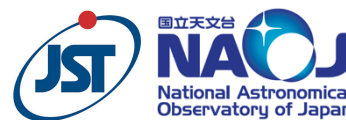


プレスリリース



自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター
東京大学大学院理学系研究科
科学技術振興機構（JST）
自然科学研究機構 国立天文台
2018 年 12 月 17 日

成田憲保(東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 助教/科学技術振興機構さきがけ研究者)、
福井暁彦(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 特任助教)、
日下部展彦 (アストロバイオロジーセンター 特任専門員)、
田村元秀(東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 教授/アストロバイオロジーセンター
センター長)、
ほか MuSCAT2 チーム

第二の地球を発見するための新しい多色同時撮像カメラ MuSCAT2 が完成

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、東京大学、科学技術振興機構、国立天文台、カナリア天体物理研究所などの研究チームは、第二の地球を発見するための新しい多色同時撮像カメラ MuSCAT2 を開発し、世界有数の天文観測最適地として知られるスペイン・テネリフェ島のテイデ観測所にある 1.52m 望遠鏡(カルロス・サンチェス望遠鏡)に設置しました。

MuSCAT2 は、2018 年 4 月に打ち上げられた NASA のトランジット(注釈1)惑星探索衛星 TESS(注釈2)で発見された惑星候補が、本物の惑星かどうかを確認することを主目的とした観測装置です。研究チームはこの装置の性能を評価するため、実際に既知の惑星のトランジットを観測し、最新の統計手法を取り入れた解析を行いました。その結果、MuSCAT2 が 世界最高レベルの測光精度(明るさの変化を調べる精度)を 4 色同時に達成できることを実証しました。この測光精度は、TESS で発見された太陽系近傍の赤色矮星(注釈3)を公転する第二の地球たち(生命居住可能惑星)の発見確認を行うことも可能な精度です。

さらに、アストロバイオロジーセンターとカナリア天体物理研究所の間で締結された協定により、2022 年まで年間 162 夜以上の MuSCAT2 の観測時間が確保されました。テイデ観測所の晴天率は 7 割程度であり、これは年間 100 個以上の惑星の発見確認観測が実施できることに相当します。これから始まる TESS の時代に、MuSCAT2 によって科学的に面白い惑星たちが数多く発見されることにご期待下さい。

＜発表のポイント＞

- ・ 4つの波長帯(4色)で同時に天体の明るさの変化を観測できる多色同時撮像カメラ MuSCAT2 が完成した
- ・ 試験観測の結果、世界最高レベルの測光精度を4色で同時に達成した
- ・ 2018年4月に打ち上げられた NASA のトランジット惑星探索衛星 TESS と連携することで、太陽系近傍の赤色矮星を公転する第二の地球たちの発見が期待できる

＜本研究の背景＞

2018年までに、約4000個もの系外惑星が太陽以外の恒星に発見されています。特に2009年に打ち上げられた NASA のトランジット惑星探索衛星ケプラーは、2018年11月に運用が終了するまでに、惑星が主星の前を通り過ぎる「トランジット」という現象を用いて、約3000個もの系外惑星を発見してきました。

ケプラーの活躍により、宇宙には地球に近いサイズの惑星たちが豊富に存在することがわかり、主星からの距離がちょうどよく表面に液体の水が保持されるような生命居住可能領域にある惑星も発見されてきました。しかし、ケプラーが主に発見したのは太陽系から数百光年以上離れた惑星系たちで、惑星が存在することや全体としての統計的な性質はわかっても、個々の惑星の性質を詳しく調べるのは困難でした。

そこで、より太陽系に距離が近い惑星系たちを発見するために、新たなトランジット惑星探索衛星 TESS が2018年4月に打ち上げられました。TESS は $24^{\circ} \times 24^{\circ}$ という非常に視野の広いカメラを4台搭載した衛星で、今後2年間で全天の80%以上の領域を観測し、太陽系に近い惑星系を数千個発見すると見込まれています。その中には地球型惑星と考えられる惑星が数百個含まれ、生命居住可能領域にある惑星も数十個あると期待されています。

