

### Ⅲ. 第13回「材料」夏期セミナー報告

日本原子力研究開発機構 永江 勇二

2014年の第13回「材料」夏期セミナーは、第3回日韓セミナー開催後の開催とし、第3回日韓セミナーは8月4日に、続けて第13回「材料」夏期セミナーは8月5日から6日に、山形県山形市蔵王温泉のホテル樹林にて開催した。日韓セミナーから夏期セミナーを通して参加者はのべ43名であり、そのうち学生は9名であった。今回のセミナーでは、原子力用材料信頼性評価技術開発の現状と今後の展開をテーマとし、日韓セミナーと合わせて4つのセッションが企画された。高原の爽やかな風のもと、活発な議論がなされた。

1日目は、第3回日韓セミナーが開催され、韓国側から4件、日本側から4件の講演がなされた。当セッションの後は、ホテル樹林にて韓国側の講師を含め懇親会を行い、日韓の親睦を深めた。その後、さらに若手セッションとして学生を含む若手研究者による研究紹介がなされ、今後の若手研究者の活躍に期待をこめた厳しい指摘がなされた。

2日目は、「材料特性予測技術」および「材料特性分析並びに検査技術」の二つのセッションが企画された。「材料特性予測技術」では、実験により把握できないような実機条件等での材料特性を把握するためのモデリングやその予測技術について、4件の講演がなされた。アトムプローブによるナノスケール組織観察による材料劣化挙動の解明や酸化局在化特性評価によるSCC発生予測、照射下マイクロ組織発達のモデリングや粒界破壊のマルチスケールモデリングについて講演された。また、「材料特性分析並びに検査技術」では、構造物の健全性を把握するために材料の損傷・劣化状況を分析・検査する技術について、5件の講演がなされた。デジタル画像相関法による材料評価、超音波や電磁気による非破壊検査技術や中性子回折による構造物内部の残留応力測定、ステンレス鋼溶接部の応力腐食割れ特性評価や炉内構造物の破壊靱性評価について講演された。

最終日である3日目は、「福島事故後の材料研究対応状況」と題したセッションであり、福島事故後の材料研究対応状況について、4件の講演があった。汚染水処理廃棄物保管に係る材料腐食や原子力容器鋼の腐食、鉄鋼材料の微生物腐食といった腐食の問題、炉心溶融による原子炉压力容器下部ヘッドの破損挙動評価について講演された。

なお、日韓セミナー・夏期セミナーに使用したテキストは、日本原子力学会事務局より販売（限定部数）する予定である。

最後に筆者の所感として、原子力用材料信頼性評価技術に関してご講演いただいた研究に限らず多くの研究がなされており、これらの研究成果を集約していくことも重要であると感じた。また、学生の出席が若干少なく、学生の方からの質問が少なかった。

たように感じた。学業や旅費等の関係で学生の出席が少なかったことが一因と考えられ、部会からの旅費補助や日程に留意する必要があると感じた。来年は三部会（核燃料・材料・水化学）合同夏期セミナーを開催する計画であり、今後の研究開発を担っていくと考えられる多くの若手研究者の参加を期待したい。



懇親会の様子



セミナーの様子



2014年「材料」夏期セミナー参加者

## 【夏期セミナーに参加した学生からの生の声】

今回参加した夏期セミナーでは、様々な先生方のお話を聞くことができ非常に有意義なものであったと感じております。自分の専門以外の分野も含まれておりましたが、先生方の説明が分かり易く専門以外の分野に触れる良い機会になったと思います。特に「福島事故後の材料研究対応状況」ということで、廃炉に向けての材料の課題についていくつか知ることができ勉強になり、今後解決していくべき課題であると再認識いたしました。

また、他の研究室の学生や他大学の学生と交流を持てたこと、普段会うことのない研究者の方々と少しではありますがお話ができ良い機会となりました。今回夏期セミナーを企画していただきありがとうございました。今後このような機会がありましたら是非参加させていただきと思います。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻  
渡辺豊研究室 熊谷大介)

材料部会のセミナーには初めて参加させて頂きました。私がセミナーに参加したいと思った経緯は、広く材料に対する知識を得たいと思ったからです。その点に関して、今回のセミナーでは、応力腐食割れの特性評価や先進的な材料の信頼性評価技術など、様々なことを学ばせていただきました。先生方には、原子力用材料で課題となっている点に関して基本的なことから丁寧に説明していただき非常に感謝しています。

