

「あかり」遠赤外線全天マップに基づく黄道光ダストバンド構造の研究

~ Zodiacal dust bands as seen by the AKARI far-infrared all-sky survey ~

P-005

大坪 貴文、土井 靖生 (東大総文)

瀧田 怜、中川 貴雄、川田 光伸、北村 良実 (ISAS/JAXA)、松浦 周二 (関西学院大)

白井 文彦 (東大理)、有松 亘 (NAOJ)、近藤 徹、石原 大助 (名古屋大学) + 「あかり」チーム



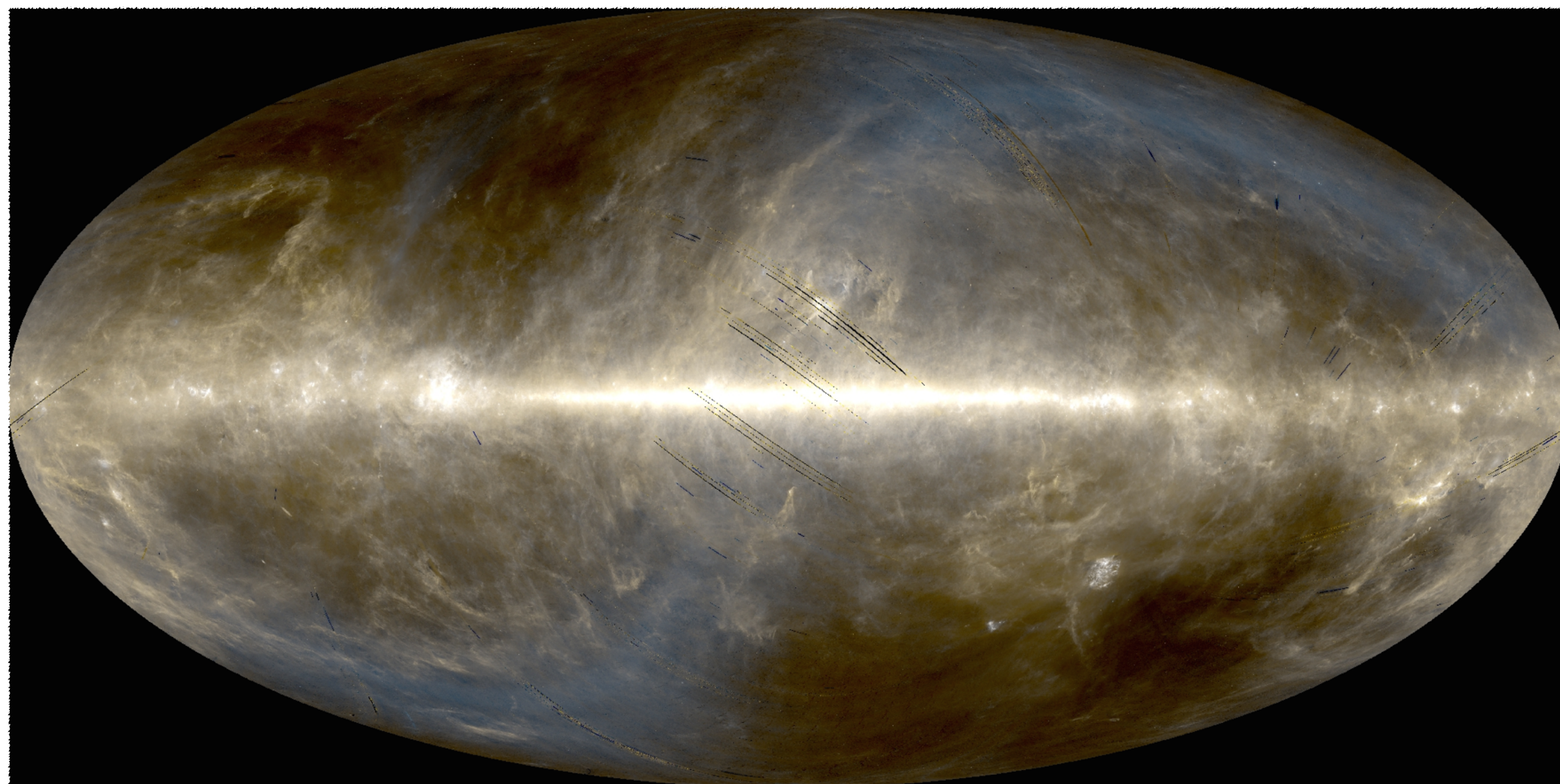
赤外線天文衛星「あかり」は遠赤外線波長域の 65, 90, 140, 160 μm の4つの測光バンドで全天サーベイ観測をおこない、観測期間中に全天の > 97% をカバーする観測を達成した。「あかり」遠赤外線全天観測の画像データは 2014 年 12 月に広く一般に対し公開されたが、この画像データは我々太陽系内の惑星間塵からの熱放射である黄道光の研究にとっても貴重なものである。過去の赤外線衛星 IRAS や COBE/DIRBE の観測は、黄道光の分布に様々な空間的微細構造があることを発見したが、「あかり」の観測でも小惑星起源のダストバンド構造がはっきりと受かっており、特に黄道面と黄緯 $\pm 10^\circ$ で二対の明るいバンド構造を確認した。我々は、この黄道光ダストバンド構造の幅、黄緯、強度について、ガウシアン分布を用いたフィッティングをおこない、その全体の構造を再現するモデルを構築した。現在公開されている「あかり」の遠赤外線全天画像データには、特に短波長側の 2 バンド (65, 90 μm) で、この黄道光の微細構造は数 MJy/sr レベルの前景光として残っているが、この黄道光ダストバンドモデルを差し引くことで、65~140 μm の4バンドすべてで太陽系内の前景放射の影響を抑えることが可能となり、銀河系内ダストの解析をおこなうのにさらに精度の良いデータが得られることになる。

