

超高温・超短周期の海王星型惑星を発見

1. 発表者：

成田 憲保（東京大学大学院総合文化研究科附属先進科学研究機構 教授）
田村 元秀（東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆公転周期が 19 時間しかない超高温・超短周期の海王星型惑星 LTT 9779 b を発見した
- ◆LTT 9779 b は、これまで海王星型惑星が発見されていなかった「海王星砂漠」と呼ばれる超短周期の軌道で発見された
- ◆この惑星は、超高温となった海王星型惑星の大気を調べる絶好の観測ターゲットとなる

3. 発表概要：

東京大学大学院総合文化研究科附属先進科学研究機構の成田憲保教授、大学院理学系研究科天文学専攻の田村元秀教授らの参加する国際研究チームは、NASA が打ち上げたトランジット惑星探索衛星 TESS と地上望遠鏡の連携した観測により、公転周期が 19 時間しかなく、惑星の温度が摂氏 1,700 度を超えると見込まれる超高温・超短周期の海王星型惑星 LTT 9779 b を発見しました。

LTT 9779 b は、半径は地球の約 4.7 倍、質量は地球の約 29 倍で、海王星をやや大きくしたような系外惑星です。2020 年までに 4,000 個を超える系外惑星が発見されてきましたが、これまで公転周期が 1 日未満の海王星型惑星が発見されたことはなく、そのような超短周期の軌道は「海王星砂漠」とも呼ばれていました。今回発見された LTT 9779 b は、海王星砂漠で初めて発見された海王星型惑星です。LTT 9779 b は、超高温となった海王星型惑星がどのような性質の大気を持つのか、また、どのように生まれたのかを詳しく調べる絶好の観測ターゲットになります。

本研究結果は 2020 年 9 月 21 日（英国夏時間）、国際科学雑誌「*Nature Astronomy*」にオンライン掲載されました。

4. 発表内容：

<本研究の背景>

現在までに、太陽以外の恒星を公転する系外惑星が 4,000 個以上発見されています。系外惑星の軌道はとても多様であることがわかってきており、公転周期が 1 日未満という超短周期の軌道にも惑星が発見されています。しかし、そのような超短周期の軌道には地球サイズの惑星と木星サイズの惑星は発見されていましたが、海王星サイズの惑星はこれまで発見されていませんでした。そのため、この超短周期の軌道は「海王星砂漠」とも呼ばれていました。

<本研究の内容>

そのような状況のもと、NASA は惑星が主星の前を通過する「トランジット」（注 1）という現象を使ってほぼ全天で系外惑星を探すトランジット惑星探索衛星 TESS（Transiting Exoplanet Survey Satellite：注 2）を、2018 年 4 月に打ち上げました。TESS は 4 台の超広視野カメラで一度に 24 度×96 度の領域（セクターと呼ばれる）を観測します。TESS は各セ

クターを 27.4 日ずつ観測し、約 2 年をかけて計 26 セクターで空のほぼ全ての領域を順次観測して、あらゆる方向のトランジット惑星を探索しています。

LTT 9779 b は、TESS のセクター 2 の観測で新しいトランジット惑星候補として発見されました。ここでトランジット惑星候補と言っているのは、TESS で発見されたのが惑星ではなく、恒星同士が周期的に食を起こす食連星という天体である可能性があるためです。そのため、TESS で発見されたトランジット惑星候補は、地上望遠鏡などによる追加の観測によって本物の惑星かどうかを検証する必要があります。そこで本研究チームは、世界各地の望遠鏡で追加の観測を行い、特に日本のチームは、南アフリカにある IRSF (InfraRed Survey Facility) 1.4m 望遠鏡 (注 3) でこの追加の観測を行いました。その結果、LTT 9779 b が本物の惑星であり、半径は地球の約 4.7 倍、質量は地球の約 29 倍で、海王星をやや大きくしたような系外惑星であることを突き止めました。惑星の密度から、この惑星は地球の 2~3 倍程度の質量に相当する水素を主成分とした大気を持つと推定されています。

LTT 9779 b は、太陽からおよそ 260 光年離れたところにある、年齢約 20 億歳の恒星 LTT 9779 のまわりのすぐそば (0.017 天文単位、水星軌道の約 1/23) を、わずか約 19 時間で公転しています。LTT 9779 は表面温度が摂氏 5200 度 (太陽より 300 度ほど温度が低い) で、そのすぐそばを公転している LTT 9779 b の表面温度は摂氏 1,700 度を超えると見込まれています。私たちの太陽系の海王星は公転周期が約 165 年で、表面温度は摂氏マイナス 200 度以下ですが、その極低温の世界とは真逆の「極高温の海王星」です。

