

特集「太陽系惑星の新定義」

冥王星はどのような天体か？

2006年1月に打ち上げられたNASAのNew Horizons ミッションは、世界で初めて冥王星とTNOs (Trans-Neptunian Objects) の探査を行います。このNew Horizons 探査機が9年以上の歳月をかけて2015年に冥王星を訪れた時、我々はどのような姿の天体を目にするのでしょうか？

冥王星に最も似ている天体の候補として挙げられるのが、ほぼ同じサイズ（～2000km）を持つ、海王星の衛星トリトンです。

人間の目に見える可視光よりも波長の長い赤外域で観測を行うと、天体表面を覆う物質の違いを反映した、様々な「色」がついていることがわかります。こうした赤外域の「色」を分析した結果、冥王星とトリトンの表面組成は非常によく似ていることが判明しました。どちらも窒素・一酸化炭素・メタンなどの氷で覆われているのです（文献[1,2]）。またトリトンよりも内側をまわっている海王星の衛星が、海王星の自転と同じ方向に周回しているのに対して、トリトンは逆方向に周回しています。このため、「トリトンはかつて単独

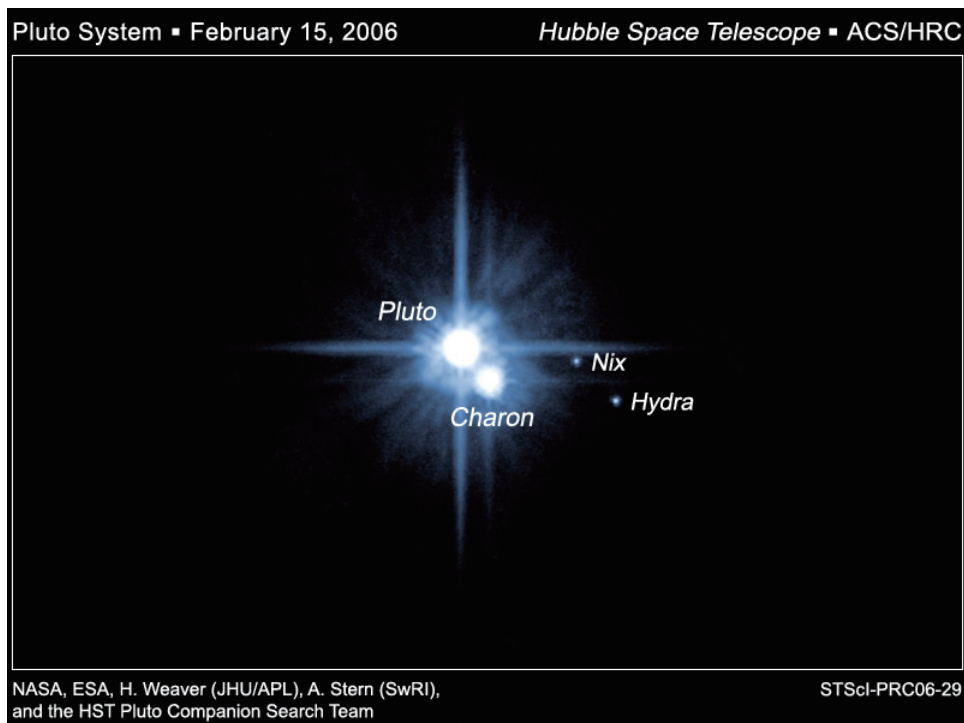


図1 NASA ハッブル宇宙望遠鏡によって撮像された、冥王星、衛星カロンと2つの新衛星。提供 NASA 他。

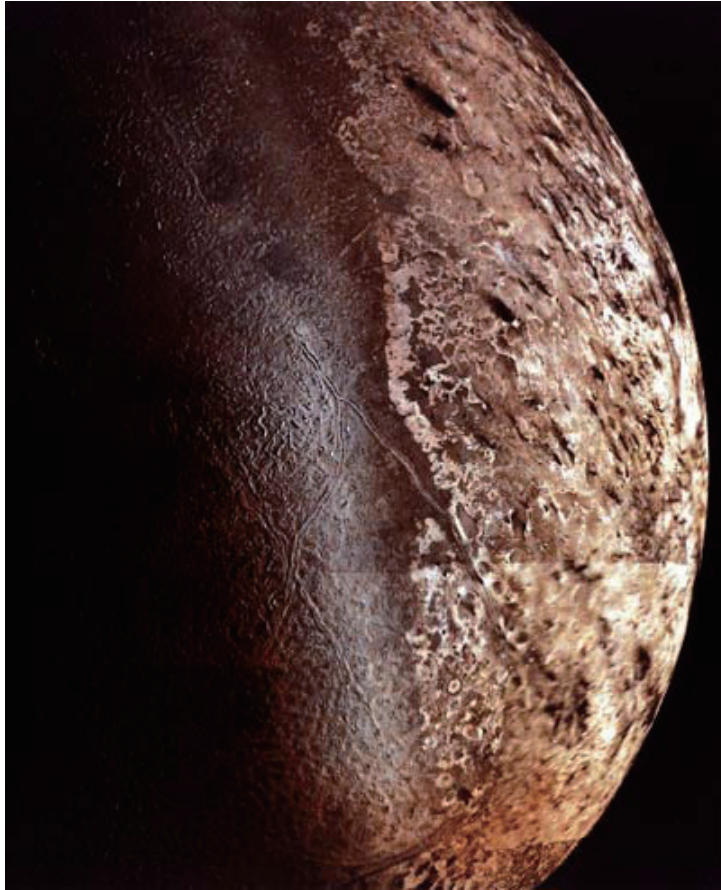


図 2：ボイジャー探査機によって撮像されたトリトンの表面。提供 NASA.

