

Ⅲ. 夏期セミナー報告

第28回核燃料・夏期セミナー開催報告

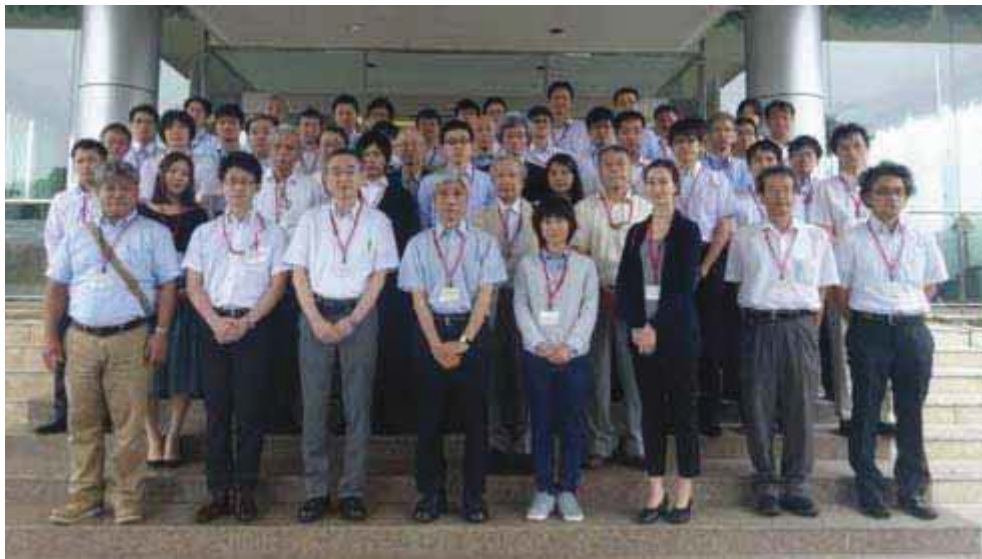
報告者：核燃料・夏期セミナー事務局（(独)日本原子力研究開発機構 三原 武）

開催日：2014年7月10日(木)～7月12日(土)

開催場所：“ヤマハリゾート つま恋”（静岡県掛川市）

第28回核燃料・夏期セミナーは、静岡県掛川市の“ヤマハリゾートつま恋”（以下、つま恋）にて7月10日(木)～7月12日(土)の日程で開催され、部会員29名を含む計57名の方に参加いただいた。

7月10及び11日には燃料及び燃料挙動に関する基礎や学会賞・部会賞受賞記念講演の他、原子力発電所における燃料取扱い、燃料挙動解析技術開発の現状、炉心燃料分科会の活動、等、核燃料分野にて現在までに実施されてきた内容から今後着目すべき内容にわたって様々な分野の講師の方に講演いただくとともに活発な議論が行われた。続く12日には中部電力浜岡原子力発電所の見学会が実施され、現在整備が進められている安全性向上に関わる重要な設備等を見学しつつ質疑応答を行った。



セミナー参加の皆様（セミナー会場 つま恋ロビー前にて）

【開催場所】

つま恋は、掛川駅近郊の広大な緑の敷地内で多くの種類のスポーツ・レクリエーションが楽しめるリゾート施設である。その中心となるスポーツマンズクラブの建物(SMC)には、結婚式場、レストラン、室内プール、コンベンションホール等の設備があり、また、SMCの周囲には温泉施設、各種イベントが開催可能な屋外ステージ等がある。

本セミナーは、つま恋の一角にあるSMC内の会議室で開催された。つま恋にてセミナーを開催する企業等は多いとのことで、SMCでは他のセミナーの参加者が多数見受けられた。

