

## 「公理は自然法則か？～アリストテレス論証学と仮説演繹法～」

三富 照久 (MITOMI TERUHISA)

中央大文学部

### § 1 序

17世紀科学革命の記念碑的著作として知られる、惑星の楕円軌道の性質をいくつかの原理から数学的に証明した、ニュートンの「自然哲学の数学的諸原理」(プリンキピア)において、ニュートンは最初の3つの原理(慣性の法則を含む運動の3法則)にたいして、「公理または運動の法則」(AXIOMATA または LEX)という言葉を用いている。ガリレオにおいても、「新科学論議」において落下法則を導く基礎原理は公理と呼ばれているが、自然の法則(LEX)という言葉は用いられていない。

ガリレオやニュートンの論証形式は、古くはエウクレイデス「オプティカ」やアルキメデスの「浮体について」などの自然学的なマテマタ(ギリシア・ヘレニズム的数理学)を起源としているが、それらは形式的にアリストテレス「分析論後書」の論証的知識(エピステーメ)の構造をしていて、最初の原理は公理ではなくアリストテレスの言い方をすれば基礎定立(または基礎借定)の言い方をしている。しかし、15～16世紀にエウクレイデスやアルキメデスの著作が復活し、ガリレオ以前にタルターリアやガイドバルドらによって機械学が研究されるが、彼らの機械学の著作も公理から始まっている。

**(観察)** アリストテレス論証学においては、「自然法則」という概念はない。自然学における論証的知識は、常に正しい推論(3段論法)の形において調べられている。

例えば、「地球は宇宙の中心である」という命題も、他の理由によってパースのアブダクション(仮説的推理:論理的には $B, A \rightarrow B, A$ )のように得られたものであるが、そこから日常の多くの観察事項が適合することが、正しい3段論法( $B \rightarrow C, A \rightarrow B, A \rightarrow C$ )によって演繹的に得られる場合(第一原理は証明しなくていいので)、大出晁(故慶応大教授)が指摘したように、「ハメコミ式」な原因認定(大出晁は懐古的と表現した)となるのである。

つまり、アリストテレス論証学においても帰納的推理として「発見の文脈」はあるのであるが、仮説的推論は論理式としては正しくないので、常に正しい推論(第1格)に置き直す形で論証学が形成されているのである。

(参考文献)

「世界の名著 ニュートン」(「プリンキピア」全訳) 河辺六男、中央公論社、1971

「知識革命の系譜学」大出晁、岩波書店、2004

「アリストテレスにおける〈懐古的説明〉パターン」大出晁、「大出晁哲学論文集」2010、所収

「アリストテレス方法論の構想」山本建郎、知泉書館、2015

「分析論前書・分析論後書」アリストテレス、「アリストテレス全集」（新板・旧版）岩波書店、所収

「パースの記号学」米盛祐二、勁草書房、1981

「アブダクション（仮説と発見の論理）」米盛祐二、勁草書房、2007

## § 2 自然法則

歴史的には自然法則はデカルトの「世界論」において、神が定めた機械的自然の法 (loi) として確立した。有名な慣性の法則は、デカルト「哲学原理」の第2部で述べられているが、デカルトにおいて慣性の法則を成立させているのは、神の不変性である。(つまり神は刻々と変化する時間の各瞬間において、世界の存在を維持し続けているのである。)

イギリスではフランシス・ベーコン以来の自然の探究が、ニュートンにおいて実験哲学として結実した。すでにベーコンは、「ノウム・オルガヌム」において、「事物の形相は、構成する純粋な活動の法則と限定以外のことを意味しない」と述べている。

そして重要な事は、このニュートンの実験哲学の認識論の大前提として、「**自然は法則的である。**」という事が、N.R. ハンソンの理論負荷性として仮定されているのである。ニュートンと同時代のロバート・フックも、「復元力についての講義」(1678)で、有名なフックの法則を、「自然の規則あるいは法則」と呼んでいる。そして、近代の科学方法論と言われる実験による仮説演繹法も、(発見・正当化の文脈において) この大前提のもとにある、と言えよう。

つまり正当化の文脈において、ニュートンの「プリンキピア」のような演繹的論証体系が構築されるが、それは発見の文脈においてティコ・ブラーエやケプラーの大量な観測データからの予測や、ガリレオの斜面の実験による落下法則の表明によって、すでに「月下の世界と天界に共通の自然法則がある。」という事が前提となっているのである。(パースはケプラーの惑星の楕円軌道の発見を、もっとも素晴らしいアブダクションの例として挙げ、ハンソンも理論負荷性の説明としてケプラーのこの発見をくわしく説明している。)

ニュートンの実験哲学が、「自然が法則的である」を理論負荷的に前提としていることは、ニュートンの有名な「哲学における推論の規則」(「プリンキピア」第2版、所収)に含まれている。その推論規則2と4を見てみよう。(内容を意識した)

(規則2) 実験により見出される限りのあらゆる物体に符号する性質は、普遍的な性質とみなされるべきである。

(規則4) 実験哲学では、現象から帰納によって推論された命題は、他の現象により否定されるまで、真実または極めて真実に近いものとみなされねばならない。

実験は個別データしか提供しないので、実験から帰納的に真理としての普遍命題を導くこ

とは、論理的には帰納推理であって、そのままでは自然法則（普遍命題）の真理性を認めることにはならない。したがって、ニュートンの「普遍的な性質とみなされるべきである」（規則2）や「真理または真理に近いものとみなさなければならない」（規則4）は、極めて強い要請・信念として、「自然は法則的である」ということを認めている、という事に他ならない。つまり「実験」はそこから自然法則が導かれる、という意味で「自然は法則的である」という事を理論負荷的に前提としているのである。

