

「あかつき」搭載中間赤外カメラによる金星雲頂温度観測

田口 真(立教大学)、福原哲哉(情報通信研究機構)、神山 徹(産業技術総合研究所)

今村 剛、中村正人、鈴木 睦、佐藤隆雄(宇宙科学研究所)、上野宗孝(神戸大学)

岩上直幹(東京大学)、はしもとじょーじ(岡山大学)、佐藤光輝(北海道大学)、高木聖子(東海大学)

1. LIRの科学目標

「あかつき」の科学目標は金星大気ダイナミクスの理解である。そのうち中間赤外カメラ(LIR)が担当する部分は、雲頂高度温度分布のモーフロジー、風速ベクトル場の導出からスーパーローテーションのメカニズムの理解、リム観測による鉛直温度分布の導出、放射収支変動などである。もちろん、LIR 単独の観測結果から結論が得られるテーマではなく、他のカメラによるデータや地上観測データ、モデルシミュレーションと組み合わせることで、これらの課題を解決していく。

2010年12月に「あかつき」が金星周回軌道投入に失敗した直後に LIR によって得られた赤外画像から、金星雲頂温度分布が得られた。南北両極に見られるポーラーカラーと呼ばれる低温領域、ポーラーダイポールと呼ばれる高温領域が判別され、中低緯度には帯状やパッチ状の温度構造が見られた。このデータは LIR の優れたポテンシャルをアピールしたが、現象の詳細を議論するには空間解像度及びデータ量が少なすぎた[Taguchi et al., 2012]。

2. LIR の特徴

LIR は「あかつき」に搭載されている 5 台のカメラのうち、最も波長が長い中間赤外領域の撮像を担当する[Fukuhara et al., 2011]。画素数 344×260 (うち有効画素数 328×248) の非冷却マイクロボロメーターアレイを検出器として用いて、小型軽量低消費電力という特徴がある。8~12 μm のバンドパスフィルターによって検出波長領域を制限している。視野は他のカメラと同様に $16.4^\circ \times 12.4^\circ$ であるが、画素数が他のカメラよりも少ないため、1 画素が張る角度は 0.05° である。

観測対象温度が 200~250 K のとき、温度分解能 (NETD) は 0.3 K、絶対温度精度は 3 K である。

搭載している非冷却マイクロボロメーターアレイは酸化バナジウムを抵抗体素子として用いている。アモルファスシリコンを用いたボロメーターと比較すると、感度は高いが画素毎の信号オフセットのばらつきが大きいという特徴をもつ。そのため、画像を得るためには、対象物画像からシャッター画像を減算する必要がある。LIR は NETD を改善するために、複数枚の画像を重ね合わせている。シャッター画像減算前の画像の積算を一次積算、減算後の画像の積算を二次積算と呼んでいる。地上校正試験の結果から、一次積算及び二次積算の枚数がともに 32 の画像が最も NETD が小さいが、画像取得におよそ 2 時間かかる。積算無しの場合の画像取得時間は 32 msec である。

3. 金星周回軌道投入前後の LIR 運用

「あかつき」の金星周回軌道投入再挑戦を控えた 2015 年 10 月 16 日に、LIR はほぼ 5 年ぶりに電源が投入され、深宇宙撮像を試みた。LIR は正常に動作し、画像が地上に送られてきた。LIR は明るい恒星が視野に入っても写らない。得られた画像には LIR 自身からの放射が写っていた。5 年前に撮像された深宇宙画像と比較して目立った変化はなく、LIR は健全に保たれていたことが確認された。

4. 観測初期結果

2015 年 12 月 7 日に「あかつき」は金星周回軌道投入に成功した。その直後から、あらかじめ設定されていたタイムラインによる観測プログラムが実行され、金星観測が開始された。2016 年 3 月 9 日の時点で、

2016年1月31日までに取得された数十枚のLIR画像が輝度温度変換されている。

図1に示すように、2015年12月7日05h26m UTに取得された金星画像には以下の特徴的な温度構造が見られる。夕方ターミネータ付近に、南北高緯度をつなぐ弓状の低温領域とそれに続く高温領域が南北方向につながっている。この構造はその後少なくとも4日間は連続してほぼ同じ位置に存在していた。南極のポーラーダイポールが全球で最も高温を示している。低緯度領域には南北方向のストリーク状低温領域が存在している。これらの一部はほぼ同時刻に撮像された紫外画像にも認められる。高緯度領域には帯状の温度構造が見られる。

ただし、得られている金星ディスク平均輝度温度は5~10 K程度の日々変化が見られる。これは自然現象とするとやや大きいので、機器の校正の問題で現れる見かけの現象である可能性がある。早急に原因を調査して明らかにし、1年後のデータ公開に向けてデータを整理していく。

5. 今後の展望

2016年3月時点で、LIRは順調に観測を継続している。「あかつき」は観測日数2000日を目指した周回軌道に入っている。今後、定常観測に移行し、近金点付近を除いて1時間もしくは2時間毎のフルディスク撮像、近金点付近ではクローズアップ撮像やリム撮像を行う。これまでに見つかっている新しい現象について、詳しく調べ、そのメカニズムを明らかにしていく。これまで中間赤外領域の連続画像は得られたことがなかったので、今後、得られるLIR画像から新しい金星像の創出が期待される。

参考文献

- Fukuhara et al., 2011, *Earth Planets Space*, **63**, 1009-1018, doi:10.5047/eps.2011.06.019.
Taguchi et al., 2012, *Icarus*, **219**, 502-504, doi:10.1016/j.icarus.2012.01.024.

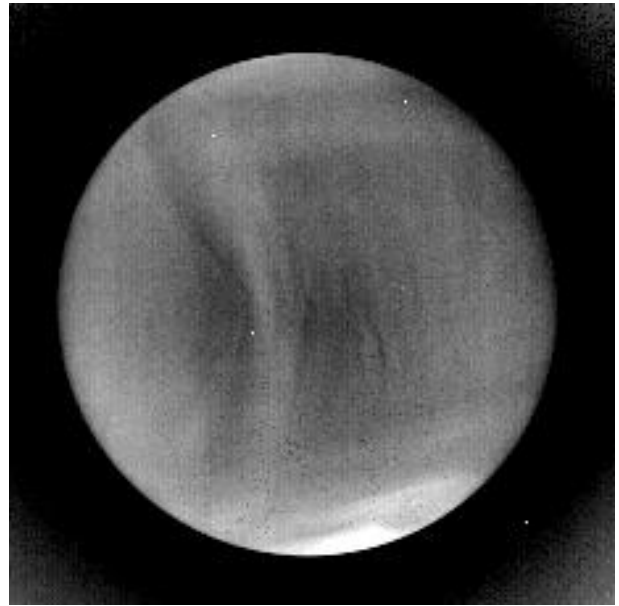


図1. 2015年12月7日、「あかつき」の金星周回軌道投入直後にLIRによって撮影された金星中間赤外画像。