

フランシス・ベーコンにおける情報処理の科学思想史的考察

良峯 徳和
(湘南国際女子短期大学)

小田 淳一
(東京外国語大学)

フランシス・ベーコン(1561~1626)は、熱力学が成立するはるか以前に、熱現象が物質を構成する微粒子の運動であると表明していた。ベーコンがその結論を導き出した帰納法は、制限された経験の事例からものごとの一般的性質や法則を発見するための一種の情報処理過程と考えることができるが、ベーコンはそれを「現在表」「欠如表」「程度表」という事例の表を用いた一連の論理的操作と推論主体による仮説設定、更に補助手段による仮説の検証、訂正という仮説演繹法的な循環構造を持つ推論過程として提示した。ベーコンの熱理論は、今日の認知科学的な観点から人間の日常的な推論過程を解明するための手がかりを与えてくれるものと期待できる。

Baconian Induction as the Basic Model
for the Human Inferential Process

Norikazu YOSHIMINE

Jun'ichi ODA

Shonan Kokusai
Woman's Junior College

I.L.C.A.A.
Tokyo University of Foreign Studies

802 Engyou, Fujisawa,
Kanagawa 252, Japan

4-51-21 Nishigahara, Kitaku,
Tokyo 114, Japan

Francis Bacon(1561-1626) proposed a new scientific method of exploring natural phenomena; he called this scientific process "Novum Organum". Bacon's famous example of this new logic was his explanation of 'heat' in terms of the motion of subtle particles.

This proposition predated the acceptance of the theory of thermodynamics. The Baconian process of induction can be the basic model for the usual inferential thought process. It can also serve as a pre-cursor in the field of cognitive research on the human mind.

1. はじめに

1981年にアメリカで「BACON」と名付けられたシステムが開発されたが、これは与えられた幾つかの数値データの組からその方程式を推定するという、言わば「法則発見」の過程をシミュレートするものであった。この「BACON」なる名称は言うまでもなく、17世紀の哲学者フランシス・ベーコンから取られたものである。ベーコンは、有限個の観察・実験データからそれらの現象を生ぜしめる一般的原因、すなわち「形相」「隠れた過程」を発見する方法を初めて提唱した哲学者である。この方法論をベーコンは「帰納法」と呼んだ。帰納法では、前提とする有限個の事例から、当該事例一般に共通する性質や規則性が結論として導き出される。このように帰納法とは、知識を拡張するための一種の情報処理機構であり、これをシミュレートしようとしたBACONシステムは一種の「帰納機械」であるとも言えよう。本研究はこのシステムの名前の由来ともなったフランシス・ベーコンのオリジナルな帰納法に立ち帰り、そもそもベーコンの帰納法とは何か、またそれは如何なる手続きによってなされるものかについて、その問題点や現代的な意義を探り、ベーコンの帰納法を再考すると共に、それによって、認知科学的な視点、更には情報処理論史的な視点から、ベーコン帰納法の再評価を試みる。

2. 科学史におけるベーコン帰納法の意義

ベーコン自身が行なった代表的な帰納推論には、「熱の形相は物質を構成する微粒子の運動である」という熱運動説がある。「熱」という現象を引き起こす原因は何か。これに対して現代の我々は「熱とは物質を構成する粒子の運動（分子運動）である」という熱運動説を以て答えることができる。しかしこの熱運動説が正当な科学理論として認識されるようになるまでには、科学史上の様々な紆余曲折を経る必要があり、最終的には19世紀の熱力学の誕生を待たなければならなかった。

しかし、熱力学の基礎が出来上がるはるか以前に、ベーコンはその著『ノウム・オルガナム（新機関）』の中で、「熱それ自体、その本質および実質が運動であって、それ以上の何ものでもない（*N.O.* //, 20）」と述べている。すなわちベーコンは、熱現象を、物質を構成する微粒子の運動へと還元する立場を明確に表明した最初の人物なのである。それにもかかわらず、彼の主たる研究方法が定量化の過程を欠いた定性的なもので、数式化された法則の提示には至っていない等の理由から、ベーコンが熱運動説の最初の提唱者であることは、科学史の中で真面目に論じられてきてはいない。

