

# ガリレオにおける「学(scientia)」の概念についての哲学的考察

大貫, 義久

---

(出版者 / Publisher)

法政大学教養部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学教養部紀要 / 法政大学教養部紀要

(巻 / Volume)

107

(開始ページ / Start Page)

165

(終了ページ / End Page)

184

(発行年 / Year)

1998-06

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00005897>

## ガリレオにおける「学 (scientia)」の 概念についての哲学的考察<sup>(1)</sup>

大 貫 義 久

ガリレオ・ガリレイ (1564~1642) は、アリストテレスの自然学を批判することを通じて新しい自然学を、すなわち数学的自然学を構築しようとした。つまり、ガリレオは、アリストテレスの運動論を批判し、有名な自然落下の法則に見られるような新しい運動論を提示した。また、彼は、アリストテレス体系とプトレマイオス体系に基づく地球中心の天動説を批判し、コペルニクス体系の地動説を支持した。当時においてアリストテレスの自然学はキリスト教の中に取り入れられて、確固たる世界観・価値観を形成していたから、アリストテレスの自然学を批判することは、おのずとキリスト教を攻撃することとなり、実際に教会との争いの中にガリレオは巻き込まれた。

新しい自然についての学問 (自然学) を構築しようとしたガリレオは、数学を模範とした、自然についての厳密な (つまり論証的な) 知識を求めた。論証的な知識こそ、「学 (scientia, scienza)」を構成するに相応しい知識だと考えたからである。この「学」についての考え方においてガリレオは、皮肉にもアリストテレスの影響を強く受けている。それは、ガリレオが青年時代に注釈を行った『分析論後書 (*Analytica posteriora*)』の影響である。この自然学の「学」としての資格に関する考え方については、キリスト教の影響を受けながらも<sup>(2)</sup>、ガリレオは、最後までアリストテレスに従った、と言ってよい。しかし、その自然についての論証的な知識を獲得する方法についての主張には、混乱が見られるし、また、実際に彼が獲得したすべての知識が論証的なものであるわけではない。このことは、ガリレオが単に「学」の理念や方法論を述べるだけでは満足せず、むしろ観測・実験などの行為を通じて積極的に自然と係わったことを意味する。ここでは、理論と実践を統合しようとする学者の新しい生き方が提示されている。また、自然探究において、人間 (自然学者) と自然との係わりが重視され、アクセントが常に人間に置かれている。つまり、ガリレオでは、

自然についての知は、常に「人間にとっての」知であった。

ガリレオは、二つの側面で分岐点にいたように思える。まず第一に、アリストテレスの自然学に代わる新しい自然学の「学」としての資格をガリレオは、厳密な数学的論証に従った知識であることとしたが、しかし、結果的には彼の意に反して、「仮説演繹法」と今日では呼ばれている方法に従って知識を獲得しており、以後、この方法によって近代科学が成立したという側面において。次に第二に、当時の「自然学（特に天文学のコペルニクス体系）」への聖書に基づく批判に対してガリレオは反論し、アウグスティヌスらの伝統的な神学の中で聖書の真理と自然学の真理との調和を確認し、そしてそうすることによって自然学を正当化し、神学とは異なった自然学に固有の探究領域を確保し、のちに、この正当化された自然学の独自の領域で近代科学が成立したという側面である<sup>(3)</sup>。第一の側面では、人間と自然との生き生きとした係わりが見失われた。そして第二の側面では、聖書の真理（信仰）と自然学の真理との調和が見失われた。この二つの喪失は、ガリレオにおいてではなく、ガリレオよりものちの時代に起こった。ガリレオが分岐点にいたという、この点から、われわれは今日なおガリレオに学ぶ意義を見いだすことができるであろう。

この小論では、ガリレオにおける、特に「学（scientia）」の概念を中心に、ガリレオの自然探究のあり方を明らかにしていく。

## 1. アリストテレス的な影響

ガリレオは若い時期に、『予めの知識と予め知ることについての論考（*Tractatio de praecognitionibus et praecognitis*）』及び『論証についての論考（*Tractatio de demonstratione*）』と題された、アリストテレスの『分析論後書』の二つの注釈を書いた。この二つの『論考』は現在、未完のまま手稿の形で残され、『分析論後書』の第一巻の内容をほとんど含んでおり、そして全部で27の問題から構成されている<sup>(4)</sup>。27のうち、11の問題が「予めの知識と予め知ること」に関するものであり、16の問題が「論証」に関するものである。『論考』は、直接的には、イエズス会のローマ学院（Collegio Romano）で1580年代後半に行われていた論理学講義の影響を受けて書かれたことが明らかになっている<sup>(5)</sup>。この論理学講義の最終段階で、『分析論後書』に基づき作成された四つの論文が—*De praecognitione*, *De demonstratione*, *De definitione*, そして *De scientia* という順

番で一使用された。この四つの論文をモデルとして、ガリレオは二つの『論考』を書いたのである。彼は、二つの『論考』のあとに「定義について」と「学について」の『論考』を書くつもりであった。いずれにせよ、この二つの『論考』の中で、ガリレオは、原因と結果を結びつける論理の問題や、学的論証の諸類型についての問題、また、数学の論証におけるような知的な同意と、現実の存在における論証との関係についての問題などを詳細に論じている。