しかし、トランジット法で発見される惑星候補には本物の惑星だけではなく、恒星が別の恒星の前を通過する食連星という偽物が混じっています。そのため、これから TESS によって数千個という惑星候補が発見される中で、本物の惑星と偽物の食連星を効率的に見分けること(発見確認観測という)が研究上の課題となっていました。

＜本研究の内容＞

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、東京大学、科学技術振興機構、国立天文台、カナリア天体物理研究所などの研究チームは、可視光から近赤外光にかけての4色で同時に天体の明るさの変化を観測することができる多色撮像カメラ MuSCAT2 を開発し、世界有数の天文観測最適地として知られるスペイン・テネリフェ島のテイデ観測所にある1.52m 望遠鏡(カルロス・サンチェス望遠鏡)に設置しました(図1、図2)。

MuSCAT2 は、2018 年 4 月に打ち上げられた NASA のトランジット惑星探索衛星 TESS で発見された惑星候補が、本物の惑星かどうかを確認する(発見確認する)ことを主目的とした観測装置です。研究チームはこの装置の性能を評価するため、実際に既知の惑星のトランジットを観測し、最新の統計手法を取り入れた解析を行いました。その結果、MuSCAT2 が 世界最高レベルの測光精度(明るさの変化を調べる精度)を 4 色同時に達成できることを実証しました(図 3)。この測光精度は、TESS で発見された太陽系近傍の赤色矮星を公転する第二の地球たち(生命居住可能惑星)の発見確認を行うことも可能な精度です。

さらに、アストロバイオロジーセンターとカナリア天体物理研究所の間で締結された協定により、2022 年まで年間 162 夜以上の望遠鏡時間が MuSCAT2 のために確保されました。ティデ観測所の晴天率は 7 割程度であり、これは年間 100 個以上の惑星の発見確認観測が実施できることに相当します。これにより、これから始まる TESS の時代に、MuSCAT2 によって第二の地球たちを始めとする科学的に面白い惑星たちが数多く発見されることに期待が持てます。

<本研究の意義>

TESS は 2018 年現在南天の観測を実施していますが、2019 年夏頃からは北天の観測を開始します。MuSCAT2 の完成により、本研究チームは TESS の北天の観測で発見される惑星候補の発見確認観測で世界をリードすることが可能となりました。

本研究チームは、以前にも国立天文台が岡山県に所有する 1.88m 望遠鏡向けに 3 色同時撮像カメラ MuSCAT を開発してきました(<http://www.oao.nao.ac.jp/2015/01/05/muscat/>)。岡山とテネリフェ島は時差が 9 時間あり、このように時差がある場所に観測装置を設置することで、お互いが観測できない時間帯に起こるトランジットを相補的に観測することが可能になります。また、トランジットが長時間にわたって一ヶ所では観測できない場合にも、岡山とテネリフェ島で連続的に観測をすることで長時間のトランジットをカバーすることが可能となります。

このように世界に複数の多色撮像カメラを持つ研究チームは他にないため、大量の発見確認観測が必要となる TESS の時代に MuSCAT と MuSCAT2 の存在は大きなアドバンテージになると期待されます。

<今後の展開>

本研究チームは、2019 年夏頃までに 24 時間常に多色撮像観測ができる体制を確立することを目指して、アメリカの望遠鏡向けに MuSCAT3 の開発に着手しています。MuSCAT3 が完成すれば、どんな周期の惑星であっても 3 台の観測装置の連携で発見確認観測を実施できるようになります。

これにより 2019 年夏頃から始まる TESS の北天の観測で世界をリードし、特に第二の地球候補の発見確認観測を一手に担うことを目指しています。TESS 時代の MuSCAT シリーズの大きな活躍にご期待ください。



図 1 : カナリア天体物理研究所のテイデ観測所（スペイン、カナリア諸島テネリフェ島）にある 1.52m カルロス・サンチェス望遠鏡のドーム。右奥に見えるのはスペインの最高峰テイデ山。

