

[博士学位論文]

科学的知識と実在
～科学的実在論の論争を通して～

名古屋大学大学院文学研究科
人文学専攻哲学講座

野内玲

2012年6月

もくじ

はじめに	1
第1章 科学的实在論	3
1.1 科学的实在論とその背景	3
1.1.1 科学者が直観的に持っている科学観	6
1.1.2 論理実証主義とその没落	8
1.2 科学的实在論	10
1.2.1 科学的实在論の主張	10
1.2.2 科学的实在論の定式化を洗練させる	13
1.2.3 奇跡論法	14
第2章 科学的反实在論	18
2.1 議論の範囲の設定	18
2.2 ファン・フラーセンの構成的経験主義	19
2.2.1 科学理論の意味論的捉え方	19
2.2.2 最善の説明か、経験的に十全な説明か	23
2.2.3 科学の成功は真理を保証するか	27
2.2.4 観察可能と観察不可能の線引き	27
2.2.5 ファン・フラーセンの批判の目的	29
2.3 ラウダンの悲観的帰納法	30
2.3.1 理論の成功と理論語の指示	32
2.3.2 科学理論の連続性	33
2.4 ファインの自然な存在論的態度	34

第3章 科学的事実論からの反論と分割統治戦略.....	37
3.1 科学的事実論の戦略.....	37
3.2 構成的経験主義への反論	38
3.2.1 ファン・フラーセンの二つの議論.....	38
3.2.2 背景知識の認識的特権性	39
3.2.3 観察を超えた先を求めて	40
3.3 分割統治戦略.....	41
第4章 実体事実論.....	44
4.1 カートライトのモデル論と実体事実論.....	44
4.1.1 カートライトの科学理論観	46
4.1.2 説明の似姿解釈、モデル	48
4.1.3 カートライトの立場が科学的事実論の論争に与えるインパクト	50
4.2 カートライトのモデル論の形而上学的背景	53
4.2.1 『物理法則』以降での主張と根源主義批判	53
4.2.2 潜在力と法則論的機構	55
4.2.3 法則ではなく、潜在力が実在する	57
4.2.4 潜在力という形而上学的要素は必要か.....	59
第5章 構造事実論.....	62
5.1 認識的構造事実論	62
5.1.1 認識的構造事実論の歴史的背景	64
5.1.2 科学的事実論の一派としての認識的構造事実論	68
5.2 存在的構造事実論	69
5.2.1 量子的対象の決定不全性問題.....	70

5.2.2	ニューマン問題の回避策としての科学理論の意味論的見解.....	72
5.2.3	存在的構造実在論への批判	77
5.2.4	存在的構造実在論は悲観的帰納法を回避しているか	81
第6章	科学理論の意味論的見解と科学的実在論	84
6.1	サッピの意味論的見解と疑似実在論	84
6.2	ギャリーの構成的実在論	88
6.3	意味論的見解が科学的実在論にもたらす恩恵	92
第7章	準実在論	94
7.1	準実在論	94
7.1.1	実体実在論と構造実在論を結びつける	95
7.1.2	検出性質と補助性質.....	98
7.1.3	準実在論と悲観的帰納法.....	100
7.1.4	準実在論の背後にある形而上学と近似的真理の概念	102
7.2	準実在論以降の展開	104
第8章	科学的実在論をめぐる論争のこれから	106
8.1	これまでの論争における主要な論点とさらなる考察の提案	106
8.2	科学的真理の再考 — 素粒子物理学を事例として —	107
8.2.1	真理の認識的解釈	108
8.2.2	真理の認識的解釈への批判.....	109
8.2.3	情報量としての真理	109
8.2.4	これまでの論争との関連.....	114
8.3	科学的実在論の領域を拡張する — 物理学から地球惑星科学へ —	115
8.3.1	これまでの論争における観察可能の基準についての諸見解	116

8.3.2 歴史科学と実験科学の対比的分析	117
8.3.3 これまでの科学的实在論の論争とターナーの自然な歴史的態度.....	123
8.3.4 ターナーの見解の検討	127
8.4 本論全体のまとめと課題.....	129
付記	132
参考文献.....	133

はじめに

研究背景

科学的实在論と科学的反实在論は、科学の理論的対象（観察不可能な対象）の实在性をめぐって論争を続けており、1970年頃から現在のような形での議論が始まったと見てよいだろう。ここで「現在の形」と言ったのは、その時期に科学的实在論と科学的反实在論の両陣営から中心的な議論が提出されたからである。科学的实在論は奇跡論法という議論を提出した(Putnam 1975)。それによると、科学の成功を単なる偶然もしくは奇跡と考えるよりも、科学理論が实在にしっかりと根をおろし、真理を正しく捉えていると考えるほうが説明として通りがよいのだという。一方で、科学的反实在論からは、ファン・フラッセンの構成的経験主義(van Fraassen 1980)とラリー・ラウダンによる悲観的帰納法という議論(Laudan 1983)が提出された。前者は経験主義の伝統に則り、科学の目的を観察可能な経験的現象の説明までに留める。つまり、説明において理論的対象を用いることはあっても、实在するものとしてそれにコミットする根拠を見いださないのである。また、後者は、科学の歴史的事例をみると説明上は経験的に成功していても後になって間違っていたと判明した失敗例が科学には山積みであることから、理論の説明上の成功とその真理性には結びつきがないことを指摘する。

科学的实在論に好意的に見たとしても、これらの批判は的を得ている。むしろ、的を得過ぎており、科学的实在論は瀕死の状態に陥った。しかしながら、科学的实在論者達は自らの立場を擁護するために、手を変え品を変え、科学的反实在論に立ち向かって行く。現在の形での論争が始まってからすでに30年以上経過しているが、ここ数年でも新たな实在論的立場が提唱されているように、この論争は依然として科学哲学において注目を浴びている。

論争の現状

科学的实在論陣営が自分たちの立場を擁護するために繰り出す多くの反論は、科学的反实在論の牙城を崩すものには至っていない。むしろ、切り崩すものでないからこそ、科学的实在論はさまざまな仕方で立場を表現し直さなければならない状況になっているとも言えよう。というのは、当の論的であるファン・フラッセンの立場も悲観的帰納法の議論も、三十年前の状態と変わらぬ状態で君臨し続けているからである。

さて、その前に少し考えてみたい。この論争はどのようにしたら決着がつくものなのだろうか。観察不可能な实在を目の前に取り出すような（もしくは、取り出せないことを示すような）、直接的な仕方でこの論争の決着をつけるやり方はない。すると、この論争の終着点として、どちらかの陣営が勝利するような解決はそもそも望めないであろう。それならば、科学的实在論は無益な戦いを挑み続けているのだろうかということ、もちろんそうではない。確かに、科学的实在論のもともとの主張は、科学に対する認識論

的には楽観的な立場だと表現されるくらい大まかな主張である(Psillos 1999; Worral 1994)。科学的反実在論者でなくとも、科学的実在論の主張は科学の良いところだけを見ているかもしれないと疑念を抱くであろう。だが、科学的反実在論からの反論に応えるべく、現在では科学的実在論の主張は少しずつ洗練されてきている。この論争の醍醐味は、どの見解が議論の決まり手になるかを判断することではなく、議論の応酬の流れそのものを見極めることにある。特に、その過程において、多くの哲学的、科学的、科学哲学的話題が姿を現したり、背後に退いていくのを確認できる。そうした話題の多様さもあって、この論争は多くの科学哲学者達の興味を惹き付けてやまないのである。

本論の見解

以上のような科学的実在論論争の背景と現状を踏まえ、本論の主要な課題を以下のよう

- ・ 論争の経緯を時系列に沿った形で追っていき、議論の応酬を確認していくこと。
- ・ その議論を通して、科学的実在論の主張が洗練されていき、科学的反実在論との境界がむしろ曖昧になっていくことを確認すること。
- ・ まだ論じられていない論点を再考し、これからの議論の可能性を考察すること。

本論の具体的な構成は以下のようである。1章では科学的実在論の基本的な主張と議論を確認する。ここで、科学的実在論は最善の説明への推論および奇跡論法という議論によって成立している立場であることを理解する。2章ではいくつかある科学的反実在論の立場の内、ファン・フラーセンの構成的経験主義とラウダンの悲観的帰納法に問題を絞り、彼らの主張とその議論を確認する。これら1章と2章の考察が本論全体の論述のベースとなる。また、本論では基本的に科学的実在論を擁護する観点から議論を追っていくこととする。3章では、科学的反実在論への反論の試みを考察し、以降の章での戦略を確認する。ファン・フラーセンの構成的経験主義に対する反論が成功しないことと、彼の意図を考慮し、もっぱらラウダンの悲観的帰納法に抗しようとするような実在論的立場の模索することがその戦略の基本的な方針となる。それを具体的に行うのが4章と5章である。ここでは科学的実在論が提出する対案としての実体実在論と構造実在論について考察する。これらの立場はコミットすべき実在概念を変更することによって、悲観的帰納法に答えようとするが、必ずしもその反論が成功しているとは言えない。6章では、視点をやや変更し、科学理論の意味論的見解から実在論的立場へ向かう流れを考察する。科学理論をどのように捉えるかということは、この論争における話題の一つでもあるため、ここでの考察はそれまでの議論とも共通する。そして、7章では実体実在論と構造実在論の立場を混合した立場である準実在論の主張を確認する。この立場が科学的反実在論からの批判をすべて回避していると言い難いが、本論では実在論陣営のいったんの到達点とみなす。最後に、8章では以上の議論では汲み尽くせなかった、もしくは見落とされていた問題に焦点を当て、この論争のこれからの可能性への提案を行う。

第1章 科学的事実論

本章では、本論の主演であり、全体の議論のベースとなる科学的事実論の基本的な主張について確認する。1.1節では科学哲学における科学的事実論の位置づけとして、その歴史的背景について概観する。以降の章でもしばしばとりあげるように、科学的事実論は今日の科学哲学の基礎を成した論理実証主義の見解に対するアンチテーゼとして登場している。次の1.2節では、科学的事実論がどのような主張を行っているのか、その中身について考察する。本論では、科学理論が実在を正しく捉えているか（すなわち、真理なのか）という認識論的問題がこの論争の中心にあるとみなす。

1.1 科学的事実論とその背景

実在論という話題は、時代や文脈に依存してさまざまな形で哲学者の興味を惹き付けてきた。実在論に関係する主な議論には、普遍者をめぐる唯名論との対立¹、客観的世界の実在性を懐疑するバークリーの観念論²、道徳的判断は客観的に真偽がきまるものなのかという道徳的事実論の議論などがある³。これらの議論のどれもが興味深いものであることは言うまでもない。だが、本論で主題とするのは、1980年代から科学哲学の分野において活発に議論されている科学的事実論をめぐる一連の論争である。

科学的事実論をめぐる論争では、古典的な実在論の論争と若干異なった力点で議論が展開されていることに注目すべきである。古典的な実在論の論争では、何がしかの対象がこの世界に存在するかどうか、または、その対象が存在する場合のそのあり方についての論争が展開されていく。一方、科学的事実論の論争の舞台は、言うまでもなく科学である。そして、科学者がなぜ科学理論を構築するかというと、この世界で生じる様々な自然現象に関して正しい説明や理解を手にしたいからである。まず、実際にこの世界で起きた現象からスタートし、それについての理論を組み上げ、そのようにして構築された理論と現象との関係から理論的对象の実在性を判定する。藪から棒に何らかの存在物の存否を考えることは全くない。つまり、理論的对象の実在性は理論の正しさに付随する形で判定されるのである。そういうわけで、科学的事実論の論争で力点が置かれるのは、理論の正しさとはどういうことなのかという、科学理論の認識論的な本性の分析である。果たして、科学理論はこの世界に関してどれくらいのことを明らかにしているのか。科学理論によってわれわれは世界のことをどれくらい分かったと言ってよいの

¹ 永嶋哲也 (2008) 「十二世紀の哲学」、中川純男編 (2008) 『哲学の歴史 〈第3巻〉 神との対話—中世 信仰と知の調和』所収、中央公論新社、290～342頁

² 一ノ瀬正樹 (2007) 「バークリー」、松永澄夫編 (2007) 『哲学の歴史 〈第6巻〉 知識・経験・啓蒙—18世紀 人間の科学に向かって』所収、中央公論新社、171～208頁

³ 菅豊彦 (2004) 『道徳的事実論の擁護』勁草書房、3～4頁 菅は（素朴な意味での）科学的事実論に代わって道徳的な価値を実在とみなしうような議論を展開している。

か。われわれが手にしている科学理論はこの世界の真なる姿、実在を明らかにしているのか。以下でより詳細に確認するため、ここではあくまで素描としておくが、科学的实在論の論争とはこれらの問いかけに対する答えをめぐる論争だと言えるだろう。

ここで、科学的实在論の議論の詳細に入っていく前に、科学を哲学するということに関して述べておきたい。科学哲学者は科学を科学の外から眺めて考察する（科学の方法論、合理性、目的、ひょっとしたら科学者という人種の生態も含めて）。こうした立ち位置について強い反発を持つ科学者もいるかもしれない。つまり、科学のことは科学の内部で判断すればよく、哲学によって分析されるいわれはない、と。ここで確認しておきたいが、これから分析していく科学的实在論をめぐる議論が、科学の営みに必須な要素でないことは百も承知である。たとえば、以下では科学者がおそらく持っていると思われる素朴な科学観をもとにして科学的实在論の主張を明確にしていくが、そのような科学観を科学者全員が持っているとは一般論として言うつもりはない。实在についてまったく考えたことのない科学者などいくらでもいるだろう。科学をする上で考えるべき重要な要因は他にたくさんある。現象へとどのように切り込むかという着眼点や、研究対象となる現象についてのモデルをうまく構築すること、また、競合する研究集団の動向や彼らとのやりとりから自分たちの研究グループ独自の研究手法を選択することもあるし、研究資金を獲得するために本当の関心をあえてそらして研究費の申請書を書く場合もある。そうした事柄をうまくやりくりできさえすれば、实在とは何かという哲学的問題に立ち入らなくとも、科学は進展していく。科学者にとっては、科学の扱う対象を哲学的に考察するという行為は必須ではない。つまり、科学的实在論の論争とはあくまで哲学の問題設定であり、科学の問題ではないし、科学を実り豊かにするものでもない。ここまでのことは、科学という学問と哲学という学問の目的の違いとして認めておこう。

しかしながら、である。科学者の中にも科学そのものを外から眺めてみたい、もしくは眺めて欲しいと思う人間が含まれているのは確かである。このことは、著名な科学哲学者には科学を実際にやっていた人間が多く含まれるということや、アインシュタインやボーアといった20世紀初頭の大科学者達も当時黎明期だった量子論をめぐる、形而上学的問いを発端とする一連の論争を繰り広げていたという事実からも容易に認められる。また、科学者が科学哲学を必要とするもう一つの理由としては、次のようなことも考えられる。現場の科学者達は、目の前の研究活動に追われ、大局的に科学という営みそのものを眺める余裕がなくなっている。つまり、「木を見て森を見ず」といった状況に陥っているのではないだろうか。研究に行き詰まり、方法論的に悩み、理論モデルのイメージが湧かず、世界観を描けない。そんなときに机から顔を上げ、ふと周りを見渡したら燦然と科学哲学が輝いている。科学哲学が科学者の研究の指針となる。こんな状況が科学哲学者にとっての理想である。科学と科学哲学は相補的な関係にあって欲しいし、あってしかるべきである。たとえば、科学者である武谷三男は科学が哲学を必要とすることを次のように述べている。

科学の大家のうちには、科学を反省して認識論や科学論をものする人もあるけれども、…貧弱な形で固形化するか、または俗流認識論の受売りにすぎないことにおわっている。…そうでなければまた、科学は常にその立体的な構成を全面的に

現しながら進展するのでなく、専門家は時代によりまた扱うテーマにより、科学のなほはだ制限された局面に自己を制限する事ができるので、その面に都合のよい事を、科学全体にそれを敷衍し、あたかも科学全体がそれでよいように考えるのである。

…物理学は現実における失敗と成功により全世界の物理学者により常にそして広汎に鍛えられつづけているのに反し、物理学の解釈は、その物理学者の制約された世界観と論理学に制限され、多くの場合にこれらは何ら現実によって鍛えられておらず、また広汎な普遍的なものとなっていないものであり、哲学者から見てその点はなほはだ幼稚なものである。（武谷 1968, pp. 9-10）

残念ながら、この武谷の言葉の文脈はろくな仕事をしていなかった当時の哲学者達に対する叱咤激励のためのものである。しかしながら、物理学者が哲学者の仕事を待ち望んでいたことは確かであるし、それを聞いて何もしない科学哲学者は科学哲学者ではない。

また、哲学と科学に相補性があると考えられる根拠は、自然科学の起源に基づいている。哲学と科学の起源が密接なつながりを持っていることを今さら声高に述べる必要はないだろう。古代ギリシアにおいて、哲学者は同時に自然科学者でもあり、自然とは何か、われわれは自然について何を知りうるのか、といった問いかけに基づいて哲学的探求を行っていた。自然についての形而上学的探求が科学の始まりだったのである。それから時代が下っていくにつれ、次第に思弁的な世界探求（哲学）と実践的な世界探求（科学）の分業が行われていったのだが、両者の問題関心が離れていったようには思えない。どちらもわれわれ人間がこの世界というものを、それから、人間と世界との関係を理解しようとする知的営みだからである。前者は形而上学にあたり、後者は認識論にあたる。科学と哲学の間には本質的な溝などは存在しないのである。

しかしながら、理解しようとする事柄の問題設定に関しては、哲学と科学の間にはどうしても違いが発生してしまう。科学の営みそのものに目をやると、現在の科学は高度に細分化されており、包括的に自然探求を行っている分野はないと言ってもよいだろう。理工学を代表とする自然科学の分野では、大学や研究所にある研究室単位ごとにまったく別の研究を行っている。とはいえ、科学の現場での共通了解として、科学者は外的世界の客観的現象を解明しようとしている、ということは認めてもよいだろう。もしわれわれが見ているときにしか世界が存在していないのだったら、もしくは世界は各個人の主観が作り上げた観念の産物なのであったら、科学者達はそれぞれまったく異なる世界を相手にしていることになる。それなのに、共同体としての科学者達の活動が成立しているのはなぜか。事実として、科学者達は現に過去に行われた研究のデータを参照しているし、別の研究グループの実験結果に基づいて新たな探求を行っている。つまり、科学の現場は主観的に形作られた世界を相手にしているのではない。われわれの認識と独立に外的な世界が存在していることは、少なくとも科学の営みという現場においては認めても構わないだろう。したがって、パークリーが考えてきたような、われわれと独立な外的世界の認識に関する懐疑論的問題は、科学の現場では影を潜めているのである。

1.1.1 科学者が直観的に持っている科学観

さて、本論の主題である科学的实在論の論争を検討するにあたり、上述した哲学と科学の問題設定の違いを埋めることが先決である。科学哲学者が科学を考察する際に重要だと思われるのは、科学者が科学的営みを行う際におそらく無反省的に持っている直観の分析ではないだろうか。先述したように、科学者は主観的な世界を相手にしているのではない。これをある種のテーゼとして書いてみよう。

(1) 科学者の直観的な科学観：

われわれは同じ一つの世界に関する科学的探究を行っている。

ところが、科学の研究対象が外的な世界であると認めたとしても、科学理論と世界の関係については認識論的な問題がある。たとえば、ある研究者が新しい発見をし、それを論文で発表をしたとする。他の研究者達はこぞってその新発見を追試するであろう。その論文の内容が捏造でない限り、たいていは同じ結果にたどり着くはずである⁴。そうして、その新発見は客観的なものとして認められていくようになり、さらなる研究の基盤になっていく。こうした帰結が積み重なって科学理論というものが形作られていくわけだが、その科学理論は世界をどの程度の正しさに記述しているのだろうか。科学理論が世界をありのままに描いていると思う人もいれば、世界のある側面だけを捉えたものでしかないと言う人もいるだろう。また、仮に科学理論が世界のある側面だけを捉えていると考えるにしても、その側面が積み重なればいつか総体としての世界全体が描けると考える科学者もいれば、人間には認知的・認識論的限界があるため、われわれはいかなる意味においても世界を部分的にしか理解できないと考える科学者もいるだろう。人間が科学を用いて達することのできる世界認識の極限については異論がある。

この点において、科学的知識の身分についてもある種のテーゼを見出すことができる。これらの科学的知識観は、科学的知識の累積性・連続性に関する主張である。

(2-a) 科学者の直観的な科学観：世界には限界がある。それゆえ、われわれはいつかその真なる姿を明らかにすることができる。

(2-b) 科学者の直観的な科学観：世界には限界がある。しかしながら、われわれはいつ真なる姿に達したかどうかを言うことはできない。

一方で、こうした極限の問題を差し置けば、科学者達はこの世界を形作っている法則には何らかの恒常性があることを共通見解として持っているように思われる。例として、次のことを考えてみよう。この世界にはさまざまな物理量に関する保存則として、エネルギー保存則、運動量保存則、レプトン数保存則などがある。科学者達は、これらの保存則が宇宙開闢の瞬間からこの世界を支配しており、それによりこの世界は秩序だった仕方を今も維持し続けていると考えている。そうでなければ、現在さまざまな仕