ところで、『分析論後書』の中で展開されている、真に学的な論証に関するアリストテレスの考え方は、ガリレオの時代では、すべての人々の教育の基礎としてのモデルであり、そして知識の理想的な目標として広く受け入れられていた。特に16世紀のアリストテレス派の人々は、「学 (scientia)」として相応しい知識について、個々の点では様々な見解を持っていたが、しかし、その知識が「論証 (demonstratio)」という推論の結果として得られた知識であると考える点では共通していた。彼らによれば、論証は、二つの前提と一つの結論から成る断言三段論法の形式を取る時に、最も厳密な議論とされる。この結論は、主語と述語から成る命題の形を取る。そして、二つの前提のうち、より普遍的な真実を述べている前提が大前提であり、これは、中名辞と、結論にある述語 (大名辞) から成る。もう一つの前提は小前提で、これは、結論の主語 (小名辞) と、大前提にあるのと同じ中名辞から成る。両前提の真に同意する人は、中名辞の仲立ちにより、結論において小名辞と結び付く大名辞を肯定し、結論自体が真実であることに同意する。小名辞と大名辞を結び付ける中名辞は常に、人が結論に同意することの原因、あるいは同意する理由を示している。いずれにせよ、このような「学」としての知識の理想的な目標を、ガリレオは、二つの『論考』において論じたのである。そして彼は、のちまで、その目標を持ち続けた。ガリレオは、『二大世界体系についての対話 (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*)』(1632) や『二つの新しい学に関する講話と数学的論証 (*Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno a due nuove scienze*)』(1638) といった円熟期の著作の中でも、「真実で必然的な結論」・「必然的で永遠的な結論」・「必然的な論証」といった『分析論後書』の術語を頻繁に用いているのである。ここでは、16世紀のアリストテレス主義を念頭に置いて、ガリレオの二つの『論考』の内容に触れる。

## (1) 『予めの知識と予め知ることについての論考』

ガリレオは、論証を行うために必要とされるものについて述べる時に「予めの知識 (praecognitio)」という語を用いるが、この語は、アリストテレスの『分析論後書』の最初の箇所であらわれている事柄に由来する<sup>(6)</sup>。アリストテレスは、その個所で以下のことを主張している。つまり、人が知識を他の人に伝えることは、その他の人が何らかのことを予め知っているということを前提にすることなしには、不可能である。そのような先行する知識を、人は、行おうとしている論証とは独立に獲得しなければならない。なぜなら、諸前提に同意するか(あるいは同意しないか)するための十分な量の情報を持っていない人は、それらの前提から結論へと進むことができないであろうから。さらにまた、少なくとも、或る予め存在している知識は、いかなる論証からも独立に獲得されなければならないであろう。なぜなら、真実で必然的な知識をもたらすものとしての論証のまさにその本質から、知られている全てのものが論証されうわけではないということが要求されるからである。もし、知られている全てのものを論証することができるのであれば、実際に人は決して何も論証することができないであろう。なぜなら、その場合には、前提を全て次々に論証しなければならない、無限に進んでいくことになり、結局、人は、何かを真実だと知ることができないからである。知ることのできる全てのものを人は論証することができるわけではないからこそ、いかなることを論証とは独立に知ることができる(予め知ることができる)のかを検討することが、重要なのである。

ガリレオは、『分析論後書』の最初の箇所ですべて述べられている、三つの「予め知られているもの」、すなわち「論証の前提とされる諸原理」と「論証において主語となるもの subjectum (以下単に主語と呼ぶ) ないし対象 objectum」と「結論において、その主語について述べられている述語」とを問題にしている。なぜなら、論証を行うためには、人は、最小限、その推論の基礎となる諸原理に同意していなければならないし、また、その論証の主語ないし対象について、少なくとも、それが存在していることを知っていなければならないし、そしてさらに、その主語ないし対象について述べられている述語の意味を理解していなければならないからである。これら三つの問題を順に見ていくことにする。

まず、ガリレオは、論証がそこから始まる原理のすべてについて、その存在が予め知られていなければならないのかどうか、という問題を立てる<sup>(7)</sup>。それは、

以下のような間でもある。つまり、或る原理が存在するのは、その原理が真実だと予め知られている場合のみであるということから、そのような原理が真実であるということが明らかでなければならないのかどうか、という間でもある。ガリレオにとっては、すべての原理の存在を予め知る必要はなかった。なぜなら、人は、第一原理を知ることなしに、主題に対して直接的な（あるいは固有の）原理から結論を知ることができ、それゆえに、論証する前に「すべての」原理を知っている必要はないからである。また、個々の学問は、第一原理についての知識の所有を主張することなしに、それらの学問の結論についての完全な知識を所有しており、それゆえに、「すべての」原理が予め知られている必要はないからである。アリストテレスによれば、原理には、「何であれ何ごとかを学ぼうとしている人が必ず持っていなければならない原理」と、「それを証明することはできず、また、何ごとかを学ぼうとしている人が必ず必要とするわけではない原理」とがあり、この区別にガリレオは従っている。すなわち、前者が「第一原理」であり、「公理 (dignitates)」と呼ばれるものがそれである。そして後者が「主題に固有の原理」であり、「定立 (theses)」と呼ばれるものがそれである。さらに定立には、「仮説 (suppositiones)」と「定義 (definitiones)」とがある<sup>(8)</sup>。