（参考文献）前出したものは省略する、以下同様。

「科学の名著 デカルト」（デカルト「哲学原理」全訳）、井上庄七、小林道夫、朝日出版、1988

「物理法則の概念の起源」ツィルゼル、「科学と社会」青木靖三（訳）、みすず書房、1967に所収

「科学哲学の歴史」J.P. ロゼー、常石敬一（訳）、紀伊国屋書店、1974

「科学的発見のパターン」N.R. ハンソン、講談社学術文庫、1986

「科学的発見の論理（創造の科学哲学的考察）」伊東俊太郎、「伊東俊太郎著作集（第5巻）」2010

### § 3 実験の論理構造とアリストテレス論証学

アリストテレスも、「すべての認識は感覚から始まる」という意味では経験的ではあるが、アリストテレスの自然学の目標は、類（個別科学）における属性（性質）の知識の探究であり、知識（エピステーメー）であることは原理からの論証なので、大出晁の言うようにハメコミ方式の説明方式が取られるのである。なぜハメコミ方式になるかと言うと、発見の文脈としての帰納的推理（例えば、これこれの観察理由から、地球は宇宙の中心にあるはずだ、を推理する）は実際には行われているのであるが、正当化の文脈においては、正しい推論（3段論法）、特に原因を特定する「根拠の論証」、により日常観察による結果を導けるかどうか判定基準であり、「自然は法則的である」という前提がないので検証実験しようという姿勢がないのである。逆に言えば、発見や検証の実験は「自然が法則的である」という理論負荷的な（暗黙の？）前提があって初めて可能になる、と言えよう。ここには次のような論理構造がある。

#### （実験の論理構造）

自然において事象Aが実験で成立した。（あるいは成立しなかった）

自然は法則的である。

事象Aは、自然法則として成立する。（あるいは成立しない）・・・（はずだ!）

近代科学の方法論を特徴づけるとされる「仮説演繹法」も、この（実験の論理構造）が組み込まれている。

#### （仮説演繹法の論理）

自然において事象Aが仮説（普遍命題）として想定される。

自然において事象Aが実験で（個別命題として）成立した。（あるいは否定された）

自然は法則的である。

事象 A は自然法則（普遍命題）として成立する。（あるいは成立しない）・・・（はずだ！）

例えば、科学史的には否定されているが、ガリレオの落下の実験が理想的な状態（空気抵抗がない）で行われたとしよう。上の（実験の論理構造）に従うと

「重さの異なるいくつかの物体を、塔の上から同時に落下したら同時に地表に到達した。」

「自然は法則的である」

「すべての物体は、空気抵抗がない状態で同じ落下速度で落下する」

となる。

しかし、上の推論で「自然は法則的である」がなければ、論理的には単なる帰納でしかなく、普遍命題としての真理性は保証されない。つまりアリストテレスにおいては「自然は法則的である」がないので、もし実験が行われてもそれは日常観察と同じような観察データの一つとしてしか認識されない、ということである。（また、空気抵抗がないというような理想的な状態は、感覚的には起こりえないことなので、感覚→記憶→知識と進む、アリストテレスの認識論においては、最初から想定されないであろう）

また、アリストテレスの正当化の文脈における「根拠の論証」においては、根拠（原因）は「より先なるものとして感覚から遠くても良い」とされている。したがって、「天界における有限球体としての宇宙の、最外殻にある恒星天球の回転の原因は、第一の不動の動者である。」のような観察できない原因、第一の不動の動者（「形而上学」では神的な存在）が、実体として認識されるのである。

ここにおいては、大出晁が“懐古的”と表現するギリシア人の自然探求における、現実から常により原理的なもの（アルケー）へ遡る形而上学的な憧憬が見られる。アリストテレスが「直線はテロス（目的、到達点）がないので不完全である。」また「円は常にテロスがあるので完全である。」と言うとき、生物学的な発想（人間が人間を生むのはなぜか？）から、つねに目的因を想定するアリストテレスの形而上学的理念が感じられる。アリストテレスが学の3分類において、必然的な知識を探求する理論学（テオリア）が学として優れ、そのなかで形而上学（メタ・フュシカ）が最も高貴であると言う場合、テオリア（観照）の目標は、原理（アルケー）へと遡ること（つまり“回顧”）である。

さて、このアリストテレスの「原因はより先なるものとして、感覚から遠くても良い」というのは、決して論理的に間違いというわけではない。例えば、原子・電子を対象とする量子力学や質量の原因としてのヒッグス場は、感覚からは著しく遠いものである。そのような存在を直接見ることが出来ないのも、そのような原因（仮説）から実験が可能な事象を演繹して実験（数学的思考実験を含む）を行なっているのである。アリストテレスの場合は、観察データ「恒星は回転している」からその原因である第一の不動の動者の存在を想定し（この段階で、第一の不動の動者の存在は、現代から見れば「仮説」であるが、実験の論理構造を前提とした正当化の文脈としての仮説演繹法がないので、「仮説」

という論理的身分が初めからないのである)、「動かされるものは、必ず何かによって動かされる。」というより先なる(真なる)前提によって正当化されるのである。

(帰納推理)

恒星天は動いている。(観察)

動くものは何かにより動かされている。

恒星天を動かす何か(不動の動者)がある。

(演繹推理)

動くものは何かにより動かされている。(真)

恒星天は動いている。

恒星天を動かす何か(不動の動者)がある。

つまり、ニュートンが「自然は法則的である」を理論負荷的な前提とした代わりに、アリストテレスは自然学の知識(真理としてのエピステーメー)は、4つの原因(特に目的因)から推論として論証されるべきである、という事が前提となっているのである。

(参考文献)