⁴ もちろん、実験の規模や資金の問題で、現代の物理実験は追試が難しい場合が多い。

方で行われている素粒子実験で宇宙の起源を解明しようという目論見は意味をなさない。その目論見は、宇宙開闢時と現在とで同じ法則がこの宇宙を支配しているという暗黙の前提に基づいているからである。別の具体例として、生物学の年代測定法を考えてみてもよい。生物学者は地面から発掘した化石がいつの時代のものなのかを推定するために、化石に含まれている元素の放射性崩壊率を利用している。最も基本的なものは炭素を用いた年代測定法である。もし生物学者が、数万年前と現在とで原子を支配する仕組みが同じだという考えを持っていないとしたら、年代測定法によって算出された結果は何の意味も持たなくなってしまうだろう。もっと極端な話をすれば、このような自然法則の恒常性を認めないとしたら、科学者は自分自身が行った三年前の実験結果ですら疑いの目を持って接してしまうかもしれない。しかし、そのような馬鹿げたことをする科学者はいないであろう。科学者達は、この世界の青写真として自然法則があることとその恒常性を、科学の営みを続けるという観点においては疑わないのである。

さて、論点を先取りしておく、以上のように科学者達が無反省的に受け入れている（と思われる）直観的な科学観をテーゼとして示したのは、後で科学的实在論の主張を紹介するための予備的な手続きである。これらの科学観と以降で論じる科学的实在論と反实在論の関係を簡単に述べておく。まず、(1)の科学観については科学的实在論と反实在論で相違がなく、(2-a)と(2-b)について見解が分かれている。それから、(2-a)に肯定的な態度を示すのが科学的实在論であり、(2-b)に肯定的な態度を示すのが科学的反实在論だと言えることができるだろう。ここで述べたかった要点は、科学の営み自体は客観的であり、その産物は公共的にアクセスでき、ある特定の科学者一個人だけが持っているような主観的な要素は入り込まないということである。科学の現場で観念論的な問題意識を持つことはもちろん可能であるが、それは科学の扱う問いではない。それは哲学の扱う問いである。そして、科学的实在論の論争では、そうした哲学的問いと、科学の現場で疑問視されていない事柄とが結合された形で論じられることになる。科学者達は自分たちの科学観を言語化して定式化することは行っていないように思われるが、その理由はその行為が科学の営みの範疇に入るものではないからである。科学者達の持っている科学観に即して科学の営みや科学の目的、科学の研究対象について考察を加えることが科学哲学の仕事に他ならない。

ここで、本論では議論を限定するために、社会構成主義 (social constructivism) 的な科学的反实在論と科学的实在論の対立に関しては言及しないことを明言しておく。社会構成主義は、科学的知識は社会的に構成されるものであり、外的な实在そのものを描いていてのではないという立場である⁵。どんな理論を受け入れるか、どのような手続きによって研究を進めるか。そういった部分には、科学者集団やさらに広く社会一般のバイアスがかかる。ここでのバイアスとは、たとえば国や企業から下りてくる研究費といった経済的な要因や、ある分野での革新が他の分野を牽引するといった分野横断的な相互フィードバック、近年ではエコロジーの推進といった国家の政策などである。そういったバイアスが科学の進歩に肯定的にも否定的にも関わってくることは避けられない。そ

⁵ 社会構成主義の代表的な論者としては、ブルーノ・ラトゥールやステイーヴ・ウルガーがいる。ブルーノ・ラトゥール著 (1999) 『科学が作られているとき—人類学的考察—』 (川崎勝・高田紀代志共訳、産業図書) を参照。また、金森修 (2000) 「社会構成主義の興隆と停滞」 (『サイエンス・ウォーズ』所収) 東京大学出版会も参照のこと。

して、科学的探究の目的や手段の選定に何らかの外的バイアスがかかるのなら、探求の結果として描かれる世界像にも影響が出るであろう。したがって、世界についてわれわれが持っている知識が、所与としてそこにある世界を文字通りに描いたものであるとは言い切れないのである。こうした社会構成主義では、先に挙げた直観的な科学観のテーゼはいずれも否定される。すなわち、科学的知識は社会的なバイアスを受けるために客観的な真理にはなりえず、科学者が結果として描く世界像は社会による構成物でしかないのだという。

確かに、上述した科学外の要因が科学内に影響することは否定しようがない。しかしながら、科学の産物やその方法論をそのような要因から切り離して論じることが可能である。たとえば、現代の素粒子研究は国家規模のプロジェクトであるが、科学者はプロジェクトの背景には言及せずに、素粒子の理論が正しいとか、素粒子について何が分かったのかといったことを論じている。そのため、本論では社会構成主義の関心とは異なり、科学的探求が世界の真の姿を捉えるのかというむしろ素朴な問題意識を主題とする。

上述した科学者の素朴な世界観のテーゼの背景には様々な要素が盛り込まれているが、それらについて両極端な立場を採用するのが科学的实在論と科学的反实在論である。科学的实在論の主張には、世界が科学理論に現れるような姿をしているという形而上学的な側面と、そうした科学理論は世界について真であるという認識論的な側面がある。代表的な科学的反实在論の立場では、科学理論を額面通りに受け取りはするが、そこに真理性を見い出す必要はないと考え、科学理論についてのある種の懐疑論・不可知論をとる。科学はわれわれが手にすることのできる経験以上の何かを与えはしないというのである。これは人間の経験というものに重きを置いた立場だと言えるだろう（詳細は2章にて）。とはいえ、これらは大雑把な紹介に過ぎない。科学的实在論・反实在論と言っても細かく分類すると多くの立場があるし、論争を通してさまざまな亜種が登場していく。ここではまず科学的实在論という立場の歴史的な登場背景を確認していく過程で、その主張を肉付けしていく。

1.1.2 論理実証主義とその没落

科学的实在論は、20世紀の初頭に起きた科学に対する反实在論的ないしは経験主義的風潮へと反旗を翻す形で登場する。論理実証主義は、次のようなプロジェクトを掲げていた（内井 1995, p. 132, pp. 223-224; 戸田山 2005, pp. 59-66, pp. 216-219）。

- 理論から観察への還元：科学理論に含まれる理論的語彙や言明を、観察によって直接に形作られる観察的語彙や言明へと翻訳的に還元する。ここでの理論的語彙とは、電子やクォークといったわれわれの眼では見ることのできないものであり、観察的語彙とは、温度計の目盛りやオシロスコープの波形などわれわれの目で直接に観察できるものである。つまり、われわれに直接的な経験として与えられるものだけを知識の基盤とする。

- 科学的言明の検証主義：理論的命題はそれを翻訳的に還元した具体的な観察命題を通して検証することができなければならない。科学理論は直接に検証されるのではなく、観察というわれわれの行為が検証される。
- 科学理論の統語論的見解(syntactic view)：科学理論をある種の公理系とみなす。理論は公理としての自然法則文と、理論的語彙を含んだ理論文を経験的に翻訳した観察文によって形作られる。公理の帰結として導かれる科学的予言は、ベースになる観察文と自然法則文から演繹的に導かれる⁶。このような論理実証主義的プロジェクトにおいては、理論と観察の区別が明確な仕方で付けられる必要がある。つまり、科学的実践としての観察と、科学的実践の産物としての理論の区別である。

しかしながら、論理実証主義が採用する観察と理論の区別は次第に受け入れられないものだと考えられるようになっていく。その問題点は多くあるが、ここでは観察の理論負荷性の問題(Hanson 1958)を簡単に取り挙げることにする。たとえば、粒子加速器を用いて素粒子の崩壊過程を観察する場合、それを観測するための検出器は素粒子物理学や量子力学の理論を踏まえてデザインされる（もちろん、それ以外の化学・電磁気学・物理学の理論も関係している）。粒子加速器を走らせた結果として検出器に何らかの結果が生じたとしても、その結果を理論に照らして解釈しなければ、しかじかの粒子が検出されたと判断することはできない。素人には何の変哲もない筋に見えるものが、物理学等の背景知識を持った専門家にとっては素粒子の飛跡に見えることになる。このように、素人と専門家とでは同じ観察経験を行っても、そこから理解する事柄には違いが発生する。つまり、観察という行為を理論から完全に独立なものとみなすことができないのである。

論理実証主義は別名、論理経験主義とも呼ばれることから分かるように、経験主義を推し進め、観察という人間の行為を超えた実在を否定しようとする立場である。科学的言明に関する意味の検証主義がそのことを顕著に表しているだろう。したがって、論理実証主義は科学的反実在論の立場に分類される⁷。

論理実証主義から派生した操作主義と道具主義という二つの立場にも言及しておこう。以下で述べるように、これらの立場もまた科学理論がこの世界の实在について言及しているとも、科学理論が世界についての真理を述べているとも考えないので、科学的反実在論の一派である。

操作主義はブリッジマンが提唱した立場である(Bridgeman 1927)。彼は、操作という方法が質量や長さといった科学における基本的な概念の定義を決定すると主張した。たとえば、通常の物体の寸法は定規等によって、惑星間の距離は光によって測られる。つまり、長さという概念は、そのような一群の測定操作によって定義づけられるのである。

⁶ この科学理論観が、科学理論の統語論的見解と呼ばれる所以は、観察文と自然法則文との論理的な関係だけによって予言が導けると考えているためである。また、この科学理論観はかつて一世を風靡し、多くの科学哲学者達がそれに賛同した。そのため、この見解はしばしば、科学理論についての受け入れられた見解(received view of scientific theory)と称されることもある。

⁷ 科学的実在論の論争において、この論理実証主義の流れを受け継いでいるのがファン・フラーセンの構成的経験主義である。この立場については2章で紹介する。

また、既存の操作によって測ることのできない対象が登場した場合は、その対象についての新たな操作方法を付け加えた一群の操作が新たな長さの定義となる。ここで、ブリッジマンはある操作が理論的概念に一意に対応するという理想的設定をしている。しかしながら、現実の操作という概念はもっと不規則で曖昧である。ブリッジマン自身、概念の意味はその操作である、という定義が必要以上のことを述べたものであることを後に認めている(Bridgeman 1938, p. 117)。彼がどのようにして操作主義を修正していくかは本論の主題ではないので置いておく。ここで述べたいのは、操作主義は科学の言明や概念の意味を実在との対応によって考えようとする方針を採らないということである。

一方で、道具主義では、科学的概念や理論はそれらがいかに精密で無矛盾であっても仮説とみなすべきだと考える(内井 1995, pp. 134-141)。科学的概念や理論はあくまで、ある現象の記述から別の現象を記述するための道具にすぎない。日常的・一般的意味でのすべての道具と同様、それらの価値はその概念の中にはなく、その概念を使用した結果として表れる有効性の中にあるのだという。たとえば、ある科学理論が未知の現象を予測していたり、既存の現象の説明をしていたとしよう。この場合、道具主義ではその現象を予測・説明するのに役立つものでありさえすれば、当該理論が真であろうが偽であろうがどちらでも構わないというのである。つまり、道具主義において科学の進歩は、実在を正しく記述できるかどうかではなく、理論の道具としての有効性や単純性によって判定されることになる。この立場では、科学の営みの記述、科学の営みの解釈というどちらの面からも、実在という形而上学的要素を排除しているため、科学的反実在論に括られることになる。

1.2 科学的実在論

科学的実在論は、前節にて確認した論理実証主義から始まった科学についての経験主義的・実証主義の流れに反発する形で登場する。科学的実在論という立場の創始者とも呼べる代表的な提唱者としては、ギルバート・ハーマン、J. J. C. スマート、初期のパトナムやボイドらを挙げることができる。各人の功績に言及すると、ハーマンとスマートは科学的実在論者が拠り所とするある種の帰納的推論、最善の説明への推論(*inference to the best explanation: IBE*)を論じた。また、近年の論争で取り上げられる科学的実在論側の議論の典拠は、このIBEを利用した奇跡論法(*miracle argument*)であり、パトナムとボイドらに源流がある。以下では科学的実在論という立場の中心的な主張を定式化し、それから奇跡論法の中身を考察する。

1.2.1 科学的実在論の主張

科学的実在論の基本的な主張はパトナムとボイドによる記述にみることができる。

(ある一定の理論あるいは話題に関する) 実在論者は次のように考える。その理論

に属するすべての文が真または偽であり、それらを真または偽とするものは何か外的なものである。すなわち、それは（一般に）われわれの、現実のあるいは可能な感覚与件でもなく、われわれの心あるいは言語の構造等々でもない。(Putnam 1975, p. 69f)

パトナムによると、科学理論に現れる言明を真にするもの(truth-maker)は、人間の内観に依存しない独立な外的世界にあるものだという。つまり、科学的事実論は科学理論の言明について対応説としての真理を採用しているのである。パトナムは後に自身の見解を変更するが、このタイプの科学的事実論は形而上学的事実論と呼ばれることもある。ボイドはこの路線を引継ぎ、パトナムよりも幾分か詳しく科学的事実論のテーゼを定式化している(Boyd 1984, pp. 41-42)。

(T₁)：科学理論の理論的術語は、一般的に指示表現とみなされるべきである。つまり、科学理論は「事実論的に」解釈されるべきである。

(T₂)：科学理論は、通常の方法論的基準で解釈された科学的証拠によって近似的に真であると確証される。

(T₃)：成熟した科学の歴史的発展は概して、観察可能・観察不可能な現象に関する真理への、より正確な近似となっている。先行する理論の知識に基づいて後続の理論は構築される。

(T₄)：科学理論が記述する実在は概してわれわれの思考や理論的コミットメントと独立である。

これらのテーゼをそれぞれ説明しておこう。まず、(T₁)では、科学理論の理論的言明に対応する対象物が世界に実在することを主張する。科学に特有の理論的对象、たとえば電子に関する言明があった場合、その言明に登場する電子という語に対応する何らかの対象は実際に世界に存在する。ここで、科学理論に含まれる対象として二つのものが考えられる。一つはわれわれが実際に観察・経験できる対象である、もう一つはわれわれが実際に経験することはできないが、理論上は存在すると考えられる対象である。後者には実験器具を通してのみ測定・検出できる現象に関係する理論的对象も含まれる。科学理論はこれらどちらの対象に関する言明も記述する。前者については科学的事実論と反事実論との間で相違がないため、後者について例を挙げて考えてみよう。物体同士の衝突の前後で運動エネルギーが保存されるという言明がある。われわれが実際に観察できるのは、二つの物体が弾き合い、それぞれが反対方向に飛んでいくという力学的な現象である。この現象をつぶさに眺めても、エネルギーというものが物体に内在していること、ましてやエネルギーが保存されるなどということは観察しようがない。にもかかわらず、科学的事実論者は物体という語が指す事物も、エネルギーという理論語が指す何らかのものも、世界に実在すると考えている。対比として論理実証主義のことを振り返ってみると、彼らは理論的言明を観察可能な言明へと還元しようとしていたのだから

ら、理論語が指すものが世界にあるとまでは主張していなかった。その一方で、科学的实在論者は観察的語彙と理論的語彙の間に違いを設けず、科学理論に含まれる語彙としてどちらに対しても平等な扱いをしているとみなせる。理論と観察に区別をつけることができない根拠として、G.マクスウェルは直接的な観察とそれに基づいた推論との連続性を挙げている。

真空を通してみることから始まって、窓ガラスを通してみること、眼鏡を通して見ること、双眼鏡を通して見ること、低倍率顕微鏡を通して見ること、高倍率顕微鏡を通して見ること等々といったことを、この順序で含む連続的な系列が原理上ある。このことからの重要な帰結は、これまでのところ観察と理論との間に恣意的でない境界線を引くことを可能にする基準は与えられていないということである。

(Maxwell, G. 1962, p. 7)

こうした観察の連続性の主張によって科学的实在論者が述べたいのは、マクロな対象とミクロな対象どちらに関しても同じ存在論・認識論的態度を取れ、ということである。

次に、テーゼ(T₂)を考えてみよう。このテーゼの主張するところによると、科学理論を真にするものは実際の科学的実践によって得られる結果である。「通常の」という但し書きが付いているが、それは科学者共同体の中で当たり前に用いられている実験手続きのことである。たとえば、光電効果によって金属板から電子が飛び出し、スクリーン上に輝点が現れたとする。科学者達はこの現象を「電子がスクリーンに着いた」ことだと判断する。光電効果の理論には光、エネルギーといった事柄に関する理解が含まれているが、そのような理論は、実際に科学者達が行う方法論的手続きに照らし合わせて、その正しさが判断されるのである。

テーゼ(T₃)では、科学における知識の連続性が主張される。科学の営みは今この瞬間にも進行している。そうやって得られた科学的知識によって、われわれはこの世界についての知識を徐々に増加させている。また、その蓄積過程はあたかも積み木を積み上げていくかのようにも見える。つまり、すでに真だと認められている理論は後続の理論を構築するための土台となり、その後続の理論は次の理論の土台になっていく仕方で真理が保存されていくのである。この真理の保存主義的見解は、科学における理論変化に関する理解でもある。科学は累積的な進歩を続けるという見解は、クーンの科学革命のような断続的でラディカルな理論変化という考え方を否定する。

次に、(T₄)についてである。このテーゼは、科学理論が記述するところの世界が、われわれの認識能力とは独立に存在するという存在論的なテーゼである。伝統的な实在論論争とは異なり、科学的实在論の論争においては、外的な世界の存在は所与として認める反实在論的立場もある。そのため、伝統的な反实在論としての懐疑論や観念論と比較すると、科学的反实在論は広い意味では实在論に分類される場合もある⁸。特に、本論を通して一貫して問題にしたいのは、現象の背後にある観察不可能な領域に関して科学理論がどれだけ真理性を保ちうるかという点である。したがって、科学的实在論と反实在論との間での相違は(T₄)ではなく、(T₁)から(T₃)にある。言い換えると、科学的实在論

⁸ 科学的反实在論の立場の区分けに関しては、2章冒頭の表が参考になるだろう。

をめぐる論争は、伝統的な意味での实在論の立場を採った上で、科学理論が世界の真理を描けているか否かを問題にしているのである。ここで両陣営が主に事例として用いているのは、物理学における電子やクォークなど、ミクロな理論的对象である。科学的实在論者は、科学理論が観察不可能な対象についても真なる知識を与えてくれると信じているが、科学的反实在論者はそうではない。結局、科学的反实在論が科学的实在論へと向ける批判は、外的世界の存在論についての不一致ではなく、認識論についての不一致に依拠するのである⁹。

先述した科学者が持っていると思われる素朴な科学観と、以上の(T₁)から(T₄)とを関連させて理解してみよう。素朴な科学観(1)は、科学的实在論のテーゼでは(T₁)と(T₄)にあたる。科学が客観的な世界に関する探究を行うということは、すなわち人間の主観的な認識とは独立な世界の存在を認めるということである。ただし、次章の冒頭でも確認するように、ファン・フラーセンの構成的経験主義（科学的反实在論）もまた(T₄)を受け入れており、世界が人間と独立に存在しているかどうかがこの論争の文脈で問題とされることはない。次に、素朴な科学観(2-a)と(2-b)は、テーゼ(T₂)と(T₃)に関連している。テーゼ(T₂)と(T₃)はまさしく(2-a)を肯定する。一方で、(2-b)は(T₂)と(T₃)を全面的に肯定しているとは言えない。その意味で、(2-b)は科学的反实在論の主張に結びつくことになる。理論的言明とその真理という認識論的な要素が加わることで、素朴な科学観は哲学的テーゼになったとみなせる。先にも述べたが、理論語とその指示という構図からも明らかな通り、ボイドの考える科学的实在論は対応説としての真理を考えている。科学的实在論は科学理論の言明を額面どおりに受け取り、その言明が真であると信じる根拠があるとする。それはすなわち、理論的对象の实在性を認めるということである。

1.2.2 科学的实在論の定式化を洗練させる

ボイドは科学的实在論の主張を以上のように四つのテーゼに分けているが、これが科学的实在論の唯一の定式化ではなく、その後の論争を通じて明確になった事柄もある。たとえば、近年ではシロスが次のような三つのテーゼで科学的实在論を定式化している。それは、(1)形而上学的テーゼ、(2)意味論的テーゼ、(3)認識的テーゼである(Psillos 1999, xix)。

(1) 形而上学的テーゼ：世界は確固とした、心と独立した自然種構造をしている。

(2) 意味論的テーゼ：科学理論を額面どおり受け取る。科学理論を、それが意図した領域、つまり観察可能なものと観察不可能なものの双方についての真理条件的な記述としてみる。よって、科学理論は真か偽であることができる。理論的主張は観察可能なものの振る舞いについての主張に還元することはできないし、観察可能なもの

⁹ この定式化はパピノーの分類によるものだが(Papineau 1996, p. 5)、争点がこのような認識論的な問題にあるかについては異論があるかもしれない。この論争において存在論の問題と認識論の問題とが同時に論じられる場合もある。

の間の結びつきを確立するための単なる道具的な装置でもない。理論において特徴的な理論的語彙は、事実的な指示対象をもつとみなされている。したがって、もし科学理論が真ならば、それらが指定する観察不可能な実体は世界に居住している。

