

観測装置 AROMA-N における新しい観測ネットワークシステムの作成

川村 大地 (青山学院大学大学院 理工学研究科)

Abstract

青山学院大学吉田研究室では相模原キャンパス L 棟屋上に設置した口径 30cm の望遠鏡を用いて可視光領域における時間変動天体の即時追観測及びモニター観測を主目的とした、観測装置 AROMA-N を開発運用している。先行研究により GRB(ガンマ線バースト) 残光の追観測システムが導入されており、GRB の発生時には即時観測出来るようになっている。また、突発天体の発生時以外では既知の変光天体を複数のスクリプトを使用した自動観測システムを用いて観測を行っている。しかしこの自動観測システムは、望遠鏡、ドーム、CCD の冷却等の操作がそれぞれ独立したプログラムによって制御されているため、複雑な構成となっており、人間が多く作業する必要があるため、観測効率を上げることが難しかった。そこでこれらの複雑なシステムを簡略化し、さらに Web 上での管理、観測を可能にすることにより容易に観測を行うことが出来るソフトウェア、ACP を使用した新しい自動観速システムの導入を行っている。本発表では観測装置の概要、システム、そして ACP を使用した新しい観測ネットワークシステムの概要と導入と今後の展望について述べる。

1 AROMA

AROMA とは AGU Robotic Optical Monitor for Astronomical object の略称で、青山学院大学相模原キャンパス L 棟屋上に設置した口径 30cm の望遠鏡と冷却 CCD を使用した 10 分角の狭い領域を深くを観測する AROMA-N(Narrow) とデジタル 1 眼レフカメラ 12 台を使用した $45^\circ \times 30^\circ$ の広い視野を浅く観測する AROMA-W(Wide) の 2 つの観測装置を用いて様々な天体を観測するシステムの総称である。以下に AROMA-N を構成するハードウェアを記述する。

1.1 ハードウェア及び制御

1.1.1 望遠鏡

AROMA-N に使用している望遠鏡は Meade 社製の LX200-30GPS である。有効径は 30cm であり、この望遠鏡はアマチュア天文家の間で多く使用されており、民生用のため比較的安価で購入できる。



図 1: 観測に使用する口径 30cm の望遠鏡及び赤道儀 (Meade LX200-30GPS)

1.1.2 冷却 CCD カメラ

AROMA-N では、CCD カメラは SBIG 社製の ST-9XE を使用している。ST-9XE に使用されている CCD チップ KAF-0261E の量子効率を図 2 に示す。

1.1.3 ジョンソンフィルターとフィルターホイール

AROMA-N では、ジョンソンフィルターの B,V,R,I バンドの 4 つのフィルターにクリアフィルターを加えた 5 つのフィルターを使用している。

CCD の量子効率と波長透過率を合わせた最終的な観測効率を図 3 に示す。波長透過率を CCD の量子

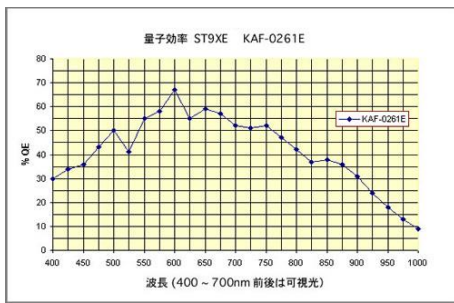


図 2: CCS チップ KAF1602E の量子効率

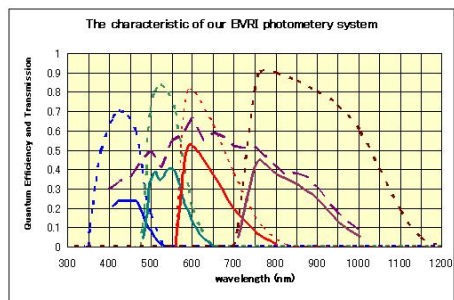


図 3: CCD とフィルターを合わせた各バンドにおける最終的な観測効率 (点線は各バンドの波長透過率、実線は各バンドにおける最終的な観測効率)

効率とともに考えたときに、最も観測効率が高いのは R バンドとなる。

1.1.4 観測ドーム

AROMA-N では望遠鏡を格納するのに図??のような、ヒューマンコム社のコスモスタードームという天体ドームを使用している。ドーム型にすることによって風による望遠鏡のブレを防ぐことが可能になる。