【燃料及び燃料挙動に関する基礎】

本セッションでは、核燃料に関する基礎として、軽水炉用被覆管、ペレット及び高速炉燃料に関する現状の課題、最近の研究開発動向について講演いただいた。

被覆管(PWR)については、炉内における被覆管の役割、製造及び照射挙動、研究開発状況等について、MNF 北川氏に講演いただいた。これまでの照射試験等により得られた被覆管の腐食特性、水素吸収特性、集合組織及び機械特性のデータ、等、重要な知見を分かりやすく解説していただくとともに、腐食量及び水素吸収の低減を目的とした改良被覆管に関する最新知見を紹介いただいた。ペレットについては、その製造並びに照射に伴う組織及び特性変化について、NFD 平井氏に解説いただいた。特に、ペレットの製造時微細組織及び照射に伴うその変化は燃料棒全体の照射挙動に大きく影響するため、その制御によって通常時及び事故時の燃料の安全性を向上させることが可能であることが紹介された。また、燃料の安全性向上には、燃料材料の開発とともにその照射挙動評価に係る技術向上が不可欠であることが示された。高速炉燃料挙動については、高速炉用 MOX 燃料の概要及び照射挙動について、JAEA 前田氏に講演いただいた。高速実験炉“常陽”を用いた照射試験結果ならびに高速炉燃料の事故時挙動に関する実験結果を詳しく解説いただくとともに、廃棄物減容を目的とした MA 含有燃料の照射挙動の解析評価について紹介いただいた。



北川氏(MNF)



平井氏(NFD)



前田氏(JAEA)

【原子力発電所における燃料取扱い】

本セッションでは、原子力発電所における燃料取扱いに関し、BWR 及び PWR の炉型別に解説いただいた。

BWR における新燃料の受入及び検査、原子炉施設内での燃料移動、炉心への燃料装荷手順、定期検査時の燃料集合体検査、燃料漏えい時の対応並びに使用済燃料の取扱いについて、東京電力巻上氏に講演いただいた。また、福島第一原子力発電所事故を踏まえた使用済燃料プールの安全対策並びに福島第一原子力発電所における燃料取扱いについても紹介いただいた。

PWR における新燃料の受入から使用済燃料としての搬出にわたる内容に関し、関西電力

福原氏に講演いただいた。受入れた新燃料の移動及び保管、炉心への燃料装荷手順と使用機器について細かく解説いただいた。また、使用済燃料ピットの重大事故対策並びに福島第一原子力発電所事故を踏まえた PWR での安全対策についても紹介いただいた。

原子力発電所における燃料取扱いに関する知識を得る機会が極めて限られていることから、本セミナーにて両者を比較できる形で講義していただいたことは、参加者にとって非常に有益であったと思われる。



巻上氏(東京電力)



福原氏(関西電力)

【特別講演 1：核燃料に関する研究を振り返って】

本セッションは、これまで長年にわたって核燃料分野における研究に関わってこられた方から、ご自身が経験した苦労話等を紹介いただく場として企画した。

東京大学木下氏に、1970 年代前半から約 40 年にわたって核燃料に関する研究開発に携わってきた経験について講演いただいた。これまで、発電炉での燃料破損に係る研究、燃料ふるまい解析コード(FEMAXI-III)の開発、高燃焼度リムプロジェクト(HBRP)等の国際共同研究プロジェクト、高燃焼度燃料で観察される微細組織変化(リム組織形成)に関する新クロスオーバー研究、等に携わり、肌で感じてきた日本の原子燃料の技術向上の様子とともに、燃料の高燃焼度化に係る課題にどのように取り組んだかについて述べていただいた。合わせて、国際プロジェクトの運営における苦労等についても紹介していただいた。参加者にとっては、今後核燃料分野において研究を進めるにあたり参考になる内容ではなかったかと思われる。



木下氏(東京大学)

【ポスターセッション】

ポスターセッションでは、以下の 3 タイトルのポスター発表があり、約 1 時間半にわたって活発な議論が行われた。当初、ポスターセッション終了後に投票により優秀賞を決め

ることとしていたが、票数に大きな差がなかったことから、発表者全員に優秀賞が贈られた。

- ・ Development of Mo-modified Zr-Nb Alloys as Nuclear Fuel Cladding Materials (東北大学 楊氏)
- ・ 改良型 EDC 試験の有限要素解析 (東北大学 木下氏)
- ・ SiC コーティング被覆管材料の LOCA 時挙動 (東京大学 臼井氏)



楊氏(東北大学)

木下氏(右。東北大学)

臼井氏(東京大学)

【懇親会】

懇親会は 51 名の方に参加いただいた。会の途中でポスター発表の授賞式が行われ、湊部会長より賞状が優秀賞受賞者の楊氏、木下氏(ともに東北大学)、臼井氏(東京大学)に手渡された。最後に、長年核燃料研究分野で活躍されてきた東京大学の石野名誉教授よりごあいさつをいただき、盛況のうちに閉会した。

