

論文審査の結果の要旨

氏名 酒向 重行

本論文は2部(6章)からなり、第1部ではすばる望遠鏡中間赤外線撮像分光器(COMICS)の検出器駆動方式の改良およびデータ取得システムの改善による観測効率の飛躍的な向上実現について述べており、第2部では改善されたCOMICSおよび同じくすばる望遠鏡近赤外線撮像分光器(IRCS)を用いて行った赤外線シルエット天体の観測と、星周ディスク/エンベロープの検出およびその構造についての考察が述べられている。

第1章(第1部)では、地上およびスペースからの中間赤外線観測の現在までの進展が概観されている。つづいて、最新のアレイ検出器を用いたCOMICSの基本性能が簡潔に述べられている。

第2章(第1部)では、そのCOMICSの検出素子である320x240 Si:As IBC(Impurity Band Conduction)の当初の性能が紹介され、つづいて、以下の問題点が述べられている。つまり、明るい天体の観測時に天体およびその周囲の行と列のピクセルの信号レベルが低下し、偽の信号が発生する。論文提出者はこの残存パターン(クロストーク)の主な原因が検出器読み出し回路(ROIC-Read-Out Integrated Circuit)の中のソースフォロア回路の一時的な特性の変動であることを突き止め、これを防ぐために、1ピクセルあたり4回のサンプリング(CQS-Correlated Quadrupole Sampling)を行う等の新しい駆動方法を考案、実装してこの問題を解決した。この新検出器駆動方式は他の8mクラス望遠鏡の中間赤外線装置でも採用され、中間赤外線観測技術に大きく貢献している。

第3章(第1部)では、COMICSの検出器データ取得デバイスの改良について述べられている。旧データ取得デバイスでは、取得したデータを比較的容量の大きいメモリーボードに蓄積、一杯になった時点で転送していた。転送中はデータの取得ができない。この時間のロスが観測効率を制限していた。この問題を解決するために、メモリーボードの容量は小さいが逐次データ転送が可能な新デバイスを開発した。このデバイスはPC Linux用32ビットPCIバスデバイスであり、バスマスタとDMA転送の機能を持つ。この新転送方式の採用により、データ転送による損失時間を200画像(64MB)あたり60秒から1秒以下に短縮した。結果的に、COMICSの撮像観測における時間的ロスをほとんどなくした。

第4章(第2部)では、星周エンベロープを持つ若い天体が背景光に対して影となって見える、シルエット天体の観測的研究の現状が概観されている。ハッブル宇宙望遠鏡(HST)での発見に続く赤外線での観測の現状を述べ、特に、クラス0/1天体の赤外線観測の重要性を指摘している。

第5章（第2部）では、上述した COMICS および IRCS を用いて行われた若い星の星周ディスク／エンベロープの観測結果について述べている。HST では主にクラス2天体が検出しやすいのに対して、ここでは inflow/outflow を伴うクラス1天体に着目している。背景に明るい近赤外輻射、手前に分子雲という構造を持つ M17-S バー領域に対して、IRCS に補償光学装置を併用し、Br γ 輝線での撮像サーベイ観測を行った。その結果、数 1000AU のサイズを持つ 10 数個のシルエット天体を検出した。その中の 1 天体はフレア構造を持つ若いシルエット天体（M17-SE1 と命名）であり、エンベロープがシルエット天体として明確に検出されたのは初めてである。さらに、J, H, K', L', 11.7 ミクロン, 12.8 ミクロンの各フィルターで追観測がなされ、これらの画像データの解析から、これはおそらくクラス1天体であり、エンベロープは外部エンベロープと中心に穴を持つ内部エンベロープからなることを示した。中心星、エンベロープとともに、ダークアーム、ダークアンテナなどの詳細な構造の存在を明確に示した。さらに、ディスクの半径方向および垂直方向のダスト密度分布を簡単な関数形で表したモデルを作り、その密度分布を決定し、ディスクのダスト質量を求めた。第6章（第2部）では、COMICS の高分散分光モードを用い、[NeII] 輝線を背景光として行った、オリオン星形成領域にある3つのシルエット天体の観測結果について述べている。中間赤外線によるシルエットディスクの検出は初めてであり、この観測データから、ディスクの質量、ダストの組成等について議論している。特に、4.05 ミクロンと 12.8 ミクロンのダストによる減光の度合いがディスク半径によって変化していることから、ディスク内側でグラファイトが消失していると結論している。

以上のように本論文は、COMICS の性能向上を本質的にもたらした、赤外線天文学における重要な技術的研究（第1部）、および、若い天体（クラス1天体）の星周エンベロープを赤外線シルエットとして観測するという新しい方法を用いての、星形成直後の星周構造の重要な観測的研究（第2部）であり、高く評価できる。なお、本論文は、岡本美子、片坐宏一、宮田隆志、田窪信也、本田充彦、藤吉拓哉、尾中敬、山下卓也との共同研究であるが、論文提出者が主体となって開発、観測、解析、議論を行ったもので、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と認める。