

反事実文の意味論と自然法則の認識論

岸田 功平

1. 自然法則の客観的説明とその難点

1.1. 課題らしきもの

van Fraassen [27]に倣って、自然法則の分析が満たす、あるいは説明すべきと思われるものをいくつか挙げよう。もちろん個々の点で異論はある。(a)普遍性。自然法則はいつでもどこでもあてはまる規則性であると考えられる。(b)必然性。しかし、真なる普遍量化文がすなわち自然法則を表すわけではない。例えば

- (1) 質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊は存在しない。
- (2) 質量が 100,000 キログラムを超える金塊は存在しない。

のように、普遍的で真なる規則性にも法則的な一般化と偶然正しい一般化とがある。(1)は次の反事実文(3)を支持するが、(2)は(4)を支持しない。

- (3) 質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。
- (4) 質量が 100,000 キログラムを超える金塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。

(1)と(2)は、法則的一般化と偶然的一般化を文の統語論的な(または通常の意味論的な)特徴によって区別できないことを示している。このように、自然法則は偶然的一般化と違って必然性を持つ。また、必然的であるからには真である。(c)客観性。あるものが自然法則であるか否かは我々の知識、信念、関心など認識論的な、あるいは pragmatic な要

因からは独立である。例えば、“我々が発見していない、あるいは今後
も発見できない自然法則が存在する”と言うことには直観的には意味が
ある。(d) 説明。法則は説明に用いられる。(e) 科学との関係。法則は
科学的探求においてどう用いられるか。例えば、基本原理と現象的法則
の区別など。

1.2. 最善体系説

David Lewis [10]は Ramsey [18]の説を改良し、自然法則を次のよう
に定式化する：

- (5) 世界 w での自然法則とは、 w の現象すべてを記述する最善の演繹
的体系の公理である。

その上でいくつか補足すべき論点は以下のようなもので、それぞれに問
題を含んでいる。(i) まず、ここで‘最善’とは、体系の単純さと強さを、
バランスをとりながら最大化していることである¹⁾。(ii) 自然法則
の必然性は反事実文で特徴づけられ、Lewis [10]の、可能世界の類似性
を用いた意味論によって説明される。この意味論では、反事実条件文 A
 B (A であったならば B であつたらう) の真理条件は

- (6) $A \quad B$ が世界 w で真
 A と B を真とし、 A と $\sim B$ (B の否定) が真になる世界より
も w に類似した世界が存在する

とされる。その上で Lewis は世界 w での自然法則を満たす世界は満た
さない世界よりも w に類似しているであろう、と論じ、ゆえに A
 B の真偽は、 A が自然法則に反しない限り、自然法則にのっとって決定
されることになる。(Lewis 流の反事実文の意味論については 2.2.1 節で
もう少し詳しく述べる。)(iii) ただし、(5) そのものは Lewis の様相実在
論を前提しない。‘可能世界’を例えば‘我々が用いるモデル’と読み
替えることもできる；だがその場合、そのような自然法則が何故必然性
を持つのかは怪しくなる。(iv) Lewis [12]自身が指摘するように、演繹
的体系がどの言語で書かれるかという問題は残る。我々がどの言語を採

用するかによって、例えば、どの公理系を採れば最も単純であるかは異なりうる。従ってどの体系が最善であるかが変わってしまいかねず、つまり自然法則の客観性が保証されない。Lewisはこの問題を、自然種に対応する自然な述語を持つ唯一の言語、という要請によって回避する。つまり van Fraassen [27]が呼ぶところの‘反唯名論’が要請される。(v)最善の体系が記述すべきなのは我々が経験できる現象（‘Hume 的基底’と呼ばれる）に限られる。従って、現象に違いがなければ最善の演繹体系にも自然法則にも違いは生じない。この特徴は Hume 的 *supervenience* と呼ばれる。

この説には次のような長所があると Lewis [10]は論じる。上の課題 (a)-(e) に沿って説明すると：(b)自然法則と偶然の一般化を区別できる。現象を尽くすことによってある一般化が真だと判明しても、まだそれが自然法則だと決まったわけではない²⁾。ある文が自然法則であるかどうかは、それが最善の体系でいかに中心的な地位を占めるかによって決まるからだ。また、自然法則に必然性があっても、その法則が法則であること自体は偶然的だという点を説明できる。(c)自然法則の客観性を説明できる。自然法則の上の定式化で訴えられる理論は理想的なものだから、最善の体系の公理、すなわち自然法則は個々の人間の主観性に依存せず定まる。(e)よく確立された科学理論の定理を我々がひとまず法則として受け入れることを説明できる。すなわち、科学的な理論化とは単純さと強さをうまく兼ね備えた真なる演繹的体系を近似しようとする営みである。また、法則性が曖昧で厄介な概念であったことを説明できる。単純さや強さ、その正しいバランスなどの基準は大まかにしか固定されないからだ。

