国立天文台 50 センチ公開望遠鏡が明らかにした小惑星フェートンの非一様な散乱特性

概要

京都産業大学・神山天文台の新中善晴研究員をはじめとする国際研究グループは、毎年 12 月に見られる「ふたご座流星群」の母天体とされる小惑星「フェートン」の偏光観測を 2017 年 12 月に行いました。そして、その表面が通常の小惑星と大きく異なることを確認し、表面の反射特性が非一様であることを明らかにしました。

この研究成果は、Shinnaka *et al.* “Inversion angle of phase-polarization curve of near-Earth asteroid (3200) Phaethon” として 2018 年 9 月 10 日付けの米国の天体物理学専門雑誌『アストロフィジカル・ジャーナル・レターズ（The Astrophysical Journal Letters）』のオンライン版に掲載されました。

写真：国立天文台 50 センチ公開望遠鏡に搭載した偏光撮像装置 PICO（ピコ）
クレジット：国立天文台／古荘玲子

小惑星フェートン

小惑星フェートンは、太陽に接近する軌道を巡っている小惑星の一つで、毎年 12 月に見られるふたご座流星群の原因となる流星体（ダスト）の放出源と考えられています。しかし、どのようにして小惑星フェートンから流星体が放出されたのかなど謎も多く、宇宙航空研究開発機構（JAXA）等が進めている将来の宇宙機探査計画「デスティニー・プラス」（DESTINY+、2022 年打ち上げ予定）の探査候補天体にもなっています。この小惑星は地上の望遠鏡から観測しようとしても、なかなか観測条件が良くなる事はなく（小惑星が太陽に近づいて明るく観測できるタイミングで、太陽に近い方向に見えており、夜間の観測が十分に出来ないため）、これまであまり研

究が進んでいませんでした。しかし、2017 年 12 月には小惑星フェートンが地球に接近し、明るく観測できる貴重な観測機会がありました（次は 2093 年まで同様に良いチャンスがないことが分かっています)。

国立天文台 50 センチ公開望遠鏡での偏光観測

そこで、京都産業大学・神山（こうやま）天文台の新中善晴研究員をはじめとする国際研究グループは、国立天文台・三鷹キャンパスの 50 センチ公開望遠鏡で、小惑星フェートンの偏光撮像観測を集中的に実施しました。偏光というのは、波である光の振動方向の偏りを意味しており、太陽の光を小惑星フェートンが反射する際に、この光の偏りが生じます（図１)。その偏光の程度（偏光度）を調べることで、小惑星フェートンの表面がどのような状態なのか（細かい砂に覆われているのか、もっと粒の大きな小石のようなものに覆われているのか、など）を明らかにする手がかりが得られるのです。その表面の様子を知るためには、太陽－小惑星フェートン－地球が成す角（位相角）を広い範囲にわたって観測することが重要なため、新中研究員らは 2017 年の観測機会を最大限に活かし、これまでになく広い位相角範囲での観測を実現しました。

今回の観測には PICO（ピコ）と呼ばれる偏光撮像装置を用いました。この装置は 2004 年に開発され*1、NASA のディープインパクト計画（2005 年）を地上から支援するために、台湾のルーリン天文台の口径 1m 望遠鏡に搭載され、「9P/Tempel 1」彗星の観測に利用されました*2。その後、国立天文台 50 センチ公開望遠鏡を主望遠鏡として、国立天文台天文情報センターのサポートのもと、彗星や小惑星の観測が続けられてきました。

明らかにしたこと

新中研究員らは、2017 年に実施した観測の結果から、小惑星フェートンの表面は、他の普通の小惑星とは大きく異なっており、非常に高い偏光度を示すことを明らかにしました。先行研究でも限られたデータながら、2016 年にこうした高い偏光度が報告されていますが（国立天文台 研究成果: 偏光観測が明らかにした近地球小惑星フェートンの素顔*3)、今回の緻密な観測によって、その結果をはっきりと確認することができました。小惑星フェートンの表面は、比較的大きなダスト粒子で覆われている、あるいは他の小惑星に比べて特異な反射特性を持つ可能性があります。また、これまでに観測されていない小さい位相角での偏光度も得られており（図２)、他の研究グループによって観測された結果と合わせて、小惑星フェートンの表面に反射特性のムラがある様子を示しました。2017 年 12 月はフェートンの観測好機だったことから、世界中で多くの観測が行われており、今後報告される結果と合わせて、更に詳細な研究が可能になると期待されています。また、こうした結果は、現在計画中の深宇宙探査技術実証機「デスティニー・プラス」を立案する上で非常に重要な基礎資料となります。「デスティニー・プラス」では、小惑星フェートンのフライバイ探査が計画されており、小惑星近傍からの精密な観測によって地上観測で推定された自転軸方向や表面のアルベドの非一様性などの検証が行われると期待されます。