- (3) 認識的テーゼ：予言が成功するとみなされる成熟した科学理論はしっかりと裏づけがなされており、世界について近似的に真だとみなす。よって、理論によって指定された実体および、どんな程度にせよ、そのように指定されたものに非常によく類似した実体は世界に居住している。

シロスとボイドの定式化が本質を同じくしていることは言うまでもないだろう。ただ、シロスのテーゼのうち、(2)の意味論的テーゼは注目に値する。われわれは科学理論の真偽を経験的事実から判断する。それゆえ、科学理論はこの世界と意味論的な関係を担っているわけであるが、そもそも科学理論が世界の現象と対応するとはどういうことなのであろう。この疑問に答えるためには、科学理論の本性についての考察が必要となる。ただ、この問題自体はもともと科学的实在論の論争とは独立した、科学哲学全体にかかわる問題である。逆に、この論点に基づいて科学的实在論および反实在論の立場を打ち出すことも可能である。つまり、科学理論の本性についての考察という別の文脈からも科学的实在論と反实在論の間の緊張関係を描くことができるのである（これは後の6章で考えて行く）。シロスが以上のように科学理論の意味論的側面をテーゼに組み込んでいるのは、そのような背景があるからでもある。

本論の全体的な構成と関連するため、シロスとボイドの定式化の違いについてももう少し言及しておこう。シロスとボイドの定式化の間には時間にして15年ほどの開きがあるが、シロスは科学的实在論を本来の姿のまま擁護しようとする路線を推し進める（3章にて考察する）。「本来のまま」という但し書きをつけたのは、科学的实在論陣営はさまざまな亜種となる立場を打ち出すことで、科学的反实在論の批判をかわそうとしているからである。本論の主眼はそうした諸立場にあり、それらについては4章以降で順に考察していく。

1.2.3 奇跡論法

科学的实在論は以上のようなテーゼを表明するわけだが、ただやみくもに主張を振りかざしているわけではない。彼らは自分たちの主張をどのようにして正当化するのであろうか。ここで鍵となる概念が最善の説明への推論(IBE)である。この推論では、得られた証拠の正しさを最も善く説明する仮説を、真なる仮説として受け入れる¹⁰。ハーマンによる最善の説明への推論を単純化すると以下ようになる(Harman 1965)。

¹⁰この推論枠組み自体はアリストテレスの論理学にもあるので、何も科学的实在論に特有の推論手法というわけではない。山本光雄等訳(1971)『アリストテレス全集1』（岩波書店）所収『分析論前書』第二巻二十五章（412～422頁）を参照のこと。ただし、井上忠は「還元（帰着）法」と訳している。

われわれはいま証拠Eを持っていて、いくつかの仮説、例えば H_1 と H_2 を考察していると
する。その場合、この推論規則に基づけば、もし H_1 が H_2 に比べてEのよりよい
説明であるならば、そしてそのときに限り、われわれは H_2 よりもむしろ H_1 を推論す
べきである。

ここで、科学的实在論者はみずからの立場を擁護するためにこのIBEを行っていると思
えることができる¹¹。それが有名な奇跡論法である。

科学的实在論者は、IBEを用いて二つの事柄を主張している。一つ目は、科学的实在
論の立場そのものを擁護するためのIBEである。まず大前提として認められることは、
われわれが現実生活のさまざまな局面で用いているように、科学は実際に成功している¹²。
そのように科学が成功しているのはなぜだろうか。それは科学理論が真だからである。
科学理論を真だと認めないのであれば、われわれの生活の中で科学がこんなにも成
功しているのは、奇跡としか言いようがなくなってしまう。だが、科学は奇跡などでは
ない。つまり、科学を奇跡だと思わないのであれば、それは科学理論を額面どおりに真
だと認めることであり、科学的实在論を認めるということなのである。以上の議論が一
般に奇跡論法と呼ばれる典拠は、パトナムの以下の記述である。

实在論を擁護する積極的な論証は、それが科学の成功を奇跡にしてしまわない唯
一の哲学だということである。成熟した科学理論の用語は、概して指示対象をも
ち…、成熟した科学において受け入れられている諸理論は概して近似的に真であ
り、同一の用語は異なる理論の中に現れても同一のものを指示しうる。科学的実
在論者はこれらの言明を、必然的真理としてではなく、科学の成功についての唯
一の科学的な説明の一部とみなす…。(Putnam 1975, p.73)

この奇跡論法は、IBEに基づくものである。科学は現に成功している。これが結果であ
り、それを最も善く説明することができるのは、科学的实在論のように科学理論が真理
を捉えているとみなす立場だけである、と。科学の成功についての最善の説明仮説とし
て科学的实在論がある。この奇跡論法は科学的实在論がその立場を擁護する代表的な戦
略となっている¹³。

科学的实在論者は別の仕方でもIBEを用いている。それは観察不可能な理論的对象の

¹¹ 時折、混同されることがあるが、最善の説明への推論とアブダクションは異なるものと理解すべきだろう（少
なくとも、パースの考えていた意味でのアブダクションと比べて、である）。事実、ハーマンは単なる帰納とも
アブダクションとも違うものとして最善の説明への推論を考えている。アブダクションとは、ある現象に対して
どのような理論が考えられるかという発見法的な推論である。一方で、最善の説明への推論とは、すでに掲げら
れた複数の理論の内からどれを採用するかという理論選択にまつわる推論である(Minnameier 2004)。

¹² この成功という概念は曖昧である。電化製品やさまざまな乗り物を使えているといった日常的な意味もある
し、物理などで理論上想定されることが実際に起きたという学術的な意味もある。さしあたり、科学の研究
は、実際に何かをもたらしている、うまくいっている、というような概念として理解しておく。

¹³ 奇跡論法は、英語だとmiracle argumentともno-miracle argumentとも書かれることがある。パトナムの記述を単
純に書けば「科学の成功は奇跡ではない」ということなので、無奇跡論法と訳するのが正確ではある。ただ、日
本では定訳になりつつあるという事情から、本論でも奇跡論法と訳す。

実在性を導き出すIBEである。科学では理論的対象の措定によって、まったく未知の現象の予測に成功することもある。有名な例で言えば、アインシュタインの一般相対性理論による空間の歪みの予言がそうだろう¹⁴。そうした新奇な予言の成功は、偶然ではなく、理論が観察不可能な対象も含めて実在を正しく捉えていたからだと考えるほうが説明がつくのではないだろうか。さらに、まったく異なる現象だと思われていたが、実は同じ一つの理論によって理解できる場合もある。この統合の例としては、気体を分子運動論で説明し、化学反応を原子論で説明するようなことがあるだろう。これらの例が示すように、われわれは予言や統合などさまざまな仕方で説明に成功していることを理由にして、何らかの理論を受け入れる。これを言い換えると、われわれは競合理論の中からその理論を選び出すための善い理由を持っているということでもある。ここで、もしその理論が観察不可能な対象物や現象を指示していて、その理論の真理をわれわれが受け入れるのだとしたら、われわれはその理論における対象や現象の実在性を受け入れなければならない。つまり、理論の受容は、理論の内容の受容を含意するということである。

以上のように、科学的实在論は二つのIBEでその主張を正当化する。科学的实在論の立場そのものについてのIBE（これをグローバルなIBEとする）と、理論的対象の実在性についてのIBE（これをローカルなIBEとする）である。こうした区別は、言葉の使い方こそ同じでないものの(Psillos 1999)にもみられる¹⁵。

最後に、科学的实在論の論争について本論全体が問題とすることをあらためて述べておく。本論では、科学的知識のあり方をめぐるものとして科学的实在論の論争を捉えている。より詳しく述べると、現象の背後に実在があるのかといった存在論的議論ではなく、実在なるものがあるとして、われわれ（もしくは科学理論）はそれを知りうるのか、知りうるとしたらどのような理由によってそれを正当化できるかという認識論的議論に焦点をあてるのである。科学的实在論の論争が認識論的な論争であるという設定自体は珍しいものではない。例として、チャクラバティの記述を引用してみる。

实在論とは、われわれの最善の科学理論が世界の観察可能な部分と観察不可能な部分の双方を正確に記述しているという見解である。…哲学者達はこの見解が科学的知識の妥当な解釈を与えるかどうかについて悩んでいるのであり、それは当然である。(Chakravartty 2007, p. xi)

多くの哲学的文脈において、認識的考察を形而上学的考察と切り分けるのは困難であり、このことは科学的实在論のより広い文脈においてもまさしくあてはまる。…この文脈とは科学的知識の解釈に関するテーゼないしスタンスである。

(Chakravartty 2007, p. 183)

存在論的問題と認識論的問題を明確に線引きすることができないことは言うまでもな

¹⁴ これはいわゆる重力レンズという現象のことである。この現象は、アインシュタインの発表の後、エディントンが皆既日食時に撮影した写真で星の位置がわずかにずれていることから経験的に確かめられた。

¹⁵ ローカル・グローバルの区別は、(Ladyman 2002)にならった。一方で、シロスはこちらを一階(first order)・二階(second order)として区別している。

い。むしろ、これらは一方が他方の基盤となることはなく、鶏と卵のように、双方が互いを理由付けするような問題ではないだろうか。したがって、本論の射程とするのは、科学的实在論の論争における認識論的議論だが、完全に存在論的議論を切り離すわけではないことを断っておく。

では、1章の内容を簡単に振り返っておこう。本章では科学的实在論の基本的な主張を確認した。科学的实在論は観察不可能な理論的対象の实在性を、IBEを利用した奇跡論法という議論で正当化する。奇跡論法は成熟した科学における説明の成功と理論の真理（もしくは理論的対象の实在性）を結びつける推論的戦略である。つまり、科学が現在のように成功しているのはなぜかと考えたときに、科学が真理を捉えている（实在を正しく描いている）からだと考えることが最善の説明なのだという。しかしながら、科学の成功とはなんだろうか。現在の理論は、現象の最善の説明だと言えるのだろうか。科学的反实在論はこのような論点から奇跡論法に対して批判を与えていく。

第2章 科学的反實在論

本章では、科学的反實在論の見解について考察する。流れとしては、前章で確認した科学的實在論の立場に反論する形で科学的反實在論の主張を見て行くことになる。2.1節では、本論で念頭におく科学的反實在論（者）を特定する。2.2節および2.3節では、ファン・フラーセンの構成的経験主義と、ラリー・ラウダンの悲観的帰納法の議論を順に確認する。最後に、2.4節では本論に関係する立場として、アーサー・ファインの自然な存在論的態度についても若干の言及をしておく。

2.1 議論の範囲の設定

科学的實在論の論争において、科学的實在論と対立する立場は一つではない。前章で述べた論理実証主義、操作主義、道具主義など、さまざまな立場が科学的反實在論のカテゴリーに入ることになる。また、広い意味では観念論と社会構成主義も、科学的反實在論といえるだろう。さらには、科学的實在論を拒否するが、上述した科学的反實在論とも一線を画す立場として自然主義がある。以下は、科学的實在論と科学的反實在論の主張の違いについてまとめた表である¹⁶。

	存在論的問い： 外的實在世界を認める か	意味論的問い： 理論を文字通りにとる か	認識論的問い： 獲得できる知識
科学的實在論	YES	YES	YES
構成的経験主義	YES	YES	観察可能な対象：YES 観察不可能な対象：NO
懐疑論	YES	YES	NO
論理実証主義 ／経験主義	YES/NO/?	観察可能な対象：YES 観察不可能な対象：NO	YES
道具主義	YES	観察可能な対象：YES 観察不可能な対象：NO	観察可能な対象：YES 観察不可能な対象：NO
観念論	NO	NO	YES

表：科学的實在論に関係する諸立場の見解

科学的實在論と対立するこれらの諸立場のうち、2.2節ではファン・フラーセンの構成的経験主義(Constructive Empiricism)を論題とする。彼の構成的経験主義は論理実証主義的な経験主義を再興させた立場である。上記の表は、下に行けば行くほど科学的實在論と見解が離れていく。すると、ファン・フラーセンの見解と科学的實在論は、認識論的

¹⁶ この表は(Chakravartty 2007, p. 10)を一部改変した。

問いに関してのみ違いがあることが分かるだろう。彼もまた、外的実在世界の存在までは認めるが、理論が世界のミクロな部分について正しい知識を与えてくれるかどうかに疑いを差し挟むのである¹⁷。

また、この表には当てはまらないが、ラリー・ラウダンは悲観的帰納法と一般に呼ばれている議論を用いて、科学的实在論への反論を行っている（彼は明確に何らかの科学的反实在論の立場を主張しているわけではない）。ラウダンの議論については、2.3節にて考察する。科学的实在論と科学的反实在論の論争は、ファン・フラースェンとラウダンの見解に対して科学的实在論が応答していくことで成立していると言っても過言ではないほど、頻繁にこの両者が引き合いに出されている。

一方、自然主義は科学的实在論とも科学的反实在論とも一線を隔している。本論では自然主義と科学的实在論の違いを以降の章において積極的に論じることとはしない。だが、この論争の対立構図を明らかにするために、アーサー・ファインの自然な存在論的態度(natural ontological attitude : NOA)についても以降の節で簡単に言及する。

2.2 ファン・フラースェンの構成的経験主義

ファン・フラースェンは、科学の規範としても記述としても科学的实在論による科学理解は間違いだとし、その代替案を提出する。それが構成的経験主義という立場である。この立場では科学の目的を、科学的实在論者が追い求める真なる理論の導出ではなく、経験的に十全な(empirically adequate)モデルの構築にあるとする。つまり、ファン・フラースェンは科学理論に対する評価語として真理性ではなく、経験的十全性を採用するのである。

では、経験的に十全であるとはいったいどういうことなのだろう。われわれは物体の落下や光や超伝導といったさまざまな物理現象を体験する。そうした現象はわれわれの眼に見えない何かによって引き起こされている。構成的経験主義によると、このときに科学理論は現象の背後にある实在に関して述べているかのように見えるが、その記述が真かどうかは問題ではなく、目の前でしかじかの光が生じたとか、物体が浮いたとかいった、われわれの経験レベルでの現象を説明できさえすればよい。科学の目的は経験を再構成すること、すなわち、現象を救うこと(to save the phenomena)なのである。このようなファン・フラースェンの経験主義的立場は、論理実証主義が推し進めた科学理論についての理解とは異なった代替案である科学理論の意味論的捉え方と密接に結びついている。そこで、以下では科学理論の意味論的捉え方について述べ、次に構成的経験主義と科学的实在論との対比を考察する。

2.2.1 科学理論の意味論的捉え方

論理実証主義のプロジェクトが破綻していったことは前章でも述べた。ファン・フ

¹⁷ この点は論争の見取り図を理解する上で重要になる。つまり、科学的实在論の論争は、实在が存在するかどうかではなく、实在が存在するとして、それについて理論は真なのか偽なのかを問題にしていると理解しなければならない。

ラーセンは科学理論の捉え方を改革することで、没落の一途を辿っていた経験主義を再興させようとする。あらゆる哲学的問題を言語志向で解決しようという悪しき病巣は、再興のためには取り除かねばならない。ファン・フラーセンは論理実証主義の言語論的な科学理論観を批判して、以下のように述べる。

科学の言語は自然言語の一部であり、したがって、それは明らかに論理と言語についての哲学一般の主題である。しかし、このことは科学哲学をする際、ある種の問題を脇に置いておくことができるという以上のことを意味しないし、哲学的諸概念が何から何まで言語論的に解明できるに違いないということを意味するわけではない。(van Fraassen 1980, p. 4)

ここでは次のことに注意する必要があるだろう。すなわち、ファン・フラーセンはあくまで完全な言語志向の科学哲学を批判しているだけであり、科学哲学に言語の分析が入り込むことを批判しているわけではない¹⁸。ただ、科学理論を言語によって公理化するとなると、そのようにしてできた科学理論は、摩擦のない平面や質点が力学現象を理想化するのと同じ仕方で理想化された、あくまで論理的なスナップショット(van Fraassen 1980, p. 64)にすぎないのである。つまり、ファン・フラーセンの主張は、科学には言語では理想化できない(汲み尽くせない)要素があるというものであろう。

1章でも軽く触れたが、論理実証主義の科学理論観は統語論的もしくは構文論的な考え方であった。それに対し、ファン・フラーセンは科学理論を意味論的な仕方で捉え直すことを提案する。彼は科学理論をモデルの集合とみなす。ただし、ここで一つのことを押さえておかねばならない。それは、科学理論をどう考えるかということと、科学的事実論の論争とは独立な議論だということである(このことは後の章でも関係する)。論理実証主義のように理論文と観察文の公理的体系として科学理論を考えたとしても、観察文の意味を世界との対応で考える以上、意味論が関係してくることに変わりはない。意味論とは、言葉とそれが指しているものとの関係だからである。ここでは、世界そのものが意味論的対象となる。統語論的理論観、意味論的理論観と対比して考えることの本质は、理論の本体を観察文と理論文による公理的体系と考えるか、そのような文の集合はモデルの集合が描き出す構造を言語化したものでしかないか考えるかの区別である。前者の場合は、直接的に観察文が世界について真偽を述べるかを判定する。後者の場合は、モデルの集合を理論の本体とみなし、そのモデルの構造と世界との関係性がまずあって、それについて解釈したものを理論文もしくは観察文とする。つまり、モデル自体も意味論的対象なのである。このような意味論的見解を理解するには、チャクラバティの以下の記述も参考になるだろう。

このアプローチにおいて、理論は言語的なものではなく、より抽象的な集合論的なものである。それらは言語的定式化のモデルである。意味論的見解によると、ある理論はモデルの集合であり、ここでのモデルとは通例、表象したり記述した

¹⁸たとえば、彼は上記引用の前の箇所で、可能性や必然性といった哲学的問題の一部が言語の問題であることを認めている。

りする言語的定式化を満たす任意の対象である。(Chakravartty 2007, pp. 188-189)

そこで、統語論的理論観と意味論的理論観という言葉の含意をもう少しきちんと述べると以下ようになる(戸田山 2005, pp.213-233)。

統語論的理論観：

理論文と観察文に統語論・構文論的關係があり、それらが形成する公理的体系が理論である。公理としての理論文から観察文であるところの予言や説明が生み出される。観察文と世界との間に直接に真偽という意味論的な關係がある。

意味論的理論観：

理論は世界の何らかの構造を示すモデルの集合である。モデルと世界は同型性や類似性といった何らかの対応關係を持つ。これまで理論文や観察文と呼ばれていたものは、そうしたモデルの構造を言語化したものであり、そうした文とモデルの間に真偽という意味論的關係がある。

さて、ここでいきなりモデルと言われても、なかなかイメージが沸きにくいかもしれない。ファン・フラッセンはモデルの具体例として、幾何学の諸公理を満たす図形を提示している(van Fraassen 1980, pp. 41-43)。

A_0 ：少なくとも一本の線がある

A_1 ：いかなる二本の線に対しても、その両方に乗っている点は高々ひとつである

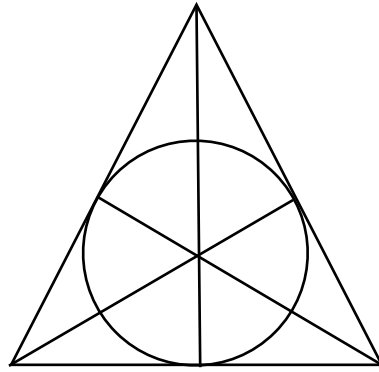
A_2 ：いかなる二つの点に対しても、その両方に乗っている線はちょうど一本である

A_3 ：いかなる線にも、少なくとも二本の点に乗っている

A_4 ：点の数は有限である

A_5 ：いかなる線にも、無限に多くの点に乗っている

たとえば、理論 T_0 は公理 A_0 から A_3 を持ち、理論 T_1 は理論 T_0 に公理 A_4 を加えたもの、理論 T_2 は理論 T_0 に公理 A_5 を加えたものとする。すると、これらの個々の定理はそれぞれ両立するが、理論 T_1 と理論 T_2 の連言は矛盾であるし、もちろん理論 T_1 と理論 T_2 はどちらも理論 T_0 を含意する。このような仕方で理論を論理的な關係によって記述することができる。ここで、次の七点幾何学の図形を見てみよう。



この図形は先の諸公理を満たすモデルである。しかしながら、この図形のみがこれらの公理を満たすわけではない。これらの公理を満たす図形には多くの可能性があり（簡単な例を挙げれば、違う大きさの三角形）、それらもまたこの幾何学のモデルとなる。逆に言えば、このモデルを言語的に記述したものが上述した諸公理である。そして、ファン・フラッセンはこうした諸公理によって示される構造を満たすモデルの集合が科学理論だと考えるのである。

それでは、ファン・フラッセンは論理実証主義の構文論的な科学理論観からモデルの集合としての科学理論観へと移ることで、科学理論の認識論的な身分をどのように変えるのだろうか。それについてファン・フラッセンが述べている箇所を以下に引用する。

