

科学の工学化の転換点としてのフリース学派 ——E.F.アーペルトにおける 19 世紀ドイツ自然科学の転回——

太田 匡洋

はじめに

本稿の目的は、19 世紀ドイツ哲学、とりわけフリース学派における自然科学の言説のうちに認められるべき、自然科学の工学化への志向を明らかにすることである。

今日における自然科学の探究の特徴を語るうえで、「工学」の観点を外すことはできない。自然科学を筆頭に、教育から金融に至るまで、工学がさまざまな分野を支配している。実際、自然科学の内部を見ても、17 世紀の自然科学的探究と比較すると、純粹自然科学に対してすら、工学的な発想が一定程度浸透しているのを見て取るのが可能であろう。

かつて自然科学の花形であり日本の自然科学の模範でもあったドイツの事情を勘案するならば、この潮流のドイツにおける出発点となったのが、19 世紀であると考えられる。具体的には、工学の隆盛に伴う科学の活発化と、それに伴う科学的探究の工学化の波が押し寄せたと考えることが可能であろう。

では、工学の名の下で、何が理解されるべきであろうか。この知見を与えてくれるのが、「工学の哲学」という分野である。工学の哲学という分野は、工学という営為の哲学的な自己反省であり、「工学」の名の下で何が理解されるべきかについて、概念化とその整理を行う学問分野を形成している。

さて、「工学の哲学」は 21 世紀になってから勃興した分野であるが、このような自然科学の工学化に対する哲学による反省は、19 世紀の自然哲学においても存在した。すなわち、19 世紀における哲学と科学の協働の現場で、科学の工学化の現状が、その哲学的自己反省において証言されていたのである。そのような証言の具体的な所在地が、一度は強い影響力を分野横断的に振るいつつも、今日では忘却されている、フリース学派という学派である。

そこで本稿では、フリース学派、とりわけその創始者であるアーペルトに認められるべき、自然科学の工学化に関する言説を明らかにする。それによって、工学の哲学の成果を参照しつつ、19 世紀における自然科学の工学化の実情を指摘すると同時に、この作業によって、哲学史の観点から工学の哲学の内実を充溢させる準備を行う¹。

¹ 本稿の着想は、五十嵐[2023]に多くを負っている。

1.1. 19 世紀における哲学と自然科学の距離

まずは歴史的な問いから始めよう。19 世紀における哲学と自然科学は、いかなる関係にあったのであろうか。

19 世紀は一般に哲学と自然科学の乖離が強調される時代である。いわゆるドイツ観念論の自然哲学、特にシェリングやヘーゲルの自然哲学の思弁的かつ同時代の科学的営為との非接触な側面が強調される傾向にある²。このような、他の諸科学からの哲学の孤立という哲学像は、現代の哲学者像にも影を落としている。

しかし、19 世紀にも自然科学と積極的協働を果たしていた哲学の一大学派が存在した。それが、「フリース学派」における、自然科学者と哲学潮流の協働である。

最初のフリース学派の成立は、エルンスト・フリードリヒ・アーペルト (Ernst Friedrich Apelt, 1812—1859) によって担われている。アーペルトが、初発のフリース学派の論文集である「フリース学派論集 (*Abhandlungen der Fries'schen Schule*)」を刊行した 1847 年が、フリース学派成立の時点であると見なされている³。学派が消滅した時期については、「フリース学派論集」の発行を重視して、1849 年までの期間を活動期間と捉える見方が一般的であり⁴、アーペルトの活動が中心となっている点に、最初のフリース学派の特徴が認められる⁵。

この時期のフリースの影響力は、おもに自然科学の文脈において顕著に認められるとされており⁶、それを牽引したのが、上記の論集の発行であった。「フリース学派論集」第一巻の冒頭では、「本誌の編集者達が集まったのは、一連の諸論文を世に出すためであり、これらの論文はすべて、著者の個性や論考の等級がいかに異なっているにせよ、同じ精神のもとに執筆されたものである。その精神とは、カントによって打ち立てられてフリースによってさらに修養された、批判主義の学派 (*kritische Schule*) の精神である⁷」と述べられて、カントからフリースに至る流れを「批判主義」というキーワードで特徴づけて旗印とされているほか、フィヒテ、ヘーゲル、シェリングに代表される同時代の「自然哲学」が同時代の自然科学から乖離していることへの懸念

² もっとも、ヘーゲルに関していえば、ヘーゲル自身は同時代としては卓越した自然科学の知識を持っていたと言われる。イリス [2024], 48 頁。

³ この年代特定については、Herrmann [2000], S.20 にしたがう。

⁴ Vgl. Herrmann [2000], S.20.

⁵ Herrmann [2000] は、この「フリース学派」を構成していた人物として、Oskar Schlömilch, C. Grapengießer, Matthias Jacob Schleiden, Ernst Sigismund Mirbt, Eduard Oscar Schmidt などの名前を挙げている。Vgl. Herrmann [2000], S.206.

⁶ Herrmann [2000], S.207.

⁷ Apelt [1847], S. 3.

が表明されて⁸、「自然科学に対する哲学の位置⁹」が、本誌の問題意識として挙げられている。このような立ち位置のもとで、同時代の自然科学への強い関心とともに、「フリース学派論集」の刊行が始められることになる¹⁰。

以上を踏まえた上で、本稿ではフリース学派に光を当てることで、哲学と自然科学の協働に際する哲学側の言説の典型事例として、フリース学派を取り上げる¹¹。

1.2. 19 世紀における自然科学の変容

以上では、フリース学派に認められるべき、19 世紀における哲学と自然科学の協働について確認した。他方で、19 世紀においては、自然科学の側にも一定の変化が認められる。同じくドイツを例に挙げるならば、19 世紀以降のドイツにおける自然科学のもう一つの特徴として、自然科学の工学化を指摘することができると思われる。

英国の産業革命が、単純な技術革新に定位して発展したのに対して、19 世紀のドイツでは、産業革命と同時に、化学や生物学を中心とした自然科学の躍進および、工科大学（Technische Hochschule）の設立とそこでの研究の推進による、自然科学と工学の融合が進展した。このようにして、19 世紀から 20 世紀においては、自然科学と工学的営為の融和、ひいては自然科学の方法論の工学化の進展を、推定することが可能である。具体的には、自然一般における真理の発見を旨とする営為であった自然科学の枠組みから、現象としての自然の制御という工学的な営みへの、自然科学の枠組みの転換が、同時代の科学的状況から推定されうるのである。このように、「科学・工学技術・産業」の一連の発展のなかで¹²、ドイツの自然科学は、工学の発展と一体的にその隆盛をみることとなる。

1.3. 工学化とはいかなる現象か

以上では、19 世紀以降の自然科学の発展が、工学の隆盛と軌を一にして進展してい

⁸ Apelt[1847], S. 4f.

