# 地域連携による石垣島天文台の運用

花　山　秀　和[1]

〈[1] 国立天文台天文情報センター石垣島天文台　〒907-0024 沖縄県石垣市新川 1024-1〉

[1]e-mail: hanayama.hidekazu@nao.ac.jp

石垣島天文台は国立天文台，石垣市，石垣市教育委員会，NPO法人八重山星の会，沖縄県立石垣青少年の家（指定管理者：NPO法人八重山星の会），琉球大学の6者の連携によって運営されるユニークな天文台で，2006年に設置されました．九州・沖縄で最大の口径105 cm光学・赤外線反射式望遠鏡「むりかぶし望遠鏡」とMITSuME3色同時撮像カメラによる太陽系天体や突発天体などの観測研究が行われ，天文学の広報教育普及活動にも活用されています．石垣島天文台では自治体やNPO法人による公開活動，教育機関や大学と連携した教育活動，国内外の研究機関と協力して進める研究活動が推進されています．本稿では地域連携により運営される石垣島天文台の活動について報告します．

## はじめに

石垣島天文台は日本の西南端に位置し，九州・沖縄で最大となる口径105 cm「むりかぶし望遠鏡」を備える国立天文台の施設です．一般向けの施設公開や学生向けの教育活動，国内外のプロジェクトと連携した研究活動が推進されています．石垣島天文台の最大の特徴は，研究施設としての運用だけでなく，公開天文台として地元の自治体・民間・教育機関と連携した多彩な運用が展開されているという点にあります．開設から16年目を迎え，施設の限られたリソースは地域のさまざまなニーズに応じてフル活用され，研究・教育・広報普及それぞれの面で活躍しています．本稿では地域連携による施設運用のモデルケースの一つとして石垣島天文台の活動と成果について報告します．

## 1.　地域連携による運用

石垣島では2002年に口径20 m電波望遠鏡を備えるVERA石垣島観測局（国立天文台水沢VLBI観測所）が完成したことを契機に，伝統的七夕イベント「南の島の星まつり」が始まりました．このイベントは2004年に第9回ふるさとイベント大賞（一般財団法人地域活性化センター主催）で優秀賞を受賞し，石垣島をはじめとする八重山地域の星空が広く認識されるきっかけとなりました．星空と宇宙，天文学に対する市民の関心と熱意の高まりとともに地元自治体や市民団体からの要望があり，国立天文台は石垣市と共同で石垣島天文台を建設，2006年開設に至りました（図1）．石垣島は北回帰線付近にあり，ジェット気流の影響が少なく大気が安定していてシーイングが良好です．また，88星座のうち一部見えるものも含めると84星座が見え，21個の一等星がすべて見えるなど，広範囲の天体観測に適した環境があります．さらに，人工的な街明かりが少なく天の川が肉眼で見えるほど空が暗いといった特徴があります．

シャープな星像と空の暗さは観測研究に役立つとともに，星雲・星団などの解像感のある画像を取得することを可能とし，肉眼での天体観望にも

図1　石垣島天文台の外観.

大きなインパクトを与えます．また，日本の本土に比べて黄道が高い位置に見えるために太陽系天体の観測に有利で，眼視観望では迫力ある惑星の姿を鑑賞することができます．

このような天体観測に恵まれた環境を活用し，市民とともに施設を運営するという新しいコンセプトのもとに運用計画がなされ，国立天文台，石垣市，石垣市教育委員会（以下，教育委員会），NPO法人八重山星の会（以下，八重山星の会），沖縄県立石垣青少年の家（以下，石垣青少年の家）の5者による運営協力協定が締結されました．協定では施設を運営するうえで次の目的が掲げられています．

1）惑星科学・天文学等の分野における観測及び研究
2）児童生徒学生等への天文学に係る教育
3）市民への天文に係る生涯学習及び普及
4）石垣島・八重山地域の星空を活用した地域振興
5）八重山・沖縄地域の星文化の継承

運営上の課題に関しては5者の長からなる石垣島天文台運営協議会（以下，運営協議会）によって協議されることになり，自治体・市民の積極的な参加によって，研究施設と公開天文台の二つの役割をあわせ持つ施設の運用が始まりました．

