

## 彗星のふるさと

飯山 青海

### 1. 彗星とは

彗星は、尾を持つことが特徴的な天体です。肉眼でも尾が観察できるような彗星は数年から十数年に一度くらいしか現れないので、尾を持つ彗星が現れることはかなり珍しいこととして、世界中のいろいろな国で、不吉な兆候であるとか様々な占いの解釈が行われてきました。

彗星がなぜ尾を伸ばすのかというと、原因は水星の材料にあります。彗星は主に氷からできている天体であり、太陽に近づいたときに氷が溶けて蒸発し、ガスとチリを放出するのが、我々に尾として観察されるのです。また、惑星や小惑星の多くは、円軌道に近い楕円軌道を持っており、太陽との距離はそれほど大きくは変化しません。一方、彗星の軌道は細長い楕円軌道であることが多く、太陽と彗星の距離は大きく変化します。普段は太陽から遠く離れた寒い領域にあって、太陽に近づいたときだけ、尾を伸ばすのです。太陽系の天体の中で、かなり異質な存在と言えます。



ヘール・ボップ彗星

1997年に観察されたヘール・ボップ彗星は、肉眼でも尾を引く姿が簡単に観察できました。

### 2. 彗星は太陽を公転する天体

ずっと昔の時代には、彗星は全く不規則に、単発的に現れるものとも考えられていましたが、イギリスの天文学者ハレーが、歴史上何回か現れている彗星が同一の天体であることを指摘して以来、彗星の中には周期的に現れるものがあるということが分かりました。

今年は、12P/ポンス・ブルックス彗星の回帰(彗星が太陽に近づくこと)がありました。このうちゅうが皆様のお手元に届く4月には、夕方の空に双眼鏡で観察できるくらいになっているかもしれません(なっていないかもしれません)。このポンス・ブルック

ス彗星は、1812年に発見された後、1883年、1953年に観測され、約70年の周期で太陽を公転していることが分かっています。

彗星の公転周期は様々です。今年回帰したポンス・ブルックス彗星の周期は約70年、有名な

ハレー彗星の公転周期は約76年ですが、中には、公転周期が数万年に及ぶような軌道を持つ彗星もありますし、逆にエンケ彗星(公転周期約3.3年)のような短い公転周期を持つ彗星もあります。

1996年に観察されたヒヤクタケ彗星は、太陽から非常に遠く離れたところまで伸びる長大な軌道が計算されており、次回太陽に近づくのは、西暦11万5千年過ぎではないかという説もあります。長大な楕円軌道にある彗星は、木星などの惑星の影響によってほんのわずかに軌道が変わるだけで周期の年数は大きく変わるので、周期がとても長い彗星の周期の数字はあまり大きな意味を持たないのです

が、彗星の中にはこのように非常に長い周期を持つものもあれば、中には楕円軌道ではなく、放物線軌道や双曲線軌道を持つ彗星も見つかります。放物線軌道や双曲線軌道では、太陽を回ることができず、一度太陽から遠ざかり始めたら永遠に太陽系から遠ざかっていく軌道を持つ彗星ということになります。



バイユーのタペストリーに描かれたハレー彗星  
図の右上に描かれているものが、1066年3月に観測されたハレー彗星の姿だと考えられています。短周期彗星の中で、望遠鏡が発明される前の時代から観測記録が残っている彗星は、ハレー彗星くらいしかありません。



ヒヤクタケ彗星

1996年に観察されたヒヤクタケ彗星は、非常に長い尾が肉眼でも見えたことが特徴でした。ヒヤクタケ彗星の軌道は、太陽系の非常に遠いところまで伸びていることが分かっています。

### 3. 彗星の公転周期による分類

太陽の周りを回っている彗星は、短周期彗星と長周期彗星に分けられています。短周期彗星は、我々人類がその彗星の回帰を2回以上観測していて、軌道が定まっているものです。望遠鏡の発明が今から約400年前ということもあって、現在認識されている短周期彗星の中で最も公転周期の長い彗星はイケヤ・チャン彗星で周期約366年です。公転周期がそれよりも長い彗星は、人類史上1回の回帰しか観測されていないか、あるいは、古い記録の彗星と同一のものかどうか不確実と判断されているもので、いずれも長周期彗星に分類されます。また、放物線軌道や双曲線軌道の彗星は非周期彗星と呼ばれます。

短周期彗星は、現在400個弱の彗星が見つっていますが、大半が周期6～7年の彗星で、ハレー彗星(周期約76年)やポンス・ブルックス彗星(周期約70年)のような彗星は、短周期彗星の中では比較的長い周期をもつ彗星になります。短周期彗星のほとんどは望遠鏡なしでは見つからない明るさの彗星で、ハレー彗星のように肉眼でも尾を引いた姿を見せるような大彗星は例外的な存在です。今年回帰したポンス・ブルックス彗星は、短周期彗星の中ではかなり明るくなる彗星の一つです。