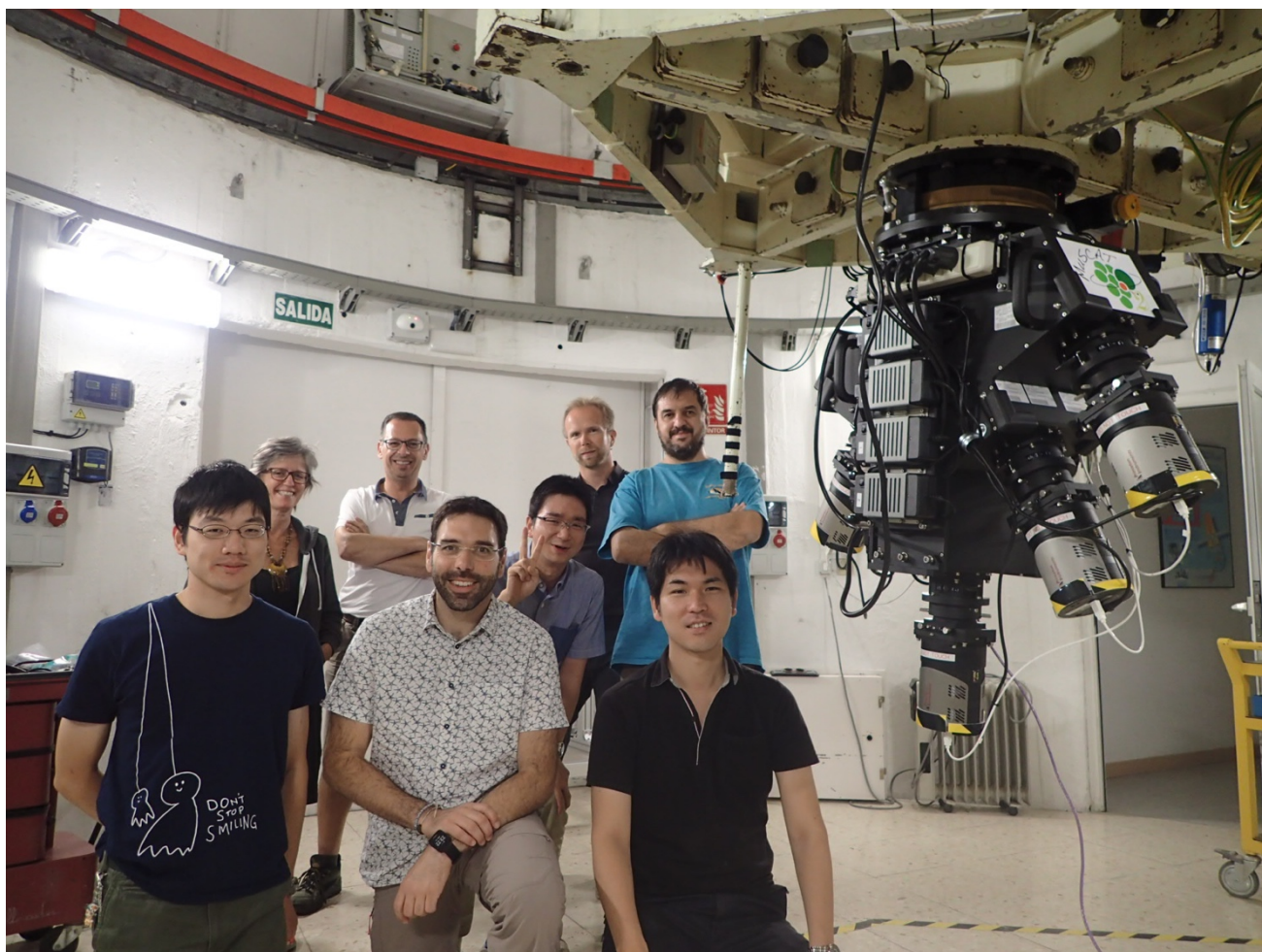


図2: MuSCAT2のファーストライト(初めて観測装置に天体の光を通すこと)の記念写真。
この観測装置は日本とスペインの研究者の国際共同研究によって完成しました。

