

太陽系の果てを探る ―第十惑星はあるのか？

国立天文台 天文情報センター 渡部潤一

<太陽系：発見の歴史>

太陽系には、いくつかの惑星があるでしょう。天体望遠鏡がない肉眼だけの時代には、夜空の中で惑う星といえば、水星、金星、火星、木星、土星の5つだけでした。これに月と太陽を加えて、7つの天体が特別なものだったわけです。そのために曜日も7つあるのです。天体望遠鏡が発明され、地動説が認められ、ニュートン力学の発展の中で、太陽系の正しい概念、すなわち太陽を中心として地球を含めて6つの惑星が回る概念が確立すると、その外に目が向けられました。

振り返ってみると、われわれの太陽系に関する認識は、天体観測の技術革新と天文学の進歩に伴って、外側へとひろがってきたといっても過言ではありません。1781年、イギリスのハーシェルによって発見された天王星は、天体望遠鏡なくしてはなし得ませんでした。天王星の観測による「ふらつき」から、天体力学を応用して予測されたのが海王星の存在です。1846年、予測された位置の近くに発見された海王星は、天体力学の勝利とうたわれました。さらに、その後、19世紀に始まった写真技術の発明とその応用は、直接レンズを覗いていた天文学者を、ルーペを持って現像された写真乾板を覗くという方法へと変えさせました。写真に蓄積された微かな光の信号が、より遠くの微かな宇宙を目に見えるものにしていったからです。こうして、1930年に長らく9番目の惑星とされていた冥王星が発見されたのです。

<冥王星の外には何もないのか？>

このように天文観測の技術革新に伴って、太陽系は外へ外へと広がっていきました。それでは、本当に冥王星の外側には何もないのでしょうか？ 多くの人が第十惑星を探して努力してきましたのですが、太陽系外縁部の様子がわかるためには新たな技術革新が必要でした。CCD素子。いまではホームビデオやデジタルカメラに使われていてお馴染みですが、この素子をうまく利用すると写真に比べて数十倍の感度を到達できる優れたものです。この素子の出現により、望遠鏡の口径が一挙に数倍になったような効果があります。またまた天文学者は、ルーペを捨てて、CCD素子から送られてくる画像をコンピュータの画面上で眺めることになったのです。

そして1992年の夏。ハワイ大学の口径2.2m望遠鏡が、CCD素子を駆使した観測により、冥王星の外側の小天体を捉えました。1992QB1と仮符号のつけられたこの天体は、周期296年、冥王星の248年に比べて50年ほど長いものでした。太陽からの平均距離は41天文単位（1天文単位は太陽・地球間の平均距離で1億5千万km）という、彗星などの長い楕円軌道を持つ小天体を除けば、太陽系最遠の天体でした。ついに冥王星を越える領域にも、太陽系が広がっていることをつきとめたのです。ただ、この天体の推定直径は200kmと、火星と木星の間で発見され

ている小惑星の大きなものに比較すれば、かなり小さく、惑星と呼ぶには至りませんでした。

<見え始めた太陽系外縁部>

その後も、同様の小天体が続々と発見されています。いったい、これらはこういった天体なのでしょうか？ 実は1950年頃、アメリカの天文学者カイパーやアイルランドの天文学者エッジワースが、冥王星の外側には彗星のような氷の小天体が無数にあるのでは、と考えていました。木星と火星との間にある小惑星帯のようなベルト状構造が太陽系をとりまいているというのです。

そこで、このような小天体群をエッジワース・カイパー・ベルト天体、あるいは海王星を越えている小天体という意味で、トランス・ネプチューニアン天体と呼んでいます。これらは太陽に近づいて融けて尾を引く彗星の故郷のひとつであると考えられています。何かのきっかけで海王星などに近づいた小天体が、その重力を受けて、内部への落下し、次の天王星の重力につかまって、さらに次に土星のという具合に、バケツリレー式に運ばれて、最後には地球の近くまでやってきて彗星となるのです。その小天体群の構造も、こういった彗星を生み出すシナリオも、ほぼ解明されつつあります。

さて、これで太陽系は終わりなののでしょうか。構造がわかり始めた太陽系外縁部に新たな謎が浮上してきました。それは50天文単位問題といわれています。望遠鏡や観測装置の能力からいえば、数百の小天体が見つかる状況下では、50天文単位よりも外側にこれらの小天体が存在しても発見されるはずなのです。が、どうもなかなか見つからないのです。