「人類の知的遺産 ガリレオ」伊東俊太郎、講談社、1985

「科学の哲学」高島弘文、晃洋書房、1993

#### §4 「自然は法則的である」とは？

なぜニュートンは、「自然は法則的である」を前提にしたのか？なぜアリストテレスには、「自然は法則的である」という概念がなかったのか？を明らかにするために、「自然は法則的である」という言明の内実を比較検討する。

実は古代ギリシアにおいても、現代から見て自然法則とみなせるものは存在した。ツィルゼルは「物理法則の概念の起源」(1942)において、古代ギリシアの物理法則としてアルキメデスの艇子における「釣り合いの法則」や「浮力の法則」を挙げている。(ツィルゼルの論文は古いので、科学的な記述がまったく信頼できるとは言えない面もある)

釣り合いの法則は、容易に現実的モデル(艇子)で実験(測量)したと思われるが、この法則(定理)が載っているアルキメデスの論文「平板の平衡について」では、エウクレイデス以来の自然学的マターマタの伝統によって、いくつかの基本的な基礎原理(仮説演繹法的に実験で検証するという観念がないので、「仮説」という訳語はふさわしくない)からエウクレイデス「原論」のように、演繹的に論証されているのである。しかし、ここにはガリレオも意識した、本質的な問題が含まれている。アルキメデスは平面図形の重心の概念を用いて、「原論」の幾何学的命題も援用して証明していくのであるが、重心は物理的には「重さ」によって決まる点であり、「原論」によれば面は「長さも幅をもつ」と定義されており、平面図形は「厚み」を持たないので重さがなく、重心は定義できないのである。(つまり現代の物理学における「密度」が考えられていない)従って、アルキメデスの「重心」は、現実の物体を理想化した「幾何学的な重心」として考察されているのである。

(釣り合いの法則) 艇子において支点の両側に重さAと重さBの量が釣り合っている。

支点から A, B の量への距離を  $a, b$  とすると、 $A : B = b : a$ 、である。

この論文の基礎原理を述べる部分で、アルキメデスは以下のような用語を用いている。

「私は次のことを要請する。

(ギリシア後原文では、「原論」の要請と同じアイテーマタが使われている。アイテーマタは「要請する」という動詞アイテオーの受動分詞(名詞)であるアイテーマの複数形、つまり「いくつかの要請(される事象)」という意味)

1) 等しい重量が等しい距離(支点からの)にある時は釣り合うが、等しい重量が不等の距離にあるときは釣り合わず、より大きな重量のある方へ傾く。

・・・以下略(要請は全部で7個ある) 」

「原論」における要請(アイテーマタ)は第1巻では、「任意の点から任意の点へ直線が引ける」など5つあるが、証明されない原理というアリストテレス論証学の意味では、基礎定立に対応する。アリストテレスは「分析論後書」において、明らかにアカデメイアの古い幾何学のストイケイア(多分キオスのヒポクラテスによる「原論」)を、一つの論証のモデルとして考慮している。幾何学のストイケイアについては、「形而上学」第5巻のストイケイオン(元素、構成要素)の項の説明で言及されている。(ストイケイア(原論)は、ストイケイオンの複数形)アルキメデスは形式上、エウクレイデスの「原論」の論証形式を引き継いでいると言えるが、「原論」の要請に仮説的意味がないように、アルキメデスの要請も論証がそこから出発する基礎原理として考えられている。

ここで「釣り合いの定理」は、表面上アリストテレスの自然学と矛盾するわけではない。なぜならアリストテレスの落下(重さ)の原因である「土の原質の本来の場所が地球の中心である」を否定しているわけではないからである。

次にアルキメデスの論文「浮体について」であるが、ここでも最初いくつかの基礎原理が、以下の本文のように置かれている。

「以下の事を基礎原理として認めよ(ヒュポケイストー)。

(ヒュポケイストーは「下に置く」が原義の動詞ヒュポケーマイの命令形で、「以下のことをヒュポテシス(基礎原理)として認めよ」という意味である、ヒュポテシスはアリストテレスが「分析論後書」で述べた基礎定立の原語である、またエウクレイデスの重要な自然学的マテーマタである「オプティカ(視学)」のホロイ(定義)も、ヒュポケイストーから始まっている。ヒュポテシスにパルメニデス派の弁証法的意味があるというサポーの分析に従えば、「他の説に対する自分が確信する基礎原理」とも解釈される)液体の本性とはつぎのようなものである。・・・(以下略)」

「浮体について」では、上の液体の本性からアルキメデスが王冠の金の含有量の非破壊検査の方法として発見した(シラクサの街を「わかった(ヘウレーカ)」と言って走り廻った)、というエピソードで有名な浮力の性質が証明されている。

(浮力の法則) 液体よりも重い立体は、液体の中に落とされると、底に沈み、そして液体  
の中における立体の重さは、立体の容量に等しい容量の液体の重さだけ、

### 本当の重さより軽くなる。(命題7)

上のエピソードに従えば、アルキメデスはお風呂の中でまさに自分の体を上の「水（液体）の中の立体」であると実感して、浮力の法則を発見したのである。これもケプラーの惑星の楕円軌道の発見と同じような、発見の文脈におけるアブダクションと考えられる。

#### (アルキメデスの発見と論証)

自分の体の水の中の部分は、相当の浮力を受ける。(経験)

他の液体に沈んだ物体でも、同じことが起こるだろう。(より基礎的な原理を明らかにしよう)

一般に浮力の法則が成立する。(基礎原理から演繹できた)