しかし、数量化された法則をとらずに、そもそもベーコンがその時代に「熱が微粒子の運動であってそれ以外の何ものでもない」ことを、如何なる手続きを経て、そして如何なる根拠を以て発見し得たのかということこそが注目される場所である。ベーコンのいう帰納法が具体的にどのようなして実行され、「熱＝運動」という一般的な結論が必然的に導き出されたのであろうか。

ベーコンの帰納法は、あらゆる探求の場面に見られる一種の情報処理の過程ということができる。それは自然に与えられた事例、実験によって人工的に作り出された事例の中から、物事の本質やそれを生み出す原因としての「隠れた過程」を発見することだからである。そして、このような発見の手続きは、科学的探求の場面のみならず、日常生活の場面でたえず行われていることから、ベーコンの帰納法は、日常的な情報処理過程のモデルとして役立つ可能性を持つものと思われる。もとより、ベーコンは自らの帰納法をアリストテレスのオルガノンに代わるべき新しい自然科学の道具（ニュー・オルガノン）として提示した訳であるが、今日のみからみれば、それは単に科学的な思考に必要な過程であるというよりも、より広範で人間の最も基本的な情報処理過程のモデルとして理解する方が適切であろう。そしてその際に問題となるのが、情報処理過程が従うべき規範、すなわち論理学である。

3. 論理学の歴史と帰納法

論理学の歴史はきわめて古く、その最初の完成者はアリストテレスであるといわれる。アリストテレスによる論理学上の諸著作は、後継者たちの手によって、学問研究の「機関」「道具」を意味する『オルガノン』という名のもとに集大成された。アリストテレスの主要な貢献は「演繹的推論」の体系化である。特に彼は「三段論法(syllogism)」として知られる推論形式を整理し、その正当性を保証する推論規則を厳密に規定した。こうした演繹的論理学はその後中世のスコラ哲学に受け継がれ、「神学の侍女」として全面的に肯定され、権威と化していく。

異文化の流入や社会の急激な変化に伴い、演繹的論理学を支えていた宗教的な権威が失墜し出したルネサンス期になると、それまで自明とされてきた命題の真理性が改めて問い質され始め、それらに代わる新たな真理が求められるようになった。ベーコンはアリストテレス以来の伝統論理学を次のように批判する。そもそも、演繹推理の際に前提とされる自明の命題とは、後天的な知識であり、いまは自明の真理と呼ばれる命題でも、もとをたどれば、探求や経験の結果から得られた未知の命題だったはずである。いかなる演繹推理もその結論を導出するには、前提となる普遍的知識やそれを発見するもととなるさまざまな特殊的知識が必要となる。その際に、探求や経験の結果から新しい知識を導き出す方法の中心となる論理的推論が「帰納推理」なのである。

ベーコンは、真の推理は帰納論理によらなければならないと提唱した。そしてそれに伴い、権威に基づいて事実を恣意的に解釈してきた知のあり方を抜本的に改め、学問と技術と人間のあらゆる知識の全般的な「革新」を行なう必要があると主張したのである。それが『大革新(Instauratio Magna)』の構想であった。

4. ベーコン論理学の構造

『大革新』構想の中心を占める著書『ノウム・オルガヌム』は、第一巻、第二巻のアフォーリズムによる二部構成になっている。第一部では、ベーコン自身が「破壊の部門(Pars Destruens)」と呼んでいるように、当時の哲学や科学の方法論の誤りのタイプを「詭弁的哲学」「経験的哲学」「迷信的哲学」の三つに分け、伝統的な諸学問の方法を手厳しく批判することに充てられている。これに続く第二部は「建設的部分(Pars Construens)」と呼ばれ、帰納法のあらましを現実的な適用例によって説明している。

