

「あかり」による太陽系小天体の赤外線観測2010

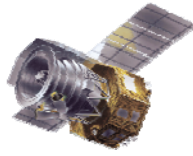


臼井文彦⁽¹⁾, 長谷川直⁽¹⁾, 上野宗孝⁽¹⁾, 大坪貴文⁽²⁾, 黒田大介⁽³⁾, Thomas G. Mueller⁽⁴⁾,
 岡村奈津子⁽⁵⁾, 杉田精司⁽⁵⁾, 廣井孝弘⁽⁶⁾, 濱田沙希⁽⁷⁾, 山口充⁽⁷⁾, 小林仁美⁽⁷⁾, 河北秀世⁽⁷⁾,
 石黒正晃⁽⁸⁾, Seung Soo Hong⁽⁸⁾, Jeonghyun Pyo⁽⁹⁾, Suk Minn Kwon⁽¹⁰⁾, 向井正⁽¹¹⁾, 他「あかり」チーム

(1) ISAS/JAXA (2) 東北大学 (3) 国立天文台 (4) MPE, Germany (5) 東京大学 (6) Brown University, USA (7) 京都産業大学
 (8) Seoul National University, Korea (9) KASI, Korea (10) Kangwon National University, Korea (11) 神戸大学

「あかり」の赤外線観測は太陽系天体の熱放射をとらえるのに非常に適している。我々は、「あかり」の液体ヘリウム冷却期間中 (Phase-1、2) における全天サーベイ観測、ヘリウム枯渇後 (Phase-3) におけるポインティング観測のデータ解析を進め、小惑星のサイズ・アルbedoや、彗星の塵や惑星間塵の組成・サイズ分布に関して多くの知見を得た。これらの観測結果について紹介する。

● 赤外線天文衛星「あかり」



- ・2006年2月22日打ち上げ (2011年1月現在も運用中)
- ・高度700km 太陽同期極軌道
- ・68.5cm冷却望遠鏡
- ・遠赤外線サーベイヤー FIS (Far-Infrared Surveyor) : 50~180 μm
- ・近・中間赤外線カメラ IRC (Infrared Camera) : 1.8~26 μm

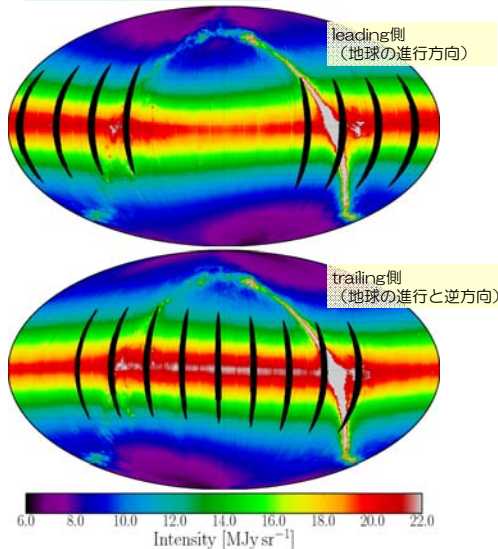
● 「あかり」による太陽系小天体の観測 (MP-SOSOS)

- ・Phase-1、2 (2006/05/08 - 2007/08/26) … 液体ヘリウム+機械式冷凍機
 - 全天サーベイ観測 (FIS、IRC)
 - 指向観測: 214回
 - 水天体+小惑星 = 46回 (22天体)、彗星 = 3回 (3天体)、黄道光 = 165回
- ・Phase-3 (2008/06/01 - 2010/02/15) … 機械式冷凍機のみ
 - 指向観測: 302回
 - 小惑星 = 151回 (69天体)、彗星 = 125回 (36天体)、黄道光 = 26回

● Phase-1、2における全天サーベイ観測

「あかり」は、過去の衛星を越える感度と空間分解能で赤外線による無バイアスサーベイを行った。我々は、その観測データで得られた全天の輝度分布から黄道光の空間分布を、抽出された点源カタログから小惑星のサイズ・アルbedoのカタログを作成した。

黄道光の分布の計測



「あかり」の全天サーベイ観測データから、惑星間空間に広く分布している惑星間塵から放射される黄道光の輝度分布を調べた。地球が1年間をかけて公転するのに合わせて観測が行われたことにより、その大域的な構造と微細構造の空間分布を調べることができる。

「あかり」の黄道光全天データは、今後の太陽系探査や太陽系外惑星系の研究にとって重要なだけでなく、宇宙背景放射や銀河系内の拡散放射を正確にとらえる際にも、前星放射として分離するために欠くことのできない基礎テンプレートを提供するものである。これまで様々な分野でIRASやCOBE/DIRBEの結果にのみ依存していた黄道光モデルを大幅に改訂し、基礎テンプレートとして世界中に提供していくことになると期待される。

