

# 論文審査の結果の要旨

氏名 今中平造

本論文は、「低コスト中性粒子ビーム装置の開発と高ベータ球状トラスへの入射」と題し、従来高価かつフィラメント放電保守の手間がかかった核融合実験用中性粒子ビーム入射 (NBI) 装置を大幅に改良し、ワッシャーガンという新しいプラズマ源を採用し、さらにパルス動作の特化させることにより電極構造を大幅に簡略化、低コスト化することができた。特に球状トカマク用低電圧・大電流型として、15kV, 20A, 0.3MW を目標としてプラズマ源と電極を最適化し、目標が達成された。最後に TS-4 実験装置の逆転磁場配位、球状トカマク装置に入射し、どちらも電流値や磁束値の増加が認められ、さらに前者では磁場減衰時間が増加することが明らかになった。

第 1 章は「序論」であって、核融合磁気閉じこめ研究の歴史、および原型炉のための大幅なコストダウンの可能性が明らかになってきた球状トカマク研究、さらに追加熱のための中性粒子ビーム入射装置の開発について説明している。

第 2 章は「プラズマ合体実験装置 TS-4」と題し、実験に用いた TS-4 実験装置の概要、球状トカマクの生成法、各種プラズマ計測の概要が述べられている。

第 3 章は「プラズマ合体による高ベータコンパクトトラスの生成実験」と題し、合体を用いた高パワーの磁気リコネクション加熱を用いて、球状トカマクプラズマの急速加熱実験を行い、ベータが 50% 程度の超高ベータ状態を実現したことが述べられている。発生が予想されるバルーニングキック不安定を実際に観測し、Balloo 計算機コードによる理論解析結果と一致した。

第 4 章は「低コストで保守が容易な中性粒子ビーム入射装置の提案」と題し、ワッシャーガンをプラズマ源に使い、パルス動作に特化すれば、大幅なコストダウンと保守の低減が可能であるとの提案がなされている。

第 5 章は「低コスト中性粒子ビーム入射装置の開発」と題し、提案したワッシャーガン型の中性粒子ビーム入射装置の開発ステップが述べられており、プラズマ源が必要な数 eV 以下の低いイオン温度と一様性が確保出来たこと、電源部の工夫や電極部の最適化や放電洗浄によるビーム引き出し電流の向上が述べられている。最終的に 15kV, 20A, 0.3MW という目標とする低電圧・大電流型の中性粒子ビーム入射装置が開発できた。

第 6 章は「高ベータ球状トラスへの NBI 入射実験」と題し、完成した中性粒子ビーム入射装置を球状トカマクプラズマと逆転磁場配位に適用しどちらも電流値や磁束値の増加が認められ、さらに前者では磁場減衰時間が増加することが明らかになった。

第 7 章は「結論」であってこれまでに得られた結論をまとめている。

以上要するに、従来 0.3MW で 1 億円程度と高価かつフィラメント保守の手間が大きかった核融合実験用中性粒子ビーム入射 (NBI) 装置を大幅に改良し、最終的に常温動作で保守の要らない極めて安価な低電圧・大電流型 (15kV, 20A) NBI 装置の開発に成功したものであり、実際に球状トカマクや逆転磁場配位に入射して電流や磁束、あるいはそれらの減衰時間が向上することを確認したものであり、先端エネルギー工学エネルギー工学分野、特にプラズマ・核融合工学への貢献は大きい。よって、博士 (科学) の学位請求論文として合格と認められる。