「あかり」遠赤外線全天画像

★ 2014年12月、我々は赤外線天文衛星「あかり」全天サーベイに基づく遠赤外線全天画像データを一般公開した。これは、65, 90, 140, 160 μm の4バンドでの放射強度を示すもので、1983年に観測した IRAS による全天マップに比べ、より長波長 (140, 160 μm) のデータを含むとともに、これまでで最も高い空間分解能 (約 1~1.5 分角) での遠赤外線全天マップである (Doi+2015, Takita+2015)。

★ データは以下のURLからアクセス可能である。

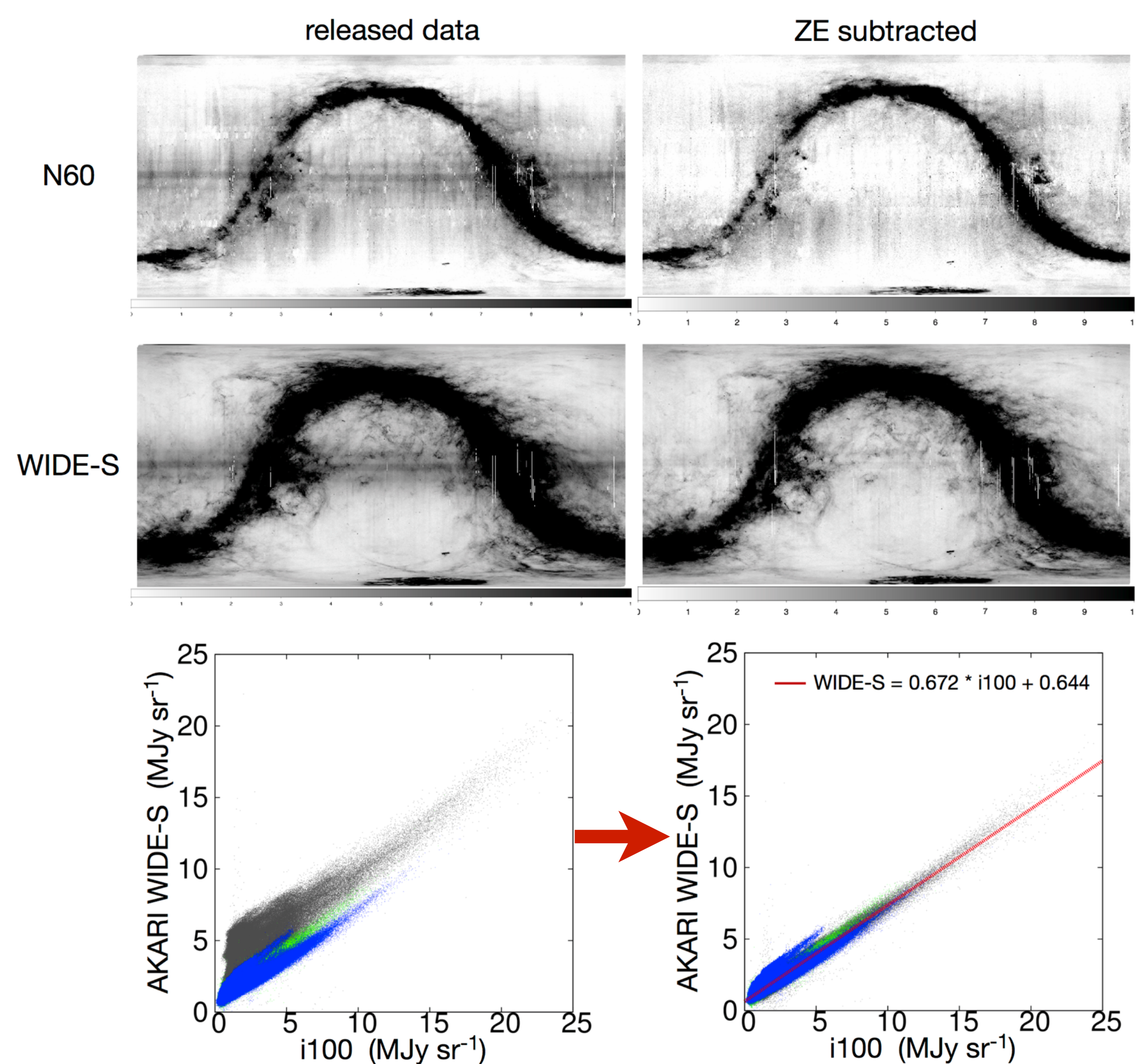
<http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/Observation/>