しかし最善体系説には以下のような難点がある。上の (i)-(v) に対応させると：(i) 最善’、‘バランス’といった概念にさらなる分析が必要である。(ii)、(iii) 個々の世界の自然法則は個々の世界のありようによって決まるので、可能な複数の場合に訴える確率法則をうまく扱えない。この問題は Lewis [15]自身や Halpin ([6]、[7])らが解決を試みている。また、自然法則の必然性を導くための、可能世界の類似性という概念が明らかでない。(iv)最善の体系が反唯名論的な、自然な言語で定式化されるべきだという主張は説得力を欠く。科学的探求の結果、それまで自然と思われていた種の区分と科学の原理的な区分に食い違いが

生じたという事例は多い。だが、理論的語彙を導入した（それゆえ自然ではなくなった）言語で定式化された体系 T が、自然な言語で定式化された（それゆえ単純さでは T にかなわない）体系よりも劣るとは思えない。以上は van Fraassen [27] も論じている通りである。

さらに、自然法則の必然性を説明するために訴えられる可能世界の類似性の概念には、自然法則の説明に関してだけでも問題が大きい。まず、Lewis は反事実文が持つ時間の非対称性を根拠に、過去における類似に大きな比重を置く。しかしこの正当化は、類似性以外の前提（例えば、現実世界で成立している、時間の非対称性を持つ自然法則）を置かすにはできそうもない；物理学の基本法則が持つ時間転逆対称性を考えると、正当化は怪しくなる。さらに、自然法則を共有することが類似性にどれだけ寄与するかも定かでない。一般相対論で論じられる奇妙な世界 w_G が、一般相対論に従わず、しかし Newton 力学が近似的に成立するために現実とよく似た現象が経験される世界 w_N よりも現実世界に類似していると言えるだろうか；類似している、と答えるためには、 w_G では現実世界の自然法則である一般相対論が成り立つということに訴えるほかなさそうだが、この類似性の分析では自然法則の説明にならない。このように、van Fraassen らの反論を俟つまでもなく、Lewis の最善体系説と反事実文の意味論との組み合わせは、自然法則が持つ必然性をうまく説明できていない。

1.3. 意味論的立場

Giere [5] や van Fraassen [27] は、Lewis の最善体系説を含め、自然法則について提案されている様々な分析を検討、批判した後、1.1 節で見たような特徴を持った自然法則というものはそもそも存在しないのだと結論づける。代わりに van Fraassen が提案するのは、意味論的立場という科学観だ。この立場では、科学の理論化の産物を、Lewis を含めそれまでの科学哲学者が考えていたような統語論的なもの、特定の言語で表現されそれに依存するものではなく、数学的なモデルの一群であるとする。理論は (i) モデルを定義する理論的定義と、(ii) 現実世界（の一部）とモデル（の一部）が同型であるという理論的仮説からなる。その上で、自然法則の代わりに中心的な役割を果たすのは、各モデルの中での、またはモデルの間の対称性と不変性である（van Fraassen [26]

の構成的経験主義によると、現実世界がモデルの一群に含まれている必要はなく、“自然法則は真である”という要件さえも棄てられることになる。1.1節で見たような特徴が科学の理論化で中心的な課題と見なされているわけではない、という意味では“自然法則は存在しない”という主張も正しいであろう。

とはいえ、“自然法則”にあたるものが何らかの必然性を持つことは確かである。必然性にも様々な側面があり、そのすべてを説明する必要はないが、Ramsey [19]が論じている通り、自然法則が予測に用いられる、自然法則と偶然的一般化には違いがある、などの側面は説明する必要がある。van Fraassenの立場では、必然性はモデルが複数存在することから生じる言語的なものとしてしか説明できず、上の側面の説明は不十分である。

