

# 論文審査の結果の要旨

氏名 有松 亘

本論文は、赤外線天文衛星『あかり』に搭載された遠赤外線装置による全天サーベイ観測データを用いて、近傍 A 型星のスタック画像を作成し、標準点光源と比較した結果、恒星から数千天文単位 (au) の距離に遠赤外線の超過が見られる可能性を示した。これは、残骸円盤よりも外側に位置する低温ダストによる赤外線放射と考えることができ、太陽系におけるオールト雲に対応する現象について新たな知見を獲得した。

本論文は 6 章および補遺からなる。第 1 章は序論であり、太陽系小天体である彗星とその起源についての概要を示している。彗星は、太陽系外縁部に位置するオールト雲および散乱円盤から飛来すると考えられている。このような起源天体を彗星雲 (Cometary Source Populations, CSP) と名付け、太陽系内外における CSP の先行研究と探査について記述している。CSP は恒星から数千 au と遠いため、それらに伴うダストは低温であり、また、光学的に非常に薄い。そのため、探査には遠赤外線波長域 (50-200  $\mu\text{m}$ ) での高感度測光観測が不可欠である。

第 2 章では、本観測で用いた『あかり』衛星および遠赤外線サーベイヤー (FIS) とその全天サーベイについて記述している。本研究は、FIS 全天サーベイ観測データから作成された遠赤外 (波長 65、90、140  $\mu\text{m}$ ) の全天マップを利用している。また、近傍恒星の彗星雲に相当する距離に分布する遠赤外放射を計算し、多数の恒星画像をスタックする手法で信号雑音比を一桁以上程度向上することで、CSP からのダスト熱放射として期待される感度に達する可能性を示している。

第 3 章では、点源サイズの天体に対して正確な測光を行うための FIS マップのキャリブレーションについて詳述している。そのために微弱な点光源に対するキャリブレーションを、FIS 全天マップのデータを用いて行った。既知の赤外標準星をフラックスごとに分けてスタッキング解析を実行し、フラックスの点源からの信号特性を調べた。その結果、PSF (Point Spread Function) の動径プロファイルが、光源のフラックスに依存することなく求まることが確認された。

第 4 章では、FIS マップに対して A 型星のスタッキング解析を行った。太陽から 158 pc 以内の計 3763 の A 型星 (補遺にリスト) を選択し、距離別に 3 つのグループに分別している。このうち最も近傍 (約 16-40 pc) のグループのスタック画像に対しては、恒星からおおよそ 2600 au 以内の空間分解できていない中心領域と、その外側の円環に相当する星周領域とに分離して測光した。その結果、恒星の光球成分に対して遠赤外超過放射を持つことを発見した。超過成分の放射スペクトルは、温度約 130K、超過光度比  $4 \times 10^{-5}$  の黒体放射成分で近似され、これは既知の残骸円盤の典型的な値と一致している。さらに、残骸円盤よりもより外側の星周領域からの遠赤外放射を、2 波長において共に約  $2.5\sigma$  の有意性で検出した。単一温度の熱放射スペクトルフィットから、この超過放射スペクトルは温度約 23K、超過光度比  $10^{-5}$  の灰色体放射で近似される。また、スタック画像の輝度プロファイルは、PSF のプロファイルと比べておおよそ 120-200 秒角付近 (実距離 5000 au 相当) に超過が見られる。この新たに示唆された超過は、オールト雲に対応する天体からのダスト熱放射を検出した可能性がある。

第 5 章では、観測された低温超過成分の偽検出の可能性を検証するため、背景の赤外天体の混入や一

部の特異天体の影響を調べる考察を行った。平均値ではなく中央値でのスタッキング解析、対象を2分割したグループ別スタック、ランダム選択領域のスタック画像の測光、スタック画像の4領域の動径方向プロファイルチェックを行った。これらのいずれにおいても、偽検出であることを示す結果は得られなかった。

第6章では、観測された低温超過スペクトルはミクロンサイズの半径を持つ、総質量0.1地球質量程度のダストからの放射によって説明可能であることを示した。そのためには、観測されたダストは10-100地球質量以上の総質量を持つ天体群から供給されていることが示唆される。この質量は太陽系のオールト雲の質量に匹敵する。

このように本論文は、太陽系でみられる彗星雲構造が太陽以外の恒星系にも存在する可能性を初めて定量的に示唆したもので、原始惑星系円盤における彗星雲形成、ひいては、惑星系形成において新たな知見を与えたものとして高い学術的価値を持つ。なお、本論文は、土井靖生・和田武彦・瀧田怜・川田光伸・松浦周二・大坪貴文・片ざ宏一との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および論証を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。