

105cmむりかぶし望遠鏡による太陽系小天体 とガンマ線バースト残光の観測

花山秀和¹⁾・福島英雄¹⁾・渡部潤一¹⁾・宮地竹史¹⁾・河合誠之²⁾
・太田耕司³⁾・黒田大介¹⁾・柳澤顯史¹⁾・磯貝瑞希⁴⁾・吉田二美¹⁾

¹⁾ 国立天文台 ²⁾ 東京工業大学 ³⁾ 京都大学 ⁴⁾ 京都産業大学

Observation of Minor Planets with Murikabushi 105cm Telescope

Hidekazu HANAYAMA¹⁾, Hideo FUKUSHIMA¹⁾, Jun-Ichi WATANABE¹⁾, Takeshi MIYAJI¹⁾, Nobuyuki KAWAI²⁾, Kouji OHTA³⁾, Daisuke KURODA¹⁾, Kenshi YANAGISAWA¹⁾, Mizuki ISOGAI⁴⁾, Fumi YOSHIDA¹⁾

Abstract

At Ishigakijima Astronomical Observatory (IAO), observations of GRB afterglows and minor planets have been performed with MITSuME (Multicolor Imaging Telescopes for Survey and Monstrous Explosions) instrument on Murikabushi 105cm telescope. Since IAO is located near the Tropic of Cancer, the site is more suitable for the observation around the zodiac than mainland of Japan. Atmosphere of the site is not affected by jet stream and a scintillation of stars is well suppressed. IAO was built in January 2006 and has been operated as a sub-project of Mizusawa VLBI Observatory. In April 2008, MITSuME instrument for observation of GRB afterglow is mounted on the Cassegrain focus of the telescope. MITSuME instrument consists of 3-CCD cameras for simultaneous photometry of g'-, Rc-, and Ic-bands. In this meeting, we talk about the situation with the previous observations and the future works for minor planets at IAO.

Key Words: GRB, comets, minor planets, asteroids, solar system

1 はじめに

石垣島天文台では、口径105cmむりかぶし望遠鏡とMITSuME 3色同時撮像カメラを活用したガンマ線バーストの残光の即時観測や、彗星、小惑星などの太陽系小天体の観測的研究が推進されている。石垣島天文台は国立天文台水沢VLBI観測所のサブプロジェクトとして2006年4月に完成し、2008年4月にはGRB即時観測を目的としたMITSuME 3色同時撮像カメラが望遠鏡のカセグレン焦点に搭載された。本研究会では石垣島天文台でのこれまでの観測状況を紹介するとともに、現在取り組んでいる太陽系小天体の観測や今後の観測計画に関して報告する。石垣島天文台は、国立天文台、石垣市、NPO八重山星の会、石垣市教育委員会、県立少年自然の家の5者の連携のもとに運営される天文台として2006年4月にオープンした日本最西南端の天文研究観測施設である。沖縄県石垣市の前勢岳（まえせだけ）の山頂に建設され、経緯度・標高はそれぞれ北緯24度22分01秒、東経124度08分21秒、標高201m（世界測地系、望遠鏡位置）である。北回帰線付近にあり、日本本土より10度以上緯度が南にあるため、石垣島では88



図1 石垣島天文台の外観 [撮影：福島英雄]

星座中84星座を見ることができる。このような位置的条件から、石垣島は赤緯の低い天体の観測、特に黄道付近の太陽系小天体の観測に関しては本土よりも適しているといえる。また、ジェット気流の影響が少なく、大気が安定しており、シーリングは平均1.5秒角、良いときで1秒角前半、悪くても2秒角後半である。一方、天候と湿度を考慮した観測可能率は1割から2割程度となっている。これは、夏場は晴天率が高いものの湿

105cm むりかぶし望遠鏡による太陽系小天体の観測

度が非常に高く、冬場は逆に湿度は高くないが晴天率が低いといったことが背景にある。石垣島天文台ではオープン当初より現地スタッフとして国立天文台の研究員1名が常駐し、観測的研究を行うとともに望遠鏡の管理・保守作業なども行っている。

