

### III. 第 12 回「材料」夏期セミナー報告

日本核燃料開発（株） 樋口 徹

2013 年「材料」夏期セミナーは、8 月 19 日から 21 日に東京都八王子市の八王子セミナーハウスで開催された。参加者は 39 名であり、そのうち学生は 8 名であった。今回のセミナーでは、福島第一原発事故（シビアアクシデント）と将来型原子炉をテーマとし、4 つのセッションが企画された。

1 日目は、まず「福島第一原発事故後の材料研究への期待」と題したセッションにおいて、福島第一原発事故の総括と今後の原子力研究者・技術者・業界のあり方について石野菜先生、山脇道夫先生、近藤達男先生に講演いただいた。また、目黒芳紀氏からは、敦賀発電所 2 号機における SG の健全性向上に向けた取り組みについてご紹介いただいた。当セッションの後は、八王子セミナーハウスのバーベキュー場にてバーベキューを行い、その後さらに若手セッションとして、若手研究者（主に学生）による研究紹介があった。

2 日目は、「シビアアクシデントと材料」および「福島第一原発事故 材料燃料分野における廃炉に至るまでの課題」の二つのセッションが企画され、シビアアクシデント時の材料挙動や福島第一原発事故に係わる技術課題等について、それぞれ 4 件の講演があった。どの講演も福島第一原発事故に直接関わるものであり、活発に議論が交わされた。これらのセッションの後は、高尾山中腹（標高約 500 m）にある高尾山ビアマウントにて懇親会が催された。高尾山の麓から中腹まではケーブルカーを利用することもできるが、散策を楽しみながら徒歩で移動する参加者も見られた。筆者は電力のありがたみを噛みしめつつケーブルカーを利用した。

最終日である 3 日目は、「将来型原子炉における材料諸課題」と題したセッションにおいて、ナトリウム冷却高速炉、超臨界圧水軽水冷却炉、トリウム溶融塩炉および超高温ガス炉についてそれぞれ講演があった。炉型毎に、基礎的な部分から非常に丁寧な説明があり、学生からも活発に質問があった。

最後に筆者の所感として、今回の夏期セミナーは参加者が若干少なかったが、一方で、学生がただ聴講するだけでなく積極的に質問しやすい雰囲気であったように感じた。全体を通して、学生から多くの質問が出ていたことが印象的であった。来年は、より多くの学生に参加いただき、今年以上に充実した夏期セミナーとなることを期待する。



若手セッションでの発表と討論の様子



高尾山への登山と中腹での懇親会の様子



2013年「材料」夏期セミナーの参加者

## 【夏期セミナーに参加した若手研究者・学生からの生の声】

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。セミナーのメインテーマは軽水炉シビアアクシデントと福島第1原子力発電所事故関連の材料についてでしたので、高速炉のシビアアクシデント解析を行っていた者としてはとても新鮮であり、視野を広げることが出来ました。講義内容は専門性が強く難しいものもありましたが、講義された先生方の説明がとても分かり易いものであり、研究分野が流体から材料に変わったばかりで、材料に関する知識が未熟な私でも理解出来るものとなっており、材料を研究する魅力を新たに発見することが出来ました。また、セミナーの中には充実した懇談会（バーベキューと高尾山登山）も企画されており、若手としては多くのベテラン研究者の方々と知り合え、気軽に話せる良い機会となりました。

今後も機会があれば参加させて頂きたいと思います。このようなセミナーを企画・運営して下さいました方々に感謝いたします。ありがとうございました。

（（独）日本原子力研究開発機構 次世代原子力システム研究開発部門  
構造材料評価 Gr. 山下 拓哉）

今回の夏期セミナーでは福島第一原子力発電所廃炉に向けた課題について、色々な講演を聞くことができ、廃炉に向けた課題がたくさんあるということを改めて感じた。原子力エネルギーを考える上で、材料の必要性和重要性を再認識できる良い機会だった。今回の講演を通して、材料とは関係のないように思っていた分野も材料と密接な係わりがあると感じた。水化学の分野でもどこかで材料についての課題が発生しているということにも気付かされた。

これから自身の研究を進めていく上でも、材料の分野だけでなくその周辺の分野にも関心を持ち知識を増やしていきたいと思う。また、夏期セミナーに参加したおかげで、私の原子力に関する知識がまだまだ足りないということを思い知らされ、量子エネルギー工学を専攻している者として原子力に関する知識をもっと増やしていかなければならないと思った。

（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）

今回の夏期セミナーが初めての参加になりましたが、3日間を通じて材料についてのみならず、福島第一原発で起きたこと、現在の状況、今後のロードマップについての話を聞いたことは非常に有意義であったと感じています。その中でも、リスクの二元論的考え方の流布と信頼の回復は重要で、社会全体に言える問題であると思います。大学院での講義内容や進められている研究が、実際の最前線でどのように生かされているのかを知ることは、研究に対するモチベーションにも繋がるように感じました。