つまり科学方法論としては、**観察→法則化→基礎原理(分解)、基礎原理→法則の論証(合成)**であって、ガリレオが後に「分解と合成の方法」と呼ぶものである。ガリレオにとってアルキメデスの「浮体について」は自分の研究の出発点であり、ガリレオの若き22才の最初の論文「小天秤」は、上のエピソードを動機として、(ガリレオが推理する)水の中の物体の比重の正確な測定の仕方が書かれている。このあとガリレオは、就職の相談もかねて数学重視で有名なローマ学院(イエズス会)の数学教授クラヴィウスを訪れている。(デカルトがイエズス会のラ・フレーシュ学院で学んだ数学プログラムは、クラヴィウスが指導したものであり、デカルトはクラヴィウスのエウクレイデス解説書で学んだはずである)そこで、ガリレオは科学方法論としての、アリストテレス「分析論後書」の研究で有名なパドヴァ大学のヤコブス・ザヴァレラ教授が提唱する、「論証復帰論」を知ることとなる。(当時は大学教授の教養として、論証が重視されていた)

「論証復帰論」では、上の分解と合成が、論証という立場で正当化されている。アリストテレス「分析論後書」では、事実の論証と根拠の論証が区別され、原因を特定する根拠の論証が優位とされ、分解と合成が論理的循環になる場合もある、と解釈する注釈者もいた。それを「論証復帰論」として解決したのが、ニフォから始まるパドヴァ大学の(科学方法論としての)論証学研究なのである。ザヴァレラの「論証復帰論」によれば、事実の論証→原因→根拠の論証、は一連のプロセスとして正当化され(後に「最高の論証」とも言われる)、論理的循環という解釈が否定される。ザヴァレラはその論考「論証的復帰論」(大出晁「知識革命の系譜学」の付録に、大出晁氏自身による和訳がある)において、上の一連のプロセスを次の3つの段階に分ける。

#### (論証復帰の3段階)

(1) 結果から原因の論証、(2) 発見された原因の考察、(3) 原因から結果の論証、

そして論証的復帰の具体例を、「第一の不動の動者」の存在など、アリストテレスの著作か

ら引用して解説している。

上の（論証復帰の3段階）が、アルキメデスの（発見と論証）、つまりガリレオの「分解と合成の方法」に、論理的には対応していることに注意してほしい。

まず、「根拠の論証」と「事実の論証」について、「分析論後書」の例を述べる。

（根拠の論証）	（事実の論証）
近くにあるものは瞬かない。(B→C)	瞬かないものは近くにある。(C→B)
惑星は近くにある。(原因) (A→B)	惑星は瞬かない。(観察事実) (A→C)
故に、惑星は瞬かない。(A→C)	故に、惑星は近くにある。(A→B)

根拠の論証の論理式において、A小項、B中項、C大項、

(B→C)を大前提、(A→B)を小前提、(A→C)を結論、と呼ぶ。

また「瞬く(まばたく)」とは、チカチカと輝く様子を示す。例えば、恒星(北極星など)は瞬いている。

アリストテレスは、上の2つの論証を比較して、(根拠の論証)においては「惑星が瞬かない」ことの原因(根拠)が、惑星が「近くにある(B中項)」こととして、正しくとらえられている、と述べ「惑星は近くにあるから瞬かない、のであって、瞬かないから近くにあるのではない。」と判断して、「根拠の論証」の優位を述べている。ここで推論(3段論法)としての論理式に注目すると、アリストテレスはどちらにしる原因は中項の位置にあり、「根拠の論証」の論理式における、大前提(B→C)を换位(主語と述語を入れ替える、C→B)し、小前提と結論を入れ替えると、「事実の論証」の論理式になる、と述べている。

上の2つを(論証復帰の3段階)的に説明すれば、次の様になる。

- (1) 感覚(視覚)による「惑星は、恒星のように瞬かない」という事実の認識から、  
恒星は遠くにあり、「惑星は近くにあるから瞬かない」という原因の推理。
- (2) 「惑星は近くにある」という原因の吟味、「近くにあるものは瞬かない」という、  
より先なる真理を大前提に見出す。
- (3) 「惑星は近くにある」→「惑星は瞬かない」という根拠の論証の完成。

大出晁氏は、「惑星が近くにある」という事は「惑星は瞬かない」より、「計測」を必要とするという意味で感覚から遠いものであり、容易に確認できない方を優位に考えるのはおかしいのではないかと述べている。しかし、すぐに真理の検証に「計測」(これも実験の重要な要因)を考えるのは近代科学の態度であって(つまり「自然は法則的であり、計測が可能」という理論負荷性が前提とされている)、類や種の本性・自己原因としてのフュシスの知識を求めるアリストテレスのフュシカ(「自然学」とも訳されるが、フュシスの4原因、質料因・形相因・目的因・作用因、の探求という意味では、自然科学の物理学とは決定的に異なる)では、「原因は感覚より先なるもの」であり、「先なるもの」はより真理性が高いとする形而上学的な(大出晁氏が懐古的と表現する)思考形式が、理論負荷的



に前提とされているのである。

さて、ガリレオはピサ大学教授に就任する前後に、この「論証復帰論」の詳細な研究ノートをとっている。(ガリレオの手稿としてMS 27と呼ばれる) この事は、ガリレオがアルキメデスの発見と論証のプロセスを、論証という面においては、アリストテレス「分析論後書」を土台とする論証復帰論としても解釈出来る、と判断したが可能が高い。(晩年にガリレオは、「自分は、真の意味でアリストテレス主義者である」と手紙に書いている)