図1: 9、18 μm の黄道光全天マップ。惑星間塵雲の対称面が黄道光 (地球軌道面) に対して傾いているのが見えている。黒い抜けは月干渉によるもの。

(Pyo et al. 2010, A&A 523, A53)

小惑星カタログの構築

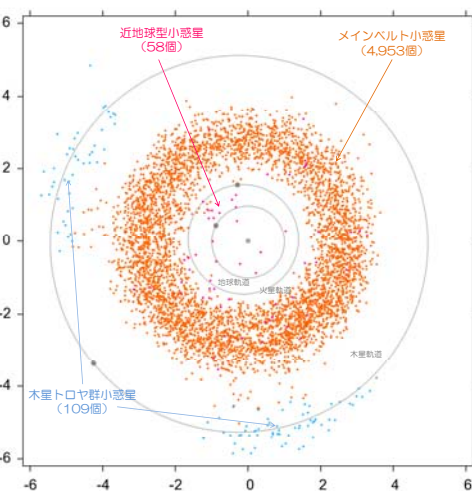


図2: 「あかり」によって同定された小惑星の2006年2月22日における黄道面上での分布。メインベルト・近地球型・木星トロヤ群の各小惑星の検出に成功した。

(Usui et al. 2011, in preparation)

「あかり」中間赤外線のサーベイデータをもとに、軌道が既知の小惑星について大きさと反射率 (アルbedo) を決定した。その数は5,120天体であり、これは従来使われていたIRASの成果の2倍にのぼる。

この小惑星カタログは、小惑星の衝突進化の過程や小惑星帯における物質分布を考える上で重要である。また、将来の小惑星探査やサンプルリターンミッションにおいてもっとも基礎的な情報を提供することになる。

● Phase-3における指向観測 (特に分光観測)

観測例が非常に限られていた彗星のCO₂分子の検出数をこれまでの約4倍に増やし、彗星のCO₂氷のH₂O氷に対する存在量から、原始太陽系星雲での彗星核周辺の温度環境など物理情報の手がかりを得た。

彗星の分光観測

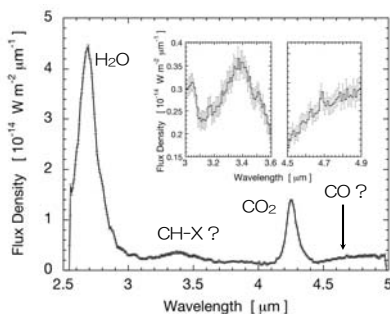


図3: ルーリン彗星 (C/2007 N3) の近赤外線スペクトル (右) 2、3、4 μm の三色擬似カラー写真 (左)。

(Ootsubo et al. 2010, ApJL 717, L66)

彗星核中の氷から昇華してくる揮発性物質の大部分を占めるH₂O・CO₂・COといった主要分子、あるいはCH₄を始めとした有機分子は、近赤外線波長域に固有の振動回転バンドを持つ。これら分子の存在比を正確に測定することは、原始太陽系星雲中の物質の化学進化・微惑星形成過程を探る重要な情報を得ることにつながる。

2.66(H₂O)と4.26(CO₂) μm 付近の強度から、H₂OとCO₂が彗星から大量に放出されていること、ルーリン彗星は他の彗星に比べCO₂が少ないことがわかった。

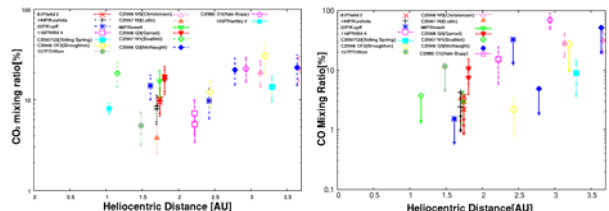


図4: 彗星13天体について、近赤外線スペクトルから求めたCO₂ (左) CO (右)の生成率のH₂Oに対する混合比を、観測時点における彗星の日心距離に対してプロットしたもの。

(Ootsubo et al. 2011, in preparation)

さらに観測を行った36天体のうち、グリズム分光 (R ~ 100 at 3.6 μm) に関しては、13彗星のスペクトルを得ることができた。これらについて、H₂O・CO₂・COのガス生成率を求め存在比を求めたところ、3AU以遠では彗星表面がH₂O昇華温度より低いために、相対的にCO₂・COの存在比が上がる傾向が見られた。現在までの解析では、オールト雲彗星と木星族彗星の間で分子の存在比に明確な違いは見られなかった。

小惑星の分光観測

小惑星69天体の分光観測も行っており、現在鋭意解析中。
 (Okamura et al. 2011, in preparation)