



なよろ市立天文台プレスリリース

2023年7月19日

はやぶさ2の次なる目標『小惑星 2001 CC21』組成が判明

～はやぶさ2拡張ミッションへの貢献に期待～

なよろ市立天文台の内藤博之（業務係長）らが観測した小惑星 2001 CC21 の研究成果が英国王立天文学会刊行の専門誌『Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Letters（和名：王立天文学会月報レター）』に2023年6月12日（月）付でオンライン掲載されました。

ポイント

- ・小惑星 2001 CC21 の偏光観測に成功
- ・小惑星 2001 CC21 が S 型小惑星（小惑星イトカワと同型）であることを解明
- ・はやぶさ2拡張ミッションへの寄与、太陽系科学の進展に期待

【概要】

なよろ市立天文台、北海道大学をはじめとする11の大学・研究機関からなる国際研究グループは、北海道名寄市に設置した北海道大学1.6メートルピリカ望遠鏡をはじめ、広島大学1.5メートルかなた望遠鏡、スペイン・カナリア諸島2.56メートル北欧光学望遠鏡を用いて、2023年1月から3月にかけて小惑星 2001 CC21(以下、2001 CC21)の偏光観測を実施しました。この小惑星は、2020年12月に地球に帰還した小惑星探査機「はやぶさ2」が「はやぶさ2拡張ミッション」として次に訪問する天体です。

小惑星表面の組成や反射率を調査するにあたり、偏光観測はとても有効な手法です。本研究グループは、ピリカ望遠鏡に搭載された可視光マルチスペクトル撮像観測装置(MSI)などを用いて、2001 CC21の偏光観測を実施し、その偏光特性がS型小惑星*1と一致することを明らかにしました。また、幾何アルベド*2は0.23、推定される大きさは約500メートルであることも分かりました。

2005年に「はやぶさ(初号機)」が探査した小惑星イトカワもまたS型に分類されています。イトカワは535×294×209メートルの細長い形状をした小惑星です。すなわち本研究により、はやぶさ2が次に探査する2001 CC21は、組成も大きさもイトカワに似た天体であることが判明しました。

本研究成果は、はやぶさ2拡張ミッションの科学研究の準備において重要な方向性を示すものです。イトカワ表面で観測されたがれきの集まり構造や宇宙風化*3度の多様性は、イトカワ特有の現象なののでしょうか、それとも太陽系小天体で普遍的に起きている現象なののでしょうか？2026年に実施されるはやぶさ2拡張ミッションによる2001 CC21の調査がその答えを運んでくれると期待されます。

【背景】

人類史上初の小惑星サンプルリターンを成功させた「はやぶさ(初号機)」に続き、「はやぶさ2」が2020年12月に小惑星リュウグウのサンプル(カプセル)を地球に届けてから2年半が経過しました。今後ははやぶさ2は、2026年7月に小惑星2001 CC21(以下、2001 CC21)近傍をフライバイし、小惑星1998 KY26に向かいます。この延長された探査計画は「はやぶさ2拡張ミッション」または「はやぶさ2#(シャープ)」とよばれ、目下のところ次に訪問する2001 CC21の調査がはやぶさ2拡張ミッションの次なる目標となっています。反射スペクトルの波長依存性から、2001 CC21はL型小惑星*4である可能性が示唆されていたものの、その大きさや反射率などの特性はあまり分かっていませんでした。しかし今年3月下旬、2001 CC21が地球から約1900万キロメートル(0.13天文単位)の距離まで接近したことで、地上望遠鏡による観測でその特性を調査するチャンスが訪れました(図1)。

【研究手法】

研究グループは、北海道大学のピリカ望遠鏡をはじめ、広島大学1.5メートルかなた望遠鏡、スペイン・カナリア諸島2.56メートル北欧光学望遠鏡と連携して2001 CC21の偏光観測を実施しました(図2)。

小惑星表面の組成や反射率を調査するにあたり、偏光観測はとても有効な手法です。光は、進行方向に垂直な面内で電場や磁場が様々な方向に振動しながら進む電磁波の一種です。太陽光は、様々な振動方向を持つ光の集合ですが、物質表面で反射した光は、特定方向の振動が強く、別方向の振動が弱くなるという“偏光”が生じます。この強弱の程度(偏光度)は、物質の種類や形状、大きさなどを反映するため、偏光度を測定することにより天体表面の情報を得ることができます。特に、位相角(太陽-天体(小惑星)-観測者のなす角度)の日々の変化によって、偏光度がどのように変化するかが重要です。