当時は、自然学の原因を論じる論証学に通じていることは、単なる計算技能者としての数学者ではなく、大学ではより上位の地位をしめる「哲学者」の資格とみなされた。(後に、ガリレオがトスカーナ大公をパトロンとして迎えるとき、数学者だけでなく哲学者の称号を希望したのは、このような経緯がある) アリストテレスは、あらゆる原因、つまり4原因すべてを探求するがゆえに、「自然学(フュシスを探求するフュシカ)」は、数や量という形相のみを探求するマテマタ(ここでは、主に数論や幾何学などの純粋数学を指す)よりも学問的には優位にあると、「形而上学(メタ・フュシカ)」で述べている。

ガリレオはピサ大学の次に教授となったパドヴァ大学では、「機械学」(イタリア語の講義ノート)の冒頭で論証の必要性を次のように述べている。

「すべての証明可能な知識学(レ・シェンツェ・デモンストティヴェ)において必要と見なされている約束ごとに、われわれもこの論文の中で従わざるを得ない。すなわち、まずこの研究に適した術語の定義を提出しておかねばならない。次に基本的なくつかの基礎原理(レ・プリメ・サポジティオーネ)が必要である。これらの定義と基礎原理から、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証明が、帰結として、発芽し、溢れ出てくるであろう。・・・」

この文章には、アルキメデスの「機械学」の論証形式を、アリストテレス論証学の立場から明確に認識しているガリレオの学問態度を、感じとることが出来る。(それは、ガリレオの論証復帰論を含む論証学の研究の結果であろう)

さて、現代から見てアルキメデスに自然法則としての「物理法則」があった、と解釈できるとしても、アルキメデスやガリレオは「自然法則」という言葉は使っていない。それらのアルキメデスやガリレオの機械学や運動学の言明(現代から見て「物理法則」)は、彼らが確実だと思える基礎原理から論証された定理(普遍的命題)という形をとる。(論証形式においては、ニュートンの「プリンキピア」もそうである。)

前にも述べた様に、アリストテレスの「自然学(フュシカ)」は、類や種の個物に普遍的に備わる性質の知識を探求している。例えば「4原質、火・水・土・空気は、地球の中心を始点とする直線上を運動する。」(いわゆる強制運動と区別される自然運動)は、自然法則とは言えないのであろうか? この言明は、「土や水が直線的に落下する」「火は風がなければ直線的に燃える(ロウソクの火)」などの観察から帰納推理されている。現代か

ら見て、この言明を自然法則と解釈すると、アリストテレスのこの自然法則は誤っており、後にニュートンが正しい運動法則を提出した、(つまり近代科学は優れている) という通俗的科学的図式になるが、アリストテレスは表面的に生成消滅する月下の世界のフュシス(自己原因)を、原因として設定・論証しているのであり、自然が法則的でありそれを実験で発見・検証する、という近代科学の認識論と同列に語ることは出来ない。

自然法則という術語を確定したデカルトの「世界論」では、「自然法則」はフランス語で、「loi de la nature」と表現されている。この loi(英語の law に対応)は、法や法律という意味をもつが、デカルトによればこの loi(法)は、神(キリスト教の創造主)が宇宙・自然(被造物として物質的機械)に定めた loi(法)という意味を持つ。英語の law も元々の原義は「置かれたもの」であり、「神によって置かれたもの」という意味では、法則という事になる。日本語の「法則」は、この英語の law の翻訳語であるが、一般的に日本人は「自然法則」の法則(law)と、いわゆる国会で制定する法律(law)を別な概念である、と考えていることが多い。その理由として、日本人は「創造主(神)がこの宇宙・自然を制作した」という、キリスト教的な観念がほとんどない、ことが理由であろう。つまり法律は人間が制定するものであり、自然法則は自然に備わっている(人間が制定したわけではない)法則である、という違いが反映されているのである。

実は古代ギリシアにおいても、「フュシカ(自然学)」におけるフュシスと対立する概念としてノモス(法、法律)というものがあつた。(プラトンに有名な対話編「ノモス」がある)ノモスはアテナイのようなポリス(民主政体)であれば、評議員会や民会によって決議される法律を意味した。一方、フュシスは人間が定めたものではない、それ自身で運動・変化する原因であるので、アリストテレスの探求した類や種のフュシスの内容が普遍的命題であつたとしても、それを法(ノモス)とは呼び得ないのである。

また歴史的にも、アリストテレスには「創造主(唯一神)がこの世界を設計・制作した」というキリスト教的な観念が全くないのである。確かに「形而上学(メタ・フュシカ)」において、恒星天を起動させる「第一の不動の動者」を神的として、「地上の事物はそのような神的な存在に恋こがれるように活動する」という記述があるが、「第一の不動の動者」は時間的には“常に”恒星天を運動させているのであり(永遠の回転運動)、月下の世界や天界を構成する質料も初めから永遠に存在しているのであり、それらをキリスト教の神のように自分で制作したわけではないのである。アルキメデスにおいても、平面板の重さ(重心)や浮体の浮力を、量としての幾何学的な関係(比例)として、それをフュシスとして考察しているのである。

しかしながら、アルキメデスとアリストテレスでは決定的な違いがある。アリストテ

レスは「理論学（テオリア）」において、「自然学（フュシカ）」と「数学（マテーマタ）」を学問的に区別しているが、マテーマタとしての数理天文学、ハルモニア論（数理音階論）、機械学（メカニケー）などは、いわゆる自然学的なマテーマタとして、アリストテレスによって、学問的にはやや曖昧な位置づけを与えられているのである。（中世では「中間的な学問」とも呼ばれた）なぜなら、それらの学問はフュシスをそれ自体（原因）としては考察せず、**線や量に置き換えられる事象のみを考察する**からである。例えば、マテーマタとしての天文学は、天界の質料や神的な「不動の動者」などの質料因や目的因を考察せず、**幾何学的な天球構造のみを抽象して考察する**という事から、アリストテレスが採用した原因から論証する地球中心の惑星天球論（もともとはエウドクソスの発案）の内容が、バビロニア以来の観測天文学の結果に合致しなくても、その観測結果に幾何学モデルを対応させようとして周転円や離心円などを利用するヒッパルコスからプトレマイオスに至るマテーマタとしての天文学は、自然学的な原因を否定せずに「**現象を救う幾何学的虚構**」という解釈を、後世から与えられるのである。（15世紀の太陽中心説を記述したコペルニクス「天球回転論」も、「現象を救う虚構」という解釈を関係者が提出したことにより、ローマ教皇庁から禁書処分を免れた）

