

冥王星 —その数奇な運命—

国立天文台天文情報センター長 渡部 潤一

はじめに

プラハは天文学にとっては特別な町である。あのティコ・ブラーエが惑星の運動の詳細な記録を残し、さらにその観測記録を入手して、惑星の運動の法則を解明することになるヨハネス・ケプラーがやってきたところだ。いまでも、プラハの街角には二人が並んだ銅像がたっている。

そんな由緒ある町：プラハに、世界中の天文学者が集まる国際天文学連合（IAU = International Astronomical Union）の総会が開催されたのは、2006年の夏のことだった。そして、この総会はいままでになく特別なものとなった。ご存じのように、8月24日に惑星の定義が採択され、第9惑星であった冥王星が惑星から“矮惑星（仮称）”となったからである。冥王星が惑星からはずれ、太陽系の惑星は8個に減ってしまった。

いま、どうして惑星の定義なのか。惑星でなくなった冥王星は、どうして新しい種族：“矮惑星（仮称）”となったのか。冥王星が辿った数奇な運命を軸に、惑星の定義が決まるまでの背景と実際の採択までに至る道筋を紹介する。

どこにもなかった惑星の定義

そもそも惑星とはどんな天体か？ 2006年の定義が採択されるまで、この問いに対して、答えられる天文学者はいなかった。実は、惑星の定義など、どこにもなかったからである。もともと惑星というのは、ギリシア語の planetes（さまようもの）という言葉からきている。星座の間を動いていく星が、惑星だったのである。強いて言えば、これがかつての定義であった。その後、天動説から地動説となって、地球が惑星の仲間入りをし、オリジナルな意味は失われ、太陽の周りを回る天

体となった。さらに天体望遠鏡の発明によって天王星や海王星が発見されても、太陽系の中で、比較的大きな天体を惑星と呼んでいて、なんら問題が生じなかった。他の天体が、すべて小さかったからである。ときどき現れる彗星も、さらに火星と木星の間にたくさんある小惑星も小さかった。最大の小惑星セレス（ケレス）でさえ、その直径は1000km以下である。つまり、太陽系の惑星とは、太陽を巡る天体のうち、漠然と相当に大きなものという共通理解で十分だった。したがって改めて定義を考える必要さえなかった状態が続いていた。後述するように冥王星も、少なくとも発見当初は相当に大きな天体と思われたので、惑星に入れるのが自然だった。

すなわち太陽系の天体といえば、塵などを除いて、彗星や小惑星といった“小天体”と、9つの“惑星”と、大きく分けてふたつのカテゴリーがあったといえるだろう。両者を分け隔てる条件は、なんとなく歴史的に天体の大きさを基準に決まっていたため、どんな天体を惑星と呼ぶのか、科学的な定義は皆無だったのである。（今回の議決も、実は定義の変更ではなく、初の策定であった。）

冥王星の発見

日進月歩の観測技術は、人類にそれまで未知であった天体の存在を教えてくれる。19世紀末に発明された写真技術によって、われわれ人類はかすかな光を蓄積し、目では見えないほど遠方の小さな天体を捉えることができるようになった。この技術のおかげで、それまで見つからなかった冥王星が発見されたのが、1930年。発見者は、ローエル天文台で未知の惑星捜索を続けていたアメ

リカ人クロイド・トンボーである。

第9惑星に位置づけられることになった冥王星は、疑問がないわけではなかった。ひとつはその軌道が大きく傾いていることである。それまでの惑星は、軌道がほとんど同じ平面に収まっているのだが、冥王星は17度も傾いている。もうひとつは、軌道の歪みである。それまでの惑星が円に近い軌道を持っているのに、冥王星だけは大きく歪んでいて、海王星の内側までやってくるほどである。また、遠方だったゆえに冥王星は点にしが見えず、その大きさは推定するしかなかった。それでも、当時は地球程度の大きさがあると思われていた。本当に惑星の資格があるのか、という疑問もあったが、否定するほどの確たる根拠もなかったのは事実である。

こうして妙なところがありながらも、第9惑星の称号が与えられ、アメリカでは大騒ぎになった。ディズニーの犬のキャラクターであるプルトや、元素番号94番のプルトニウムは、この冥王星に由来している。

小さくなっていく冥王星

日進月歩の観測技術は、人類が既知の天体であっても、それまでの知見を書き換えることがある。冥王星は観測技術が進むにつれ、どんどん小さくなっていった。いや、正確に言えば、その推定直径値が真の値に近づいていった。

1950年代までは、まだ地球程度と思われていたが、1960年代後半になると、分光観測技術が進んだ。その結果、冥王星の表面はメタンの氷で覆われていることが判明した。氷だから、当然ながら反射率は高いと予想される。太陽の光を反射して光っているので、反射率が高ければ、本体そのものが小さくても、みかけの明るさは保てる。ということで、冥王星は地球よりもかなり小さいのでは、と疑われるようになった。さらに、その傾向を決定づけたのが、1978年の衛星カロンの発見である。ローエル天文台では、冥王星の位置観測を継続的に行っていたが、その観測に従事していたジェームズ・クリスティーによって、衛星

