

岡山中間赤外線雲モニタのファーストライト

柳澤顕史、清水康広、浦口史寛、岡田則夫、岡田隆史、小矢野久 (国立天文台)

平成 14 年 9 月 25 日

1 はじめに

岡山天体物理観測所における「観測の自動化」と「夜間天候の客観的な記録」を目的として、中間赤外線全天雲モニタの製作を行なっている。岡山天体物理観測所においては、可視光の夜間天候のモニタは、浦口・他(2000)[1]により製作され、現在定常運用されている。Web ブラウザで画像を確認できるため、場所を選ばず画像を見ることが出来る点や、これまでのように寒い屋外において暗闇に目をなじませ目視による雲の確認をする必要がなくなったため、多くのユーザーがこれを利用し、高く評価をしている。

しかし、この可視光全天モニタで残念なのは、空の曇り具合を定量的に判断するのが困難な点である。可視光モニタは雲を散乱光として捕らえるために、光源である都市光や月の明るさの変化すると、同じ光学的厚さの雲であってもその表面輝度は著しく変化してしまう。そのため、観測の自動化の補助に可視光全天モニタを利用するのは困難な状況である。そこで、雲の量を把握するために、雲自身が放射する赤外線を利用しようというのが、中間赤外線雲モニタのアイデアである。中間赤外線の画像は、都市光の散乱や、月の光の影響を殆ど受けることは無いので、雲量の定量的把握がより容易に実現できる。

このアイデアは、これまでに SDSS(Hull, Limmongkol & Siegmund 1994 ([2])) や MAGNUM のグループ(菅沼正洋 修士論文(東京大学) [3])によりそれぞれ独立に実用化され、実際の観測に利用されている。このたび我々が採用したシステムは、MAGNUM グループが製作したものと同じで、これは市販の中間赤外線カメラとパノラマミラーを利用したシステムである。市販の中間赤外線カメラの視野角は、もっとも焦点距離の小さなレンズを使用してもせいぜい 30 度程度で全天のモニタには不十分である。そこで、その機能を補うのが凸面鏡によるパノラマ反射光学系である。この波長域のレンズ材であるゲルマニウムを用いて魚眼レンズを開発すると費用は数千万円になると推測されるが、それを二桁程度小さな価格で同等の機能を実現できるのが、MAGNUM グループの開発したパノラマ光学系の優れた点である。

2 システム構成

我々の目標とするシステムは次のようなものである。まず、可視カメラと同様に画像は Web ブラウザで確認できるようにしたい。さらに、観測を自動化するために、任意の方向の雲量を把握し、ネットワーク経由の問い合わせに対して返答できるシステムとしたいし、定期的に取り得した複数枚の画像を相関処理することで数分後の晴天箇所を予測できるものとしてほしい。また、このシステムを長期間運用するにあたり、安定に動作する必要がある。以上の理由から、画像データの取り込

