

氏 名 (本 籍)	かま 鎌	だ 田	けい 啓	いち 一	(鹿児島県)	
学 位 の 種 類	理	学	博	士		
学 位 記 番 号	博	甲	第	62	号	
学 位 授 与 年 月 日	昭和 55 年 3 月 25 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 物理学専攻					
学 位 論 文 題 目	Cross-Field Propagation of Intense Pulsed Ion Beams (大電流パルスイオンビームの磁場を横切る伝播)					
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	八	木	浩	輔
副 査	筑波大学助教授	理学博士	石	塚		浩
副 査	筑波大学助教授	理学博士	河	辺	隆	也

論 文 の 要 旨

大電流パルスイオンビームを磁場に直角に入射して、ビームが磁場を横切って直進し得ることを確かめ、その伝播機構と輸送効率とを明らかにした研究の報告である。大電流パルスイオンビームの開発は 1974 年に始まって以来急速な進歩を遂げ、現在までに尖頭出力～1 TW、パルス幅～100 ns が達成されている。このようなビームを制御核融合に利用する提案は種々なされており、磁場で閉じ込められたプラズマに入射して加熱や逆転磁場配位の形成を行おうとするのも代表的な例である。その際、ビームイオンを中性粒子に変えることなく磁場を横切らせることが出来れば、多くの利点がある。著者はこのことに着目して、磁場と垂直なビーム伝播の研究を行った。まずビーム源を設計・製作し、平均イオンエネルギー 80 keV、イオン電流 380 A、パルス幅 200 ns の、再現性のよい陽子ビームを得た。ビームは、イオンと同密度の電子によって空間電荷中和されていることが確認された。次いでこのビームを 0～3 kG の磁場に垂直に入射して、ビームの振舞いと、随伴して起きている現象とを調べた。その結果、ビームが磁場領域に入ると、荷電分離による分極電場がローレンツ力を 0 にするように生じて、ビーム内部の粒子を直進させることがわかった。また、磁場を強めるにつれ、ビーム断面は磁力線方向に延び、イオン電流密度は減少した。ビームのイオンプラズマ振動数を ω_{pi} 、半径を α 、イオンサイクロトロン周波数を ω_{ci} 、ビームが横切る磁場領域の距離を ℓ_B とすると、ビームの輸送効率は $(\omega_{pi}/\omega_{ci}) \alpha / \ell_B$ の増加関数であって、この量が 4 より大きければビーム粒子の 80% 以上が磁場を通過することが見出された。イオン電流密度の減少は、分極電荷

層が荷電粒子間の静電反撥力で崩れて行き、それを補うようにビーム内粒子が流出するというモデルで定量的に説明された。

審 査 の 要 旨

大電流パルスイオンビームの研究は、これまでビーム発生法の改善とビーム出力の向上とに集中していた。本論文はビームを用いる立場で研究の第1歩を踏み出したものと位置づけられる。主題である伝播は、高密度のプラズマ流が磁場を横切ることから示唆を得ている。しかし、本実験において、イオンのエネルギーは従来のプラズマ流におけるより1桁以上高く、またイオンのラーモア半径はビーム半径よりはるかに大きい。これらの条件下で、分極電場による $E \times B$ ドリフトの直進機構が働くことを示したのは、本論文が世界で最初である。更にビームの輸送効率の指標を与えたことは、核融合への応用上重要な寄与である。本研究を通じて、著者はよく工夫をこらし、現象を適切に把握し、新たな発見を行い、それらを解明して、ビーム研究の一端緒を開いたものといえる。

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。