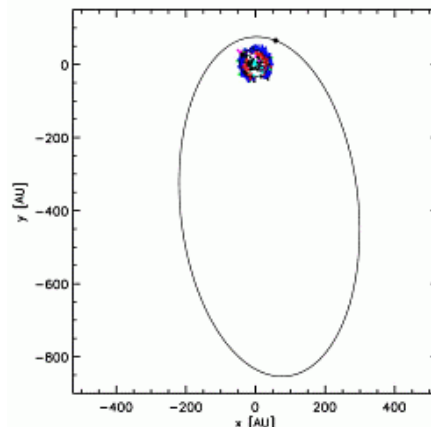
<50天文単位が最果てなのか？>

50天文単位以遠で見つからない理由は、そこが最果てだからでしょうか。それとも別の理由からでしょうか。もし、小天体のサイズが同じようなものだとすれば見つかるはずですが、50天文単位以遠では（1）大きなサイズの天体が40-50天文単位の部分に比べて少なくなっている、あるいは（2）小天体そのものが存在しないか、どちらかでしょう。

これらの小天体は、約46億年前、太陽系の初期の頃に惑星が成長していくときの生き残りと考えられています。つまり微惑星と呼ばれる天体が、惑星へと成長する過程で、とどまってしまった天体たちなのです。もし、（1）が理由であるとする、これは微惑星から惑星へ成長するとき、急速にサイズが大きくなったりする変化が起きた証拠なのかもしれません。外側ほど成長速度が遅いことが予想されるからです。一方、（2）が理由であるとする、これは大きな問題です。もしかすると、原理的に太陽系星雲がここで切れていて、これ以遠になにもできなかったのか。何らかの原因でこの領域の天体が重力的に跳ね飛ばされてしまったのか。もしかすると外側にやや大きな天体が（第十惑星？）があって、その影響で掃き清められてしまったのか。小惑星帯は、火星と木星の影響で、ある程度の幅に収まったリング状をしています。エッジワース・カイパー・ベルトも同じ様な構造をしているのでしょうか。

そんな中、新しい天体が発見されたのです。2003VB12という仮符号が付けられた天体

です。その後、イヌイットの神話の神様からセドナと命名された、この天体の位置は冥王星の3倍も遠く、50天文単位を遙かに超えるものでした。そして、その軌道も図にあるようにいままでにないほど大きなもので、公転周期はなんと1万年を超えています。太陽系は50天文単位で終わりではなかったのです。今後も同様の天体が続々と発見されるに違いありません。いま、まさに世界中の研究者が太陽系の最果ての問題に取り組みつつあるのです。



右図説明：2003VB12の軌道（実線）。縦、横軸は天文単位。原点に太陽がある。これまでに発見されたエッジワース・カイパー・ベルト天体が青色で、他の天体たちが赤色で書かれているが、すべて50天文単位範囲内の小さな範囲に収まっているのがわかる。

<第十惑星候補の発見？>

そんな中、さらに衝撃的なニュースが報じられたのが、2005年のことでした。アメリカ航空宇宙局（NASA）が、第十惑星候補を発見した、と報じたのです。問題の天体は、2003UB313という仮符号が付けられ、その後の研究でエッジワース・カイパー・ベルトに属していることがわかったのですが、問題はその大きさです。それまでの小天体と異なり、冥王星よりも大きいと考えられたのです。その後、電波観測などから直径が3100kmはあるのではないかとされ、約2300kmの冥王星よりも大きいことがかなり確実視されつつあります。

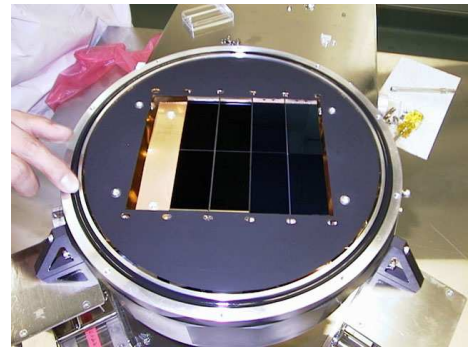
ここで問題になるのが、果たしてわれわれは、この天体を第十惑星と呼ぶかどうかです。このような天体がまだ発見されずに存在していたということは、今後も続々と発見される可能性が高いわけです。そうすると、そのたびに惑星の数を増やさなくてはなりません。一方、確かに冥王星よりも大きいので、惑星と呼んでも良いと考える人もいます。国際天文学連合は、これまで明確でなかった惑星の定義から、考え直そうとしています。冥王星が第九惑星であり続け、この天体が第十惑星となるのか、それとも惑星からはずされるのか、8月にチェコのプラハで開催される国際天文学連合総会で決着がついているかもしれません。