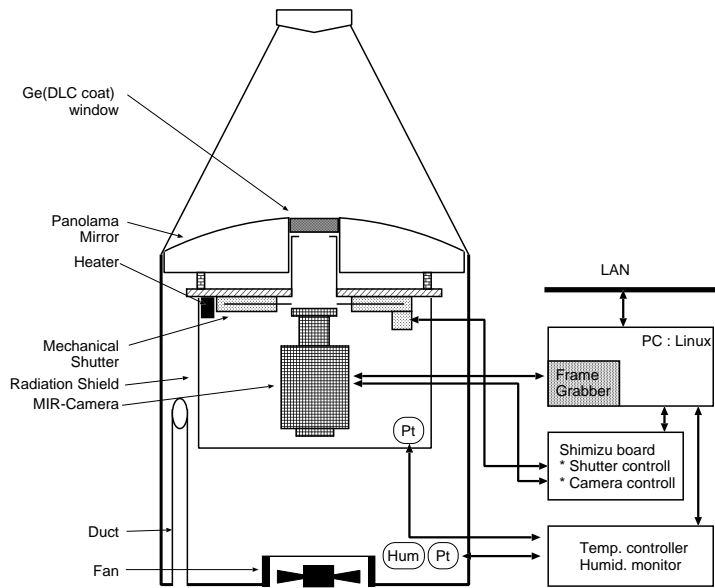


図 1: 岡山中間赤外線雲モニタのブロック図

みから処理を PC(Linux) で行なうこととした。画像は後の処理を考えて FITS でとりこみ、アーカイブを行なう。ブロック図を図 1 に示す。

カメラは、非冷却中間赤外カメラの中でも低価格な三菱サーマルイメージャ(IR-U300M1S)を採用した。一般に赤外の画像は高い背景光レベルに弱い信号がのっているコントラストの低いものである。そのためこのカメラは、ゲインと背景光レベルを自動調節して適切な標示レンジで出力できるようになっている。しかし、このオート制御では空の最も冷たい部分はこの標示レンジの下限以下となってしまう情報が損なわれてしまうことや、背景光レベルを我々が把握しておきたい等の理由により、マニュアルでゲインと背景光レベルを調整することとした。この外部制御には、当観測所で開発された清水ボードを利用している。出力された NTSC(RS-170) 信号は、サイバーテックのフレームグラバ(CT-3000A)で、10-bit で取りこみ、オプションの加算器で 64 回加算平均して取りこんでいる。画像取得に必要な時間は 1 sec 程度である。

画像の背景光レベルの変化を小さく押さえる目的で、カメラは恒温槽の中に入れることにした。中間赤外線カメラは自身の温度変化に伴い取得された画像背景光量が変化する。また、カメラには周囲の壁からの輻射が直接入射するため、周囲の温度変化も画像の背景光量に寄与する。これは、雲量を正しく把握するために障害となるので、カメラは恒温槽にいれることとし、その温度は季節毎に変化させることとした。温度は白金温度センサによって測定し、温度コントローラでチューニングを行なう。恒温とは言っても、真空容器に入れるわけではないので、周囲の温度変化に伴う、背景光レベルの変化を小さくすることで許容する。温度コントローラと PC は RS232C で連結し、温度を読み取れるようにした。

カメラの仕様で、動作中の温度が摂氏 40 度を超えてはならないことになっている。そこで、気温をモニタし必要に応じてファンをまわして外気を取り入れるようにしている。

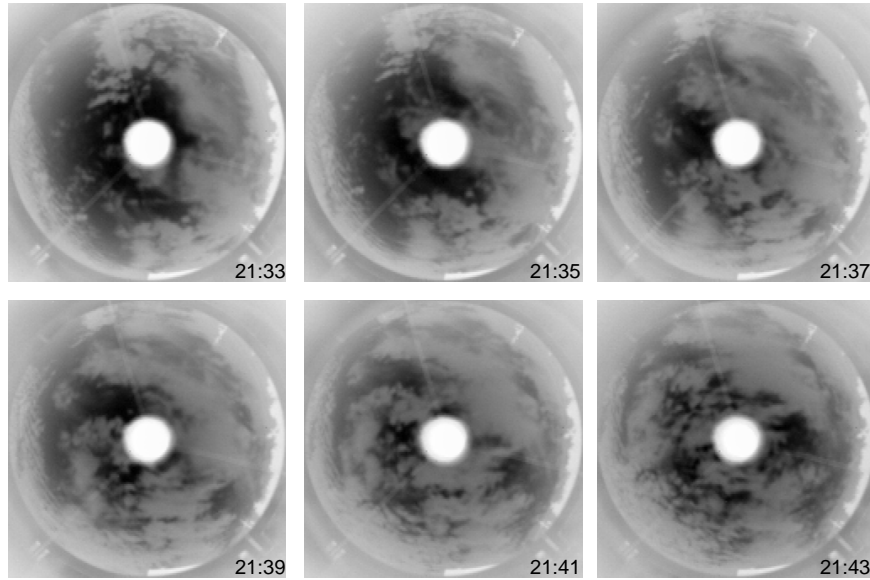


図 2: ファーストライトで得られた連続取得画像 (2002 年 9 月 18 日)

