



第 17 回「核融合炉」夏期セミナー報告書

とき: 2001 年 7 月 30 日(月)～8 月 1 日(水)

ところ: ソウル大学

韓国、ソウル市

担当: 京都大学

本年度の「核融合炉」夏期セミナー(主催: 日本原子力学会核融合工学部会)は、平成 13 年 7 月 30 日(月)～平成 13 年 8 月 1 日(水)の 3 日間、韓国ソウル市のソウル国立大学にて開催された。海外での初めての夏期セミナーであり、大学・研究機関等から、大学院性を中心とした若手研究者、講師、幹事等計 168 名(日本側 86 名(うち、学生 54 名)、韓国側 82 名(うち、学生 65 名))の参加があり、「日韓核融合研究若手交流」をテーマに、19 名の講師の先生方から講演を頂いた。

1. テーマ: 日韓核融合研究若手交流

趣 旨: 核融合研究開発はここ数年、世界的に大きく進展しつつあり、次のステップに進むべき科学的、技術的基盤が整いつつある。その中でエネルギー研究開発としての核融合への取り組みが必要になっている。また、将来につながる若手研究者の育成は、極めて重要である。このような認識のもと、「核融合炉」夏期セミナーは、日本原子力学会核融合工学部会の主催により、毎年開催されており、今年で 17 回目となる。今回の第 17 回夏期セミナーでは、「日韓核融合研究若手交流」、を副題としてかかげ、日韓両国の若手研究者を対象に、核融合炉工学を中心としたセミナーを開催し、核融合研究の先端を紹介すると共に、両国間の親睦を深めることを目的とする。

2. 開催要領(第 17 回案内参照)

3. 参加者数 168 名(うち、若手研究者 119 名): 参加者名簿は別紙 1 参照。

4. プログラム: 第 17 回プログラムは別紙 2 参照。

5. 収支決算報告書: 別紙 3 参照。

6. セミナーの概要

本年度の原子力学会核融合工学部会主催第 17 回「核融合炉」夏期セミナーは、韓国原子力学会ビーム応用・核融合工学部会との共同主催のもと、日本原子力学会材料部会・日本金属学会第 1 分科会(エネルギー材料)・プラズマ核融合学会・韓国物理学会プラズマ物理部会の協賛を得て、

海外での初めての夏期セミナーとして、平成13年7月30日(月)～平成13年8月1日(水)の3日間韓国ソウル大学にて開催された。日本及び韓国の大学院生を中心とした若手研究者119名(うち、韓国側65名)、講師、幹事等44名(内 韓国側11名)、計168名(尚女性の参加者は3名)の参加があり、丁寧なご講演と熱心な聴講が行われた。

今回はテーマを「日韓核融合研究若手交流」とし、日韓双方からの開会挨拶に続き、21名(うち、韓国側5名)の講師による核融合炉工学研究を中心とした講演に活発な意見交換がなされた。2日目夜には、若手研究者によるセッションが約100名の日韓の学生等が参加して行われ、日韓双方の大学院生によって研究室紹介を中心とした熱気あふれる発表が行われた。韓国料理を肴にビールを飲みながらの会合であった事を幸いに、くだけた雰囲気の中で若手研究者間の日韓交流を深めることが出来た。最終日には韓国太田地区への技術ツアーを行い、日韓の学生及び講師等約50名が、韓国太田地区の超伝導トカマク施設(KSTAR)等を訪問し、3日間に渡る夏期セミナーが締めくくられた。

<セミナーの概要>

(第1日)

Session 1: Invited Lectures

核融合工学部会長の香山 晃氏(京大)、Sang Hee Hong氏(ソウル大)を始めとする日韓双方から開会宣言に続き、招待講演として二つのご講演を頂戴した。Gyung-Su Lee氏(韓国基礎科学研究所、KBSI)による「韓国での核融合研究の現状および核融合研究戦略」について講演が行われ、1970年代からの韓国における核融合研究の歴史とKSTARを始めとする今後の研究・開発指針を解説して頂いた。韓国超伝導トカマク施設



写真1 講義中の様子

(KSTAR)の建設は、韓国核融合研究の大きなステップであり、産業界を含めた国家プロジェクトとして行っている旨報告があり、ITERへの係わり、国際協力体制について議論があった。宮 健三氏(慶応大、東大名誉教授)からは、核融合炉工学のシステム化について講演があり、核融合炉工学において、システム全体の行動・評価、グローバルなアプローチの重要性について講演がなされた。核融合現象の理解や事故の予測をするためには、システムとしての核融合を明確にすることが重要であることを、言語学等で用いられてきた体系化の手法などを通して解説して頂いた。

