

冷却 CCD カメラによる観測的研究

初等教育教員養成課程理科選修 金光研究室 180414 嶋田 磨佐也

1 はじめに

冷却 CCD カメラは、CCD イメージセンサを低温で動作させ、高感度・低ノイズの画像を得ることを目的としたデジタルカメラの一種である。CCD カメラでは、光入力のない状態でも信号出力があり、これを暗電流と言う。目的とする画像取得にとっては、雑音（ノイズ）の原因の一つとなり、特に天体観測など低照度長時間露出の場合に問題となる。これは、温度が高いほど大きな影響があるため熱雑音とも呼ばれる。CCD を冷却することによってこの熱雑音を減らし、高 S/N 比・低ノイズの画像を得る。というのが大まかな原理である。

このように多くの天文家に愛用されている冷却 CCD カメラを使って、天体画像の取得から画像処理の手順を確立し、フィルターをかけることにより目的の天体から特定の光を取り出す。また、星雲・星団を撮影し画像処理することで、昨年まで使用していた CCD 冷却カメラによる撮像との比較・研究を行うことが本研究の目的である。

2 観測装置・データ処理ソフト

望遠鏡

望遠鏡	メーカー	口径	焦点距離	視野
カセグレン反射望遠鏡	三鷹光器 GNC-40	400mm	5200mm	25mmの接眼鏡で13.8'

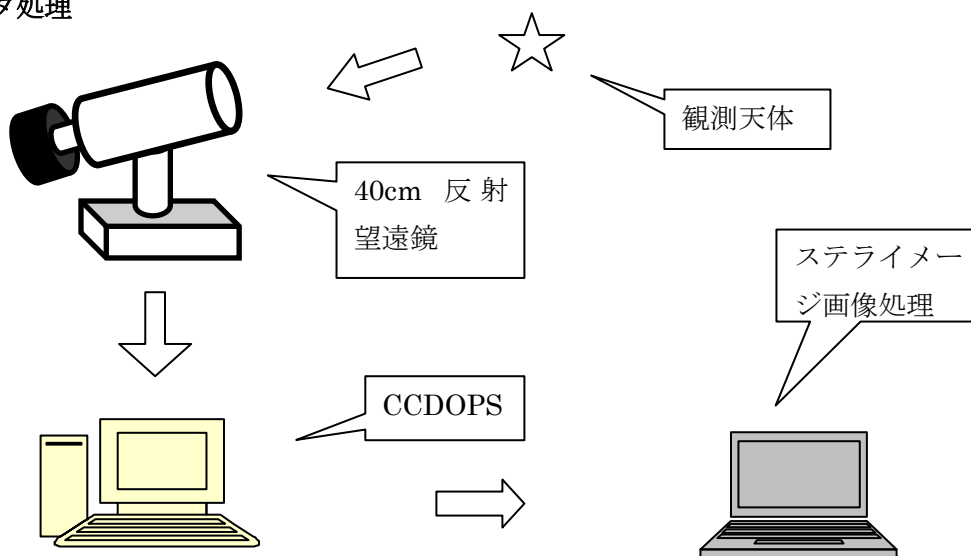
観測装置

カメラ	メーカー	画素数	AD変換
冷却 CCD カメラ	SBIG社 ST-7 E/XE	765×510 (39万画素)	16ビット

データ処理ソフト

- ・ CCDOPS (ST-6 専用コントロール・画像処理ソフト)
- ・ ステライメージ ver.6 (アストロアーツ社)

3 データ処理



4 画像処理の方法

① ダーク・フラット補正

オブジェクトフレームには、観測天体とノイズ成分を含んでいるため、オブジェクトフレームからダークフレームを引くことでノイズ成分を除去する。今回はここまでの過程を CCDOPS で自動的に行った。さらに、CCD 各画素の感度ムラを除去するためにフラットフィールド補正を行う。フラットフィールドのオブジェクトフレームからダークフレームを自動的に引き、ノイズを除去した画像で先ほどの観測天体のノイズを除去した画像を除算する。