1.2 観測システム

AROMA-N において、突発天体や周期的変光星をはじめとする時間変動天体を観測するために先行研究で構築されたシステムについて紹介する。

1.2.1 ガンマ線バースト追観測モニターシステム

GRB の残光の強度は時間のべき乗で急速に減少してしまうことから、残光を捉え GRB の謎に迫るためには GRB 発生直後から迅速な追観測を行う必要がある。AROMA-N には早期残光を捉えるために GRB 残光追観測システムが構築されている。

1.2.2 可視光変光天体モニターシステム

GRB をはじめとした突発現象は頻繁に起るわけではなく、観測自体も受動的である。そこで GRB の追観測をしていない時間を有効に活用し積極的に観測するために周期的変光星を自動観測するための可視光変光天体モニターシステムが構築されている。

2 ACP を用いた新しい観測ネットワークシステムの作成

2.1 目的

前章で紹介した可視光変光天体モニターシステムには多くの観測条件を毎回書き込まなければいけなく、毎日数多くの天体を観測しようとする大変であり、さらに望遠鏡、ドーム、CCD の冷却の操作がそれぞれ独立したプログラムによって制御されているためシステムの構造が複雑になっている。そのためこれらの問題を改善し AROMA-N での観測を容易に行えるようにし、観測の効率をあげることで、宇宙で起こる興味深い現象を捉えるという目的のもと私は既存のソフトウェア ACP を用いた新しい観測ネットワークシステムの導入を行っている。

2.2 ACP

ACP(Astronomer's Control Panel) とは遠隔操作での自動観測を容易に行い、システムを単純化し安全かつ快適に観測を行うために Robert Bob Denny が開発したソフトウェアである。(http://acp.dc3.com/index2.html/) 観測におけるすべての操作を一元化して行うことができるうえ、Web 上で撮影した天体を即時に視覚することや、観測天

体の位置や望遠鏡の向いている方向を随時確認することができる。さらに、Web から観測スケジュールを望遠鏡に送ったり、直接望遠鏡を制御することも可能である。

2.3 ACP の構造

ACP の構造を図 4 に示す。

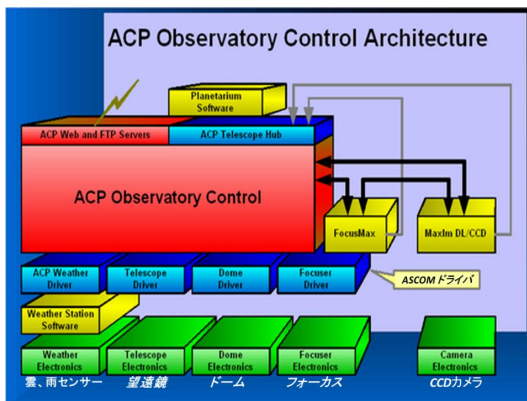


図 4: ACP の構造

ACP の構造の特徴としては以下の様なものが挙げられる。

- ACP は自動操作における中心核となっている
- ACP からの命令は基本的には ASCOM ドライバを介してそれぞれの観測デバイスに送られる
- CCD カメラの制御は ACP から MaxIm DL というソフトウェアを介して命令が送られる

2.4 新システムの利点

新システムの利点としては次のようなものが挙げられる。

- 自動位置補正 - テストイメージ撮影し、観測を行う天体がイメージの中心からずれている場合は天体がイメージの中心に来るように補正を行う。
- Web インターフェイス - Web 上でのアクセスが可能となっており、どんな場所からでも ACP を制御し、観測を行うことが可能となっている。

- 観測スケジュールの自動化 - 観測したい天体の情報と観測プランをデータベースに入力しておくだけで、その時最も観測条件の良い天体を自動的に探しだし観測する。

3 新システムの導入

新システム導入の際に新たにこのシステムに組み込んだハードウェアを紹介する。

3.1 MaxImDL

Diffraction Limited 社が販売している MaxImDL はイメージの撮影や CCD カメラの冷却、カラーフィルターの設定など CCD カメラを PC 上で制御するためのソフトウェアでアマチュアの間で広く使われている。(http://www.cyanogen.com/maxim_main.php/)