⁹ Apelt[1847], S. 6.

¹⁰ とはいえ、はたしてフリース学派は、本当に一大学派と呼べるのか、と問う向きもあるかもしれない。この問題に対しては、フィッシャーが講演「イエーナにおける二つのカント学派」の中で、今日でいうドイツ観念論とならんで、フリース学派のことを学派として指示している事実を証拠として上げることが出来る。フィッシャーは 1862 年の講演「イエーナにおける二つのカント学派」において、イエーナにおけるカント受容の系譜を、①ラインホルト・フィヒテ・シェリング・ヘーゲルの系譜、②フリースに至る系譜、という二つの系譜へと区分したうえで、フリースの哲学を批判している。

¹¹ 特に今回ポイントとなるのは、レオナルト・ネルゾンやルドルフ・オットーの存在で知られる新フリース学派ではなく、着目されることの少ない「フリース学派」のほうである

¹² 高橋[1996], p. 173.

ることを確認した。それでは、工学という営為一般、ひいては工学化という事態には、いかなる特徴が認められるのであろうか。工学に関する包括的な定義は依然として困難を極めるが、本稿では「工学の哲学」と呼ばれる新分野に取材することで、工学という営為の特徴をまとめる。工学の哲学は、20 世紀に入ってから勃興した分野であり、多彩な研究資料が存在するが、本稿が特に着目するのは、工学の中でも比較的純粋科学に近い「基礎工学(engineering science)¹³」の営みを総論的に通覧した、Hansson[2021]、Boon[2021]、そして向坊[1968]である。これらの研究に取材することによって、本稿では、工学化の特徴のなかでも、①志向対象、②操作内容、③参照点、④目的、の4点の観点に着目し、以下の4つの点へと工学化の特徴をまとめる。

① 志向対象：現象知への着目

② 操作内容：創造・制御・管理の志向、とりわけ制御の志向

③ 参照点：自然科学との接続

④ 目的：人間社会との関わり・有用性

以上の4点のうち、①②を〈現象知の制御テーゼ〉、③④を〈応用性テーゼ〉と総称することにする。

1.3.1. 現象知の制御テーゼ

1.3.1.1. ①志向対象：現象知への着目

工学の第一の特徴として、現象に対する分析・操作に際して、現象そのものではなく、現象に関する知識、すなわち現象知に定位して分析・操作を行おうとする傾向を指摘することができる。従来の純粋な自然科学が、人間の操作から独立に成立してい

¹³ 「基礎工学」について、向坊[1968]は次のように指摘する。「[工学部の]学部組織の再編成の問題は直ちに、工学の課程内容の再編成につながる。この問題の中心をなす考え方に、アメリカで10年くらい前から検討されている Engineering Sciences がある。これは、工学に進むものに共通に必要な基礎学問を体系づけることが可能で、工学部の学生は全員少なくともこれを身につけた上で、専門に分化すべきだという考え方に立脚するのである」(向坊[1968], 13頁)。

また、Hansson[2021]は、基礎工学の特徴について、次のようにまとめている。「まとめると、基礎工学は自然科学から区別されるいくつかの重要な形而上学的かつ認識論的な特徴を有している。1・基礎工学は、実践的専門職、すなわち工学のニーズに奉仕する。1・基礎工学の究極の対象は、自然対象よりもむしろ人間の作った対象の研究である。1・基礎工学の研究対象は、物理的特徴と機能的特徴の複合的結合とのかかわりで理解されなければならない。1・基礎工学の認識論は、自然科学には基づかない、総合された行為指導的な知識の多様な形式を具体化する1・基礎工学は、自然科学よりも低いレベルの抽象に基づいてなされる。そして、これらの自然科学でなされる多くの理想化からは距離をとっている」(Hansson[2021], 76頁)。

本稿で扱えるのは、これらの特徴のなかでも、ごく一部だけである。

る自然現象を扱おうと志向しているのに対して、工学の営みは、人間の操作や観察に依存する限りでの対象を、分析・操作しようとする。この点については、Boon[2021]で次のように指摘されている。

ジールらによって強調された、実在世界とその世界の知識のあいだの区別にも似て、現象と現象の知のあいだには概念的な区別が必要である。現象の知という術語は、異なる種類の認識的人工物をカバーしている。たとえば、現象の記述、現象の概念（弾性、伝導性、音波、補綴、エネルギー、モーター、アンプ [...]）、現象の説明 [...], 現象（のアспект）の測定 [...], そして現象の科学モデル [...] である。（Boon[2021], p. 82）

1.3.1.2. ②操作内容：現象の制御の志向

工学の第二の特徴が、現象に関わるに際して、その現象の創造・制御・管理を志向することである。従来の自然科学が、おもに自然現象の解明、ひいては新たな科学理論の発見をその旨としているのに対して、工学は、人間の操作から独立に存在する自然現象の解明を行うよりも、その自然現象を人間にとって操作可能な状態のもとに置くこと、すなわち現象の創造・制御・管理を志向する。この点についても、Boon[2021]は、次のように指摘している。

それゆえ、基礎工学においては、現象の探究と技術機器の発展の認識的狙いは、科学理論を発見したり試験したりすることを第一とするものではない。むしろ、物理技術的な状況によって、機能的に重要な現象がいかにして作り出され、生み出され、改善され、制御され、処理され、阻害や促進をされるかについての知識を得ることである。（Boon[2021], p.83）

以上の2点は、工学という営みのポイントが、現象知に関する自然の創造・制御・管理¹⁴に存することを表している。本稿では基礎工学に着目する観点から、自然科学との親和性を重視して、とりわけ「制御（control）」という点に着目する。この二つを総称して、〈現象知の制御テーゼ〉と呼ぶことにしよう。