今回のセミナーのなかで、特に金属材料の時効挙動に関する研究が印象に残っています。私は、核融合炉の実現に向けた研究を行っていますが、プラズマ照射下における微細組織評価という限定的な視野で研究を行っていたと思います。今回のセミナーを通して、実現している原子炉においても多くの課題があり、その解決に向けて多様なアプローチで研究がなされていることに新鮮さを感じることができ、研究に対する視野を広げることができました。また、材料研究の必要性を改めて感じる機会とすることができました。

これから自身の研究を進めていく中でも、今回の経験を活かし、自身の研究領域にこだわらず、その周辺領域にも関心を持ちながら、広い視野を持って研究に取り組みたいと思います。最後になりますが、このような素晴らしいセミナーを企画・運営して下さった先生方にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

(島根大学 総合理工学研究科 総合理工学専攻  
宮本研究室 飯島 信行)

今回初めて夏期セミナーに参加させて頂きましたが、その三日間の中で材料

についてだけでなく、福島第一原発への対応についての講演を聴かせて頂き、大変勉強になりました。私は核融合炉第一壁の材料に関する研究でタングステンへのプラズマ及びイオン照射をしているのですが、今回の講演の中にタングステンへの中性子・鉄イオンの照射に関するものがあり大変参考になると共に自分の不勉強さを実感させられました。福島第一原発に関する講演では、微生物による腐食についての講演がありまして、これまで自分に全くなかった観点からの材料の腐食に関する話であり、特に興味深く聴くことができました。講演全体を通しまして自分の研究と直接関係のある話だけでなく、様々な研究の現状についての話を聞くことができ、視野を広げることができたと思います。またこれまであまり機会のなかった他大学の学生や多くの研究者の方々との交流ができ非常に有意義な時間を過ごさせて頂きました。今回このような機会を設けて下さった先生方に感謝致します。ありがとうございました。

(島根大学 大学院総合理工学研究科 総合理工学専攻  
宮本研究室 三上 聡)

今回の夏期セミナーを通じて、自分の専門分野にとどまらず、照射環境下における様々な材料の特性評価について幅広い知識を得ることができました。セミナーの主題は原子炉(軽水炉、核融合炉)材の劣化評価と福島第一原発事故後の炉材評価であり、今後の材料研究において重要となる課題について講義をして頂きました。軽水炉に関する研究で印象に残っているものは、破壊や応力腐食割れといった材料劣化はとくに炉の溶接部で起こりやすく、その発生プロセスは非常に複雑であるということでした。福島事故後の材料研究という観点では、原子炉冷却に使用した海水やダム水が材料腐食を加速させていること、腐食減量させるためのヒドラジン添加は周囲の環境によってはあまり効力を発揮しないということが印象的でした。

また、このセミナーに参加したことで、普段滅多にお会いする機会のない研究者の方や他大学の先生方や学生ともお話ができ、研究内容のみならず学業や趣味などの話で盛り上がり、大変楽しい時間を過ごすことができました。このような機会を設けてくださいました先生方、ならびに本セミナーでお世話になりました皆様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(島根大学 大学院総合理工学研究科 総合理工学専攻  
宮本研究室 田中 徳人)

今回初めて夏期セミナーに参加させて頂きましたが、非常に有意義なセミナーであったと感じております。講演内容は専門性が強く難しいものもありましたが、講演された先生方の説明はとても分かり易く、知識が未熟な私でもなん

とか理解を深めることができ、自身の視野を広げることが出来ました。また、原子力材料に関する講演だけでなく、福島第一原発事故への対応など、内容が多岐にわたっていた点も良かったと思います。また、セミナーの中には充実した懇談会も企画されており、学生としては多くのベテラン研究者の方々と知り合え、直接話せる良い機会を頂き、大変感謝しております。

3日間のセミナーを通して、原子力に関する幅広い講演や著名な先生方による活発な議論を聞くことができ、大変有意義な時間を過ごすことができました。このようなセミナーを企画・運営して下さった方々に感謝いたします。ありがとうございました。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻  
長谷川・野上研究室 宇佐美博士)

今回は昨年に引き続いてセミナーに参加させて頂きましたが、原子力材料に関する講演のみならず、核融合炉材料や福島第一原発事故に関する講演もあり、材料に関する知識を今まで以上に深めることができ、大変勉強になりました。

学生セッションにおいては、材料研究の大先輩方から私の研究に対するアドバイスを直接頂けるというめったにない機会を設けていただき感謝しております。

今回材料部会夏期セミナーを企画して頂き、また参加させて頂けたことで、大変有意義な時間を過ごすことが出来ました。ありがとうございました。

(東北大学 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻  
長谷川・野上研究室 岩田 拓也)

It was very eagerly look forward to attend to this Japan Korea summer seminar. From the first, I learned the developing materials, evaluation the properties of the materials on the stress, and accident of nuclear plant on Fukushima in terms of safety engineering. In particular, I was interested about the method of evaluation on Digital 3D correlation systemVIC-3D+High-Speed Video camera system by doctor Nozawa who is working at JAEA. It could be known where stress load by this system.

