

論文審査の結果の要旨

氏名 新井俊明

宇宙背景放射は宇宙の創生・進化に関する最も基本的で重要な情報源であり、マイクロ波からX線に至る波長領域で広く研究されている。しかし、近赤外線領域においては、観測的困難さから十分な研究が行われていなかった。本学位論文は、近赤外線の拡散放射スペクトルを高感度観測する CIBER (Cosmic Infrared Background ExpeRiment) と名付けたロケット実験を実施し、近赤外線宇宙背景放射の検出の前提となる前景放射(黄道光放射、銀河系内拡散放射)の解析を行ったものである。また、その解析を通して、太陽系および銀河系のダストの性質について、新しい知見を得ている。

本論文は全体で6つの章からなる。第1章はイントロダクションであり、近赤外線の拡散放射の成分である黄道光、銀河系内拡散放射、および銀河系外背景放射について、これまでの研究の紹介と本学位論文の目的が述べられている。第2章は CIBER 実験の概要である。論文提出者が特に寄与した偏光測定装置の開発、および、校正実験について詳細に記述されている。第3章は実際のロケット実験のフライトの詳細がまとめられ、第4章では観測データからどのようにして黄道光成分、銀河系内拡散放射成分を切り分けるかについての詳細な過程が述べられている。第5章は黄道光成分、銀河系内拡散放射成分のそれぞれのスペクトルについて、ダストの性質との関係で議論している。第6章でそれらの結果をまとめ、将来への展望を述べている。

CIBER 実験は2009年から2013年まで4回にわたって行われた。本論文で解析したのは2回目から4回目までのデータであり、5-6天域について波長0.8–1.8 μm を波長分解能15-30で観測したものである。検出器の暗電流や残留大気放射の成分、および点源として検出される星の寄与を丁寧に差し引いたあと、拡散放射の解析を行っている。まず、黄道光については、過去に道光を全天観測した COBE 衛星の観測装置 DIRBE による観測データを用い、それとの空間相関を取ることで抽出している。一方、銀河系内拡散放射光については、ダストによる拡散放射光の輝度と熱放射の輝度が相関することに着目して、IRAS 衛星によって観測されているダストの遠赤外線熱放射マップとの空間相関を取ることで抽出している。これらの解析はいずれも誤差評価を含めて丁寧に行われており、信頼性の高いものと判断できる。論文提出者は、さらに、これら2つの寄与を差し引くことにより、宇宙背景放射に対する検出限界を推定している。

抽出された黄道光のスペクトルは太陽光のスペクトルに比べて明らかに赤く、ダストの散乱モデルと比較することにより、惑星間ダストのサイズが波長に比べて十分大きいことを示している。また、黄道光のスペクトルおよび偏光スペクトルは小惑星や彗星のものと類似しており、惑星間ダストの起源が小惑星または彗星であることを示唆している。一方、

銀河系内散乱光のスペクトルは典型的な星のスペクトルよりも青いことを指摘し、その詳細な解析から、銀河系内ダストのサイズが $0.06 \mu\text{m}$ 程度であると結論している。

このように本学位論文は波長 $0.8-1.8 \mu\text{m}$ の近赤外線拡散放射をロケット実験で精密に測定し、その波長域での黄道光および銀河系内拡散放射光のスペクトルを初めて明らかにしたものであり、近赤外線宇宙背景放射の理解に向けて重要な貢献をなしたと言える。また、惑星間ダスト、銀河系内ダストのサイズ、組成についても重要な知見を得ている。それらの成果は、宇宙物理学分野において学術的に高く評価できる。なお、CIBER 実験は多くの研究者との共同研究であるが、本学位論文の内容は論文提出者が主体となって実験、解析、議論を行ったものであり、論文提出者の寄与は十分であると判断する。従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。