

氏名(本籍)	石井成行 (東京都)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博乙第86号
学位授与年月日	昭和57年1月31日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Study of Low-Frequency Oscillation in Inhomogeneous Magnetoplasmas (不均一磁化プラズマ中の低周波振動の研究)
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 中村正年
副査	筑波大学教授 理学博士 阿部聖仁
副査	筑波大学教授 理学博士 澤田克郎

論文の要旨

本論文では、磁場に閉じ込められた中等度電離プラズマ中に起る散逸性ドリフト波の分散関係をマイクロ波散乱法により決定し、三流体模型に基づいた数値解析結果との対応を明らかにするとともに、完全電離プラズマにおける実験結果との比較を行った。

磁場に閉じ込められたプラズマでは真空との境界で密度勾配によるプラズマ圧力が原動力となるドリフト波がほとんど普遍的に発生する。電子密度と電離度が比較的高い場合、電子、イオン、中性粒子相互間の三種の衝突がドリフト波の特性を支配する。本研究ではこれら三種の衝突効果を同時に考慮した流体方程式を設定し、連続の式と組み合わせることにより低周波領域の分散式を導出した。これを数値解析した結果、電子のクーロン衝突数と中性粒子との衝突数の値が同程度の時、また方位モード数が1に比べて大きい時、散逸性ドリフト波の成長率が特に大きいこと、衝突性を考慮する基準で方位モード数が波の成長に大きな役割を果すことが判明した。

ホイスラー波伝搬条件で電子旋回共鳴 (ECR) 放電によりプラズマを生成した。ホイスラー波は電子密度の値に依らずにプラズマに浸透できる条件が存在するので比較的高電離度のプラズマ生成が達成でき、クーロン衝突数と中性粒子衝突数が同程度の値になるプラズマを得た。周波数 70 GHz のマイクロ波を用いてこのプラズマによる散乱波の角度分布を測定することから散逸性ドリフト波の波数、すなわち方位モード数を決定し、電子密度揺動の絶対量を評価した。実験的に決定したモード数5は理論的予測値にほぼ等しく、密度揺動率は約10%となり、プラズマの乱れが大きいことを

示した。低気圧アーク放電により得た完全電離プラズマでは方位モード数を1とする無衝突ドリフト波を観測した。このプラズマは電子密度がECRプラズマのものより1桁大きいにもかかわらず無衝突近似ができるのは方位モード数が小さいことに依るものである。イオン音波の励起条件、すなわち電子ドリフト速度が音速より大きいことを放電電流を増加することにより確認した。イオン音波の発生に伴い、ドリフト波との間でパラメトリック崩壊過程が生じ、振幅の増大とともにプラズマは乱流状態になり周波数スペクトルは次第に連続的になる。これらの波動の成長と乱流状態の発生についての機構を解明した。

審 査 の 要 旨

磁気中プラズマのドリフト波に関する研究は多年にわたって数多く発表されているが、散逸性ドリフト波に関して三種の衝突効果を同時に考慮して解析した研究は他に例を見ない。これは、一方では核融合指向の完全電離プラズマを研究対象とし、他方基礎実験で取り扱うものは微弱電離プラズマであることに起因する。著者はホイスラー波を用いて電離度改善に努力し中等度電離プラズマを実現した。このプラズマに対して三流体模型を数値解析して、散逸性ドリフト波の特性を予測した。他方、特別に工夫して精度を上げたマイクロ波散乱測定法を駆使して波数と電子密度揺動を測定し、理論的予測を裏付けたことは重要な成果と言える。またアークプラズマの実験では電子ドリフト速度を制御してイオン音波の励起条件を確認し、波と波の相互作用によりプラズマが乱流状態へ移行する非線形過程を段階的に追跡し、理論的に予測される現象として実験結果を解明したことはプラズマ波動の研究にとって価値のある成果である。

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。