2 105cm「むりかぶし」望遠鏡

石垣島天文台の2階のドーム内には有効口径105cm、西村製作所製の光学望遠鏡があり、公募により「むりかぶし」と名づけられた(図2)。「むりかぶし」とは「すばる」のこと、石垣島を含めた八重山地方におけるすばるの呼称である。むりかぶし望遠鏡は九州・沖縄地方では最大の有効口径を持つ光学望遠鏡であり、仕様はリッチャー・クレチアン式、合成口径比F12、架台は経緯台方式である。望遠鏡には研究用のカセグレン焦点とナスミス焦点、および天体観望用のナスマス焦点があり、カセグレン焦点にはインストゥルメンツローテーターが付いている。また、望遠鏡ドームの直径は8mあり、観測時には望遠鏡に自動追隨する仕組みになっている。

3 MITSuME 3色同時撮像カメラ

むりかぶし望遠鏡のカセグレン焦点にはMITSuME(Multi-color Imaging Telescopes for Surveys

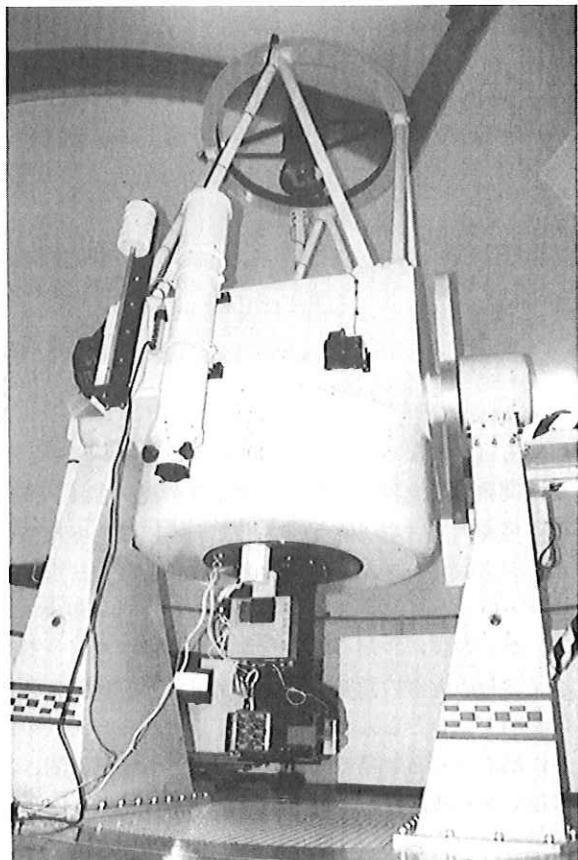


図2 むりかぶし望遠鏡とMITSuME 3色カメラ

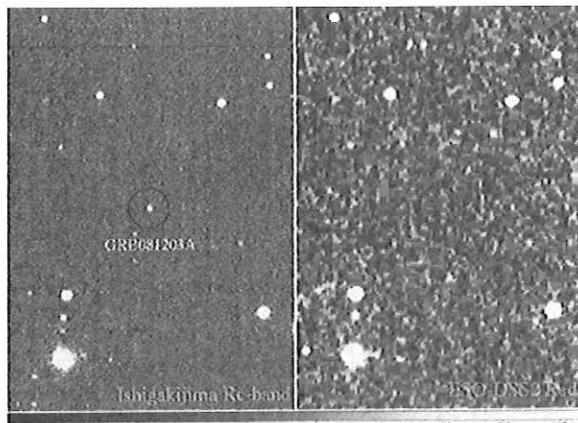


図3 石垣島天文台で観測されたガンマ線バーストの残光 GRB081203A (左図青枠内) [撮影: 磯貝瑞希、画像処理: 黒田大介]

and Monstrous Explosions)プロジェクト(PI: 河合誠之 東工大)により提供された3色同時測光カメラが搭載されている。この3色カメラは、ガンマ線バーストの残光の即時観測を目的とした、学術創生研究「ガンマ線バーストの迅速な発見、観測による宇宙形成・進化の研究」および特定領域研究「ガンマ線バーストで探る太古の宇宙」により製作され、東工大、京大、国立天文台の連携協力のもと運用がなされている。