*1：Ikeda et al., Publi. Astron. Soc. Japan, 59, 1017 (2007)
http://adsabs.harvard.edu/abs/2007PASJ...59.1017I

*2：Furusho et. al., Icarus, 190, 454 (2007)

http://adsabs.harvard.edu/abs/2007Icar..190..454F

*3：偏光観測が明らかにした近地球小惑星フェートンの素顔（国立天文台、2018 年 6 月 29 日）
https://www.nao.ac.jp/news/science/2018/20180629-cfca.html

論文情報

・タイトル：Inversion angle of phase-polarization curve of near-Earth asteroid (3200) Phaethon
（近地球小惑星フェートンの偏光度曲線の反転角）
・掲載雑誌：The Astrophysical Journal Letters
（アストロフィジカル・ジャーナル・レターズ）
・巻、号、発行年月：vol.868, L33(8p), 2018 年 9 月
・DOI：10.3847/2041-8213/aadb3d
・著者

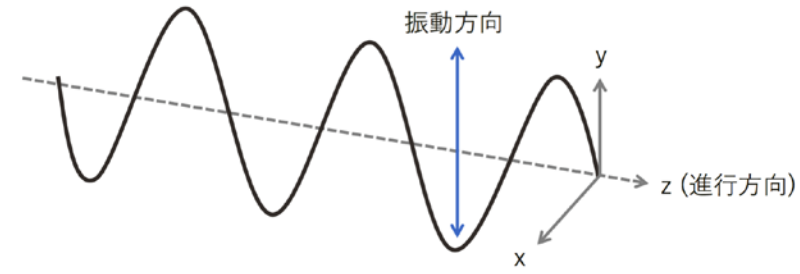
新中 善晴　京都産業大学・神山天文台／国立天文台
春日 敏測　京都産業大学・理学部／国立天文台
古荘 玲子　都留文科大学／国立天文台
Daniel C. Boice　Scientific Studies and Consulting
寺居 剛　国立天文台 ハワイ観測所
野田 寛大　国立天文台 RISE 月惑星探査検討室
竝木 則行　国立天文台 RISE 月惑星探査検討室
渡部 潤一　国立天文台 天文情報センター

補足

この研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（課題番号: 15J10864、17H06459）、および National Science Foundation Planetary Astronomy Program（NSF, USA, Grant No. 0908529）の補助を受けて行われました。

関連リンク

・ふたご座流星群の母天体・小惑星フェートンの素顔に迫る！（2018 年 9 月 3 日）
京都産業大学 神山天文台
https://www.kyoto-su.ac.jp/news/20180903_859_comet.html



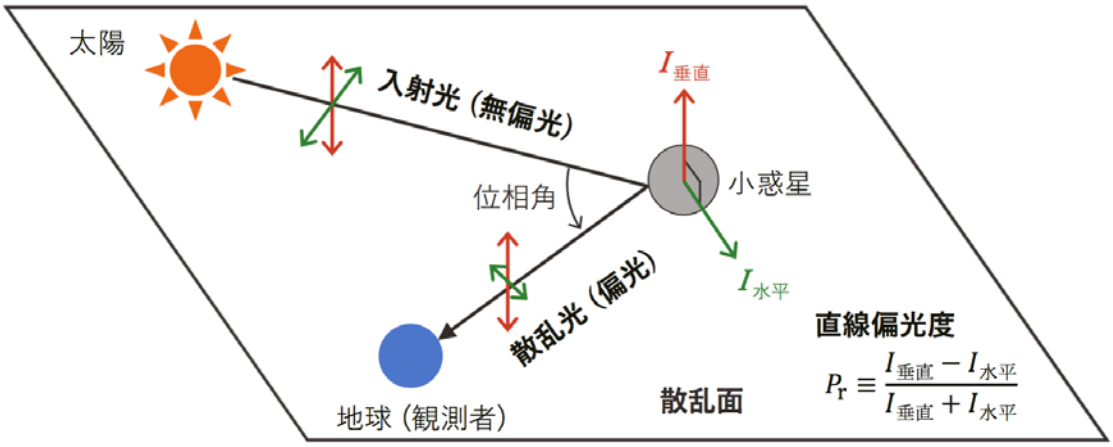


図１：

（上）光の説明。光は振動しながら伝搬する横波です

（下）小惑星における偏光。正確には直線偏光といい、太陽からの光（無偏光）を小惑星が反射する際に直線偏光が生じます。「偏光度が 100%」とは、特定の向きの振動をする光しか含まれていない状態を意味しています。偏光度は、小惑星表面の様子（表面を覆う粒のサイズや成分）、位相角などによって変化します。

