

近赤外線域における宇宙背景放射と銀河拡散光

佐野 圭 (東京大学大学院 理学系研究科)

Abstract

銀河拡散光とは、銀河系内の星の光が星間空間のダストによって散乱された成分である。銀河拡散光のスペクトルを測定することにより、その散乱/放射源であるダストの性質についての情報を得ることができる。可視光での銀河拡散光の測定例はあるが、近赤外線域での銀河拡散光は測定されていない。

銀河拡散光は宇宙背景放射の前景光になりうるが、これまでの近赤外線域での宇宙背景放射を測定した研究では、銀河拡散光は無視できると考えられて除かれていない。しかし、近赤外線域でも銀河拡散光が無視できない強度を持つならば、銀河拡散光を除いた上で、宇宙背景放射の強度を再測定する必要がある。そこで我々は遠赤外線の diffuse map を利用する手法を用いた。星から出た光は、ダストに散乱されて銀河拡散光になるだけでなく、ダストに吸収もされる。吸収された光はダストを暖め、遠赤外線として再放射される。したがって銀河拡散光と遠赤外線放射の間には相関関係があるはずである。この相関関係を利用することで銀河拡散光と宇宙背景放射を分離した上で、宇宙背景放射の強度を測定できる。

我々は COBE 衛星の DIRBE (拡散赤外背景放射実験装置) によって作られた近赤外線域の J、K バンドにおける全天マップを用いて、銀河拡散光の成分を除いた上で、宇宙背景放射の強度を再測定した。本講演では、その結果得られた銀河拡散光のスペクトルと宇宙背景放射の強度について報告する。

1 はじめに

宇宙背景放射とは銀河系外から来る光の総和であり、宇宙初期から現在までに放射されたすべての光が記録されている。近赤外線域の宇宙背景放射には遠方の銀河から放射された光が記録されており、銀河の進化、あるいは宇宙大規模構造の成長を考察するための重要な情報が含まれている。地球大気からの放射を避けるため、宇宙空間から IRTS (Infrared Telescope in Space) のデータを用いた研究 (Matsumoto et al. 2005) や COBE 衛星の The Diffuse Infrared Background Experiment (DIRBE) という観測装置のデータを用いた研究 (Wright 2001 他) により、近赤外線域の宇宙背景放射の強度が測定されてきた。いずれの測定値も、銀河カウントから予想される系外銀河の積算光の 3-10 倍にも達し、それを銀河カウントに基づく理論で説明することは難しい。この近赤外線域の宇宙背景放射の超過成分には第一世代星からの放射が寄与しているという議論もあるが、これまでに得られた宇宙背景放射の測定値は、TeV ガンマ線の観測 (Aharonian et al. 2006) から求められた宇宙背景放射の上限値をも上回る。一方で外惑星

探査機パイオニアのデータを用いた Matsuoka et al. (2011) によると、宇宙可視光背景放射の強度は、系外銀河の積算光の強度とほぼ一致している。このような状況で近赤外線域の超過成分が本当に宇宙背景放射の成分であるかを否かを明らかにすることは重要な課題となっている。

宇宙背景放射を測定する場合に重要となるのがその前景光を高い精度で除去することである。宇宙背景放射の前景光として、地球大気からの放射、太陽光が惑星間ダストに散乱された成分である黄道光、銀河系内の星からの直接光成分、銀河系内の星の光がダストに散乱された成分である銀河拡散光がある。地球大気からの放射は宇宙空間からの観測では無視できると考えられる。黄道光は Kelsall et al. (1998) などで作られたモデルによって除去するのが主流である。銀河系内の星からの直接光成分は星のカatalog やスターカウントのモデルを組み合わせることで除去するのが一般的である。銀河拡散光は可視光では散乱星雲として観測されていて観測例はあるが、近赤外線域での観測例はない。これまでの近赤外線域の宇宙背景放射を測定する研究では銀河拡散光は無視で