② ホット・クールピクセル除去

ダーク/フラット補正後に残った輝点・黒点を取り除く。

③ 階調

明るさを調整する。フィルターごとの違いを比較するために天体ごとに数値を揃えた。

④ 3Dグラフ

階調後の画像の明るさを3Dのグラフで表示。

5 観測天体

観測天体	フィルター	観測日	露出時間 (S)	温度 (°C)
M57 (星雲)	N	2009/9/7	60.0	-9.8
M57 (星雲)	B	2009/9/7	60.0	-10.2
M57 (星雲)	G	2009/9/7	60.0	-9.8
M57 (星雲)	R	2009/9/7	60.0	-10.2
M31 (銀河)	N	2009/12/7	300.0	-20.0
M31 (銀河)	B	2009/12/7	300.0	-20.4
M31 (銀河)	G	2009/12/7	300.0	-20.0
M31 (銀河)	R	2009/12/7	300.0	-20.0
M42 (星雲)	N	2009/12/14	60.0	-20.0
M42 (星雲)	B	2009/12/14	60.0	-20.0
M42 (星雲)	G	2009/12/14	60.0	-20.0
M42 (星雲)	R	2009/12/14	60.0	-20.0

星雲とは分子ガスや原子ガス、プラズマなどの星間物質が輝いている天体。散光星雲、暗黒星雲、超新星残骸、惑星状星雲がある。散光星雲は可視光によって観測できる比較的広い範囲に広がったガスや宇宙塵のまとまりである天体で、M42 が代表的である。質量が太陽の 0.5 倍以上 8 倍以下の恒星になるといわれている。また、惑星状星雲は超新星にならずに一生を終える恒星が、赤色巨星となった際に放出したガスとして輝いているもので、M57 が代表的である。

銀河は、数百億から数千億個の恒星や星間物質が重力的にまとまってできている天体である。小宇宙あるいは島宇宙ともいう。M31 はアンドロメダ銀河とも呼ばれ、アンドロメダ座に位置する目視で確認可能な渦巻銀河である。

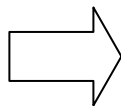
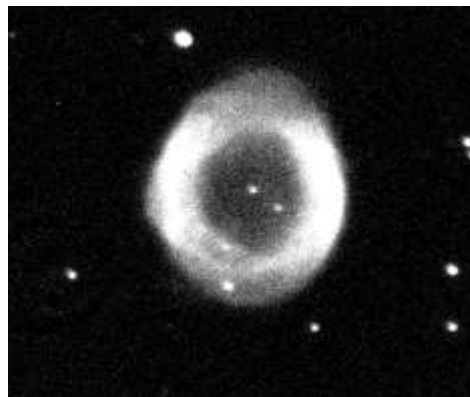
6 天体の画像と画像の3Dグラフ (過去の画像との比較)

M57 (リング星雲)

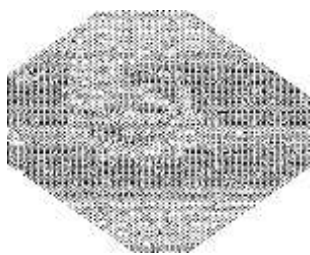
<去年>



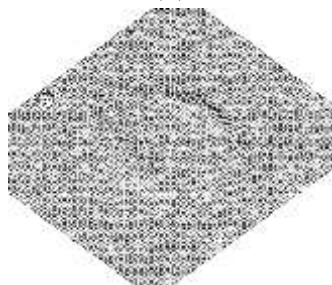
<今年>



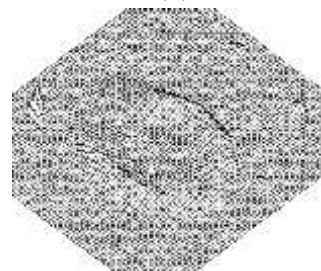
(B)



(G)



(R)

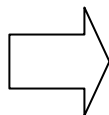


M31 (アンドロメダ銀河)