このアリストテレスの「自然学（フュシカ）」とマテーマタの学問的性格の対立、あるいは「自然学（フュシカ）」の優位は、その起源をたどると、ピュタゴラス主義的でマテーマタを重視したプラトンと、プラトンのイデア論を批判しつつ理論学として「自然学（フュシカ）」を確立したアリストテレスとの対立まで遡ると考えられる。プラトンの対話編「テイマイオス」で表明されたように、この世界は永遠のイデアの世界をモデルに、デミウルゴス（制作する神、原義は大工）によって制作されており、イデアの世界の「似像」としてのこの世界の自然探求（例えば動物学研究）は、アカデメイアにおいてはイデアの世界に誘うマテーマタほど尊重されなかった。このプラトンにより主導されたイデア論やマテーマタ重視の学問状況を、根底から変革し「自然学（フュシカ）」を理論学として確立したのがアリストテレスであり、その方法論的契機になったのが「分析論前書」を前提とする「分析論後書」の論証的方法論なのである。

つまり、「分析論後書」では、アカデメイアにおける幾何学のストイケイア（キオスのヒポクラテスの「原論」）の定義・基礎原理からの論証体系を、確実な論証のモデルとして考慮しつつ、そのような確実性を幾何学のみならず「自然学（フュシカ）」の範囲まで拡張することが目的とされているのである。（和泉ちえ氏のテーゼ）そのために「分析論後書」では、前にも紹介したようないくつかの自然学の命題が、論証の見本として語られているのである。また「分析論後書」の後半では、論証的知識をもつことは原因を知ることである、として「自然学（フュシカ）」における4原因探求につながる、原因探求論が語られ

るのである。

従って、エウクレイデスやアルキメデスのマテマタ（自然学的マテマタを含む）の定義や基礎原理から論証を後世する方法は、「分析論後書」において論証学として詳細に検討されているとしても、もともとプラトンが「メノン」や「ポリテイア」で述べたように、伝統的にはプラトンの学園アカデメイアにおける「幾何学者の方法」に由来するのである。

（アカデメイアではプラトンとも旧知であるピュタゴラス派のアルキュタスの弟子である、エウドクソスやテアイテトスが研究をしていて、アリストテレスも若き日にエウドクソスに幾何学を学んでいる） 「分析論後書」において、アリストテレスが論証の形式的真理性を述べるときに幾何学の例を挙げるのは、そのような理由であると推定される。そしてアリストテレスは「分析論後書」において、幾何学の証明（推論形式）は3段論法の第1格に従うと、はっきりと述べている。（つまり論証形式という面では、マテマタと自然学は同値ということである） この事は、エウクレイデスやアルキメデスの「自然学的なマテマタ」が、形式上は「分析論後書」の論証学の構造をもつとしても、伝統的にはプラトンにおける「幾何学者の方法」に由来し、フュシスの4原因を探求するアリストテレス自身の「自然学（フュシカ）」とは、初めから学問態度（目的）が異質であると言える。

さて、以上から古代ギリシアにおいては、「自然学（フュシカ）」や「自然学的なマテマタ」に「自然法則」という言葉が使われていない理由がわかったが、ガリレオにおいてはどうか？ 前に述べたようにガリレオはアルキメデスの機械学の論文から、

#### 観察→法則化→基礎原理（分解）、基礎原理→法則の論証（合成）

という方法を、論証という立場においては、「論証復帰論」という観点から解釈していた、と推測される。

ガリレオの論証論の手記（MS 27）の論証復帰論に関するところ（大出晁「知識革命の系譜学」の付録に、ガリレオ MS 27 の論証復帰論の部分が、大出晁氏によって和訳されている。）において、ガリレオは意味的に3つの部分に分けて記述している。

- (1) アリストテレスを含むいろいろな学者の論証の種類、論証復帰の賛成・反対の学説
- (2) 「私は言う・・・」で始まるガリレオの意見（あるいはガリレオが賛成する意見）と思われるところ
- (3) 「あなたは言う・・・」で始まる（ガリレオの意見に対する）反対意見と、それを否定する「私は答える・・・」で始まる（ガリレオが賛成すると思われる意見）と思われるところ

そして「私は言う・・・」で、以下のように論証復帰論に賛意を表している所がある。

「私は言う；論証的復帰は論証における結果から原因へと、そして反対に、知識のより完全な発見へとなされる推理の進展である・・・」

「あなたはたずねる；いかなる知識においてこの循環（論証復帰）を我々が評価するのか？

私は答える；論証的進展はあらゆる知識の完成に有効である；しかし、自然学（*physica*）においてはもっともしばしば用いられる、自然学の原因は大部分われわれには知られていないからである・・・」