一つの理論を提示するとは、一群の構造、すなわちモデル群を特定し、次にそれらのモデルのある一定の部分（経験的部分構造）を、観察可能な現象の直接的表現の候補者として特定することである。実験報告、観察報告によって記述できる構造を、現われ(appearance)と呼ぶことができる。すると、理論が経験的に十全であるのは、その理論が、すべての現われがそのモデルの経験的部分構造と同型であるようなモデルを持つ場合である。(van Fraassen 1980, p. 64)

ある理論を信じることは、そのモデル群の一つが世界を正確に表現していると信じることである。モデル群はその理論によって許される可能世界群を表現すると考えてよい。そのような可能世界群の中の一つが現実世界を示している。(van Fraassen 1980, p. 47)

科学理論とはモデルの集合であり、われわれの経験報告に見合うモデルが経験的に十全なモデルである。もちろん、モデルには理論的な指定を行う部分も含まれてよいし、ファン・フラッセンはそうした理論的な記述を文字通りに受け止める。しかしながら、科学理論の経験的構造とわれわれの経験報告との同型性のみを重要視するのである。また、可能世界に関しても述べておくと、モデルとはあくまで構造を示すのみであるから、それを満たす記述はいくらでも与えることができる。先の七点幾何学の公理を満たす三角形は、その大きさ、線の太さ等に関してさまざまな仕方を実現されるだろう。そうではあっても、われわれの経験する（もしくは経験した）現実世界はまさに一つの仕方でのみ現れる。構成的経験主義は、実際にどのような理論的対象によってモデルが満

たされているかを問わず、ともかくその現れの構造を正しく表現できているモデルを追及するのである。

論理実証主義もファン・フラーセンも、どちらも広い意味では経験主義の立場を採るわけであるが、科学理論という枠組みに関する理解と、科学理論と世界の関係についての捉え方に大きな違いがある。では、構成的経験主義は論理実証主義の難点を克服できているのであろうか。以下、論理実証主義と対比する形でファン・フラーセンの考え方を理解してみよう。ファン・フラーセンは構成的経験主義の立場を展開するにあたり、主に物理学をその射程に入れていると思われる。物理学の理論にはその中核をなす何らかの公理と呼べるようなものがあるだろう。公理は、Xの法則やYの方程式といった仕方
で理論に含まれている。ファン・フラーセンにとって、それらの公理を満たす構造がモデルなのであった。ここで、ファン・フラーセンの立場と論理実証主義の違いは、そのような理論的に表現された公理の扱い方である。論理実証主義の還元主義的プロジェクトにとっての難点は、理論と観察の境界が曖昧なことであった。だが、ファン・フラーセンの枠組みにおいて、理論を構成している言明のどれが理論的言明で、どれが観察的言明なのかは問題ではない。ファン・フラーセンが対応させているのは、理論的言明が満たしている構造と外的世界の経験的な構造である。ある構造を満たす言明はさまざまな仕方
でいくらでも存在しうる。たとえば、ジャンケンの三すくみ関係を「グーはチョキに強く、チョキはパーに強く、パーはグーに強い」と記述することも、「グーはパーに弱く、チョキはグーに弱く、パーはチョキに弱い」と記述することも、どちらも同じ関係性を示している。重要なのは記述ではなく、ジャンケンの構成要素同士の論理的関係である。同じことを物理現象について考えてみれば、重要なのはある言明が理論的言明なのか、観察的言明なのかではなく、それらによって表現される現象の因果的構造である。ただし、ファン・フラーセンは理論と観察の曖昧性の問題をまったく考慮していないわけではない（この点は科学的实在論と構成的経験主義の対比に関連するので、3章にて再び立ち返ることにする）。

2.2.2 最善の説明か、経験的に十全な説明か

ここまでは、ファン・フラーセンが論理実証主義の理論観と決別したことを確認してきた。それでは、ここから本題の科学的实在論と構成的経験主義の違いを明らかにしていこう。1章で確認した科学的实在論のテーゼにもあるように、科学的实在論も言語論的な理論観を受け入れているように見える。たとえば、理論的語彙とその指示についての彼らの見解がそうである。理論語の指示する対象が真に世界に存在すること、これは言語表現と世界との対応説的な真理概念である。したがって、ファン・フラーセンが行った論理実証主義への批判は、ある意味では科学的实在論に対する批判にもなる。しかしながら、科学的实在論が实在論たるゆえんは、科学理論を捉えるその仕方にあるのではない。われわれが科学理論を通して獲得する世界についての情報をどれだけ重く受け取るかである。科学的实在論の場合は真理が、構成的経験主義では経験的十全性がキーワードであり、これはどのような意味で科学理論の中身を信じるかの違いでもある。以下、それを確認していこう。

ファン・フラーセンは、セラーズ、ブライアン・エリス、ヒラリー・パトナムらといった代表的な科学的实在論者達の言葉を引用しながら、科学的实在論の最小限の主張を次のようにまとめている。

科学は、その諸理論において、世界がいかなるものであるかについての文字通りに真なる記述をわれわれに与えることを目的とする。そして、一つの科学理論の受容 (acceptance) には、それが真であるという信念が含まれる。(van Fraassen 1980, p. 8)

これに対し、ファン・フラーセンの構成的経験主義に基づいた主張は次のようになる。

科学の目的は、われわれに経験的に十全な理論を与えることであり、一つの理論の受容に信念として含まれるのは、それが経験的に十全だという信念だけである。(van Fraassen 1980, p. 12)

ここで、ファン・フラーセンの立場を理解する上で一つのキーワードとなるのは「受容」である。ファン・フラーセンの定式化によれば、科学理論を受容する際に含まれるものの違いが科学的实在論と構成的経験主義の違いである。ファン・フラーセンの別の著作から、科学理論に対する受容という態度について言及している箇所をみてみよう。

ある理論の受容には、信念としては、その理論が経験的に十全だということだけが含まれる（ただし、受容は信念以外のものを含んでいる）。別の言い方をしてみよう。受容は成功しているものとしての受容であり、その理論が成功しているという意見を含むのである。しかし、成功の基準はあらゆる面での真理ではなく、たんに現にそこにあつて観察可能なものに関する真理であるにすぎない。(van Fraassen 1989, p. 193)

以上の引用から明らかなように、ファン・フラーセンの構成的経験主義と科学的实在論の見解の大きな違いは、科学理論に対する信念の度合いにある。科学的实在論のように科学理論すべてを真理だとして信じることは、われわれが知覚経験として体験できる事柄を超えた現象に関してもコミットすることに等しい。なぜなら、科学理論にはわれわれの身体器官で実際に触れたり、見たりできないような理論的措定物が含まれているからである。一方、構成的経験主義は当然そのようなものにコミットすることはせず、科学理論に対して科学的实在論よりも一歩引いた形の信念しか抱かない。科学理論の記述は文字通りに受け取るが、それはあくまでわれわれが経験する現象を救うためのモデルでしかなく、真だとは信じない。それが経験的十全性だと信じるのみなのである。（もちろん、われわれが経験できる領域に関しては、構成的経験主義も科学理論に真理を見出す）。

ここでは真理と経験的十全性とを比較してみよう。ファン・フラーセンは理論的言明の真偽を問うような立場が科学的实在論だと考えているし（科学的言明に対する真なる信念を認める立場が科学的实在論である）、公理系を形成する文の集合としての科学理論観を放棄しようとしていることは先に述べた。そして、言明の集合という意味での科

学理論に対する対案として、意味論的見解を導入するのであった。ファン・フラーセンの枠組みにおいては科学理論の理論文と世界の関係を真偽で捉えることにこだわる必要はない。なぜなら、モデルとしての科学理論は現実をそのまま描くものではないし、理論文はその構造を満たす一つの抽象化された記述形式でしかないからである。先のモデルについての引用箇所にもあったように、彼はモデルの経験的部分構造と世界との間に同型性が保たれていればよいとしか言わない（ここで重要な対比は、真偽とは文もしくは命題に対して割り当てられるものだということである）。したがって、ある理論モデルが経験的に十全であるという信念の認識論的地位は、ある理論が真であるという信念に比べて非常に弱いものだということがわかる。

また、科学理論に帰属する信念の度合いの重要な違いについて、ファン・フラーセンは理論を真だと認めることと、理論に身を浸すこと(immersion)の違いに言及している(van Fraassen 1980, pp.80-88)。われわれは科学理論が真理を捉えていると信じずに、観察不可能な対象を用いた理論の使用に浸るだけでも科学の活動を続けていくことができる。実際の科学の営みは科学理論の哲学的捉え方とは独立の中立的なものである。そもそも、科学理論を真偽によって評価することや科学の言語を理論的部分と非理論的（観察的）部分へ分割することは哲学的な枠組みであり、科学の内部で設定された線引きではない。また、経験的に十全な理論が複数存在する場合には、その数学的単純性や現象との一致性によって理論を選択する。その時に引き合いに出されるのは、世界ではなく、われわれの側の都合である。われわれにとって単純であるか、目の前にある現象と一致していると思うかといった、そんな理由によって理論を選択するのである。つまり、どの理論を選ぶかの基準はわれわれの関心に相対的・実用論的な基準でしかなく、科学理論の真理性によってではない。これは証拠から理論を選ぶ際の過小決定の問題である。われわれは真なる理論を一意に選び出すことなどできるのであろうか。

1章では、科学的实在論がIBEを用いた奇跡論法で主張を正当化していることを述べた。ファン・フラーセンは科学的实在論を受け入れることのできない根拠として、IBEにまつわる問題を取り上げている。ファン・フラーセンは、われわれが日常的にこの推論規則を用いていることは認めているし、あらゆる場面で一貫してこれに従っているのならば、IBEは科学的实在論の擁護に使えと述べる。しかしながら、仮にそこまでは認めたとしても、次のような反論が可能である(van Fraassen 1980, pp. 20-22)。

- (1) IBEに従って实在論へのコミットメントが導かれるということは、あくまで仮説に過ぎない。証拠を最も善く説明する理論は経験的に十全な理論である、という競合仮説を排除できない。
- (2) 仮にIBEが正しいと認めたとしても、科学的实在論の議論が成立するためには、科学的实在論は前提として次のことにコミットする必要がある。すなわち、われわれはある一定の範囲の仮説のうちのどれか一つを信じるということである。しかし、この規則は競合する仮説の集合が与えられたときに、その中からの選択を規制する規則に過ぎない。したがって、科学的实在論の反对者が、経験的に十全な理論の集合の中からの選択を行おうとすることを排除できない。

(1)と(2)はIBEによって理論選択を行う場合の原理的な問題についての反論である。1章

でも述べたように、IBEとは結果を最も善く説明する仮説を採用するという推論手法であった。(1)によってファン・フラーセンが言おうとしていることは、最善の仮説に行き着くためには代替案をすべて潰さなければならないが、科学的事実論はそれを行っていないということである。次に、(2)では理論選択の範囲が問題になる。科学的事実論は、最善の説明を与える理論が観察不可能な対象にまったく言及しない理論である場合を考慮していない。たとえば、無数にある理論の集合において、Aという範囲には観察不可能な対象を指示する理論が含まれていて、Bという範囲には経験的に十全な理論のみが含まれているとする。科学的事実論はAという範囲から最善の説明を与える理論を選び出すがゆえに、その理論を真だとみなし、理論的对象の存在を受け入れる。だが、なぜわれわれはBという範囲から最善の説明を与える理論を選び出してはいけないのだろうか。ファン・フラーセンの立場からすれば、そもそも科学的事実論はなぜBではなくAという範囲から選択しているのか、その根拠が見当たらない。すなわち、理論の選択という段階ではなく、理論の範囲の選択という段階において、科学的事実論は恣意的なのである。それゆえに、IBEはいつも従わなければならない規則ではない(van Fraassen 1989, p.142)。

以上の論点を踏まえ、ファン・フラーセンがどのような仕方で科学的事実論と競合する立場を描いているかを確認しよう。われわれは経験的には同値であるが、理論上の指定物については相互に異なる理論を複数持つことができる。つまり、観察可能な対象についての経験的データから観察不可能な対象を用いた理論を原理上無限に作ることができるため、証拠から理論を一意に決定することはできない(つまり、理論は決定不全の状態にある)。それゆえ、今持っている最善の科学理論が真であるとは必ずしも言いきれない(これは理論的对象の存在性についての批判であり、ローカルな意味でのIBE批判である)。そこで、科学理論は観察可能な部分に関して十全なモデルを構成できさえすればよいと考えてみよう。その時の科学理論とはモデルの集合であり、そうした理論の経験的部分構造と世界の構造とが何らかの対応関係を持っている。その関係を経験的に正しく理解することが科学の目的なのであって、理論的对象の本性が何であるか、理論的对象が存在すること、科学理論が理論的对象について真理を述べることは問わない。このように考えてみれば、科学的事実論と競合する形で構成的経験主義があった場合に、科学に対する態度として科学的事実論のほうが合理的であると導くような推論は困難である。なぜなら、科学的事実論でも構成的経験主義でも経験的な(観察可能な)現象についての態度は同じであり、科学的事実論はそれに加えて、そのような現象を越えたものを追及することが科学の真の目的だということを正当化する必要があるからである。言い換えてみると、観察不可能な理論的对象に関して決定不全の状態にあるのであれば、認識論的なリスクという観点から見て、理論的对象をコミットすべきではないと判断するほうがよいということでもある(これは科学的事実論という立場の根拠に対する批判であり、グローバルな意味でのIBE批判である)。構成的経験主義と科学的事実論では、科学的事実論のほうが多くのことを主張しようとしているため、説明責任は常に科学的事実論の側にある。しかし、IBE自体を受け入れないファン・フラーセンにとって、あらゆる主張がIBEに基づいている科学的事実論の主張はどのようにしても受け入れられるものではないだろう。

2.2.3 科学の成功は真理を保証するか

次に、科学の成功という概念について考えてみよう。科学的实在論の奇跡論法によると、科学が成功しているのはその理論が真だからであり、それ以外に考えようがないという。しかしながら、ファン・フラースェンは科学の成功に関するこのような説明が成立するかどうか、すなわち科学の成功が科学的实在論の擁護になるのかどうかを疑問視する。その理由は、ここまでの考察でも述べた通り、従うべき推論規則としてのIBE批判である。科学の成功という概念に別の考え方があるのなら、科学の成功から導かれる立場にも別の選択肢があるわけで、成功から真理へという科学的实在論者の推論は成立しないことになる。そこで、ファン・フラースェンは、科学は人間と環境との相互作用において発生する生物学的活動だと考える。すると、その活動の産物である科学理論が成功することを進化論的に解釈することができる。以下の引用を見てみよう。

...現在の科学理論の成功はまったく奇跡ではない。...なぜなら、いかなる科学理論もすさまじい競争、牙と爪の入り乱れるジャングルの中に生れ落ちるからである。成功した理論のみが生き残る。すなわち、自然における現実の規則性を実際に捉えた理論だけが生き残るのである。(van Fraassen 1980, pp. 39-40)

科学的实在論はある科学理論の成功が奇跡ではないことを、その理論の真理性によって説明した。言うまでもなく、ある理論を真だとみなすことは、認識論的に非常に強くその理論にコミットすることである。一方、引用にある通り、ファン・フラースェンもまた科学理論の成功が奇跡でないことは認めている。しかしながら、ファン・フラースェンはその成功の理由として理論の真理性を置かない。科学とは人間が行う、人間が外的世界を理解・支配するための活動である。その過程でさまざまな競合する科学理論がふるいかけられる。そうした競争の中に叩き込まれれば、必然的に自然淘汰が起きる。したがって、理論の真理にコミットしなくとも、事実判断として、生き残った理論が成功した理論なのだと言ってしまうほうがよいであろう。

もちろん、このようなファン・フラースェンの説明に対する批判はある。たとえば、シロスはこうした生物学的説明について、表現型と遺伝型の区別という見地から批判している(Psillos 1999, pp. 96-97)。つまり、ファン・フラースェンの説明は経験的成功という表現型に基づいた科学の成功の説明であり、科学的实在論の説明はその根底にある遺伝型メカニズム、すなわち理論の真理に基づく科学の成功の説明である。これらは排他的ではないが、科学的实在論者の説明のほうがより深いため、好ましいのである¹⁹。

2.2.4 観察可能と観察不可能の線引き

ここまではファン・フラースェンの科学理論の捉え方と、科学理論への信念について見

¹⁹ シロスはここでピーター・リプトンの例を用いている。あるグループに属するそれぞれの人間が赤い髪をしているとする。そのグループが「赤い髪」団だということは何の驚きでもないし、そのグループの誰かがなぜ赤い髪をしているかの説明にもならない。その説明に答えるには、遺伝子に訴えたほうがよりよいであろう。

てきた。それにより、科学的現象の経験的な部分にのみコミットしようとする彼の主張が理解できた。しかしながら、このような経験主義的な主張は理解できるにしても、それを科学の実践と両立させることは本当に可能なのだろうか。ポイントは観察可能性という概念である。ファン・フラーセンが電子の实在性にコミットしない理由は、われわれが肉眼でそれを観察できないからである。ここで、われわれの認識能力を補うものとしての実験器具の役割が重要になってくる。ファン・フラーセンの立場では、実験器具を通して得た情報を、实在を捉えたものとはみなさない。しかしながら、そうすると科学で措定されているほとんどの対象は、構成的経験主義が言うところの観察不可能な対象になってしまう。それらには、電子のような微視的な対象物のみならず、木星の衛星のような巨視的な対象や、化石しか残っていない過去の生物なども含まれる。では、観察可能な対象と観察不可能な対象の線引きを明確にすることができるのだろうか。肉眼で観察すること、望遠鏡で観察すること、顕微鏡で観察することといった観察可能性の系列は確かにある。しかし、これらの間にあるのは本質的な違いではない。観察可能・不可能の恣意的でない線引きはどこにも見当たらない²⁰。これが科学的实在論側からの反論である。

このことについて、ファン・フラーセンはあるものが観察可能であるというための基準として以下を述べている。

Xが観察可能であるのは、もしXがその状況のもとでわれわれに提示されたら、われわれはそれを観察すると言えるような状況が存在する場合である。(van Fraassen 1980, p. 16)

たとえば、われわれが地球から木星の衛星を見るときは望遠鏡を用いるが、もしわれわれが衛星に十分に近づけば（ロケットに乗って木星付近まで行けば）、肉眼でも観察することができるだろう。また、もしわれわれが6500万年ほど昔の地球に行く（戻る？）ことができたとしたら、眼前を練り歩く恐竜たちの姿を肉眼で観察することができるだろう。つまり、ある対象が観察可能であるかどうかは、反事実条件的な但し書きに依存するのである。このようにして、観察可能であるものの領域を、実際に目の前にあるものだけから可能的に観察可能なものまで拡張することができる。これがファン・フラーセンの主張である。

しかし、そうはいっても観察可能という述語が曖昧であることに違いはない。そこで、ファン・フラーセンは、曖昧な述語を支配する論理を定式化することに困難があるのは認める一方で、観察可能もしくは観察不可能であることが明白な実例と反例があれば、そのような述語を使用することに問題はないと考えている(van Fraassen 1980, p. 16)。ファン・フラーセンは観察可能・不可能の境界線上にあるようなグレーゾーンの対象があることは確かに認める。しかし、机や椅子のように明らかにわれわれの目の前にあって観察可能であるものと、クォーク等のようにどのようにしても肉眼で直接に観察ができないものとの違いが分かれば、観察可能性という概念の含意は理解できるのである。もちろん、この答えで科学的实在論が納得するわけではない。彼らの考えでは、そのような曖昧性を払拭できないがゆえに、われわれは巨視的对象であろうと、微視的对象であ

²⁰ この点については、1章でもG. マクスウェルを引用した。

ろうと、グレーゾーンにある対象であろうと、あらゆる対象に対して同様の認識論的態度で応じるべきだという。このような科学的实在論の主張が通用するためには、観察不可能な対象を正当化する仕方が重要になってくるだろう。だが、先述したように、ファン・フラースェンは奇跡論法といった推論的な仕方での科学的实在論擁護を認めないのであった。そのため、科学的实在論はファン・フラースェンのIBE批判をやり込めるか、観察不可能な対象を正当化する別の手段を模索する必要がある（前者については3章で、後者については4章以降で考察する）。

2.2.5 ファン・フラースェンの批判の目的

最後に、ファン・フラースェンは自身の議論が科学的实在論に対してどの程度の影響を持つものだと考えているかを押えておきたい。ファン・フラースェンは科学的实在論を手ひどく批判してはいるものの、必ずしも、その対案として構成的経験主義を持ち上げようとする意図があるわけではない。

われわれが特定の理論を思いつく場合、直接的な哲学的問いがあるのだが、それは「理論の」内容のみに関わっている。すなわち、世界がひょっとしたらこの理論が語るような仕方では存在するということは、いかにしてありうるのだろうか、と。これは私にとって特に根源的な問いかけである。また、その問いかけが抱える議論は、科学的实在論への執着や科学的实在論の代替案的諸立場間での選択を前提としない。科学哲学において、ここは科学的实在論者と科学的反实在論者が完全に中立的に出会い、そして語らう場所なのである。(van Fraassen 1989, p.193)

