

平成22年度総合研究大学院大学アジア冬の学校(AWS2010)

石黒 静児

平成23年2月15日から18日まで、総合研究大学院大学(総研大)アジア冬の学校が核融合科学研究所(NIFS)で開催されました。海外からは中国、韓国、インド、バングラデシュ、台湾、イングランド、ドイツ、フィンランド、セルビアの9つの国と地域から22名、国内からは12名の総計34名の参加がありました。核融合科学専攻長でもある小森彰夫所長の「プラズマ・核融合の実験、シミュレーションの基礎および応用について学ぶとともに、参加者同士およびNIFSスタッフとの交流を深めてほしい。」という挨拶の後、研究所日時計前で記念撮影が行われ、講義に移りました。

講義では、プラズマ・核融合に関する理論、シミュレーションおよび実験研究の基礎、分光計測とともに、超伝導技術などが取り上げられました。今回は、物理科学研究科他専攻との交流を図るという目的で、機能分子・構造分子科学専攻、天文科学専攻の講師による特別講義も行われました。

3日目の午後には、大型ヘリカル装置(LHD)の見学、バーチャルリアリティ(VR)装置ComplexXcopeでの大規模3次元シミュレーションデータの可視化体験が行われました。LHDの見学では、計測装置などの見学も実施され参加者の興味を引いていました。また、VRでは、参加者一人一人が実際に装置を操作してVR空間を移動しながらシミュレーションデータの解析を行うなど、貴重な体験をしました。

実際の総研大生の研究活動を理解してもらう

と同時に参加者とNIFSスタッフとの交流を図ることを目的として、参加者および総研大生をはじめとするNIFSで活動している学生や研究者のポスター発表会も行われました。

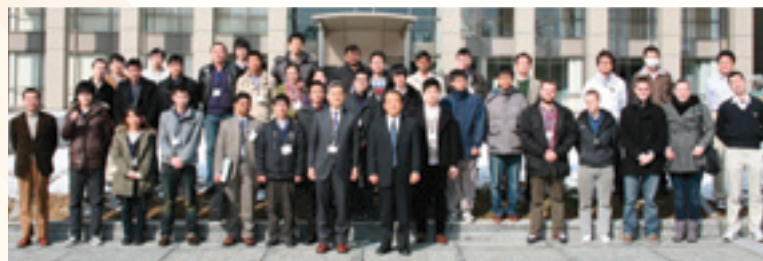
この総研大アジア冬の学校は、総研大物理科学研究科の5専攻の教育・研究活動を国内外の学生や若手研究者に広く供するために、平成16年度より開催されています。本年度は、「ゆらぎと構造形成の科学—光・エネルギー・物質・宇宙—」を5専攻共通テーマ、「プラズマ中の構造形成」を核融合科学専攻のサブテーマとし、例年と同様にシミュレーション科学教育講座との共催として行われました。

参加学生の中には総研大への進学を希望する人もあり、総研大およびNIFSの活動を内外に認識してもらうための企画として重要な役割を果たしています。

(基礎物理シミュレーション研究系 研究主幹 教授、
総合研究大学院大学 物理科学研究科 核融合科学専攻/併任)



ポスター発表風景



研究所日時計前での記念撮影



バーチャルリアリティ(VR)装置でLHD内部を体験

LHD用ジャイロトロンの高出力運転とプラズマ電子温度 2 億3000万度の達成

高橋 裕己

核融合科学研究所では筑波大学と共同して、プラズマ中の電子を加熱するためのマイクロ波発生装置、ジャイロトロンを開発を行っています。本稿では核融合科学研究所の大型ヘリカル装置(LHD)用に開発されたジャイロトロンにおいて新しく考案された高出力運転と、昨年のLHD実験で達成された高電子温度プラズマについて紹介します。