高感度冷却CCDカメラとしてApogee社製Alta U6が3台実装されており、CCDカメラの仕様は画素数 1024×1024 、画素スケール 0.72arcsec/pix 、視野は $12.3 \times 12.3\text{arcmin}^2$ である。フィルターにはバンド幅が広く夜光の影響を避けることができるものとして、 g' 、 Rc 、 Ic バンドが選定されており、3色カメラの検出限界は各バンド約20等である。3色カメラは、2007年4月に1号機(V , Rc , Ic 岡山・明野50cm用)の装着・試験運用が開始され、2008年4月に4号機(g' , Rc , Ic 石垣105cm用)が装着・試験された後、翌月の2008年5月に本格運用がスタートし、現在に至っている。

4 観測状況

4.1 ガンマ線バースト

2007年の試験運用開始から2009年現在までに、むりかぶし望遠鏡に搭載されたMITSuME 3色カメラによって以下の4例のガンマ線バーストの残光観測および検出限界の報告がなされている。

- GRB071011 (GCN6922、2007年10月)
- GRB080503 (GCN7676、2008年05月)
- GRB081203A (GCN8629、2008年12月、図3)
- GRB090417B (GCN9168、2009年04月)



図4 シュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星 (B核)

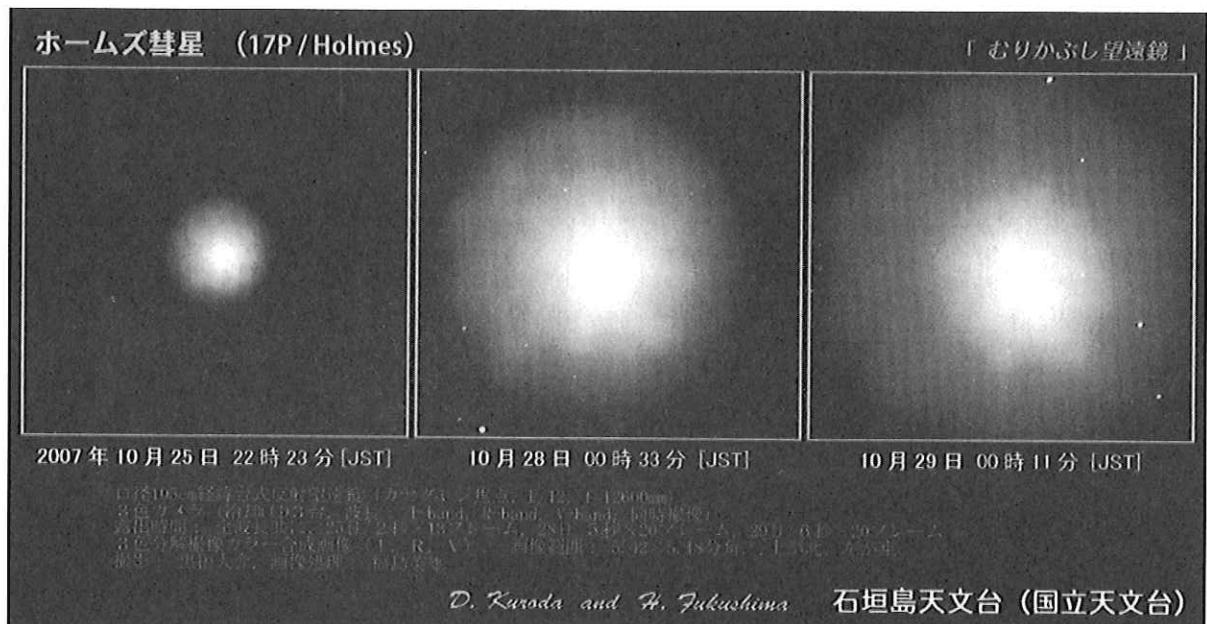


図5 ホームズ彗星

図3は2008年12月に検出されたGRB081203Aで、ガンマ線バースト発生から5.9時間後に撮影されたRcバンド(18等)の画像である。左図は観測画像、右図は同視野におけるDSS2の画像であり、左図の青枠内に検出されたガンマ線バースト残光が写っている。観測では3色すべてのバンドで残光が検出され、g'バンドで19等、RcおよびIcバンドで18等であった。各GRBの報告の詳細に関してはGCNサーキュラを参照されたい。