ベーコンにとって帰納法とは制限された経験の事例からものごとの一般的性質や法則、そこに「隠された本性」を発見する一種の発見法である。論理学上は、帰納法にも「完全帰納」と「不完全帰納」の区別が立てられる。完全帰納とは、問題になる事例のすべてを枚挙し、そこから共通する一般的命題を引き出すことである。それゆえ、完全帰納は帰納的であるよりはむしろ演繹的な性格をもっており、新たな発見に役立つものとはいえない。その一方で、現実の事例のほとんどはその範囲をはっきりと制限することができず、我々がそのような事例から何か一般的な知識を得られるとしたら、それは既知の事例から未知の事例への一般化を含むいわゆる「不完全帰納」の推論手続きによるものである。

もとよりベーコンは帰納法を提唱することで、個々の事例から一挙にもものごとの真の性質や法則の認識に到達できるとは考えていない。ベーコンの帰納法は、まず個々の事例を比較・整理した上で、いったん一般命題を構成し、さらにはその一般命題から検証可能な実験計画を立てて、その結果に基づき事例の表を修正するという一種の循環した構造をもっている。そしてこの循環過程における実験の重視は、今日「仮説演繹法」として知られる科学的方法をいわば先取りしたものといえよう。

ベーコンは、事例の収集方法についても伝統的な単純枚挙の方法を批判する。単純枚挙の方法では矛盾する事例の出現によって、結論は簡単に覆

されてしまう。そのためベーコンは、事例の収集にあらかじめ原則を設け、それによって単純枚挙の方法においてしばしば見られた事例収集の偏りや恣意性を排除しようとしたのである。こうした原則の設定こそ、ベーコンの帰納法を単純枚挙の方法の単なる改良版ではなく「新しいオルガノン」と呼ばせた当のものであった。

その原則とは第一に、「質料においてはおおしく異なっていながら、同じ性質を持つ点において一致するすべての既知の事例を知性の前に展示する(N.O. II, 11)」ことである。こうした、ある性質の有無に関して肯定的な事例のみが集められ、記述された表のことを、彼は「現在表(tabula praesentiae)」と呼んでいる。

第二に彼は、与えられた性質の欠如している事例を集めよという。ここでいわれている「性質の欠如した事例」とは「現在表」にあげられた事例と同種類の事例であると思われながらも、現在表で問題となっている性質がそこには欠如している事例のことをさしている。こうした事例だけを集めた展示表を彼は「欠如表(tabula absentiae)」と呼ぶ。

第三に彼は、「程度表(tabula graduum)」の作成を命ずる。程度表というのは、現在表の事例をその性質によって類別化し、事例を補足しつつその特質が強くあるいは弱く現われる順序に並べ直したものである。これによって各事例の特性と問題となる一般的性質(形相)との間の相関関係が明確に浮び上がってくることになる。なぜなら「いかなる特性も、問われている性質が減少する際にはつねに減少し、またそれが増加する際にはつねに増加するというのでなければ、真の形相であるとは認められない(N.O. II, 13)」からだという。こうしてベーコンは三種類の事例表が作成されるだけの十分な事例を収集するよう命ずるとともに、これらの事例表を比較・検討することで、さまざまな性質の中から問題となる一般的性質と矛盾し、あるいは無関係とみなされる性質を除外し、候補を絞り込んでいくわけである。

ところでベーコンが帰納法によって発見すべき

ものごとの「本質」とか「形相」と呼んでいるものは、それが存在するための必要かつ十分な条件のことである。例えば、熱の本質が分子運動であるという場合には、熱は分子運動が存在しなければ存在せず(必要条件)、分子運動が存在する場合にはつねに熱が存在している(充分条件)ことになる。こうした視点からみると、ベーコン帰納法の過程とは、三種類の表を用いて、ある現象の必要十分条件を絞り込んでいこうとする論理的手続きに他ならないことが分かる(その過程を下図に示す)。

① 現在表の作成

$A \Rightarrow a, b, c, d, e, \dots, n$

(必要条件の候補となる要素の列挙)

② 欠如表の作成

$b' \neq A, d' \neq A, \dots, m' \neq A$

(充分条件になり得ない要素の列挙)

