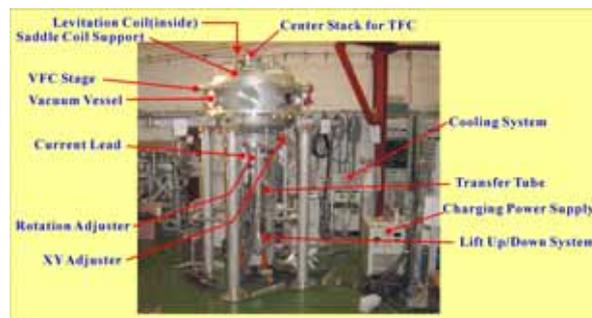
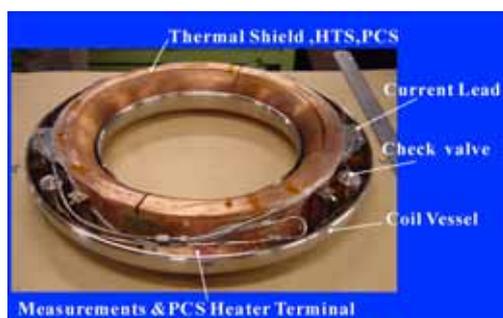


研究目的・研究目標

東京大学高温プラズマ研究センターでは、内部導体プラズマ閉じ込め装置 Mini-RT が建設され、新しい緩和過程を利用した非中性超高ベータプラズマの閉じ込め実験を開始している。この装置では、高温超伝導線材で巻線された直径 300 mm のリング状コイルが用いられ、ダイポール磁場が生成される。超伝導コイルは、直径 1 m の真空容器内に設置されており、真空容器の外側上部に設置された銅製の吊り上げコイルを用いて中空に磁気浮上される。高温超伝導コイルの核融合プラズマ実験装置への適用は世界で初めての試みであるとともに、磁気浮上させる高温超伝導コイルも世界で初めてのものである。このため、このコイルの開発にあたっては、当初より核融合科学研究所の低温・超伝導グループと九州大学超伝導研究センターとの共同研究として開始し、コイルの設計から始めて、装置完成後の冷却・励磁試験、および、プラズマ実験についても緊密な協力関係のもとで遂行してきている。遠隔地間の共同研究をスムーズに進めるうえで、高速のネットワークを用いた情報の共有は非常に有益であり、スーパーSINET が設置されて以降、共同研究のアクティビティがさらに高まっている。このプロジェクトとしては、次期中型装置の建設計画も控えているため、今後ともより積極的な研究協力体制を必要としている。この観点から、ますますスーパーSINET の活用を図りたいと考えている。



Mini-RT 装置の外観



Mini-RT 装置の高温超伝導コイル



Mini-RT 装置の真空容器の内部

研究内容

上記の共同研究を遂行するうえで、スーパーSINET による高速ネットワークを現状以下のように活用している。

(1) 超伝導コイルの冷却・励磁試験における遠隔実験参加

高温超伝導コイルの冷却・励磁試験は、東京大学高温プラズマ研究センターの実験室に設置された Mini-RT 装置本体で行っている。このため、核融合科学研究所から実験に参加する共同研究者が短期あるいは長期で出張し、直接実験に参加している。ただし、諸般の事情により、毎回の実験において共同研究者全員が参加することは極めて難しい。そこで、実験情報（具体的には、超伝導コイルおよび冷却システムの各部の温度、電圧、電流、磁場など）を収集しているパソコンをスーパーSINET に接続し、物理量を表示しているパソコン画面と取得データを核融合科学研究所の低温実験棟内に設置したパソコンにリアルタイムで転送することによって、遠隔地から実験に参加することができるようになっている。

(2) 小型の磁気浮上試験装置を用いたデジタル浮上制御開発

高温超伝導コイルを安定に磁気浮上させる制御技術を開発することも、本プロジェクトにおける共同研究の重要な課題である。特に、実際に高温超伝導コイルを用いて浮上制御を行うことが重要であり、このために超小型（直径 77 mm）の高温超伝導コイルを有した磁気浮上試験装置が核融合科学研究所の低温実験棟に設置されている。本実験を遂行するために、従来、上記とは逆のパターンとして東京大学側から研究者が出張し、核融合科学研究所において短期・長期にわたって滞在してきた。昨年度からはこの実験装置において磁気浮上のデジタル制御を行っているパソコンについてもスーパーSINET に接続することにより、遠隔実験参加が可能となっている。



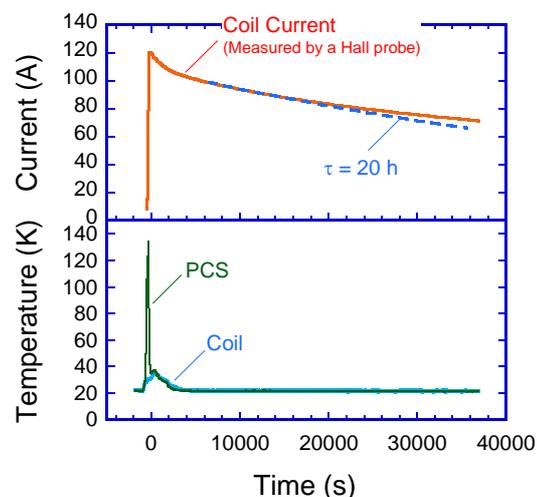
小型の磁気浮上制御技術開発システム（左：超小型高温超伝導磁気浮上コイルを用いた浮上制御実験、右：永久磁石を用いた浮上制御実験）

研究成果

共同研究を遂行するうえで、スーパーSINET による高速ネットワークを利用した結果、現状、以下のような具体的成果が得られている。

(1) 超伝導コイルの冷却・励磁試験における遠隔実験参加

東京大学高温プラズマ研究センターに設置された Mini-RT 装置の冷却・励磁試験において取得されるデータを核融合科学研究所の低温実験棟においてリアル 工学・応用超伝導工学を専門とする研究者の判断や的確な指示が必要に応じて受けられるようになり、これらの研究者が直接的に実験に参加しなくても、必要な機器の運転や実験を遂行することが可能となった。また、取得されたデータについては、核融合科学研究所側においてすぐに解析を行うことが可能となり、超伝導コイルの運転の最適化を短時間で行えるようになった。また、実際にこのおかげで試験開始当初に遭遇した数多くの技術的困難をすべて克服していくことに成功した。Mini-RT コイルで超伝導コイルの定格電流を達成したときの励磁波形を図に示す。



定格電流達成時のコイル電流と各部の温度

(2) 小型の磁気浮上試験装置を用いたデジタル浮上制御開発

核融合科学研究所の低温実験棟に設置された小型の磁気浮上制御試験装置についてもスーパーSINET に接続されている。これにより、ビデオカメラによる画像転送を行い磁気浮上の様子を直接的に観測することが可能となるとともに、浮上位置のリアルタイム変更や制御パラメーターの逐次変更等を行い、さまざまな条件に対して最適な磁気浮上制御を試みる事が可能となっている。この制御には、グラフィック計測制御ソフトウェア LabVIEW を用いているが、これは、2002 年度の LabVIEW アプリケーション・コンテストにおいて優秀賞を獲得している。