

# 400 年前のガリレオによる海王星の観測

常 深 博

〈大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 〒566-0043 大阪府豊中市侍兼山町 1-1〉

e-mail: tsunemi@ess.sci.osaka-u.ac.jp

今年、ガリレオが望遠鏡を天文学に初めて取り入れてからちょうど 400 年で、世界天文年ということになっている。ガリレオが、海王星を記録しているということは、あまり広く知られていないようなので、この年にあたりその事情をまとめた。ガリレオは木星を詳しく観測している。そして、木星が海王星を掩蔽するという何百年に一度の現象が、ガリレオの観測している期間に起こった。彼は、新惑星だとは知らなかったが、間違いなく観測し記録している。

## 1. 惑星同士の掩蔽現象

7月22日に皆既日食を日本で見る事ができた。太陽と月とがちょうど視線上に並んだわけで、めずらしい現象といえる。さらに、隠される太陽は明るく、隠す月は暗いので皆既日食はたいへんわかりやすい。日食の予報は昔からあったそう、ギリシャ時代のタレスなども計算で予報したとか聞く。また、日食予報は過去にさかのぼり、どこで皆既日食などが見えたかを調べ、歴史的記録と照らし合わせて、天体の運動をより正確に決めたりする。月が太陽以外の星を隠す場合は掩蔽(えんぺい)という表現を用いる。星はたくさんあるので、目で見えるほどの明るい星の掩蔽でも毎年何度か起こる。また、月が惑星を掩蔽することもかなり頻繁に起こる。

それでは、惑星が惑星を掩蔽することはどのくらい起こるだろうか？ 当然ながらたいへんめずらしい。めずらしいということは直感的にも明らかだろう。惑星は小さい球同士なので、その予報は計算機による正確な軌道計算が欠かせない。1979年に Albers は AD1557年からAD2230年までに惑星が惑星を掩蔽する現象を調べ上げた<sup>1)</sup>。私事で恐縮だが、はるか昔に、この記事が Sky & Telescope 誌上で見た記憶がある。計算機の能力

が上がったことのデモではないかと思ったが、正確には知らない。それによれば、同期間 700 年弱の間に、惑星同士の掩蔽は 21 回起こる。その多くは、移動角速度の速い水星と金星に関連するものだが、水星はそもそも見難いから起こってもあまり目立たないかもしれない。これに対して、木星と土星を含むものが 4 例ある。さらに、太陽に近過ぎて見えそうもない 1 例を除くと、1613 年(木星と海王星)、1702 年(木星と海王星)、2223 年(木星と火星)の 3 例であると報告している。木星と火星の掩蔽はさぞかし見ごたえがあろう。ちなみに、その後の詳しい計算によれば<sup>2)</sup>、木星による土星の掩蔽は 7,000 年にわたり起こらないという。

## 2. 木星による海王星の掩蔽

ここで注目すべきは、1613年に木星が海王星を掩蔽していることである。ガリレオが望遠鏡で星をのぞき始めたのが 1609 年、数多の発見の一つとして、木星の四大衛星を発見してその運動を見いだしたのが 1610 年とかである。ガリレオは木星の衛星を観測することにより、正確な時刻、そして地球上での経度の測定に応用できることを提案している<sup>3)</sup>。つまり、その後もガリレオは木星などを観測し続けただろうから、木星が海王星を



図1 イタリアで見える木星に対する海王星の動きを1613年1月2日から1月5日にかけて示した。実線矢印は木星の出から天文薄明で見えなくなるまでを示す。1月3日から4日にかけての夜は、海王星は木星にほぼ隠されている。なお、ガリレオの時代の一日の始まりは正午であったから、日付の付け方は異なる。ちなみにガリレオが掩蔽を記録したわけではない。

掩蔽したことを見たのではないかという期待が出る。Albersの記事が出てから1年ほどして、ガリレオは海王星を見ていたという論文が出た<sup>4)</sup>。

イタリアから見たこの掩蔽の様子を図1に示す。木星に対する海王星の動きを1月2日から1月5日にかけて示した。実線矢印は木星の出から天文薄明で見えなくなるまでを示す。海王星は木星のほぼ真ん中を通過することがわかる。1613年1月3日イタリアでは、夜の11時ころ木星が地平線から昇ってくる。この頃、海王星はすでに木星の後ろにいて、掩蔽が終わるのは朝の5時頃、1時間もすれば明るくなってくる頃だ。その前後の日であれば、海王星は木星から1~2分角離れて見えたはずだから、五番目のガリレオ衛星と思っただかもしれない。実際にガリレオが海王星と思える星を観測した記録は、1612年12月28日と1613年1月28日にある。図2にはKowalの論文の図4を引用するが、ガリレオの観測ノートのコピーである。まさに、400年前のガリレオの直筆だ。晴れていれば観測したようだし、ガリレオ独特の位置測定手法によりその精度もかなり高い。このあたりについては、Drake & Kowal<sup>5)</sup>に詳しい。

