



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)
<https://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

天文シリーズ

太陽系外から来た小惑星なのか？ それとも??

オウムアムアと非重力効果

1I/'Oumuamua and the Non-gravitational Effect

姫路科学館 学芸・普及担当 秋澤 宏樹

天文学史上初となる太陽系外から来た天体オウムアムア (1I/'Oumuamua) が発見されたのは一昨年秋のことでした^{*1}。記号の 1I は太陽系で発見された最初の太陽系外の天体 (Interstellar) を、オウムアムアはハワイ語で「遠方からの使者」を表しています。その軌道は太陽系の遥か彼方から来た彗星のようでしたが、揮発性成分の氷を含む彗星のようにガス (気体) を噴出する様子は観測されなかったため、太陽系で言えば小惑星のような岩石でできた天体だろうと考えられてきました。しかし、オウムアムアが去った今、天文学者の首を傾げさせるような謎 - 非重力効果の存在 - が残されたのです。

■非重力効果とは？

太陽系の彗星と小惑星の違いは、その見た目の形状ばかりではなく軌道にも現れます。もともと彗星は小惑星に比べて細長い軌道のものが多いのですが、彗星は太陽に接近して氷が昇華しガスになる際に、太陽に照らされている側でより多くの昇華が起こるため、その反作用で彗星の軌道が僅かにずれます。20 世紀中頃までは原因がよく解からず、重力以外の運動の効果であるため「非重力効果」と呼ばれていますが、今ではガスの噴出がロケットの様に働いていることが解かり「ロケット効果」とも呼ばれています^{*2}。

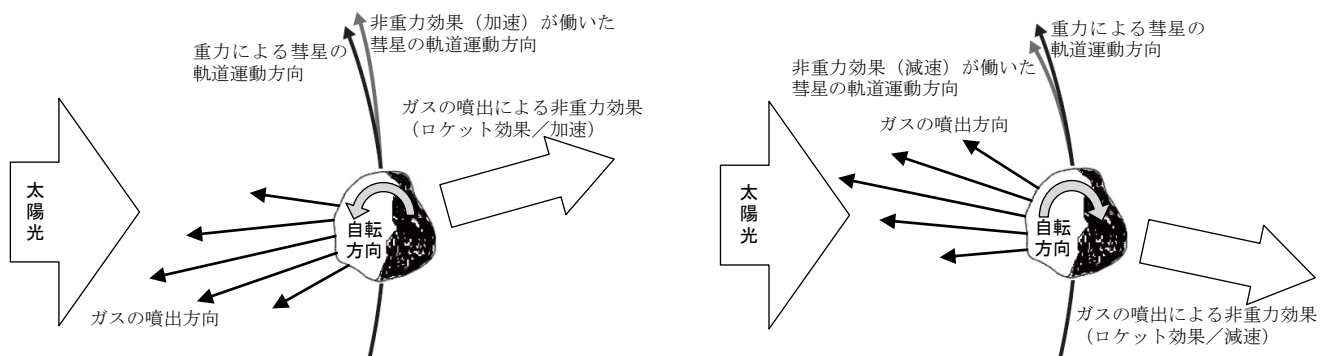


図1 非重力効果(ロケット効果)の模式図。自転方向や速度によって太陽直下から午後方向にガスの噴出方向がずれるため、重力による軌道運動から、加速して大回りになる方向(左図)や、減速して小回りになる方向(右図)にロケット効果が働く。

■オウムアムアの場合

ガスを噴出する様子が観測されなかったオウムアムアでは、ロケット効果は起こらないはず^{※1}でした。ところが軌道を精密に分析した欧州宇宙機関等の研究グループは、重力だけでは説明がつかない加速運動を検出しています^{※3}。これは正に非重力効果で、なぜオウムアムアで発生したのか、それを説明するために様々な説が出されました。

中には、異星人文明が作ったライトセイル（宇宙航法で使われる光の圧力を利用する帆）が遺棄されたものである可能性も否定できないという SF のようなアイデアに言及したハーバード・スミソニアン天体物理学センターの研究者もいるくらいです^{※4}。

ロケット効果を除いて検討された主な説は、①太陽の光の圧力（オウムアムアがライトセイルの様なシート状の形状でないと成り立たない）、②ヤルコフスキー効果（自転する天体に働く太陽熱の効果だがオウムアムアが極端な低密度でないと成り立たない）、③軌道速度方向に沿った摩擦の効果（加速方向には働かないのでオウムアムアの場合と異なる）、④速度の衝撃的な変化（隕石衝突などによる単発的な現象ではオウムアムアのように継続的な加速運動を説明できない）、⑤複数の天体からなる連星あるいは分裂した天体の重力の影響（オウムアムアでは観測されていない）、⑥光学的な中心のずれ（オウムアムア表面に極端なムラが無ければ成り立たない）、⑦磁化した岩石の影響（考えられる最大の磁化をもってしてもオウムアムアの加速運動を説明できない）などですが、有り得ない極端な条件でないと成り立たない現象ばかりで、いずれも否定的です^{※3}。

■オウムアムアは小惑星なのか？ それとも彗星なのか？

最初にオウムアムアの非重力効果を報告した欧州宇宙機関等の研究グループは、オウムアムアが僅かに^{わず}ガスを噴出する彗星の様な天体だと考えると説明できるのではないかと提案しています^{※3}。観測では検出できない程度のガスの噴出でロケット効果が働いて加速しているという考え方です。太陽系の彗星とはガスの成分が異なるのかもしれません。

そもそも太陽系外で形成されたオウムアムアが太陽系の彗星や小惑星と同様の構造や性質を持つのかさえ詳しく解かっていないのです。

オウムアムアは多くの謎を残したまま太陽系を去りつつあり、もはや遠ざかりすぎて追加の観測もできません。オウムアムアに残された多くの謎を解くためにも、次の太陽系外天体（2I/・・・）の来訪と発見が待たれます。



図2 オウムアムアの想像図。小さな天体で遠距離だったため観測では点像にしか写らず、細長い形状は明るさの変化から推定された。
© European Southern Observatory, 2017

^{※1} Meech K. et al., *Nature* Vol.552, pp.378-381, Dec. 21, 2017
太陽系外天体の来訪「科学の眼」528, Feb.15, 2018
オウムアムアの故郷探し「科学の眼」530, Apr.20, 2018

^{※2} Marsden B.G. et al., *Astron.J.* 78, pp.211-225, 1973

^{※3} Micheli, M. et al., *Nature* Vol.559, pp.223-236, June 27, 2018.

^{※4} Bialy, S. and Loeb A., *Astrophysical J. Letters* 868:L1, Nov.20, 2018