3.2 雲センサー

雲センサーは Lunático Astronomía 社の AAG CloudWatcher cloud detector を導入した。この雲センサーは空の温度と地表面付近の温度を比較することにより雲量を決めている。温度差が大きい場合は晴れた空を示すが、温度差が小さい場合は雲がかかっていることを示している。また空の温度は波長が 8 14 マイクロメートルの赤外線量を測ることで決定している。

雲センサーの赤外線量の計測図を図 5 に示す。

3.3 ドームコントロール基盤の取り付け

ACP でドームをコントロールするためにはドライバに対応しているドームコントロール基盤が必要である。AROMA で使用しているヒューマンコム社のコスモスタードームはドライバに対応していないので、ニッシンドーム社のドームコントローラ装置 (MZM-001) をヒューマンコム社のドームに対応できる仕様にニッシンドーム社に改良してもらいドームを ACP で制御することを可能にした。

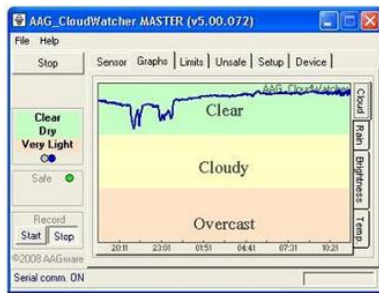


図 5: 雲センサーの赤外線量計測図 (値が Clear の範囲にあると観測を行い、それ以外の Cloudy や Overcast の範囲にあるときは観測を中断する。さらに右側のタブで雨や明るさ、温度のグラフに切り替えることができる。)

3.4 オートフォーカサー

AROMA では Technical Innovations 社の RoboFocus を使用している。これは MEADE 社のフォーカスマウントは後ろに物を置くことができないため、フォーカスのつまみを自動的に動かす RoboFocus を使用することにした。これにより観測を行うとき、撮影する前に自動でピント調節を各バンドごとに行う。

4 まとめと今後の展望

4.1 まとめ

様々な可視光変光天体を開発の観測を行うために吉田研究室では観測装置 AROMA-N の開発運用を行っている。本発表では AROMA-N において指定された複数の天体に対して自動で観測を行う可視光変光天体モニターシステムの改善を行い、システムを単純化して観測を容易に行うために、ACP を用いた新たな観測ネットワークシステムの導入について報告した。AROMA-N とは青山学院大学相模原キャンパス L 棟屋上に設置した口径 30cm の望遠鏡と冷却 CCD を使用した観測装置である。この AROMA-N では新しい観測ネットワークシステムの導入を行っており、この新システムは観測におけるすべての操作を一元化して行うことができる ACP(Astronomer's Control Panel) というソフトウェアを用いることに

より従来に比べ、リストの簡易化、システムの単純化に加え、Web 上で管理を行うことができること、さらには自動位置補正を行うことができることというものである。CCD カメラを PC 上で制御するためにインストールした MaxImDL や新たに空に雲がかかっているかを確認できる雲センサー、ACP でドームを制御するために導入したドームコントロール基盤、自動でピントを調節する Forcuser の導入を行ったことを紹介した。

4.2 今後の展望

今日まで行ってきた作業により ACP を用いた自動観測のシステム構築は完了した。今後は以下の作業を行っていきたいと考えている。

- GRB 追観測システムとの連動を行い GRB が発生した場合に優先的に GRB 残光の観測を行うようにする。
- Fermi の LAT(large area telescope) でガンマ線領域でモニター観測しているブレーザーを AROMA-N でも可視光モニター観測を行う。
- 自動観測スクリプトを作成しモニター観測をしている時間変動天体の光度曲線を即座にユーザーが見れるようにする。

5 参考文献

- 『ACP Observatory Control Software』
(<http://acp.dc3.com/index2.html/>)
- 『AAG CloudWatcher cloud detector Lunático Astronomía』
(<http://tienda.lunatico.es/AAG-CloudWatcher-cloud-detector-1/>)
- 『ようこそニッシンドームへ』
(http://www.nisshindome.com/dome_driver.html/)
- 『Technical Innovations RoboFocus』
(<http://www.robofocus.com/home.htm>)