望遠鏡の名前は公募によって「すばる（プレアデス星団）」の八重山地方の方言名である「むりかぶし」と名づけられました．また，研究用の主力装置として東京工業大学，京都大学，国立天文台によりMITSuME（Multicolor Imaging Telescopes for Survey and Monstrous Explosions）3色同時撮像カメラが開発されました．この装置はガンマ線バーストの残光の即時観測のために製作されたものですが，研究だけでなく教育目的利用や公開画像撮影にも活躍し，むりかぶし望遠鏡とともに研究・教育・広報普及活動を支える大きな礎の一つになっています（図2）．

石垣島天文台では昼間の時間帯は施設見学が開催され，見学者向けにむりかぶし望遠鏡の案内がなされています．また，夜間は太陽系天体や突発天体などの研究用観測とともに公開画像用の観測が実施されています．土日祝日の夜には八重山星の会のボランティアスタッフによる天体観望会が開催されています．さらに石垣青少年の家や教育

図2　むりかぶし望遠鏡とMITSuME3色同時撮像カメラ．

委員会との連携による教育関係団体の受け入れも随時行っており，地域振興や地域教育に貢献する役割を果たしています．2009年には国立天文台と琉球大学との連携協定が結ばれ，その後石垣島天文台は琉球大学を加えた6者の連携による運営となり，観測実習や卒業研究等を通じた大学生向けの教育活動が強化されました．2013年には4D2U（4次元デジタル宇宙）の設備を備える「石垣市星空学びの部屋」（以下，星空学びの部屋）が石垣市によって併設され，見学者数が年間1万人を超える施設へと成長を遂げました．

このように，石垣島天文台ではさまざまな活動が昼夜を問わずフル回転で行われており，その運用はまさに6者の連携によって支えられています．例えば，施設公開は石垣市・教育委員会からの委託により雇用された八重山星の会の職員とボランティアスタッフによって担われています．また，教育委員会・石垣青少年の家・琉球大学との連携による団体見学によって，地域の小学生から社会人まで幅広い教育活動が展開されています．研究面では国立天文台が中心的な役割を果たし，6者の理解と協力のもとに他の国内外の研究機関と連携した研究活動を推進しています．

## 2.　連携機関の役割

石垣島天文台は地域連携による運用によって，天文学の観測研究・広報普及・教育に役立つことを目的として設置されました．連携機関6者の具体的な役割は次のとおりです．国立天文台は主に施設の管理維持，望遠鏡の運用を行って観測研究を推進するとともに，運営全体をとりまとめる役割を担っています．石垣市は天文台へのアクセス道路である前勢岳林道の整備および水道設備の維持管理を担うとともに，星空学びの部屋の管理・運用と広報業務に従事する運用支援員の雇用を八重山星の会に委託しています．教育委員会は八重山星の会への運営業務委託を通して公開活動を担う一方，生涯学習等での施設の活用を推進しています．八重山星の会は石垣市と教育委員会からの委託を受け，運用支援員2名を任用し施設の公開業務を担うとともに，ボランティアスタッフが天体観望会や4D2Uシアターの開催をサポートしています．また，台風時の対策作業や施設周辺の環境美化にも協力しています．石垣青少年の家は地域の小中学校の宿泊利用団体に天文台の施設利用を促すとともに，特別企画などの共催行事に際しては開催支援を行っています．琉球大学はこれまで国立天文台との連携授業において観測実習を実施し，天文分野での卒業研究を希望する学部学生の研究環境を整えるなど，石垣島天文台を活用した大学生の研究教育活動を推進しています．

石垣島天文台の運営方針を決定する場として，6者の長が集まる運営協議会が定期的に開催されています．委員として国立天文台長，石垣市長，

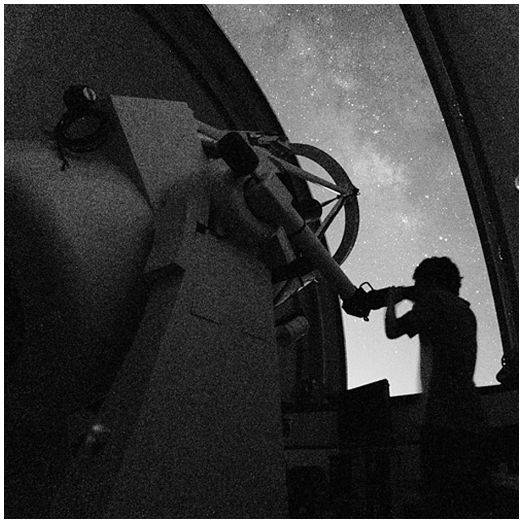

図3　むりかぶし望遠鏡による天体観望会.