1.4. 本論文の課題

このように、Lewisの説とvan Fraassenらの説に共通する問題は、必然性の説明である。本論文では、彼らの立場の争いに決着をつけることはしない；これらの立場の相違は自然法則の分析にとどまらず、科学理論の本性や実在論など多岐に渡るので、本論文の紙幅で扱えるものではない。科学の理論化はモデルを中心に行われ、用いられる言語にはあまり依存しない、という主張は説得力があるが、単純さと強さを兼ね備えた理論を作ることが科学の重要な側面であることに変わりはない。とりあえず、モデルの理論的定義といった意味論的立場の道具立てを用いても、自然法則に関して最善体系説と平行した説明を与えることができることを確認しておけば十分である³⁾。こうした最善体系説、およびそれを意味論的立場で焼き直した説の利点は、自然法則を経験的な基礎だけによって、だが同時に、我々の経験に相対的ではない客観的なものとして説明できることだ。本論文は、これらの立場が共通して抱える難問、すなわちRamseyが要求したような意味での自然法則の必然性に分析を与えることを目指す。

2. 様相的含意のBayes主義的分析

2.1. Urbachによる反事実文の確率解釈

Urbach [24]は、自然法則を偶然的一般化から区別することを目的に、反事実文をいかに解釈するべきかを論じる。反事実条件文は実質含意と違って、前件が偽であることが条件文全体の真理を含意しない。これは条件つき確率にも共通の特徴である：すなわち、条件つき確率 $P(B/A)$ の値は A の真偽から独立である。これに加えて Urbach は、反事実条件文には (7) *modus ponens*、(8) *modus tollens*、(9) 対偶律、(10) 推移律、(11) 前件を強める、(12) 前件の選言を単純にするという推論が妥当する、すなわち

- (7) $A \quad B, A \vdash B,$
 (8) $A \quad B, \sim B \vdash \sim A,$
 (9) $A \quad B \vdash \sim B \quad \sim A,$
 (10) $A \quad B, B \quad C \vdash A \quad C,$
 (11) $A \quad B \vdash A \ \& \ C \quad B$
 (12) $A \ C \quad B \vdash A \quad B$

であると論じる（彼は Lewis [10]を批判の対象にしている；Lewis の意味論では (9) - (12) は妥当にならない）。一方、

- (7') $A \quad B, A \vdash B,$
 (8') $A \quad B, \sim B \vdash \sim A,$

であり、かつ

- (9') $P(B/A)=1 \vdash P(\sim A/\sim B)=1 \quad A \quad B \vdash \sim B \quad \sim A,$
 (10') $P(B/A)=1, P(C/B)=1 \vdash P(C/A)=1 \quad A \quad B, B \quad C \vdash A \quad C,$
 (11') $P(B/A)=1 \vdash P(B/A \ \& \ C)=1 \quad A \quad B \vdash A \ \& \ C \quad B$
 (12') $P(B/A \ C)=1 \vdash P(B/A)=1 \quad A \ C \quad B \vdash A \quad B$

であることから、Urbach は反事実条件文を

- (13) $A \quad B: \vdash P(B/A)=1 \ \& \ (A \ B)$

と定義する。

そのうえで Urbach は、Armstrong ([2]、[3]) らのような、普遍者間の関係として必然性が客観的に存在するという説を批判して、自然法則の分析は人間が経験のうちから自然法則を発見することを説明できるのでなくてはならないと主張する。また、彼自身の分析に現れる確率の概念をいかに解釈すべきかを次のように論じる。この確率が世界の客観的な性質であると仮定する。すると、前出の

- (3) 質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。
- (4) 質量が 100,000 キログラムを超える金塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。

の例では、(3) を表すとされる条件つき確率は値 1 を、(4) を表すとされる条件つき確率はそれより低い値を持つことになるだろうから、自然法則と偶然的一般化を区別できる。しかしこれではこの区別の解明にはならない。というのも、今の仮定の上でこの区別を行うためには、上の 2 つの条件つき確率に客観的な値を与えなくてはならないが、そうすると、2 つの前件を試みるのが実際ないにもかかわらず確率の値に何故違いが出るのかという、我々が今取り組んでいる法則性の問題と同型の問題に結局つきあたるからだ。従って、分析が法則性を解明できるためには、この確率は認識論的、主観的なものでなくてはならない、と Urbach は論じる。Bayes 主義的な主観確率によって反事実文を解釈することで、反事実文を支持する自然法則の必然性を経験的な基礎から説明できる、というのが Urbach 説の主眼である。

2.2. Urbach 説の難点

だが、Urbach の分析は主に 2 つの点で失敗している。

2.2.1. Lewis の意味論と文脈依存性

Urbach の分析を、彼が主な批判の対象としている Lewis [10] の立場と比較してみよう。彼の意味論の技術的な細部には立ち入らないが、Lewis の意味論では (9) - (12) は妥当にならず、これは、可能世界の類似

性の概念によって、文脈のシフトが起こるからである⁴⁾。これを見るための実例として、硝酸カリウムを 24.0 グラム含む摂氏 20 度、100 グラムの水溶液を考えよう。すると次の 2 つの文は真になる：

