

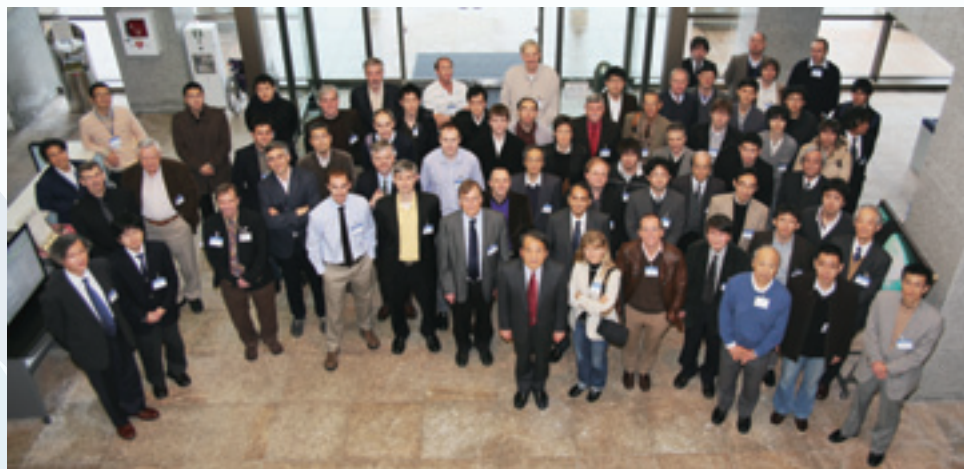
MHD平衡と安定性に対する三次元磁場の効果に関する日米ワークショップ

渡邊清政

2012年3月5日から9日までの5日間にわたり、日米科学技術協力事業による電磁流体力学的(MHD)平衡と安定性に対する3次元磁場の効果に関するワークショップ(副題「トロイダルプラズマ制御の最適化に向けて」)が、国際トカマク物理活動(ITPA)のMHDと高エネルギー粒子に関する会合と合同で核融合科学研究所において開催されました。日米事業によるMHDワークショップは、10年以上前から場所を日米で交互に変えながら年に1回のペースで開催されており、日本での開催はほぼ2年ぶりとなります。MHDの平衡と安定性がプラズマ閉じ込めに与える影響の物理機構やその制御方法に着目した研究は、核融合炉実現のための不可欠な研究課題であり、世界中で精力的に行われています。一方、ITPAは、核融合プラズマ物理の進展につながる実験・理論研究成果に関する情報交換や装置間及び理論モデル・シミュレーションコード間の比較研究の推進に加えて、フランスで建設中の国際熱核融合実験炉(ITER)の設計・建設や運転に必要な物理研究成果の提供を目的とした国際的活動です。今回はその活動の中でMHD研究と、MHD不安定性と関係の深い高エネルギー粒子に関する会合が共催で開かれました。したがって、会議には日米からのみでなく、世界各国を代表するMHD及び高エネルギー粒子の専門家が約100名参加しました。この参加者数は、2年前に開催された時の約1.5倍に当たり、内訳は、日本44名、EU16名、米国

22名、ロシア4名、インド1名、韓国5名、中国4名、ITER機構5名です。会議は、小森彰夫所長と日米MHDワークショップの日本側の責任者である政宗貞男教授(京都工芸繊維大学)、ITPAのMHD、高エネルギー粒子分野の活動議長であるE.J. Strait博士(米国・ジェネラルアトミックス)、篠原孝司博士(日本原子力研究開発機構)の開催挨拶からはじまり、ほぼ毎日朝8時半から夕方6時まで、活発な発表と討論が行われました。前半の3日間は、参加者が一つの会場に集まり、共通の研究課題に関する発表や今回の日米MHDワークショップの重点課題であるプラズマを閉じ込める容器である磁場の3次元構造がプラズマのMHD平衡、安定性に与える影響に関するパネル討論が行われました。磁場構造の三次元性の研究は、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置における基本的な研究課題であり、実験、理論の両面から精力的に研究が進められている分野ですが、ITERをはじめとするトカマク型装置においても、外部に設置した三次元の摂動磁場コイルを用いた不安定性の制御法の研究など注目が集まっている分野となっています。一方、後半2日は、MHDと高エネルギー粒子分野に分かれて、特にITERに関連した個別の課題に関する研究発表と討論が行われ、5日間で有意義な情報交換や今後の指針が得られました。

(高密度プラズマ物理研究系 教授)



会議参加者の集合写真

「カールスルーエ工科大学滞在記」

高山定次

2011年8月末から2012年3月末までの7ヶ月間、カールスルーエ工科大学Karlsruhe Institute of Technology (KIT)に滞在しました。今回滞在了KITは、ドイツ南部のカールスルーエ市にあります。カールスルーエ市は、カールスルーエ城を中心に放射状に都市が構成されており、都市工学の研究分野でも注目されている街です。KITの南キャンパスはこのお城に隣接しており、私が滞在了北キャンパスは街から10kmほど離れた場所にあります。このKITは、Forschungszentrum Karlsruhe(学術研究所)とKarlsruhe University(TH)が統合し、新たにKITとして設立されました。この統合により、大型研究所と大学の新たな協力形態が推進されています。KITは、バーデン・ヴュルテンベルク州の州立大学であると同時にヘルムホルツ協会所属の大学外大型研究機関であり、大学の研究・教育機能と大型研究機関の最先端研究設備とを兼ね備えた国際的にもトップレベルの研究機関を目指しています。

KITでは、プラズマ加熱用のマイクロ波発振管(ジャイロトロン)の開発を行っているInstitute for Pulsed Power and Microwave Technology(IHM)に滞在了ました。このIHMでは、核融合用に開発された高出力ジャイロトロンの産業応用研究も積極的に行っています。滞在中は応用研究として、マイクロ波による製鉄実験を行い、マイクロ波効果の一つである周

波数効果の検証を行いました。また、将来の実用規模のマイクロ波製鉄炉では、高出力のマイクロ波発振器が必要となります。その候補の一つとして、ジャイロトロンが考えられています。そこで、30GHzジャイロトロンを用いて、マイクロ波製鉄実験を行い、将来への大型化に向けてその可能性試験を行いました。今回の一連の実験結果から、30GHzによるマイクロ波製鉄では、1000°C~1100°Cの温度領域で還元反応が進行し、Fe₃O₄からFeOを経由してFeまで還元されることが分かりました。一方、これまでの研究で用いた2.45GHzによるマイクロ波製鉄では、二段階の還元反応により、650°CでFeOまで還元され、その後の温度上昇に伴ってFeに還元されることが分かっています。このように、マイクロ波製鉄では周波数により、この還元反応の温度域の違いがあることが分かりました。

研究だけでなく、ドイツの「食文化」にもふれました。写真は、ハイデルベルグにハイキングに行った時のものです。研究所から貸し切りバスでハイデルベルグの北部にあるネッカーハウゼンの町まで行き、丘の上にあるお城でドイツの代表的なパンであるプレッツェルとビールでお昼ご飯を頂きました。その後、遊覧船でライン川を下りながらワインをいただき、ハイデルベルグでは、ビアレストランで食事を楽しみました。そして、帰りのバスの中でも、ワインをいただきながら、研究所に帰ってきました。研究仲間との楽しいひと時を過ごすとともに、朝から晩までビールとワインが欠かせないドイツの文化を知る良い機会となりました。

(装置工学・応用物理研究系 准教授)



お昼ご飯の場面



遊覧船の船上の場面