教育委員会教育長，八重山星の会代表理事，石垣青少年の家所長，琉球大学長が参加し，1年間の活動成果や活動計画の報告，運営上の課題に関する提案や協議などがなされています．また，外部の研究者や公共天文台関係者も委員として参加し，観測研究や施設公開に関する助言等がなされています．さらに，近年は運営協議会に上申する組織として6者の実務担当者から構成される実務担当者会議が設置され，定期的に意見交換がなされるなど運営の円滑化が進められています．

## 3.　広報普及活動

石垣島天文台および併設施設の星空学びの部屋では，石垣市，教育委員会，八重山星の会と連携した施設見学，4D2Uシアター，天体観望会の3つの施設公開を行っており，年間1万人を超える見学者が訪れています（図3）．見学者数は14年目の2019年には14万人に達しています．小中学校などの団体見学や国県市町村の視察に関しては年間1,000人以上が来訪しています．また，見学者の約8割は石垣市外，2割は石垣市内から訪れており，観光などで訪れる見学者の割合が全体的に多い状況です．

施設見学ではむりかぶし望遠鏡と廊下の展示物を見学することができ，案内は主に運用支援員が担当しています．むりかぶし望遠鏡による天体観望会と星空学びの部屋の4D2Uシアターに関しては，主に八重山星の会のスタッフと運用支援員が解説や受付を担当しています．そのほか，見学者のニーズに応じた取り組みとして，八重山星の会および石垣青少年の家と連携し，繁忙期にイベントの回数を増やす特別企画を開催しており，年間1,000人以上が参加しています．

石垣島天文台のホームページで公開しているコンテンツは，むりかぶし望遠鏡とMITSuME3色同時撮像カメラを用いて撮影した天体の画像・映像と，デジタル一眼レフカメラ等で撮影した星景写真になります．これまでむりかぶし望遠鏡で撮影した天体の画像・映像数は150を超え，デジタル一眼レフカメラによる星景写真を含め200以上が公開されています．特に，2013年に太陽に接近した彗星C/2012 S1（ISON）については，むりかぶし望遠鏡で崩壊前の姿が捉えられ，天文雑誌の表紙に掲載されるなど注目を集めました．そのほか，南十字星や天の川などの星景，日食・月食などの天文現象やグリーンフラッシュ・月虹などの気象現象に関してもデジタル一眼レフカメラで撮影を行っています．2012年と2016年に撮影された月虹は珍しい現象として全国の新聞やテレビで紹介され話題になりました．

また，天文学の広報普及と地域振興に役立つことを目的として，石垣島天文台は星まつりイベントなどの催しを自治体や八重山星の会とともに共催しています．2002年から開催されている伝統的七夕イベント「南の島の星まつり」では，天体観望会などの特別企画を実施するとともに，全島ライトダウン，記念講演会などに協力しており，毎年全体で1万人ほどの参加者があります．

## 4.　教 育 活 動

教育活動としては，石垣青少年の家と連携した

地域の小中学校などの教育関係団体の見学受け入れのほか，高校生向けの観測体験企画「美ら星研究体験隊」を実施しています．また，これまで琉球大学と連携した学生向けの観測実習の開催や卒業研究の支援を行ってきました．

美ら星研究体験隊は，石垣市にある国立天文台の二つの観測施設を利用して最先端の研究活動を体験し，科学をより身近に感じてもらうことを目的とした企画です．全国の高校生を対象に毎年開催され，2013年からは日本学術振興会の「ひらめき☆ときめきサイエンス」に採択されています．石垣青少年の家，八重山星の会，八重山地区県立高等学校長連絡協議会の協力のもと，VERA石垣島観測局では口径20 mの電波望遠鏡を用いて新しい電波星を探すことをテーマに観測が行われ，石垣島天文台では口径105 cmむりかぶし望遠鏡による太陽系新天体探査などが行われています．これまでVERAを用いた観測で新メーザー源の検出に成功するとともに，むりかぶし望遠鏡では2008年に小惑星（372024）Ayapaniを発見するなどの成果が挙がっています．近年では本企画をモチーフの一つにしたアニメ「恋する小惑星」が公開されるなど話題を呼んでいます．

