

東北大学ハレアカラ観測所の望遠鏡を用いた木星の遠隔撮像観測

著者	浅田 正, 坂野井 健, 鍵谷 将人
雑誌名	教養研究
巻	24
号	2
ページ	1-9
発行年	2017-12-19
URL	http://id.nii.ac.jp/1265/00000642/

東北大学ハレアカラ観測所の望遠鏡を用いた木星の遠隔撮像観測

浅田 正*・坂野井 健**
鍵谷 将人**

概要

東北大学ハレアカラ観測所の60cm 反射望遠鏡を日本から遠隔操作して木星の撮像観測を行っている。撮影した画像データは観測所のコンピュータに保存されるので、そのデータを東北大学のサーバーを経由して自宅へ転送して画像処理を行っている。2016年シーズンの観測結果と2017年2月までの観測結果を報告する。

1. はじめに

(1) それはテレビ番組から

NHK BS にコズミックフロントという番組がある。私（浅田）の担当科目（惑星科学）のためになるべく見るようにしている。その2014年12月25日放送の「知られざる隣人 水星のミステリー」という番組の中で、日本人の研究者がハワイ・マウイ島の天文台で水星の観測を行っていた。その天文台は東北大学のものではなかった。私は東北大学がマウイに天文台を持っていることを知ら

* 九州国際大学・経済学部

**東北大学・惑星プラズマ大気研究センター

なかったのでインターネットで調べてみると、口径60cm と40cm の反射望遠鏡を設置しているとのことであった。

東北大学で毎年春に行われている研究会で、坂野井・鍵谷両氏と会い、木星の撮像に前向きな返事をもらうことができた。

(2) マウイ訪問

2015年3月、マウイ島ハレアカラ山頂の天文台を訪問し、60cm の反射望遠鏡 (T60) で撮像観測を行った。標高が3000m もあるので、ハワイと言っても夜は零度近くまで冷え込んだ。8夜のうち3夜が快晴で撮像を行うことができた。その後、撮像の手順を振り返ると、光学フィルター (RGB の3種と赤外線2種の合計5種) の交換だけを手で行っていたので、これを電動化できれば遠隔操作が可能になると鍵谷氏から示唆を受けた。

2015年9月には電動のフィルター・ホイールを設置し、ふもとのゲストハウスから遠隔撮像ができることを確認した。

(3) 日本からの撮像

帰国後、日本からも遠隔撮像を行い、多少レスポンスは遅いものの、十分使えることが判明した。ただ問題なのは画像データであった。画像データはRGBで各2.6G バイトもあるので、天文台から自宅へ転送していたのでは、時間がかかりすぎる可能性があった。鍵谷氏によると、ハレアカラ山頂にはアメリカ空軍の施設があり、太いケーブルが敷設してあるので、一旦東北大学に送り、そこから自宅へ転送するのが速いとのことだった。

2015年12月からは、2016年シーズンの撮像観測を開始することができた。日本からの遠隔撮像観測は、日常生活の一部として観測を組み込むことになり、集中的な撮像体制を長期にわたって継続することを可能にしている。

もう一つありがたいのは時差である。ハワイと日本は5時間の時差があるので、ハワイで朝6時まで撮影しても、日本時間では25時で終了するのである。

後夜半の撮像をしなくても良いので、肉体的な疲労が少ないのがありがたい。

2. 方 法

(1) リモート操作

TeamViewer というソフトを使って、日本からハレアカラ山頂の T60 制御用コンピュータ (opt14) や撮像カメラ制御用コンピュータ (opt15) にアクセスしている。opt14 や opt15 の画面がそのまま自宅の PC に表示され、マウスで操作することが可能である。やや反応が遅いのかもかもしれないが、ほとんどストレスなく操作することができる。

(2) 撮 像

T60 望遠鏡のクーデ焦点に、Starlight Xpress 社製 SXUFW-1T というフィルター・ホイールを装着し、フィルターとしては RGB と 750nm (赤外線連続光、IR) および 893nm (メタンバンド、CH₄) の 5 枚を使用している。撮像カメラは 2015 16 年シーズンは ZWO 社製 ASI120MM であったが、2016 17 年シーズンには ASI290MM に更新した。

南中前に 2 回、南中後に 1 回の 3 回を 100 分間隔で撮影している。100 分間隔は中央子午線経度の 60 度の間隔に対応している。1 枚の画像で中央子午線の前後 30° の範囲の情報を捉えることができるので、1 晩の撮像で経度幅 180° の領域を、2 晩連続の撮像で木星のほぼ全経度 (330°) を捉えることができる。

撮影には FireCapture というフリーソフトを使っている。フィルター・ホイールが ASCOM という規格なので、FireCapture の中からフィルターの交換ができる。

撮影された画像データはハレアカラ山頂の PC に蓄積されるので、それを一旦東北大学のサーバーに転送し、その後福岡にダウンロードしている。

(3) 画像処理

画像データ（動画）を AutoStakkert というフリーソフトを使って、30%～50%のフレームを重ねることで静止画像を作っている。ASI290MM では5000フレームで撮影するので、1500～2500フレームを重ねることになる。その後、フリーソフトの Registax による Wavelet 処理、アストロアーツ社製ステライメージによる最大エントロピー法による復元とシャープフィルターを経て、画像（モノクロ）を完成させている。