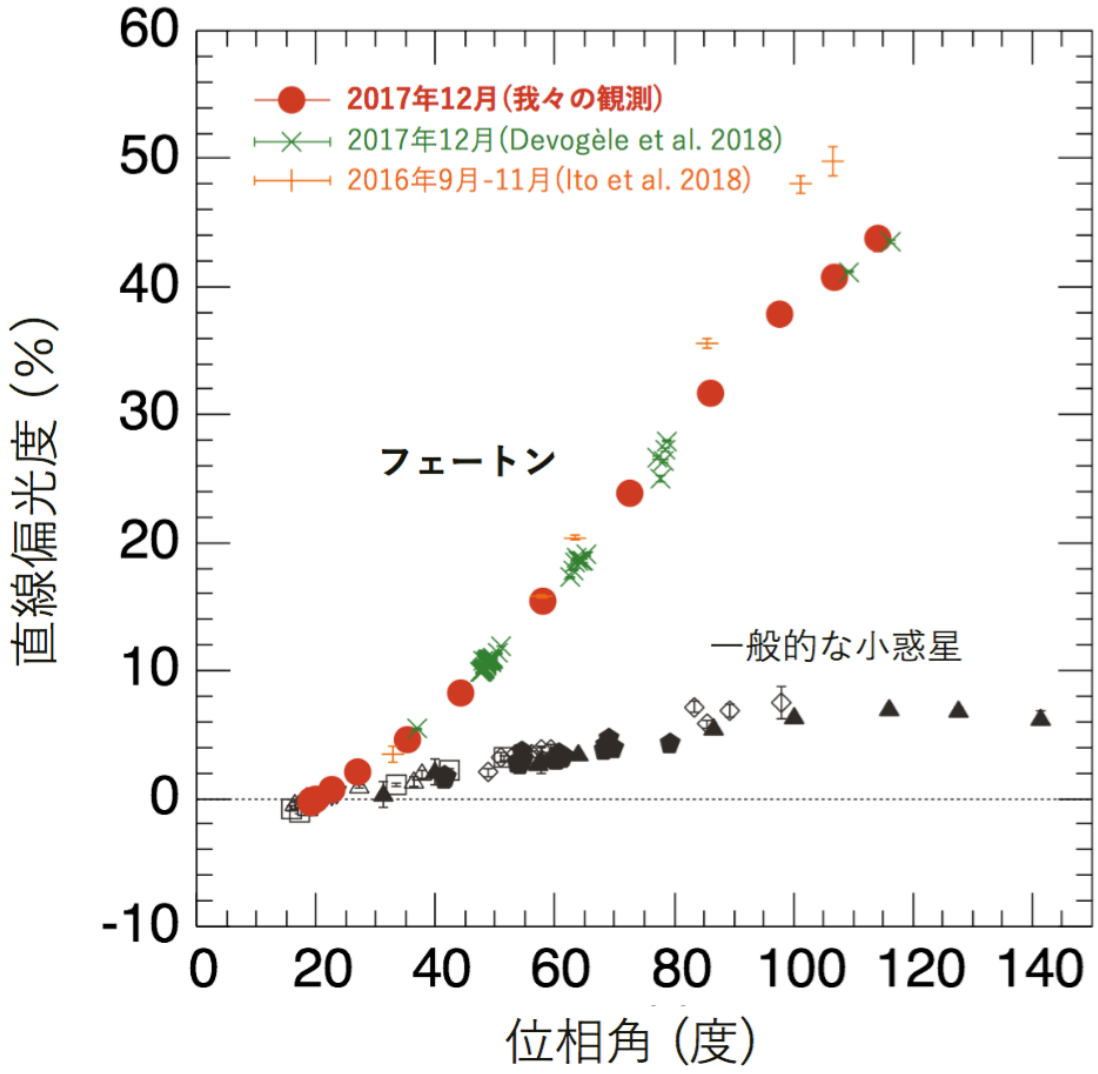


図２：今回の観測結果。非常に広い範囲の位相角において偏光度を精度良く測定できたことが、これまでの研究のなかで最も重要な点です。特に偏光度がほぼ 0（ゼロ）になる位相角（表面の状態を明らかにする上で重要な手がかりになると予想されている）を決定できた点が特筆されます。また、2016 年と 2017 年の観測結果の違いから、小惑星フェートンの極方向に偏光度が低い領域が存在する可能性が示唆されます。