国立天文台との連携協定に基づく琉球大学の授業「天体観測を通して学ぶ宇宙」（共通教育科目）では，国立天文台長，副台長，プロジェクト長を中心とした座学授業が開催され，天文学の幅広い分野をカバーする講義が行われてきました．石垣島に場所を移しての観測実習では，むりかぶし望遠鏡による光学観測とVERAの電波望遠鏡による電波観測に関する基礎的な講義がなされ，その後実際にそれぞれの望遠鏡を用いて観測からデータ解析までの一連の作業を行う実習が行われてきました．これまで11年にわたって開催され，累計300名以上の学生が受講しています．

むりかぶし望遠鏡の観測データに基づく卒業研究，修士論文としては，これまで琉球大学，東京工業大学，北海道教育大学で系外惑星のトランジット観測，ブラックホール連星の観測などをテーマにしたさまざまな研究がなされ，卒業論文7編，修士論文2編の成果が挙がっています．

## 5. 研究活動

石垣島天文台の研究活動は，6者の連携による運用の中で特に国立天文台が中心となり，国内外の研究機関と協同して推進されています．望遠鏡の口径は1 mクラスになりますが，3色を同時に撮像できる観測装置の性能と望遠鏡のフットワークの良さを活かしたフォローアップ観測などにより国際的な研究成果を挙げています．むりかぶし望遠鏡の観測データに基づく査読論文としては，これまでに30編の成果が発表されています．その内訳は，およそ半数にあたる15編が彗星・小惑星などの太陽系内に関する論文で，残りの15編は主にガンマ線バースト・超新星などの突発天体に関する論文となっています．

太陽系天体に関しては，国内外の研究機関との連携によって彗星・小惑星のアウトバースト現象などのフォローアップ観測が実施されてきました．特に，小惑星（596）Scheilaのアウトバース

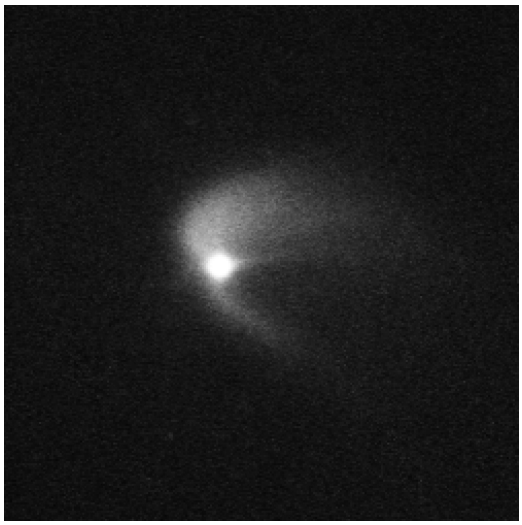

図4　小惑星（596）Scheilaのアウトバースト（論文[2]の図を改変）．

トに関する研究 [1, 2] では，約3か月にわたる観測によって複雑なダスト構造の成因が分析され，結果として数10 mサイズの小天体が小惑星（596）Scheilaに衝突したことが明らかになりました（図4）．また，15P/Finlay彗星の観測ではアウトバースト直後の姿をとらえることに成功し，データ解析から放出物の質量と運動エネルギーとの関係に新たな知見が与えられました [3].

むりかぶし望遠鏡とMITSuME3色同時撮像カメラによるガンマ線バーストの残光即時観測に関しては，これまでに80件以上の観測成果がGCN（Gamma-ray Coordinates Network）サーキュラーに報告されています．特に観測史上最大級のガンマ線バーストGRB130427Aの観測では，国際的な観測協力によってこれまでにない精度で放射エネルギーの時間変化が明らかになり，その成果はサイエンス誌に掲載されました [4].

2011年からは光・赤外線天文学大学間連携事業（OISTER, Optical and Infrared Synergetic Telescopes for Education and Research）が始まり，石垣島天文台は立ち上がりから参加して超新星・活動銀河核・ブラックホール連星・パルサーなどの連携観測を実施してきました．石垣島天文台の観測データが含まれる査読論文としては10編が出版されています．また，2016年からは7カ国13機関によるGROWTH（Global Relay of Observatories Watching Transients Happen）プロジェクトに参加し，国際的な観測ネットワークの一員として重力波候補天体のフォローアップ観測等を実施するとともに，日仏米で木星表面振動観測を行うJOVIAL（Jovian Oscillations through radial Velocimetry ImAging observations at several Longitudes）プロジェクトにも参加し，国際協力による最先端の観測研究に貢献しています．さらに，近年では天文観測への影響が懸念されるSpaceX社のStarlink衛星の観測・解析を国立天文台天文情報センター周波数資源保護室との共同研究として行い，SpaceX社の光害軽減努力を裏付ける結果を示すなど，天文観測全体に寄与するような研究活動にも取り組んでいます [5].