このようにガリレオは、第一原理に関する「予めの知識」について、まずは否定的な議論をしているにもかかわらず、次の箇所では、その問題に対して肯定的に答えて、二つの結論を述べている。つまり、一つとして、第一原理は何らかの仕方ですべて知られていなければならない。なぜなら、もしそうでないならば、結論についての知識が獲得されないであろうから。そしていま一つとして、主題に対して固有の原理もすべて知られていなければならない。こうして、ガリレオは、第一原理を知るための様々な方法を十分な説明なしに示す<sup>(9)</sup>。つまり、第一原理のうちの、或るものを、われわれは、そこで使われている名辞から直接に知ることができる。たとえば、全体はその部分よりも大きい、というものがそれである。また、或るものを、感覚によってだけで知ることができる。たとえば、火は熱い、というものがそれである。また、或るものを、帰納法、分割法及び仮言の三段論法によって知ることができる。たとえば、すべての教育は、予め存在している知識に基づく、というものがそれである。また、或るものを、医学の場合のように、経験によって知る。さらに、第一原理の或るものを、われわれは、ただ行動や習慣だけから知る。たとえば、道徳学の原理がそれで、われわれは、これを実践しないと、理解することができない。

以上のような、第一原理をも含めた諸原理の「予めの知識」をめぐる否定と肯定の矛盾に対して、ガリレオは、以下のように主張して答える。つまり、最初の否定的な答えは、その結論から明瞭であったが、しかし、肯定的な答えの方は二面的である。個々の学問が第一原理の知識について主張しないのは、そのような原理が不必要だからなのではなく、むしろ、そのような原理が明白なものとして前提されており、そしてその学問を学んでいる人が、そのような原理に直接的に同意しているからなのである。この第一原理は、一般的に考察される時には、形而上学に属すが、しかし、個々の主題に適用される時には、個々の学問に属す。

次の問題では、主語の存在が予め知られていなければならないと主張する時、アリストテレスは、「存在」という語によって何を意味しようとしているのか、と問われている<sup>110)</sup>。この「存在 (esse)」という語の意味について、ガリレオはローマ学院の影響を受け、これを“esse essentiae”と“esse existentiae”とに分ける。まず、“esse essentiae”は事物の本質で、その事物に対して存在と別に一定の性質をもたせるものである。たとえば、人間における理性的動物がそれである。これに対して“esse existentiae”は、事物が存在するというそのふるまいであって、これによって事物はその原因の外に置かれることになる。“esse existentiae”はまた、「現実的」と「可能的」との両側面を持つ。事物が現実に生み出された時が「現実的」であり、それは、完全に存在しているときの人間のようなものである。他方、事物がまだその原因の中に含まれている時「可能的」であり、それは、精液の中の動物のようなものである。この“esse”の区別に基づいて、ガリレオは、次のように言う。“esse essentiae”，すなわち対象の本質は、論証が成り立つために、予め知られていなければならない。しかし、“esse existentiae”に関しては、これを、われわれは論理的論証の対象のために予め知っている必要はない。なぜなら、論理的なものは心の内にのみ存在すればよいからである。これに対して、現実を対象とする学問の場合には、論証の対象の「心の外なる」存在は、たいていは予め知られていなければならない。しかし、例外がある。たとえば、個々のものが生成消滅している自然の世界では、個々のものは、「或る時或る場所において、そして妨害が取り除かれた」という仮定に基づいて (ex suppositione) 予め知られていなければならない。なぜなら、自然的な事物は、常に、ではなく、むしろ、その存在の実現を妨げるかもしれない「妨害 (impedimenta)」が取り除かれる時にのみ、存在するからで

ある。この「妨害」という語、及び妨害が取り除かれたという「仮定に基づいて」という考え方は、後述されるように、ガリレオの最晩年の「運動の新しい学」の中で、少し違った意味合いでだが、取り上げられることになる。

ガリレオの『予めの知識と予め知ることについて論考』の最後は、二つの問題から成っている<sup>(11)</sup>。一つは、論証されようとしている述語(属性)について、それが実際に論証される前に、どの位のことが知られていなければならないのか、というものである。そして、もう一つの問題は、人が結論と前提を、同じ行為において、そして同時に知るのかどうか、というものである。

## (2) 『論証についての論考』

この『論考』を、ガリレオは、以下のような短い序文で始める。

アリストテレスが賢く扱い、そして彼がそこから始めた「学問の定義」を省略して、私は、論証それ自体についての考察から始める。なぜなら、学問であるところの論証の目的を知るやいなや、学問の本性と属性をよりよく理解することができるからである。以下の考察で、その論証の目的について多くのことを語るであろう。この考察は、三つの部分から成る。まず第一に、論証の本性と重要性についての、次に、論証の属性についての、そして最後に論証の種類についての考察である。これらの考察が首尾よくなされるならば、論証に関する事柄が申し分なく知られることになる<sup>(12)</sup>。

序文で述べられているように、ガリレオはまず、論証の本性と重要性に関して、次に論証の基礎となる原理に関して、議論をしている。ここでは、論証に関するアリストテレスの定義が解釈されている。すなわち、論証は、学問をもたらし三段論法であり、そして、この三段論法は、真で第一次的で直接的である(さらに、結論よりもよく知られ、結論に先行し、そしてその結論の原因でもある)諸前提(諸原理)から成る。『論考』の最後でガリレオは、様々な種類の論証について述べ、「論証的遡行(regressus demonstrativus)」という方法を取り上げて議論を締めくくっている。これらのうち、「論証の基礎となる原理」と「論証の種類」と「論証的遡行」について、順に見ていくことにしよう。

まず、ガリレオは、真に論証された知識の第一原理に対してアリストテレスが与えた以下の基準について論じている<sup>(13)</sup>。つまり、それらの第一原理は、真