- (14) 10 グラムの硝酸カリウムをこの水に入れなければ、その硝酸カリウムはこの水に溶けないだろう。
- (15) 10 グラムの硝酸カリウムをこの水に入れたとしても、その硝酸カリウムはこの水に溶けないだろう。

(14) が真であることは明らかだろう；(15) が真なのは、摂氏 20 度の硝酸カリウム水溶液は濃度 24 % で飽和するからである。しかし、(15) と対偶律 (9) から次の文を導くことは馬鹿げている：

- (16) 10 グラムの硝酸カリウムがこの水に溶けたならば、その硝酸カリウムをこの水に入れてはいないに違いない。

(15) と(16) とでは明らかに文脈が異なってしまうている。というのも、(15) はこの水溶液の温度や濃度を固定した上で硝酸カリウム水溶液の飽和の(現象的)法則を表現している一方で、(16) の前件が真となる場合を考えるためには、この水溶液の温度や濃度を変化させるか、この法則に反した事例ととるしかない。

こうした反事実文の文脈依存性は、科学にとっても適切な関連を持つ。Mayo [16]が描き出すような、実験の前提を一つ一つ制御、確認しながら進んでいく漸進的科学的研究においては、条件文の文脈が様々に変化していく。上の硝酸カリウムの飽和水溶液を再び考えて

- (17) 10 グラムの硝酸カリウムがこの水に溶けたならば、この水にはどこかから熱が加わっていたに違いない。
- (18) 10 グラムの硝酸カリウムがこの水に溶けたならば、この水は飽和していなかったに違いない。

という、相反する(ゆえに文脈を異にするであろう)条件文を例にとれば、(17) はある実験機材の信頼性がテストされている文脈では意味を持

つし、物質の飽和濃度という法則そのものが検定されている文脈では⁽¹⁸⁾のタイプの条件文も意味を持つ⁵⁾。

2.2.2. Hitchcock の Urbach 批判

Urbach の分析には主に 2 つの難点がある。第 1 に、以上で見た通り、反事実文が様々な文脈において登場しうる点を捉えていない。とりわけ技術的には、よく確証された事実を反する前件を持つ条件文が扱えない。第 2 に、よく確証された自然法則とよく確証された、しかし偶然的な一般化とを依然区別できていない。この 2 点をディレンマの形で指摘した、Hitchcock [9]による Urbach 批判を見てみよう。まず、任意の文 A は主観的な確率 0 を持つか持たないかのいずれかである。

- (a) $P(A) = 0$ とする。このとき任意の文 B, C について $P(B/A)$ の値、あるいは $P(B/A \ \& \ C)$ の値は、確率が主観的である以上、不定または未定義になるだろう。すると、Urbach によれば自然法則 “すべての C は B である” は $A \ \& \ C \ \supset \ B$ を含意するはずなのに、 $P(B/A \ \& \ C) = 1$ は導かれず、この自然法則による反事実文の支持が説明できない。
- (b) $P(A) = 0$ とする。このとき任意の文 B について、 $P(A \ \supset \ B) = 1$ は $P(B/A) = 1$ を含意する。従って、偶然的な一般化 $A \ \supset \ B$ が実際に真でありかつ確率 1 で確証されているならば、 $P(A \ \supset \ B) = 1 \ \& \ (A \ \supset \ B)$ 、ただちに $P(B/A) = 1 \ \& \ (A \ \supset \ B)$ となり、 $A \ \supset \ B$ が真になる。これでは自然法則を偶然的な一般化から区別できない。

(a) は明らかに、Urbach が文脈依存性を考慮していないことに起因する。反事実文は、よく確証された事実を反する場合についても真偽を問題にできるのではなくてはならないが、Urbach のように固定された確率(密度)分布を用いてはそれが不可能なのである。実際 Urbach [25] も Hitchcock に対する返答でその点を省み、

我々は仮定法条件文 [$A_j \ \supset \ B_j$, ここで j は個別の事例を指す] を、すべての現実の A が事実 B であるという知識(があれば)を用いず、とりわけ j が A でないか A かつ B であるかのいずれかで

あるという知識を用いずに評価すべきだ。このデータを我々の情報の総体から心的に捨象することにより、Hitchcock の証明に必要な $A_j \ B_j$ への確率 1 の割り当てを想像の中で取り消し、 $P(B_j|A_j)$ が自動的に 1 とならないようにする⁶⁾。