1.3.2. 応用性テーゼ

以上では、自然現象との関わりにおける、工学の特徴を見てきた。しかし、自然現象の扱いは、これだけではない。工学のもう一つの特徴は、自然現象というよりも、

¹⁴ この「管理」という点については、Boon[2021]では直接述べられていないが、Young[2021]では工学の主題的な役割として論じられている。

むしろ人間との関わりの方に存する。

この点については、日本における数少ない基礎工学の総論的文献の一つである、向坊[1968]のうちに、その端的な説明が見いだされる。向坊[1968]における工学の説明は、以下のようなものである。

これに対し、工学とは自然科学的な方法をもって自然と人間社会とを結びつける学問であって、その目標が長期的である場合には、理学に近い基礎的なものとなるが、目標が短期的な場合には直接実用につながる。何れにしても結局はその成果を人間社会に役立たせることを目標とする。(向坊[1968], 23 頁)

以上の定義から、次の二つの特徴を取り出すことが可能である。

1.3.2.1. ③参照点：自然科学との接続

一つ目が、自然科学的な方法を用いるという点である。すなわち、自然科学の方法論を参照し、それとの接続を行うという点が、工学の特徴として挙げられる。この点は、自然科学との近さを表すものだと言えることができるであろう。ただし、あくまでも自然科学の方法を「用いる」「参照する」という点で、純粋な自然科学とは異なる態度を示すものともなっている。

1.3.2.2. ④目的：人間社会との関わり・有用性

第二の特徴が、自然と人間社会とを結びつけるという点である。これは、純粋な科学には必ずしも認められない点となっている。工学という分野は社会のニーズや要請と関わっており、その意味において、陰に陽に、社会的なパースペクティブが関わってくることになる。次いで、実用につながるという点が、工学の特徴として挙げられる。純粋科学は、有用性とは必ずしも関係なく、たんに知識を拡張することを目的として行われるというのが建前であるが、工学は実用性を目指す、すなわち役に立つこと、なんらかの目的を志向するところに特徴がある。

以上の2点は、工学という営みのポイントが、人間社会との関わりや有用性、つまり人間社会における応用可能性のうちに存することを表している。この二つを総称して、〈応用性テーゼ〉と呼ぶことにしよう。

以上において確認した工学の特徴を定式化すると、以下のようなになるであろう。

工学とは、現象に関する我々の認識に定位することによって、対象の創造・制御・管理を志向する学問分野であり（本稿ではとりわけ制御に着目する）、そのための方法として、自然科学的な方法をもちいることによって、自然と人間社会を結びつける学問である。

1.3.3. フリース学派における自然科学の工学化

以上では、工学化の特徴を、①現象知への着目、②制御の志向（現象知の制御テーゼ）、③自然科学との接続、④人間社会との関わり・有用性（応用性テーゼ）という四つの観点から見てきた。次節以降は、フリース学派、とりわけアーペルトの自然科学言説を参照することによって、その言説のうちに、上記の工学化の諸特徴が認められることを明らかにする¹⁵。

フリース学派、とりわけアーペルトの取り組みの大きな特徴は、「帰納（Induktion）」という方法論を重視することである。これによって、自然科学の営為に関して工学モデルを導入しようとする野心の現れとして、フリース学派の自然科学言説は位置付けることが可能である。

それでは、科学的探究において帰納という方法論を重視することは、アーペルトにおいてはいかなる意味を持ちうるのであろうか。以下では、『帰納の理論（*Theorie der Induction*）』における帰納概念の分析および、それにまつわる自然科学の方法論の言説を参照することによって、アーペルトの科学方法論のうちに見出されるべき工学化の要素を明らかにする。

2. アーペルトおよびフリース学派における工学モデル化

本題に入るに先立ち、まずはアーペルトにおける帰納の位置付けについて見ておこう。

同書においてアーペルトは、「哲学と自然科学」、さらには「ドイツ哲学とイギリス哲学」のあいだの関係へと視線を向ける。そして、両者が交わる領域を帰納のうちに見定めたうえで、この帰納の捉え方に関して、ドイツ哲学とイギリス哲学の双方において様々な誤解がなされていると主張する。この観点からアーペルトは、フリース哲学の立場に立つことによって、帰納という概念を位置づけなおそうと試みる¹⁶。この

¹⁵ ただし、「工学（*Ingenieurwesen*）」という概念に関しては、アーペルトやフリース学派が自覚的に用いているわけではなく、アーペルトらの学問分類の中に「工学」が位置づけられているわけでもない。「工学」という学問分野の成熟については、さらに時代が下るのを待たなければならないと思われる。

¹⁶ Apelt[1854], S. V.

ようにアーペルトは、フリースの哲学を自然科学と架橋するという問題意識に立脚するとともに、自然科学の主要な方法論を帰納のうちに見定めることによって、フリースの哲学の立場から、帰納という概念を位置づけなおそうとする。

これと同時にアーペルトは、「帰納」と「抽象 (Abstraktion)」の区別という論点をフリースから引き継ぐことで、カント以前の経験主義の立場からの差別化を図っている。アーペルトが範とするフリースは、「通常の経験の立場¹⁷⁾」および「背進的方法¹⁸⁾」を採用することで、哲学の方法に関して、通常の経験の役割を強調していた。しかし、他方でフリースは、「哲学的な思弁の本質は、たいていは誤解されてきた。[...]」というのも思弁は、帰納と混同されているからである¹⁹⁾と指摘して、哲学の方法論を、もっぱら「思弁」、ひいてはその具体的内容である抽象のうちに見定める²⁰⁾。

さて、哲学の方法論へと抽象が割り振られることは、他方で自然科学の方法論に、帰納が割り振られることを意味する²¹⁾。このようにして、自然科学の探究は、もっぱら帰納にその認識源泉をおくべきであると指摘される。以下で確認するように、自然科学が帰納という方法論を採用することは、自然科学に認められるべき一定の性格を示すことになる。

2.1.現象の制御テーゼ

2.1.1. 自然科学の理論的言説に認められる工学化の姿勢

2.1.1.1. 現象知への着目

2.1.1.1.1. 「なぜ」と「なに」の区別

帰納という論点が有している重要なポイントの一つが、現象そのものと現象知の区別に対応するものであり、アーペルトの定式化にしたがうならば、「なぜ (διότι)」と「なに (ὅτι)」の区別である。自然科学の主要な方法である帰納は、「背進的推論」に分類される。「背進的推論」とは、「特殊なものから一般的なものへと推論する」という推論の過程であり、以下のように説明されている。

¹⁷⁾ RFS, S.260, Vgl. SM, S.91.

