

氏名(本籍)	平 ^{ひら} 田 ^た 真 ^ま 史 ^{ふみ} (山口県)		
学位の種類	理学博士		
学位記番号	博甲第736号		
学位授与年月日	平成2年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
審査研究科	物理学研究科		
学位論文題目	X-ray Studies of Hot Electrons in Thermal Barrier of GAMMA 10 (ガンマ10サーマルバリア部に於けるX線による高温電子の研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	三好昭一
副査	筑波大学教授	理学博士	長澤博
	筑波大学教授	理学博士	谷津潔
	筑波大学助教授	理学博士	際本泰士

論文の要旨

本論文は、タンデムミラー磁場閉じ込め装置ガンマ10に於いて、種々のX線計測器を用いて、(I)サーマルバリア部に生成された高温電子の計測と、その生成物理機構の考察を行い、更に、(II)サーマルバリアが、プラグ部及び中央セル部のプラズマに及ぼす効果を調べ、これらの研究結果を述べたものである。

論文内容は、(i) まず使用するX線検出器の特性を、高エネルギー物理学研究所のシンクロトロン放射光を用いて調べた。特にX線トモグラフィ計測に使用した、マイクロチャンネルプレート(MCP)のX線エネルギー特性(0.06–80keV)を初めて明確にし、本研究の基礎を与えると共に、広く一般にも資するデータベースを確立した。

次に、(ii) これらの計測器を用いて、サーマルバリア部の電子温度計測を行い、温度の飽和現象を見出した。この現象は、バリア部の磁力線配位から考え、プラズマの電磁流体力学的安定性を保つために望ましい結果であると考えられる。この電子加速過程を解明するために、第2高調波電子サイクロトロン加熱(ECH)の原理に基づき、本論文で新たに導入した「磁場強度対電子のピッチ角」を用いた平面で電子の加速過程を記述し、その電子温度飽和の物理機構を明らかにした。即ち、電子加速に伴う相対論的質量増大に加え、電子の運動と波動の伝播方向が同一である場合のドップラシフト特性により、電子加速に上限がある事を示した。同時に、電子の運動方向により、ドップラシフトに対する電子加速効率の差異があることを明らかにした。

更に、(iii) 上記のサーマルバリア生成に伴い、プラズマパラメータに、いかなる効果が生ずるかを、特にイオン閉じ込め電位生成部であるプラグ部と、中央セル部について研究した。

プラグでは、シリコン・リチウム検出器，及び純ゲルマニウム検出器を用いたX線エネルギー波高分析を行い，電子がプラトー型の分布関数を成している事を初めて明らかにした。これは，サーマルバリア生成に伴い，プラグ部領域が局在化し，その狭い領域への大電力マイクロ波入射による効率よいECHに基づくものと考えられる。またこの分布関数は，米国のコーエンにより，「強いECH理論」として予想されていたが，本研究で，それを初めて実証した事になる。

また中央セル部では，MCPによるX線トモグラフィ等により電子温度を計測し，サーマルバリア生成に伴う電子温度の時間的な上昇を観測した。

以上の結果は，プラグ部と中央セル部の電子温度，分布関数の形の差異を示したものであり，サーマルバリアによる電子の熱遮断効果を明確に実証したものである。

審 査 の 要 旨

本研究では，著者は，自ら確立したMCPを用いたX線計測を含め，種々のX線計測手法を駆使して，ガンマ10各部の特徴的な電子温度，電子分布関数を明らかにする事に成功した。

殊に，プラグ部のプラトー型の電子分布関数の検証は，サーマルバリア生成に伴うプラグ部電子の著しい加速を世界で初めて示したものであり，米国のコーエンにより提唱された「強いECH理論」をもサポートする極めて重要な結果である。即ち，タンデムミラー装置の本質である電位についてのスケール則である，「サーマルバリア電位対イオン閉じ込め電位」の相関理論を電子分布関数計測の立場から裏づけた事は，今後のタンデムミラーに確固とした指針と基盤を与えるものである。

また，サーマルバリアの熱遮断効果は，国外の装置での明確なデータの発表例はなく，加えてサーマルバリア生成中の電子温度の上昇を示した事は，サーマルバリアの有効性を明確に示したものと高く評価される。

以上より，本研究は，X線計測によるタンデムミラー各部の電子分布関数を明らかにし，また電位形成の電子閉じ込めに対する有効性を明らかにしたものとして，高く評価できる。

よって，著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。