【研究成果】

ピリカ望遠鏡に搭載された可視光マルチスペクトル撮像観測装置(MSI)などを用いて、2001 CC21の偏光観測を実施した結果、2001 CC21の偏光度の位相角依存性は、従来示唆されていたL型ではなく、S型小惑星と一致することが分かりました(図3)。また、幾何アルベドは0.23、推定される大きさは約500メートルであることも分かりました。はやぶさ(初号機)が2005年に探査した小惑星イトカワもまたS型に分類されています。イトカワは535×294×209メートルの細長い形状をした小惑星です。つまり、はやぶさ2拡張ミッションで調査する2001 CC21は、組成も大きさもイトカワに似た天体であることが判明しました。さらに、アメリカ合衆国・ハワイ3メートルNASA赤外線望遠鏡を用いて実施した分光観測の結果も、2001 CC21がS型小惑星であることを示唆するものでした。

【今後への期待】

イトカワに近い大きさや組成の小惑星を宇宙機を使って調査する意義は何でしょうか？

宇宙機を使った「その場観測」は、これまでに16個の小惑星(冥王星とカイパーベルト天体を除く)で実施されました。これらの小惑星は、直径950キロメートルの非常に大きなものから160メートルの小さなもの、S型やC型、V型といった様々な組成を持つものなど、大きさや組成は多岐にわたります。大きさや組成が異なると、小惑星表面で起きている現象(例えば地滑りや宇宙風化)も異なります。

一方、同じような大きさや組成を持つ2つの小惑星イトカワと2001 CC21を比較することにより、小惑星表面で起きている現象の普遍性を調査することが可能になると期待されます。イトカワの表面には、がれきが集まったラブルパイル構造が見られ、宇宙風化を受けた暗い領域と、内部が露出した明るい領域が存在することが知られています。これはイトカワ特有の現象なのでしょうか?それとも、小さな小惑星において普遍的な現象なのでしょうか?その答えは、2026年に実施されるはやぶさ2拡張ミッションによる2001 CC21のフライバイによって解き明かされると期待されます。

【用語解説】

*1 S型小惑星 … 岩石質の物質を主成分とする小惑星 (Sは石質を意味する英語のStonyまたはケイ素質を意味するSilicaceousに由来)。

*2 幾何アルベド … 位相角が0度(例えば月の場合、満月は位相角が0度に近い状態)の時における、実際に観測される光と理想的に拡散反射された光の明るさの比。

*3 宇宙風化 … 大気を持たない天体表面と惑星間空間環境との相互作用。S型小惑星の場

合、宇宙風化の進行とともに可視、近赤外波長域の反射スペクトルが赤化したり、幾何アルベドが低下したりすることが知られている。

*4 L型小惑星 … 組成がまだ明らかではない比較的珍しい小惑星。炭素質隕石の含有鉱物

との関連性を示唆する研究報告もある。

論文情報

論文名	Spectral Type and Geometric Albedo of (98943) 2001 CC21, the Hayabusa2# Mission Target (はやぶさ2#探査天体(98943) 2001 CC21の分光タイプと幾何アルベド)
著者名	Jooyeon Geem ¹ , Masateru Ishiguro ¹ , Mikael Granvik ² , <u>Hiroyuki Naito (内藤博之)</u> ³ , Hiroshi Akitaya ⁴ , Tomohiko Sekiguchi ⁵ , Sunao Hasegawa ⁶ , Daisuke Kuroda ⁷ , Tatsuharu Oono ⁸ , Yoonsoo P. Bach ¹ , Sunho Jin ¹ , Ryo Imazawa ⁹ , Koji S. Kawabata ¹⁰ , Seiko Takagi ¹¹ , Makoto Yoshikawa ⁶ , Anlaug A. Djupvik ¹² , Julie Thiim Gadeberg ¹² , Tapio Pursimo ¹² , Oliver Dürfeldt Pedros ¹² , Jeppe Sinkbaek Thomsen ¹² , Zuri Gray ¹² (¹ ソウル大学物理天文学部、 ² ヘルシンキ大学物理学部、 ³ なよろ市立天文台、 ⁴ 千葉工業大学惑星探査研究センター、 ⁵ 北海道教育大学旭川校、 ⁶ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、 ⁷ 日本スペースガード協会美星スペースガードセンター、 ⁸ 北海道大学大学院理学院、 ⁹ 広島大学大学院先進理工学研究科、 ¹⁰ 広島大学宇宙科学センター、 ¹¹ 北海道大学大学院理学研究院、 ¹² 北欧光学望遠鏡)
雑誌名	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Letters 王立天文学会月報レター (天文学の専門誌)