が発見されたのである。天体望遠鏡では、衛星と冥王星本体の両方の光を同時に受けて、これを冥王星本体からの反射光としていたわけで、衛星の分、本体はさらに小さいと推定されることになった。また、衛星があれば、冥王星と衛星との距離と、その公転周期を計測することによって、両者の質量の和を求めることができる。ここに至って、冥王星は地球の400分の1程度の質量しかないとわかったのである。ただし、この方法では大きさはわからない。

80年代になると、冥王星や衛星の大きさの推定が可能な現象が起こりはじめた。冥王星・カロンの相互食である。地球から見て、冥王星とカロンの軌道面がほぼ水平となり、お互いがかくれんぼをするような状態となったのである。これによって隠れている時間や、その間の光度変化を調べることで、お互いの大きさが推定できる。その結果、得られた冥王星の直径は、2300km。直径3400km以上もある、地球の衛星・月より小さかったのである。

ただ、小さくなっただけでは惑星ではない、と主張する根拠にはならなかった。小さいとはいえ、その直径は小惑星の最大のセレスに比較しても、2倍以上ある。小惑星と惑星の間には、まだ歴然とした差があったのである。

冥王星の仲間たちの発見

日進月歩の観測技術は、それまで未知の天体の存在を再び教えてくれることになる。20世紀の技術革新といえば、光を化学変化で蓄積する写真にかわって登場したデジタル撮像技術である。半導体を用いて、電子に変えて蓄積する素子、CCD素子の発明により、天文学はさらに大きく変わっていった。写真時代には見えなかった遠くの微かな天体が見え始めてきた。

冥王星の外側にあるであろう、未知の天体を探し続けていた天文学者は何人もいた。しかし、残念ながら、写真時代にはひとつも発見することができなかった。太陽系の地平線は、写真時代には冥王星が限界だったのである。20世紀末になっ

て CCD 素子を早速利用して、探し始めたグループがあった。ハワイ大学のデイビッド・ジュエットらである。彼らが搜索を始めた理由は実は惑星探しではない。この頃には、冥王星以遠には大型の惑星はないとされていたし、海王星・天王星の位置観測の解析からも、誤差の範囲で未知の惑星を仮定する必要はないとされていた。彼らはむしろ、短周期彗星の故郷があるのでは、という理論的研究から示唆された氷微小天体の有無を調べていたのである。そして、1992年に最初の小天体 1992QB1 が見つかった。冥王星よりも遠くを回る“小惑星”である。

彼らの発見がきっかけとなって、太陽系外縁部に同じような小惑星が続々と発見されるようになった。これらの天体は、すでに千個を超えている。こういった小天体群を予想した天文学者の名前から、「エッジワース・カイパーベルト天体 (EKBO)」, または海王星よりも遠い天体という意味で「トランス・ネプチュニアン天体 (TNO)」と呼ばれている。惑星形成論からいえば、惑星に成長している過程で、時間切れとなり、そのまま多数の天体群が残ったと考えられている。詳しく述べる紙幅はないので、「太陽系の果てを探る —第十番惑星は存在するか—」(渡部潤一・布施哲治著, 東京大学出版会) を参照していただきたい。

さて、問題となったのは、この天体群と冥王星の関係であった。天体群をよく調べると、冥王星とほとんど類似の軌道を描いているものが多数存在していた。冥王星は海王星とちょうど公転周期が 2:3 の比にある共鳴関係にある。そのために、軌道が交差しているように見えても、その部分でお互いが接近することなく、安定なのである。そのような冥王星と類似の軌道を辿っている天体がたくさんあったのである。つまり、冥王星はトランス・ネプチュニアン天体のひとつだったわけである。

さらにやっかいな問題も表面化してきた。その発見数が増えるにつれ、次第にでかいサイズの天体が発見され始めたことだ。火星と木星の間にあ

る小惑星帯で最大のセレスをあっさりと抜くものが続出し、このままだといずれは冥王星を超えるような“大物”の小惑星が見つかるだろう、と関連研究者は思い始めていた。もし、そうなったら「惑星よりも大きな小惑星」が誕生してしまうという、“おかしい”状況となるはずである。

揺らぐ冥王星の位置づけ

これまでの惑星といわれている天体で、このような状況にある天体は皆無であった。冥王星を除いて最小の惑星である水星でも、その軌道には似たような軌道を持つ天体はない。ただ、確かに木星には、同じ軌道の約 60 度ほど前方と後方に、トロヤ群と呼ばれる一群の小惑星がある。しかし、そのサイズの差はあまりにも大きい。直径 14 万 km を超える巨大な木星に対して、トロヤ群の小惑星のほとんどは 100km もないほど小さな天体ばかりである。トランス・ネプチュニアン天体群と冥王星の関係のような状況は、初めてであった。