実で第一次的であり、また、それ自体が他の先行する原理によって論証されることがない、という点において直接的なものでなければならず、そしてそれらの結論に、結果に対する原因として関係する。ガリレオによれば、事物に関する真の知識は、それによってそれらの事物が存在するところの原因を通じて獲得されるのであるから、現実的な事物を知ることによって、真なる命題が認識される。ここでの真なる知識に固有の対象は、「現実的な存在 (ens reale)」であって、「理性的な存在 (ens rationis)」ではない。さらに、ガリレオは、真に学的な論証は真なる原因から出発しなければならない（しかし、われわれはまず最初、その真なる原因を、たとえば感覚を通じてのように、より直接的な知識から発見しなければならないのだけれども）というアリストテレスの基準について、分析する。ガリレオによれば、数学の諸前提は知識をもたらすものであり、それらの結論と同じように、われわれが直接に知ることができるものである。しかし、数学的なものは現実には存在しない。それゆえに、現実存在する事物に関して、数学的論証は完全ではない。数学的論証が完全だと言われる場合には、それは、数学的論証が物質を捨象し、優れた方法（公理から命題を導き出す方法）を用いているという理由からである。また、数学に従属している学問（たとえば、天文学や音楽など）には、真に学的な論証が成り立たない。なぜなら、それらの学問は、「仮定に基づいて (ex suppositione)」つまり、より上位の学問によって仮定された原理から、出発しなければならないからである。ここには、現実の自然的事物を扱う数学的自然学の厳密な学としての可能性の問題が存在している。ガリレオは、この問題に取り組まなければならなかった。

次にガリレオは、論証の種類について述べ、ア・ポステリオリな論証が有効な論証の種類である、と主張する<sup>(14)</sup>。ア・ポステリオリな論証は実際に、自然の学問では最も必要なものである。なぜなら、この学問では、原因が隠されており、人は、ただ原因を、その結果から論証するしかないからである。アリストテレスの注釈者たちの間には、「根拠による論証 (demonstratio propter quid)」を唯一の真なる論証と主張するアヴィケンナに由来する伝統や、また、「事実にによる論証 (demonstratio quia)」と「根拠による論証」と「蓋然的な論証 (demonstratio pottissima)」の三つの異なった論証を価値あるものとするアヴェロエスに由来する伝統や、さらに、「事実による論証」と「根拠による論証」の二つ論証だけを価値あるとみなすトマス・アクイナスに由来する第三

の伝統があった。ガリレオは、この第三のトマスの伝統の中にある<sup>(15)</sup>。「事実による論証」は、結果の存在を論証し、そこから、ア・ポステリオリにその原因を論証するものである。つまり、その論証は、諸事実を、他のよく知られた諸事実を基礎として演繹的に確証する。だから、その論証は結果から原因へと戻り、そこで結論として確証された「何 (quia)」は「原因」なのである。これに対して「根拠による論証」は、原因と、そこから生ずる結果の存在との両方を論証するものである。つまり、この論証は、事物の真の原因を前提中の中名辞として、その結果を結論として導き出す三段論法である。だから、「根拠による論証」における両前提の中名辞は、存在上も推論上も、結論よりも先なるものであり、これに対して「事実による論証」の中名辞は、単に推論上、先なるものである。ガリレオによれば、「根拠による論証」はもちろんのこと、「事実による論証」も真に学制的な論証であることは、アリストテレスや、彼の注釈者たちによって立証されている。「事実による論証」は、「根拠による論証」と同じように、真で必然的な前提から、真で必然的な結論へと進むので、蓋然的な意見ではなく、知識をもたらすのである。このように、自然には、必然的な因果的結合（ある属性と事物との必然的な結合）があり、その結合をわれわれが「知性の光」によって知ることができるということに、ガリレオは、自身の推理の妥当性の保証を最後まで求めた。

この「事実による論証」と「根拠による論証」との関係は、パドヴァのアリストテレス主義者の間で大いに論争された「論証的な遡行 (regressus demonstrativus)」の問題に係わる<sup>(16)</sup>。すなわち、自然学の議論においては、われわれは、はじめ自然的な原因を知らないので、「論証的な遡行」を、「結果から原因へ」と「原因から結果へ」の両方向で、交互に行う。数学では、前提がその結論と同じくらい直接的に知られているので、「論証的な遡行」は、ほとんど必要ない。いずれにせよ、この「遡行」は循環論法にはならない。なぜなら、われわれは、その原因よりもよく知っている結果から出発して、その結果に対する原因を論証するからである。完全に真なる原因と結果は、互いに、そして一義的に他を伴い合う。この「論証的な遡行」も、ガリレオが彼の自然探究において、最後まで用いた方法であった。

以上、二つの『論考』の内容について、これからの議論のために重要と思われる部分を説明してきた。『予めの知識と予め知ることについての論考』では、自然的な事物を対象とする個々の学問における「論証のための予めの知識」のあ

り方が明らかにされ、そして『論証についての論考』では、自然的事物を扱う学問における「論証」のあり方が明らかにされている。それは、ガリレオの関心が、「学 (scientia)」と呼ばれるに相応しい「自然的事物についての知識」にあったからである。しかし、アリストテレスに従えば、自然的事物には、「存在することの妨害」や「数学を適用することの不可能」という問題が存在する。のちに新しい自然学、すなわち数学的自然学を構築するにあたって、ガリレオは、このような問題に取り組まなければならなかった。この取り組みを考慮しつつ、ガリレオの青年期の二つの『論考』における「学」の概念が、円熟期の著作においても最重要なものとなっていることを、以下の考察で示そうと思う。

## 2. ガリレオの新しい自然学における「学」の概念

ガリレオは、円熟期の著作『二大世界体系についての対話』（以下『対話』と略す）の中で、「学 (scienza)」と呼ばれるに相応しい知識の性格について次のように言う。

もし議論している内容が法律あるいは他の人文的な何かといったような、そこでは真か偽かが問われない事柄についてであれば、人は、鋭敏な才能や巧みな弁舌や著者の優れた経験に信頼を置き、そしてそれらのことに優れている者に彼の推論を確からしいものにするよう望み、それが一番良いことだと考えるかもしれない。しかし、「自然の諸学 (scienze naturali)」という、その結論が真実で必然的であり、そして人間の意志とは何ら関係のないものにおいては、人は注意して、自分が誤りの擁護者にならないようにしなければなりません。というのも、ここでは、1000人のデモステネスと1000人のアリストテレスでも、たまたま真実を見いだした普通の才能の持ち主に屈服せざるを得ないのであります。(Opere, 7, p.78.)