これまでに発見された系外惑星では、公転周期 1 日未満の軌道にも、地球の半径の 2 倍程度より小さな惑星や木星 (地球の約 11 倍の半径) くらいの巨大な惑星は発見されていました。しかし、海王星 (地球の約 4 倍の半径) くらいの中間の大きさの惑星は発見されていませんでした。LTT 9779 b はこの「海王星砂漠」と呼ばれる中間の領域で発見されました (図 1 参照)。

従来の観測結果は、理論的には以下のように説明されてきました。すなわち、公転周期 1 日未満の超短周期の軌道では、水素を主成分とした惑星大気が惑星の重力の束縛を抜け出して主星に流れ込んでしまうことと、恒星からの強烈な X 線や紫外線によって水素の大気が吹き飛ばされてしまうことが予想されています。このため、十分に重力が強く大量の水素の大気を保持できる木星型惑星か、水素の大気を全て失ってしまった地球型惑星しかこのような超短周期の軌道には存在できないというものです。

しかし、今回の LTT 9779 b の発見は、この従来の理論と矛盾するものです。ひとつの考えられる可能性は、LTT 9779 b は恒星が誕生してすぐにこの軌道にやってきたのではなく、他の惑星に弾き飛ばされるなどして比較的最近この軌道に移動してきた惑星であり、今後、水素の大気を失って地球型惑星へと進化していく過程にあるというものです。

この仮説を観測によって検証するためには、これから LTT 9779 b の軌道や大気を詳しく調べて、この惑星が外から弾き飛ばされてきた証拠があるかどうかや、水素大気が惑星から散逸しているかどうかを調べる必要があります。LTT 9779 b は太陽系の近くにある明るい恒星を公転しているため、さらなる追観測の研究に適していると言えます。また、LTT 9779 b は超

高温となった海王星型惑星の大気がどのような性質を持つのかを調べる絶好の実験場となるでしょう。

本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業 さきがけ 研究領域「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用」における研究課題「多色同時撮像観測と高精度解析による第二の地球たちの探査」（研究者：成田 憲保、課題番号：JPMJPR1775）の支援を受けています。

5. 発表雑誌：

雑誌名：*Nature Astronomy*

論文タイトル：“An Ultra Hot Neptune in the Neptune Desert”

著者(*が責任著者)：

James Jenkins*, Matías Díaz, Nicolas Kurtovic, Nestor Espinoza, Jose Vines, Pablo Peña Rojas, Rafael Brahm, Pascal Torres Miranda, Pia Cortes-Zuleta, Maritza Soto, Eric Lopez, George King, Peter Wheatley, Joshua Winn, David Ciardi, George Ricker, Roland Vanderspek, David Latham, Sara Seager, Jon Jenkins, Charles Beichman, Allyson Bieryla, Christopher Burke, Jessie Christiansen, Christopher Hense, Todd Klaus, Sean McCauliff, Mayuko Mori, Norio Narita, Taku Nishiumi, Motohide Tamura, Jerome de Leon, Samuel Quinn, Jesus Noel Villasenor, Michael Vezie, Jack Lissauer, Karen Collins, Kevin Collins, Giovanni Isopi, Franco Mallia, Andrea Ercolino, Cristobal Petrovich, Andres Jordan, Jack Acton, David Armstrong, Daniel Bayliss, Francois Bouchy, Claudia Belardi, Edward Bryant, Matthew Burleigh, Juan Cabrera, Sarah Casewell, Alexander Chaushev, Benjamin Cooke, Philip Eigmüller, Anders Erikson, Emma Foxell, Boris Gänsicke, Samuel Gill, Edward Gillen, Maximilian Günther, Michael Goad, Matthew Hooton, James Jackman, Tom Louden, James McCormac, Maximiliano Moyano, Louise Nielsen, Don Pollacco, Didier Queloz, Heike Rauer, Liam Raynard, Alexis Smith, Rosanna Tilbrook, Ruth Titz-Weider, Oliver Turner, Stéphane Udry, Simon Walker, Christopher Watson, Richard West, Enric Pallé, Carl Ziegler, Nicholas Law, Andrew Mann

DOI 番号：10.1038/s41550-020-1142-z

アブストラクト URL：<https://www.nature.com/articles/s41550-020-1142-z>

6. 問い合わせ先：

(研究に関すること)

東京大学大学院総合文化研究科附属先進科学研究機構 教授
科学技術振興機構 さきがけ研究者 (兼任)
自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター 客員教授
成田 憲保 (なりた のりお)

(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
嶋林 ゆう子 (しまばやし ゆうこ)

