

成蹊大学理工学部助教 二ノ宮 晃 様

我が国の核融合研究の拠点の一つが岐阜県土岐市にある核融合科学研究所です。ここでは、一億度にもなる高温のプラズマを磁場によって閉じ込めて、将来の核融合エネルギー利用の実現を探る研究が鋭意進められています。

この研究所で実験を進めている大型ヘリカル装置（LHD）は、日本独自のアイデアで磁場を閉じ込める方式（ヘリカル方式）を採用し、磁場を作るコイルは全て超電導線材で製作されています。この装置の外観を図1に示します。この図にあるように、この装置は1対のヘリ

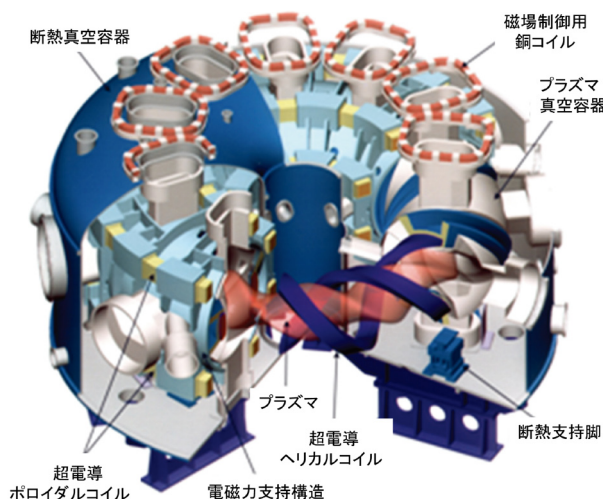


図1 LHD 外観図

カルコイルと3対のポロイダルコイル（IVコイル、ISコイル、OVコイル）で構成されています。この装置を用いてプラズマをつけるためには、中心で3T（テスラ）程度の磁場強度が必要になり、ここに示した超電導コイルが作る磁場を組み合わせることで達成しています。核融合研究所では、1998年に最初のプラズマを点火して以来、今日まで約15年に渡ってこの研究を進めています。

この装置において我々は、ヘリカルコイルの機械的な安定性を評価することを研究テーマとして共同研究を進めています。運転中の超電導コイルには、自分自身の電流（約10kA）と周囲からの磁場により強大な電磁力が加わります。この電磁力により超電導導体が動くことで導体は仕事をすることになり、その一部が熱に変わり超電導導体の温度が上昇することになります。コイルは、超電導状態を維持するために4K（ケルビン）の極低温環境下で冷却されているので少しの動きでは問題にはなりません、頻発すると影響が出てきます。特に、大きな擾乱が生じると導体の一部の超電導性が破れて電気抵抗によるジュール発熱がはじまるので問題です。そこで、運転中の超電導導体に発生する機械的な動きに起因する成分を抽出して評価しコイルが健全か否かを判断することが必要になってきます。

この研究を進めるために利用している信号は、機械的擾乱信号を検出するAE（Acoustic Emission）信号や電圧信号です。AE信号は、サンプリング速度10kHzで測定しているため、1時間の連続計測を行うとデータ量が約3600万行以上にもなります。それに対して電圧信号のデータ量は、AEデータの約200分の1程度なのですが、必要とする信号以外の成分（雑音）が多く重畳してきます。従って、電圧信号を利用する場合には、必要な信号のみを選別する処理が必要になります。

このように大量のデータを取り扱い、取得したデータから必要な情報を抽出するのに、我々はNI DIAdem2010を利用しています。これは、共和電業から販売されているナショナルインスツルメンツ製のソフトウェアです。我々がこのソフトウェアを利用した理由は、AEのような膨大なデータが難なく扱えることと、豊富な解析ツールが用意されていることです。そして、それらをプログラム化してカスタマイズすることができることにあります。我々は、このソフトウェアを用いてヘリカルコイルの機械的安定性の評価を行い、多くの有益な結果を得ることができました。以下、その一例を示します。

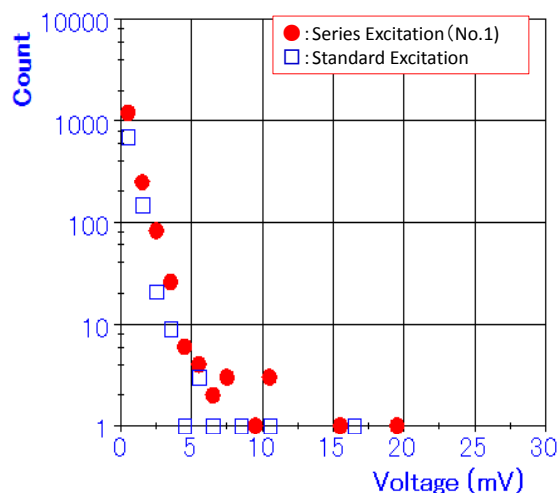


図2 励磁方式の違いによる機械的擾乱信号の特性比較（個別励磁方式と通常励磁方式）

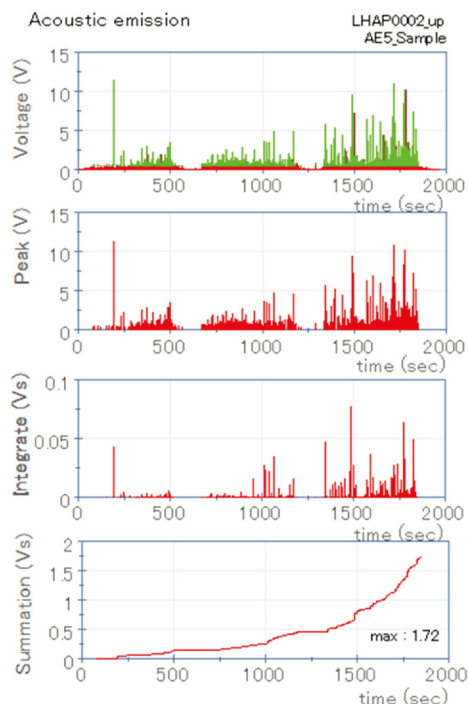


図3 AE信号による機械的擾乱信号の特性（個別励磁方式の場合）

※本文中の敬称は省略させていただきました。

※掲載の図、写真などは 成蹊大学 理工学部助教 二ノ宮 晃 様にご提供いただきました。

※ NI DIAdem™ は米国ナショナルインスツルメンツ社の商標です。