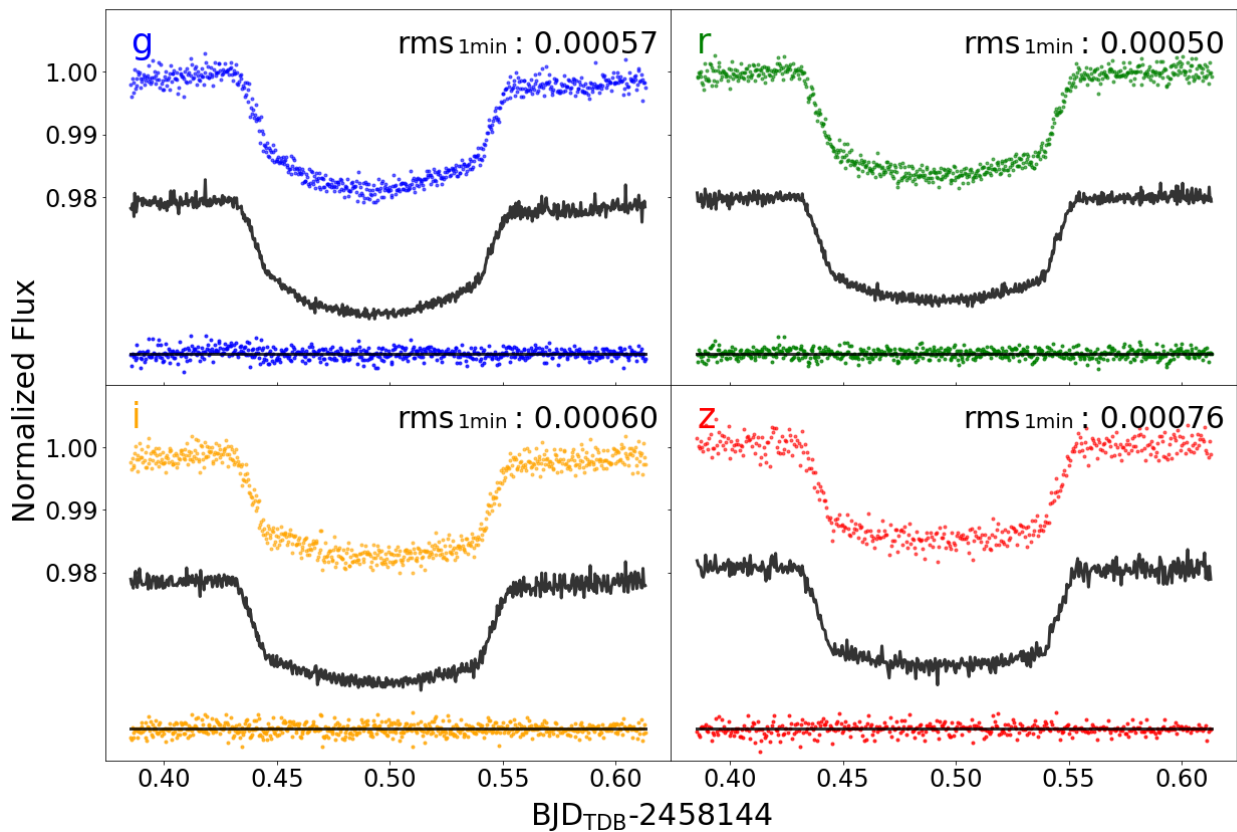


図3： 既知のトランジット惑星である WASP-12b のトランジットを MuSCAT2 で観測したデータ。各パネルは左上（青）、右上（緑）、左下（橙）、右下（赤）の順に 400-550nm（天文学の呼び方で g バンド）、550-700nm（r バンド）、700-820nm（i バンド）、820-920nm（z バンド）で観測した主星 WASP-12 の明るさの変化。横軸は天文学で使われるユリウス日（具体的には 2018 年 1 月 25 日の夜）での時刻。横軸の目盛りの 0.43 から 0.55 にかけて明るさが減っている（減光している）のが惑星のトランジットです。各バンドの黒線は、ガウス過程という統計手法を取り入れて推定した惑星のトランジットと系統の変動（天体の高度や検出器上での位置の変化に起因する変動）のモデル。見やすさのためモデルはデータから 0.02 だけ下にずらして表示しています。その下にプロットされているのはデータとモデルの残差。各パネルの右上部に、1 分あたりの残差の二乗平均平方根（達成できた 1 分あたりの測光精度に相当する）を記載しています。

<用語解説>

注釈1 トランジット

惑星が恒星の前を通過することで、恒星の明るさが周期的に暗くなる現象。明るさの変化を長期的に観測することで惑星を見つける方法をトランジット法、トランジットをする惑星をトランジット惑星と呼びます。

注釈2 TESS

2018年4月18日に打ち上げられたNASAのトランジット惑星探索衛星。2009年に打ち上げられた同様の衛星ケプラーに比べて口径は小さいものの、より広い観測視野を持ち、ケプラーより太陽系に近いところにあるトランジット惑星を発見するのに適しています。一方で、ケプラーより広い視野を持つために偽物である食連星の混入も多くなると見込まれ、発見確認観測が欠かせません。

注釈3 赤色矮星

絶対温度がおよそ3,800K以下の恒星の総称。約5,800Kである太陽と比べて表面温度が低く、私たちの目に見える可視光では暗いものの、近赤外線になると明るくなるという特徴があります。太陽系の近傍にある恒星も含めて、宇宙にある恒星の7-8割は赤色矮星であり、今後の太陽系近傍の生命居住可能惑星探索の主要なターゲットとなっています。

<掲載論文情報>

掲載雑誌名：Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems

論文タイトル：MuSCAT2: 4-color Simultaneous Camera for the 1.52m Telescopio Carlos Sanchez

論文著者(*が責任著者)：