カラー合成にはフリーソフトの WinJupos を使い、自転による模様の移動を補正（Derotation）して重ね合わせている。WinJupos は展開図の作成にも使っている。

3. 結 果

(1) 撮像できた日数・画像数

表1に撮像のために待機した日数と撮像できた日数を示す。2015年も2016年も12月は50%以下であったが、それ以外の月はかなり高い確率で撮像できたことが分かる。

撮影できた画像（のセット）は2015 16年シーズンで265、2016 17年シーズンで63（2月未現在）である

表1．待機日数と撮像日数、画像数

	待機日数	撮像日数	晴天確率	セット数	良好画像
2015年 12月	15	7	46.7%	21	5
2016年 1月	31	29	93.5%	84	17
2月	29	26	89.7%	61	18
3月	31	25	80.6%	59	20
4月	11	8	72.7%	23	9
5月	24	14	58.3%	17	0
12月	16	8	50.0%	14	2
2017年 1月	15	11	73.3%	20	5
2月	25	15	60.0%	29	18
計	197	143	72.6%	328	94

(RGB と IR、CH₄の5枚が揃わない不完全なセットも含む)。そのうち分析に
使えそうな画像は、2015 16年シーズンで69、2016 17年シーズンで25(2月
未現在)であった。

(2) 2015 16年シーズンの最良画像

2015 16年シーズンの最良画像と考えられるものの2枚を図1に示す。

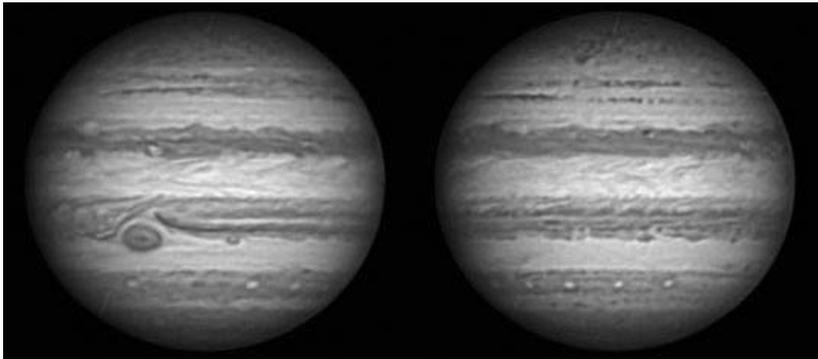


図1 . 2015 16年シーズンの最良画像(左:2016年4月2日、右:2016年4月1日撮影)

(3) 展開図(2016年2月22日~24日)

2016年2月22日から24日にかけて高解像度の画像がまとめて撮れたので木
星の全経度の展開図を作成してみた(WinJupos 使用)。図2に示す。

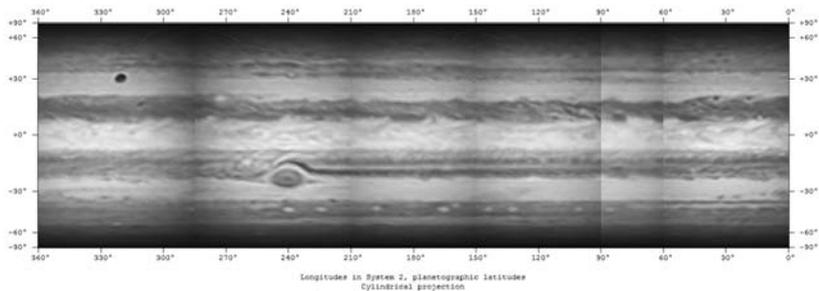


図2 . 2016年2月22日~24日の木星全面展開図

(4) 北温帯縞の復活

2015 16年シーズンと2016 17年シーズンの間に北温帯縞が明るい状態から暗い状態（通常の状態）に戻った。この間に北温帯縞の攪乱が発生したが、詳細は捉えることができなかった。この変化を図3に示す。