¹⁸⁾ RFS, S.258, SM, S.95f.

¹⁹⁾ NKV, I, S.326.

²⁰⁾ 『帰納の理論』では次のように述べられている。「抽象は帰納と同じく、背進的な思考過程 (Gedankengang) である、つまり特殊なものから一般的なものへの遡行である。しかし、特殊なものから一般的なものへの遡及の仕方は、前者の方法と後者の方法とは、まったく異なっている。帰納は証明によって、抽象は分解 (Zergliederung) によって、遡ってゆくのである」(Apelt[1854], S. 56)。このアーペルトの記述は、フリースによる両者の区別と一致するものである。

²¹⁾ Apelt[1854], S. 56.

体系とは諸原理からなる認識である、すなわち一般的なものを通じた特殊なもの
の十全な規定であるため、諸体系の諸形式は、一般的なものから特殊なものへと
向かう、前進的推論と証明によってのみ打ち立てられる。これに対して、特殊な
ものから一般的なものへと推論する背進的推論は、ある認識をその諸原理へと還
元するために、差し当たり役立つにすぎない。前進的推論は実在の根拠から諸命
題を導出し、諸法則から諸事例を導出する。これに対して背進的証明は、事物そ
のものの根拠を名指しすることなく、認識根拠から推論を行う。(Apelt[1854], S.
65)

以上のような観点のもと、背進的方法は、前進的方法と対置されることで、その特
殊な性格を際立たせられる。その際の着眼点として取り上げられるのが、「なぜ(διότι)」
と「なに(ὅτι)」という、自然科学における二つの種類の問いの対立である。アーペ
ルトによれば、なぜ(διότι)の思考の歩みは、何かについての存在の根拠を与えるの
に対して、なに(ὅτι)の思考の歩みは、たんに何かに関する知識の根拠を与えるだけ
であるとされる。

前者の前進的推論においては、アリストテレスが表現したように、なぜ(διότι)
の思考の歩みがあり、後者の背進的推論においては、代わりになに(ὅτι)の思考
の歩みがある。前者は、何かがなぜそうなっているのかを証明し、後者は、何か
がそうあることを証明する。前者は、何かについての存在の根拠を与え、後者は
たんに何かに関する知識の根拠を与えるだけである。(Apelt[1854], S. 66)

以上のような観点から、アーペルトは「なに(ὅτι)」の思考の歩み、すなわち何か
に関する知識の根拠を与える思考の歩みの方が、自然科学においては重視されるべき
であると宣言する²²。

2.1.1.1.2. 対象の数学的構成

²² 工学的営為における「現象知への着目」のもう一つの側面として、「人工的に析出され
た対象に関わる」というバシュラールの「現象工学」の発想にも通底する着眼点がある。
この論点も「帰納」と関係づけられており、アーペルトは次のように述べる。

帰納は小前提において完全に新たな徴表を、大前提が全体の部分として数えあげる諸対
象に対して付け加える。この新たな徴表は、経験的な徴表であるか、数学的な徴表である
かのいずれかであり、さらには直観において白日の下にさらされているか、隠されて存し
ているかのいずれかである。前者の場合は我々の直接的な知覚のもとに現れ、後者の場合
は直接的な知覚から剥奪されて、ただ間接的に、人工的な補助によってのみ、直観の対象
になることができる。そのようなケースにおいては、観察の人工技法、実験が必要になる
[...](Apelt[1854], S. 29)

それでは、上記のように、何かに関する知識の根拠を与える思考の歩みを重視する自然科学は、本性の解明され得ない対象に対して、どのように立ち向かうのであろうか。その際に自然科学が切り札とするのが、数学的な構成である。

ここでアーペルトが例として挙げるのが、自然における形態の生成を取り扱う形態学（Morphologie）である。アーペルトは、本性の解明されえない対象の解明の典型事例を、形態学のうちに見出したうえで、その課題を、その根拠となるべき自然衝動の数学的構成のうちに見て取る。

数学的自然哲学の形態学的な課題は、主たる種類の自然衝動を数学的に構成することである。（Apelt[1854], S. 109）

従来、自然現象に関する形態学においては、「自然衝動」という概念が説明原理として要請されてきた。しかし、この概念は、説明原理として用いられる反面、その内実の特定、すなわち自然衝動というものがどのような内容を持つ力なのかという問題の探究には、困難をともなってきた。ここでアーペルトは、そのような自然衝動の内実に踏み込むことなく、必然的な諸真理に属する「数学」という分析の枠組みを用いることで、その振る舞いを数学的に構成することのうちに、自然科学の役割を認める。

この点において、アーペルトの立場は、①現象知への着目という工学的営為の特徴を表明したものとなっている。

2.1.1.2. 制御の志向

アーペルトの立場の第二の特徴として、現象の本性を度外視して、現象の制御を志向する傾向を指摘することが出来る。ここでまず重要となるのが、自然本性の度外視である。従来の学問は、その究極目的として、自然の本性を明らかにすることを掲げてきたといえる。これに対してアーペルトは、自然科学に関する限り、そのような自然本性への問いはペンディングしたうえで、諸力をはじめとした諸現象の働き[・]_・[・]のあり方が探究されなければならないと指摘する。

自然科学の中には、諸力そのものの本性を発見したり構成したりできなくとも、諸力が相互作用のもとにある形式を認識するのに成功する領域が存在する。（Apelt[1854], S. 85）

以上のように、アーペルトは力を例として挙げることで、「諸力そのものの本性を発

見したり構成したりする」ことを必要とせずとも、力の発現形式を認識することが可能な分野が存在すると指摘する。このように、本性の発見・構成という、従来の学問が従事してきた営為を度外視した上で、その働きのあり方を認識しようとするアーペルトの姿勢は、制御を志向する工学的営為と親和的であるといえる²³。

