

## 博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者： 鎌倉 恵太

論文題目： Design of a High Temperature Superconducting Magnet for Next Generation Cyclotrons

（次世代サイクロトロンのための高温超伝導磁石の設計）

日時： 2018年2月5日（火） 8:50 - 10:30

場所： 理学研究科 H棟7階セミナー室（H701号室）

主査： 福田光宏

副査： 久野良孝、能町正治、野海博之、依田哲彦

論文要旨：

高エネルギーで且つ高強度な加速器は、学術研究のみならず医療や産業での利用において拡大しており、それに伴って高い信頼性と省電力化が求められている。本研究ではサイクロトロンの利点である高いエネルギー効率に着目し、少ない運転電力で安定したハイパワーのビーム出力を可能にする世界初の高温超伝導サイクロトロンを開発を目指している。現在までに、直径数～数十 cm 程度の小型高温超伝導コイルは限られた用途で実用化されているものの、サイクロトロン電磁石として必要とされる数 m を超える大型の高温超伝導電磁石は存在していない。そのため、まず 1 m サイズの高温超伝導電磁石を試作し、その性能評価を行った。プロトタイプ電磁石の励磁に伴うコイルの温度変化を測定し、有限要素法による熱構造解析に用いるパラメータを決定した。また高温超伝導線材特有の磁束クリープによる磁場のドリフトを迅速に収束させる励磁方法を見出し、短時間で磁場を安定化する手法を確立した。次に分離セクター型サイクロトロン電磁石を設計し、高温超伝導メインコイルと補正コイルを用いて形成した等時性磁場により高強度ビームの加速と取り出しが可能であることを粒子軌道解析で立証した。さらにセクター電磁石のメインコイルアセンブリにプロトタイプ電磁石と同様の支持構造を適用しても実用に耐えうる熱特性と磁場性能が十分に実現可能であることを熱構造解析で示し、高温超伝導サイクロトロン電磁石の実用化の見通しを得た。本研究は、革新的なサイクロトロン加速器技術の道を拓くものである。