法律や人文的な何かでは、確からしさで十分であるが、しかし、自然の諸学という、その結論が真実で必然的なものでは、そうではない。さらに、ガリレオは言う。

必然的で永遠的な自然学的結論として示されたものには、強制的な結び合わせや、つなぎ合わせがなければならない。(Opere, 7, p.432.)

これらの「真実で必然的な」と「必然的で永遠的な」という用語は、すでに見たように、アリストテレスの『分析論後書』のものであり、そしてガリレオは、その注釈『論考』の中で、事物に関する真の知識が原因に関するものであることを主張していた。それゆえ、「強制的な結び合わせや、つなぎ合わせ」は「原因と、その結果との結び合わせ」である。つまり、ある原因から常に必ず同じ結果が生じる時、その原因はその結果に対して「真実で第一次的な原因」であり、この原因についての知識が自然的物に関する真なる知識なのである。同じ『論考』で、自然の学においては「事実による論証」と「根拠による論証」が有効であると述べられていた。そしてこの二つの論証の関係が、「結果から原因へ」と「原因から結果へ」の「論証的遡行」という方法に係わっていた。この方法は、『対話』の中でも有効なものとして確認されている。

自然学的な諸問題においては、結果についての知識から原因の探究と発見へと導かれます。……何よりもまず、われわれがその原因を求めているところの結果についての知識が必要です。……われわれにとって確実であったり、また主要なことをたまたま含んでいたりするような、そういった説明から、真実で第一次的な原因へと達することができるよう思われます。……われわれの所から遠い他の海では、われわれの海では生じない出来事が生じるとしても、私が述べる根拠と原因とがわれわれの海で検証され、ここで生じる出来事を十分に満足させる限りでは、その根拠と原因は真実なものであり続けるでしょう。なぜなら、同類のものである諸結果の真実で第一次的な原因はただ一つであるべきだからです。それでは、私が、真実であることを知っている「結果」について語り、私が、真実だと思うその原因を指摘しましょう。そして君たちは、私が知っている以外のことを述べて下さい。それから、私が示す「原因」がそれらをも満足させるかどうか検証してみましょう。(Opere, 7, pp.443-444.)

つまり、よく知られた結果から、その相応しい原因を仮定する。もし、その仮定された原因が真実で第一次的なものであるならば、そこから原因を仮定したところの結果と同類の諸結果を、その原因についての知識が十分に説明するであろう。こうした試験によって、幾つかの諸仮定 (suppositones) は排除され、一つの仮定だけが「真実で第一次的な原因」として論証され、こうしてわれわ

れは、真に「学 (scienza)」と呼ばれるに相応しい「自然的事物についての知識」を獲得する。このことに関して、ガリレオは、『対話』の前に著した『レ・メッカニケ (Le Meccaniche)』(1593~1602)の中でも、次のように言っている。

すべての論証可能な知識において必要とみなされている約束ごとに、われわれもまた、この論文の中で従わざるを得ない。すなわち、まずこの研究に適合した術語の定義を提出しておかなければならない。次に、幾つかの基本的な仮定が必要である。これらの定義と仮定から、豊かな実りを約束する種子のように、機械的な装置のすべての性質についての原因や、その正しい論証が、帰結として、発芽し、溢れ出てくるであろう。(Opere, 2, p.159.)

確かに、幾何学の公理的方法を応用するのが容易な「機械学 (meccanica)」では、人は、かつてアルキメデスが行ったように、論証的遡行なしに(試験あるいは実験もなしに)、自明とみなされた仮定から、「豊かな実りを約束する種子」のように次々と命題を演繹することができる。そして、実際にガリレオは、この機械学において、幾何学の方法を適用し、大きな成果を得た。ガリレオは、次のように主張する。

人間の理解力を内包的にとると、この「内包的に」という語が或る命題を完全に理解していることを意味する限りでは、人間の知性は、幾つかの命題を完全に理解し、それゆえ、これらの命題では、人間の知性は、自然それ自身が持っているのと同じ位に絶対的な確実性を持っています。そのような性質を持つものは、ただ数学的な諸学問、すなわち、幾何学と算術だけです。これらの学問において神の知性は確かに、無限の数の命題を知っています。というのも、神の知性はすべてのことを知っていますから。しかし、人間の知性が実際に理解する少数の命題については、その知識は、客観的確定性という点で、神の知識に等しい、と私は思います。なぜなら、これらの数学的命題においては、人間の知性は、それ以上に確定なものはあり得ないところの必然性を理解することができるのですから。(Opere, 7, pp.128-129.)

