

光の速さは有限！木星の衛星イオの観測

7/17(土)より大阪市立自然史博物館にてノーベル賞受賞100年記念「アインシュタイン展」が始まります(本企画展については、p. 16～19をご覧ください)。当館からは上羽学芸員と筆者が企画・制作に携わりました。この企画展では、アインシュタインの理論を紹介する中で、「光」を大きなテーマとして取り上げています。企画展では、そもそも光とは何か？というところから紹介していますが、本記事では、光の速さは有限か？無限か？という論争に焦点を当ててお話をしましょう。

きっかけは、ガリレオ

現代の私たちは光の速さが有限であることを知っています。しかし古代より人々は、光の速さは無限大だと信じていました。どれだけ遠くはなれていても、光は一瞬で伝わると考えたのです。この常識をくつがえす最初のきっかけは、かの有名なイタリアの天文学者、ガリレオ・ガリレイです。

ガリレオの生きた時代、人々の常識はまだ「光の速さは無限大である」というものでした。しかしガリレオは、光の速さは有限だと考え、光の速さを測ろうと試みました。彼の著書「新科学対話」の中には、光の速さを測定する方法がまとめられています。しかし残念ながら、ガリレオの方法では、うまく光の速さは測れませんでした。

また、ガリレオは1610年、当時発明されたばかりの天体望遠鏡で、木星のまわりをまわる4つの星を発見しました。それが、ガリレオ衛星です。内側から、イオ・エウロパ・ガニメデ・カリストと名づけられました。この木星の衛星イオこそ、のちに光の速さが有限であることを証明する天体となったのです。

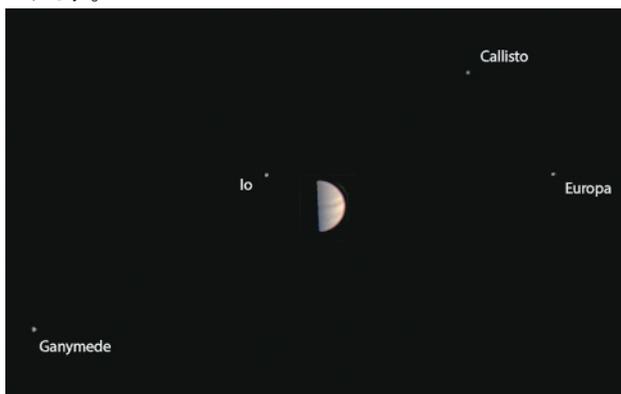


図1. 木星とガリレオ衛星

©NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

2016年6月29日、NASAの探査機ジュノーが撮影した木星と4つのガリレオ衛星。画像右側に太陽があるため、木星が半月のように欠けている

光の速さは有限！レーマーの観測

ガリレオの実験は失敗に終わりましたが、彼の主張によって、光の速さは有限か？

無限か？という議論が始まりました。そして、1675年、デンマークの天文学者オーレ・レーマーが、木星の衛星イオの観測から、光の速さが有限であることを示したのです。

レーマーは衛星イオが木星のまわりをまわる公転によって木星のうしろにかくれる、いわゆる食を観測していました。長年、何度も何度も観測を行ううちに、あることに気がつきました。

彼が発表した右図を使って説明をしましょう。Aに太陽、Bに木星、そしてCとDがイオの位置、EFGHLKは地球の位置を示しています。

レーマーの観測によれば、地球がF→Gの向きに木星に近づくように公転している時は食が起こる周期がだんだん早くなり、地球がL→Kの向きに木星から離れるように公転している時はだんだん遅くなっていったのです。レーマーは、この周期のずれを光が有限の速度で伝わるからだと考えました。そして、観測結果から地球の軌道の直径距離を光が進むのに約22分かかると示しました。こうしてレーマーは史上初めて光の速さが有限であることを明らかにしたのです。この成果は、当時の科学界に大きな衝撃を与えましたが、光の速さの論争へは決着にはいたりませんでした。

光の速さは有限か？無限か？という論争に一応の決着がつくのは、イギリスの天文学者ジェームズ・ブラッドリーが1727年に光行差を発見し、光の速さを求めたときでした。さらに100年以上経ってから、フランスの物理学者フィゾーが歯車を使った実験で、地上で初めて光の速さを測定することに成功したのです。が、この辺りの続きのお話は、また別の機会にいたしましょう。

さあ、木星を見よう！

さて、光の速さが有限である、という事実に一役買った木星、今年の夏から秋にかけて土星とともに見頃となります。土星はすでに夜9時頃東の空にのぼっていますが、木星は8月に入ってからが見頃で、土星の後に続いてのぼってきます。ぜひ、2つの惑星を合わせて、ご覧ください。望遠鏡をお持ちの方は、ぜひ木星のガリレオ衛星もお楽しみくださいね。

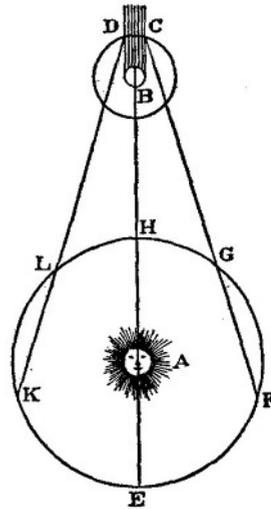


FIG. 70.

図2. レーマーの観測の図

地球が木星に向かうように公転する時と、木星からはなれるように公転する時では、イオが木星にかくれる周期にわずかな違いがあると分かった。

西野 藍子(科学館学芸員)