Session 2: Fusion Fundamentals

本セッションでは、核融合の基礎に関連する三つの講義を頂いた。若谷誠宏氏(京大)からは、磁場閉じ込め核融合の基礎理論(MHD 安定性、新古典輸送理論、スケーリング則、電流駆動等)について講演が行われた。MHD 平衡、MHD 安定性等に関する話題は、炉工学を専攻する大多数

の学生には難度が高かった様では有るが、可能な限り少ない数式によって平易な解説を頂いた。Yong-Seok Hwang 氏(ソウル大)からは、トカマク、特にKSTARでの総合的プラズマ制御の方法について講演があった。田中 知氏(東大)からは、韓国語による第一声から始まり、原型炉を目指した、さらに商業炉を見通した核融合炉工学(ダイバータ、ブランケット、材料、加熱、トリチウム)及び安全性・コスト評価等の概要と今後の課題について講演がなされた。

Session 3: Frontiers of Fusion Research

本セッションでは、核融合研究の最前線と題して四つの講義を頂いた。関 昌弘氏(原研)から、国際協力プロジェクトである ITER 研究・開発の経緯、概要、炉工学技術開発の成果について講演が行われた。Myeon Kwon 氏(KBSI)からは、KSTAR プロジェクトについて、プラズマ設計値、炉工学技術について講演が行われた。トカマク型核融合炉の安定性の改善や、定常運転の達成を目指した KSTAR 計画について、プラズマ物理研究や炉工学研究・開発の現状と将来計画の解説を通して、韓国における核融合研究への情熱を語って頂いた。三間 圀興氏(阪大)からは、阪大レーザー核融合研究センターや諸機関における慣性核融合について、その原理、世界の慣性核融合研究の成果や歴史・今後の計画について講演がなされ、燃料ペレットの製作方法等について議論があった。野田信明氏(核融合科学研究所、NIFS)からは、ヘリカル炉の特徴、最近の物理実験の成果、炉工学部門の研究開発の進展、今後の計画について講演があった。高温プラズマの長パルス定常運転を目指した LHD 計画の現状を最新の実験データを交えながら解説して頂いた。



写真2 若手ナイトセッションの様子

1日目夜には、今回の夏期セミナーに参加した日韓の核融合研究者が一同に介して、懇親会が開催された。

(第2日)

Session 4: Current Status and Future Plans of Fusion Technology R&D

本セッションでは、核融合工学研究・開発の現状と将来計画に関して、六つの講義を頂いた。まず、日野友明氏(北大)から、プラズマ対向機器における材料(カーボン、タングステン、SiC 等)に関して、プラズマ・材料相互作用とその解明の重要性について講演が行われ、タングステン等の挙動について議論があった。西川雅弘氏(阪大)からは、ダイバータについて、要求されている性能、研究開発課題について講演が行われた。ITER におけるブランケット・デザインや原型炉に向けた新しい概念(液体壁、移動ペレット方式)が紹介され、その概念に関する質疑が行われた。西川正史氏(九大)からは、ブランケットも含めた核融合炉のトリチウムサイクルに関し、その特徴、トリチウムと材料の相互作用、研究開発課題、研究における基本的アプローチ方法について講演があり、金属と水素の相互作用等について議論があった。寺井隆幸氏(東大)からは、ブランケッ

トの機能、研究開発課題について講演が行われ、様々な核融合炉デザインで考案されている先進ブランケットに関する解説を頂いた。材料と設計の組み合わせにより、原型炉に向けて、新しい多様なブランケットが提案されていることが紹介され、その有用性について議論が行われた。阿部勝憲氏(東北大)からは、核融合炉の材料設計について、核融合炉の機器の持つ特徴、それに適合した安全性を考慮した材料の選択と開発の重要性について講演が行われた。また、JUPITER-II 計画における研究の紹介も頂いた。吉川 潔氏(京大)からは IEC (Inertial Electrostatic Confinement) について、その現象、研究成果について講演が行われた。学生達が普段見聞きしている核融合とは少し異なる、大学の実験室規模で起こる核融合の世界を興味深く拝聴させて頂いた。

Session 5: Frontier of Nuclear Materials R&D

本セッションでは、原子力材料研究・開発の最前線と題して、五つの講義を頂いた。Hu-Chul Lee 氏(ソウル大)から、韓国における原子炉材料研究の概要について講演が行われた。Key-Soon Lee 氏(韓国原子力研究所、KAERI)からは、1995年から運転を開始したKAERIの照射用研究炉 HANARO による照射試験や加速器を用いた最新の材料照射研究について解説を頂いた。講演後の議論では、韓国での核融合炉材料研究開発の今後の取り組み等が話題となった。木村晃彦氏(京大)からは、核融合炉構造材開発について講演が行われた。低放射化材料(低放射化フェライト鋼、バナジウム合金、SiC/SiC 複合材料)の基本特性や照射後特性・開発状況について講演が行われた。高橋平七郎氏(北大)からは、HVEM(High Voltage Electron Microscope)の基礎とツールとしての適用方法、この手法で観測される現象について講演が行われ、超高圧電子顕微鏡を用いた照射損傷研究について解説頂いた。照射効果の基礎過程の解説から始まり、超高圧電子顕微鏡とイオン加速器を組み合わせた最新の研究成果までご講演頂いた。香山 晃氏(京大)からは、マルチイオンビーム照射装置(DuET)を用いた核融合炉材料の照射損傷研究について、その重要性和研究開発成果及び課題について講演が行われた。加速器を用いた材料照射研究の有効性と研究成果を、判り易いプレゼンテーションにてご講演頂いた。