また、夏期セミナーに参加したことで、普段話しをする機会がない研究者の方や、他大学の学生と話ができ、研究内容に直接関わることでなくとも、原子力に対する考えや研究の取り組み方は大いに参考になりました。宿泊が京都大学、東海大学の学生と同じ部屋だったことも、研究だけでない交流を深められて良かったです。

(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 河合 大地)

今回のセミナーでは、福島第一原発事故収束に向けた対応、今後のシビアアクシデントに対する材料課題、次世代炉など、原子力発電に関して幅広い範囲にわたり貴重な話を聞く機会となった。福島第一原発に関しては流入する地下水の阻止、燃料、燃料デブリの取り出しなど、福島第一原発の収束に向けての課題は多いと感じた。しかし事故対応をする上で、アメリカのスリーマイル島事故の事例やそこから得られたデータを事故からの復旧に用いており、原発事故をただの事故で終わらせず、「事故を起こした原発」として研究することにより、新たな事故への対策としている点に感銘を受けた。次世代炉に関しては難しい話も多かったが、完成すれば安全面や熱効率の大幅な改善が見込まれ、興味深い内容だった。また中日に催された高尾山での懇親会では、普段運動不足の私にとっては運動するいい機会となったし、運動後に山で食べる食事は格別の味で、身体的にも非常に良いリフレッシュになった。

(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 齋藤 武志)

今回初めてセミナーに参加させていただきましたが、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やシビアアクシデントの考え方などに関する講演もあり、大変勉強になりました。とくに福島第一原発事故後については様々な報道がされていますが、その対応の詳細や今後の流れも知ることができました。また、シビアアクシデント時における材料挙動に関する研究では様々なことが行われていて、非常に興味深かったです。さらに、よかった点としては、専門家の先生方による質疑応答が活発であり、いろいろな観点の話が聞けたことです。ただ、講演内容に対して時間が短く、駆け足になってしまう部分が多かったため、全体的に時間を長くした方が良いのではないかと思いました。こ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。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 佐々木 健太)

事故はまだ終わっていない。この当然の事実を講演なさってくれた先生が口にした時、正直はっとした自分がいました。研究に追われる毎日の中で、どこか風化してい

る部分があったのだと思います。今回の夏期セミナーは福島事故に関する内容ということで、福島事故からの教訓やそれを活かす研究等を勉強させていただきましたが、福島事故を改めてしっかり考える大変良い機会となりました。

学生セッションにおいては、材料研究の大先輩方から自分の研究に対するアドバイスを直接いただ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。来年もぜひ実施していただきたいと思います。また、懇親会のバーベキューや高尾山登山も他大学の学生や、社会人の方と親睦を深め、ざっくばらんに話ができ、有意義な時間を過ごすことができました。

今回材料部会夏期セミナーを企画していただき、大変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 中井 亮介)

セミナーに参加させて頂きましてありがとうございます。私は、今回のセミナーに参加し、先生方の発表を聞いて、研究の目的や位置づけ、それに対する方法が如何に必要であるかを学びました。福島原発事故に関する多くの発表の中でも、この事故から学んだ水素発生や炉心溶融などの事故リスクを軽減可能な材料開発研究の発表・議論等を聞くと、私が現在取り組んでいる核融合炉の研究でも事故リスク等を十分把握しながら行っていく事が重要だと改めて思いました。特に、石野葉先生が発言された「研究者が自身の守備範囲の中で仕事をしている」、「安全と危険といった二元論的考え方が蔓延している」は、今後の原子力開発研究において重要な点だと感じました。この他にも、シビアアクシデントと材料について、廃炉シナリオに関する課題、将来型原子炉における材料諸課題について報告・討論等が行われました。特に廃炉シナリオに関しては燃料デブリをどう処理するかが課題であり、それを聞くと事故後の炉心解体は通常の炉心解体より一層難しそうであること、やはり原子炉における事故を回避するような取組みをすることが重要だと思いました。また、その後の廃炉措置終了までに具体的に何年かかるか、最終処理場等に関しても質疑応答がありましたが、様々な課題があると思いました。最終日に、将来型原子炉に関するセッションがありました。将来型炉では高効率化が見込めること、腐食課題があること、これらの研究より得られたデータは、核融合炉液体ブランケットの開発設計に使えるのではないかと思います。途中、以上の発表内容について積極的に質疑応答にも参加させて頂きました。沢山の初歩的な質問してしまいましたが、自分の質問をしっかりと伝えられるか、この質問は有意義なものかなどと考えてしまったため、思うように質問できませんでした。この経験を今後も活かしていきたいと思えます。

今回のセミナーでは研究発表や議論だけでなく、懇親会企画(1日目の夕方にセミナーハウスでのバーベキュー、2日目夕方に高尾山登山)もありました。これらの企画の中では、先生方や他大学の学生にも話しかけやすく、日頃研究室にこもりがちな私にとっては、このような企画は新鮮だと感じました。宿泊に関しても、人見知りの