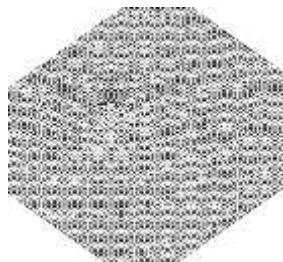
<去年>



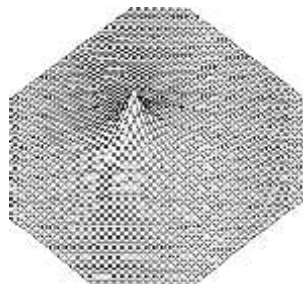
<今年>



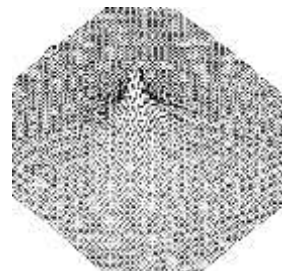
(B)



(G)



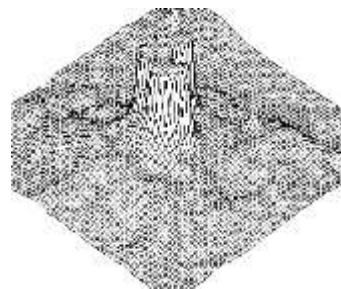
(R)



M42 (オリオン大星雲)



(R)



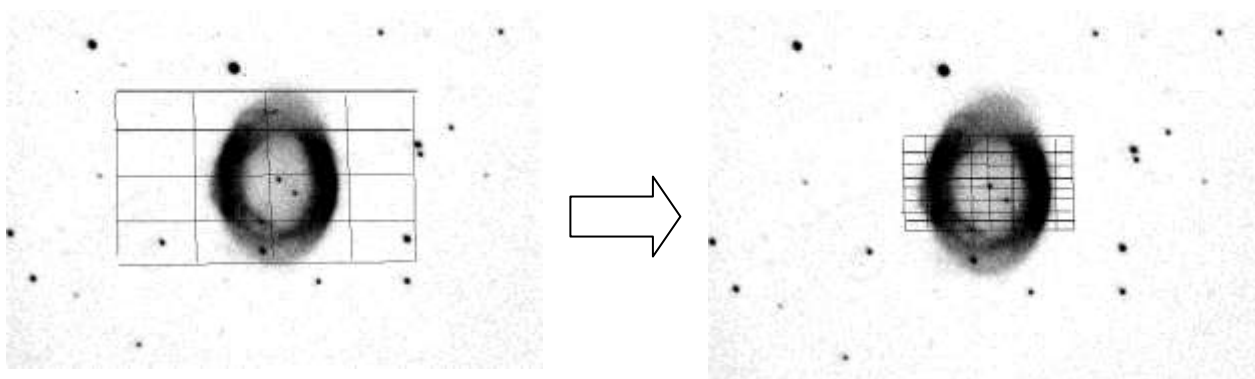
7 CCD 冷却カメラの比較

	メーカー	CCD のサイズ	画素数	画素サイズ
去年	SIBG 社 ST-6	8.6×6.5mm	375×242 (9 万画素)	23×27 μ
今年	SIBG 社 ST-7 E/XE	6.9×4.6mm	765×510 (39 万画素)	9×9 μ

8 まとめと考察

今回は星雲、銀河を取り上げ、M57、M31、M42の観測を行った。フィルターごとの3Dグラフを見ると、どの天体もB、G、Rの順に明るさが増していることがわかる。今後はそれぞれ複数の天体について調査し、またより細かく波長に分解する分光器を使うことにより、より詳しいデータを得ることができ、星雲、銀河のそれぞれの特徴について理解を深められると考える。また、新しい冷却CCDカメラを使い撮影を行ったが、去年までのカメラと比べると画素数が上がっているので、より細かく天体を撮影することができる。しかし、視野が狭くなっているため、大きな画像を撮ることには向かないと考えられる。

(イメージ図)



今後の課題としては、冷却CCDカメラの画素数が39万画素と少ないものであり、視野も狭いことが挙げられる。現在、SIBG社の冷却CCDカメラでは420万画素のものなどもあり、このような機器を本学にも導入することで、さらなる発展ができると考えられる。