ガリレオは、この数学への信頼を『偽金鑑識官 (Il Saggiatore)』(1623)の中でも表明している。それは、よく引用される次の文章である。

哲学は、眼の前にたえず開かれている、この広大な本（私は、宇宙のことを言っている）に書かれているのです。しかし、その本は、もし人がまずその言語を理解し、そこに書かれている文字を解説することを学ばないのであれば、理解されることはありません。その本は数学の言語で書かれており、その文字は三角形、円、その他の幾何学図形であり、これらなしでは、その本のたった一つの語さえも、人間の力で理解されることはありません。（*Opere*, 6, p.232.）

機械的な装置を理解するためにだけでなく、目の前に開かれている広大な本、つまり宇宙ないし自然を理解するためにも幾何学は有効である、とガリレオは宣言する。しかし、機械的な装置よりも複雑な自然的な事柄や、この地上から距離的に遙か離れた天文的な事柄でも、幾何学の方法は十分に有効なのであるうか。むしろ、ここでは、諸結果から、その原因を見いだすには大きな困難さが伴い、従って幾何学の方法は適用されにくいのではないか。ガリレオは、同じ『偽金鑑識官』の中で、その困難さを「自然の豊かさ」という観点から指摘している。

私は、〔鳥やコオロギや蟬の音の出し方の〕他にもたくさんの例を挙げて、自然の豊さを示すことができます。自然は、私たち人間が及びもつかない仕方で結果を生み出しますが、そんな場合には、感覚や経験は、私たちにその仕方を明らかにしてくれません。経験でさえ、しばしば、私たちの無能さを補うに足りないのです。ですから、もし私が、彗星が生じる仕方を正確に決定できないとしても、許されてしかるべきでしょう。特に私は、彗星がわれわれの想像力を遙かに超えた何らかの仕方で生じる可能性を認めているので、それを決定できると自慢したことなど、一度もなかったのですから、なおさらです。（*Opere*, 6, p.281.）（〔 〕内は筆者が文脈から補ったもの。以下も同様）

この、自然的な事柄において、諸結果から原因を見いだすことの困難さは、『対話』でも表明されている。

人間が自身の能力を、何が「自然」にできるかの尺度にしようとしている時にはいつでも、非常に向こう見ずになっているように私には

思われます。むしろ反対に、自然の内には、存在する最小のものでさえ、単純な結果はなく、最も才能ある理論家も、その完全な理解に達することはできないのです。(Opere, 7, pp.126-127.)

さらに、天文的な事柄についても、同様の困難さが『対話』で表明されている。

もし、私の基本的知識や自然的理性が、月の表面上にある、私たちのものと似ているか、あるいは異なっているかのいずれかである事物の発生に関して、この私に何を教えてくれるのか、と問いかけられたならば、私はいつでも、「非常に異なっていて、私たちには全く想像できない」と答えるべきでありましょう。(Opere, 7, p.126.)

このように自然的な事柄や天文的な事柄を、その真実で第一次的な原因から知り、論証的な知識を得るということには、困難さがつきまとう。この困難さは、ガリレオに従えば、一つは自然の豊かさによっており、そしていま一つは人間の能力の有限性によっている。ガリレオでは、自然に関する議論は常に「人間にとっての」議論であった。それは「自然についての、そして人間の議論(discorsi naturali ed umani)」と言われる<sup>(18)</sup>。このことは、ガリレオが単なる理論家ではなく、むしろ常に試験や実験を通じて自然に働きかけ、自分の理論を驗す新しいタイプの学者であったことと関連しているように思われる。何らかの絶対的な権威に頼ることなく、自分が持つ人間的な能力を使って、自然に働きかけるからこそ、そこでは常に自然からのはね返りとして、人間的な自分の能力の限界を意識せざるを得なくなる。ここには、人間と自然との生き生きとした関係が存在している。

また、自然的な事物について論証的な知識を得ることの困難さは、幾何学の論証の方法が自然的及び天文的な事柄には適用されにくいことにも係わっており、そしてこのことは、すでに『分析論後書』の中で述べられていた。

### 3. 数学の自然への適用

アリストテレスが自然学と数学の間に置いた区別(『形而上学』995 a14-17)は、アリストテレス自身を、彼の時代には成立していた光学、和音学、機械学、天文学のような学問の研究領域において矛盾に陥れた。つまり、アリストテレ

ス自身が『気象学』や『自然学』の中の議論で行っているように、それらの学問領域では、自然的な世界の或る部分を知るために、数学的な方法や数学的な用語を頻繁に用いる。それゆえに、それらの学問は数学的自然学を構成し、そして自然学の一部の用語は必然的に数学的なものである、とわれわれは考えたくなるが、しかしアリストテレスでは、この見解は認められない。結局、アリストテレス自身は、光学・和音学・機械学・天文学といった学問を、数学の中のより自然学的な部分とする（『自然学』, 194 a7）か、あるいは自然学と数学の中間にあって、それらに学的な特徴を持たせるために、数学的な原理に頼っている学問（中間の学問）とする（『分析論後書』第1巻9章）か、明確な立場を取っていないように見える。光学等の学問に関する、これら両方の考え方はそれぞれ、のちの伝統の中で取り上げられることになった。特に「中間の学問（scientia mediae）」の巧みな理論は、数理化された機械学を数学に属し、自然学と異なった中間の学問とした中世哲学の内で作りに上げられた<sup>(19)</sup>。

この「中間の学問」は、ガリレオの時代では、ローマ学院の論理学講義（『学について De scientia』）において扱われた。ローマ学院が数学の学問それ自体としての重要性ばかりでなく、自然研究での数学の有効性をも強調するようになったのは、クリストファー・クラヴィウスの時からである。原因の知識を数学及び中間の学問に帰属させ、さらには、これらの学問に、他のどの学問によりも高い価値を与えたクラヴィウスと彼の弟子たちの影響を、ガリレオは受けたのである<sup>(20)</sup>。