(報道担当)

科学技術振興機構 広報課

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)

7. 用語解説：

注1：トランジット

恒星の前を惑星が通過する、いわゆる「食」の現象のこと。太陽系外惑星の軌道がたまたま主星の前を通過するような軌道の時に起こる。トランジットをする惑星を「トランジット惑星」と呼ぶ。

注2：トランジット惑星探索衛星 TESS

マサチューセッツ工科大学が中心となって進めている NASA の衛星計画。2018年4月18日に打ち上げられ、2年間でほぼ全天のトランジット惑星を探索するという計画を実施してきた。2年間の観測で2,000個以上のトランジット惑星候補を発見している。現在は延長計画が認められ、3年目の観測が行われている。

注3：IRSF (InfraRed Survey Facility) 1.4m 望遠鏡

名古屋大学が南アフリカ共和国にある南アフリカ天文台サザーランド観測所に設置した1.4mの赤外線望遠鏡。赤外線の3つの波長帯(色)で同時に観測できる多色同時撮像カメラ SIRIUS を搭載している。

8. 添付資料：

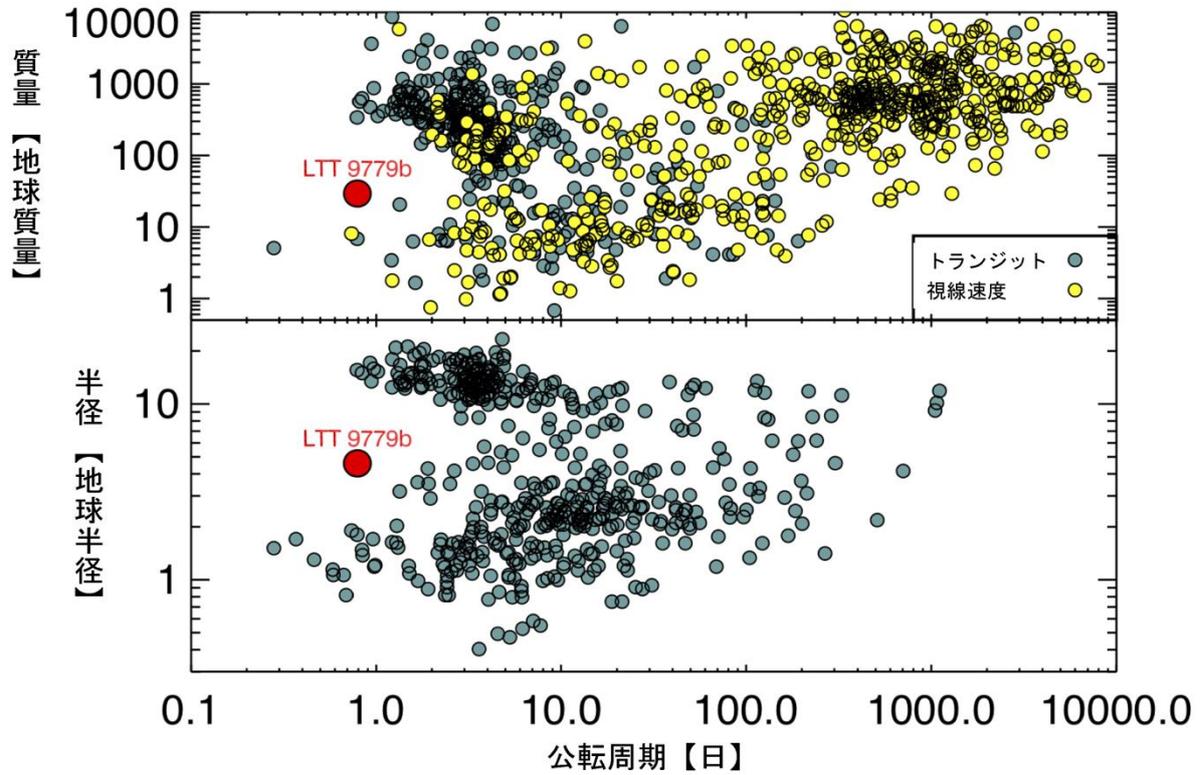


図1：今回発見された LTT 9779 b の質量・半径を、これまでに発見された系外惑星の質量・半径と一緒にプロットした図。LTT 9779 b がこれまでに惑星が発見されていなかった領域にあることがわかる。薄青の丸はトランジットを使って発見された惑星で、黄色の丸は「視線速度」と呼ばれる惑星が主星の周りを公転していることによって生じる主星の速度変化を観測する方法で発見された惑星。（Nature Astronomy 誌掲載論文の図を一部日本語に改変して引用）