

惑星探査が花盛り

千葉工業大学 惑星探査研究センター 吉田 二美

1. 最近の惑星探査

ここ数年、太陽系の惑星探査が華々しい成果を挙げています。研究会で次々に披露される最新の画像の美しさと目新しさには目を奪われます。ここではそんな惑星探査から得られた最新の知識をいくつか紹介してみたいと思います。

●異なる素顔の二大メインベルト小惑星 Vesta と Ceres

2007年9月27日に打ち上げられたNASAの探査機 Dawn はメインベルトにある大型の小惑星 Vesta (2011～2012年)と Ceres (2015年～現在)を訪れ、両方の天体表面が多数のクレーターで覆われていることを明らかにしました。Vesta の探査では分化した母天体由来と考えられている HED 隕石(ホルダイト-ユークライト-ダイオジェナイトの頭文字)が Vesta 由来であるという確証が得られました。メインベルトの比較的的内側に位置する Vesta の表面に含水鉱物と炭素が発見されたことは予想外でしたが、Dawn に搭載されたガンマ線及び中性子検出器 (GRaND) が水素の分布を調べた結果、これらは Vesta 表面に長期間にわたり降り注いだ炭素質コンドライトによってもたらされたと結論されました¹⁾。

Ceres については Dawn が到着するより前に、Herschel 宇宙望遠鏡の観測により水蒸気の存在が報告されていましたが²⁾、Dawn は Ceres 表面の至る所に氷が存在することを突き止めました。Ceres が形成されて間もなく岩石から氷が分離して氷に富んだ地殻層が形成されたこと、またその氷が数十億年にわたってこの天体の表面に残ることを支持する

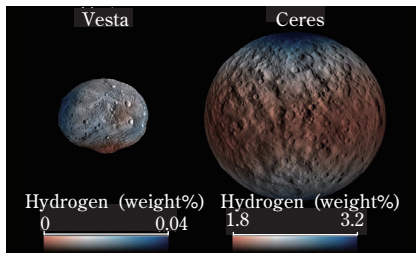


図1 Vesta と Ceres の水素の分布図。Ceres の方が圧倒的に水素量が多い。©NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA/PSI

データが得られました³⁾。

Vesta と Ceres の水素量は Ceres の方が圧倒的に多く、Vesta は dry, Ceres は icy な天体と言えます。

●玉ねぎ構造の Churyumov-Gerasimenko 彗星

2004年3月2日に打ち上げられ、2014年8月に Churyumov-Gerasimenko 彗星に到着した ESA の探査機 Rosetta は、Churyumov-Gerasimenko 彗星核の複雑な形状を明らかにしました。

この彗星は2つの塊が衝突して合体し、このような形になったと考えられます。高分解能で撮られた地形の分析から、この彗星核は固い物質と柔らかい物質が交互に積み重なった、玉ねぎのような層構造をしていることがわかりました。このような層構造ができるということは、彗星核が非常にゆっくりと成長してきたことを示唆しています。

水素同位体 (D/H) 比の分析からは、この彗星に太陽系形成以前に凝結した物質が含まれている可能性があることがわかりました。

●驚くべき冥王星の姿とその衛星系

NASA の探査機 New Horizons は2006年1月19日に打ち上げられ、2015年7月14日に冥王星のそばをわずか3分間で通過しました。New Horizons が撮影した冥王星の画像が初めて公開された時、その表面にある差し渡し1200kmのハートマークには誰もが驚きました。非公式にですがこのハートマークはスプートニク平原と呼ばれています。冥王星の表面について、大方の研究者はクレーターに覆われた単調な地形を予想していました。しかし冥王星には実に多様な地形が見られました。多数のクレーターが見られる氷丘、乱雑に隆起した山々、なめら



図2 Churyumov-Gerasimenko 彗星の彗星核 ©ESA/Rosetta/NAVCAM

かな氷原、起伏に富んだ暗い高地など。また火山のように見える山々も発見されました。殊に驚くべきはスプートニク平原の西側で見つかった、多角形の模様が浮かび上がった氷原です。このパターン

