

COBE/DIRBEによる近赤外線背景放射の再測定

佐野圭^{[1][2]}、川良公明^[1]、松浦周二^[2]、片坐宏一^{[1][2]}、松岡良樹^{[3][4]}、T.Brandt^[5]

[1] 東京大学 [2] JAXA/ISAS [3] 国立天文台 [4] プリンストン大学 [5] プリンストン高等研究所

近赤外線域の背景放射には遠方の銀河から来る光や、未知の素粒子の崩壊によって放出される光などが含まれている可能性があり、宇宙の星生成史や、新たな放射過程を探るための重要な指標になると考えられている。この波長域には、太陽光が惑星間ダストに散乱された成分である黄道光や、銀河系内の星の光などの強い前景放射が存在し、これらを高い精度で除去しなければ背景放射を検出することは困難である。

我々はCOBE(COSMIC Background Explorer)衛星に搭載された観測装置DIRBE(Diffuse Infrared Background Experiment)によって得られた全天の撮像データを用いて、J、Kバンドにおいて背景放射の再測定を試みている。過去にCOBE/DIRBEのデータを用いた背景放射研究の問題点として、星の光が星間ダストに散乱された成分である銀河拡散光を無視していたことがある。本研究ではCOBE/DIRBEの観測値が黄道光、銀河系内の星の光、銀河拡散光、および背景放射と考えられる等方放射成分の足し合わせであるというモデルを仮定し、最小二乗法を用いてそれぞれの成分に分離した。その結果、銀河拡散光と遠赤外線100 μ m放射との相関が高い精度で現れ、1-2 μ mの波長域において銀河拡散光が無視できない輝度を有することが示された。また、等方放射成分の輝度は系外銀河の積算光の数倍に達し、既知の銀河以外の何らかの成分の寄与が疑われる。一方、残差(観測値-モデル値)が低銀緯領域で増大する現象が発生した。この原因として、低銀緯領域の特に赤い星の評価が不十分であるという可能性がある。この問題を解決するためには、あらゆるスペクトルの星に対応する色補正が必要であると考えられる。

<目的>

- ・以前は無視されていた近赤外線における銀河拡散光(星間ダストによる星光の散乱成分)の測定
- ・前景放射に銀河拡散光を加えた場合の背景放射の再測定

<データ>

- ・COBE衛星の観測装置DIRBEによって得られたJ(1.25 μ m)、K(2.2 μ m)バンドの全天の撮像データ(図1)を使用

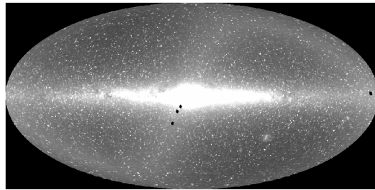


図1: COBE/DIRBEによって得られた全天における全天輝度マップ(Galactic diffuse light projection)

<前景放射>

- ・近赤外線域の前景放射
- ・星の積算光
- ・黄道光(zodiacal light: ZL)
- ・銀河拡散光(diffuse Galactic light: DGL)

星の積算光

- ・2MASS(2 Micron All Sky Survey)のpoint source catalogを使用
- ・DIRBEと2MASSではフィルターのresponseが異なる→色補正を行う必要
- 典型的な星のcolor-colorの図(図2)から、2MASSの等級をDIRBEにおける等級に変換
- ・DIRBEのbeam($\sim 1^\circ \times 1^\circ$)に応じて星の光を足し合わせ、星の積算光マップ(図3)を作成

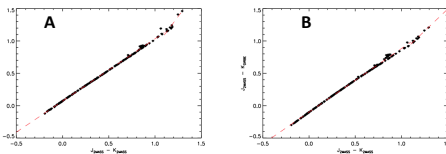


図2: 横軸...J2MASS - K2MASS (パネルA) 縦軸...JDIRBE - KDIRBE (パネルB) best-fitの赤い破線を用いて2MASSの等級からDIRBEにおける等級に変換

黄道光

- ・太陽光が惑星間ダストによって散乱された成分
- ・COBE/DIRBEのデータから作られた黄道光モデル(Kelsall et al. 1998)を使用

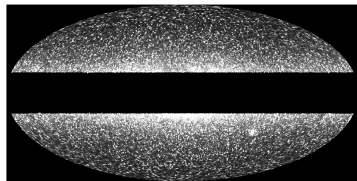


図3: |b|>20°における星の積算光マップ(Jバンド)

銀河拡散光

- ・星間ダストによる星の光の散乱成分
- 星間ダストからの遠赤外線再放射と相関(遠赤外線データはSchlegel et al. (1998)の100 μ m輝度マップを使用)

<成分分離>

- ・|b|>20°の領域で、DIRBEの観測値 $F_i(Obs)$ を説明するモデルとして以下のモデルを仮定
- ・最小二乗法を用いて各成分に分離(図4)

$$F_i(Model) = a_i \times F_i(2MASS) + b_i \times F_i(ZL model) + c_i \times F_i(100\mu m) + d_i$$

$i = J \text{ or } K$

星の積算光

黄道光

銀河拡散光

等方放射成分(背景放射?)