【燃料挙動の解析技術開発の現状】

本セッションでは、燃料挙動の解析技術に関する研究開発等について講演いただいた。

JAEA 鈴木氏より、通常時及び異常過渡時の燃料ふるまい解析コード FEMAXI(最新版が FEMAXI-7)、事故時の燃料ふるまい解析コード RANNS 及び LOCA 時集合体ふるまい解析

コード FRETA-B について、その特徴および計算プロセスに関する詳細な解説をいただいた。FEMAXI-7 については、前バージョンからの改良点及び同コードを使った解析結果の例とともに、今後改良を加える上での課題について説明があった。RANNS については、反応度事故模擬試験時の燃料ふるまいの解析結果と実験結果との比較が示され、燃料破損に影響を及ぼす因子について説明があった。FRETA-B については、解析結果と実験値との比較が示された。最後に、今後の燃料ふるまい解析コードの課題と展望が述べられた。

JAEA 辻本氏より、分離変換技術及びその意義、核変換システムの目的及び概念、加速器駆動核変換システムの研究開発計画に関する講演をいただいた。高レベル廃棄物処分において長期リスクの低減、処分場の実効処分容量の増大、放射性廃棄物の一部資源化の観点で有利と考えられている“分離変換”に必要な核変換システムの研究開発実施状況について説明があった。合わせて、分離変換技術に関しては、将来の原子力利用のあり方全体の中で現実的な議論が必要であること、その議論において研究者及び技術者が果たすべき役割が示された。



鈴木氏(JAEA)



辻本氏(JAEA)

【受賞記念講演：平成 25 年度 核燃料部会部会賞奨励賞受賞記念講演】

核燃料部会部会賞受賞者の JAEA 高野氏より、“マイナーアクチノイド(MA)含有燃料の調製と基礎特性に関する研究成果概要”と題する講演をいただいた。MA 含有窒化物燃料ペレットの作製、その物理・化学的挙動及び熱物性の測定結果について説明があった。ペレット作製に係る基本技術及び条件の確立、ペレット取扱時に問題となり得る物理・化学的挙動の把握、ペレットの組成と熱物性値との関係評価についてまとめられており、今後の準工学規模へのスケールアップに向けた取組みと成果が期待される内容であった。



高野氏 (JAEA)

【受賞記念講演：平成 25 年度 原子力学会賞技術賞受賞記念講演】

平成 25 年度原子力学会賞受賞タイトルのうち、核燃料分野に関連する内容として、JAEA 本岡氏より“福島第一原発使用済み燃料プールへのヒドラジン注入効果と燃料集合体の長期健全性に関わる課題”（技術賞）と題する講演をいただいた。福島第一原子力発電所事故後、使用済み燃料プールに海水が注入されたが、この海水によるプールライニング等の腐食が懸念されていた。溶存酸素量の異なる純水及び人工海水を対象にγ線照射下での実験を実施することにより、この腐食を抑制するために行われたヒドラジン注入が脱酸素の面で有効に働いていることが述べられた。本研究の成果は、使用済み燃料プール内の材料の腐食抑制策として活用されているということであった。



本岡氏(JAEA)

【特別講演 2：大阪大学における原子力研究の歴史】

本セミナーにおける新しい試みとして、国内の大学におけるこれまでの原子力研究の歴史を振り返る講演を企画した。今回は、大阪大学黒崎先生に、大阪大学の原子力工学教室及び核燃料研究の歴史、また現在の核燃料研究について講演いただいた。大阪大学は、昭和 31 年から原子力に関する研究の準備を開始し、昭和 32 年に原子力工学教室が創設され、その後多くの講座の設置、吹田への移転及び再編を経て現在の原子力工学教室に至っていることが事細かに解説された。これらの変遷は他大学出身の方にとっては新鮮であったと思われ、大阪大学の核燃料研究がどのような変遷をたどってきたかの説明は非常に興味深かった。また、核燃料及び炉材料に関する現在の代表的な研究内容についても紹介いただいた。



