

(2) 超伝導実験遠隔制御システム (平成 13 年度～)

代表責任者 : 小川雄一 (東京大学高温プラズマ研究センター)

目的 : 東京大学高温プラズマ研究センターの超伝導コイルを用いたプラズマ実験装置の遠隔制御システムの開発

超伝導実験遠隔制御システム開発

1. 参加研究者構成

分担責任者 小川雄一 (東京大学高温プラズマ研究センター)

参加研究者 森川惇二、大國浩太郎 (東京大学高温プラズマ研究センター)

三戸利行、柳 長門、田村 仁 (核融合科学研究所)

2. スーパーSINET との接続構成

東京大学高温プラズマ研究センターと核融合科学研究所の間では、東京大学の情報基盤研究センターと核融合科学研究所の低温実験棟がそれぞれの窓口となってスーパーSINET 回線が接続されている。実質的な運用形態としては、低温実験棟の実験用ネットワークが東京大学まで延長されているイメージとなっており、データの共有等に関して、セキュリティ上の問題が発生しないことが特長である。

3. 研究概要

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、この超伝導コイルが直径 1 m の真空容器内で真空容器外側上部に設置された銅製の吊り上げコイルにより中空に磁気浮上する。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、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。



図 17 Mini-RT 装置の外観

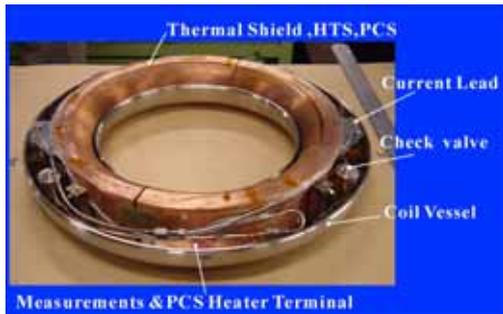


図 18 Mini-RT 装置の高温超伝導コイル

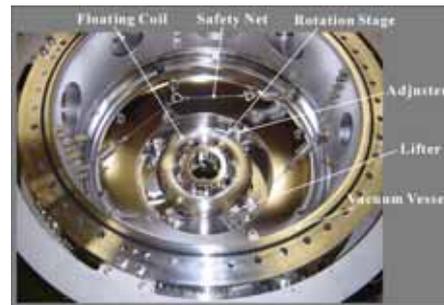


図 19 Mini-RT 装置の真空容器の内部

4 . 研究詳細

4 . 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。そこでデータ（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、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転送することによって、核融合科学研究所においてリアルタイムで参照することが可能となった。このため、核融合科学研究所側の低温工学・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、これらの研究者が現場で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。