*Norio Narita, Akihiko Fukui, Nobuhiko Kusakabe, Noriharu Watanabe, Enric Pallé, Hannu Parviainen, Pilar Montanes-Rodriguez, Felipe Murgas, Matteo Monelli, Marta Aguiar, Jorge Andres Perez Prieto, Alex Oscoz, Jerome de Leon, Mayuko Mori, Motohide Tamura, Tomoyasu Yamamuro, Victor J. S. Bejar, Nicolas Crouzet, Diego Hidalgo, Peter Klagyivik, Rafael Luque, Taku Nishiumi

<研究グループ>

東京大学、科学技術振興機構、アストロバイオロジーセンター、国立天文台、カナリア天体物理観測所ほか

<研究サポート>

本研究は、JSPS 科研費 JP18H01265, JP17H04574, JP16K13791, JP15H02063 の助成と、JST さきがけ JPMJPR1775 の支援を受けたものです。

<研究に関するお問い合わせ先>

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 助教

科学技術振興機構 さきがけ研究者(兼任)

成田憲保 (なりたのりお)

03-5841-1032 (東京大学)

E-mail: narita@astron.s.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 特任助教

福井暁彦 (ふくいあきひこ)

E-mail: afukui@eps.s.u-tokyo.ac.jp

<広報担当>

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター

日下部展彦 (くさかべのぶひこ)

TEL: 0422-34-4066 (アストロバイオロジーセンター)

E-mail: nb.kusakabe@nao.ac.jp

東京大学大学院理学系研究科・理学部 広報室

TEL: 03-5841-0654

E-mail: kouhou.s@gs.mail.u-tokyo.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

TEL : 03-5214-8404

E-mail: jstkoho@jst.go.jp

<JST 事業に関すること>

科学技術振興機構 戦略研究推進部 グリーンイノベーショングループ

中村幹 (なかむらつよし)

TEL : 03-3512-3525

E-mail: presto@jst.go.jp