あかり FIS の 4 バンド N60 (65 μm), WIDE-S (90 μm), WIDE-L (140 μm), N160 (160 μm) のうち、90+140 μm を用いた疑似カラーマップ。銀河座標系で描かれている。DIRBE 黄道光モデルの smooth cloud 成分は既に引いてあるが、引き残しの小惑星ダストバンド (asteroidal dust band) と circumsolar ring 成分が見えている (青白い領域)。

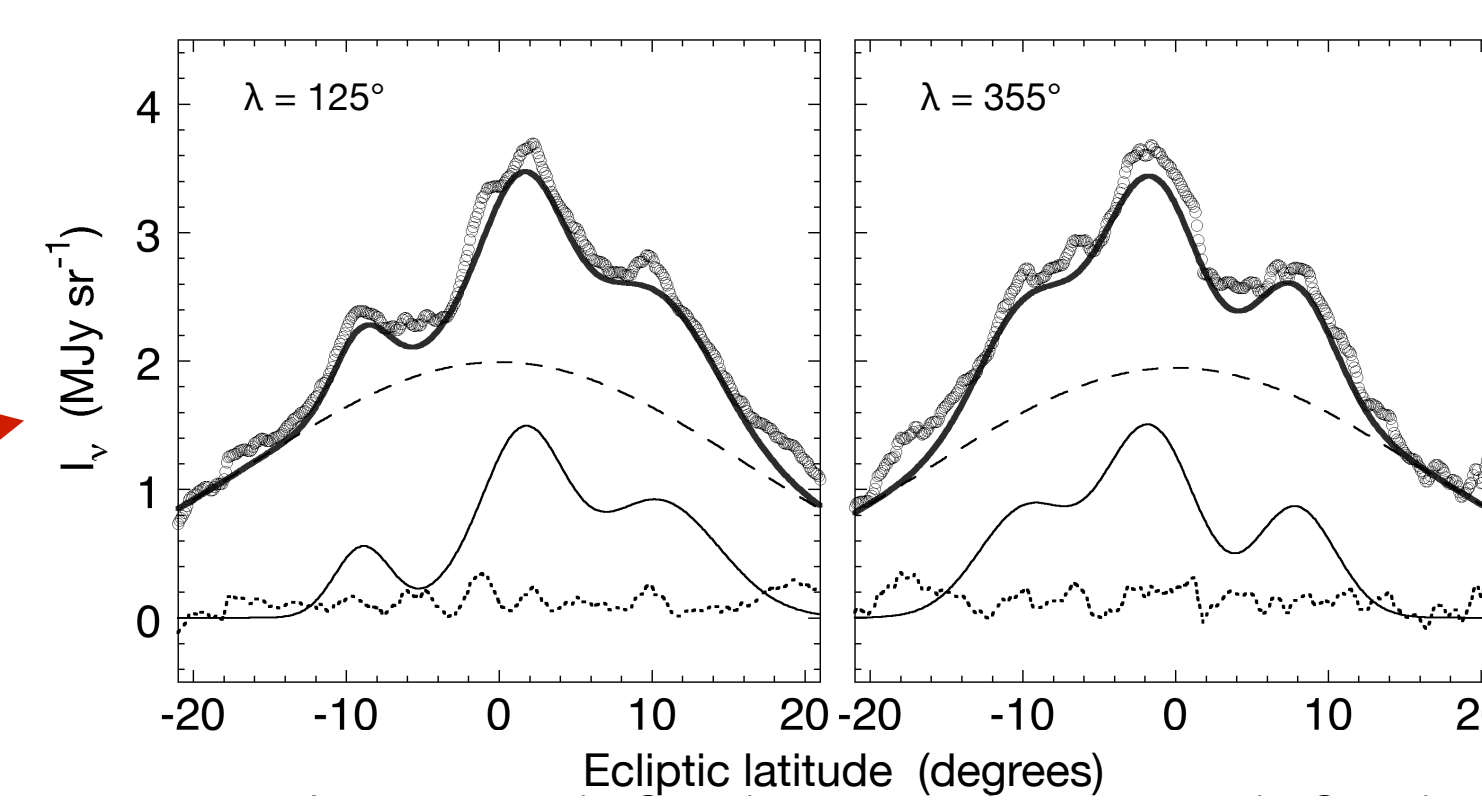
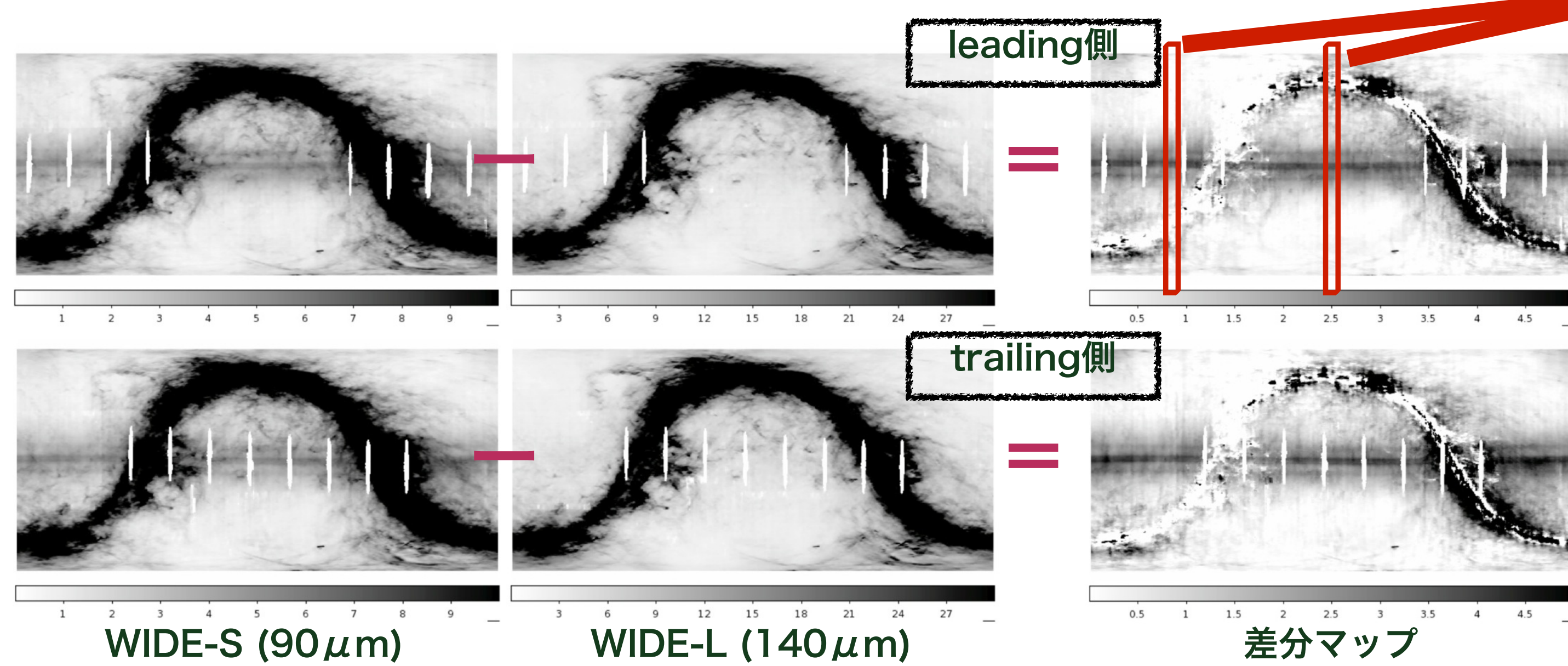
黄道光放射の差し引き