<太陽系の果てに挑むすばる望遠鏡>

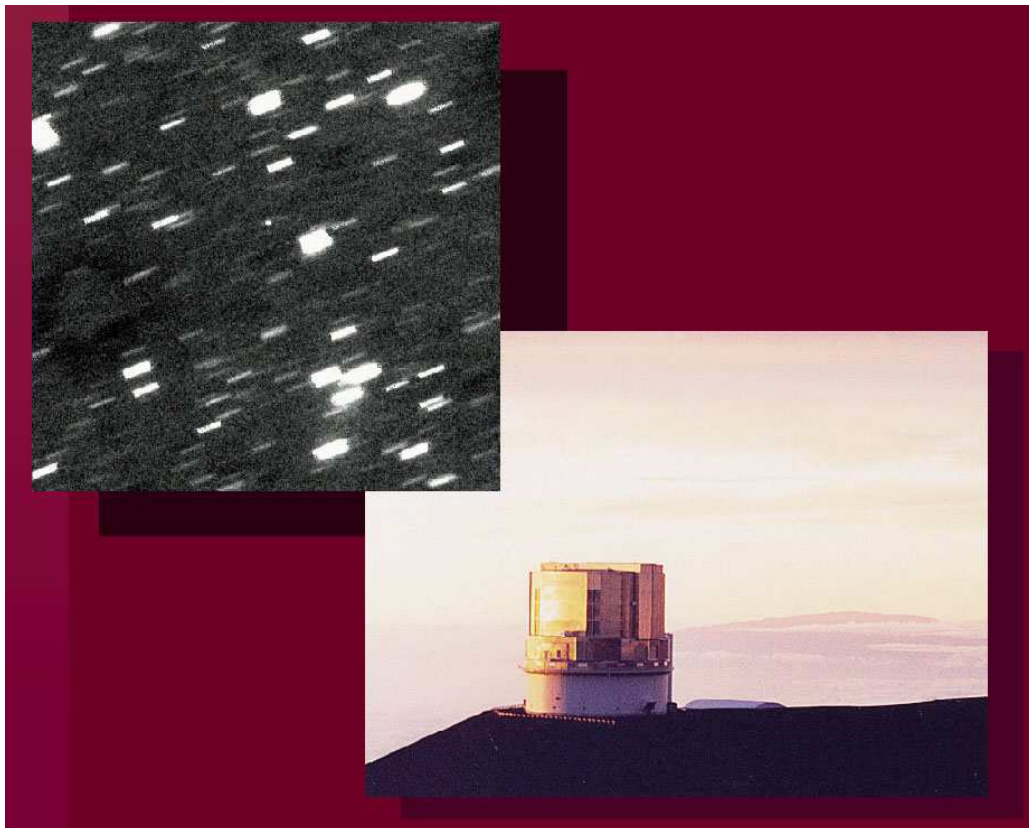
いずれにしろ、天文学者は太陽系の果ての問題に取り組みつつあります。そして日本のすばる望遠鏡も活躍をしています。

21世紀の新たな技術革新のひとつが、すばる望遠鏡を始めとする超大型望遠鏡です。鏡が大きくなるにつれ、望遠鏡自身の制御は複雑怪奇になり、性能を引き出すためには高速かつ複雑な処理が必要ですが、そのためのコンピュータも発達しています。そしてなによりも、小天体の搜索のような場合には、望遠鏡を大きくすればそれですむわけではありません。一般に大きくすれ

ばするほど、焦点距離も長くなって（簡単に言えば倍率も上がって）、その分、一度に観測できる視野が狭くなります。それを補うための工夫が、すばる望遠鏡の特徴です。巨大な望遠レンズの役割をしているのに、広角レンズの機能も兼ね備えているのです。小さなCCD素子を並べて広い視野をカバーするモザイク式CCDカメラが、その工夫のひとつです（右下写真）。これによって、これら小天体の発見をすばるでほとんど独占できるほどの高い効率を実現しています。われわれは、これまでに二十個を超える小天体を発見し、太陽系の果てに挑んでいます。また、アメリカ航空宇宙局（NASA）の冥王星探査計画であるニュー・ホライゾンスの探査に協力しています。探査機は冥王星を探査後にエッジワース・カイパー・ベルト天体に立ち寄ろうとしています。そのための候補天体を、すばる望遠鏡で探しているのです。宇宙の果てを探る上で大活躍しているすばる望遠鏡は、惑星科学の最先端でもある太陽系の果てを探るのにも活躍しているのです。（了）



すばる望遠鏡に装着されている広視野カメラの内部。CCD素子が8つ並んでいるのがわかる。



すばる望遠鏡ドームとそれによって発見された太陽系最遠の小天体のひとつである 2001D0108（左上）。撮影した画像を天体の動きにあわせてずらしながら加算したので、小天体は点像に、まわりの星や銀河は伸びている。（布施哲治・木下大輔氏提供）