と述べている。難点(a)については Urbach のこの方策で対処できるだろう。

ただ、Urbach は上の一節で(b)も念頭に置いているものの、(b)に対処する、つまり自然法則と偶然的一般化を区別するにあたっては注意が必要である。反事実文としての自然法則“ A ならば B ”と反事実文としての偶然的一般化“ A ならば B ”を区別しようとするのであれば、Urbach の方策はうまくいかない。 $A \ B$ を支持するデータを手持ちの情報からすべて捨象するのであれば、“ A ならば B ”が自然法則であるのが偶然的一般化であろうが、主観的確率が 1 よりずっと低くなるのは明らかだからだ。

2.3. 代案

2.3.1. Ramsey テスト

Urbach 説の難点から得られる教訓をおさらいしておこう。主観確率に基づいて反事実文を扱うためには我々の背景知識から何らかの捨象を行う必要がある。特に、実際に $\sim A$ が確証されているときに $A \ B$ の真偽を考えるためには、少なくとも $\sim A$ という情報は捨象しなくてはならない、というのが難点(a)の教訓だ。これは‘反事実’文の真偽を決定するという観点からは自然なことであろう。条件つき確率の条件には背景知識が含まれるが、そこから $\sim A$ という情報を捨象し、条件文の前件 A を加えるのである。すると、Ramsey [18]のアイデアを元に Stalnaker ([21]、[23]) が提唱した Ramsey テストによく似たものが得られる。すなわち、反事実条件文 $A \ B$ が (Bayes 的、主観的な意味で) 真であるのは、背景知識 K から $\sim A$ を捨象したも K について $P(B/A \ \& \ K) = 1$ が成り立つとき、またそのときに限る、というものだ。

だが難点(b)によれば、捨象はそれだけでは済まないのではないだろうか。少なくとも Urbach はそう解釈している。 $A \ B$ が確証されている場合、 $\sim A$ を捨象しただけでは $A \ B$ という情報はまだ残るかもしれ

ず⁷⁾、その場合 $\mathcal{R}(B/A \ \& \ K)$ 1 が自明に成り立つため、偶然的一般化と法則的一般化とが区別できなくなるように見える。この難点はどのように解決するべきだろうか。Urbach の言うように、 $A \ B$ という情報を捨象するべきなのだろうか。

結論から言えば、法則による反事実条件文の支持という文脈に話を限れば、 $A \ B$ を捨象する必要はない。これを前出の例で確かめよう。すなわち、 $A \ B: \neg \mathcal{R}(B/A \ \& \ K)$ 1 という分析に基づいて

- (1) 質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊は存在しない。
- (2) 質量が 100,000 キログラムを超える金塊は存在しない。

がそれぞれ

- (3) 質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。
- (4) 質量が 100,000 キログラムを超える金塊を我々が製造しようとしたとしても、失敗に終わるだろう。

を支持するか否かがいかに決まるかを論じる。(1)、(2)をそれぞれ B_u 、 B_g 、背景知識を K で表すと、(1)、(2)はどちらもよく確証されているので $\mathcal{R}(B_u/K)$ 1 かつ $\mathcal{R}(B_g/K)$ 1 である。また、“質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウランの塊を我々が製造しようとする”、“質量が 100,000 キログラムを超える金塊を我々が製造しようとする”を A_u 、 A_g で表すと、(3)、(4)はそれぞれ $A_u \ B_u$ と $A_g \ B_g$ で表されることになる。質量が 100,000 キログラムを超える濃縮ウラン塊、あるいは金塊を製造しよう和我々が試みることはない、ということは知られている（という議論の前提である）ので、 $A_u \ B_u$ と $A_g \ B_g$ の評価のためには $\sim A_u$ 、 $\sim A_g$ を我々の知識から捨象しなくてはならない。具体的には、濃縮ウランを例にとれば、 $\sim A_u$ の 1 に近い主観的確率を取り消す必要があるので、 $\sim A_u$ の確証に寄与した情報はすべて捨象することになる。そのようにして得られた背景知識を K_u で表そう； A_g についても同様に、修整された背景知識を K_g で表す。その上で、 A_u が B_u を、 A_g が B_g を反事実的に伴うかどうか判定する。濃縮ウランの場合、我々が巨大な