上の文章は、時期的にはガリレオがアルキメデスの静力学を、運動学に拡張しようと研究を始めた頃に書かれているのであり、上の文章の自然学における論証的進展とは、

**観察結果→原因、原因の考察→基礎原理→論証による定理（いわゆる物理法則）**

を表している、と思われる。

しかし、ここで大出晁氏が提唱したように「ガリレオが科学方法論として、論証復帰論に従っていた。」とは安易に言うことは出来ない。なぜなら論証復帰論は、ザヴァレラにおいてはアリストテレスの自然学の結果をより強固に論証するもの、としてしか考えられていないからである。（ザヴァレラはガリレオが望遠鏡を覗くことを勧めたのに対して、強くそれを拒んだ、というエピソードがある）論証復帰論はもともとのアリストテレスの「分析論後書」より、「事実の論証」が「根拠の論証」と論証として同等に扱われている、という特徴をもつとしても、基本的には3段論法（推論）を扱うアリストテレス的な論証学なのである。

ではガリレオにとって論証復帰論は、どのような意味をもつのか？ それに対してはガリレオがアルキメデスの「自然学的なマテーマタ」から研究を始めた、という事が大きく影響している。前にも述べたが、「自然学的なマテーマタ」は、すでに「分析論後書」が書かれる以前からプラトンが語る「幾何学者の方法」として存在していたのであるが、「分析論後書」により正当化の文脈においてもその真理性が保証された、と見ることが出来る。つまり、論証復帰論は「事実の論証」を認めるがゆえに、方法としての（アルキメデスの発見と論証）を論証という立場において正当化している、と解釈できるのである。（アルキメデス自身は、自分の方法をアリストテレスのように、論証学として正当化した著述をしたわけではない。その意味ではアルキメデスは「哲学者」ではない。ただしアルキメデスの「方法」という著作などに見られるように、アルキメデス自身はカヴァリエリの「不可分者（原子）」につながる原子的極限論を暗黙のうちに内包していた）しかし、上のような解釈はガリレオ独自のものであり「論証復帰論」そのものが実験の価値や仮説演繹法について記述しているわけではない。以上から次の様に結論する

（ガリレオの「論証復帰論」の解釈）

アルキメデスが発見や正当化の文脈についての哲学的論文を残していないので、ガリレオ自身が「論証復帰論」を、（アルキメデスの発見と論証）を正当化する論証理論として解釈した。

この解釈からガリレオが晩年に「自分は真のアリストテレス主義者である。」と言った意

味が了解出来る。(ガリレオ・パズルの解決) ここにおける真のアリストテレス主義とは、まさに「論集復帰論」から見た(アルキメデスの発見と論証)の論証学なのである。

ガリレオはアリストテレスさえ望遠鏡を覗けば、自分の意見に賛成してくれる、という確信をのべているが、それは「論証復帰論」が「事実の論証」から始まっているので、アリストテレスが正しい事実から出発したら、自分の意見に賛成するはずである、ということなのである。つまり、当時のアリストテレス追従者は、時代遅れになった古代の誤った事実から出発しているのに、それを認めないという意味で真のアリストテレス主義者ではない、という論理である。このガリレオの解釈が可能になってのは、アリストテレスの「分析論後書」の論証学が、「自然学(フュシカ)の確立をの目的としていたとしても、形式的にはマテマタにも適用可能(と言うより、もともと幾何学の論証体系を考慮してアリストテレスの論証学が作られた)だったという事実があるからである。

では、このガリレオに「自然法則」の概念はなかったのか? ここで興味深いのは「自然法則」の概念を確立したデカルトも、ガリレオと同様に旧約聖書外典「ソロモンの知恵」(外典というのはヘブライ語の原典をもたず、最初からギリシア語で書かれている聖典)の一節「あなた(創造主)は、この世界を量と数と重さにて定めたまえり」をよく引用していることである。さらにガリレオは「偽金鑑識官」で、「**神は2つの書物を書いた、それは聖書と自然である。**」という伝統的なキリスト教の神学観(この2つは「聖書」による啓示神学と理性による自然神学に対応している)を前提に、「**自然は幾何学の言葉で書かれている**」という自分の自然観を述べている。この自然観は、アルキメデスのような「自然学的なマテマタ」に非常によく適合する。時代はすでに古代ギリシアの「フュシスとノモス」の対立の時代を超えて、世界は創造主により(量と数と重さで)創造された、という自然観(自然はフュシスではなく、神の創造した Nature になった)の時代になり、山本義隆が「16世紀文化革命」で描いたように、16世紀の西ヨーロッパでは10進法のインド・アラビア数字の整数・分数(後にシモン・ステヴィンの少数)によって、あらゆる技術に数値的な「計測」が導入された時代であった。

このガリレオの自然観によれば、最晩年の「新科学論議」で証明された、物体の「落下の法則」は「自然法則」ではないのか? ガリレオはこの「落下の法則」を定理として、この定理を導く基礎原理を公理と呼んでいる。ニュートンの「プリンキピア」の最初の3つの運動法則も「公理または運動の法則(LEX)」であって、ガリレオと同様に「公理」でもあるのである。アルキメデスの「機械学」においては、最初の基礎原理はアルキメデスが非常に確実であろうという信念のもとに、論証の土台として置かれるのであるが、万人が必ず認めるであろう公理という言葉は使われてなかった。(つまりサボ一的に解釈すれば、自分の説に対して他の説が唱えられるかもしれない、という弁証法的な対話が前提

として考えられているのかもしれない) ガリレオやニュートンにおける基礎原理としての公理は、「創造主が自然を合理的に幾何学的に創造した (はずだ)」という前提となる信念のもとに、自分はその (創造主が創造した) 自然の法則を「実験」や「計測」を通じて正しく「発見した」という、という観念があると思われる。

