

## 論文審査の結果の要旨

氏名 笠原慧

本論文は8章からなる。第1章はイントロダクションであり、第2章では論文提出者が行った磁気圏観測について述べられている。第3章は過去の中間エネルギー粒子観測装置のレビューである。第4章では論文提出者が開発したカスプ型静電分析装置について述べられており、第5章では論文提出者が開発したイオン質量分析器について、第6章ではシリコン検出器を用いた中間エネルギーイオンのエネルギーおよび電荷(荷電状態)の同定について、第7章では中間エネルギー電子の測定に於けるノイズを除去する方法について述べられている。第8章は結論である。

本論文では、衛星データを用いた高エネルギー粒子ダイナミクスの解析を行うとともに、論文提出者は新時代の磁気圏探査に向け、5-200 keV/q という中間エネルギー帯を対象とする新たなアイデアに基づく観測器を開発した。

2005年5月15日に発生した巨大磁気嵐の回復相において、ジオテイル衛星は昼側の低緯度マグネトシースを航行しており、高エネルギーの酸素イオンを繰り返し検出した。惑星間空間磁場が安定して北向きであった時間帯を詳細に解析したところ、ジオテイル衛星の北側かつ夕側で磁気リコネクションが起こっていたことが示された。観測された酸素イオンのピッチ角分布は、それらが磁気リコネクション領域から磁力線に沿って流出してきた事を示唆していた。また、DMSP衛星による低高度降込み粒子の観測の傍証を得てジオテイル衛星の観測した酸素イオンは、磁気圏内部のリングカレントが起源であると結論づけられ、北向きIMFの際の新たな酸素イオン流出経路が提唱された。

次に本論文では中間エネルギープラズマ粒子計測を可能にする新たな静電分析器(カスプ型静電分析器)が提案された。テストモデルの設計では、 $\pm 5\text{kV}$ の高電位印加で約200 keV/qの上限エネルギーを実現する。数値計算に基づいて製作したテストモデルを実験室において試験し、設計通りの性能が確認された。

続いて本論文では静電分析器、飛行時間(TOF)測定型質量分析器、および半導体検出器の組合せを利用して質量分析および電荷(荷電状態)の同定する手法の開発について述べた。中間エネルギーイオン(10-200 keV/q)のための質量分析器は、数値計算を通じて設計され、テストモデルが実際に製作・試験された。ほぼ360度を網羅する視野は、3次元速度分布関数の取得を可能にする。TOF計測に用いる2次電子を単体のマイクロチャンネルプレート(MCP)で検出する設計によって、構造の単純化・計量化が達成される。実験室におけるテストモデルの試験結果は、数値計算の結果とよく一致した。

さらに中間エネルギーイオンの荷電状態測定において低電気雑音を実現するため、片面シリコンストリップ検出器を新たに応用した。室内の中間エネルギーイオン計測実験において、十分な低雑音を確認すると同時に、静電分析器、質量分析器のテストモデルと組み合わせて荷電状態を同定する事にも成功した。

最後に本論文では、静電分析器とアバランシェフォトダイオード(APD)により独立にエネルギー計測を行い、それらが一致する場合のみ信号と認めることにより、大幅に雑音を低減することができる2重エネルギー分析という新たな手法を提案し、このアイデアに基づき信号と雑音の計数率を定量的に議論した。

本論文で提示された中間エネルギーイオン/電子分析器は、ERG (Energization and Radiation in Geospace)やSCOPE (cross Scale-Coupling in the Plasma universE)といった地球磁気圏の将来探査で磁気圏プラズマダイナミクスの詳細及び全体像を把握するのに必須であり、また他の惑星探査への応用も期待されるものである。新時代の太陽系プラズマ観測に於ける必須の新手法を論文提出者は網羅的に開発しており、この功績は審査員一同、極めて高く評価する。

なお、本論文第2章は長谷川洋、桂華邦裕、宮下幸長、西野真木、Thomas Soirelis、斎藤義文、向井利典との共同研究、本論文第4章は浅村和史、斎藤義文、高島健、平原聖文、向井利典との共同研究、本論文第5章は浅村和史、小笠原桂一、三谷烈史、斎藤義文、高島健、平原聖文、向井利典との共同研究、本論文第6章は三谷烈史、小笠原桂一、高島健、平原聖文、浅村和史との共同研究、本論文第7章は浅村和史、小笠原桂一、風間洋一、斎藤義文、高島健、平原聖文との共同研究であるが、論文提出者が主体となってデータの分析、機器の設計、試験、これらの検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。