濃縮ウラン塊の製造を試みたことがないという証拠を元の背景知識 K から捨象しても、核物理学の確証に寄与した証拠は棄てられずに残る。従って、残った知識 K_u と A_u の連言は核物理学を確証する。ゆえに、 $P(B_u/A_u \& K_u)$ は極めて 1 に近い値を持つ。一方金の場合、我々が巨大な金塊の製造を試みたことがないという証拠を元々の背景知識 K から捨象すると、 A_g にもかかわらず B_g の主観的確率を大きくするような知識は残らないだろう。従って、 $P(B_g/A_g \& K_g)$ は 1 よりずっと低い値を持つ。このようにして、(1) は (3) を支持するが、他方 (2) は (4) を支持しない。以上の議論をまとめると、(3) が支持されて (4) が支持されない違いは、 $\sim A$ が捨象されたときに $A \quad B$ という情報が残るか、それとも一緒に捨象されてしまうかの違いなのである。(もちろん、主観確率を用いる以上は、異なる確率の値を与える人の存在をアприオリには排除できないが、そういう人はそれに応じてこれらの反事実文に異なる真理値を与えるので、ここでの我々の議論には影響しない。)

この観察を補強するためにもう一つ、今度は金について、 $\sim A$ が捨象されながら $A \quad B$ が残る事例を見ておこう。 A を“質量が 100,000,000 キログラムを超える金属塊の写真を我々が撮影する”、 B を“質量が 100,000,000 キログラムを超える金塊は写真に写らない”とする。 $\sim A$ を捨象しても、知識 (2) や、光学や写真術に関する知識は我々の背景知識に残るだろう。残ったこれらの知識から $A \quad B$ が導かれるのは明らかである。そこで $P(B/A \& K) = 1$ 、すなわち $A \quad B$ が成り立つ。これはつまり反事実条件文

- (19) 質量が 100,000,000 キログラムを超える金属塊の写真を我々が撮影しても、質量が 100,000,000 キログラムを超える金塊は写らない。

が支持されるということであり、反事実文に関する我々の直観にかなう。

2.3.2. 法則による反事実文の支持と反事実的テスト

以上では反事実文の真偽がいかに決まるかを見てきた。ここで注意する必要があるのは、自然法則による反事実文の支持という本論の目的に文脈を限定していたことだ。というのも、2.2.1 節末の事例、前件を共有し帰結を異にする (17)、(18) からわかる通り、我々の背景知識のうち

何が固定され何が捨象されるかは、文脈に応じて変わってくるからだ。そこで次に、自然法則による反事実文の支持という発想をもう少し具体的に明らかにしておく必要がある。

反事実文という問題をいったん忘れ、自然法則と Bayes 的主観確率の関係に注目すれば、仮説 H の確証には次のように表現されるテストが用いられる：

$$P(H/E \& K) = P(H/K) \frac{P(E/H \& K)}{P(E/K)}$$

ここで K は背景知識、 E は仮説が予測する実験結果である。 $P(E/H \& K)$ と $P(E/\sim H \& K)$ の差が大きければ大きいほどテストは‘厳し’く、予測通りの結果 E が出たときの H の確証の度合いが大きくなる。過去に関する一般化が偶然적であったか法則的であったかが、このように表現される将来のテストをパスするか否かで決定されることが鍵である。

反事実文の問題に帰り、法則 (1) を H_u で、反事実文 (3) を $A_u \quad B_u$ ($:= P(B_u/A_u \& K_u)$) (1) で表して (1) による (3) の支持を例にとれば、 $P(B_u/H_u \& A_u \& K_u)$ と $P(B_u/\sim H_u \& A_u \& K_u)$ の差は非常に大きい。ところが、(3) を支持していると思われない (2) を H_g で表せば、 $P(B_u/H_g \& A_u \& K_u)$ と $P(B_u/\sim H_g \& A_u \& K_u)$ に差はないだろう。つまり、(1) が (3) を支持しているのは、 $A_u \quad B_u$ が真であることに加えて、(3) を用いて表されるいわば反事実的なテストが (1) のテストになっていることから生じている。前段落の表現と類比的に述べれば、事実に関する一般化が偶然的であるか法則的であるかが、このように表現される反事実的テストをパスするか否かで決定されるのである。(19) は (2) の反事実的テストを提供してはいる、つまり $P(B/H_g \& A \& K')$ と $P(B/\sim H_g \& A \& K')$ に差はあるが、しかし大きくはない；というのも、通常のテストで考えても、ある大きさの金塊が存在しうるかどうかが金属塊の写真をとってまわることでテストするのは厳しいテストではないからだ。一般化が自然法則としてどれだけ基礎的な地位を得られるかは、どれだけ厳しい反事実的テストを多くパスするかによって決まるといってよいだろう。

