた。核燃料部会の幹事の会合で、部会から編集委員を出してほしいという要請がありお引き受けすることにした。学会員ではあるが、核燃料部会活動の活動以外は全くしていなかった。

ご存知のように、会員には学会誌が毎月 1 回送付されてくる。すぐ貯まるので保管場所に苦慮し、ある程度集まると自分に関心のある記事だけを切り取って、他は廃却していた。その当時の学会誌の紙面は 7 割以上が、和文論文と広告で、編集委員会の企画記事や特別企画も少なく会誌に目を通すこともほとんどなかった。

編集委員会の活動は、学会誌と論文誌の編集の二つに分けられる。1999 年度編集委員会は、理事会から「学会誌の改革」をするように特命を受けた。2000 年に編集委員会の「学会誌と論文誌の改革」がスタートした。2001 年には編集委員会の運営体制の抜本的「改革」で「編集長制度」が導入された。これは、今まで学会誌と論文誌共に編集委員長（理事）が編集会議で仕切っていた。しかし編集委員長が一人で両誌を取り仕切るのには無理があると判断され、編集長制度が発足することになった。それ以来編集委員会の運営は学会誌、論文誌の編集長が担うことになった。その当時の委員長は「何事も 1 つのことを成就するには 10 年かかる」と言っていた。気が付いてみると学会誌、論文誌

の両編集長共に 10 年余の歳月をその編集に費やしてきた。

以下に学会誌の改革にあたってどのようなことをして来たかを示す。

(1) 学会誌の刷新の主な取り組み

将来を担う若手会員や幅広い多くの会員に読まれる「読まれ、親しまれ、レベル高い記事」の企画・編集として実施した事項を以下に示す。

- 1) 改革の初期から、外部有識者の意見の取り入れるために諮問委員制度を設け、編集委員会を活性化した。
- 2) 2002 年、学会誌に掲載されていた和文論文を切り離し、編集委員会の企画記事で学会誌を構成する。和文論文の切り離しで学会誌の印刷費を軽減した。
- 3) Web アンケート・システムを確立し、その結果を学会誌記事企画に反映し、会員の求める内容にフィード・バックして、軌道修正した。
- 4) 2007 年 4 月から、学会誌の表題に「ATOMO Σ」とし、表紙には「画家の水彩画」「日展作品の洋画、日本画など」を採用すると同時に、一見して読みたいところ分かる目次を採用した。
- 5) 記事項目に「時論、解説シリーズ、ジャーナリストの視点、アトモス時評、ときの人などとのインタビュー記事」を採用した。
- 6) 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の発生以来毎週編集会議を設け、東京電力福島第一原子力発電所の事故「FOCUS 東日本大震災」の記事欄を設け関連記事を掲載し、主要なものは学会誌 HP に掲載した。
- 7) 編集委員会の支出の大半を占める印刷費については、記事のページ数管理を行うと同時に、印刷業者請求額が計画予算内に収まっていることを毎月確認をしている。

(2) 記事内容の刷新の主な取り組み

- 1) 学会誌の編集システムを確立して「学会誌記事の編集・校閲工程と記事作成手順一覧」を学会誌 HP に掲載した。これに伴い、執筆者には先ず手順書を読んでもらい、執筆にはテンプレートの利用を依頼しているので、完成原稿に近いフォームで提出される。
- 2) 編集委員は主に記事企画までを所掌する。執筆原稿を入手すると企画した編集委員が企画した意図に沿って執筆されているかを最初に確認する {この作業を QR (クイック・レビュー) という}。QR が終わると原稿は校閲担当の専任委員が校閲を行い、必要に応じて執筆者とやりとりをして最終稿にする。このようにして記事企画の意図に合った記事になっているかどうかを比較的短時間で確認し、学会誌に掲載できるようにした。
- 3) 巻頭言、時論等は主として学会外部の有識者に依頼し、幅広い視野から時宜にあった記事を掲載している。
- 4) 最近では各記事の原稿の進捗状況を分かるようにした「学会誌記事編集工程表」を使って運用している。これにより各原稿の進み具合と他の記事の進捗状況を睨みな