人には辛いかもしれませんが、大人数で部屋を共有するというのは様々な人と『今後の原子力』に関する意見を交換できる良い機会だと思いました。

(東海大学 大学院工学研究科 応用理学専攻  
近藤研究室 中嶋 結)

材料部会セミナーに参加したことによって材料の事や福島第一原子力発電所の状況等を得る事ができました。腐食に関する水化学や、事故と材料の関係についての知識がなかったため、基本から解説して頂いたのととてもわかりやすかったです。軽水炉関係の材料研究で印象的だったことは、初期の軽水炉において水による腐食が大きな問題であったことです。水と言われると反応性が低く、腐食を起こしにくいものであるというイメージでした。実際には、初期の軽水炉では蒸気発生器などの腐食トラブルによってプラント稼働率が大きく損なわれていたことを知りました。腐食のメカニズムも複雑で、火力などでは発生しえない原子力プラント独自の問題が多かったことを知りました。材料と福島事故という観点からは、材料の問題がシビアアクシデントの直接的な原因にはなりえないということがわかりました。代表的なシビアアクシデントであるチェルノブイリ事故では炉特性や誤操作が原因であり、福島事故では津波に対する想定不足が原因となりました。また、通常運転時および異常時までは材料の健全性が考慮されていますが、シビアアクシデント時に健全性を保てる材料は無いということが印象的でした。ただし、シビアアクシデントに対して材料の技術が全く無力なわけではなく、異常のシビアアクシデント化を抑制することや、コアキャッチャーなどのシビアアクシデント時に必要となる材料の研究が行われていることを知りました。材料について多くの先生方の講義が聴けたことに加えて、他大学の学生との関わりをもつことができたことも大きな成果になりました。研究内容だけでなく、学業や趣味などについても夜遅くまで語り明かしてしまいました。今回のセミナーを通じて同じ分野の異なる研究をする学生と知り合うことができ、大きなモチベーションになりました。材料に関する勉強という面に加え、他大学の学生や先生方との交流ができて本当に実りあるセミナーでした。今回のセミナーに参加して本当に良かったと思っています。

(東海大学 工学部 原子力工学科  
近藤研究室 鈴木 成実)

原子力材料のシミュレーション研究を今年度から始めることとなり、材料の知識を深めるため夏期セミナーに参加させていただきました。セミナーの主旨は福島第一原発事故(シビアアクシデント)と将来型原子炉であり、今後の材料研究において重要となる問題について講義をしていただきました。さらに、バーベキューや高尾山ピアマウントでの懇親会もあり、ベテラン研究者、また若手研究者の方々との情報交換ができて、大変有意義な時間を過ごすことができました。

福島事故における材料のふるまいを知ることは今後の材料研究や原子力プラントの安全運転、将来型原子炉の開発に大きな影響を与えると感じました。しかしながら、材料に関わる状況は未だに把握できていない状態であり、今後の復旧活動により、圧力容器や各種配管の損傷、燃料デブリの状態などの詳細が徐々に明らかになると思います。それらの知見を数値シミュレーションに生かして、事故時の解析、今後の軽水炉や将来型原子炉の安全運転などについて力になれるよう、今後とも尽力していきたいと考えています。

今回、このような機会を設けてくださった先生方に感謝しております。本当にありがとうございました。

(京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻  
エネルギー機能変換材料研究室 中筋 俊樹)

材料部会の夏期セミナーには初めて参加させて頂きました。今回のセミナーは、特に福島第一原発事故を受けて、材料分野の研究者が事故をどのように捉えたのか、第一線でどのような研究が行われているのかを知るための貴重な機会となりました。福島原発事故では、炉心溶融や材料の酸化に起因して起こった水素爆発といった材料に関連した問題も顕在化しており、事故をシステムの問題として切り離して考えるのではなく、材料研究の課題として真摯に受け止めることが重要であると感じました。

また、今回の事故を受けて重要な課題となっているシビアアクシデント時の材料挙動の評価、耐熱性や耐酸化性を向上させた事故耐性材料の開発、福島第一原発の廃炉に向けた材料研究といった非常にタイムリーな研究テーマの現状についてもわかりやすく説明して頂きました。事故が起こったことで原子力の将来を悲観するだけではなく、こうした建設的な取り組みを通して、原子力発電の更なる安全性の向上を実現することが重要であると改めて認識しました。

さらに、既存の原子炉に関する研究だけでなく、安全性向上やエネルギー高効率利用のための将来型原子炉の実用化に向けた材料研究についても紹介して頂きました。将来型原子炉の開発は今後の中・長期の原子力利用を考える上では必要不可欠であり、実用化のためには、過酷な環境で使用される材料の研究が非常に重要であると感じました。

今後、本セミナーで得た知識と経験を活かし、原子力発電の安全性向上のために貢献できる人材となれるよう努力して参りたいと思います。本セミナーでお世話になった皆様にこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。

(京都大学 大学院エネルギー科学研究科 エネルギー変換科学専攻  
エネルギー機能変換材料研究室 山本 泰功)