以上のように、自然本性の解明を度外視し、それらの運動を数学的に構成することを旨とするアーペルトの立場は、②現象の制御の志向という工学的営為の特徴を表現したものとなっているといえるであろう。

2.1.2. 哲学史記述に見られる工学化の姿勢

以上ではアーペルトの科学方法論の理論に認められる工学化の姿勢を指摘した。しかし、自然科学の工学化の姿勢がより鮮明に打ち出されているのは、科学方法論に関する言説それ自体よりも、むしろ同書で「帰納」概念をめぐる行われるアーペルトの哲学史記述のほうである。

同書の後半では「帰納の歴史」という節において、アーペルトの帰納の概念の観点から、過去の哲学史が整理されて再評価される。ここでアーペルトが同箇所で行う哲学史記述は、哲学史というコンテクストに根差した帰納概念の射程の検討であり、その内容はもっぱら各哲学者の科学方法論の検討となっている。その際にアーペルトが行う哲学史上の功績の解釈と評価のうちに、真理の発見を旨とする従来の自然科学とは異なる要素、より具体的には「自然科学の工学化」として特徴付けられうる要素が顕在している。以下では、アーペルトの哲学史記述を検討することによって、アーペルトが前提とする科学方法論における工学化の要素を明らかにする。

²³ 上記の点にならんでアーペルトは、自然科学の役割が、必然的な真理の探究だけに従事するものではないと指摘する。従来の自然科学は、自然界を支配する必然的な原理を明らかにすることを、その目的の一つとしていた。それに対してアーペルトの立場によれば、自然科学の探究は、まだその根拠が解明されていないような偶然的な諸真理を、いかにして必然的な諸真理へと結びつけて、統制を行うかにかかっている。

帰納によってはいかなる原則も推論することはできず、たんにある理論的科学の定理が推論されるのみである。帰納は必然的な諸真理への道ではなく、必然的な諸真理と偶然的な諸真理の結合への道である。帰納は、可能的なものと必然的なものを、現実的なものによってほどきがたく結びつける結束なのである。(Apelt[1854], S. 56)

以上のように、必然的真理そのものの発見にしか価値を認めない旧来的な学問観とは異なり、必然的真理によって偶然的真理を統制することが、「帰納」という方法論の狙いとして設定される。その接合点となるのが、「現実的なもの」すなわち現実のデータなのであり、現実のデータに立脚して偶然的真理を制御することに、帰納のポイントが存している。このようなアーペルトの立場もまた、現象の必然的な本性の解明ではなく、その制御を志向する立場を表すものであるといえるであろう。

2.1.2.1. 現象知への着目

2.1.2.1.1. 「なぜ」と「なに」の区別のガリレオとケプラーにおける具体化

まずは、前節冒頭で確認した「なぜ」と「なに」の区別が、哲学史においてどのように語られているかを確認しよう。この区別は、ガリレオとケプラーの対立関係として語られることになる。アーペルトはガリレオに対して、通俗的なイメージに反してやや批判的な評価を行う。

運動学と機械学の創始者であるガリレイは、通常では帰納的諸科学ないし経験諸科学の発明者と呼ばれている。しかしここで、帰納の道に基づいてこれら諸科学が成立する拠り所を、これらの諸学問が抽象と証明によって得たものから区別しなければならない。ガリレイは、すでに上で述べたように、後者の道を行っただのである。(Apelt[1854], S. 141)

以上のように、ガリレオの行った営為は、実際には帰納に基づくものではなく、むしろ抽象に基づいていることが指摘される。したがって、ガリレオを帰納の発明者と見なして、そこに帰納の典型事例を見て取ろうとすることは、端的にミスリーディングであるということになる。

他方でアーペルトは、帰納という点に関しては、ケプラーを高く評価する。アーペルトはケプラーについて次のように述べる。

自然探究の帰納的方法の真の発見者は、ケプラーである。より細かに探究するならば、自然という書物が読まれる文字を判読するケプラーのわざは、本質的にガリレイのものと距離がある。ケプラーもガリレイもともに経験に基づいているが、ガリレイは経験を分析し、ケプラーは経験から推論をする。ガリレイは、なぜ(διότι)の思考の歩みを行き、ケプラーはなに(ὅτι)の思考の歩みを行くのである。(Apelt[1854], S. 142)

以上に見られるように、「なぜ(διότι)」の思考の歩みと「なに(ὅτι)」の思考の歩みが、ガリレオとケプラーに割り振られる。そして、帰納的方法という点に関しては、「なに(ὅτι)」の思考の歩み、すなわち何かに関する知識の根拠を与える思考の歩みに関わる分析的営為を行ったとされる、ケプラーに軍配があがる。このようにアーペルトは、現象の本性の解明ではなく、あくまでも現象知の次元で探究を行っている点で、ケプラーによる探究を、帰納の典型事例として位置づけて、高く評価するのであ

る²⁴。

2.1.2.1.2. ヒュームによる対象の本質の解体

上記のような現象知に対する従事という点は、アーペルトによるヒュームの評価とも関わってくる。ヒュームの哲学史上の功績について、アーペルトは次のように指摘する。

ニュートンは、実践においては訝っていたにもかかわらず、我々の認識がひとえに経験に依存しているという先入観に屈していた。しかし、この経験論の根本的な先入観は、イングランドとフランスにおける哲学のなかで、ロックによって拡張され固定化された。ロックの見方の発展から出てきたヒュームの懐疑論は、思弁的な世界のうちに暴力的な激動を呼び起こした。ヒュームは、原因と結果の相互継起に対する我々の信念のうちに、すでにしばしば我々の経験において連合されてきたものを連合せしめる我々の精神のうちなる習慣だけを見ることができた。[...] 彼によれば、我々が見て取るのは、二様の出来事の現実的な結合 (conjunction) であって、それらの出来事の必然的な結合 (connexion) を発見することは決してできない。そしてそれゆえ、諸結果から諸原因へ、あるいは諸原因から諸結果へと推論するための媒辞を、我々は決して持っていないのである。[...] 我々が観察する相互継起のあいだの結合と、我々が持ち込む諸原因のあいだの結合、出来事にあって過去に現在した結合の記憶と、未来にふたたび登場する出来事の結合への信念は、ヒュームとその学派（ブラウンとシュツワート）によれば、たんに連合の法則に基づいているに過ぎない。(Apelt[1854], S. 157)