また、それとは別に、若きガリレオは、オステリオ・リッチの実用的数学の影響も受けている。リッチは、フィレンツェの「アカデミア・デル・ディセーニョ（Accademia del disegno）」で、エウクレイデス、アルキメデスなどの古典数学や、画家的訓練に必要な視覚論、機械学などの実用数学を教えていた。その数学は、商業算術や測量術、軍事技術や建築学に係わる数学、言い換えれば、当時の現実的要請と結びついた数学である。ガリレオにおける数量的な自然観、つまり、自然現象が数量化され実験（測量・測定）によって把握されるという事態は、この影響から生じてくる<sup>(21)</sup>。数学の自然への適用は、ガリレオにとっては、数学によって、大砲の最大射程がどの角度で得られるか、あるいは海に沈んでいる船をいかに浮揚させるかといったような現実的な問題を解決することとして、ローマ学院のクラヴィウスらにとってよりも、ずっと当然のことであつたのではないか。それだからこそ、ガリレオは、数学を現実に応用

する際の問題点も重々承知していた。その問題点を、『対話』の中では、当時のアリストテレス派の代弁者シンプリチョに述べさせている。

具体的に取り上げられた事柄〔(現実的な自然的事柄)〕は、「物質の不完全さ」のために、〔数学によって〕抽象的に考察された事柄に合致しないことは疑いありません。(Opere, 7, p.233.)

ここで言われている「物質の不完全さ」について、シンプリチョは、抽象的には球が面と一点で接するが、具体的には物質的な球が物質的な面と一点で接しない、その理由を述べながら、説明している (Opere, 7, p.233.)。これに対して、ガリレオの代弁者サルヴィアティは、具体的・現実的に生じることは、同じ仕方では抽象的・数学的にも生じる、と主張して、反論している (Loc. cit.)。しかし、この主張は説得的ではなく、シンプリチョも十分には納得できなかった。この現実という具体的な場面では、幾何学的な完全な球を得ることはできず、むしろ、その完全な形にできるだけ近づくようにすることなら可能だろう、とシンプリチョは言う。それにもかかわらず、サルヴィアティは次のように力強く主張する。

「私の理想とする」哲学者としての幾何学者が抽象的に論証された結果を具体的に認識しよとする時には、「物質の妨害 (impedimenti della materia)」が取り去られなければなりません。このことができるのなら、事柄は〔抽象的な〕算術計算と全く同じように生じる、と私は断言します。それゆえ、誤りは、抽象的なものにも具体的なものにもなく、また幾何学にも自然学にもなく、むしろ、正しい計算をすることのできない計算家にあるのです。(Opere, 7, p.234.)

これは、数学的自然学成立の宣言のように思える。ここでは、すでに「論考」において言及されていた「物質の妨害」が問題になっている。この「妨害」は、たとえば、哲学者としての幾何学者が物体の自然落下運動を問題にしている場合には、主に空気の影響のことが考えられており、もし、この妨害を取り除くことができるのであれば、その度合いに応じて、「落下する物体が通過する距離は、その通過にかかる時間の平方に比例する」という数学的な規則性を物体の自然落下運動に適用することができる、とここでは考えられている。この「妨害の除去」は、ガリレオの「実験」や「思考実験」に係わっている。そもそも

「妨害」という概念自体、「物体の自然落下運動」などを実際に問題にしている、つまり、その実験をしている人間にとって初めて意味を持つものである。その際、実験とは、人間によって再現された自然現象である。それゆえ、ここでは、実験のために理想的な環境を作り出すこと（理想化）が考えられている。

しかし、数学的自然学成立の力強い宣言をしたにもかかわらず、この「物質の妨害」や「物質の不完全さ」は、人が数学を自然に適用する際の困難さとして、ガリレオの最晩年の著作『二つの新しい学に関する講話と数学的論証』（以下『講話』と略す）の中で再び取り上げられている。『講話』の特に第四日目の「投射体（投げ出された物体）」の運動について述べられている所で、ガリレオの代弁者サルヴィアティは、物質の「不完全さ」や「妨害」が取り除かれたという仮定に基づいて（ex suppositione）自説の論証を試みている。しかし、それに対して、シンプリチョ、そして『対話』ではサルヴィアティの考えに好意的であったサグレドさえもが反論する。彼らによれば、サルヴィアティの「仮定に基づく論証」はみごとにたものであるが、しかし、現実において物質の不完全さや妨害を避けることはできず、サルヴィアティの言う規則性は実現されない。この反論に対してサルヴィアティは、今度は屈服してしまう。

君たちが述べた困難さや反対理由はどれも非常によく根拠づけられているので、私は、それらの困難さや反論を取り除くことができない、と思います。私としては、それらすべてを認めますし、私たちの著者〔（ガリレオ）〕も認めていると信じます。私は、抽象的に論証された諸々の結論が具体的な場面では変更を受け、たいそう変えられるので、水平運動が一様ではなく、また自然的な加速運動が、仮定された割合で正確に起こることもなく、また投射体の軌道が放物線ではないなどのことを認めます。しかし、他方で私は、私たちの著者の中であって、他の偉大な人たちが仮定したものを、たとえそれが虚偽であるとしても、捨て去らないように求めます。（*Opere*, 8, p.274）

さらに、サルヴィアティは、次のように言う。

媒体という妨害に関しては、これはむろん無視できないものであり、そしてこの乱れは、確固とした規則に従うことはあり得ず、これを理解したり、「学」の対象にしたりすることは、私たちにはできません。

だから、もし私たちが、いま研究している問題について、ただ単に空気の妨害だけを考察したとしても、その妨害が投射体の運動をことごとくかき乱し、そしてその投射体の形や重さや速度における無限の多様性に従った無限に多様な仕方では運動をかき乱すのを見ることでしょ。……重さ、速度、形といったこれらのものの特性は数にして無限であるから、これらの特性を「学」の対象にすることができません。それゆえ、目下の事柄を「学的な」仕方では取り扱うためには、これらの困難さをすべて切り離す必要があります。そして、妨害の全くない場合において規則を見だし、論証し、その規則を、経験が教えるような限界の下で適用するのです。(Opere, 8, p.275.)