の TNOs として太陽を周回していたが、なにかのきっかけで海王星に捕獲されて衛星になったのだろう」と考えられています（文献[3]）。冥王星とトリトンが、よく似たサイズ/表面組成を持つ TNOs であるならば、その表面の様子もある程度似ているのではないかと推測されるわけです。

冥王星には、自分の大きさの半分にも及ぶ巨大な衛星 カロンがあります。カロンの表面は、冥王星やトリトンとは違って主に普通の水 (H_2O) の氷で覆われています（文献 [4]）。冥王星とカロンは、隣り合っているにも関わらず、その表面組成が全く異なっているのです。この違いは、どこから生じるのでしょうか？ 窒素は我々の呼吸する空気の 8 割を占める気体ですが、

マイナス 230 度以下にもなる極低温の冥王星表面では、そのほとんどが固体として表面に凝結しています。しかし窒素氷は水 (H_2O) の氷に比べると昇華温度がずっと低いため、わずかながら昇華していき、冥王星やトリトンの周囲に非常に希薄な大気を形成しています（文献[5]）。

現在では、「カロンや、それ以下のサイズの TNOs では表面重力が弱いため、窒素やメタンのような揮発性の高い物質は、すこしづつ昇華して宇宙空間に失われてしまった。一方、冥王星やトリトンのサイズになると昇華した物質を大気として保持することができるため、現在でも表面に揮発性物質が存在する」という説が、主流となっています。実際、セドナや

表1 地球と比較した冥王星の性質 ([10] より抜粋)

項 目	冥王星	地球	地球との比
本体に関する性質			
質量 (10^{24} kg)	0.0125	5.9736	0.0021
平均半径 (km)	1195	6371.0	0.188
平均密度 (g/cm^3)	1.75	5.515	0.317
表面重力 (m/s^2)	0.58	9.80	0.059
脱出速度 (km/s)	1.2	11.19	0.107
ボンドアルベド	0.4 - 0.6	0.306	1.3 - 2.0
可視幾何アルベド	0.5 - 0.7	0.367	1.4 - 1.9
日射強度 (W/m^2)	0.89	1367.6	0.0007
有効放射温度 (K)	37.5	254.3	0.147
衛星の数	3	1	-
リング	なし	なし	-
軌道に関する性質			
軌道半長径 (10^6 km)	5906.38	149.60	39.482
軌道周期 (日)	90465	365.256	247.68
近日点 (10^6 km)	4436.82	147.09	30.164
遠日点 (10^6 km)	7375.93	152.10	48.494
地球会合周期 (日)	366.73	-	-
平均軌道速度 (km/s)	4.72	29.78	0.158
軌道傾斜 (度)	17.16	0.000	-
軌道離心率	0.2488	0.0167	14.899
自転周期 (時間)	153.2928	23.9345	6.405
対軌道面自転軸傾斜 (度)	122.53	23.45	-
大気に関する性質			
表面気圧 (bar)	$\sim 3 \times 10^{-6}$	1	$\sim 3 \times 10^{-6}$
平均気温 (K)	~ 50	290	-
スケールハイト (km)	~ 60	~ 10	~ 6
主要成分	CH_4, N_2	N_2, O_2	-

表2 カロンの性質 ([10] より抜粋)

項 目	値	冥王星との比
質量 (10^{21} kg)	1.62	0.130
赤道半径 (km)	593	0.496
平均密度 (g/cm^3)	1.850	1.06
表面重力 (m/s^2)	0.31	0.53
脱出速度 (km/s)	0.60	0.5
可視幾何アルベド	0.38	0.5-0.8
対冥王星距離 (km)	19,600	-
軌道周期 (日)	6.38725	-
自転周期 (日)	6.38725	-
対冥王星軌道傾斜 (度)	0.0	-
軌道離心率	0.0	-

2003UB313 のような 巨大な TNOs の表面には、冥王星と同様に揮発性の高いメタン氷が存在することが確認されています（文献[6,7,8]）。このように、表面組成という観点からは、冥王星が他の TNOs と異なる特別な存在だと主張することは困難になってきました。

また最近の観測により、多くの TNOs が、非常に大きな衛星を持つ（あるいは連星系を成している）ことが明らかになってきました（文献[9]）。カロンのような巨大な月を持っているのも、冥王星だけではないのです。一方、冥王星には 最近 新たな衛星が2つ同時に発見され、Nix/Hydra と名付けられました。複数の衛星を持つのは冥王星だけなのでしょうか？ それとも、やはり 他の TNOs にも複数の衛星が存在しているのでしょうか？

惑星として位置付けられるかどうかに関わらず、冥王星はこれからも、太陽系形成過程を解き明かすための鍵を提供してくれる、興味深い天体であり続けるでしょう。

参考文献

- [1] Owen, T.C. et al., 1993, Science 261,745.
- [2] Cruikshank, D.P. et al., 1993, Science 261, 742.
- [3] Agnor, C. B. and Hamilton, D. P., 2006, Nature 441, 192.
- [4] Buie, M. W. et al., 1987, Nature 329, 522.
- [5] Sicardy, B. et al., 2003, Nature 424, 168.
- [6] Brown, M. E. et al., 2005, Astrophys. J. 635, L97.
- [7] Barucci, M. A. et al., 2005, Astron. Astrophys. 439, L1.
- [8] Licandro, J. et al., 2006, Astron. Astrophys. 445, L35.
- [9] Stephens, D. C. and Noll, K. S., 2006, Astron. J. 131, 1142.

- [10] Williams, D. R., <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/plutofact.html>.

本稿は主に中村良介氏が執筆を担当しました。