

# 論文審査の結果の要旨

氏名 吉岡 和夫

EUV spectroscopic observation of Jupiter's inner magnetosphere (極端紫外分光による木星内部磁気圏の観測的研究)と題する本論文は4章からなる。第1章は研究背景と動機を述べた序章であり、第2章では米国のカッシーニ探査機によって得られた木星衛星イオのトーラス(イオ軌道に沿ったイオ放出物質のドーナツ状構造)に関する極端紫外(本論文では60–145 nm)スペクトルデータの解析を行っている。この解析は後の自前測器による本観測に対する準備作業と位置づけることができる。第3章が本論文の主要部分であり、2012年に打ち上げが迫った地球周回惑星観測衛星搭載用の極端紫外分光撮像装置の開発が述べられ、第4章が全体のまとめとなっている。

第2章ではカッシーニ探査機が木星から0.5AU(地球—木星距離の1/10)の距離において10時間の時間分解能で測定した極端紫外スペクトルから電子密度・温度をはじめとする様々なプラズマパラメータを定量し、各パラメータの太陽風依存性あるいはイオ位相依存性などを考慮しつつ、発光制御過程を議論している。特筆すべきはイオトーラスの極端紫外発光を励起する電子の中に、通常の励起過程では生じえない高エネルギーのものが数%含まれていることを示したことがある。その起源は謎として残ったが、これは先行した探査機ガリレオの局所観測によって示唆されていたものを、光学遠隔測定によってはじめて裏付けたことになる。

第3章にのべられている開発要素には次の5項目がある。(1)反射結像系の反射率向上、(2)回折格子の回折効率向上、(3)検出素子(マイクロチャネルプレート)の量子効率向上、(4)対放射線遮蔽構造の最適化、および(5)衛星軌道の最適化、である。

極端紫外域では光子の大きな透過力のため一般に高反射率鏡を得ることが難しい。このことは、これまでこの波長域での研究を阻んできたが、論文提出者は正面からこの困難に挑戦している。(1)においては、この点を「化学蒸着炭化珪素」という新しい素材・技術を用い、高純度を達成しつつ面精度を0.3 nmにまで高めることにより、従来に比べ2–3倍の反射率を得て解決している。この素材はこれまでも斜入射鏡材としてX線観測などに用いられたことはあるが、高純度・高面精度を加えることにより初めて空間効率の良い直入射鏡として使うことが可能になった。また、(2)の回折格子に関しても同様の素材を用い、理論予想と実測を繰り返して最適幾何条件を見出すことにより、10–15%という高い1次光回折効率(従来比5倍程度)を達成している。(3)では仕事関数の小さな物質(CsI)をマイクロチャネルプレートに蒸着することにより検出素子の量子効率向上を試み、60–90nm域で1.5倍、145nm域で50倍向上させる方法を確立した。(4)では軌道周回中の地球放射線帯起源の高エネルギー粒子による障害をモンテカルロ法により評価し、これに対処するための遮蔽構造の最適化を行い、障害影響を定量している。さらに(5)では放射線帯の影響を避け、かつ地球コロナ起源輝線の混入を考慮しつつ、必要なS/N比を保つため衛星軌道形状の最適化を行っている。

これらの開発・最適化の結果、イオトーラスを30秒角の視野で1時間観測(軌道周期の半分)することにより、電子密度・電子温度の他、イオン組成、さらに話題となっている高エネルギー電子成分の存在比などが、木星から5AU離れた地球周回軌道から、カッシーニ(0.5AUで観測)の場合の1/10の1時間という時間分

解能で測定可能であることを示した。この改善された時間分解能およびこれまでなされたことのない継続的極端紫外分光観測により、カッシーニデータでは見えてこなかった制御メカニズムさらには木星磁気圏物理の本質に迫ることが期待される。

このように論文提出者は2年後に迫った打ち上げに向け、これまで適当な光学材料がなかったため未開拓に近い分野であった極端紫外惑星分光観測という領域において、光学部品をはじめとする測器主要部のほとんどすべてを自ら開発するという努力によって困難を乗り越え、新しい研究分野を立ち上げようとしており、ここにこの研究の独創性がある。

なお、本論文第3章の開発過程は本専攻の吉川一朗准教授ほか多くの人々との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったものであり、その寄与は充分であると判断する。

以上より、論文提出者に博士(理学)の学位を授与できると認める。