### 3. 彗星の寿命

彗星は、氷を主体とした天体で、太陽に近づくたびに氷が溶けて、ガスとチリを放出します。それが彗星に特徴的な尾となって観察されるのですが、氷が溶けていくということは、彗星本体は太陽に近づくたびに小さくなっていく、ということでもあります。彗星本体のサイズは、ハレー彗星に探査機が近接探査を行った際に約11kmというサイズが測定されていますが、ハレー彗星は、数多くある彗星の中でもかなり大きめの彗星であることが分かっていて、一般的な彗星は数kmのサイズのもので大半であると考えられています。

直径数kmの氷の塊である彗星が、何度も太陽に接近を繰り返すと、どんどんサイズが小さくなっていて、最終的には消滅するか、ダスト成分だけが残った小惑星の



ハレー彗星の近接写真

地上からの望遠鏡観察では、彗星核は周囲のガスやチリに隠されて直接観測することができません。1986年に探査機ジョットはハレー彗星の核へ接近し、その姿を撮影しました。写真では、激しくガスを噴き出すハレー彗星の核が明瞭に写っています。

©ESA. Courtesy of MP Ae, Lindau

ような天体になるのではないかと考えられています。彗星が消滅した例は過去に実際に観測されていて、ピエラ彗星の記録が有名です。

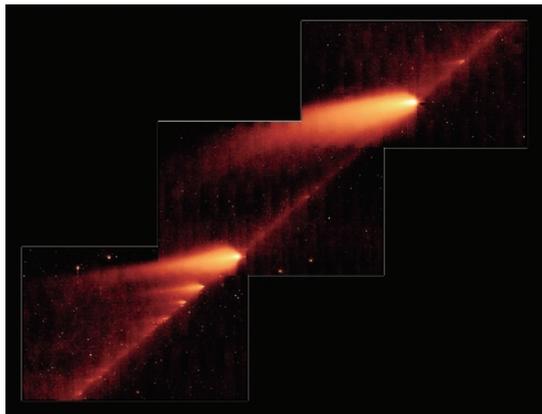
ピエラ彗星は、1772年に発見された彗星で、周期は約6.7年でした。ピエラ彗星は、1772年の発見の後、1805年や1826年、1832年にも観測されました。1839年の回帰は地球とピエラ彗星と太陽の位置関係が悪く、観測されませんでした。その次の回帰の1846年には、ピエラ彗星が2つに分裂しているのが観測されました。そしてその次の



2つに分裂したピエラ彗星(スケッチ)  
1846年にピエラ彗星は2つに分裂した様子が観測された。

の1852年にも2つのピエラ彗星が観測されました。しかし、この時がピエラ彗星の観測としては最後の観測となりました。次の1859年は、地球と彗星と太陽の位置関係が悪く観測できず、更にその次の1865年や1872年にも再発見されませんでした。しかし、1872年には、アンドロメダ座流星群と呼ばれる流星の大出現が観測されました。アンドロメダ座流星群の流星の軌道は、ピエラ彗星の軌道に一致しており、ピエラ彗星が粉々に崩壊した破片が大量の流星となったのだと考えられています。

また、シュワスマン・ワハマン第3彗星は、現在まさに崩壊の途上にあります。この彗星は周期が約5.4年の短周期彗星ですが、1995年にシュワスマン・ワハマン第3彗星が回帰した際に彗星核が4つに分裂している様子が観測されました。その後も回帰の度に彗星核が分裂しているのが観測され、2006年の回帰時には複数の彗星が並んで飛んでいるかのような姿が観測されています。2022年の回帰では、分裂を繰り返した核の生き残りはかなり暗くなってきましたが、まだ消滅せずに観測されていますが、近い将来に消滅すると想像されます。



多数に分裂したシュワスマン・ワハマン第3彗星  
2006年に回帰したシュワスマン・ワハマン第3彗星は、非常に多くの核に分裂していました。この写真は、赤外線観測衛星スピッツァーによる赤外線写真です。  
©NASA/JPL-Caltech/W. Reach (SSC/Caltech)

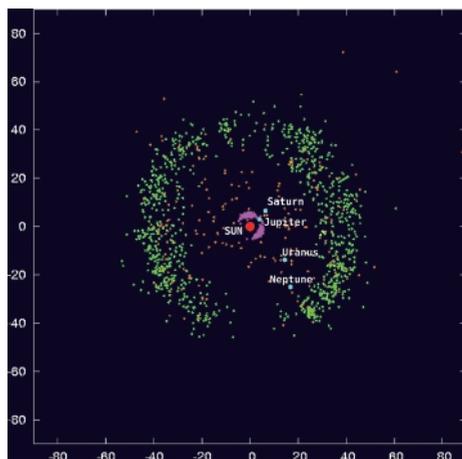
彗星が氷を主体とした天体である以上、太陽に何度も近づけば、いずれは崩壊してしまうであろうことは当然のこととして理解できると思いますが、では、彗星の寿命はどのくらいあるのだろうか？という疑問が湧きます。短周期彗星の大半は、周期6～7年の彗星であり、発見から10回以上観測されている彗星も少なくありません。その中で、ピエラ彗星のように、崩壊消滅した彗星の観測例というのは、それほど多いものではないので、彗星の寿命は、太陽に近づく回数として数百回とか数千回とか、ひよっとすると数万回太陽に近づいても消滅せずに生き延びるものがあるのかもしれませんが。とはいえ、太陽系の歴史が約46億年であることと考えあわせると、現在我々人類が観測している短周期彗星は、太陽系の初期から現在のような短周期彗星として太陽を回っていた可能性はありません。