モデル化した黄道光ダストバン差し引き後の「あかり」全天マップ (上図) と、「あかり」90 μm vs SFD100 μm (Schlegel+1998) の比較 (右図)。黄道光による超過成分の残差はすべての観測波長帯で ~ 1 MJy/sr 程度となった (Ootsubo+2016)。

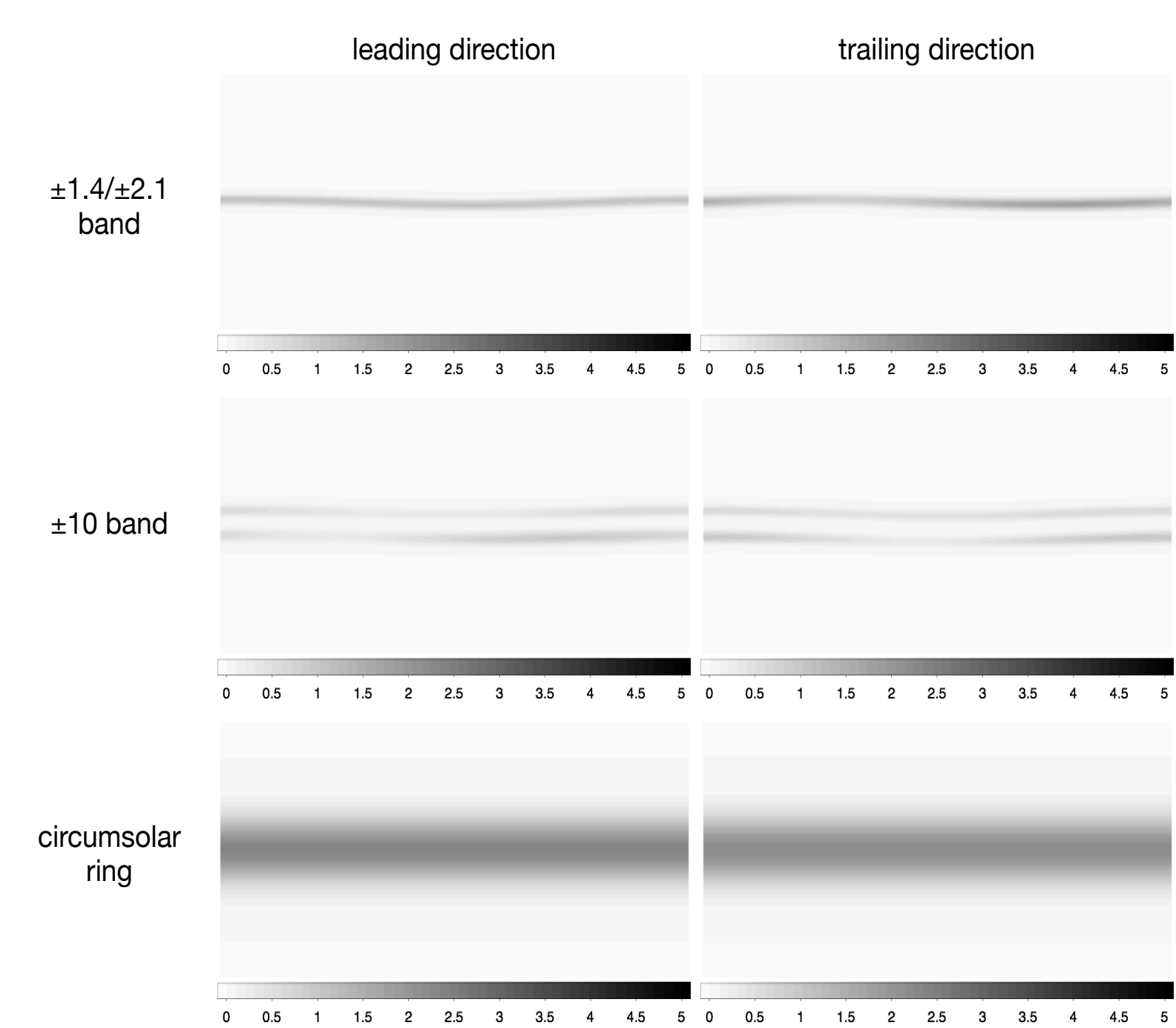


黄道光放射微細構造の抽出とモデル化

★ 「あかり」全天サーベイでは、約16ヶ月をかけて地球公転軌道を一周以上している。データを地球進行方向 (leading側) と地球後方 (trailing側) の2つに分けて全天マップを作成し、黄道光微細構造の空間分布を抽出した。下の絵はWIDE-S (90 μm) と WIDE-L (140 μm) のマップ (白い部分は月の影響によるデータ抜け領域)。



- WIDE-L (140 μm) では、黄道光の寄与は小さいため、これを銀河ダスト放射のテンプレートとみなす
- N60, WIDE-S から WIDE-L を差し引くことで黄道光分布の空間プロファイルを抽出
- 黄緯プロファイルを5つの Gaussian の重ね合わせ (circumsolar ring + dust band pair x 2) でフィットして、ピークの位置、幅、強度を求める