から記事企画を行うことが可能になった。

以上に、編集委員会で行ってきた主な改革の取組みについて述べた。

10年以上に亘って編集業務に携わってきて思うことは、記事には読もうとしないでも内容が自然に頭に入ってくるものと、かみしめて読まないで頭に入って来ない記事がある。会員の多くは記事を少し読んで「自然に頭に入ってこない」と、そこで読む行為を止めてしまう。読まれる記事は読もうとしなくても自然に読めてしまう。そういう記事は概して文系の出身で書き慣れている方のものが多いが、理系の方でも中には大変分かり易く書かれる方もいる。

読まれる記事の書き方を伝承できるとよいが、学会誌記事は毎回執筆者が変わり、経験の積み上げがほとんどできないので残念である。学会誌では昨年の2月号まで数年間に亘り、どのような記事が読まれるか Web アンケート評価を行ってきたので参考にさせていただくとよい。

今も学会誌の編集企画に直接携わっている編集委員はわずか数人に過ぎない。学会誌の編集をやってみようという方はいつでも大歓迎で、編集委員会へお申し出いただきたい。

2. 原子力安全研究協会の「軽水炉燃料のふるまい」第5版について

原安協（原子力安全研究協会）からこの春に出版予定の「軽水炉燃料のふるまい」第5版の編集に携わる機会を得たのでこの場を借りてご報告する。言うまでもなく「軽水炉燃料のふるまい」は、部会員に広く知られている軽水炉燃料の教科書のことである。

一昨年（2011年）の夏、原安協の理事より「軽水炉燃料のふるまい」は平成10年に改訂して以来10年以上経っており、改訂をしたいので協力してくれないか、と相談を持ちかけられた。これは私が長年、日本原子力学会の学会誌 ATOMO Σ の編集に携わっており「編集の How to に慣れている」ことと、「今まで出版された燃料テキストすべてに携わって来た」からだとして快諾した。

「軽水炉燃料のふるまい」の初版を今も手元に持っているが、厚さが5cm以上ありこの図書は当時「電話帳」と呼ばれ、重くて持ち運びには大変不便なものである。最初のページを開くと『本資料は（財）原子力安全研究協会・燃料安全特別専門委員会がその活動を進めるために作成したものです。本資料の内容を他に引用したい方は、本書を引用せずに直接に著者の諒解を得てください。』と断り書きがついている。“Private Use Only”の図書で、執筆者と編集者はその当時第一線で活躍されていた大学、研究所、電力会社、プラント・燃料メーカーの方々である。

初版本は昭和53年で、我が国で14基の原子力発電所が運転中で、10基の新規プラントが建設中の原子力発電の推進の時代の真っ只中に出版された。

この図書を出版するに至った動機について、三島良績先生が本書の第1章「はじめに」で『本書は軽水炉の燃料についてこれから本式に勉強しようとする人々のために、関係

の専門家がその経験にもとづいて執筆したものである。対象としては燃料を使う立場に立つ人々または原子炉施設全体の安全問題を取り扱う人々を考えてつくられているので、核燃料体の製造や、そのふるまいを専門とする人はこれを基礎として、さらに核燃料工学の専門書について勉強されるのが良い。』と述べている。

これには、初期の色々な軽水炉燃料の形状が比較的詳しく掲載されており、軽水炉燃料の歴史を知る上で大いに価値がある。以後、昭和 60 年に第 2 版、平成 2 年に第 3 版、平成 10 年に第 4 版と改訂が重ねられてきた。初版本の作成を機に発足した原安協の「軽水炉燃料に関する技術セミナー」は平成 24 年度までに 35 回開催され、計 1,200 人以上の関係者が参加した、という。

次に第 5 版の平成 24 年度版の改革のポイントを簡単にご紹介する。

1. 改訂作業は組織に依頼

今回の改訂作業は個々の専門家には依頼しないで、関係組織の職制にお願いした。改訂作業に関与した組織は燃料メーカー 3 社、燃料研究開発会社 2 社、JAEA と被覆管メーカーの 7 組織である。