黒崎先生（大阪大学）

【特別講演 2：炉心燃料分科会の活動 ～科学的知見に基づいた規制の体系化～】

核燃料部会炉心分科会での活動状況について、東北大学阿部先生に紹介いただいた。この分科会では、炉心燃料の安全基準の整理及び展開並びにその基準に対する評価方法の体系的整理を行っており、その現状について説明があった。また、海外における基準類及び新知見との相違点の抽出及びそれらへの対応、福島第一原子力発電所事故を踏まえた燃料安全取組みの強化について説明があった。最後に、今後の予定として、炉心燃料分



阿部先生（東北大学）

科会の検討結果が報告書としてまとめられ発刊されること、検討結果は優先度の高い重要な事項から燃料安全基準の具体的な標準策定に反映していくことが述べられた。

【特別セッション】

本セッションでは、海外のトピックスと地元の話題に関して講演いただいた。

海外のトピックスとして、ハルデン原子炉計画(HRP)の Wiesenack 氏に、ハルデン炉にて実施された炉内 LOCA 試験の結果並びに HRP の Hammlab にて行われているマンマシンインターフェースに係る研究について講演いただいた。ハルデン原子炉計画では世界で唯一炉内での LOCA 模擬試験を実施しており、その際に取得された燃料挙動に係るオンラインデータ並びにペレットのフラグメンテーション及びディスパースル現象に関するデータは極めて貴重である。試験後に行われた PIE 結果とともに LOCA 時の燃料挙動について詳しく解説いただいた。

地元の話題として、掛川市役所の永谷氏に、世界農業遺産に登録されている静岡の“茶草場農法”について講演いただいた。世界農業遺産とは何か、から始まり、茶草場農法の概要、その効果、現状と今後の課題について丁寧に解説いただいた。茶草場を維持することが、茶園の保湿力維持、雑草の抑制、化学肥料の緩衝をもたらす”良いお茶“を生み出すベースとなるのみならず、生物の多様性をも守っているとの話は興味深かった。最後に、茶草場農法が抱える課題とこれに対する今後の取組みについて説明があった。茶草場農法は、農業生産のための努力が生物多様性の保全と両立しているという世界的にも希少な事例なため、この農法を維持していくことが重要であり、今後この取組みを広げていくことであった。



Wiesenack 氏(HRP)



永谷氏(掛川市役所)

【見学会】

最終日の7月12日(土)には、中部電力株式会社浜岡原子力発電所の見学会を実施し、33名の方に参加いただいた。

見学会の開始にあたり、浜岡原子力発電所の概要、安全性向上に向けた取組み、新規

制基準への対応に向けた取り組みについて、中部電力の方から説明いただいた。その後 2 班に分かれ、バス、徒歩にて発電所内外を見学した。原子力館では、防波壁や原子炉施設の模型等を利用して、原子力施設の安全対策について分かりやすく説明いただいた。原子力発電所の敷地内では、建設が進む防波壁、取水槽、海水ポンプ、原子炉建屋の大物搬出入口扉、フィルターベント設置場所、5号機のギャラリー(オペフロ及び中央制御室)、ガスタービン発電機、緊急時対策所、等の施設及び設備を見学した。また、浜岡原子力発電所には、過去に経験した事故やトラブルから学んだ教訓及びノウハウを風化させることなく次の世代に伝承していくための“失敗に学ぶ回廊”とよばれる部屋があり、過去の事故及びトラブルの概要を示すパネル、実際にトラブルの原因となった部品等の実物または模型が展示されている。原子力工学に携わる者の興味を引く内容ばかりであったが、見学時間が押ししてしまったために、残念ながら十分に見回ることができなかった。見学会の最後には質疑応答の時間が設けられ、活発な議論が行われた。全体の見学時間として 2 時間半程度を予定していたが、この時間内では収まらないほどの盛り沢山の内容であった。



見学会に参加いただいた皆様（中部電力株式会社浜岡原子力館前にて）

【謝辞】

今回のセミナー事務局は、大阪大学および(独)日本原子力研究開発機構が担当いたしました。ご多忙中にもかかわらず講師を快くお引き受けいただいた先生方、座長の皆様、ならびに見学会におきまして御支援、御助力をいただきました中部電力(株)及び浜岡原子力発電所のスタッフの皆様にご心から感謝申し上げます。また、本セミナーの開催、運営にあたりご協力いただいた多くの方々に改めてお礼を申し上げます。

以上