ガリレオの望遠鏡は視野が狭く、見える星はせいぜい9等星くらいまでだから、木星、4個のガリレオ衛星と海王星(8等星)くらいが見えた。ところが、このときたまたまさらに別の7等星ほどの恒星(HIP59164/SAO119234)が海王星と二分角ほど離れて並んだ。その様子を図3に再現しておく。ガリレオの観測ノートのスケッチと比べる

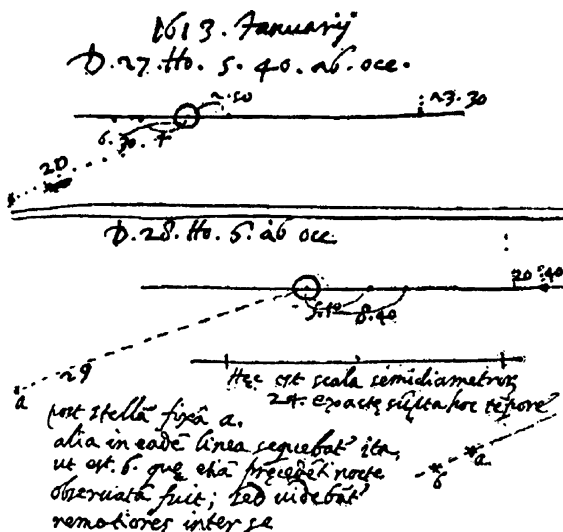


図2 1613年1月28日のガリレオの観測ノートのコピー<sup>4)</sup>。木星の近くにある海王星と恒星との位置が描かれているが、ノートの端にかかってしまったことがわかる。この図は現代の天文学第9巻太陽系と惑星<sup>8)</sup>にも引用されている。



図3 1613年1月28日の木星、海王星、恒星、四大衛星(一つは木星と重なっている)の相対位置を示す。図2のガリレオの記録に対応している。

と興味深い。1月28日のガリレオの観測ノートには、海王星と恒星とが並んでいることが記載されており、さらに前日に比べると角距離が変化している（近づいている）との記述もある。つまり、海王星の運動に気がついたともいえる内容である。もちろん、ガリレオにとって海王星という惑星は知らなかったわけだから、それ以上の記載はない。

ガリレオは、木星が海王星を掩蔽したとき、木星を観測し続けていた。そして、海王星が木星から比較的離れたときに記録している。それでは、海王星がもっと木星に近づいていた、まさに掩蔽の前後ではどうであったろうか。Standish & Nobili<sup>6)</sup>は、このあたりの記述を原本にさかのぼって詳細に調べている。それによれば、1月5日の観測記録には、四大衛星以外の位置に、ノートの傷ではなく、インクで点を打った跡があるという。何か見えたので、意識的にペンで黒い跡を記録しようとしたらしいが、自信がなかったのか、文字による記載はない。インクの点の跡は、まさにそのときの海王星の位置に一致しているという。木星に近すぎて、暗い海王星は見づらかったのだろうか、興味深い話だ。

ちなみに、海王星は1846年に発見されて以来太陽の周りをようやく一周した程度である。つまり、その軌道の精度が十分でないので、発見をさかのぼること234年ほど前のガリレオの観測位置が正確なら、海王星の軌道改良に役立つと思える。特に、海王星が恒星と並んだという記録は、海王星の位置を十分な精度で決められる。まさに、皆既日食の歴史的記述が月の軌道改良に役立つのと似ている。Kowalの論文はこのような観点でも書かれている。もっとも、その後が続くいくつかの論文によれば、海王星の軌道に影響を与えるような新たな惑星の発見にはつながっていない。

