

ガリレオの天体観測-理論と経験

伊藤和行

京都大学大学院文学研究科

ガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei, 1564-1642) は 17世紀科学革命の主演の一人であり、落下法則の発見などによって近代数学科学の創始者として、また太陽中心説の擁護を通じて宇宙論の革命を主導したことで知られている。彼は、望遠鏡による天体観測を通じて、宇宙論の問題に関して経験的な論拠に基づく主張を行ったことによって、自然研究における新たな地平を築いたのである。

彼の天体観測の成果としては月表面の凹凸、木星の衛星、金星の満ち欠けなどの発見が挙げられる。彼の天体観測は、望遠鏡という特殊な道具を使用する点においては、それまでの観測とは異なる次元のものであったが、力学における斜面の実験のようなものではなく、観察とみなすことができよう。しかしながら、ガリレオが望遠鏡によって観察したものと、それから導出された見解の間には大きな飛躍があることも認められる。

彼が望遠鏡による天体観測を開始したのは1609年12月だったが、最初の観察対象は月であり、その表面の凹凸すなわちクレーターの発見が最初の成果だった。『星界の報告』(1610年3月刊行)では、望遠鏡による観察結果に基づいて月表面の凹凸の存在が主張されている。伝統的な宇宙論においては、宇宙は地上界と天上界に二分され、前者が不完全で変化に富むのに対して、後者は完全で不変な世界と考えられていた。月は天上界に属することから、その表面は完全で滑らかなものでなければならず、凹凸が存在するという彼の主張は当時としては破天荒なものともみなされるべきものだった。

ガリレオが望遠鏡によって見たのは月の表面の模様という二次元的なものであるのに対して、それから導出された凹凸の存在は三次元的なものであった。観察された模様からは、月表面の凹凸という考えは一意的に導出されるものではなく、両者の間には大きな隔たりが存在しているのである。それらを繋ぐために、彼は、月表面の現象を論じる際に、地表面の現象を取り上げ、それとのアナロジーによって、月にも起伏が存在することを説明する。たとえば、月の明暗を分ける境界線が滑らかな曲線ではなく、ジグザグになっていることは、地上の稜線がジグザクであることから、月の境界線もそのような稜線であるとして説明される。また現在クレーターと呼ばれている斑点の明暗は、地上において周りを山で囲まれた盆地に斜めに太陽光が射していることになぞられて説明されていた。

そしてガリレオは自らの説明の説得力を増すために、『星界の報告』に、月の銅版画を数枚掲載していた。それらの図版は非常に素晴らしいものであるが、一方実際のものよりもクレーターが誇張されていることが指摘されている。当時ガリレオの用いた望遠鏡と同じ能力をもつ望遠鏡を製作することのできる者は彼以外にはおらず、読者は自ら望遠鏡を覗くことによって彼の見解を検証することはきわめて困難であり、それらの図版によって判断するしかなかったのである。

ガリレオはどのようにして月の凹凸という考えを思い付いたのだろうか。近年の研究では、彼が望遠鏡を初めて月へ向けたときすでに、月表面における凹凸について考えており、その存在確認を目指していたのではないかという指摘がなされている。ガリレオ自身『星界の報告』の中で、古代のピュタゴラスの見解として、月はもう一つの地球のようなものであるという主張を取り上げていた。月には地球のように凹凸があり、さらには蒸気の球が周りを囲んでいると主張する。月表面にも地表面のように凹凸があるという主張は、古代のプルタルコス著作に見いだすことができる。 *De facie in orbe lunae* では、月の表面にも山や谷が存在するだろうと述べられており、そのラテン語訳（1572年刊行）を所有していた。

ガリレオは、1604年に出現した新星を巡る論争の際には、月は地球になぞらえられると主張しており、月には地球と同じように大気があるという記述が手稿に残されている。またガリレオによるものとされている『ロンキッティの新星に関する対話』では、天上界も地上界のように四つの元素からなっており、それゆえに可変的であるとされていた。このような背景を考慮すると、ガリレオはただ漫然と望遠鏡を月へ向けたのではなく、プルタルコスの著作にある見解を確証しようという意図を持っていたのではないかと推測される。プルタルコスに刺激されて生まれた月と地球とのアナロジーという考えに導かれて、月表面の模様の観察から凹凸の存在の考えへ到達することできたのではないかと考えられる。

月を地球とのアナロジーによって捉えるという観点は、さらに他の惑星にも適用されている。木星の衛星を論じる際には、木星とそれらの関係を地球と月の関係と同様のものとして扱っており、また木星の周りを地球の周りのように蒸気の球が取り囲んでいると考えていた。これは階層的な伝統的宇宙像から等質的な宇宙像への第一歩でもあった。

ガリレオが望遠鏡による天体観測から導出した宇宙論的な帰結は、地上界と天上界という伝統的な二分法を否定し、宇宙の階層性に対して一様性を主張したことにあるが、その際にも何ら理論的前提のない観察からそのような見解に到達したのではなかった。プルタルコスの議論が前提として存在し、それが道案内となったと考えられる。また月の凹凸の場合には、天体観測の結果と宇宙論的主張を結びつけていたのは月と地球のアナロジーという視点だった。

参考文献：

Shea, William, “Looking at the Moon as Another Earth: Terrestrial Analogies and Seventeenth-Century Telescopes”, in Hayllan, F. ed., *Metaphor and Analogy in the Sciences*, Dordrecht, 2000, pp. 83-103.

伊藤和行「ガリレオの天体観測（1）一月一」『科学哲学科学史研究』，第9号，103-114.

伊藤和行『ガリレオ—望遠鏡によって再発見された宇宙』，中公新書，2013.