4.2 太陽系小天体

石垣島天文台ではガンマ線バーストの観測以外に太陽系小天体の観測が推進されおり、望遠鏡は移動天体

追尾も可能になっている。2006年のオープン以来、彗星の突發的増光現象や分裂現象などが観測され、画像は石垣島天文台ホームページ上で一般に公開されている。天文台オープン直後の2006年5月にはシュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星 (B核) のバースト現象(図4)が十数夜にわたって観測され、複雑なジェット構造を含む核近傍の微細構造と増光現象ならびに分裂片の時間変化をとらえることに成功している。2007年10月にはホームズ彗星のアウトバースト現象が観測され、彗星核から放出されたガスと塵が時間とともに周囲に広がっていく様子がとらえられた(図5)。

105cm むりかぶし望遠鏡による太陽系小天体の観測

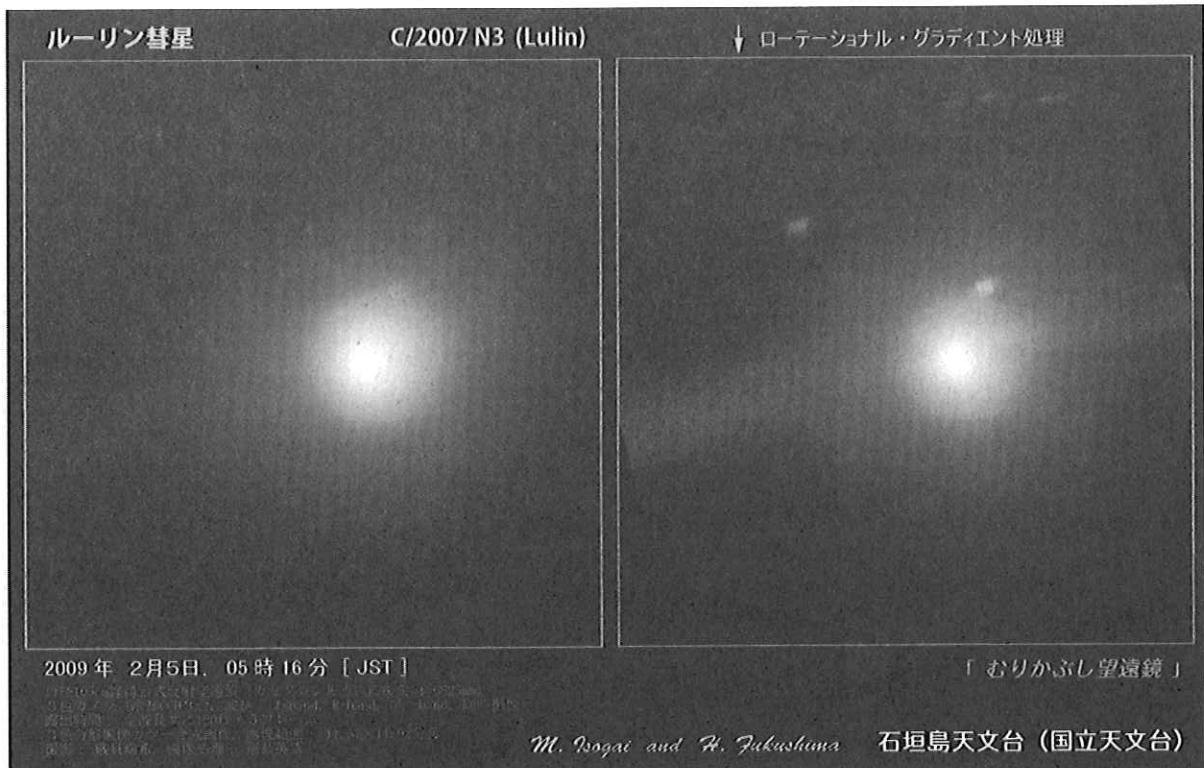


図6 ルーリン彗星

その他、2009年2月にはルーリン彗星に現れたダストのアンチテイル（図6）がとらえられている。2009年8月にはコプフ彗星に現れたネックライン構造（図7）が、狭視野にもかかわらずとらえられた。