③ 程度表の作成

要素(a)の程度 ← 関係なし → 性質Aの程度

要素(b)の程度 ← 関係あり → 性質Aの程度

要素(c)の程度 ← 関係なし → 性質Aの程度

要素(n)の程度 ← 関係なし → 性質Aの程度

(さまざまな事例の要素と一般性質との相関関係からさらに要素を絞りこむ)

図1：現在表、欠如表、程度表による推論過程

こうして得られた表とそれに基づいた操作手続きにより、探求されている形相とは無関係であると考えられる要素が列挙されることになる。こうして得られる表をベーコンは「排除の表(tabula exclusivae)」と呼び、ここにこそ「真の帰納の基礎が置かれる」という。とはいえ、ベーコンはそうした真の帰納は肯定的な部門に到達するまでは完成されないとし、「三つの最初の展示表が作成され、検討されたからには、知性に対して自然の

解明という仕事を肯定的な仕方で試みることを許してやるのが得策だと考える(N.O. II, 20)」と述べている。

さて、ベーコンが「真の帰納」「自然の解明」と呼んでいる肯定的な推論過程とはどのようなものであろうか。これ以降の推論過程についてベーコンはまず第一に、「明示的事例」ないしは「顕現的事例」を手がかりとして「解明の端緒」をつかみ、「最初の収穫」を行なう。そしてそのあとで完全な帰納に近づくための九段階の補助手段を用いると述べている。

この最初の段階である「特権的事例」と呼ばれる帰納の補助手段は、展示の表の場合と異なり、とくに一般的な原則や論理的必然性に則って提示されているものではなく、いわばベーコン自身が推奨する経験則としての性格をもっている。それゆえ、これらの補助手段から確実に結論が導き出されるという性格のものではなく、あくまで探求の方向づけ、いうならば「ヒューリスティック・メソッド(heuristic method)」としての役割を担っているともいえよう。さらにベーコンが特権的事例による補助手段を強調していることは、ベーコンの帰納法がしばしば誤解されているような単純で直線的推論過程ではないことをも如実に示している。事例の収集やその整理・分析という手続きは、推論過程の最初に行なわれるだけでなく、帰納的推論による最初の収穫が得られたあとも、補助手段を通じて繰り返し戻っていかなくてはならない過程なのである。第二段階以降の補助手段については、断片しか残されていないため推測に拠るしかないが、それらについてもこうした循環構造が同様に当てはまるものと考えられる。

こうしたベーコン帰納法の構造は、ベーコンの学問に対する基本的な考え方、すなわち真理への到達そのものが重要なのではなく、それを求める過程で得られる人間の幸福の実現こそが重要であるという考え方と決して無関係ではない。絶対的真理を前提とせず、人間精神と自然との対話を念頭にいたベーコンの考え方は、次の言葉にははっきりと示されている。「自然の解明にさいして、

精神は確実性のしかるべき段階と程度に基礎をおいて足場を固めるとともに、現在所有しているものも、これからの探求の成果に大いに依存しているということを(とりわけ最初のうちは)十分に覚悟し、心構えを怠らないようにしなければならないのである。(N.O. II.19)」

5. まとめと今後の展望

以上、探求のための論理学ともいえるベーコン帰納法について概観してきたが、それを情報の処理の流れという観点から整理してみると、次のようになる。

- (1) 探求したい題材(ものごとの一般的な性質や規則性など)の決定
- (2) 事例に関する広範な収集(観察・実験・記録など)
- (3) 肯定的事例を分類整理し、現在表を作成
- (4) 肯定的事例と同種類、あるいは類似した事例でありながら、当の性質の欠如した否定的事例を収集整理して、不在表を作成
- (5) 現在表と不在表を参照しつつ、事例の特性と当の性質との相関関係を示す程度表を作成
- (6) 相関関係の欠如した事例による排除表の作成
- (7) 残された明示的事例から共通する性質を取り出す。仮説設定
- (8) 事例間の差異を手がかりに、根底にある一般的性質、構造を推測
- (9) さまざまな補助手段を用いて、展示表を追加・再作成し、仮説の検証、訂正