は太陽表面に見られる粒状斑に似ていないでしょうか？もしもここに太陽の粒状斑を作る仕組みと同じ機構がはたしているなら、その表面下では対流が起こっているはずです。米ワシントン大学の Bill McKinnon 氏は科学誌 Nature に発表した論文の中で、スプートニク平原下から温度の高い窒素の氷が絶えず湧き上がって表面地形を更新し、この多角形のパターンを作り出したと報告しています⁴⁾。スプートニク平原にはクレーターが見られません。クレーターが無いことはその表面が新しいことを意味します。地下から湧き上がった氷が表面に達して横に広がり、クレーターを消し去ったと考えれば辻褄が合います。冥王星は凍りついた天体だと思われていましたが、対流を起こす熱源があったのです。これは多くの研究者にとって驚きでした。

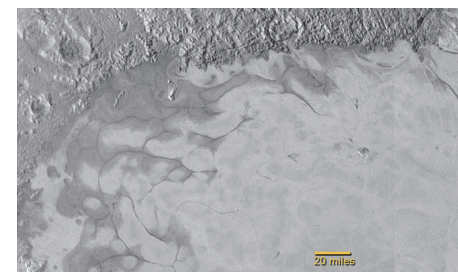


図4 スプートニク平原の西端の多角形の模様が浮かび上がった氷原 ©NASA/JHUAPL/SwRI

ハートマークの南西側はソリンと呼ばれる暗赤色の物質で覆われているようです。ソリンは冥王星の高層大気中で紫外線が窒素とメタン分子を分解し、イオン化させた後にそれらが再結合して小さな粒子になるまで成長したものに、更に揮発性ガスが凝結してできた物質です。冥王星の衛星 Charon の北極付近にもソリンが堆積していますが、これは冥王星



図3 冥王星(右下)と衛星カロン(左上) Ralph/Multispectral Visual Imaging Camera (MVIC) が撮影した青色、赤色、赤外線合成画像 ©NASA/JHUAPL/SwRI

のメタンガスが Charon の引力により引き寄せられて凍結し、紫外線によってメタンが重炭化水素に変わり、最終的に化学変化してソリンになったものと考えられます⁵⁾。New Horizons が通過した時は Charon の南極はよく見えませんでした、北極と同じ現象が起きていると考えられ、ソリンが堆積していると思われる。

4つの小さな衛星 Styx, Nix, Hydra, Kerberos は原始冥王星に巨大な天体が衝突して Charon が形成された際に飛び散った破片が融合して形成されたものだという説が有力です。これらの衛星は、安定した回転軸を持たずごろごろ転がりながら冥王星の周りを公転しています。

現在、探査機 New Horizons は一つのカイパーベルト天体(2014 MU69)に向かっており、2019年1月1日到着の予定です。

2. 日本が関係する現在～将来の惑星探査

現在、日本の探査機はやぶさ2が2018年夏の到着をめざして小惑星 Ryugu に向かって航行中です。Ryugu は C 型と呼ばれる小惑星の一つであり、太陽系初期に形成された含水鉱物や有機物を今も保有していると考えられます。Ryugu の探査を通し、地球にある水や有機物の起源に関する手がかりが得られるはずです。はやぶさ2は2020年に Ryugu からの試料を持ち帰る予定です⁶⁾。

更に2020年代には火星の衛星 Phobos と Deimos から試料を持ち帰る計画もあります⁷⁾、木星氷衛星探査計画 ガニメデ周回衛星 JUICE に参加し⁸⁾、木星の形成や衛星の生命存在可能性に迫ることも検討されています。Europa や Ganymede⁹⁾は内部に海を持つ可能性が指摘されており、そこには現在でも生命が存在しているかもしれません。

参考文献

- 1) 山下直之(2015)遊・星・人(日本惑星科学会誌) 24, 326
- 2) Küppers et al.(2014)Nature 505, 525
- 3) Prettyman et al.(2016)Science 355, 55
- 4) McKinnon et al.(2016)Nature 534, 82
- 5) Grundy et al.(2016)Nature 539, 65
- 6) <http://www.hayabusa2.jaxa.jp>
- 7) <http://mmx.isas.jaxa.jp/index.html>
- 8) <https://juice.stp.isas.jaxa.jp>
- 9) Saur et al.(2015)J.Geophys.Res.Space Physics, 120, 1715