

# 論文審査の結果の要旨

氏名 山崎 敦

本論文は6章からなり、第1章では惑星周辺・惑星間空間における中性原子・プラズマの撮像という方法に基づいた本研究の背景をまとめている。第2章では、ヘリウム輝線・酸素原子イオン輝線強度からそれぞれの数密度を導く際に必要となる比蛍光率を、太陽輝線スペクトル分布の特殊性・ドップラーシフトの影響を念頭におきつつ緻密に計算している。第3章では火星探査機「のぞみ」搭載に向けた測器の開発とその較正を記述している。第4章では火星への旅途上の「のぞみ」からの惑星間中性ヘリウム 58.4 nm 輝線放射の観測とモデルとの比較による恒星間中性雲パラメタの導出を記述している。第5章では昨年12月に北極域で行なわれたロケット実験によるポーラーウィンド中の酸素原子イオン 83.4 nm 輝線の観測を記述している。第7章では将来の対象である金星・火星電離圏からの逃散酸素原子イオンの観測可能性について展望している。

磁気圏物理学・惑星間空間物理学はこれまで主に局所的直接観測によって研究が進められ、成果を上げてきた。しかし、全体像を掴むためには統計的解析が必要であり、時間分解能を犠牲にしなければならなかった。また、計測上の理由から低エネルギー粒子の測定は困難だった。光学遠隔測定はこれと相補的な特徴を持つ。つまり、(1) 大局的構造を捕らえるのに適している、および(2) 低速粒子の測定に適している。しかし欠点としては、(1) 視線方向積分量が測定されるため、局所量を知るには何らかの処理を必要とする、および(2) 高速イオンの場合にはドップラーシフトが複雑に影響する、が挙げられる。ところが、対象としうる輝線は中性ヘリウム 58.4 nm、酸素原子イオン 83.4 nm など真空紫外域のものが多く、透過・反射ともに適当な光学材料に乏しいため、高効率の光学系はなかなか実現しなかった。1990年代に軟X線・極端紫外で高反射率が実現できる多層膜鏡が開発されると、著者等はそれを使って磁気圏・惑星間空間粒子分布の撮像を試み、すでに地球プラズマ圏のヘリウムイオン 30.4 nm 輝線による可視化には世界に先駆けて成功した。それに続くものが、本研究の対象である惑星間中性ヘリウム輝線放射、および地球極域電離圏から逃散する酸素原子イオン 83.4 nm 輝線放射の撮像である。

惑星間中性ヘリウムは太陽系に侵入してくる恒星間中性雲に起源があるとされている。中性粒子の侵入経路は重力と放射圧の影響を受ける。水素原子の場合は後者が大きく、太陽系内部まで侵入できないが、ヘリウムの場合には前者が大きいので、風下側に収束してヘリウムコーンと呼ばれる高密度領域をつくる。著者はこのヘリウムコーンを火星探査機「のぞみ」から観測した。この測器の本来の目的は火星周辺ヘリウム観測にあったが、計画の遅れにより現在も惑星間で観測を続けている。惑星間ヘリウムグローの観測は1970年代から行なわれてはいたが、それらは地球周回軌道衛星からの観測であり、地球のヘリウム大気の影響を免れておらず、太陽との位置関係から季節的にも限られたものだった。本研究ではこの地球コロナ外からの初めての情報をもとに、恒星間ヘリウムの諸パラメタを検討したところに意義がある。結果的には本研究は過去の研究を裏づける結果を得た。ただし、数値シミュレーションは風上側の高緯度方向で観測との食い違いが大きくなることを示したという点は新しい知見といえる。これまでのモデルでは考慮されてこなかった太陽放射束の緯度方向依存性を加味することで解釈できると著者は議論している。

地球極域電離圏からは水素・ヘリウムのイオンが逃散しており、ポーラーウィンドと呼ばれている。近年これらの軽イオンに加え、酸素イオンも予期された以上に逃散しつつあることが見いだされたが、その機構については明らかにはなっていない。酸素イオン 83.4 nm 輝線によるポーラーウィンドの撮像はこの問題を解く鍵を握る技術として待たれていたが、ここでも前述した真空紫外撮像の困難がつきまとい、なかなか実現しなかった。著者等は昨年12月に北極域で行なわれたロケット実験において、この83.4 nmでのポーラーウィンド酸素原子イオンの撮像に世界に先駆けて成功した。結果はまだ初期処理の段階だが、83.4 nm 撮像による惑星電離大気研究の端緒を開いたという点で本研究の意義は大きい。

本論文の3-5章は中村正人博士等との共同研究であるが、いずれの場合もその多くの部分が論文提出者の創意・工夫と努力によるものと判断する。

以上に示したように、本研究は地球惑星科学とくに惑星周辺および惑星間物理学の進展に輝ける貢献を為しており、提出論文は博士(理学)の学位請求論文として合格と認める。