ファン・フラースェンが根源的だとみなしている問いかけはまさしく科学的实在論の論争で問題となっている話題である。引用の後半部分から明らかなように、彼は構成的経験主義だけがこの問いかけに適切な立場だとまでは主張していない。ここでは、科学的实在論の論争をオープンな問題として眺めようという彼の意図がみえてくる。このような記述を鑑みると、科学的实在論と構成的経験主義の対立は議論上の不一致ではなくなる。両者共に異なる哲学的直観を持っているとしか言いようがなく、そのため、相手の議論を受け入れることはできるものの、その利点を見いだすことができないのである。そこで、ファン・フラースェンは議論による調停ではなく、もっとメタレベルの調停を試みる。それが、スタンスという概念の導入である。

哲学的立場は世界がどのようなものであるかについての信念以外の何かによって成立しうる。たとえば、それについての信念以上により決定的な指標(characteristic)として、科学に対して経験主義者の態度をとることも可能である。…哲学的立場はスタンス（態度、コミットメント、アプローチ、信念のような命題的態度も含めた、そうしたものの集まり）によって成立しうる。もちろん、そうしたスタンスを表現することはできるが…何があるかについて持っている信念や行う主張を単

に引用することによっては表現できない。(van Fraassen 2002, pp. 47-48)

この考えに基づくと、科学的实在論と科学的反实在論の対立はスタンスの対立であり、立場や主義のそれではない。ファン・フラーセンは整合的である限り、どのような信念も合理的であると考えている(Chakravartty 2007, pp. 17-20; 大西 2011, p. 68)。理論が真であるという信念を持つことと理論が経験的に十全であるという信念を持つことは、それぞれに整合性があるならば両立して構わなく、どちらを選択するかは価値観の問題になる。つまり、場合によっては観察不可能な対象を真だと信じることは合理的でありうるのである。彼の次の記述にそれが表れている。

事実的価値において、実用論的要因が、われわれが意見を取り扱う仕方において役割を演じるのは避けられない。というのは、われわれは否が応にもわれわれの経験を超えてた事柄に首を突っ込み、信念を形成するからである…。あるリスクを冒す価値があるというのは、価値判断である。…合理的な意見の取り扱いという見解を所与とするとなると、われわれは常に知識を正しく主張することなどできようか。そして、もしそうだとしたら、観察不可能なものに対する信念は、この観点において、観察可能なものに対する信念と等しくはないだろうか。(van Fraassen 2007, p. 345)

このようにして、ファン・フラーセンは価値観および哲学的立場のスタンスの問題として論争を終わらせようとする。その未来には、勝者も敗者もない。彼が科学的实在論に求めていることは、構成的経験主義への屈服ではなく、科学的实在論が内的に整合的な立場になることである。この主張は、この論争の着地点を考えるにあたって見過ごすことはできない。科学的实在論にとって強力な論敵であるファン・フラーセンが平和的解決を求めているのであれば、科学的实在論は彼に対して反論を試みるよりも、自らの見解を洗練させていくことに専念したほうがよい。そのため、この論争においては、構成的経験主義を批判するのではなく、以下で述べるラウダンの悲観的帰納法に対して反論していくことに議論の力点が置かれることが多い。その理由は、ラウダンの議論は価値観や主義の対立ではなく、科学の歴史的事実からして科学的实在論の見解が維持できないと批判をしてくるからである。では、そうした議論背景を踏まえ、考察の主軸をファン・フラーセンからラウダンの悲観的帰納法へと移すことにしよう。

2.3 ラウダンの悲観的帰納法

ファン・フラーセンの構成的経験主義が科学的实在論に対して提示した問題は、人間が観察不可能な領域も含めて、科学理論はあらゆる現象に関して額面どおりの真理を提供するとみなすことが本当にできるのか、ということである。彼は、科学理論の認識論的地位に関する議論を行い、IBEの末に導かれるのは科学的实在論だけでなく、構成的経験主義という立場も可能であるという結論へと達したのであった。ところで、繰り返すまでもないが、科学的实在論は奇跡論法によって科学理論の経験的成功とその真理性

を結び付けていたのであった。この結びつきについて、ファン・フラーセンとは別の側面から批判を与える論者がいる。それがラリー・ラウダンであり、彼の議論は一般に悲観的帰納法(pessimistic induction)と呼ばれている。

それではラウダンの議論を解説しよう。まず、ラウダンは以下のような一群のテーゼを擁護する立場として科学的实在論の輪郭を描いている(Laudan 1981, pp. 20-21)²¹。

R₁：（少なくとも）成熟した科学理論は典型的に近似的に真である。より近年の理論は、前の理論よりも真理へと近づいている。

R₂：成熟した科学理論における観察語や理論語は純粹に指示を行う（つまり、最善の理論によって前提される存在論に対応した実体が世界にある）。

R₃：成熟した科学において、先行する理論の理論的關係や指示を後続の理論は保存する（つまり、後続の理論は先行する理論を制限事例(limiting cases)として含む）。

R₄：受け入れ可能な新しい理論は、なぜ先行理論が成功するものであったのかを説明する、もしくは説明すべきである。

R₅：テーゼR₁からR₄は（成熟した）科学理論が成功するものでなければならないことを含意する。実際のところ、これらのテーゼは科学の成功について、唯一とは言えないが、最善の説明を提供する。よって、科学の経験的成功は实在論に対して特筆すべき経験的確定を提供する。

（ここで、R₃で述べられた制限事例ということについて説明しておく。たとえば、相対性理論の記述において運動速度を光速よりもずっと遅くすると、ニュートンの古典力学の記述と同じとなる。このように、速度についてな特殊な条件を想定すると、相対性理論によって古典力学の記述を導くことができる。この場合、相対性理論は古典力学を制限事例として含んでいる。）

ラウダンはこれらR₁からR₅までのテーゼによって描かれる科学实在論の立場を認識論的収束实在論(convergent epistemological realism)と呼ぶ。収束とする理由は一目瞭然で、R₅のとおり、R₁からR₄のテーゼを認めると科学理論の真理と成功が結びつくからである。

ラウダンが焦点を当てるのは理論の成功と理論語の指示の關係、それから科学理論の連続性である。ここでラウダンは二つの点に疑問を差し挟む。

1. どの成功した理論も実在する事物を措定しているのか。

2. 科学の進歩では常に仮説の修正が行われている。理論が変化することで、それま

²¹ これまでの定式化と繰り返しになる部分もあるが、ラウダン自身がストローマン叩きにならないように科学的实在論をあらためて述べ直しているという事情もあり、敢えてそのまま引用する。

で指示対象だと思われているものが変わってしまうとしたらどうだろうか。すなわち、新旧理論を通して理論語は同じ対象物を指示しているのか。

この二つの論点についての議論を以下で紹介する。ラウダンの基本的な戦略をあらかじめ述べておくと、彼は科学についての考え方に関して既存の哲学的概念や直観の持ち込みを許さない。そして、経験的事実から科学について考えるという自然主義の立場をとり、科学の歴史的事例を列挙しながら科学的实在論に対して反例を突きつけていく。

2.3.1 理論の成功と理論語の指示

まずは理論の成功と理論語の指示についてラウダンが行った反論をみてみよう。彼は科学的实在論に対する反例として、かつては経験的に成功しており、よく確証されている理論だと思われていたが、現在ではその理論の中心的語彙がどんな实在も指示していないとみなされている事例を列挙する。そのなかで特に取り上げられているのはエーテルである²²。

ラウダンによれば、エーテルは1830年代から1840年代に各方面で広く取り上げられていた(Laudan 1981, pp. 26-27)。エーテルにもさまざまな種類がある。まず、電磁エーテルは物体の隙間に浸透するのではなく、表面に累積する物質だと考えられており、正負の電荷を持った物体が引き付けあう現象や、大気中の電気と静電気の類似性、電気の流れといった、多くの現象を説明するのに利用された。次に、カロリックエーテルは化学と熱理論の領域において、化学反応における熱の役割や、熱の伝導と放射、それから温度測定の標準的問題を説明するために用いられていた。また、光学エーテルは反射、屈折、干渉、二重屈折、回折、偏光といった光に関する現象の説明で機能していた²³。さらに、ルサージュの引力エーテルや、ハートリーの生理学的エーテルなどもある程度の経験的成功をおさめていたという。ラウダンは、この時代でエーテル理論よりも成功していた理論を探すのは難しいと見立てている。科学的实在論者は19世紀の原子論を例にし、理論語がほんとうに事物（ここでは原子）を指示している理論だと考えているようだが、ラウダンによればエーテル理論の成功に比べれば、19世紀の原子論は失敗とさえみなせるのだという²⁴。

さて、以上のように19世紀のエーテルの諸理論はさまざまな現象を説明するために幅広く用いられており、経験的に成功していた理論の対象だった。ところが、後になって

²² 他の例としては以下がある。古代・中世天文学の天球、医学の四体液理論、静電気の流出理論、世界規模の（ノアの）大洪水にコミットした「天変地異」地質学、化学のフロギストン理論、熱のカロリック理論、熱の振動理論、生理学の活力理論、[ガリレオの]円慣性(circular inertia)の理論、[生命の]自然発生の理論。

²³ フレネルは光学エーテルによって、円盤の影の中心に光点があるという予測を行った。これはテストによって正しいことが示された。ラウダン曰く「これが経験的成功でないなら、何を経験的成功と呼ぶのか！」(Laudan 1981, p. 27)。

²⁴ ラウダンによれば、当時、J. C. マクスウェルも、自然哲学におけるどんな理論的存在物よりもエーテルは確証されていると考えていたようである。

エーテルは実際には存在しない事物だということが実験的に検証されてしまった。もっとも有名なのは、マイケルソンとモーリーが1887年に行った実験による光学エーテルの否定であろう。この実験の後に、光は光学エーテルではなく、場によって伝播していくものだと理解されるようになった²⁵。

以上のような事例は科学に多くある。したがって、こうした事例の積み重ねは、科学的事実論に二つの問題を突きつけることになる。

問題1：ある理論において中心的な役割を演じている理論的語彙が、実際の事物を何も指示しない、高度に成功した理論があるか、もしくはこれまでにあった。それゆえ、成功した理論の理論的語彙の指示対象にコミットすることはできない。

問題2：中心的な役割を演じていても実際の事物を何も指示しない理論的語彙を含むような理論が科学の歴史的な成功の一部を担っているため、科学的事実論者による科学の成功についての説明は誤っている。

ラウダンの批判の要点は、科学的事実論は理論の成功と理論語の指示を安易に結び付けているということである。科学の歴史は、科学的事実論が言う意味での成功した理論ばかりではないし、成功した理論だといってもその理論的措定物についてはあやしいものがたくさんある。理論語の指示する対象が理論間の前後で定まっていなかったり、ともすればそんな指示対象などとも存在していなかったこともあるという事実は、科学的事実論にとって難問となるだろう。先のエーテルの事例にあるように、光の媒体として措定されていたエーテルという存在物は光の電磁波理論では破棄され、光は場の振動ということになった。つまり、光という現象の根底にエーテルをおくか、それとも場をおくかという存在論的なレベルでの非連続性が起きている。科学的事実論はそういった史実を無視し、後から科学の成功だけを見ているに過ぎないのである。

2.3.2 科学理論の連続性

次に、科学理論の連続性に関するラウダンの批判を見てみよう。成熟した科学における成功した理論は、それに先行する理論で指示されていた存在物への指示を含まねばならないし、特殊な条件下で成立する制限事例として先行理論の理論的法則・メカニズムを含まねばならない。これはパトナムとポパーが抱いていた、科学理論の連続性に関するもっとも支配的な見解であろう。

ところが、科学的事実論のこのような保存的戦略には多くの反例がある。たとえば、コペルニクスの天動説はプトレマイオスの地動説にあった天体運動（エカントを中心とした運動）を保持しなかったし、ニュートン物理学はデカルトの力学、天文学、光学の理論的法則のほとんどを保持しなかった。他にもラウダンはいくつかこうした事例を挙げているが、要点は、先行理論と後続理論の間で以下のように様々な仕方でギャップが存在するということである。

²⁵ この事例については、5章で構造的事実論を論じる際にも詳細を述べる。

- ・ 先行理論で確証された予測は、後続理論によって説明されない場合がある。
- ・ 先行理論によって説明されていた「観察可能な」法則でさえ、常に保持されるわけではないし、特殊な場合においてさえ保持されない場合もある。
- ・ 先行理論の理論的プロセスやメカニズムが、がらくたとして扱われることもしばしばある。

以上からラウダンは以下のように結論する。一方の理論の構成要素が他方の理論の構成要素を制限事例として含んでいるという証明は、一方の理論が他方の理論を制限事例として含んでいるという体系的な証明とはまったく違う。そして、もし古典物理学と現代物理学が、科学的实在論が誤って想像したような関係にあったとしても、すべての科学理論の継承関係においても、制限事例の関係が見出せるという一般化は間違っているのである。

ラウダンの批判をまとめよう。ラウダンは科学史の事例を用いて、二つの側面から科学的实在論を攻撃した。一つは成功した理論における理論語の指示についてであり、もう一つは理論の連続性についてである。どちらについても、科学の実際の歴史には反例がたくさんある。それらによって、科学の成功から科学理論の真理性および観察不可能な対象の实在性を導こうとする科学的实在論のIBEに正当性はない、というメタインダクションが成立する。つまり、科学の失敗の歴史を帰納的に見れば、科学理論は实在を捉えているという結論など持ちようがないのである。この結果、科学的实在論は科学の歴史を楽観的に都合よく捉えていたという批判が成立する。また、科学が連続的に進歩している（ように見える）としても、科学的实在論の考えるような真理保存主義的見解は当てはまらない。つまり、科学理論が常に真理に接近しているとは言えないし、科学理論にそもそも真理を見出すこともなくなるのである。

このように、ラウダンの議論は科学の歴史という揺るぎない事実に基づいた非常に強固な議論である。科学的实在論者にとって非常に大きな問題として立ちのぼることになる²⁶。また、前節の終わりでも述べたように、以降で考察する科学的实在論側の反論は、基本的にはラウダンの悲観的帰納法をその論敵とみなしたものだと言って良い。

2.4 ファインの自然な存在論的態度

次に、科学的实在論と別の方向で対立する立場として、アーサー・ファインの自然な存在論的態度(Natural Ontological Attitude: NOA)について紹介しよう（ただし、以下の議論の中でファインの見解を中心的に取り上げることはないため、簡単な紹介に留めて

²⁶ ラウダンのように、科学の認識論を实在論的に解釈する可能性を原理的に反駁することは、非实在論的に科学を説明する可能性を科学的实在論者が原理的に拒否したのと同じような、未熟な推論へと陥ってしまうという(Laudan1981, p. 48)。ラウダンは、単に、何かを信じたいということと、それを信じるのに良い理由を持っているということの間には違いがあることを示した。つまり、科学的实在論（だけ）が科学がなぜ上手くいっているのかを説明しているという主張は、科学的实在論側の単なる願望にすぎないことを示したのみである。

おく)。ファインは科学的实在論の議論の欠陥についてファン・フラーセンやラウダンと見解を同じくする。その一方、ファインは科学的实在論を拒否した後の選択肢として科学的反实在論を選ばない。その理由には、この科学的实在論の論争で大きな焦点になっている真理という概念の理解が関わっている。

ファインは量子論と相対論の発展を事例としながら科学者達の实在論的態度について考察している(Fine 1984a)。それをまとめると、科学者達は科学的实在論と反实在論どちらかの立場だけを維持し続けていると一般化して言うことはできない。その理由は、科学者達が自分たちの扱っている理論に实在性を見出すかどうかは各人によるし、また個人においても態度を変更するからである。たとえば、アインシュタインは若い頃にマッハの実証主義(反实在論)の影響を受けていたが、一般相対論の発表後から量子論の登場までは全面的な实在論の立場をとっていた。また、ハイゼンベルグとシュレディンガーがそうであったように、量子論においては反实在論をとることが当時は当たり前であるような風潮があったにもかかわらず、新たなクォークの発見といった場合になると实在論的な態度も見え隠れするという。

ファインは以上のような実際の事例からこう考える。科学的实在論が楽観的に科学理論の真理を信奉するのは行き過ぎであるが、正当化できないのなら捨ててしまえと言わんばかりに科学的真理をまったく手放してしまう科学的反实在論は悲観的過ぎる。ファインが主張するNOAとは、科学的实在論と反实在論が共通にもっているはずの、科学の営みを理解する際に基本となる線(homely line)のことだという。ファインはその共通部分をコア・ポジションと呼ぶ。

どちら[科学的实在論者と反实在論者]も科学の確認された結果をもっと素朴で日常的に支持される主張と同等のものとして受け入れなければならない。...科学的实在論者も科学的反实在論も、科学的研究の結果をもっと日常的な真理として受け入れると言ってよい。科学的真理のこの受け入れを「コア・ポジション」と呼ぼう。科学的实在論を科学的反实在論から区別するのは、このコア・ポジションに彼らが付け加えるものである。(Fine 1984a, p. 270)

このコア・ポジションに形而上学的な肉付けを行うのが科学的实在論であり、形而上学的な要素をそぎ落とす(否定的な肉付けを行う)のが科学的反实在論である。NOAからすると、科学者がふつうに受け入れている「電子が存在する」という主張に対して、科学的实在論者は机をたたいて「本当だ!」と付け加えるだけにすぎない(Fine 1984a, p. 271)。その一方で、観察可能な領域だけに真理を制限するファン・フラーセン流の科学的反实在論については、その観察可能性の基準が不明であると診断する。NOAからすると、科学的实在論と科学的反实在論はどちらも科学に対して異なる方向でバイアスをかけているのである。

このようなNOAの特徴づけは以下のように簡潔に示すことができる。

科学をそれ自身の言葉で理解するようにせよ、物事を科学の中へ読み込まないようにせよ。(Fine 1984b, p. 62)

NOAとは科学を科学の内からみようとする態度であり、科学の外の要素、すなわち哲学的な要素を排除しようとしている。科学的事実論と科学的反事実論は科学の目的や方法論を規定しようとするが、NOAは科学の自律性を表明しているのである。ファインの考えによると、科学にとっての真理概念をあらかじめ定義することはできない。ある理論の対象が存在するかどうかは、科学自身が用いる証拠と推論だけによって判断される。そうした意味で、ファインはNOAを発見法的な態度であるとしている(Fine 1984b, p. 63)。また、ファインが自身の見解を「主義(-ism)」ではなく、あくまで「態度(attitude)」にしているのも重要な点である。ファインの考えでは、もし主義と銘打つと科学的事実論と科学的反事実論と対立する意味での、あたかも実体に関する主張を行う立場に見えてしまうため、態度にとどめたと言う(Fine 1984a, p. 271)。このように、ファインの立場が科学的事実論を悩ますのは当然であるが、それは科学的反事実論も同様である²⁷。そして、ファインの立場はあくまで態度にすぎない。したがって、この論争においてNOAは特殊な立ち位置にあると言えるだろう。

では、2章の内容を簡単に振り返っておこう。本章では、科学的反事実論の諸見解を考察した。この論争で主に取り上げられてきているのは、ファン・フラーセンの構成的経験主義と、ラウダンの悲観的帰納法の議論である。前者は経験主義の立場から、観察不可能な対象についての理論を一意に特定することはできないという問題意識から、IBEに基づいた科学的事実論の議論を認めない。後者は科学が失敗の歴史であることを具体的に列挙し、科学理論の説明上の成功と、理論的对象の措定との間に結びつきがないことを指摘した。それらにより、科学的事実論の奇跡論法は、実は認識論的にみて楽観的な帰納法であることが露呈してしまった。また、ファインの自然な存在論的態度は、どんな意味であれ科学に形而上学を持ち込むことを拒否しようとする。これらの反論は、発表された当初から継続して科学的事実論にとっての悩みの種であり続けている。これらの論点を踏まえ、以下の章では科学的事実論側から提出された反論と、科学的事実論の対案の可能性を検討していく。

²⁷ ファインは(Fine 1984b)で稿をあらためて科学的反事実論に対する反論を展開している。

第3章 科学的事実論からの反論と分割統治戦略

本章では、科学的事実論が批判に対してどのような仕方で反論しようとしているのか、その議論や、対案を模索する過程を考察する。3.1節では、科学的事実論の取りうる戦略についてシロスの議論を引用しつつ概観する。それを踏まえ、まず3.2節ではファン・フラーセンへの反論の仕方について検討する。続く3.3節ではラウダンの議論への反論の仕方について検討することになる。前節でも述べたが、4章以降で登場する科学的事実論の諸立場は、基本的にはラウダンの悲観的帰納法に対応するために提唱されたものと見てよい。したがって、3.3節での戦略が以降の議論の基本方針となる。

3.1 科学的事実論の戦略

科学的反事実論からの批判によって、科学的事実論の欠点が明確になった。そもそもの原理的な問題であるが、結果を最も善く説明する前提を支持しようという推論の向きの性質からして、IBEは論理的な意味で妥当な推論ではない。とはいえ、理論選択や理論評価には結果論的要素が入ってくる場合があり、科学の実践に必ずしも論理的な妥当性が求められるわけではない。つまり、科学の実践においてIBEの使用を禁じることはできないであろう。しかし、IBEを科学の目的や科学理論の認識論的身分といったメタレベルの文脈でも用いるとなると話は別である。科学の対象や目的に関する最善の説明の可能性として、構成的経験主義を差し置いて科学的事実論だけを支持することはできないし、悲観的帰納法が示す通り、科学史の事実と科学的事実論の主張の間には大きな溝がある。これが前章にて明らかになった科学的事実論の議論の欠点であった。