きる強度しかないとき、除かれていなかった。しかし、星間ダストのモデル (T.Brandt 提供: private communication) によると可視光だけではなく、近赤外線域でも銀河拡散光が効いてくるということが示唆されている。近赤外線域でも銀河拡散光が無視できない強度を有する場合には、それを差し引いた上で宇宙背景放射を再測定する必要がある。

以上の状況を踏まえ、我々は近赤外線域の銀河拡散光を測定し、それを差し引いた上で宇宙背景放射を再測定しようとしている。

2 研究方法

近赤外線域にも銀河拡散光が存在することを確かめるために、我々は遠赤外線域の $100\mu\text{m}$ のデータを用いた研究を行っている。星から出た光は、ダストに散乱されて銀河拡散光になるだけでなく、ダストに吸収もされる。吸収された光はダストを暖め、遠赤外線として再放射される。したがって銀河拡散光と遠赤外線の強度の間には相関関係があるはずである。CO などの星間物質からの放射も遠赤外線と相関するが、我々が対象としている近赤外線域の $1.25\mu\text{m}$ と $2.2\mu\text{m}$ の波長域ではこれらの放射は無視できるとされている (Arendt et al. 1998)。よって近赤外線の diffuse な成分と遠赤外線の diffuse な成分の相関関係が実証されるならば、近赤外線域にも銀河拡散光が存在することが明らかになる。その相関関係を利用することにより、銀河拡散光の成分を差し引いた上で、宇宙背景放射の強度を再測定することが可能になると考えられる。

本研究で用いている近赤外線のデータは DIRBE によって作られた J バンド ($1.25\mu\text{m}$) と K バンド ($2.2\mu\text{m}$) における全天マップである。黄道光の寄与は Kelsall のモデルによって除去する。星からの直接光成分は The Two Micron All Sky Survey (2MASS) の点源カタログとスターカウントのモデルである TRILEGAL (Girardi et al. 2005) を組み合わせて除去する。まず DIRBE と 2MASS ではフィルターの response function が異なるので色の補正を行う。その後 2MASS の点源カタログを用いて 15 等程度までの、星の積算光の強度マップを作り DIRBE の全天マッ

プの強度から差し引く。さらに、2MASS で検出されている星より暗い星の寄与を TRILEGAL で外挿し DIRBE のマップから差し引く。これによって DIRBE のマップから星の寄与が除かれ、diffuse な成分のみが残されることになる。残された diffuse な成分には銀河拡散光と宇宙背景放射の成分が含まれる。銀河拡散光の存在を確かめるために、近赤外線の diffuse な成分と遠赤外線の相関をとることになり、遠赤外線のデータとして Schlegel et al. (1998) で作られた $100\mu\text{m}$ における全天マップを用いる。この遠赤外線のマップからは黄道光と点源が除かれ、diffuse な成分のみが残されている。近赤外線と遠赤外線の強度の間に相関が現れれば、その関係を用いることにより銀河拡散光と宇宙背景放射を分離し、銀河拡散光を除いて宇宙背景放射を再測定することが可能になる。また、銀河拡散光の可視光から近赤外線までのスペクトルは、星間空間でのダストの散乱特性を反映するので、ダストの大きさを決める指標になる可能性がある。

3 まとめ

近赤外線域の銀河拡散光は今まで無視されてきたが、本研究で銀河拡散光が存在することが確かめられれば、宇宙背景放射の強度は銀河拡散光を除いた分だけ今まで報告されていた強度より小さくなると考えられる。さらに、銀河拡散光のスペクトルを測定することによって、星間空間のダストの大きさを推定するのに役立つ可能性もある。本講演では、近赤外線域における宇宙背景放射と銀河拡散光の測定についての途中経過を報告する。

Reference

- Matsumoto et al. 2005, ApJ,626,31
- Wright 2001, ApJ,553,538
- Aharonian et al. 2006, Nature,440,1018
- Matsuoka et al. 2011, ApJ,736,119
- Kelsall et al. 1998, ApJ,508,44
- Arendt et al. 1998, ApJ,508,74

2013 年度 第 43 回 天文・天体物理若手夏の学校

Girardi et al. 2005, A&A,436,895

Schlegel et al. 1998, ApJ,500,525