図2：ベーコンの帰納推論の流れ

このようにベーコンの帰納法の構造は、今日でいう仮説演繹法がもつ構造にきわめて近いことがわかる。

科学史の世界では、新理論の発見者は最初にその説を唱えた人に対してではなく、パラダイムの成立にもっとも影響のあった人物に与えられるのが一般的である。パラダイムは保守的な傾向の強い一種の権威構造を持ち、それゆえに古いパラダイムを打ち破って、新しいパラダイムを打ち立てるには、学界に対するきわめて強い影響力が必要とされる。不幸にしてベーコンの提案はそのほとんどがその時代の流れの中に埋もれ、忘れられていった。その理由として、ベーコンの方法論には数学的な方法が十分取入れられていなかったこと、データの処理の仕方があくまで定性的であって、定量的ではなかったこと、またベーコンが自分の説の根拠としたいいくつかの事例には、当時ですでに誤りであると指摘されていたような古い説明が含まれていたり、逆に当時すでに発見されていたにもかかわらず、ベーコンが触れていない重要な事例が存在していたことなどがあげられている。

しかしながら観点を変えてみると、ベーコンが数学的な方法論を身につけておらず、ものごとを定量的に測定したり、処理したりする方法をも知らなかったにもかかわらず、日常的な観察や報告事例をうまく利用することで重要な推論を成し得たということが、むしろ興味深い事実として浮び上がってくる。我々は日常生活の中で多種多様な推論を行ないつつ生活していると考えられるわけだが、そのほとんどは数学的な方法論（例えば統計学的操作や微積分などの解析技術等）を用いることも、データの定量化が試みられることもなく遂行されている。こうした日常的な推論を先導しているのは、さまざまな経験とその蓄積から得られた知識からなる経験法則である。我々の学んだ経験法則は有限な経験をもとに一般化された知識であり、そこには帰納的な推論過程が働いていると考えられる。

こうした我々の日常的な推論過程がいかなる手順に従って行なわれ、それは知識をいかに獲得し、いかに利用しているのか。こうした問題は近年の認知科学的なアプローチにとってきわめて興味深いテーマとなっている。冒頭にあげたBACONシステ

ムなどもそうした取り組みのひとつであった。統計学的手法によって帰納論理を数量化し体系化する試みは、近年ずいぶんと行なわれてきたが、一方で人間が実際に行なっている定性的な(?)帰納的推論をコンピュータなどを用いてモデル化する試みはまだ始まったばかりである。帰納法の元祖でもあるベーコン論理学の解明が、こうした分野での考察を行なう際のヒントとして役立てば興味深いと思われるが、それについては今後の課題としたい。

<主な使用文献・参考文献>

- [1] *Bacon's Novum Organum*, Fowler Thomas (ed.), Oxford: Clarendon Press, 1889.
- [2] *The Works of Francis Bacon* (English Translation), J. Spedding, et al. (eds.), 7 vols., London, 1857-59.
- [3] フランシス・ベーコン『学問の進歩、ノヴム・オルガヌム、ニュー・アトランティス（世界の大思想 6）』服部英次郎・多田英次・中橋一夫訳、1966年、河出書房新社。
- [4] ベーコン『ノヴム・オルガヌム』桂寿一訳、岩波文庫、1978年。
- [5] ベーコン『随筆集、学問の発達、ニュー・アトランティス（世界の名著20）』成田成寿訳、1970年、中央公論社。
- [6] Peter Urbach, *Francis Bacon's Philosophy of Science*, 1987, Illinois: Open Court.
- [7] 坂本賢三『ベーコン（人類の知的遺産30）』1981年、講談社。
- [8] P. ロッシ『魔術から科学へ』前田達郎訳、1970年、サイマル出版。
- [9] J.H. ホランド他『インダクション』市川伸一他訳、1991年、新曜社。

* 引用箇所で「N.O. I」とあるのは、ベーコンの『ノヴム・オルガヌム』第一巻を、「N.O. II」とあるのは同第二巻をさしたものの。その直後の数字はアフオリズムの番号をさしている。