そんな時、こともあろうに IAU は失策を犯すことになる。1998 年、冥王星に小惑星番号を付けようと、IAU 実務部門である小惑星センターが提案していた。小惑星そのものの数も増え、ちょうど 1 万番目というきりのいい確定番号をつけるタイミングだったし、位置観測データの整理のためには番号が必要ということで、ことさら他意はなかったようだった。しかし、この提案は、「冥王星を恣意的に小惑星に降格しようとしている」と曲解され、反対意見が続出した。痛かったのは、外部のマスコミが過剰反応したことだった。当時の IAU 執行部は、こういった外部からの擾乱に耐えかねて、ついに 1999 年 2 月 3 日、「冥王星は第 9 惑星であり、その位置づけを変えることはない」という宣言を出し、事態の収拾をはかってしまったのである。

だが、いずれは冥王星よりも大きな天体が見つかるだろう、との研究者の思いは強くなる一方であった。そのとき、冥王星よりも大きな小惑星を惑星と呼ぶかどうか、議論になってしまうだろう。そのときに備え、「惑星」の定義をしっかりと決

める必要がある、と誰しもが感じていた。そしてIAUは、2003年の総会后、はじめて惑星の定義を定めるべく、動き始めた。

冥王星、新しい種族へ

太陽系研究者でつくるIAU第3部会(Division III)を中心に、19人のメンバーにより、1年半にわたって原案の検討を行い、最終的に3案にまでまとめていったが、一本化はできなかった。そうこうしているうち、来るべき“時”がきた。2005年夏、冥王星よりも大きなTNOである2003UB313の発見が公表され、すわ第十惑星かと大騒ぎになった。ついに、惑星よりも大きな小惑星が出現してしまったのである。

これに執行部は焦ったようだ。天文学だけではなく、より広い多様な視点での議論が必要と考えたIAU理事会は、新たな「惑星の定義委員会」(Planet Definition Committee)を立ち上げた。教育や歴史、広報等に通じた天文学者・惑星科学者とジャーナリストが招集され、ここで筆者はアジア地区代表として、この委員会に乗り込んだ。広報活動に従事しつつ、惑星科学を専門とする経歴が買われたのが理由である。この委員会は、パリ天文台で缶詰になって先の3つの案を鑑みながら、惑星の定義をひとつの原案にまとめ、理事会に送った。この原案は、ほぼそのまま理事会で認められ、総会に示されることになった。当初案(いわゆる12個案)は、太陽系の天体を古典的惑星(classical planet)、矮惑星(日本語名仮称、dwarf planet)、およびその他の小天体(small solar system bodies)という3種類に分けること、前記2つのカテゴリーを惑星とし、定義として、自重が大きく平衡形状(Hydrostatic Equilibrium)であるというシンプルな基準をとるものである。その結果、冥王星、2003UB313、セレスが矮惑星(仮称)、また冥王星の衛星カロンも共通重心が冥王星の外にあることから、いわゆるバイナリーとして、矮惑星(仮称)とする案だった。

IAU総会2日目に示された原案に、参加者は驚くとともに、当惑を隠せなかった。というのも、

原案策定そのものもIAU会員のほとんどが知らされていなかったからだ。IAU執行部は完全に極秘裏に物事を進めることで、マスコミなどの外部からの擾乱を防ぎつつ、統一案を策定する方針を選び、1999年の轍を踏まないようにしたからである。だが、この方針は参加者の不評を買った。実際、採択後に反対署名活動が起きたりしているのも、その証拠である。しかし一方で、もしオープンに議論していたら冷静に採択までいけたかどうか、筆者にはわからない。ベストではないがベターな選択だったと筆者は思っている。

多くの決議は半年以上前に原案が公示されるが、惑星の定義だけは上記の理由でそうしなかったため、総会会期中に様々なレベルで議論の場を設けて、会期中にどんどん改訂していくことは前提でもあった。そして、当初案になかった天体力学的側面、つまり軌道上に仲間がいるかどうかを定義の条件に盛り込み、8つの古典的惑星だけを惑星とすることにし、同時に冥王星はTNOであり、かつ矮惑星(仮称)という新しい種族(名称は未定)の代表とする最終的な案を練り上げ、これらが採択されたのである。これによって太陽系の惑星は海王星までの8つとなり、冥王星はセレス、2003UB313とともに矮惑星(仮称)に位置づけられた。(定義そのものは国立天文台などのホームページなどを参照のこと。)

太陽系天体は、惑星、矮惑星(仮称)、それに彗星や小惑星を含む小天体という3種類の種族に分類されることになった。これらは惑星成長過程の“鶏”、“ひよこ”、“卵”に対応するといえる。冥王星は新たな“ひよこ族”の代表に就任した。平社員が、どこかの支店長に栄転したようなもので、新聞などで用いられていた「降格」という表現は当たらない。“ひよこ”の矮惑星は、今後もどんどん発見されるだろう。観測技術が進むにつれ、遠くの微かな天体が捉えられるようになってくれば、今後も太陽系の果てに未知の天体が発見されるに違いない。