つまり実質的には「自然法則」とも言える内容なのであるが、デカルトのようにそれを「法則 (l o i)」というためには、誰によって定められた「法 (l o i)」なのか、ということを確認する必要があるのである。ガリレオ自身は「自然は幾何学の言葉で書かれている」と述べているので、「自然は法則的であり、計測可能である。」という事を個人的な信念としては持っているのであるが、デカルトのように「神が (機械的モデルとして)、自然に法 (l o i) を定めた。」と言い切ることは形而上学的な問題なのである。(デカルトは神の問題を、「我思う、ゆえに我あり」から考察している) ここにデカルトがガリレオの「天文対話」を読んだ感想として、「ガリレオは確実な土台を築いていない」と言った理由の形而上学的側面がある。

デカルトのように神を自然の法則 (法 l o i, l a w, L e x) の原因として確定することにより、正当化の文脈において推論 (3段論法) を重視しなくても、「自然法則」は最初からあるのだから、それを観察・実験で発見すればよい、という (実験の論理構造) が成立してゆくのである。(実際には16世紀からの「計測の精神」が、多くの人々に「自然は法則的であり計測可能」という信念を芽生えさせてきたのである) ガリレオは、前に述べたように正当化の文脈で、アリストテレス論証学に由来する「論証復帰論」を採用しているので、公理 (実質的には自然法則) から「落下法則」が論証できれば、それに満足しているのである。(ガリレオはデカルトのような形而上学者ではない、ということ)

では、なぜニュートンは「プリンキピア」の最初の3つの公理を「運動の法則 (LEX)」とも言ったのか? 論証形式としては、アルキメデスもガリレオもニュートンも基本的には、正しい基礎原理から (自然法則を) 演繹的に論証する、という構造は同じである。つまり「運動の法則」という言い方は、ニュートンの自然観を表明している、とすることが出来る。アリストテレスでは、月下の世界 (生成消滅する) と天界 (永遠の神的世界) は区別されていたが、実はこの宇宙は地球も含めて3つの運動の規則に支配されている、という意味では (神が定めた) 「法 (LEX)」と言う方が確かにふさわしい。この「自然法則」という言い方は18世紀になると、モンテスキューの「法の精神」でも当然のように使われている。モンテスキューは「法の精神」の第1篇「法一般について」の冒頭で以下のように述べている。

「われわれの見るごとく、世界は物質の運動により形成され、知性をもたぬにもかかわらず、

つねに存在しつづけているのだから、その運動は不変の法則（法）をもっているはずである。そして、もしこの世界以外の他の世界を想像できるとしても、その世界も恒常的な法則（法）をもっているだろう。さもなければそれは破壊されてしまうだろう。・・・」

ここで、運動の法則が取り上げられているのは、まさにそれが（ニュートンが規定したように）運動の法（LEX）だからである。

ニュートンの「法則」という言い方は、実はニュートンだけでなくロバート・フックなどの、当時のロンドン「王立協会」（観測と実験を主体とする科学アカデミー）の主要なメンバーが使っていた。もともとは、デカルトが「哲学原理」の第2部「物質的事物の原理」で述べた、（神を原因とする）運動の法則から導かれる衝突の法則の一部に、現実の事象とは異なる間違いを見つけたホイヘンスの研究が、ロバート・フックらに知られることとなり、フックらが実験を重ねて正しい「衝突の法則」を示し、「法則」という言葉が使われるようになったのである。

しかし、ニュートンはデカルトの微粒子による渦動宇宙を、デカルトの想像力による「仮説」（つまり自然から正しく帰納されていない）として嫌悪しており（アルキメデスやガリレオやニュートンの基礎原理からの論証形式そのものには「仮説」という意味はない）、デカルトの「精神指導の規則」に対抗する指針（科学哲学）として、「哲学における推論の規則」を提出しているのである。「我思う、ゆえに我有り」という主観による判断から出発するデカルトにおいて、「精神指導の規則」は確かに3段論法によらない普遍数学（数と量の一元化、実数による数理科学）の構想が語られているが、理性による認識論において「明晰判明性」なる真理の基準を持ち出すところに問題がある。なぜならデカルトにとっての「明晰判明性」とは、結局デカルト自身の「主観」が判断する「明晰判明性」に他ならないからである。ここにデカルトが明晰判明と考えた「微粒子による渦動説」が、ニュートンにとってはデカルトの想像力によって得られた誤った「仮説」に過ぎない、ということの理由がある。

つまり確かにデカルトは機械的宇宙の「自然の法則」という概念を提出したが、その法則の導出が十分に「計測」で検証されずに、「明晰判明性」という「主観」の基準によって、ニュートンからすれば正しく帰納による“実験哲学”を実行せずに、確立されている、ということなのである。このニュートンの“実験哲学”は、思想的にはフランシス・ベーコンの「知は力なり」（自然が征服されるべき人間知性の対象となる）と「帰納法」（自然の新しい知識は帰納により得られる）以来の伝統をもち、山本義隆が「16世紀文化革命」で述べた「計測の精神」により高級職人・技術者・知識人の中に現実的知識として涵養され、デカルトの形而上学的な法則観を反面教師として、形成されたと言えよう。



(参考文献)

- 「世界の名著 ギリシアの科学」(アルキメデス含む)、中央公論社、1972
- 「世界の名著 デカルト」野田又夫(解説・訳)、中央公論社、1972
- 「世界の名著 ガリレオ」豊田利行(解説・訳)、中央公論社、1972
- 「世界の名著 モンテスキュー」井上幸治(解説・訳)中央公論社、1972
- 「ギリシア数学の始原」アルパッド・サボー、村田全、他(訳)、玉川大学出版部、1978
- 「16世紀文化革命1～2」山本義隆、みすず書房、2007
- 「世界の見方の転換1～3」山本義隆、みすず書房、2014
- 「Galileo's Logical Treatises」W.A.Wallace(ガリレオ「論証論」の英訳と解説)、1992
- 「科学哲学入門」内井惣七、世界思想社、1995