LHDの実験に使用するために開発されたジャイロトロンでは、発生するマイクロ波の周波数は77ギガヘルツ(1ギガヘルツは1秒間に10億回の振動)で、発振電力は1000キロワット以上にもなります。このジャイロトロンについては、NIFSニュース188号に詳しい解説が掲載されていますのでご覧ください。

図1に新しい高出力運転手法の一例を示します。この運転では、ジャイロトロン電子銃からの電子引き出し電圧(アノード電圧)を二段階で増加させています。一段階目の電圧は、マイクロ波の発振開始電圧よりも低いため、この時間帯ではマイクロ波は発生しません。これまでの運転では、マイクロ波の発振の立ち上がり時に、ジャイロトロン電子銃の電子ビーム捕集部への印加電圧(コレクタ電圧)が最大で16キロボルト程度低下し、結果的に、発振が不安定になることが問題となっていました。図1から、アノード電圧の二段階立ち上げによって、発振の立ち上がり時のコレクタ電圧降下が2.5キロボルト程度に抑えられていることがわかります。これによって、より安定した運転が可能となっただけでなく、発振開始前に電子ビームを十分に加速したことで、より高出力のマイクロ波発振ができるようになりました。

ジャイロトロンは世界中の中・大型の核融合プラズマ実験装置で使われていますが、1500キロワットの出力が実用上、これまでの最高でした。LHD用に開発されたジャイロトロンでは、各部の設計を最適化し、また、前述のアノード電圧二段階立ち上げ運転によって、これを大きく上回ることができ、1800キロワットの出力で1秒間の運転に成功しました。

この開発した大電力ジャイロトロンをLHDのプラズマ実験に使用しました。昨年11月に行われた実験では、開発してきた3本のジャイロトロンを用いて、3400キロワットのマイクロ波をLHDに入射し、

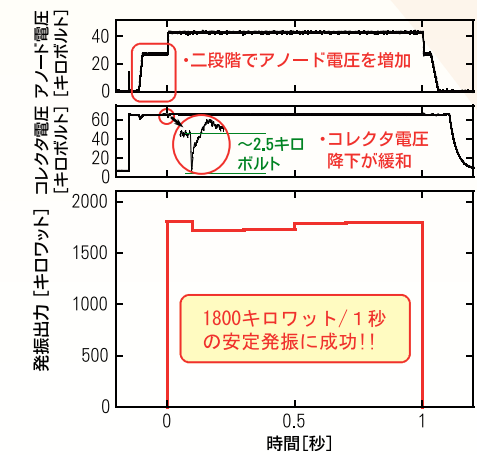


図1 アノード電圧二段階立ち上げ運転

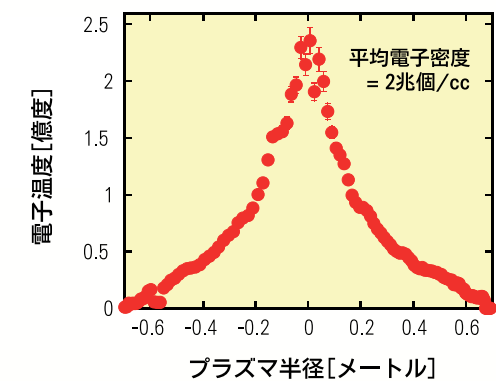


図2 電子温度 2 億3000万度を達成したときのプラズマ半径方向の電子温度分布

図2に示すように、プラズマ中の電子温度を2億3000万度にまで高めることに成功しました。これは、昨年度に得られた1億7000万度を大きく更新する結果です。

ジャイロトロンは、核融合プラズマ加熱用のマイクロ波発生装置として、大出力で長時間の運転ができる唯一の発振装置です。核融合発電を実現するためには、このような装置の開発を進めながらプラズマの性能を高めていく必要があります。研究所では将来の核融合発電を目指して、LHDでのプラズマ物理研究と並行して、ジャイロトロンなどの加熱装置や周辺装置の開発にも積極的に取り組んでいきます。

(プラズマ加熱物理研究系 助教)