それぞれの分担は、

- ・ 第 1 章 軽水炉の炉心の基礎 ; NFI
- ・ 第 2 章 燃料設計 ; GNF、MNF
- ・ 第 3 章 軽水炉燃料の変遷 ; GNF、MNF
- ・ 第 4 章 燃料製造 ; MNF、GNF ジルコプロダクツ
- ・ 第 5 章 運転管理 ; GNF、MNF
- ・ 第 6 章 通常時の燃料ふるまい ; NFD、NDC、NFI
- ・ 第 7 章 事故時の燃料ふるまい ; JAEA
- ・ 第 8 章 使用済燃料とリサイクル ; MNF、GNF、NFI

とした。

2. テキスト色の強化

平成 10 年の第 4 版のような全面改訂ではなく、生かせるところと修正すべきところは区別して、最新の知見を取り入れ、整合性を持たせ、よりテキスト的色彩を強くする。各章の構成も変え最大で 300 ページにして 8 章からなる扱い易いものにした。

3. 組織間のピアレビュー（専門家による相互レビュー）方式を採用

今回の作業はいずれの章も正、副の担当組織を決めて第 4 版の記述で生かせるところは生かし、修正するところは新しく書き直すという方式を採用し、出来上がったものは別な組織がそれをレビューする方式を採用した。問題個所は編集側の改訂推進チームが最終判断をした。また最終校閲で誤字、脱字、記述ミスも最小限にした。

4. 仮名遣いに用字用語辞典を参考にし、分かりやすい見出しと重複記述の排除

第 4 版は見出しが細分化され過ぎて判りづらかった。これを整理し見やすい見出しにし、内容の重複説明を排除した。

5. 著作権の確認

著作権は一般にそれを出版したところに帰属する。今回の作業で全ての引用文献について著作権上の問題がないことを確認した。これで「軽水炉燃料のふるまい」は堂々とした一人前の図書になった。

最後に、この改訂版が軽水炉燃料をこれから勉強しようとされている皆様のお役に立つことを祈念する。

2013/4/15 記

XI. 編集後記

核燃料部会報第48－2号を、会員の皆様にお届けいたします。

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故から2年が経ちました。核燃料の分野においても、福島第一原子力発電所の事故を踏まえた課題や研究開発ニーズなどについて、議論や検討が進められており、その状況は、今回の部会報でも紹介されています。合わせて、今回の部会報では、核燃料部会賞の制定など、核燃料の分野に関わりのある、幅広い活動の状況についても、掲載することができました。

執筆者の方々におかれましては、ご寄稿をお願いした時期が遅かったにもかかわらず、快くご執筆をお引き受けくださり、また、興味深い記事を御紹介頂きましたことに対し、この場を借りまして、厚く御礼申し上げます。私自身は、2012年度の3人目の部会報担当として、本年1月からの短い期間でしたが、部会報を編集する過程において、執筆者の方々を初めとした多くの方々とやり取りをする機会を得ました。会社における日々の業務とは異なる経験であり、改めて、核燃料の分野の広がりについて、実感することができました。ただ、タイムリーに準備を進めることができず、発行時期が遅くなりましたことにつきまして、お詫び申し上げます。

2012年度は、東京電力の者が、部会報担当を務めさせていただきました。部会報担当は、核燃料部会員の一員としての活動でしたが、東京電力の一員としては、福島第一原子力発電所の事故により、今なお、発電所周辺地域をはじめとした福島県の皆様、広く社会の皆様に、大変なご迷惑とご心配をおかけしておりますことを、心よりお詫び申し上げなければならない気持ちを、常に忘れず、日々の業務に取り組んでいるところです。被災されました皆様が、一日も早く、元の生活に戻れますことを切に願うと共に、そのための取り組みを続けて参る所存です。

今回の発行をもって、部会報担当は次の方に引き継ぐこととなりますが、私自身は、核燃料部会の一員として、引き続き、部会報の一層の充実に協力して参ります。会員の皆様におかれましても、変わらぬご協力をお願い申し上げます。会員の皆様から、記事のご提供がありましたら、核燃料部会運営小委員会の部会報担当にご連絡いただければ幸甚に存じます。

2013年6月

2012年度部会報担当:東京電力(株) 巻上 毅司