つまり、現在我々が観測して知っている短周期彗星は、太陽系ができた初期の頃（今から約46億年前）は、今の軌道とは違う、もっと太陽熱を受けにくいところにあっただけで、それが最近の数千年か数万年か数百万年かのどこかのタイミングで、今のような短周期の軌道に移ってきたものである、と考えられるのです。

つまり、短周期彗星には、どこか「ふるさと」とも言うべき場所があり、そこには短周期彗星の元となる氷を主体とした天体がたくさんあって、そのたくさんの中の一部が、時たま他の天体の重力などの影響で起動が変わって、短周期彗星として人類に観察されるような軌道へ移ってくるのだ、と推定されます。

#### 4. 彗星のふるさと

このような短周期彗星の「ふるさと」の候補として考えられているのが、エッジワース・カイパーベルトです。これは、海王星よりも外側に、多数の未発見の水天体があるだろう、と考えられている領域です。実際に、冥王星以外にも、海王星よりも外側の天体は近年次々と発見されてきています。実際に発見されている天体は、直径1000kmを越えるような大きな天体ばかりですが、これは大きくないと現在の望遠鏡では観測できないからであって、もっと多くのもっと小さな氷天体が、海王星以遠にたくさんあるのだろうと考えられています。そういった氷天体が、何らかの軌道の変化によって、短周期彗星に変化していくの



エッジワース・カイパーベルト天体の分布  
緑色の点が、発見されているエッジワース・カイパーベルト天体の位置を示しています。

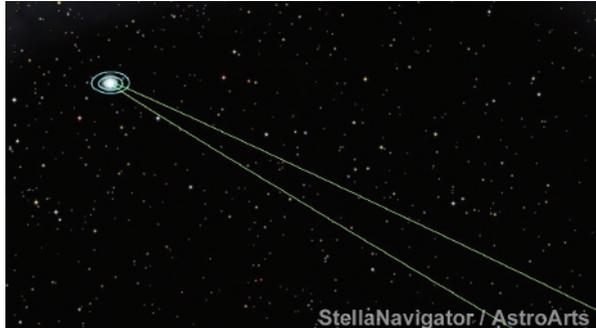
でしょう。

一方、短周期彗星ではない彗星、長周期彗星と非周期彗星を調べてみると、短周期彗星とは違った特徴があることに気づきます。太陽系の惑星や小惑星は、地球の軌道面(黄道面)と大きく離れるものはほとんどなく、太陽系は、全体的に平面的な構造をしています。短周期彗星も、黄道面から大きく遠ざかるものは少なく、大半は黄道面近くで太陽を公転しています。

ところが、長周期彗星や非周期彗星の軌道を見ると、黄道面を大きく離れる彗星がたくさんあり、長周期彗星や非周期彗星の軌道を統計的に調べると、黄道面とはあまり関係がなさそうなのです。エッジワース・カイパーベルトは、黄道面付近の天体群なので、長周期彗星や非周期彗星の「ふるさと」ではなさそうです。また、長周期彗星の軌道の遠日点(軌道上で太陽から最も遠くなる点)は、エッジワース・カイパーベルトよりも更に遠い領域にあるように計算されるものも多々あります。

これらのことから、長周期彗星や非周期彗星の「ふるさと」として推定されているのが「オールの雲」と呼ばれる領域です。オールの雲はエッジワース・カイパーベルトよりも更に遠方、1万天文単位から数万天文単位のあたりに太陽系を球殻状に取り囲む氷天体の分布する領域とされています。現在のところ、オールの雲は仮説の存在であり、実際にオールの雲に属する天体が発見されてはいませんが、長周期彗星が存在するという事は、太陽系のかかなり遠方に氷天体が存在していることはおそらく間違いないでしょう。

現代に観測される彗星は、エッジワース・カイパーベルトやオールの雲など、太陽系の外側の方の低温領域で、太陽系の形成以来ずっと保存されてきた氷天体がたまたま現代の時代に太陽系の内側へやってきたものなのだと考えられています。



#### ヒャクタケ彗星の軌道

図の左上の水色の同心円は惑星軌道で、最大の水色の円が海王星軌道、その中心にあるのが太陽を表しています。

ヒャクタケ彗星の軌道(緑色)は海王星軌道よりもはるかに遠くまで伸びており、また、その軌道面は惑星の公転している面(黄道面)からも離れています。エッジワース・カイパーベルトとは違う彗星のふるさたがあることが推定されます。

いいやま おおみ(科学館学芸員)