## 6.　今後の課題

2020年，COVID-19感染拡大に伴う緊急事態宣言等への対応と前勢岳林道工事のため，石垣島天文台は1年以上にわたって施設公開の中止を余儀なくされました．その間，むりかぶし望遠鏡による観測研究を実施するとともに，オンライン活動として天文学の授業や天体観望会，天文現象の中継や観測体験企画の実施，南十字星や天の川のモニターサイトの公開などに取り組みました．かつてこれほどのオンライン活動が実施されたことはありませんが，6者の連携を継続しつつ施設運用のパフォーマンスを現状に即して最大限に発揮するための取り組みを各連携機関とともに模索しています．石垣島は日本の西南端に位置する島嶼地域にありますが，オンラインでのイベント開催はネットワークを通してさまざまな場所でほぼリアルタイムで視聴できることから，石垣島天文台の活動をより多くの方々に知ってもらえるような企画の検討が今後の課題です．

地域連携による多様な広報・教育・研究活動は今や石垣島天文台の最大の魅力の一つとして注目されつつあります．これまでに構築された連携体制をこれからどのように進めていくのか，開設から16年目を迎えた今，新たなビジョンが求められています．これからの新しい取り組みの一つとして，近年施設公開の拡充と安全安心の向上を目的とした施設の有料公開が運営協議会で議論されています．これまで6者の連携において限られたリソースを最大限に活用する活動がなされてきましたが，利用者数の増加につれて受け入れ体制のさらなる強化が喫緊の課題になっています．そのような中，2019年に国立天文台と長野県南牧村との協定が締結され，野辺山宇宙電波観測所の有料ガイドツアーが始まりました．このガイドツアーでは，収益の一部が観測所に分配されるよう

になっています．石垣島天文台ではこれまですべて無料で公開されていましたが，有料公開によって利用者数に応じた予算が確保されれば，公開の充実と安全安心の向上を実現する「自立的な拡充サイクル」の構築が可能になります．地域の連携のさらなる発展と強化を目指してこの新たな試みにしっかり取り組んでいくことも大切な課題の一つと考えています．

最後になりましたが，日頃より石垣島天文台の運営を担われている運営協議会委員の皆様，実務担当者会議の皆様に感謝いたします．また，施設の活動を支えてくださっている関係各位の皆様に感謝いたします．

## 参考文献

[1] Ishiguro, M., et al., 2011, ApJ, 740, L11
[2] Ishiguro, M., et al., 2011, ApJ, 741, L24
[3] Ishiguro, M., et al., 2016, AJ, 152, 169
[4] Maselli, A., et al., 2013, Science, 343, 48
[5] Horiuchi, T., et al., 2020, ApJ, 905, 3

## Management of Ishigakijima Astronomical Observatory through Regional Cooperation

**Hidekazu Hanayama**
*Ishigakijima Astronomical Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, 1024-1 Arakawa, Ishigaki, Okinawa 907-0024, Japan*

Abstract: Ishigakijima Astronomical Observatory is a unique observatory managed in collaboration with the National Astronomical Observatory of Japan, Ishigaki City, Ishigaki City Board of Education, NPO Yaeyama Star Club, Okinawa Prefectural Ishigaki Youth House, and University of Ryukyus, and was built in 2006. Observations of the Solar System and transient objects have been performed with “MITSuME”（Multicolor Imaging Telescopes for Survey and Monstrous Explosions）instrument on “Murikabushi” 105 cm telescope, which is the largest optical and infrared telescope in Kyushu and Okinawa areas, and have been used for public outreach and educational activities of astronomy. The observatory is open for public by the local public entities and NPO. In addition, we promote education in astronomy in cooperation with local educational institutions and university. Moreover, we also have research collaboration with domestic and foreign research institutions. We report on the activities of the observatory, which is operated through regional cooperation.