

ガリレオの天体観測—観察と理論—

伊藤 和行

京都大学大学院文学研究科

本発表では、ガリレオ・ガリレイの望遠鏡による天体観測における観察と理論の関係について、『星界の報告』・『太陽黒点論』といった著作の他、観測ノート等に基づいて考察する。

ガリレオ・ガリレイ (Galileo Galilei, 1564-1642) は、ニュートンらと並び、近代科学の創始者と呼ばれてきた。彼の科学史上の業績は力学と天文学という二つの分野に大別されるが、前者では、落下運動や投射体の運動の考察において数学的法則性を追求し、それを実験によって確証したのだった。斜面上の降下実験では、空気などの抵抗といった二次的な要因を排除する非日常的な状況を意図的に設定するという点において従来の観察とは異なる「実験」を案出したのである。彼の残した手稿には、理論的前提に大きく依存する実験のメモも残されていることが知られている。

天文学においては、望遠鏡による天体観測を開始したことにより、近代観測天文学の創始者と呼ばれるとともに、その観測結果を経験的根拠として太陽中心説を擁護し、宇宙論の変革を導いたと言われる。ガリレオは 1609 年 12 月から望遠鏡による天体観測を開始し、月の表面の起伏や木星の衛星を発見し、『星界の報告』において公表した。さらに 1610 年 12 月には金星の満ち欠けを発見し、1612 年には太陽黒点を継続的に観測し、それ観察結果から太陽の自転運動を導いていた。

運動論においては、自然現象における数学的法則性の探求と実験的確認に彼の研究方法の独自性があったが、一方望遠鏡による天体観測では、望遠鏡という新たな観察手段の採用こそ、彼の最大の業績とみなされている。20 倍の倍率の望遠鏡を用いることによって、肉眼によっては捉られなかった天上界の現象が初めて見いだされたのである。しかし彼が望遠鏡で見たものがそのまま彼の主張したものではなかった。月の表面の起伏に関して言えば、彼が見たものはあくまで二次元の模様であり、それを三次元の凹凸として捉えることは一つの解釈なのである。小さな暗い斑点をクレーター影とみなし、また影の領域における白い点を山の頂きとみなすことは、理論的主張に他ならない。

月表面の説明の際に、ガリレオは地上の風景とのアナロジーに依っている。さらに彼は望遠鏡による観察を始める以前から、月を地球のようなものと捉える古代のピュタゴラス主義者の考えを知っており、太陽中心説を支持していたことが知られている。ガリレオは、望遠鏡を月に向けたときに、この「もう一つの地球」という考えを確認しようとしていたと考えられる。彼は、以前から抱いていた月を地球と同様のものであるという主張を確認しようという意図の下に、月へ望遠鏡を向けたのではないだろうか。

またガリレオは望遠鏡による天体観測を開始した 1609 年以前に太陽中心説を認めていた。それによれば、地球は惑星の一つになる以上、伝統的な宇宙論における地上

界と天上界の区別はもはや意味を持たなかった。地球と、月を初めとする他の惑星は同等なものになるはずなのである。月表面の凹凸に関する主張は、この地上界と天上界の同質性という宇宙論的主張の出発点だった。木星の衛星の説明の際にも、木星と衛星との関係を、太陽と金星との関係に喩えているが、太陽中心説を採ることによって、木星の周りを回転する天体という考えに到達することが容易になったと考えられる。というのは、地球中心説においては、すべての天体は地球の周りを回転しており、ある惑星が、他の天体を引き連れて回転するということはあり得なかったからである。一方太陽中心説では、地球は月を引き連れて太陽の周りを回転している。

さらにガリレオは『太陽黒点論』（1613年）において、太陽黒点を、地上における雲に類似したものとして捉えていた。彼の太陽黒点に関する主張は、黒点は、当時一般に考えられていたように太陽の周りを巡る天体の影ではなく、太陽表面上あるいは近傍にあるというものだった。観測の初期の段階で、彼は、黒点が地上の物体では雲のようなものあると考えていた。

ガリレオが太陽黒点観測の初期の段階で黒点を雲のようなものとして考えた背景には、地上と同じように、月や木星などの惑星表面上にも蒸気の層が存在するという考えがあった。すでに『星界の報告』において、月の周囲に凹凸が認められないことや木星の衛星の見かけの大きさの変化の理由として、月や木星を囲む蒸気の球の存在が指摘されていた。この主張は、晩年の『二大世界体系対話』（1632年）においては放棄されることになるが、『星界の報告』や『太陽黒点論』の時代には、宇宙論的考察において重要な役割を果たしていたのだった。

太陽黒点の観測に際しても、その現象を地上のものからの類推によって捉えるという視点は、ガリレオにとって考察の重要な導き手となっていた。黒点の本性を雲のようなものと短期間のうちに考えるようになった背景には、この地上界の現象からの類推があったことは見過ごすことができない。またガリレオは太陽黒点全体に共通の規則的運動から、太陽の自転を推測し、さらにそれから地球の自転を正当化しようとする。しかしガリレオはむしろ地球の自転から、太陽黒点の共通運動を媒介として、太陽の自転を推論していたのではないだろうか。

ガリレオの天体観測が宇宙論の革新を導くことになった第一の理由は、彼が単に観察した現象を記述することにとどまらず、それから宇宙論的な主張を導出したことにあったが、その際に彼の道標となったのは地上界とのアナロジーという考えだった。著作の中で彼はこのアナロジーを説明手段として用いたが、同時にそれは考察の際の導きでもあったのである。

ガリレオは、天体観測の結果を経験的証拠として天上界と地上界という二つの星界の同質性という考えを主張し、宇宙論の変革を導いた。望遠鏡による天体観測の際には、太陽中心説と、二つの世界の異質性の否定という視点にそって観察結果が解釈され理論化されたのである。彼の天体観測は、この理論的視点と観察事実との相互作用の下で進められていったと考えられる。