3. 自然法則の認識論と最善体系説

3.1. 認識論的特徴づけ

偶然の一般化でも反事実文を支持することはよくある。というのも、文脈に応じ、反事実文の条件として偶然に成り立つ事実が固定されることがしばしば起こるからだ。しかし、2.3.2 節で論じたように、自然法則は、反事実的な厳しいテストをなす反事実文を数多く支持することによって偶然の一般化から区別される。2.3.1 節で論じたように、法則が反事実文を支持するには、反事実文の前件の否定を捨象しても条件文を支持する情報が背景知識に残ることが条件であった。すなわち、一般化は、より多くの経験的証拠によって確認されるほど、より多くの様相的含意を持つ。また、経験的証拠が多だけでなく、経験的証拠の範囲が、世界の（あるいはモデルの）中のより大きな部分を覆っていたほうが、より強い確認を得られる。ここから、自然法則が偶然の一般化と違って必然性を持ち予測に用いられるのは、前者を確認する経験的証拠が、後者を確認するものと違って我々の背景知識で大きな地位を占めるからだ、という分析が帰結する。

3.2. 客観的自然法則と主観的自然法則

3.1 節で見たように一般化は、より多くの、またより広範な経験的証拠によって確認されればされるほど、より多くの様相的含意を持つ。最善の体系 T は他の体系 T' より単純であり、 T の公理は T' の公理よりも多くの現象を演繹するために用いられるので、覆う現象も多くなり、従ってより多くの経験的証拠を持つ。

しかし、 A が B を論理的に含意する場合、 A の確率は B の確率よりも低くなる。だから、最善の体系の公理は、多くの現象を覆ってもあまり確認を受けないかもしないように見える。ここで体系の善さのもう1つの基準、体系の強さが効いてくる。最善の体系 T は他の体系 T' より強くなくてはならず、情報量が多いので、 T の公理 A は一般に $P(E/A \ \& \ K)$ と $P(E/\sim A \ \& \ K)$ の差が大きい現象 E を T の公理よりも多く持つ。従って、最善の体系の公理はその他の一般化よりも多くの経験的証拠によって確認される。

このように、3.1 節の認識論的な特徴づけによって自然法則とされる

ものは、1.2、1.3 節で見た最善体系説の客観的自然法則（およびそれに準じるもの）とおおよそ一致するのである。

3.3. 結論

Lewis の最善体系説と van Fraassen の対称性による分析は、客観的な自然法則（あるいはそれに対応する科学の基本原則）の特徴づけとしてはある程度成功しているが、我々が自然法則を用いる際重要になるような種類の必然性を導くには失敗している。しかしこの必然性は、3.1 節までに論じた通り、科学的探究においてある仕方で確認された一般化が持つ様相的含意として Bayes 的、認識論的に導くことができる。しかも、この種の一般化は、最善体系説や対称性による分析が自然法則とするものとおおよそ一致する。従って、本論文の分析は、最善体系説の自然法則が必然性を持ち予測に用いられることを導く分析として働く。自然法則の必然性を最善体系説などの客観説による定義から直接導くことはできなくとも、自然法則と定義されるものの認識論的地位から導くことは可能なのだから、自然法則の概念に一枚岩の説明を与えねばならないという目標にこだわらなければ、既存の分析の弱点を認識論的説明によって補い、よりよい分析を提供することができる。

注

- 1) Ramsey [18]は単純さだけを要請した。
- 2) Lewis は Bode の ‘ 法則 ’ を例に挙げる。
- 3) 物理学の事例を用いて最善体系説と対称性の妥協点を探る試みについては例えば Earman [4]を参照。
- 4) 文脈のシフトが起こらない条件下では、Lewis の意味論でも (9) - (12) が成り立つ。
- 5) Lewis [10]に言わせれば、(17)、(18) は反事実、仮定法条件文の例ではなく、直説法条件文であるということになるかもしれない。しかし、(17)、(18) も含め科学に登場する条件文は一般に、しばしば指摘される通り、省略された条件として補助仮説を持つ。文脈に応じて様々な法則や事実が補助的な条件として固定され条件文の真偽が決まるという側面には、反事実文であろうと上のような ‘ 直説法 ’ の文であろうと変わりはない。反事実条件文と直説法条件文の違いを示す際立った例として Lewis が挙げる ([10], 3) のは Adams [1]による

(i) If Oswald did not kill Kennedy, then someone else did.

(ii) If Oswald had not killed Kennedy, then someone else would have.

という事例だが、これを日本語に訳した

(i') Kennedy を殺したのが Oswald でなかったのなら、他の誰かだ。

(ii') Oswald が Kennedy を殺さなかったとしても、他の誰かが殺したであろう。

が示唆するように、法の違いは文脈を定め、固定すべき条件を指定する役割を果たすのみで、反事実条件文と直説法の条件文は同じ枠組みで扱うことができる、と捉えたほうがよいだろう。

6) [25], 67.