### 3. ガリレオは海王星を見ていた

以上のような経過であるため、ガリレオが海王星を見ていたことは確かであるが、ガリレオが新たな惑星を発見したわけでないこともわかる。彼は、観測家として、きっちりと事実を記録していたのだ。そして、彼の記録していたものが海王星であることが判明した過程も納得できる。ガリレオ以降、望遠鏡を使った観測が記録されているだろうが、その中には知られていない天体観測があるかもしれない。しかし、ガリレオに限らず全く気がつかないまま記録を残しているものをすべて調べて何かを探すということはどうてい不可能であろう。たまたま、700年ほどの間に観測可能な木星による海王星の掩蔽が2回あり、ガリレオが望遠鏡を向けた頃に起こったわけで、極めて幸運だったといえる。さらにいえば、Albersが調べた範囲がこのイベントをギリギリ含むところまでさかのぼっているというのも幸運であったといえるのではないか。

ガリレオは海王星だけを記録したのではない、目に見えたものは何でも記録したようだ。例えば、1610年の木星の四大衛星の観測記録によれば、四大衛星以外に星が記録された例がある。これは7等星くらいの恒星HIP23784であることがわかっている。このあたりのことは、岩波文庫の「星界の報告」<sup>7)</sup>にも見られる。

### 4. ま と め

ガリレオによる望遠鏡観測が始まってちょうど400年が経過した。ガリレオはそれまでにない強力な観測装置を天文学に導入し、太陽の黒点、月のクレーター、金星の満ち欠け、木星の四大衛星、土星の輪、天の川が星でできていることなど歴史に残る大発見を連発した。望遠鏡による当然の結果もあるだろうが、それに合わせて海王星の木星による掩蔽というめったに起こらない現象も起こった。そして、ガリレオはきっちり海王星を観

測して記録した。もっとも彼は惑星と思って海王星を見たわけではなかった。もし、このとき木星が海王星を掩蔽していなかったら、つまり側をかすめただけだったら、われわれは彼の記録が海王星であると気づくことはなかったのではないだろうか。その意味からもガリレオは幸運であった。なお、ガリレオ以降、望遠鏡による観測記録は増えただろうが、1702年の木星による海王星の掩蔽についての記録が見つかっていないという。

それにしても、ガリレオの観測ノートが400年ほど経って掘り出されNature誌に掲載されるとは驚きである。われわれ観測家あるいは実験家は、観測ノートあるいは実験ノートをつけている。なんでも細大漏らさず記載する。私の研究室では、実験ノートに記載するばかりか、オッシロスコープなどの画面コピーや写真などをどんどんと貼り込むように指導している。これらのノートは、時間が経ってから読み直したり、あるいは他の人が読んでも十分に役に立つようにしておく必要がある。こうしてたくさんの実験ノートが蓄積されているのだが、遠い将来、これらのノートが掘り出されるということがあるかもしれない、そう肝に銘じてしっかり必要な情報を書き込むようにしたい。

ガリレオは望遠鏡という強力な装置を天文学に初めて持ち込んで、われわれの宇宙観を一新する

ほどの発見を続けた。つまり、それまでにない強力な装置を持ち込むということがいかに重要であるかを痛烈に教えてくれる。そして、それはできて当然の単なる発見の連続だけでなく、幸運の女神は極めて希な現象をももたらしてくれるということでもあるようだ。類似のこととして、カミオカンデが稼動し始めたらずぐにSN 1987Aがニュートリノバーストを起こしたことを思い出す。ガリレオが望遠鏡を使ってから400年の世界天文年にあたる今年に、ガリレオの残した観測ノートを見、ガリレオが海王星の発見を逃した事実を知るとき、これからも、強力な観測装置を作ることの重要性を痛感する次第である。

### 参考文献

- 1) Albers S. C., 1979, Sky & Telescope 57, 220
- 2) Bogan, L., <http://www.go.ednet.ns.ca/~larry/planets/occlt1st.htm>
- 3) Hughes D. W., 1980, Nature 287, 277
- 4) Kowal C. T., Drake S., 1980, Nature 287, 311
- 5) Drake S., Kowal C. T., 1980, Scientific American 243 (6), 52
- 6) Myles Standish E., Nobili Anna M., 1997, Baltic Astronomy 6, 97
- 7) ガリレオ・ガリレイ (訳は山田慶児, 谷 泰), 1976, 星界の報告, 岩波文庫, 67
- 8) 渡部潤一 ほか編, 2009, 太陽系と惑星, 日本評論社, 現代の天文学第9巻, 102