I really appreciate you to give me a chance to learn the trends and major knowledge from who work at the national laboratory and professors by the Japan Korea summer seminar.

(東北大学大学院 大学院工学研究科 量子エネルギー工学専攻  
長谷川・野上研究室 ファン・テヒョン)

#### IV. 第3回日韓セミナー報告

原子力研究開発機構 野澤 貴史  
電力中央研究所 野本 明義

日韓セミナーは原子力材料の諸課題について、日韓双方の専門家が集い、情報交換と人材交流を進める形で、第1回は2012年3月に原子力学会2012年春の年会（近畿大学）にて、第2回は2013年10月に韓国原子力学会2013年秋の大会（Gyeongju）にて開催され、今回の第3回日韓セミナーは、2014年8月4日（月）に、日本原子力学会材料部会主催の夏期セミナーと同期間に山形県蔵王温泉にて開催された。特に韓国側の強い要望もあり、日韓各4件の講演と総合討論を含む半日規模のセッションが企画された。

今回のセミナーでは、第2回の主テーマであった材料の経年劣化を含め、様々な炉材料に関する材料劣化の諸課題について幅広くテーマを設定した。聴講者は約30名で前回の韓国開催時と比べて決して多くはないが、終始和やかな雰囲気の中、活発な議論が展開された。以下、プログラムの順に各講演の概要を簡単に報告する。

セミナーは主催である材料部会長・長谷川教授（東北大）の開会挨拶により始まり、韓国側2件、日本側2件のレビュー講演と続いた。最初の講演はChang-Heui Jang教授（KAIST）によるGen-IV炉（超高温ガス炉、ナトリウム高速炉）材料に関するレビュー講演であり、材料の酸化挙動、寿命評価を中心に報告された。617合金の表面改質により大幅に耐酸化特性の向上が期待されるとの説明があった。続いて、Young-Bum Chun氏（KAERI）より韓国における低放射化フェライト鋼の開発の現況について報告された。現在、大規模なパラメータスタディを実施し、鋼仕様の改良・最適化を進めているとのことで、例えばZr添加鋼において延性脆性遷移温度（DBTT）シフトの抑制、クリープ特性向上に良い結果を得ているとのことである。続いて鶴飼重治教授（北大）により、日本での酸化物分散強化型鋼（ODS）開発の現況について報告された。材料設計の方法論から添加元素（Al、Ti及びZr）の影響について詳細な解説がなされた。前半セッション最後は、橋爪健一准教授（九大）により、福島事故と関連した軽水炉の燃料と材料の損傷課程について報告された。具体的には、ウラン酸化物燃料やジルカロイ燃料被覆管を対象に、水素効果による材料劣化について概説された。

休憩を挟み後半のセッションでは、各論について、日韓ともに2件ずつの講演があった。Kyung-Hwan Na氏（KHNP/CRI）は、韓国の商用軽水炉で実際に生じた幾つかのき裂進展事象を例に、それらの具体的メカニズムについて報告した。Sung-Woo Kim氏（KAERI）は冷間加工した690合金を対象に、1次冷却水中の環境下における応力腐食割れ（PWSCC）課題に対しての最近の研究成果について報告した。三浦照光氏（INSS）は、粒界強度評価のための微小試験片法の開発現況を解

説し、本手法による粒界型応力腐食割れ（IGSCC）メカニズムの検討結果が紹介された。特に粒界強度への中性子照射影響とヘリウム効果が議論された。最後に、大矢 恭久准教授（静大）より、核融合炉材料として近年特に注目されるタングステン材料について、その水素挙動に着目し、劣化機構に関する報告がなされた。

総合討論の場では、日韓の原子力材料に関する草の根的な交流活動は今後も重要との認識が共有され、今後も前向きに検討を進めることが確認された。次回の日韓セミナーは、2015年秋に韓国主催で開催される予定である。

最後に、御多忙の中、講演を快諾頂いた日韓それぞれの講師の先生方に感謝申し上げます。