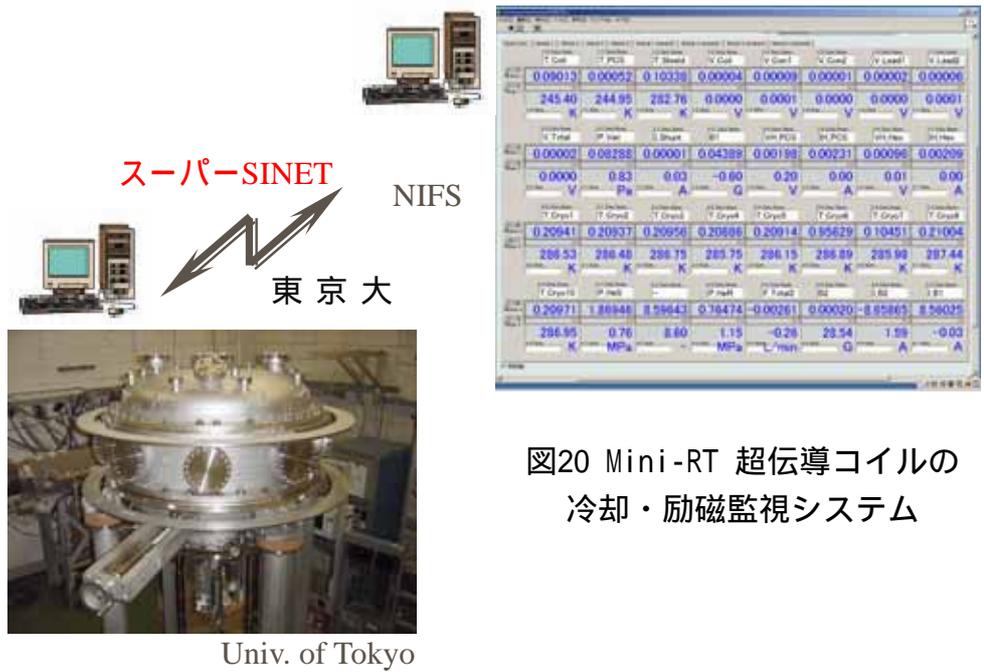


図20 Mini-RT 超伝導コイルの冷却・励磁監視システム

Univ. of Tokyo

東京大学高温プラズマ研究センター磁気浮上内部導体装置Mini-RTの高温超伝導コイル各部の温度や電流値などの情報を核融合科学研究所のクライアントPCにおいて参照し、実験遂行のために必要な情報をリアルタイムで読み取ることができる。

5 . 遠隔操作 / 制御システムの公開

以上のような遠隔操作 / 制御システムはスーパーSINET の高速情報通信により可能となった。この最新技術に高校生などの若い世代の人たちが接することは、科学技術立国を目指す日本にとって非常に有益である。東京大学高温プラズマ研究センターでは、プラズマ・核融合学会の活動の一環として、高校生を対象とした科学教育プログラムに参加し、スーパーSINET を利用したテレビ会議室システムの利用と共に、上述の最新技術を用いた遠隔操作 / 制御システムを高校生に実際に操作してもらい、科学技術への興味喚起に活用した。

プラズマ・核融合学会の活動の一環として高校生を対象とした科学教育プログラムを導入。今年度4校の生徒が最新の技術を用いた遠隔操作 / 制御システムに参加した。



NIFS

スーパーSINET

東京大

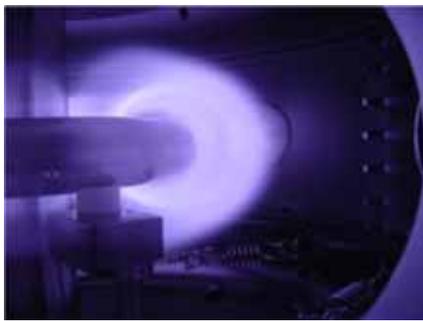


図 2 2 サイエンス・パートナーシップ・プログラム (SPP)

6 . 次期中型磁気浮上プラズマ閉込め装置設計・製作の為の活用 (テレビ会議)

Mini-RT の後継機として、より大型の磁気浮上プラズマ閉じ込め装置 "S-RT" (図 2 3 参照) の製作を計画しており、現在、その設計活動を開始している。このために、現在は研究者が直接会って議論を行う通常の打ち合わせや電子メールによる意見交換等が主な活動となっているが、今後、スーパーSINET の高速通信を利用したビデオ会議システムの導入によって、打ち合わせの簡便化と活性化を図っていくことは非常に大きなメリットがあると考えている。

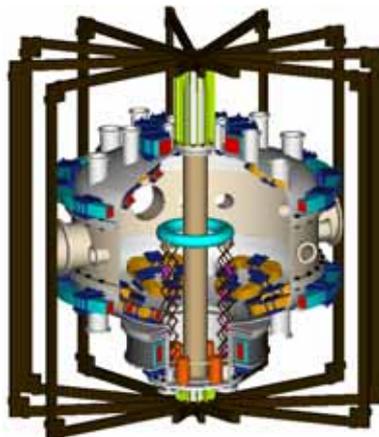


図 2 3 次期超伝導磁気浮上方式プラズマ閉じ込め装置 "S-RT"

7. 今後の計画

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、今後ますますスーパーSINETの活用を図りたいと考えている。また、東京大学高温プラズマ研究センターは、柏キャンパスに移転する予定となっているが、新しい建物においても引き続きスーパーSINETの利用ができる環境を早急に整備することによって、これまでと同様の共同研究体制を維持していくことが可能になると期待している。