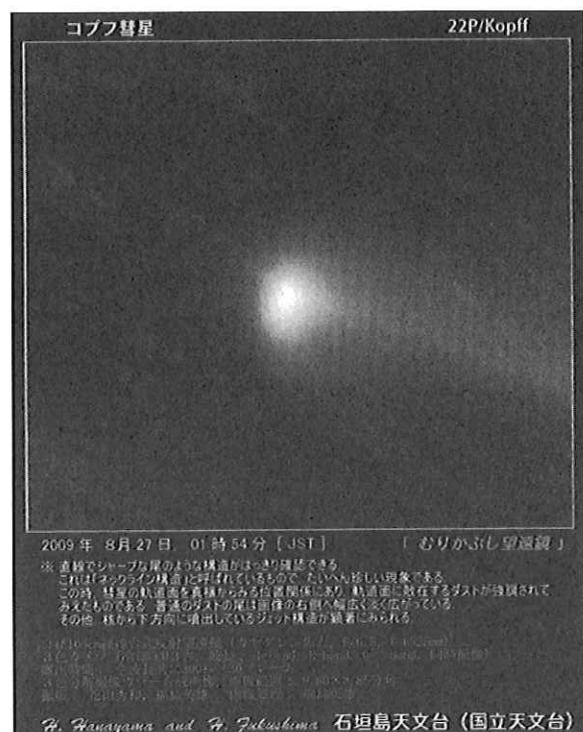


図7 コプフ彗星

4.3 その他

石垣島天文台では公開用の天体画像を撮影され、インターネットで公開されている。また、土日祝日の夜に一般向けの天体観望会が開催されるなど、天文学の教育普及活動も進められている。毎年8月には高校生を対象とした観測体験企画「美ら星研究探検隊」が実施され、2008年は未知の小惑星の発見、2009年は木星表面に現れた小天体の衝突痕の観測が行われた。特に2009年の木星の観測では観望会用のナスマス焦点にビデオカメラを取り付け、高倍率で撮影された木星表面の動画を合成処理することによって木星表面の微細構造とともに小天体の衝突痕の形状をとらえた（図8）。このようなナスマス焦点を用いた惑星などの観測では石垣島のシーニングの良さが活かされている。

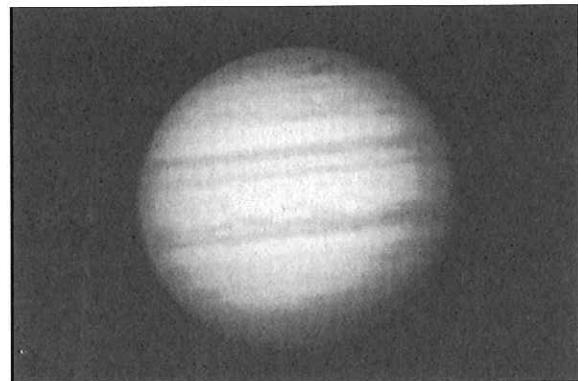


図8 木星表面に現れた小天体の衝突痕（画像上）
[撮影：通事安夫・花山秀和、画像処理：福島英雄]
Spaceguard Research Vol. 2 49

5 今後の観測計画

これまで石垣島天文台ではガンマ線バーストの残光観測が優先的に取り組まれる一方で、ガンマ線バーストが発生していない期間に太陽系小天体を中心とした観測がなされてきた。上記の観測的研究を推進する過程において、今後は特に太陽系小天体の観測に関して以下の2点に取り組む予定である。

一つは、増光などの突発的現象が予想される彗星のモニタリング観測を行うことである。これまで増光後の観測データに加え、増光前の観測データを予め取得しておくことにより、微細構造や光度変化をより詳細に明らかにしたい。

もう一つは、3色カメラの特性を活かした小惑星のカラー観測を行うことである。特にトロヤ群・ヒルダ群の惑星に関してはカラーが明らかでないものが多くあり、2009年になりようやくいくつかのカラーに関する報告がなされるようになってきた。トロヤ群・ヒルダ群の惑星の中には石垣島天文台で観測が可能なものが数百あり、明るいものに関しては月の明るさの影響がある場合においても一定の観測が可能であるため、観測時間により有効に活用できる。

その他、突発的天体现象やイベントに関しては今後隨時対応していく予定である。さらに、むりかぶし望遠鏡のMITSuME 3色カメラや観望会用のナスミス焦点を利用したオープンユースに向けても準備が進められているところである。今後の観測計画の具体的な進展状況に関しては機会を改めて隨時報告を行いたい。

(2010年1月7日受付, 2010年1月15日受理)