7) $\sim A$ は $A \supset B$ より真に強いので、一般的には $\sim A$ を確認する証拠は $A \supset B$ を確認する証拠よりも少なく、 $\sim A$ の捨象は $A \supset B$ の捨象を含意しない。

参考文献

- [1] Adams, Ernest, 'Subjunctive and Indicative Conditionals,' *Foundations of Language* 6 (1970), 89-94.
- [2] Armstrong, D. M., *Universals and Scientific Realism*, Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- [3] - , *What is a Law of Nature?*, Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- [4] Earman, John, 'Laws, Symmetry, and Symmetry Breaking: Invariance, Conservation Principles, and Objectivity,' presidential address at the Philosophy of Science Association 2002 meeting; available online at <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00000878/>.
- [5] Giere, Ronald, *Science with out Laws*, Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- [6] Halpin, John F., 'Legitimizing Chance: The Best System Approach to Probabilistic Laws in Physical Theory,' *Aust.J. Phil.* 72 (1994), 317-38.
- [7] - , 'Empiricism and Nomic Necessity,' *Noûs* 33 (1999), 630-43.
- [8] Harper, William L.; Robert C. Stalnaker; and Glenn Pearce, eds., *Ifs: Conditionals, Belief, Decision, Chance, and Time*, Dordrecht: D. Reidel, 1981.
- [9] Hitchcock, Christopher, 'Urbach on the Laws of Nature,' *Analysis* 52 (1992), 61-4.
- [10] Lewis, David, *Counterfactuals*, Cambridge: Harvard University Press, 1973, esp. Sec. 3.3 'The Metalinguistic Theory: Laws of Nature.'
- [11] - , 'Probabilities of Conditionals and Conditional Probabilities,' *Phil. Rev.* 85 (1976); reprinted in [8], pp. 129-47.

- [12] – , ‘New Work for a Theory of Universals,’ *Aust. J.Phil.* 61 (1983), 343-77, esp. 367-8.
- [13] – , *On the Plurality of Worlds*, Oxford: B. Blackwell, 1986.
- [14] – , *Philosophical Papers*, vol.II, Oxford: Oxford University Press, 1986, esp. pp. ix-xvi.
- [15] – , ‘Humean Supervenience Debugged,’ *Mind* 103 (1994), 473-90; reprinted in his *Papers in Metaphysics and Epistemology*, Cambridge: Cambridge University Press, 1999, pp. 224-47.
- [16] Mayo, Deborah G., *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- [17] Nozick, Robert, *Invariances: The Structure of the Objective World*, Cambridge: Belknap, 2001.
- [18] Ramsey, F. P., ‘Universals of Law and of Fact,’ 1928; included in [20], A of 7 ‘Law and Causality.’
- [19] – , ‘General Propositions and Causality,’ 1929; included in [20], B of 7 ‘Law and Causality.’
- [20] – , D. H. Mellor, ed., *Philosophical Papers*, Cambridge: Cambridge University Press, 1990; 伊藤邦武, 橋本康二訳 『ラムジー哲学論文集』 勁草書房, 1996.6.
- [21] Stalnaker, Robert C., ‘A Theory of Conditionals,’ in Nicholas Rescher, ed., *Studies in Logical Theory*, Oxford: B. Blackwell, 1968; reprinted in [8], pp. 41-55.
- [22] – and Richmond Thomason, ‘A Semantic Analysis of Conditional Logic,’ *Theoria* 36 (1970), 23-42.
- [23] – ‘Probability and Conditionals,’ *Phil. Sci.* 37 (1970); reprinted in [8], pp.107-28.
- [24] Urbach, Peter, ‘What is A Law of Nature? A Humean Answer,’ *Brit. J. Phil. Sci.* 39 (1988), 193-210.
- [25] – , ‘Reply to Hitchcock,’ *Analysis* 52 (1992), 65-8.
- [26] van Fraassen, Bas C., *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press, 1980.
- [27] – , *Laws and Symmetry*, Oxford: Oxford University Press, 1989.
- [28] Weinberg, Steven, ‘Conceptual Foundations of the Unified Theory of Weak and Electromagnetic Interactions,’ *Rev. Mod. Phys.* 52 (1980), 515-23.
- [29] 伊藤邦武 『人間的な合理性の哲学: パスカルから現代まで』 勁草書房, 1997, 5章「条件文と確率」.

(ピッツバーグ大学哲学学科博士課程)