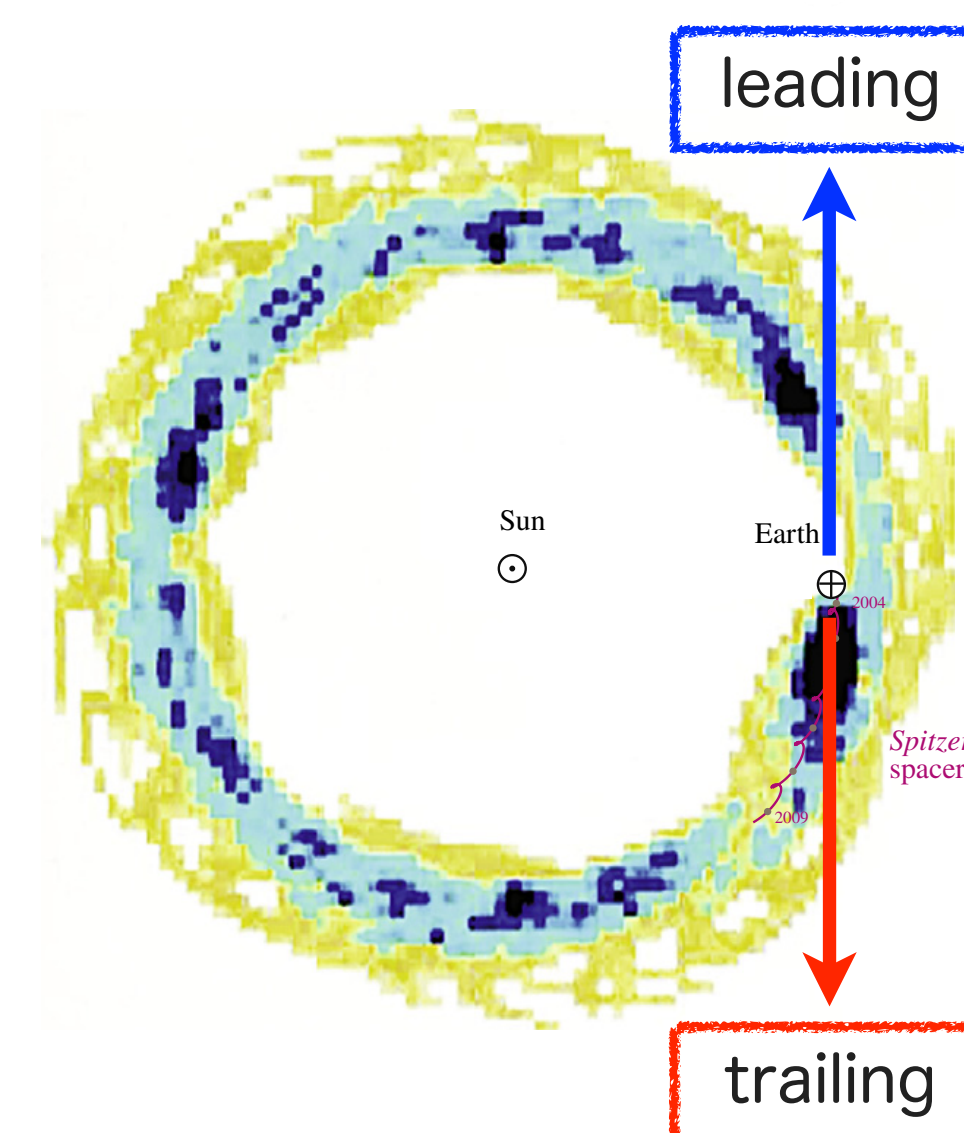


・これをもとに、黄道光ダストバンド構造をモデル化

黄道光放射における微細構造

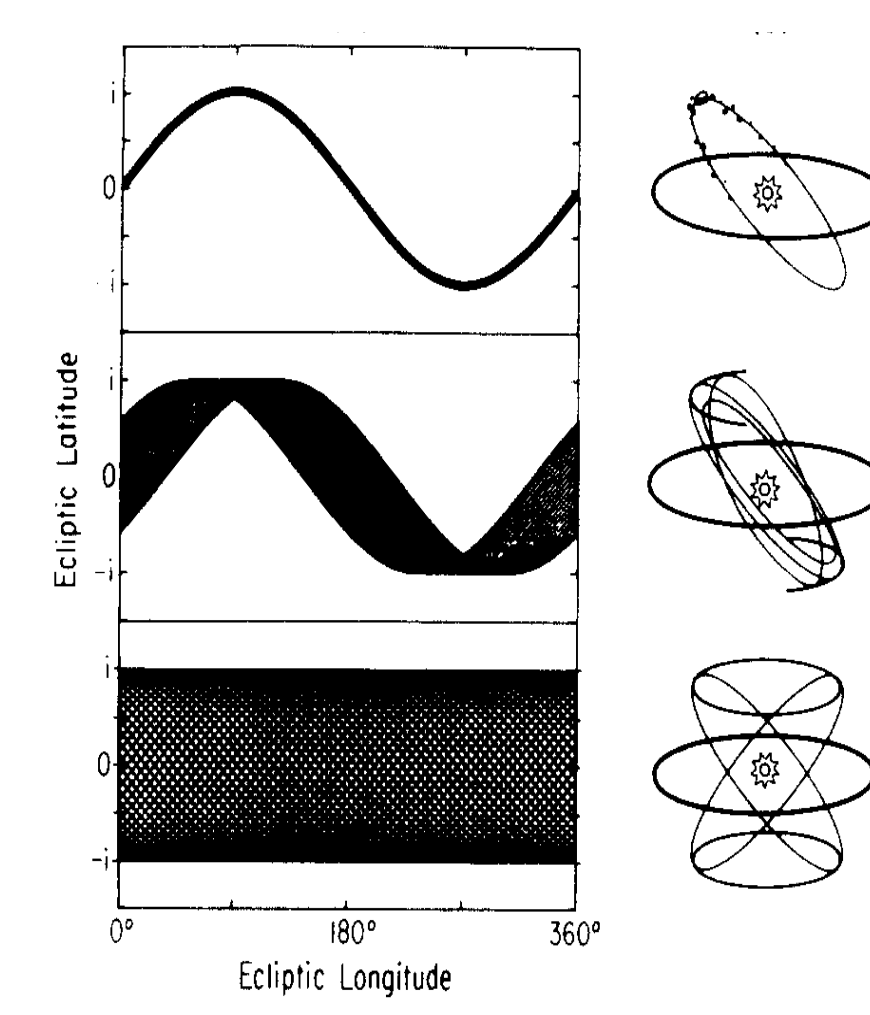
- 空間構造的には大きく分けて3成分
 - Smooth cloud
 - Asteroidal dust band
 - Circumsolar ring (trailing blob)
- DIRBE のデータを基にした Kelsall モデル (1998) が、現在は広く用いられている
- 実際は DIRBE でもモデルでは微細構造成分は綺麗に差し引けていない

Circumsolar ring



地球の進行方向よりも後ろ側の方が明るい

asteroidal dust band



- 小惑星メインベルトの中で起こった小惑星ファミリー同士の衝突がダストを放出
- 時間が経つにつれ木星の摂動を受ける事で、軌道傾斜角に応じたダストバンドのペアを作る