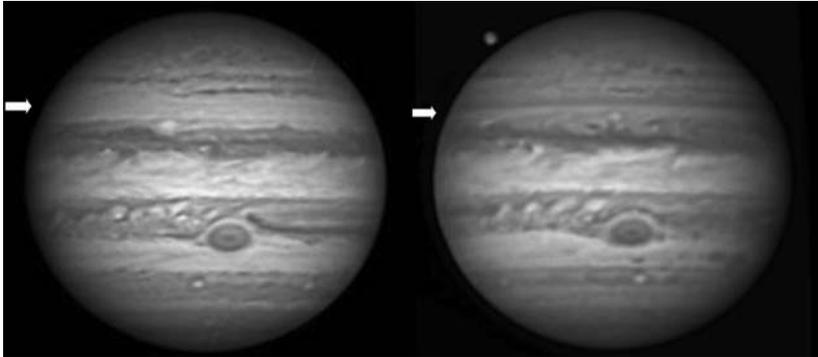


図3 . 北温帯縞の復活（左：2016年3月31日、右：2017年2月9日撮影）

(5) 大赤斑（GRS）周辺

日付がバラバラで時間変化の追跡には適さないが、GRS周辺の画像だけ取り出したものを図4に示す。

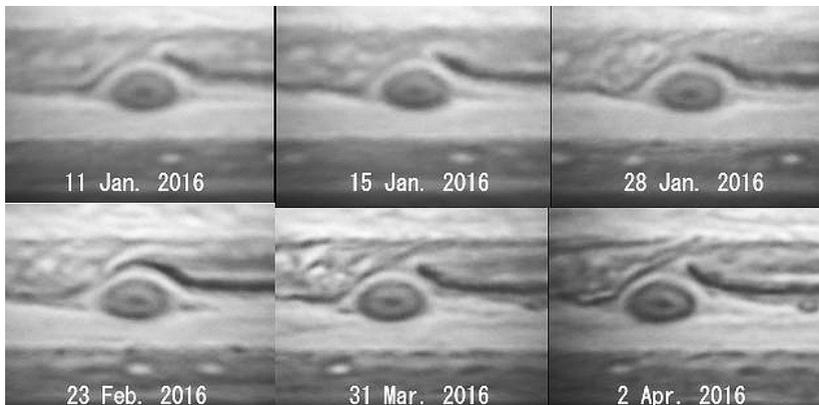


図4 . 大赤斑周辺

(6) 2月23日～3月1日の変化

2月23日～3月1日にかけて、ほぼ同じ経度(体系Ⅲ経度190度付近)を2～3日おきに撮像できたので、時系列に並べたものを図5(a)(北半球)と(b)(南半球)に示す。斑点の時間変化や移動が分かる。

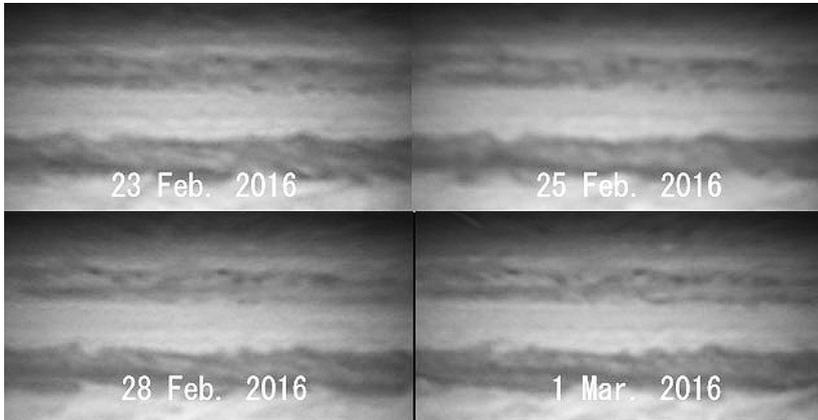
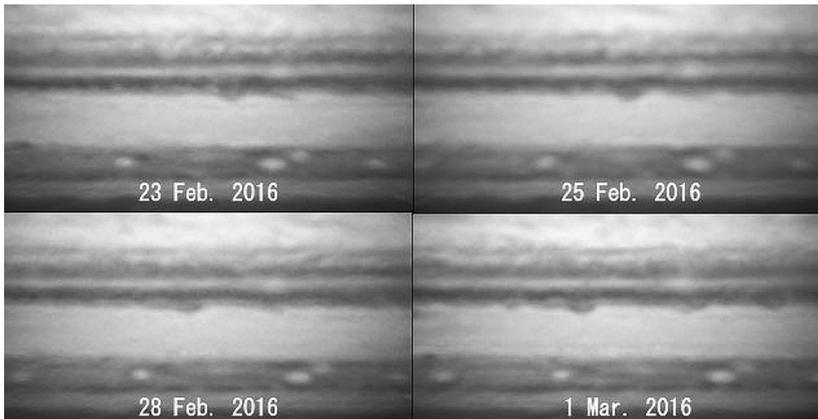


図5 .(a) 2月23日～3月1日の北半球の時間変化



(b) 2月23日～3月1日の南半球の時間変化

4.まとめ

東北大学ハレアカラ観測所の望遠鏡を自宅から操作し、木星の撮像観測を行うことができるようになった。今後は撮像カメラを更新したり、画像処理方法を改良したりして、撮像を継続していきたい。それを通じて、木星の模様の時間変化を追跡していきたいと考えている。

Remote imaging of Jupiter using the T-60 telescope at Haleakala, Maui, Hawaii

Tadashi Asada, Takeshi Sakanoi
and Masato Kagitani

We are carrying out remote imaging of Jupiter using the T-60 (Tohoku 60 cm) telescope at Haleakala, Maui, Hawaii. Since the image data is stored in the computer at Haleakala, we need to transfer the data from Hawaii to our laboratory in Japan through the server at Tohoku University.

We report our results in 2016 apparition and till February 2017.