そもそも、科学的事実論は科学的反事実論と比べて認識論的に大きなことを主張しようとしているのだから、たいていの議論の説明責任は科学的事実論側にある。その上、科学的事実論の最大の拠り所である奇跡論法に対して批判が投げかけられているのだから、それは苦境以外のなにものでもない。以上のような絶望的事態を目の前にして、科学的事実論は以下の戦略をとることが考えられる。

(1)IBEの問題は回避できないが、科学的反事実論（構成的経験主義）の立場にも内的に不整合な要素がある。

(2)悲観的帰納法はもつともだが、科学的事実論の立場が含意する直観を捨てきれない。そこで、科学理論においてコミットする部分を制限することで、悲観的帰納法で挙げられた事例が反例とはならないことを主張する。

(1)はすでに欠点のあることが分かっている既存の議論を擁護しようというのではなく、対立陣営の主張を突き崩し、相対的に自分達を持ち上げようという戦略である。それに対し、(2)は科学的事実論の立場の内的整合性をより高めていく戦略である。そこでは、

これまで論じてきた科学的实在論を全面的に支持するのではなく、科学的反实在論からの批判を一部受け入れ、それでも实在についての主張を残そうとする。これらの戦略のうち、(1)については3.2節で、(2)については3.3節および次章以降で検討していく。

3.2 構成的経験主義への反論

すでに2章で論じたように、ファン・フラーセンはIBEに基づいた科学的实在論の擁護を批判した。彼は以降の著作においても、より洗練させた議論を展開している。そこで、まずはファン・フラーセンの議論の再定式化を確認し、その議論に対する科学的实在論の反論としてシロスの見解を考察していく。

3.2.1 ファン・フラーセンの二つの議論

ファン・フラーセンが行ったIBE批判の要点は、結果から仮説を推論する際の対案の排除の仕方と、その恣意性に関するものであった。ファン・フラーセンはその議論を、不良ロット論法(The argument from the best of a bad lot)(van Fraassen 1989, pp. 142-143)と、無差別論法(The argument from indifference)(van Fraassen 1989, p. 146)として再定式化している。まずは、これら二つの議論の中身を要約して紹介する。

・不良ロット論法

考察中の仮説の集合が真なる理論を含むだろうと考えるのなら、何らかの「特権性原理」が必要になる。なぜなら、われわれが持っている最善の説明仮説は、駄目な一群の中で最善のもの(the best of a bad lot)でしかないかもしれないからである。まだ考察していない他の可能な説明があるのに、現在の理論が最善であることをわれわれはいかにして知りうるのだろうか。

・無差別論法

証拠eを最も善く説明する理論Tを選択するようなあらゆる場合において、Tと存在論的には両立しないが、経験的には同値な理論がおそらく無限に存在する。それらは証拠eを同様に善く説明する。これら無限の仮説群のうちで、ただ一つだけが真である。そのため、われわれが選び取る仮説クラスの中に真なる理論があるということは、(確率的に考えて)非常にありそうもない。

これら二つは、科学的实在論が理論選択において恣意的なロジックを用いていることを批判している。確かに、IBEは今まで誰かが生み出した理論の中で最も善いものを選ぶに過ぎない不完全な議論である。つまり、ファン・フラーセンが示した二つの議論は相対的評価と絶対的評価を引き合いにし、科学者は前者の評価しか下すことができないことを指摘しているのである。科学的实在論者は過去の真なる理論を支えにすることはできない。なぜならば、その過去の理論もしょせん制限された選択肢の中から選んだ一つ

に過ぎないからである。よって、ある理論が現象を最も善く説明しているからといって、それが真理を捉えている保証はどこにもない²⁸。

3.2.2 背景知識の認識的特権性

シロスはファン・フレーセンの以上のような議論に対して、しつぺ返し戦略をとることで反論する。ある理論だけが真だと言うための特権性があるのかという（科学的实在論への）説明要求は、ある理論だけが経験的に十全だというための特権性があるのかという（構成的経験主義への）説明要求と等しい。すなわち、科学的实在論と構成的経験主義それぞれの議論構造には対称性があるため、科学的实在論への批判は構成的経験主義への批判と同義なのである。

ここで、シロスは科学的实在論と構成的経験主義とで明確な違いがあることを以下のように主張する。まず、構成的経験主義の枠組みにおいて、ある現象について一つの理論だけが経験的に十全だと根拠付けることはできない。なぜなら、手持ちのデータに対して経験的に同値な理論を複数持つことができるが、われわれが参照できるのはまさにそのデータしかなく、他に理論選択の基準がないからである。では、科学的实在論には手持ちの理論が真だと主張することのできる根拠はあるのだろうか。この点について、シロスは背景知識を基にして当該理論の特権性を維持しようとする(Psillos 1996b, pp. 37-41)。科学者達はすでに受け入れられている理論をもとにして理論選択を行うのであって、まったく背景知識なしに選択を行うことはないのである。

シロスは光学の理論を例にしている。かつて、光が波であるという理論について、その波が縦波であるか、横波であるか、両方であるかという三つの理論が考えられた。すでに観測されていた結果（光が偏光する、ある特定の方向でのみ干渉縞が発生する等）からすると、光を縦波または混在波だと考えると不整合が生じる。そのため、光は完全な横波だということが結論された。この例では、観測によって得られた知識とすでに持っていた波一般についての理論を基にして、光の横波理論が選択された。つまり、もしわれわれがある理論の真理について特権性を持つのだとすれば、その特権性は既知の真なる理論によって与えられるということである。ここで、背景知識は可能な理論選択を狭める役割を果たしている。

科学的反实在論からは次の反論も予想される。背景知識の真理性を根拠に理論選択の特権性を主張するなら、背景知識の真理性について無限遡行が生じる、と。つまり、ある理論の根拠として背景知識を引き合いに出すのなら、その背景知識の根拠たる背景知識が必要となり、その背景知識のためには、という遡行問題である。シロスはこのことを直接的には考えていないが、シロスが上述の反論を行う際に想定しているのは、背景知識のネットワーク(Psillos 1996b, p. 38)であることに注意すれば、答えを与えることができよう。科学理論・背景知識の真理性の正当化関係は線形的に連なったものではな

²⁸ 次で検討するシロスの反論は前者（不良ロット論法）についての応答である。シロスは後者（無差別論法）についても詳細な議論を与えているが、前者の応答が後者にも適用できることから、ここでは前者のみの部分的な考察に留める。

い。各理論は相互に影響を与えあうことで、ネットワークの全体として進歩していく。この場合、基点となる一つの根源的な背景知識は必要とならないであろう。しかしながら、以上のように答えたとしても、シロスには根本的な問題が残っている。理論を真だというための根拠が背景知識（のネットワーク）の真理性に依存するとしても、いずれにせよ背景知識の真理性を主張するためにはIBEに頼らざるを得ない(Ladyman, et al. 1997, pp. 308-309)。したがって、シロスは遡行問題を抜け出せないため、ファン・フラーセンの批判に反論できていないことになるであろう。

3.2.3 観察を超えた先を求めて

シロスは理論選択の基準について以上のような仕方で科学的实在論の擁護を試みる他に、ファン・フラーセンの構成的経験主義が徹底されていないことでも反論を試みている。その際、シロスはファン・フラーセンがIBEを以下の二つに区別していることを考察する。それは、餌をかじった形跡から推論される未観察だが原理的には観察可能なネズミの存在に関するタイプのIBEと、どうあっても直接には観察が不可能な微粒子の存在に対するタイプのIBEである。ファン・フラーセンは前者を認め、後者は認めないという選択的なIBE放棄をしているとシロスは解釈する。科学的实在論者からすれば、どちらの対象物に対しても同じ正当化を与えるべきだということになる(Psillos 1996b, pp. 34-36)。シロスはその論拠として、肉眼で観察可能なものに関する信念の認識論的地位が、観察不可能なものについての信念の認識論的地位よりも優れていると想定することがそもそもの間違いだと主張する。たとえば、経験主義には電子顕微鏡という装置に対する疑いがあるのだろうが、それを言うならば裸眼もまた様々なメカニズムによって構築された装置である。前者には信頼性がなく、後者にはそれがあるという根拠はどこにもない。2章ですでに言及した通り、科学的反实在論の観察概念の基準が曖昧であることについては、科学的实在論からしばしば批判がなされている(Boyd 1984)²⁹。

この反論はどう評価するべきだろうか。ファン・フラーセンはそもそもIBEという推論規則自体を疑わしく考えている。そのため、もし仮にフラーセンがIBEを使うことがあるとしても、それはあくまで（先のネズミの例も含めて）観察可能な対象の発見法としてであって、認識論的な正当化のために用いるわけではない。したがって、観察不可能な対象の正当化としてIBEを用いる限り、シロスの反論には妥当な点があるにしても、必ずしも構成的経験主義の土台を揺るがしうるものとは言えない。

さて、シロスら科学的实在論者が観察不可能な対象物へとこだわる理由は、それを指定することによって得られる情報量の差だと考えられる。つまり、理論が偽であるかも

²⁹これは、何をもって観察とするかの線引き基準に関する反論である。ファン・フラーセンは、観察可能・不可能の判断を付けかねる対象が存在することは認める。しかし、明らかに観察可能な対象と明らかに観察不可能な対象の間には明確な区別が存在すると言うことで、この反論に答えようとする(van Fraassen 1980, pp. 13-19)。だが、科学的实在論者達がむしろ問題にしているのは観察可能なのかの判断を付けかねる対象の取り扱いであるため、ファン・フラーセンは反論に直接的に答えたとは言えないであろう（科学的实在論者達は観察可能な対象も不可能な対象も同様に扱うため、彼らの立場ではこの問題が発生しない）。

しれない認識論的リスクを負うことで、科学的实在論者は科学理論について構成的経験主義よりも多くのことを知ろうとするのである(Psillos 1996b, p. 42)。しかしながら、ファン・フラーセンは説明や情報量についてのこうした動機を実用論的な問題として論じている³⁰。科学的实在論とはまったく別の目的で科学を捉えるファン・フラーセンにとって、獲得できる情報量が大きくなるから实在を認めたらよいということにはならない。つまり、毒を食らわば皿までという原理は認識論的な原理ではないのである(Fraassen 1980, p. 72)。ファン・フラーセンが科学的实在論を拒否するのは、科学的实在論が非合理だからではなく、それに付随するインフレ的な形而上学（法則、因果等の解釈）を拒否するからだと解釈することができるだろう(Ladyman, et. al. 1997, p. 317)。

3.3 分割統治戦略

以上のように、正面からファン・フラーセンの構成的経験主義を倒すことは非常に困難である。しかし、前章で確認したように、ファン・フラーセン自身はこの論争をいずれかの立場の勝利という形で終結させる意図はないのであった。そのため、科学的实在論陣営も、構成的経験主義への反論をそれほど積極的に試みていない。ファン・フラーセンは科学的实在論と経験論の対立をスタンスの違いとしているが、もっと俗に言ってしまえば、好みの違いである。それよりも、科学的实在論にはもう一つの困難として、ラリー・ラウダンの悲観的帰納法が残っている。こちらについては本来の科学的实在論の立場を制限し、科学理論の特定の部分に関してのみ实在性を主張しようとする者達が現れており、現在も継続して活発な議論が展開されている。この路線では、科学的实在論にとって何が核となる主張なのかを選択しながら、悲観的帰納法の議論に対応していく。本論ではこのような科学的实在論の亜種を総称して選択的实在論と呼ぶことにする。次章から選択的实在論の主張を検討していくが、その前に選択的实在論という路線の根本にある考え方を確認しておこう。

選択的实在論の根本にある戦略は、シロスの言うところの分割統治(the divide et impera)の戦略である。

...私はこれを分割統治措置(the divide et impera move)と呼ぼう。これは、ある理論が破棄されるとき、その理論的構成要素である理論的メカニズムと法則は、ひとくくりに排除されるべきではないという主張に基づいている。そうした理論的構成要素にはわれわれがいま受け入れている構成要素と一致しないものがあり、だからこそ排除されなければならない。しかし、すべての構成要素が排除されるのではない。後続の理論の本質的な構成要素として保たれ続けるものもある。分割統治措置が提案するのは以下のことである。すなわち、ともすれば破棄されて

³⁰ 何が説明と関連するかは文脈に依存するため、われわれは必ずしも情報量の多さを追求する必要はない。そのためファン・フラーセンは、科学的説明という観点において科学的实在論を取る根拠は必ずしもないという(van Fraassen 1980, chapter 5)。説明上の成功は科学的实在論（もしくは奇跡論法）の要であるため、科学的实在論はこの点について何とか反論する必要がある。

いた理論の中で経験的成功を担っていた理論的構成要素が現行の科学的イメージの中で保たれ続けていることが分かったとしたら、実質的なバージョンの科学的实在論が依然として擁護されうる。(Psillos 1999, p. 108)

科学の歴史では淀みに浮かぶ泡沫のようにさまざまな理論が生まれては消えていく。だからこそ、いま成功していると思われる理論であっても消えていく可能性はある。これが悲観的帰納法が論拠にする歴史的判断である。しかしながら、理論が消えていくそのたびごとに、まったく新しい理論がゼロから作り上げられているという状況は想像し難い。科学者達は何らかの形で古い理論のエッセンスをカスタマイズしながら、理論をより良い方向へと進めているであろう。分割統治戦略が目をつけたのはここである。仮に、ある理論の中に間違った措定が含まれていると分かったとしても、経験的成功に本質的に寄与した部分が後続の理論にも引き継がれているとしたら、それは科学理論の累積的進歩を意味するし、経験的成功と説明上の真理を結びつけることにもなる。

ただ、選択的实在論の論者達と前節で論じたシロスとでは、科学的实在論を擁護して行こうとする方針が全く違うことに気をつけなければならない。シロスは科学的实在論をそれまでの形のまま残そうとする一方で、選択的实在論の論者達は科学的反实在論の批判をある程度は受け入れ、实在論としての主張を制限していく。もっと言えば、それは譲歩なのかもしれない。そのような違いが生じる理由は、理論において成功に寄与した部分というものを判断するための基準の設定にある。科学においては結果論的な判断も多分に行われるため、科学者は理論の成功の根幹をなす部分がどこなのかをアプリアリな仕方で判断することはできないであろう。理論において成功に寄与した部分をアドホックにしか設定できないとなると、科学的反实在論からの格好の餌食になるだけである。繰り返すが、いま問題になっているのは、理論の真理と経験的成功の結びつきを正当化するという認識論的な議論だからである。こうした問題点を回避するために、選択的实在論は理論において何が本当に重要なのかを切り分けなければならない。

しかし、選択的实在論へ向かうことだけが科学的实在論に残された手段ではない。たとえば、シロスは予言の使用新奇性(use-novelty)が理論の成功にとって重要だという議論を展開している。使用新奇性の定義は、「既知の事実についての予言Pが理論Tに対して使用新奇であるのは、この「既知の」現象についてのいかなる情報も、それを予言したところの理論の構築に際して使われなかったとき」(Psillos 1999, p. 106)である。もっと分かりやすく言うところなる。ある現象の発生が分かっているとして、それを説明するために理論を構築する。そのように構築された理論からその現象の予言を引き出すことができたとしても、それは何の驚きでもないだろう。しかし、まったく関係がないと思われてた理論が既知の現象を予言できるのだとしたら、それは驚き以外の何ものでもない。要は、後付けで理論を構築したのか、そうでないかということである。シロスはこの使用新奇性という基準を用いて、科学的实在論の擁護をしていく。まず、科学的实在論がコミットすべき理論とは、この新奇な予言に成功した理論だけだという基準を設定する。それによって、ラウダンの反例として列挙した理論はどれも新奇な予言に成功していなかったと切り捨てる。つまり、ラウダンの反例はどれも科学的实在論がそもそもコミットする必要のなかった理論だとみなすことで、悲観的な帰納が成立しないことを示すのである。本論ではこれ以上この路線を追わないが、こうした路線で科学的实在

論の擁護を進めて行くことも可能である（シロス以外にこの路線を採用している論者として、レプリン(Leplin 1997)がいる）³¹。

では、3章の内容を簡単に振り返っておこう。そもそもの立場の性質からして、科学的事実論がファン・フラーセンの構成的経験主義に反論することは困難である。また、科学的事実論は手持ちの理論の真理性を説明するために、何らかの意味で既存の理論の真理性を説明しなければならない。しかし、それは論点先取もしくは遡行問題を招くことになる。となると、科学的事実論は構成的経験主義に完全に敗北することになる。だが前章で述べたように、ファン・フラーセン自身は科学的事実論と反事実論の対立をあくまでスタンスの対立とみなし、双方が両立する可能性を認めているのであった。したがって、科学的事実論は構成的経験主義の反駁ではなく、内的整合性の高い事実論的立場を目指す路線に移行するべきである。そのための基本戦略が分割統治戦略であり、この方針は4章以降で考察する選択的事実論にも続いていく。

³¹ 他にも、理論語の指示とその指示対象の問題として、言語哲学の考え方を導入し、悲観的帰納法が挙げた問題を考え直そうとする戦略もある(Psillos 1999, Chapter 12)。その路線の一例として、カミングスキーは指示の因果説と記述理論のハイブリッド説で考えようとしている(Cummisky 1992)。

第4章 実体实在論

本章では、選択的实在論の一派としての実体实在論(entity realism)について考察する。4.1節では、ナンシー・カートライトの『物理法則はどのようにして嘘をつくのか』（以下、本文中では『物理法則』と略記し、出典を記す場合は(Cartwright 1983)とする）の内容を下敷きにし、実体实在論をモデル論の観点から考察する。ここでは、カートライトが実体についての实在論的立場をとりつつ、モデルという反实在論的な概念を受け入れていることが科学的实在論にとってどのような意味があるのかを検討する。4.2節では、カートライトの見解を引き続き検討しながら、実体实在論の形而上学的背景が科学的实在論の論争にどのように関係するかを考察する。

4.1 カートライトのモデル論と実体实在論

ラウダンからの攻撃に対する科学的实在論からの応答として提出されたのが、ハッキングやカートライトの実体实在論である。ハッキングとカートライトは理論的対象が実在することについて以下のように述べている。ポイントは、われわれが行う実験的操作とミクロな世界との因果的連続性である。

ところで、われわれはニオブの球体上の電荷をどのようにして変化させるのであろう。「そう、その段階で電荷を増やすためには陽電子をそれに吹き付けるか、または電荷を減らすために電子を吹きかけるのです」と私の友人は言った。その日からである。私は科学的实在論者となったのである。私に関する限り、吹きかけることができれば、それは実在する。(Hacking 1983, p. 23)

...理論的存在物を正確かつ詳細な仕方で別の過程に介入するよう操作することができる時に、その存在物ができること、できないことについての主張に対してわれわれは可能な最善の証拠を持つのである。そして、このようなよく検証された因果的主張によって保証されている理論的存在物が、科学の進歩において破棄されることはめったにない。(Cartwright 1983, p. 98)

たとえば、霧箱を用いた実験を考えてみよう。霧箱とは、気体を飽和状態になるまで容器に詰めたものである。そこに荷電粒子が通ると周囲の気体分子をイオン化させ、そのイオンを凝結核として気体が凝結する。結果として、水滴の筋が残ることになる。さて、われわれは電子をある程度は自由に操作することができる。われわれが電子ビームを霧箱に照射したとき、観察するのは電子そのものではなく、電子が存在すると思って行う操作によって導かれる特定の結果でしかない。だが、われわれは水蒸気の筋を観察して、それを電子が通った飛跡だと考える。また、われわれは操作するたびごとに飛跡を残すことができる。それらを通して、われわれは飛跡を残した原因としての電子の実

在を認めることになる。つまり、厳密に制御された実験における因果的な関係が電子の存在を根拠付けるのである。

この考えによれば、こちらから積極的に操作できないような対象や現象の実在性について科学者が積極的にコミットしない理由をすっきり説明することができる。例として、スーパーカミオカンデでの観測を考えてみよう。スーパーカミオカンデはいまでこそニュートリノの観測施設となつてはいるが、もとは陽子崩壊という現象を観測する目的で作られた。陽子はたいていの物質の原子核中に含まれているが、素粒子の標準理論では極めて低い確率で崩壊することが予想されている。その崩壊時に発生する陽電子が水槽内で引き起こすチェレンコフ光を観測することで、陽子崩壊を確認しようというのである。しかしながら、現時点ではその現象が起きたという結果は確認できておらず、カミオカンデでは似た原理でチェレンコフ光を発するニュートリノの観測を主目的とするに至った。つまり、陽子崩壊という現象は、理論的にはその存在が予測されているが、科学者達は未だそれを実在するとはみなさないのである。