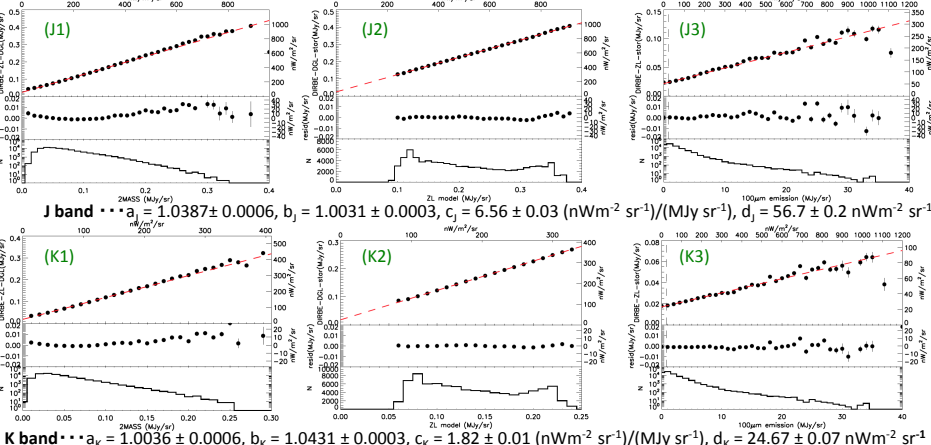


図4: 星の積算光、黄道光、銀河拡散光の分離過程

- パネル(J1), (K1) ... F(2MASS) vs F(Obs) - ZL - DGL (= 星の積算光 + 等方放射成分)
- パネル(J2), (K2) ... F(ZL model) vs F(Obs) - star - DGL (= 黄道光 + 等方放射成分)
- パネル(J3), (K3) ... F(100 μ m) vs F(Obs) - ZL - star (= 銀河拡散光 + 等方放射成分)
- 黒点: 横軸の適当なbinに含まれる点の平均値、赤破線: best fitの直線

<結果と解釈>

○ 銀河拡散光

- ・星間100 μ m放射と銀河拡散光の一次相関を高い精度で検出(図4 パネル(J3), (K3))
- 近赤外線J, Kバンドにおいて銀河拡散光が無視できない輝度を有することを示唆

- ・得られた銀河拡散光のスペクトル(図5)
- 本研究の結果(赤点): 他研究結果とconsistent

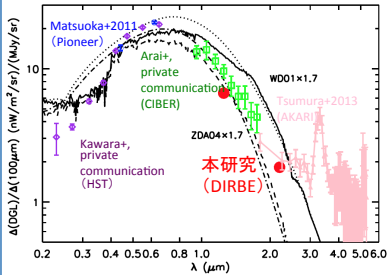


図5: 銀河拡散光と100 μ m放射の強度比(パラメータ α)のスペクトル。黒線は星間ダストのモデルからの予想値(T. Brandt提供: private communication)。WD01モデルはダストの典型的なサイズを0.12 μ mと設定、ZDA04は0.06 μ mと設定。どちらのモデルもダストの散乱成分のみを仮定し、再放射成分の寄与を考慮していない。

○ 残差の黄緯、銀緯依存性

- ・図6: 残差(= $F_i(Obs) - F_i(Model)$) vs 黄緯 β 、銀緯 b

- ・低黄緯領域(| β |<10°)における残差の乱れ
- 黄道光モデルが黄道光面付近の複雑なダスト構造を再現できていない可能性

- ・低銀緯領域(| b |<40°)における残差の増大
- 低銀緯にある星については色補正の精度が低い可能性

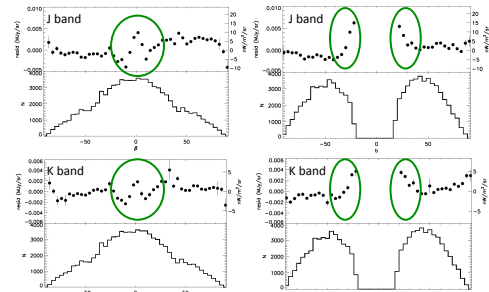


図6: 残差(=観測値-モデル値)の黄緯、銀緯依存性(上段J band、下段K band)

○ 等方放射成分

- ・図7: 等方放射成分のスペクトル
- ・本研究の結果(赤点): 以前のCOBE/DIRBEの結果(緑三角)と同程度
- ・系外銀河の積算光輝度の数倍に相当

→既知の銀河以外の成分がこの波長域に存在するか。

- ・HST(Hubble Space Telescope)のデータから得られた等方放射成分のスペクトル(紫点): 黄道光のスペクトル(黄線)に似る
- ・近赤外線の観測値: 黄道光スペクトルに似る。

→黄道光モデルに反映されていない、黄道光由来の成分が等方放射成分に混入している疑い

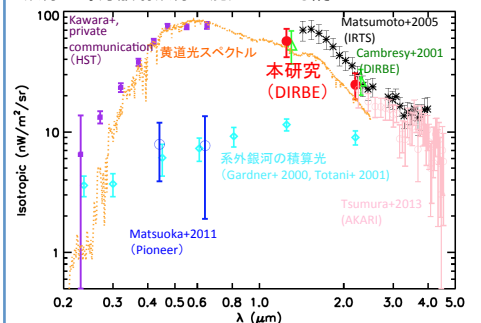


図7: 可視光から近赤外線にわたる、等方放射成分と系外銀河の積算光の輝度。Pioneerの値は黄道光領域の外(>3 AU)で得られた値。