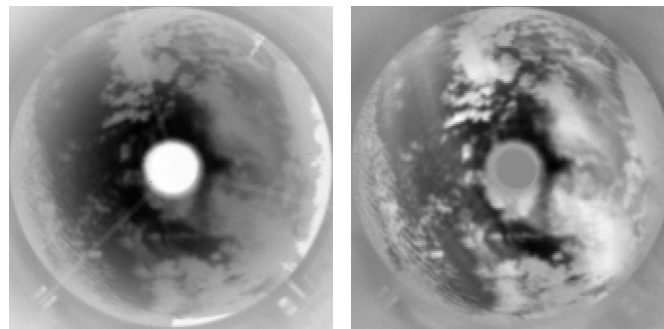


図 3: 生画像 (左) と処理画像 (右) の比較

3 岡山中間赤外線雲モニタの画像

2002 年 9 月 18 日にファーストライトを得ることに成功した。図 2 はその時得られた画像で、21 時 33 分より 2 分おきに取得した生画像をならべたものである。雲が画面右下より左上にむけて流れているようすが確認できる。さらに、取得した画像を平均し、観測画像より差し引いた処理画像を作成すると、生画像では見にくかった高層のシラスまでよく見えることも分かる (図 3 参照)。

また、図 4 は快晴の晩に得られた可視画像と中間赤外画像を比較したものである。注目して頂きたいのは、画面左下にみられる月周辺のうつり具合である。可視画像では、地球大気による散乱により月の周りの情報が損なわれてしまっている。一方、中間赤外画像では月の周りもよく見えており、情報は損なわれていない。

このように、中間赤外線雲モニタは夜天候を豊かに記録しており、観測の自動化と客観的記録に役立つ装置であることが伺える。

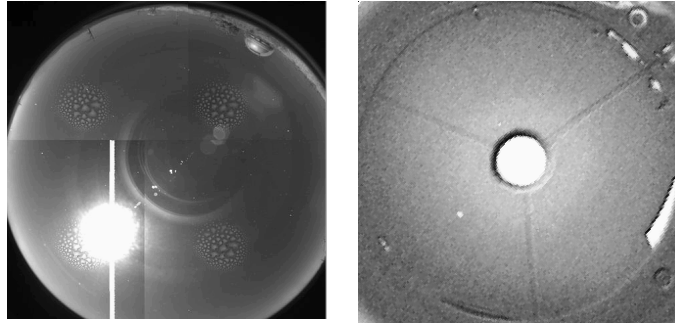


図 4: 可視画像と中間赤外画像の比較 (2002 年 9 月 23 日)

4 応用と今後の予定

連続取得した複数枚の画像について 2 次元画像相関をとると、雲の動きを知ることができ、数分後の空のようすが推測できる。この予測が実現すれば、雲の無い天域を予測して望遠鏡を試行させて観測することが可能となる。現在岡山天体物理観測所では「岡山超広視野近赤外線カメラ (OAOWFC) による銀河面モニタ計画」を推進している。この計画では、典型的な露出時間は約 2 分なので、中間赤外カメラの天候予測機能を利用して観測効率を向上させることができると信じている。

さて、今後は装置を組み上げて 2002 年 10 月末より連続試験観測を行う予定である。半年の試用を経て、本格的な公開に踏み切りたいと考えている。ご期待頂きたい。

5 謝辞

東京大学大学院の菅沼正洋氏には、自身の MAGNUM 用中間赤外線雲モニタの開発経験をお話しいただきました。これは岡山用中間赤外線雲モニタの開発をするうえで、大変有益でありました。ここに感謝いたします。また、このモニタを企画・製作された MAGNUM グループの方々に敬意を表したいと思います。

参考文献

- [1] 浦口 史寛、吉田 道利、清水 康広、岡田 隆史 (2000), ”岡山天体物理観測所スカイモニターの開発”, 国立天文台報, 4, 181.
- [2] Hull, Limmongkol, Siegmund (1994), “Sloan Digital Sky Survey cloud scanner”, Proc. SPIE, 2199, 852
- [3] 菅沼正洋 (1999), ”MAGNUM 天文台用雲監視装置”, 東京大学修士論文