講演終了後、関 昌弘氏(原研)、Han-ki Yoon 氏(東義大)、木村晃彦氏(京大)から閉会の挨拶があり、初めての海外での夏期セミナー開催に多大な努力を払われた関係者及び現地スタッフ(京大、ソウル大、東義大)への感謝をもって、夏期セミナーの講演が締めくくられた。

2日目の夜には、前日懇親会が開催された会場、プロジェクター及びスクリーンを持ち込み、若手研究者のセッションが開催された。約 100 名の日韓の学生等が参加し、21 のグループ(日本側からは、北大、東北大、東大、京大、阪大、九大、核融合研、原研から 17 グループ、韓国より、ソウル大、東義大から 4 グループ)から、研究成果、研究室紹介の発表を行うとともに、親睦を深めた。

(第3日)

大田地区研究施設見学

最終日は日韓の学生及び講師等 55 名の希望者が、韓国太田地区の Korea Basic Science Institute (KBSI)、韓国先端科学技術大学 (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST)、Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI) の見学をした。KBSI では KSTAR の建設現場を見学させて頂き、韓国における核融合研究の熱意を身近に感じることが出来た。KAIST では、研究室を見学させて頂き、韓国側大学院生による研究内容、実験設備の説明を直接受け、日本側の学生に



写真 3 KAIST 見学の様子

は良い刺激になったようである。KAERI では HANARO に附置したホットセルを見学させて頂き、日頃同様の施設に立ち立った経験の無い学生にとっては特に良い機会であった。

<セミナーの印象>

ITER は、いよいよ建設に向けたより具体的な活動フェーズへと進展し、現在国内でのサイト候補地選択に向けた検討が続けられている。この核融合の研究開発が一段と国際化する時期に、初めて海外での夏期セミナーを開催できたことは、極めて意義深いことであった。

本年度の夏期セミナーでは、核融合研究に関する本格的な講義を聴くのは初めての韓国の学生も想定されることから、初心者にも理解できることに留意し、和気あいあいの雰囲気の中活発な議論が行われた。若手セッションでも韓国からの多くの学生等が参加し熱気を感じるセッションとなった。また、国際的な場での経験がまだ少なく慣れない英語での発表であった日本の学生諸君もあったことと思われるが、貴重な体験となったことと期待する。核融合の研究開発は、ITER の建設、運転、原型炉の設計・開発と、実用化までにまだ数十年を要する遠大な計画であり、その研究開発をこれから担う若手研究者の、意欲を湧かす一助になったことを期待する。

最後に、講演をご快諾いただいた日韓の講師の先生方には、ご多忙中にも係わらず、短期間に英語テキストを作成頂いた上、当日は海を越え参加していただき、心から感謝申し上げます。また、海外初のセミナー開催の趣旨に賛同し、各自の旅費をけずってまで、学生渡航補助のためにご寄付をいただいた方々に心から御礼申し上げます。さらに、ご支援いただいた核融合工学部会運営委員をはじめとする皆様、現地担当としてご尽力いただいたソウル大や東義大の皆様、京都大学エネルギー理工学研究所および日韓拠点大学交流事業の皆様にあらためて御礼申し上げます。

(第 17 回核融合炉夏期セミナー実行委員会)

7. アンケート調査

セミナー終了後に大学院生などの若手研究者に対して、今回のセミナーに関する感想・意見などを述べてもらい、今後の核融合炉夏期セミナーのための基礎資料とした。アンケート回収枚数は

日本側31枚・韓国側9枚である。回答結果は別紙4参照。

アンケート内容

1. 講義の評価

- (1) 講義の内容・レベルは適切でしたか？
 - (2) テキストの内容・レベルは適切でしたか？
 - (3) 印象に残っている講義をあげてください。
 - (4) その他、講義に対するご感想・ご意見などをご記入ください。
2. 若手ナイトセッションに対するご感想・ご意見などをご記入ください。
 3. バスツアー(オプション)に対するご感想・ご意見などをご記入ください。
 4. 今回は核融合炉夏期セミナー初の海外での開催でした。今後の夏期セミナーはどのようなものにすべきかを含めて、ご感想・ご意見などをご記入ください。