アーペルトによれば、ヒュームの功績は、次の点に認められる。従来の因果推論は、二つの出来事の間に、それらの自然本性に根拠を持つ必然的な結合 (connexion) を見出そうとしてきた。これに対してヒュームは、表象間の結合を、たんなる現実的な結合 (conjunction)、ひいては我々の信念ないし連合の法則へと還元した。このことによってヒュームは、因果関係を推定するに際して、対象の本質へと注意が差し向けられ

²⁴ 前述のように、工学的営為における「現象知への着目」のもう一つの側面として、「人工的に析出された対象に関わる」というパシュラールの「現象工学」の発想にも通底する着眼点がある。アーペルトはこの点についても、ケプラーの仕事を評価する。

離脱値の相互の関係は、直接的な認識からは剥奪されており、その秘匿からはじめて引き出されて人工的に直観へともたらされなければならない。／ケプラーにとってのもう一つの困難は、次の点にある。火星の太陽からの離脱は、直接的に計測することはできず、ただ人工的にのみ計測できること、そして、ケプラーがこの計測の技をはじめて発案せねばならなかったということである。(Apelt[1854], S. 20f.)

るさまを解体し、我々の信念すなわち現象知の次元へと分析の対象を置き直したといえるわけである。

先述のケプラーの評価と並んで、このようなヒュームの評価は、工学が定位する「現象」と「現象知」の対立を先取りし、自然科学の営為に際する「現象知」の優位を指摘したものとなっている。この点において、アーペルトの哲学史記述および哲学史評価は、工学の営為の特徴である①現象知への着目という特徴を体現したものとなっている。

2.1.2.2. 制御の志向—ベーコンを例に

以上では、①現象知への着目、という観点に関して、アーペルトの哲学史言説を検討した。以下では、②制御の志向という点について、アーペルトの哲学史言説を検討する。

この、②制御の志向、という特徴は、哲学史においてはベーコンの言説の評価として現れる。一般に帰納法の祖は、ベーコンに求められることが多い。アーペルトもまた、帰納の概念の発展に関してベーコンを高く評価する。しかしアーペルトによれば、ベーコンの功績は、たんに帰納法という方法論を確立したことだけではない。ベーコンの功績はむしろ、アリストテレス以来の伝統が定位していた「本質」の概念を度外視したところに存する。

それゆえ帰納の対象は、 $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ 、*forma* である。 $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ は、アリストテレスによれば、個別的で、現実的で、実体的なものである。これに対してベーコンの場合は、一般的で、必然的なものは、本質を欠いた一般的規則、すなわち自然法則である。形相的原因は法則であり、法則が本来の自然なのである。(Apelt[1854], S. 151)

上記のようにアーペルトは、ベーコンがアリストテレス以来の伝統に抗して、本質を欠いた法則のうちにこそ「本来の自然」を見てとることのうちに、ベーコンの功績を見てとる。この点について アーペルトは、次のように端的にまとめている。

$\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ によって表象された個物（アリストテレスのエンテレケイア）ではなく、本質を欠いた法則が、諸現象の根拠であり、自然における変容の最高の根拠である。
(Apelt[1854], S. 152)

以上のようにアーペルトは、「本質を欠いた法則」のうちに諸現象の根拠を認める立場としてベーコンの思想を定式化した上で、これを高く評価する。このベーコンの立

場は、現象の働きを「法則」という水準で把握することによって、本質の把握をとまなうことなく、対象の振る舞いの支配を可能にするものであると考えられる。このようなアーペルトのベーコン評価は、②制御の志向という工学的営為の特徴を表現したものとなっていると言えるであろう。

以上を総合すると、アーペルトの哲学史言説は、①現象知への着目および、②制御の志向、すなわち〈現象知の制御テーゼ〉を体現したものとなっていると考えることが可能である。

2.2. 応用性テーゼ

2.2.1. 自然科学との接続

以上では、アーペルトの言説に認められるべき、〈現象知の制御テーゼ〉に関する特徴を見てきた。以下では、〈応用性テーゼ〉に関する言説を確認する。

応用性テーゼに関する言説は、アーペルトの中にはあまり見いだせない²⁵。しかし、③自然科学との接続、という点に関しては、アーペルトは特徴的な指摘を行っている。それは、アーペルトがジョン・ハーシェル（John Herschel, 1792—1871）を例に出して述べる、次の箇所に見出すことが可能である。

我々がさらに気付きうるように、自然研究者としてのハーシェルは、その哲学的な諸原則に拘束されてはいない。それゆえたとえば、連星の諸軌道に対する彼の見事な探究に際しては、彼の経験的哲学の精神、いわゆる曲線あてはめ法に完全に対抗している。そうするのは、幾何学によって諸観察を完成させるためだけではなく、それらの諸観察を訂正するためでもあるのだ。（Apelt[1854], S. 180）

このようにアーペルトは、ハーシェルによる科学探究のポイントを、純粋な自然科学のように、新たな理論等の発見に求めるのではなく、また他方で現にある理論や観察の単純な応用に求める訳でもない。そうではなくて、今ある理論や観察の訂正・改良を旨とする探究姿勢のうちに、ハーシェルの探究の特徴を認め、評価の対象としている。この点において、アーペルトがハーシェルに関して評価する科学史上の言説は、自然科学の新発見でもたんなる応用でもない、「訂正」という批判的な参照関係を示したものとなっている。この点において、アーペルトの立場は、③自然科学との接続、

²⁵ このことは、アーペルトにおいて、「工学」がまだ「自然科学」から独立した身分をもたないことに由来すると考えられる。したがって、「③自然科学との接続」のなかでも、自然科学を参照するという関係については、まだアーペルトの中には見出すことができない。ただし、現に存する理論の訂正や改良を旨とするという、今日の工学の態度に親和的な探究姿勢については、アーペルトにおいても見出すことが可能である。