(Sykes+Greenberg 1986)

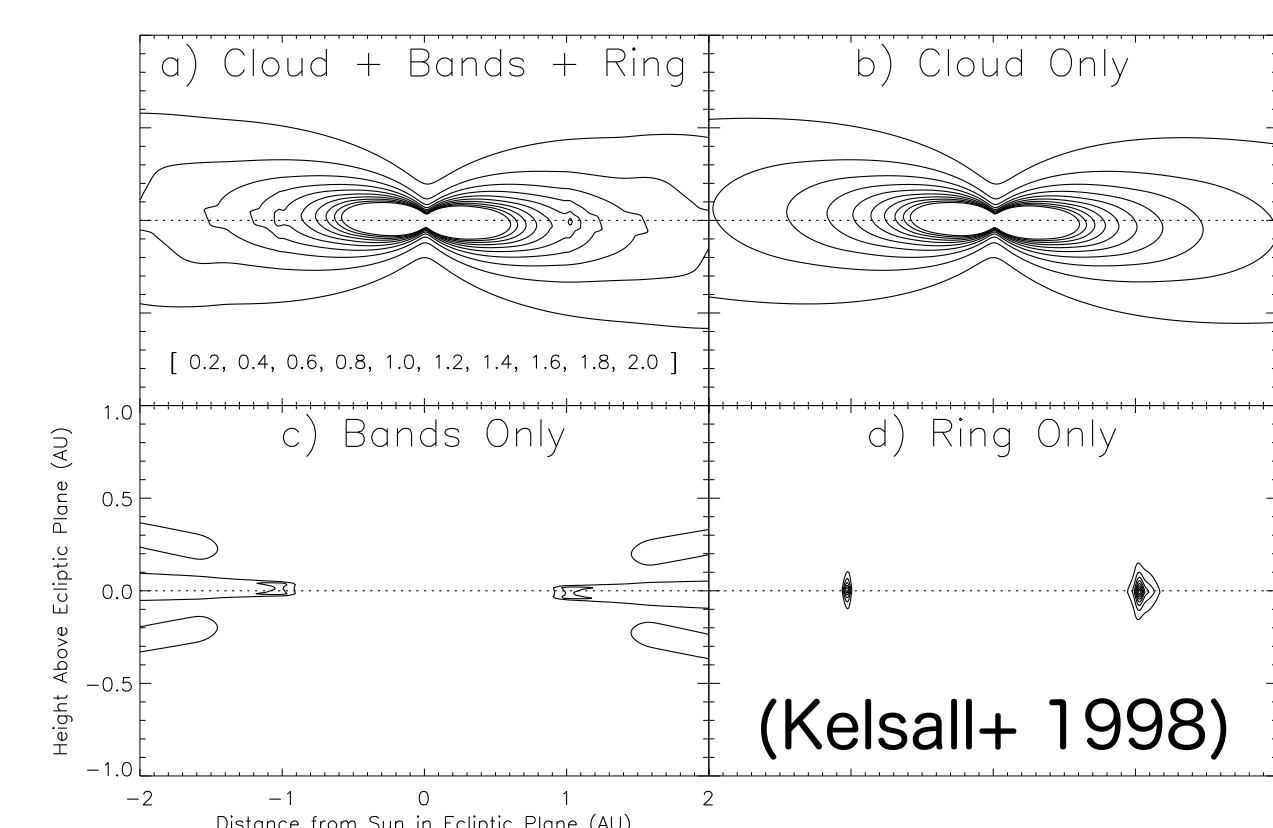


FIG. 4.—Cross-sectional profiles of the DIRBE model components, shown for a cross-section also perpendicular to the ecliptic plane: (a) all components combined, (b) smooth cloud, (c) dust bands, (d) circumstellar ring. The density contour levels used in (a) and (b) are listed in brackets at the bottom of (a), in units of 10^{-4} AU $^{-1}$. Contour levels used for (c) and (d) are a factor of 8 smaller.

[references] Doi et al., PASJ (2015); Takita et al., PASJ (2015); Kelsall et al., ApJ (1998); Wright, ApJ (1998); Gorjian et al., ApJ (2000); Dermott et al., Nature (1994); Reach et al., Nature (1995); Sykes+Greenberg, Icarus, 65, 51 (1986); Pyo et al., A&A, 523, 53 (2010); Ootsubo et al., PASJ, submitted.