

Origin of the Diffuse Near-Infrared Radiation Observed with COBE/DIRBE

その他のタイトル	COBE/DIRBEにより観測された近赤外線拡散放射の起源
学位授与年月日	2017-03-23
URL	http://doi.org/10.15083/00075605

論文審査の結果の要旨

氏名 佐野 圭

銀河系外拡散放射の観測は、宇宙初期からの星の放射を調べる重要な手段の一つであり、これを正確に抽出するためには前景放射の寄与を精度よく見積もる必要がある。一般に拡散放射の観測は広い天域をカバーするため大きな視野を持つことが多く、可視から近赤外線領域の拡散放射の観測では、黄道光、銀河系拡散放射に加えて暗い星の積算光の混入も無視できない。本論文は1989年に打ち上げられたCOBE/DIRBEによる近赤外線領域の拡散放射観測データを再解析し、星からの積算光を最新の全天点源カタログを用いて評価し、各拡散放射成分の見積もりを大幅に改善した研究である。近赤外線の波長 $1.25\ \mu\text{m}$ と $2.2\ \mu\text{m}$ で銀河系拡散放射成分の抽出に初めて成功し、原因となる銀河ダストの散乱特性に重要な制限を加える一方、銀河系外拡散放射を含む等方放射成分の再評価を行い、近赤外線領域の拡散放射の研究に大きく貢献する成果をあげた。

本論文は6つの章と2つの補遺から成る。第1章ではこれまでの拡散放射と各成分の観測・解析が詳細に説明され、特に近赤外線領域の拡散放射についての現在の問題点が丁寧にまとめられている。これまでのCOBE/DIRBEの観測データ解析では、星の積算光を銀河モデルに基づいて行なっていたため精度が不足し、銀河系拡散放射が検出されていなかった。積算光の見積もりを再検討する必要性が明確に説明されている。第2章では本論文で再解析を行うCOBE/DIRBEの観測データが記述されている。

第3章は本論文の中核となる章である。まず2ミクロン全天サーベイ ($1.25\ \mu\text{m}$ と $2.2\ \mu\text{m}$) 及びWISE衛星による全天点源カタログ ($3.5\ \mu\text{m}$ と $4.9\ \mu\text{m}$) を用いて星の積算光マップを作成する手法が記述されている。その後、DIRBEの近赤外線4バンド ($1.25, 2.2, 3.5, 4.9\ \mu\text{m}$) の太陽離角 90° の拡散放射観測データを黄道光、銀河系拡散放射、星の積算光、とその他の等方成分に分ける手法が説明されている。ここで黄道光はDIRBEの解析で用いられたKelsall等による黄道光のモデルをスケールしたものを利用し、銀河系拡散放射はダストの熱放射を示す $100\ \mu\text{m}$ の全天マップとの相関から抽出している。星の積算光は暗い星と明るい星の分布が同じであると仮定し、本章の前半で作成した積算光マップをスケールしたものを用いる。同じ解析を全天のデータと銀経と銀緯を分けた領域について行い、領域による成分分離のばらつきを吟味し、用いたモデル、仮定の妥当性と結果の不定性を慎重に検討している。星の積算光を高い精度で評価した今回の解析によ

り、信頼性の高い拡散放射各成分の分離を達成し、DIRBE の 4 つのバンドで初めて銀河系拡散放射成分を有意に検出した。ただし、 $4.9\ \mu\text{m}$ のバンドは黄道光の寄与が 95%以上を占めるため不定性が大きいことが示されている。また、等方放射成分については $1.25\ \mu\text{m}$ と $2.2\ \mu\text{m}$ ではこれまでの観測と矛盾がなく、系外銀河の積算光だけでは説明できないことを高い信頼度で結論している。一方、 $3.5\ \mu\text{m}$ の強度についてはこれまでより低い値が得られ、銀河の積算光と不定性の範囲で矛盾しない結果が得られた。

第 4 章は前章で得られた銀河系拡散放射の起源、星間ダストの散乱についての検討を行っている。初めに銀河系星間放射場のモデルと従来の星間ダストモデルから推定されるダスト散乱による近赤外線拡散放射のモデルが記述されている。モデルと本研究で得られた $3.5\ \mu\text{m}$ の放射強度の比較からまず PAH $3.3\ \mu\text{m}$ バンドの寄与を見積もり、PAH の相対量を導いた。次に $1.25\ \mu\text{m}$ と $2.2\ \mu\text{m}$ の拡散放射強度比を散乱光モデルの値と比較し、モデルより $2.2\ \mu\text{m}$ 強度が強いことが示される。さらに本研究により初めて近赤外線銀河系拡散放射の銀緯依存性を導出した。その依存性から散乱の角度依存性のパラメータを推定すると、ダストモデルが与える依存性と比較し、特に $2.2\ \mu\text{m}$ で前方散乱が有意に強いという結果が得られた。いずれの結果も従来のダストモデルに比べて多くのマイクロサイズのダストの存在を示唆することが示されている。

第 5 章では本研究で得られた $1.25\ \mu\text{m}$ と $2.2\ \mu\text{m}$ の等方放射成分の起源が議論されている。まず初代星や銀河ハロー浮遊星の可能性について検討し、 $2.2\ \mu\text{m}$ の強度は説明できる範囲にあるものの、 $1.25\ \mu\text{m}$ の強度は 2 倍以上予測より強く、説明が困難であることが示される。またいずれの値も高エネルギーガンマ線の観測から得られる銀河系外背景放射の上限値とも矛盾する。次に太陽系内に等方的に分布したダストの放射成分である可能性を議論し、黄道光の 5-10%のダストが太陽系内に等方的に存在すれば説明できることを指摘している。第 6 章は全体のまとめである。

以上、本論文は最新の点源カタログを用い COBE/DIRBE の近赤外線拡散放射観測データを再解析し、近赤外線帯で初めて銀河系拡散放射の成分を有意に検出し、星間ダストの散乱特性に新たな知見をもたらすとともに、等方放射成分を高い精度で導き、その起源の研究に貢献する研究結果を得た点は高く評価できる。本研究は、川良公明、松浦周二、片ざ宏一、新井俊明、松岡良樹、津村耕司、白旗麻衣、大西陽介との共同研究であるが、データ解析、結果の評価は論文申請者が主体となって行ったものであり、論文申請者の寄与は十分であると判断する。よって博士(理学)の学位を授与できると認める。

最終試験の結果の要旨

氏 名 佐 野 圭

成 績 合 格

本委員会は、論文提出者に対して平成 29 年 1 月 6 日、学位論文の内容及び関連事項について、口頭試験を行った。

その結果、論文提出者は、天文学特に赤外線天文学について博士（理学）の学位を受けるにふさわしい十分な学識をもつものと認め、審査員全員により合格と判定した。