現実の自然における「妨害」をすべて対象として、これを取り除くことは不可能であるから、「妨害」を全く無視する、とガリレオは言う。しかし、この「学問」は、「数学的」とは言えるだろうが、「自然の学問」だと、少なくともガリレオ自身は言えるのだろうか。そして、見いだされた規則を「経験が教えるような限界の下で」自然に適用するのであれば、その自然学は、ガリレオが『論考』以来強く主張してきた「学 (scienza)」(論証的知識)の資格を満たしたものでないであろう。それゆえ、ここでは、ガリレオの言う意味での「学」の資格をもった数学的自然学は成り立っていないのである。むしろ、これは、われわれの言葉で言えば「仮説演繹法」の数学的自然学であろう。すなわち、そこでの仮説に基づく議論は、「真実で必然的で永遠的な知識」をもたらすことはなく、常に実験による検証を待っている(限りなく「真実で必然的で永遠的な知識」に近づけていくべき)「確からしい知」をもたらすに過ぎない。

## 結 び

アリストテレスの自然学に代わる新しい自然学を構築しようとしたガリレオは、その過程において、青年時代に行ったアリストテレスの『分析論後書』の注釈により得た「学」の概念に最後まで従った。ガリレオは、「学」については、当時のアリストテレス派の人々と同じ考えの下で、アリストテレスの自然学上の見解が真に「学」と呼ばれるに相応しい論証的知識の資格を持っていないことを示し、そしてそれに代わる数学的自然学の構築(数学の自然への適用)を

目指したのである。しかし、それゆえに、彼の提示した数学的自然学も「学」の資格を持つことはできず、むしろ彼の意に反して、仮説演繹法に従う数学的自然学が明かになった。以後、この方法に従って近代科学が成立するであろう。このように「意に反した」結果になったのは、ガリレオが理論と実践を統合しようとした新しいタイプの人間だったからである。ここにはまた、数学の現実的自然への適用そして実験という側面で、人間と自然との係わり、という重要な問題も含まれているように思われる。

(注)

- (1) ここでは、当時の状況を考慮して、“scientia”を「科学」と訳さず「学」とした。「科学」という訳語は19世紀以降の「分科の学」の意味であるから、ここでは適切でない。
- (2)(3) 拙稿「近代科学のルネサンス的背景について－科学と宗教の接点を求めて－」, 法政大学教養部「紀要」第96号人文科学編 (1996年), 27～54頁参照。
- (4) Galileo Galilei, *Biblioteca Nazionale Centrale, Manoscritti Galileiani: Codice 27* (Firenze). 以下 MS27 と略す。
- (5) Cf. W. A. Wallace, ① *Galileo and His Sources—The Heritage of the Collegio Romano in Galileo's Science* (Princeton University Press, 1984), ② *Galileo, the Jesuits and the Medieval Aristotle* (Variorum, Hampshire, 1991) .
- (6) アリストテレス『分析論後書』第1巻第1章参照 (71 a1–71 b10)。アリストテレス全集 1 加藤信朗訳 (岩波書店, 1971年), 613～616頁。
- (7) MS27, ff. 4 r–6 v.
- (8) 『分析論後書』, 72 a10–30. 訳書, 618～620頁。
- (9) この様々な方法の補足的な説明は、注(5)のWallaceの著作①, pp. 103–104 でなされている。
- (10) MS27, ff. 6 v–10 v.
- (11) MS27, ff. 11 r.
- (12) MS27, fol. 13 r.
- (13) MS27, ff. 17 v–28 r.
- (14) MS27, fol. 13 r, ff. 29 r–30 v.
- (15) 注(5)のWallaceの著作②, pp. 359–360参照。
- (16) MS27, fol. 31 r.
- (17) 国定版『ガリレオ全集』(*Le Opere di Galileo Galilei*, Edizione Nazionale, Nuova Ristampa, Firenze, G. Barbèra, Editore, 1968) の以下の引用・参照に関しては、*Opere* と略し、巻数をアラビア数字で表示する。
- (18) *Opere*, 7p. 385, 396.
- (19) Cf. E. McMullin, *The Conception of Science in Galileo's Work*, in R. E. Butts and J. C. Pitt (eds.), *New Perspectives on Galileo* (Dordrecht, Holland,

1978) , pp.211-217.

(20) 注(5)Wallace の著作②, pp.361-362参照。

(21) 青木靖三「ガリレイと数学者たち—数量的自然観の系譜—」,『ガリレイの道—近代科学の源流—』平凡社, 1980年, 61~90頁参照。佐々木力『科学革命の歴史的構造』(上), 岩波書店, 1985年, 159~209頁参照。伊藤和行「人文主義・芸術・科学—イタリア・ルネサンス科学再考—」,『思想』1989年第11号, 岩波書店, 99~125頁参照。