では、電子の場合と陽子崩壊の場合で異なる点について言及したい。ポイントは操作可能性にある。霧箱の実験において、われわれは電子を放射するという操作を意図して行うことができる。また、電子以外のものが霧箱内の気体の飽和状態を壊すことがないように実験状況を制御することができる。さらに、電子の実験は繰り返し行うことができ、その過程と結果はどちらも再現可能性が高い³²。それゆえ、このような具体的な因果過程においては、われわれは電子以外の事物が霧の粒を引き起こしたという可能性を排除でき、電子の実在性が担保されるのである。また、われわれは既知の理論的対象の操作によって、これまで知られていなかった新たな現象を引き起こすことも可能である。そして、それが仮説的な理論的対象と、実際にコミットする理論的対象を区別することになる。ハッキングの例を用いてみよう(Hacking 1983, p. 265)。電子と中性ボソンはどちらも理論的対象である。われわれは電子の操作によって作動する実験装置を構築し、それによって別の現象を引き起こすことができるが、中性ボソンを装置の機構に組み込むことはできない。そのため、電子の実在性にはコミットするが、中性ボソンは仮説的対象のままでコミットされない。つまり、何か新たな現象の因果的過程を創造することができるかどうか、理論的対象の実在の線引きなのである。

しかしながら、操作可能性がネックになる事例もある。それは宇宙物理学で扱われるような超巨視的な対象、具体的には惑星や銀河などの実在性である。われわれは何百万光年先から届く光を観測して、何らかの銀河団が存在するという語りをするが、当然ながらその光を操作することはできないであろう。つまり、実体実在論では、素粒子物理学のような実験系科学の理論的対象について実在性を主張でき、宇宙物理学のような観察系科学の対象の実在性を放棄せざるを得なくなってしまう。これは実在論陣営にとって、必要以上に実在への主張を切り詰めてしまうような、あまり好ましくない結果であ

³² ハッキングは再現という意味での実験の反復性を哲学的疑似問題だと考える。そして、実験の反復で重要なのは、むしろ同じことをより良く行おうとする試みだという(Hacking 1983, pp. 231-232)。確かに、現実問題として同じ実験をわざわざやるのは、教育上の問題(学生実験)か、よほど奇抜な結果を追試する場合だけであろう。また、資金やプロジェクトの年数制限のため、同じ実験を再び行うことが困難な場合もあるだろう。ただし、これらは科学の現場で新たな現象とどう向き合っていくかの問題である。原理的には、再現性は理論の確証度を高めることになるであろう。

ろう³³。

科学的实在論と科学的反实在論の論争において、実体实在論をどのように位置づけることができるだろうか。悲観的帰納法への応答としては、実体实在論は科学的反实在論に対する譲歩のあらわれだと理解できる。なぜなら実体实在論は、よくコントロールされた実験の場合にだけ理論的対象の实在性を強く主張できる、という限定的な意味での实在論だからである。その一方で、この立場は奇跡論法を武器とする本来の科学的实在論の路線と比べると、より洗練されているとも考えられる。まず、先の引用にもあるように、その因果過程をしっかりとコントロールされた理論的対象が破棄されることはほとんどないという事実がある。そして、しばしば争点となるエーテルを例にすると、科学者達はエーテルを指定してもそれを操作することはできなかったわけだから、そもそもその实在についてコミットしていなかったとすることができる。したがって、実体实在論は悲観的帰納法に対して一定の効力をもつ实在論的立場だと認めてもよい。

だが、科学においては電子のように具体的に操作できるもの以外にも、様々な理論的対象が理論において役割を演じている。実体实在論は、そうした理論的対象の实在性をどう扱うのか。実体实在論は科学の実践から科学的实在論を擁護する立場であると考えられるが、科学者が実体と認める基準と、哲学的な实在性の基準の擦り合わせが必要である。実体实在論は操作の可能性が得られない理論的対象のあり方についても言及しなければならないであろう。そこで、以降ではモデル論的側面から、カートライト（ひいては実体实在論）が理論的対象の实在性に関してどのような主張をするのかをより詳細に考察していく。

4.1.1 カートライトの科学理論観

カートライトが『物理法則』において議論の力点とするのは、普遍法則への懐疑と、法則論的な説明への対案としてのモデル論的説明である。イントロダクションにおいて自ら言うように、カートライトはハッキングの『表現と介入』における議論を補完するものとして自らの考察を進めている (Cartwright 1983, p.20)。まずは、この補完ということの意味について述べておこう。すでに確認したとおり、実体实在論は操作という具体的な基準によって、その实在性を強く主張できる対象物を選別する立場であるが、それに従うと科学で扱っている対象物の多くは實在していると言えなくなってしまう。しかしながら、科学的探究において、理論的対象は實在する、しないのどちらかでしか扱われないわけではないだろう。科学理論においては、電子のようにわれわれがその存在に強くコミットする対象物もあれば、コミットメントは弱いが存在とみなしているような対象物もある（たとえば、半導体中の正孔（ホール）は「電子がそこに無い」状態を示す準粒子である。しかし、ホールが移動する等の表現を普通に使用する）。カートライトのモデル論によると、理論的対象に対して持つ認識論的なコミットメントの強弱をモデルの構造に反映させることができる。また、実体实在論においてポイントとなる具体的な操作やよくコントロールされた実験という事柄は、実践的な意味でのモデルだと言え

³³ この点については、ハッキング自身が認めるところでもある。詳しくは、(Hacking 1989)を参照。

る。つまり、カートライトの目的は、実体实在論をモデルという側面から分析することである。

カートライトは理論的对象については实在論的立場を表明しているが、彼女がモデル論をとる根拠にはある種の反实在論的な態度が関係してくる。それは自然法則の普遍性への懐疑である。ふつう、自然法則と聞くと一般性を伴ったものだと考えてしまうかもしれないが、カートライトはまったく逆のことを考える。彼女は、自然法則は特殊な状況でのみ成立するものだと考え、法則の支配力をその特定の状況のみに制限する。そうした特殊な状況を具体的に示すのが、モデルといういわば箱庭である。このように、カートライトはその著作において実体实在論という仕方で实在論を擁護するものの、自然法則を懐疑するという反实在論的な世界理解も同時にしていることになる。

まずは自然法則の懐疑という側面について考察していこう。カートライトは科学理論の法則を二つに分けて考える(Cartwright 1983, pp. 44-73)。彼女によれば、科学の法則には現象論的法則と理論的法則（普遍性を伴った法則）とがあるという。落体の法則など、われわれが実際に現象を観察することによって得られる法則が現象論的法則であり、具体的な因果過程において見出される規則性のことである。その一方で、理論的法則とは摩擦や空気抵抗等の諸要因を無視する限定的な状況を想定した、「異なりうる他の諸条件を同じとみなす理想的な一般化³⁴」を施した法則であり、この一般化は理論上の要請による。たとえば、ニュートンの万有引力の法則は、多体問題を二体問題に簡略化することで成立する。だが、実際にはその法則を適用しようとするところの二物体間には他の多くの惑星や星々からの影響があり、それらからの要因を一様に無視している。このような意味での法則は、現実の世界そのものではなく、現実世界の理想的な状態に関する法則である。

以上のような法則の区分にしたがって、カートライトは現象論的法則と理論的法則がそれぞれ異なる役割を担っていると考え。現象論的法則の目的は記述を行うことであり、理論的法則の目的は説明をすることである。現象論的法則はわれわれが観察する現実の現象だけを説明し、それゆえ事実を正しく述べることができる（つまり真である）。それに対して、理論的法則は理想的な一般化を行うことによって現実性はなくなるものの（つまり偽である）、幅広く似たような事象を説明することができる。このようなことから、カートライトは真理と説明力の間にはトレードオフ関係が成り立っていると考えている(Cartwright 1983, pp. 56-59)。現象論的法則の説明力の範囲は狭いが真理性は高い。その逆に、理論的法則の説明力の範囲は広いが真理性は低い。つまり、説明力があることはその説明が真であることの保証にはならないのである。

カートライトが理論的法則を偽だと言う動機には、説明の被覆法則(covering-law)モデルへの批判が含まれる。被覆法則モデルとはヘンペルが主張する説明の演繹的-法則的(D-N)モデルのことで、これに従うと被説明項は前件としての自然法則から演繹できる。だが、先に述べた通り、カートライトは自然法則は限定的な条件を想定する一般化の産物だと考えているため、D-Nモデルは手近な現象の説明として不適切だとする。彼女によると、われわれがその代わり行っているのは因果的な説明である。われわれは結

³⁴ 原文では、ラテン語の「*ceteris paribus*」である。直訳では「他の事情を同一もしくは一定にする」ことを意味する。

果の詳細な構造から原因を推論する。その時に必要になるのは（ここにおいて実体实在論の主張を見出すことができるのだが）、原因と結果の構造を適切に結びつけるような実験条件のコントロールである。このようにして、われわれは理論的法則を否定しても、理論的対象の存在を因果的説明において保持することができる。カートライトはこのことについて「存在とは因果的説明の内的特徴である」と述べている(Cartwright 1983, p. 93)³⁵。注意しなければならないのは、カートライトがこのように言う場合の因果性とは、あくまでわれわれが関わることのできる範囲での規則性、すなわちローカルな因果性だということである。こうした狭い意味での因果性を説明の要件とすることで、カートライトはわれわれが科学的説明において行う推論を、最もありそうな原因への推論(inference to most likely cause)だとしている。これは被覆法則モデルのような演繹的説明ではなく、あくまで手持ちの現象に関して適切な原因と結果からそのメカニズムを特定するような推論である³⁶。

さて、カートライトのこうした法則への態度は明らかに反実在論的である。本来の意味での科学的实在論にとって、科学理論とは世界について（近似的にであれ）真なことを述べるのであった。だが、カートライトは科学理論の中核を担っている自然法則の普遍性および真理性を疑っている。科学理論における法則は、世界についてそのまま成立するわけではない。つまり、科学理論は額面どおりに世界を映してはいないということである。では、理論が完全に真ではないとしたら、科学理論はどこまでのことを主張できるのだろうか。カートライトは科学理論がモデルであることの洞察を通して、その問いに答えていく。

4.1.2 説明の似姿解釈、モデル

カートライトが科学の法則について取る限定的な態度は、D-N説明を否定するためのものであった。では、カートライトの考える科学的説明において、偽であるところの自然法則の普遍性はどのような役割を演じるのであろう。カートライトは科学理論はモデルであると考えている。つまり、自然法則の普遍性とはモデルにおける普遍性なのである。カートライトの考えでは、科学理論はあくまで現実世界の似姿(simulacrum)であり、われわれは世界の姿を一度にすべて把握しているわけではない。モデルが描き出すのは現実のある一側面でしかなく、モデルはそれぞれ異なる目的に従って構築される。以下の引用部分に、このことが示されている。

物理学において、一つの同じ現象について異なる理論的取り扱いを与えることは有益である。われわれは様々な目的に照らし合わせて、そうした現象を記述するため

³⁵ しかしながら、この信念と実体实在論の関係については問題がある。この信念は、われわれが実体以上のことにコミットしていることを意味している。この信念そのものはどのようにして正当化できるのだろうか。詳しくは(Psillos 2008, pp. 170-171)を参照。

³⁶ カートライトがここで主張する「最もありそうな原因への推論」は、「最善の説明への推論」の特殊事象でしかないという批判や、因果過程の中に対象の存在を認めるということは彼女の形而上学だ、という指摘もある。詳しくは(Psillos 2008)を参照。

の様々な方程式を伴った様々なモデルを構築する。どれが正しいモデルで、どれが方程式の「真」なる集合なのか。この問いは間違っている。一つのモデルはその現象のある側面を明らかにし、別のモデルは別の側面を明らかにする。関心の対象となる量に対して大まかな見積もりしか与えないが、解くのはより容易な方程式も存在する。あらゆる目的にも最適にかなう単一のモデルは存在しない。(Cartwright 1983, p. 11)

ここからわかるように、彼女の考えでは科学理論が現象を記述する仕方は一つではない。モデルごとに記述力や説明力が違っているため、一つの現象に対して複数のモデルが同時に成立しても構わないのである。例として、電子のモデルを考えてみよう。電子は粒子性と波動性と二つの性質を持つと考えられている。だが、これらのどちらをも同時に記述できるようなモデルが求められることはない。電子の粒子性を記述するボーアのモデルは、電子が原子核を中心とした各軌道半径に定められた個数ずつ周っているというモデルである。このモデルは原子の共有結合やイオン化などの物理的特性を上手く説明することができる。ところが、電子は波のように存在し、単純に定まった配置をとって軌道半径を周回するのではなく、原子核を中心に空間的に決まった仕方で分布しているとも考えられている。そのモデルにおいて、原子同士の結合の仕方は波の重なりあいによって説明することができる。しかしながら、必ずしも常にその説明が必要とされるわけではない。粒子性と波動性は確かに電子が示している現実の挙動であるが、そのどちらの側面に焦点をあてて説明をするか、それはすなわち目的の違いであり、抽象化の仕方の違いである。

こうした抽象化においては、現実の性質のみならず、便宜的な性質(properties of convenience)もまたモデルにおいて構築される。この性質は、数学的な近似を行うために必要な仮定を表す性質であり、必ずしもこの世界に実在する性質というわけではない。科学理論における性質にはモデルの中でだけ措定される性質もある。また、われわれは計算上の利便性に照らして道具的にモデルの中身を構築することもある。すなわち、われわれが実際にその存在にコミットすることのない性質も理論の中には含まれているということである(Cartwright 1983, p. 153)³⁷。こうして措定された性質や、理想化に関してのカートライトの立場は反実在論的なものだと考えられる。

このような理論モデルと世界の間を考えるにあたり、カートライトは「現実的(realistic)」という言葉について二つの意味を設けている(Cartwright 1983, pp. 149-150)³⁸。一つ目はモデルと世界の間を担うという「現実的」である。われわれは、モデルが構成する物理系や場といった記述に対して、現実世界で実際に保たれる性質や関係を帰属する。この場合、モデル内の記述も、現実世界の性質や関係も、どちらも実在するとカートライトは考える。二つ目の意味はモデルと数学の間を担うという意味で

³⁷ カートライトが便宜的な性質の具体例として挙げているのは、無限ポテンシャル、ゼロ時間での相関、完全に堅い棒、摩擦のない平面である。カートライトはこれらが純粋にフィクションだと考えている。

³⁸ ここでカートライトが述べたいのは「モデルがどれだけ本当らしいか」という話題であるため、realisticには「現実的」という訳語をあてた。たとえば、モデルの実在性と言ってしまうと、モデル自体が実在なのかを論じているように聞こえてしまい、議論の焦点がずれることになる。モデルは理論の枠内に収まるものであり、カートライトはモデルに存在論的身分を与えていない。

の「現実的」である。説明することのできる事柄はモデルに応じて様々である。数学的な手続きとして近似を施す場合、モデルのどの部分にどの程度の近似を与えるかは被説明項ごとに変容する。モデルごとに数学的抽象度の基準が異なり、その基準に相対的な仕方モデルの数学的現実性は理解されることになる。後者の意味での現実性は、量子力学など微視的現象を扱う分野にとって特に重要であろう。

以上のように、モデル構築の過程は数学と密接な関係がある。カートライトが世界とモデルの間に数学を介在させているのは、われわれが自然の状況を記述するためには何かしらの近似を介在させる必要があるからである。近似とは、異なりうる諸条件を同じとみなす状況設定をモデルの記述に組み込む手続きであると考えられる。われわれが取り出すことのできるのは自然の一部分のみであって、その部分に対して理論的記述をあてはめようとする。その際、われわれは目的に応じて自然の像を適切な仕方歪めなければならない。すなわち、適切な実験状況を設定することは、数学的な境界条件を設定することだと言えるのである。

さて、結局のところ、自然法則の普遍性とモデルはどのように関係するのだろうか。法則には理想的な一般化を施した状況下でのみ成立する種類のものがある。つまり、普遍法則は、そのようなモデルにおいてのみ成立するということである。そして、手持ちの現象に対して普遍法則を組み合わせたり、近似の仕方を変えることでのみ、現象論的法則は導かれる。カートライトの考えでは、現象論的法則を用いた説明とは、ヘンペルのD-N説明が想定する普遍法則から自動的に演繹されるような類の説明ではない。モデルにおいてベースとなる普遍法則がまずあって、それに加えて因果的な過程を考慮することで現象論的法則が導かれる。つまり、現象論的法則とはモデルごとに特化された法則であり、普遍法則よりも良く実際の個別的な現象を記述するのである³⁹。

4.1.3 カートライトの立場が科学的实在論の論争に与えるインパクト

カートライトの論点をまとめてみよう。彼女の考える科学理論の真理性とはモデルの記述についての真理性である。モデルに基づいた真理ということになると、従来の科学的实在論が主張するような、理論と世界の間で成立する真理性は破棄されることになる⁴⁰。科学理論としてのモデルは現実のある側面しか映し出さないのだから、科学理論をモデル的に理解するとなると、理論の真理性に関する従来の考え方も変化しなければならないのは当然であろう。モデルに含める性質や現象は、その理論的抽象化の過程において便宜的に（もっと言えば道具的に）選択されることもあるため、カートライトの考えるモデルは反实在論的な側面も併せ持つ。また、従来の科学的实在論は現象論的法則も普遍法則も区別せずに受け入れていたが、カートライトは普遍法則について反实在論的立場を取っている。つまり、カートライトは科学理論の真理性と、自然法則の普遍性

³⁹ これは振り子のモデルを例にすれば分かりやすい。空気抵抗を考慮しない単純で理想的な振り子のモデルはいつまでも振動を続ける。だが、空気抵抗がある場合を記述できるような現実的なモデルにするために、振り子の挙動を示す方程式に減衰項を導入すれば、振り子はいつか止まることになる。このように、何かしらの現象を説明するために手持ちの理想的な方程式に手を加えることで、現実的な現象を表現することができる。

⁴⁰ このことについては、2章でファン・フラーセンの立場に言及した際にも述べた。

を懐疑することで、科学的实在論に対してある種の批判を行っているという理解ができるだろう。

では、カートライトの主張する立場は従来の科学的实在論をどれだけ弱めることになるかを考えてみたい。カートライトの考える实在性とは、モデルによって表現される範囲においての实在性である。カートライトが実体实在論を主張する根拠としたローカルな因果過程や制御された実験は、実践的な意味でのモデルである。実体实在論の主張をモデル論を用いて言い換えると、われわれはローカルに限定された因果的モデルにおいてのみ観察不可能な対象を認めてもよい、ということになるだろう。このように制限された实在性へのコミットメントは、科学理論が世界の似姿であるという主張によって次のように理解できる。まず、ある経験的帰結を説明するときに用いるモデルが現実の一つの側面しか描写しないのであれば、その帰結を説明するためにその理論モデルをいつも用いる必要はなくなるだろう。先に述べたとおり、似姿としての科学理論はどの側面を強調するかによって、用いるモデルを変えるからである。さらに、抽象化の度合いが異なる様々なモデルを一つの現象に対して適用することもできるため、それぞれのモデルにおいて措定される同一の理論的对象のあり方が異なるということすらありうる⁴¹。したがって、われわれがモデルを通して見いだす理論的对象の实在性は、「理論的对象そのもの」ではなく「理論的对象のある側面」になる。もちろん、その实在性には強弱がある。たとえば、われわれは電子について因果的に関与できるし、電子についての様々な側面を反映するモデルを持っている。その意味で、われわれは電子について認識論的に強く实在性を主張できる。それに対し、モデルにおいてのみその性質が現れる近似的に導入された理論的对象などの实在性については、われわれはそれほど強くコミットしない。われわれは理論的对象そのものについて实在性を主張するのではなく、あくまでモデルに依存した形での理論的对象の实在性を主張している。つまり、カートライトの主張は、モデルという文脈に特定化されるような仕方で理論的对象は实在する、ということなのである。

こうしたモデルの特性は科学的反实在論に対する防御策になるであろう。原因への推論では、ローカルな因果性から理論的对象の实在を限定的に主張するのみであって、世界に存在する対象物の实在をそのまま主張するのではない。これまでの科学的实在論の論争では、世界における存在物についての实在性をそのまま論争の対象としていたが、モデルにおいて实在を主張するということは、实在するといえるかどうかの争点を変化させることだと理解できる。つまり、「理論が世界そのものについて真であるか」ということから、「理論がモデルについて真であるか」ということへと議論が移り変わるのである。ここで大事なのは、モデルに反映される対象（理論的对象や性質やそれらによるメカニズム）が何らかの仕方で世界に存在するであろうということ自体は、实在論的主張としてそのまま残っているということである。その何かをモデルが切り出し、われわれはそれについて实在性を主張する。モデルが映し出すのはあくまで理論的对象の一側面だけであり、たとえその一側面が否定されることになっても、その対象物が存在しないことにはならないのである。また、われわれはモデルが現実的であるかどうかによ