公表日 日本時間 2023 年 6 月 12 日 (月) (オンライン掲載)

お問い合わせ

なよろ市立天文台 (電話 : 01654-2-3956)

- 全般について

台長 村上恭彦 (むらかみやすひこ)

- 研究内容について

係長 内藤博之 (ないとうひろゆき)

【参考図】

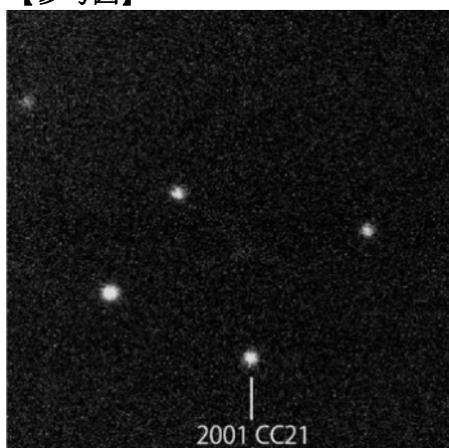


図 1. ピリカ望遠鏡で撮影された小惑星 2001 CC21 (2023 年 1 月 15 日撮影)

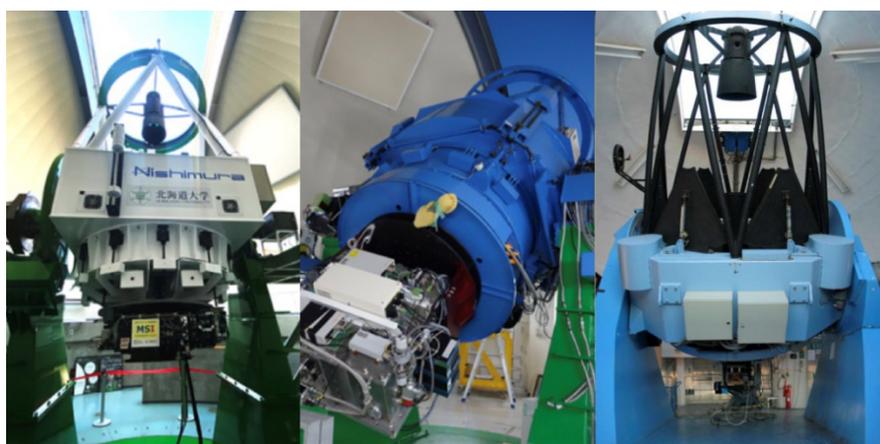


図 2. 本偏光観測で使用した望遠鏡 (左から北海道大学 1.6 メートルピリカ望遠鏡、広島大学 1.5 メートルかなた望遠鏡、スペイン・カナリア諸島 2.56 メートル北欧光学望遠鏡)。画像クレジットは、左から北海道大学、広島大学、Magnus Gälfalk 氏。

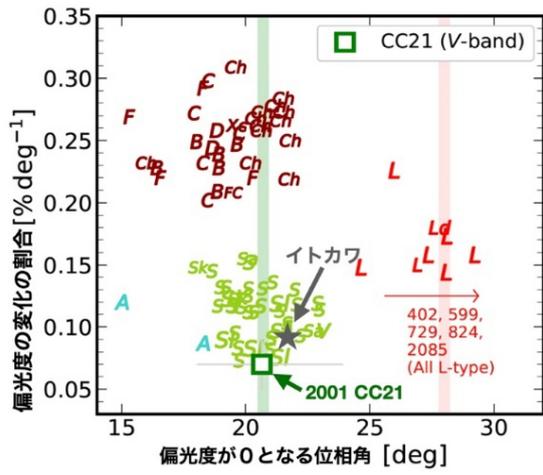


図3. 小惑星のタイプと偏光特性の比較 (本レター論文の【図2】を改変、イトカワのデータは Cellino et al. 2005, Icarus, 179, 297 より引用)。