

氏名	大 引 得 弘 おお びき とく ひろ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 619 号
学位授与の日付	昭 和 48 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	プラズマ波動の励起と抑制に関する研究

(主 査)  
論文調査委員 教授 大谷泰之 教授 板谷良平 教授 阪口忠雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はプラズマ中の縦波，特に電子プラズマ波，イオン音波，ドリフト波に関する線型ならびに非線型現象についての実験結果および理論的解析結果，さらにアルカリプラズマ発生装置の開発研究の成果をまとめたものであり，6章からなっている。

第1章ではプラズマ中の波動現象研究の沿革を述べ，本研究の目的をあきらかにしている。

第2章では，ビーム-プラズマ系における電子プラズマ振動とイオン音波の励起機構について述べている。イオン音波の励起は線型理論では説明できず，またプラズマの緩和過程あるいは波-波非線型相互作用（いわゆる崩壊不安定）のいずれの過程にもよらないことを示している。イオン音波の時間的な成長率，減衰率等を実験的に求めて波-粒子非線型相互作用を記述する分散式の根を求めた結果と比較考察している。この考察によりイオン音波の励起機構は波-粒子相互作用によるものであることをあきらかにしている。さらに電子ビームを変調することにより，イオン音波が抑制される，いわゆる動的制御現象を見出ししている。

第3章では，アルカリプラズマ発生装置の主要部である電離用熱電極の性能向上のための問題点を指摘し，解決の方法を提案し，実際の試作をも行なっている。改良された熱電極により安定かつ良質のプラズマが発生できることを示している。

第4章では，線型領域におけるドリフト波の人工励起を試み，4相交流電界をカリウムプラズマ中に導入することによってほぼ純粋な形でドリフト波が励起されることを示している。比較的広い周波数範囲にわたってドリフト波の分散関係を測定し，得られた分散関係は従来の線型理論による結果と異なることを見出ししている。この相違を説明するためには，プラズマの共鳴粒子の存在および粒子間衝突の効果を考慮しなければならないことを示し，これらを考慮して理論的に導いた分散式は実験結果をよく説明できることをあきらかにしている。

第5章では，セシウムプラズマ中に自然発生したドリフト波を外部信号により抑制する，いわゆる動的

制御に関する成果を述べている。プラズマ中におかれた格子にドリフト波の周波数に近い周波数の外部信号をプラズマ中に導入することによりドリフト波が抑制されることを見出している。ドリフト波は、格子に直流電圧を加えても抑制されるが、交流信号の場合の方が抑制効果は大きいことをあきらかにしている。またドリフト波と外部信号との間のいわゆる同期引込み現象をはじめて見出している。ドリフト波の抑制に関する理論的研究を検討して、ドリフト波の抑制機構はドリフト波と格子で励起されたイオン音波とプラズマイオンとの非線型相互作用によりよく説明できることを示している。

第6章は結論であり本研究により得られた主な成果を要約して述べている。

### 論文審査の結果の要旨

プラズマ中の波動現象、とくに波動の非線型現象の研究は物理現象として極めて興味深いものであるばかりでなく、核融合プラズマの閉じ込めの際に問題となるプラズマの異常損失に深い関連を持っているので工学的にも重要な課題である。本研究は従来なされていなかったプラズマ波動の非線型現象を詳細に追求し工学的応用の基礎を与えるとともに、プラズマ波動の実験的研究に欠くことのできない良質のプラズマ発生装置を開発したものであって、得られた主な成果を要約すると次のとおりである。

1. ビームプラズマ系において励起されたイオン音波は、波一粒子非線型相互作用によるものであることを実験的ならびに理論的解析によりはじめて明らかにした。また電子ビームを外部信号で変調することによりイオン音波が抑制されることを見出した。この結果はプラズマ不安定性の動的制御研究の出発点となったものである。

2. プラズマの実験的研究における素材として数多くの長所をもっているアルカリプラズマ発生装置の最重要部である熱電極の開発試作を行ない、長寿命でかつ安定に動作することを確かめたが、わが国におけるアルカリプラズマ発生装置は本研究によりはじめて完成されたのである。

3. 従来明確でなかったアルカリプラズマにおけるドリフト波の線型分散式を実験的ならびに理論的研究により明らかにした。すなわちプラズマ中にドリフト波を純粋な形で励起できることを明らかにし、このドリフト波の性質を検討し、理論式によりよく説明できることを示した。このドリフト波の外部励起は自然励起の波にくらべて再現性がよく、今後のドリフト波の研究に有用である。

4. イオン音波の研究に際して著者が見出した不安定性の動的制御についての成果をドリフト波不安定に対して応用し、ドリフト波不安定を外部交流信号により抑制できることをはじめて見出した。この交流信号の周波数はドリフト波の周波数およびその高調波に一致しないものであれば任意の周波数でよいことを明らかにし、直流電界によってもドリフト波は抑制できるが、交流電界の場合の方が、抑制効果が大きいことを確かめた。またドリフト波と外部信号との同期引込み現象をはじめて見出したが、これはその後盛んに研究されるようになった帰還安定化のさきがけとなったものである。

これを要するに本論文は従来不明確であったプラズマ中の波動の非線型現象を実験的ならびに理論的研究によってあきらかにするとともにプラズマ源に関する開発を行なって、プラズマの物性研究および応用研究に対して多くの知見を提供するものであって、学術上、工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。