という工学的営為の特徴を、その内実とともに表現したものとなっている²⁶。

2.2.2. 人間社会との関わり・有用性の観点

工学の最後の特徴として挙げられるのが、④人間社会との関わり・有用性の観点である。この観点は、アーペルト自身の言説のうちには、直接的には見出されない。しかし、ここまで見てきたアーペルトの科学方法論を自覚的に継承した、自然科学者の言説のうちに見出すことが可能である。それが、細胞説で知られる植物学者のマティアス・ヤーコブ・シュライデン (Matthias Jakob Schleiden, 1804—1881) による、アーペルトの受容と植物学の特徴づけである。

2.2.2.1. シュライデンにおけるアーペルトの評価

シュライデンは当時から有名な植物学者であったと同時に、フリース学派のメンバーの一人でもあり、フリース学派の活動に深くコミットしていたことが知られている。この観点からシュライデンは、主要著作である『科学的植物学綱要』の第四版序文のなかで、アーペルトの『帰納の理論』を高く評価して、次のように述べている。

自然研究の哲学的基礎に言及する限り、この序論全体のために、ここで私は二つの書籍に注意を向けたいと思う。これらの本は、私の本の第三版が登場してから、白日のもとに登場したものである。一つ目は、アーペルトの『帰納の理論』、すなわち唯一の根本的で厳密な作品であり、今にいたるまで、その対象を超えて我々の手にするものである。(Schleiden[1861], S. VII)

以上のようにシュライデンは、アーペルトの『帰納の理論』を、みずからの科学方法論の源泉として高く評価する²⁷。このことは、『帰納の理論』に認められるべき工学化の特徴もまた、シュライデンに流れ込んでいることを示唆している。その結果として、シュライデンの科学観には、『帰納の理論』では明示的に示されていなかった工学的特徴が、あわせて示されることとなる。それが、④人間社会との関わり・有用性の観点である。

²⁶ 理学と工学という二分法に従うならば、理学すなわち本来の純粋な自然科学の狙いが、自然に関する新たな理論等を発見することであるとすれば、ハーシェルの振る舞いは、従来の自然科学の理論に対する訂正や改良を志向するものであり、今日において「工学」が狙いとするものに親和的である。もっとも、今日においては、自然科学の領域においても、既存の理論の訂正や改良が積極的に志向される場合がある。その一因として、今日の自然科学が「工学化」している事実を指摘できると思われる。

²⁷ これと同時にシュライデンは、アーペルトの「抽象」という方法論も受容している。この点については、太田[2022], 265頁以下を参照。

2.2.2.2. シュライデンにおける人間社会との関わり・有用性の観点

工学の4つ目の特徴として挙げられていたのが、自然と人間社会とを結びつけるという点であり、この点が、実用につながるという工学の特徴とも深くかかわっている。この点についてシュライデンは、植物学を例に挙げて、次のように指摘している。

したがって我々は、ある学問分野に対して、文化史の一般的な前進に関する真摯で入念な労作の有用性と必然性を規定することができる。そして、時代に対する最良の力を呼び起こし、たんにそれを助長するのみならず、その瞬間的な要求がまさにこれらの個物の進展に依存するような分野すべてに尽くすことによって、その分野を時代に対する使命と呼ぶことができる。さて、植物学は、最新の時代に対しても、そのような使命を有しているように私には思われる。植物学は、意義ある功績によって、注意を求める位置を自然諸科学のうちに再び得るだけの充分な原因をもたなかったので、充分の長きにわたって科学性の背後に取り残されてきた。私は植物学の課題を、このような関係の下で、以下のことのうちに見いだす。(Schleiden[1861], S. 51)

以上の記述においては、時代との脈絡のもとで、学問分野に対する「有用性と必然性」が定められており、学問分野の有用性が、同時代の社会や時代精神との関係のもとで規定されているのを見てとることができる。そして、一見すると知識を増やすことを使命とする純粋な自然科学のようにみえる植物学に対してすら、そのような有用性の観点から課題が見出されている様を見てとることができる。

以上のようなシュライデンの記述は、工学的営為の特徴である、④人間社会との関わり・有用性の観点を指摘することが可能である²⁸。

以上の検討内容を総合すると、アーペルトおよびフリース学派の言説は、〈応用性テーマ〉にもコミットしたものとなっていることを確認することが可能であろう。

2.3. 結語に代えて一残された未発達な要素としての「設計」という契機

本稿では、19世紀ドイツのフリース学派、とりわけアーペルトに認められるべき、自然科学の工学化の潮流の発現を検討した。19世紀においては、「フリース学派」、とりわけアーペルトの哲学において、自然科学との協働が実現しており（本稿 1.1）、他

²⁸ 今日においては、純粋な自然科学もまた、人間社会との関わり・有用性の観点から研究課題を設定することがしばしばある。このことの一因として、今日の自然科学が「工学化」している事実を指摘することができると思われる。

方で 19 世紀ドイツは、自然科学の工学化が進展していた時代にも当たる（本稿 1.2）。そこで本稿は、「工学の哲学」に取材することによって、工学の特徴として、①現象知への着目、②制御の志向（現象知の制御テーゼ）、③自然科学との接続、④人間社会との関わり・有用性（応用性テーゼ）、の四つの特徴を取り出し（本稿 1.3.）、アーペルトの自然科学言説における、これらの特徴の発現を検討した。まず、「現象知の制御テーゼ」に関して、自然科学の理論的言説に認められる工学化の姿勢という観点に立ち、「なぜ（*διότι*）」と「なに（*ὅτι*）」の区別という論点および、対象の数学的構成という論点から、①「現象知への着目」という特徴を（本稿 2.1.1.1）、そして本性の度外視という観点から、②「制御の志向」という特徴を取り出した（本稿 2.1.1.2）。次いで、哲学史記述に見られる工学化の姿勢という観点に立ち、「なぜ」と「なに」の区別のガリレオとケプラーにおける具体化および、ヒュームによる対象の本質の解体という論点から、①「現象知への着目」という特徴を（本稿 2.1.2.1.）、そしてベーコンにおける本質の概念の度外視という論点から、②「制御の志向」という特徴を取り出した（本稿 2.1.2.2）。最後に、「応用性テーゼ」に関して、ハーシェルにおける「諸観察の訂正」という論点から、③「自然科学との接続」という特徴を（本稿 2.2.1）、シュライデンの言説から、④「人間社会との関わり、有用性」という特徴を取り出した（本稿 2.2.2）。以上のように、アーペルトの自然科学言説においては、19 世紀ドイツの自然科学に認められるべき自然科学の工学化への転換のさまが表現されているのである。

最後に、フリース学派、とりわけアーペルトには見られない工学上の重要な契機を一つ、確認しておこう。それが、「設計」という契機である。工学が自然科学を参照しつつも実用へと差し向けられるに際しては、この「設計」という契機を欠かすことができない。だが、この契機はアーペルトの議論の中には登場してこない。

「設計」という契機の萌芽を確認するには、新フリース学派の登場を待つ必要がある。具体的には、若き日のオットー・マイヤーホフの書いた論文「ゲーテの自然研究の方法について」である。本論文においては、当時再評価の気運のあったゲーテに対する批判が行われているが、そのなかでマイヤーホフは、レオナルド・ダ・ヴィンチへと注意を向ける。そして、ダ・ヴィンチは、「その最高の天才性において、技芸の永遠の真理と自然認識の有限の真理が濁りなき純粋性のうちに互いに現れている、一つの実例²⁹」であると指摘する。このように、新フリース学派になると、創造とりわけ「設計」という工学的契機にも着目が向けられるようになるが、それにはフリース学

²⁹ Meyerhof[1910], S. 47.

派から半世紀ほどを待たなくてはいけないのである。

凡例

圏点は原文の強調を、下線は引用者による強調を示す。文献引用時の略号は文献表に記載する。

文献表

- NKV, I–III: Jakob Friedrich Fries, *Neue Kritik der Vernunft, Band I–III*, Woher und Zimmer: Heidelberg, 1807.
- RFS: Jakob Friedrich Fries, *Reinhold, Fichte und Schelling*, August Lebrecht Reinicke: Leibzig, 1803.
- SM: Jakob Friedrich Fries, *System der Metaphysik. Ein Handbuch für Lehrer und zum Selbstgebrauch*, Christian Friedrich Winter: Heidelberg, 1824.
- Apelt, Ernst Friedrich.[1847]: „Vorrede“, in: *Abhandlungen der Fries'schen Schule von Apelt, Schleiden, Schlömilch und Schmid*, Leipzig: Verlag von Wilh. Engelmann, S. 3-6.
- Apelt, Ernst Friedrich. [1854]: *Die Theorie der Induction*, Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann.
- Boon, Mieke.[2021]: “Scientific Methodology in the Engineering Sciences”, in: *The Routledge Handbook of Philosophy of Engineering*, Routledge: New York and London, pp.80-94.
- Hansson, Sven Ove.[2021]: “What is Engineering Science?”, in: *The Routledge Handbook of Philosophy of Engineering*, Routledge: New York and London, pp.66-79.
- Herrmann, Kay.[2000]: *Mathematische Naturphilosophie in der Grundlagendiskussion: Jakob Friedrich Fries und die Wissenschaft*, Vandenhoeck & Ruprecht: Göttingen.
- 五十嵐涼介[2023]:「情報の哲学史試論 ——『ポール・ロワイヤル論理学』・ライプニッツ・カント——」, 『哲学研究』, 第 609 号, 84-104 頁.
- イリース, クリスチャン[2024]:「牝牛に学ぶこと——ヘーゲルとともに、自然哲学と自然との付き合いの人倫によせて」, 太田匡洋訳, 大河内泰樹・久富峻介編『生命と自然——ヘーゲル哲学における生命概念の諸相』, 法政大学出版局, 47-78 頁.
- Meyerhof, Otto.[1910]: *Über Goethes Methode der Naturforschung*, Vandenhoeck & Ruprecht: Göttingen.
- 向坊隆[1968]:『岩波講座 基礎工学 0 基礎工学概説』, 岩波書店
- Schleiden, Matthias Jacob.[1861]: *Grundzüge der Wissenschaftlichen Botanik nebst einer Methodologischen Einleitung als Anleitung zum Studium der Pflanze, vierter Auflage*, Wilhelm Engelmann: Leipzig.
- 高橋智子[1996]:「19 世紀欧米主要国における自然科学の展開と科学史の方法」, 『国際文化研究科論集』, 第 4 巻, pp.157-178.
- Young, Mark Thomas [2021]: “Maintenance”, in: *The Routledge Handbook of Philosophy of Engineering*, Routledge: New York and London, pp. 356-368.

The Friesian School as a Turning Point of the Engineerizing of Science:
Revolution of the Doctrine of Natural Science
in 19th-Century Germany by E.F. Apelt

Tadahiro OOTA

This paper examines the intention to ‘engineerize’ natural science, which occurred in the doctrine of natural science by 19th-century German philosophy, and most particularly its Friesian school.

One cannot discuss the features of contemporary natural science without referring to the viewpoint of ‘engineering’. Today, the elements of engineering penetrate even the investigation of so-called pure natural science, in something of a contrast to scientific investigation in the 17th century.

Considering the case of Germany—a beacon of natural science upon which Japan modelled its investigations into the field—the 19th century was a starting point in the stream of engineerizing of natural science. More specifically, the investigation of natural science was revitalized through the rise of engineering, and thus enginnerized through this stream.

Then, what should be understood under the concept of ‘engineering’? Philosophy of engineering can provide this framework. Indeed, philosophy of engineering is a discipline engaged in the philosophical self-reflection of the activities of engineering, and conceptualizes and orders what the term encapsulates.

While the philosophy of engineering as a discipline was established in the 21st century, the philosophical analysis of engineerizing of the investigation of natural sciences already existed in 19th-century Germany. Indeed, the engineerizing of the natural sciences was examined through the cooperation of philosophers and natural scientists at the time. The locus of this interdisciplinary cooperation was the ‘Friesian school’, a school that once enjoyed an enormous influence over the interdisciplinary areas, but has now been largely forgotten from the authentic history of philosophy.

From this viewpoint, this paper examines Friesian scholars, especially Ernst Friedrich Apelt’s doctrine of the engineerizing of the natural sciences, by referring to the product of the philosophy of engineering. In so doing, it seeks to reveal the circumstances through which the natural sciences were engineerized in 19th-century Germany.