⁴¹ たとえば、ボーアのモデルと波動関数のモデルのように、個々のモデルで実現される電子が分子の結合を説明する際に同じ電子像を映し出しているとは限らない。

存して、程度の異なる実在性を理論的对象に与えている。つまり、モデルの構造がどれだけ世界を現実的に反映しているかに照らし合わせてはじめて、理論的对象の実在性は評価されるべきなのである。しかしながら、實在にコミットする認識論的な基準を、世界についてというレベルから、モデルについてというレベルへと下げているわけだから、モデル論を取ると従来の科学的實在論よりも主張が弱くならざるをえない。

また、説明の成功から理論的对象の実在性を主張するのではなく、因果的推論によってローカルな意味で理論的对象の実在性を主張するということは、奇跡論法に依存しない形で實在を主張することのようでもある。ただし、この点は注意が必要であろう。因果的モデルの構築は、ある意味では原因の非決定性を排除するための営みに他ならない。ある結果が生じた原因を一意に特定するためには、実験の入念なデザインが必要である。すると、次のように言うことも可能になる。すなわち、その結果が特定の实体によって引き起こされたことは奇跡ではない。なぜならば、われわれがそのように因果をコントロールしたからである、と。このように考えると、实体實在論は、奇跡論法という推論的な議論をより特徴化し、具体的な営みと重ね合わせて實在を主張しているとみなすことも可能である（ただし、具体的にした反面、それによって支持できる理論的对象の領域が狭くなってしまった）。

以上のように、カートライトの立場は、實在に関する主張を弱めることで科学的反實在論に対して抵抗力をあげていると理解できる。言うなれば、肉を切らせて骨を断つ、である。ここで、カートライトがモデル論をとるようになった動機には、科学者達の実践の考慮も含まれるということも考察しておく。何か新たなことを発見しようとする過程において、科学者達は自分たちの理論の導出過程を、普遍的な自然法則に基づいた公理的演繹過程とは理解していないだろう。カートライトが例としていくつか示しているように、科学理論のモデル構築の過程は領域限定的なものであり、近似手続きの適用法などを見ても、とても普遍的・演繹的なものではない⁴²。

では、理論的对象の実在性が問題になっている科学的實在論の論争において、科学者達の実践を理解する必要があるのはなぜだろうか。その理由は、ある理論的对象がその理論においてどれだけの実在性を有しているかは、そのモデルの構造と抽象度に依存しているからであり、モデルの構築こそが科学者達の実践していることだからである。科学的探究においては、抽象的なモデルから始め、実験結果などを考慮しながら少しずつ厳密なモデルへと発展させていくこともある。量子力学など微視的な領域を扱う分野では特にそうならざるをえない。そうした手探りな状況においては、たとえ理論的对象がその一側面を否定されることになったとしても、科学の進展にとって無価値だということにはならない。科学者達はそれを元にして別の新たなモデルを目指していくだろう。いうなれば科学的実践のこうした可塑性や連続性をモデルという概念はうまく捉えることができるのである。以上のように、科学的実践の見地からも、科学理論とその対象をモデルとして捉えることの意義が見出せるのではないだろうか。

ここまではカートライトの著書に基づいて、科学的反實在論に対する科学的實在論側からの応答として、实体實在論という立場があること、および、それが本来の意味での

⁴² カートライトは『物理法則』イントロダクションの冒頭で、現在の科学においては専門分野が非常に細分化されている例を挙げている。普遍法則への懐疑は、そうした各領域のすべてを支配する法則が存在しないという彼女の考え方にも起因しているであろう。

科学的实在論を弱める形での応答であることを概観した。そして、そうしたローカルな实在論的立場をとると、科学理論のモデル論的理解に基づいた科学的説明という、D-N説明とは別の路線へとつながることを論じた。だが、カートライトは悲観的帰納法に対して譲歩的な实在論的立場をとることでその効力を弱めようとするだけであり、正面からその議論を切り崩そうとしているわけではない。また、彼女が考えるモデルという概念には、世界の部分的理解という反实在論的な意味合いが含まれていることも重要である。

一見すると、カートライトの立場は相矛盾した見解を保持しているように見える。もちろん、科学的实在論と科学的反实在論がまったく水と油の関係にあるとは思えず、両者の間には重複している部分もあるだろう。そうした中庸路線をカートライトは行くのである。しかしながら、中庸という戦略は対立する立場のよい部分を取り込もうとするわけだから、受け入れる際には注意が必要である。そのため、次節ではカートライトの立場の鍵となっているモデル論について、より踏み込んで検討する。

4.2 カートライトのモデル論の形而上学的背景

4.1節で確認したように、カートライトは科学的実践やモデルの構築手続きをみることで、伝統的な意味での科学的实在論者が自然法則について強すぎる主張をしていることを指摘した。科学理論における法則は普遍的なものではなく、ある特定の条件化においてのみ成立するようなものでしかない、と。しかし、カートライトは理論的措定が科学の営みにおいて実質的な役割を演じていることを否定するわけではない。彼女は科学理論の持つ真理性について別の見方を取っているにすぎないのである。

カートライトはこうした科学的実践と密接に結びついた实在論的立場を取りつつ、『物理法則』以降の著作では科学的実践そのものについての形而上学的分析を与えている。本節の目的は『物理法則』でカートライトが提唱した素朴かつ簡潔な基準が实在論的に魅力的なものであるとし、科学的実践の形而上学について批判的な考察を加えることである。つまり、本節では実体实在論の屋台骨そのものについて考察を行っていく。

4.2.1 『物理法則』以降での主張と根源主義批判

カートライトは『物理法則』以降の著作において、科学の理解について、形而上学的な側面をより前面に押し出していく。彼女はまず『自然の潜在力とそれらの測定』（以下、本文中では『潜在力』と略記し、出典を記す場合は(Cartwright 1989)とする）において、自然法則よりも基礎なものとして自然の潜在力を提唱する。そして『まだらの世界』（以下、本文中では特に略記はしないが、出典を記す場合は(Cartwright 1999)とする）においては、われわれが自然の潜在力から法則を発見するためには法則論的機構(nomological machine)が必要であると述べ、これら二つの概念と共にモデルとしての科学理論と、それが描き出す世界像について論じていく。それと同時に、彼女は『物理法則』において批判の対象としていたのは科学的实在論ではなく、根源主義

(fundamentalism)であることを明言する。

カートライトは一貫して、科学的実践という観点から科学についての理解を追及しており、これら両著作における主張は『物理法則』から連続したものである。そこで、以降ではカートライトが批判の対象とした根源主義の内実を確認し、新たに導入した形而上学的概念である自然の潜在力と法則論的機構を考察する。

『まだらの世界』のイントロダクションで公言するが、カートライトが『物理法則』において批判の対象としていたのは科学的实在論ではなく、根源主義であったという (Cartwright 1999, p. 23)。彼女の言う根源主義とは、科学一般が物理学の法則を基盤とした階層構造をとっていると考える立場である。すなわち、諸科学が物理学へと還元可能だと考える論理実証主義者の科学理論観を意味する。ここで、科学理論は扱う対象物の大きさに依存して階層付けられる。また、階層の基礎となる物理学は当然ながらもっとも支配力が強く、物理法則はあらゆる現象に関して説明の基礎を与えるとみなされる。

カートライトがこうした科学観への対案として主張するのは、次のような科学理論と世界との関係である。諸科学の理論モデルは階層構造をとらず、それぞれ独自の支配領域を持つ。各理論モデルが互いに重なる部分もあるし、重ならない部分もある。つまり、モデルとしての科学理論が総体として記述する世界像は、比喩的に言えば、一様の濃さや彩度で描かれるのではない。ある領域はよい理論ができているためにはっきりとした輪郭と色合いで描かれるだろうが、まだ発展途上の領域はぼんやりとしたデッサンのような仕方では描かれないし、そもそも未知の領域は白紙である。そのような意味で、世界は「まだら」だということである。カートライトがこのような科学的な世界観へと至ったのは、明らかに『物理法則』で主張した事柄に関連している。自然法則は普遍的ではない。それゆえ、モデルとしての理論の支配領域もまた普遍的ではないのである。

結局のところ、カートライトが『物理法則』において展開した自然法則批判の焦点は、それらの法則が嘘をつく（偽である）ということよりも、その普遍性にある。カートライトは、法則はモデルという特定のドメインにおいて真である、というように限定的な意味で法則の真理性にコミットする。科学理論はそれ自体の領域に非常に制限されており、理論のモデルに類似しないような状況は、その法則によって支配されることはない (Cartwright 1995, p. 359)。とすると、カートライトがなぜ根源主義を取りえないのかを理解することができるだろう。物理法則は特定の状況に限定的なため、その他の状況を扱う理論を物理学へ還元することは不可能なのである。

さて、科学理論をモデルの集合とみなす科学理論の意味論的見解によると、理論の本質は諸モデルが形作る構造にある。カートライトの表現を用いると、モデルの構造はあくまでまだらな仕方では世界を表象するにすぎない。われわれは世界の事柄をありのままに理解することはできない。すると、科学理論の真理性についても考え直さなければならないのは当然である。カートライトは伝統的な科学的实在論を批判する形で次のように述べる。

[理論が] 成功することは、そこにある全ての性質をわれわれが理解したということを示さない。... 予言の結末それ自体は高度に制限された環境においてのみ得られる。一群の性質に関する予言の結末は、記述的完全性を含意しない。
(Cartwright 1999, p. 33)

このように、モデルに依拠して科学理論を捉えようと、科学理論の真理性が弱められることになる。しかしながら、こうすることで理論にとって否定的な事柄に直面した場合に、次のように考える余地が生じる。すなわち、モデルと世界の適合が良くない場合、理論が即座に反証されるわけではない。単にそのモデルが使えないというだけである、と(Cartwright 1999, p. 26)。これは前節で検討したことである。モデルとしての科学理論は世界との対応について、単純に真か偽という二値性をとるのではない。もちろん、世界とよい適合をするモデルを真だとすることもできるが、あくまでそのモデルのドメインにおいて真だ、と言えるのみなのである。

以上のように、根源主義批判はカートライトのモデル論に依拠した世界像から自然に帰結する事柄だと理解することができる。

4.2.2 潜在力と法則論的機構

カートライトは『物理法則』以降で、潜在力と法則論的機構という二つの概念に基づいて、科学の実践を論じていく。まず、これらの概念について彼女が直接に述べた部分を以下で要約する(Cartwright 1999, pp. 49-50)。

- ・ 潜在力について

基本的なのは潜在力であり、自然法則は潜在力によって獲得される。より詳しく言えば、特定の環境において一定の潜在力を伴った構成物から成るシステムを繰り返し操作することによって、である。自然法則を得るためには、私が法則論的機構と呼ぶものが用いられる。

- ・ 法則論的機構について

法則論的機構とは、適切な環境下において、われわれが科学的法則で表象する規則的な振る舞いを、繰り返し生じさせることができるような、一定の潜在力を伴った構成物ないし要因の固定的配置のことである。

カートライトは、法則ではなく、潜在力がより基礎的なものとして実在すると考えている。法則論的機構は、モデルの構築と法則の導出の手續に関する概念である。上記の引用から明らかなように、法則論的機構と潜在力は互いに密接に関係している。まずは、潜在力に焦点をあてることにする。

カートライトは潜在力のことを、個物が持つ性質ではなく、性質が持つ性質（二次的な性質）だと考えている⁴³。個物における因果関係と比べると、個物が持つ性質におけ

⁴³ 能力(power)や傾向性(propensity)といった概念ではなく、潜在力という概念が必要なのはなぜだろうか。カートライトは能力や傾向性という概念を用いない理由を次のように考えている(Cartwright 1989, p. 9)。まず、能力とは具体的な個物が持つものである。以降で示すように、カートライトは潜在力を二次的な性質だと考えているため、能力という概念は不適である。また、傾向性という概念に関わる確率的意味合いは、カートライトが潜在力と確率の間に結び付けている関係と異なっているという。そのため、傾向性という概念も不適である。

る因果関係は、より抽象的な関係である(Cartwright 1989, p. 9; pp. 141-142)。因果関係を示す事象を目の前にした時、われわれは原因と結果に相当する事柄を即座に理解するわけではない。そうするために、境界条件を設定することで少しずつ絞り込んでいく。しかしながら、因果がそこにあるということは、何かが事象間で関連しているということである。その何かに相当するのが潜在力である。カートライトの考えでは、この潜在力は物理学に特徴的なものではない。あらゆる科学的領域においても、また日常的な因果的推論においても、この潜在力が入り込んでいるという。

ここで、カートライトは「アスピリンは頭痛を緩和する」という状況を例にして考えていく(Cartwright 1989, p. 3)。アスピリンは頭痛を緩和する、といった法則関係を主張する場合には、「他の諸条件が同じなら(*ceteris paribus*)」という但し書きが必要である。なぜならば、これはアスピリンという個物がもつ性質を記述する法則関係だからであり、頭痛の緩和の実現には様々な条件が満たされていなければならないからである。しかしながら、アスピリンであるという性質は頭痛を緩和するという性質をもつ、という場合にはそうではない。薬の効き目を阻害する何らかの要因があったとしても、アスピリンが何らかの性質を持っていること自体は阻害されない。アスピリンは諸状況に渡って、比較的持続し、安定した何らかの力として潜在力を持つ。因果関係において法則よりもメタレベルな潜在力は、置かれている条件の影響を受けない普遍的な概念なのである。

一見すると、潜在力とは非常にトリビアルな概念である。しかしながら、統語論的見解との対比でこの概念の重要性が浮き彫りになってくる。カートライトは次のように言う。

潜在力にとって重要なのはその開放性(open-endedness)である。潜在力についてわれわれが知っている事柄は、科学の自動販売機の見解(vending-machine view)が要求するであろうような、結論の裏書きではなく、戦略を提供する。(Cartwright 1999, p. 59)

ここでの自動販売機の見解とは、統語論的見解を揶揄するカートライト独自の表現である。科学理論を公理系として捉えると、法則は予言を演繹するための前提として働く。公理系にデータを放り込めば、あたかも自動販売機のように結論が出てくるということである。しかしながら、あらかじめ法則を手にしていないような現象を前にした時にはどうしたらよいのだろうか。既存の法則をその現象に適用できないことが分かった時にはどうしたらよいのだろうか。扱う現象が細分化されている現在の科学分野においては、法則よりも一歩前の段階、つまり、法則を導くための予備的段階がまず必要になる場合が多い。こうした科学的発見の過程について、法則ありきで考えている演繹的な理論観では答えを与えられない。潜在力の開放性が戦略を提供するということ、これはすなわち、発見のための戦略を提供するということである。

カートライトは発見の過程をモデル構築の過程とほぼ同一視していると考えられる。ここで、彼女が重要だと考えている実験デザインの一要因に遮蔽(shielding)がある(Cartwright 1999, p. 57)。われわれは因果関係を特定するために、関連する要因をふるいにかけていく。われわれが法則に帰属する実在性の強弱は、われわれがどのように境界条件を設定するかに依存して変化すると考えられる。すなわち、抽象度や近似の度合いを

高く設定すれば世界との対応は弱くなり、その逆では強くなる。どの要因がどれだけ関連性を持つかは、あらかじめ把握できているわけではない。要因をふるいにかける手続きとは、境界条件を具体的な仕方で様々に設定していく手続きである。だが、その手続きが可能であるためには、ある境界条件では遮蔽されるが、別の境界条件では遮蔽されないような要因がその過程に常に作用していなければならない。カートライトは規則性において、具体的なものではないが、安定した要因として潜在力を考えているのである (Cartwright 2002, p. 437)。

この手続きはカートライトの導入するもう一つ概念、法則論的機構にとって重要である。カートライトはニュートンの万有引力の法則を具体例として用い、法則論的機構を説明する (Cartwright 1999, pp. 50-53)。太陽とそれを公転する地球の軌道に関する法則論的機構の構成物としては、質量 M の質点である太陽、太陽と一定の引力で結び付けられ、太陽の周りを距離 r で公転する質量 m の質点である地球が含まれる。この法則論的機構では、(惑星など) 質量を伴うその他のすべてのものは遮蔽され、運動に関わってくることはない。われわれはここからニュートンの万有引力の法則を導くことができる。また、公転する惑星を変更することは質量 m の値を変えること (つまり、遮蔽条件を変更すること) であるが、その法則から逆に別の惑星の軌道半径を導くこともできる。確かに、自然界には太陽系のように規則的な振る舞いをし続ける体系ばかりではない。だが、実験室などにおいて科学者達は実験装置に様々な条件を与えることで、現象の規則的な振る舞い、すなわち法則を獲得することができる。先にも引用したとおり、法則論的機構とは「一定の潜在力を伴った構成物ないし要因の固定的配置のこと」である。つまり、実験装置もまた法則論的機構の構成物に含まれている。関連する要因とそうでない要因を取捨選択するために、遮蔽という概念が重要となるのは明らかであろう。

結局、法則論的機構とは、われわれが法則関係を導き出すために設定しなければならない諸要因の配置のことである。一見すると、法則論的機構はモデルという概念の言い換えのようにも見えるが、カートライトはそうではないという (Cartwright 1999, p. 58)。この違いは次のように理解できるだろう。法則論的機構は科学的実践を示す概念であり、モデルはその科学的実践の産物である、と。カートライトによるとモデルは世界の似姿である。理論としてのモデルにおいて、 A と B の間にしかじかの法則関係があるという場合には、具体的な実験状況の記述は含まれていない。われわれが世界の因果連鎖の中から特定の因果だけをどのようにして取り出してきたか、ということは理論には含まれていない。そこで、モデルを構築するという理論外の科学的実践を称するために、カートライトは法則論的機構という概念を導入したのである。

以上のように、潜在力と法則論的機構という概念は、科学的実践の記述を目的として導入された概念であり、『物理法則』における議論の延長上にあるものと考えられるであろう。

4.2.3 法則ではなく、潜在力が実在する

ここまでで潜在力と法則論的機構という二つの概念を考察した。これらの概念は、カートライト自身が持っている科学観を象徴するものだと考えられるであろう。では、

これらの概念は科学的实在論の論争とどのような関連を持つであろうか。

カートライト自身は『潜在力』の冒頭において、潜在力が实在する、と主張することで实在論、道具主義、観念論といった一般的な問題に巻き込まれたくないと述べている (Cartwright 1989, p. 1)。また、彼女が潜在力という考えにたどり着いたのは、法則を見ることによってだけではなく、科学の実践を眺めることにもよるといふ。つまり、潜在力の分析は科学の実践を記述しようという意図によるものであつて、科学的实在論の論争とは直結しないということである。確かに、カートライトは先の著作中でこの論争に対して新たな議論を提示するようなことはしていない。

しかしながら、彼女のこうした意図とは裏腹に、こうした潜在力に対するコミットメントと、科学的实在論者としての彼女自身の立場を整合的に保つことはできないように思われる。彼女が『物理法則』において設定した操作・介入という实在論の基準は、科学の実践をもとにした、理論的对象の实在性に関する基準であつた。そこでは因果モデルの特定が要になっている。そして、前節で確認したとおり、潜在力があるからこそわれわれは因果的モデルを構築することができるのであつた。つまり、潜在力は介入という实在論の基準に形而上学的に先立っていなければならない。ここで、介入という基準を放棄しないのであれば、当然カートライトは潜在力を支持することができるような議論をする必要がある。もしその議論が不十分ならば、それは科学に対する根拠なき形而上学の導入になり、伝統的な意味での科学的实在論の立場をとる者達から反論を受けるであろう。というのは、カートライトが『物理法則』において示した見解は、科学の実践をよく見ると法則の支配領域は普遍的ではなく、伝統的な意味での科学的实在論は法則を過大に評価し、強すぎる形而上学を科学の理解に与えている、ということだったからである。果たして潜在力とは、科学の実践に必要な概念なのだろうか。

シロスは潜在力について次のことを指摘する。すなわち、因果法則の背後にあつて因果的役割を占めているものが、潜在力だとなぜ言えるのか。また、仮にその役割を潜在力が占めるとしても、二次的な性質が因果性の関係に入り込まない可能性もあるのではないか、と (Psillos 2008, pp. 186-190)。この指摘において、シロスはまず因果関係の担い手の決定不全性を示唆する。カートライトの例を用いると、アスピリンの潜在力という二次的な性質が、頭痛を緩和するという因果的役割を担うとは言いきれない。潜在力は機能的な役割を果たしているため、他の性質（たとえば、アスピリンの化学的な構造など）がその役割を負っていてもよいはずである。カートライトは、複数の選択肢がある中で、なぜ潜在力だけがその役割を担うのかを説明する必要がある。次に、仮にその説明がなされたとしても、潜在力は因果的に無力になりうる。その理由は、潜在力は二次的な性質であり、そして潜在力があるところには常に、潜在力を実現するものとしての因果的な基盤が存在するからである。この基盤がそれ自体で因果的説明に十分であつたとしたら、因果的説明において潜在力の出る幕はない。つまり、シロスの指摘はこうである。潜在力を持ち出さずとも、その物理的基盤だけでも因果関係の説明に事足りてしまうため、潜在力が因果的の根源的な役割を担っていることに関するさらなる説明が必要なのではないか。

さらに、潜在力については次のような批判もある。カートライトは法則が普遍的ではないと考えるが、それに対して潜在力が普遍的だと言えるのはなぜなのか (Morrison 1995, pp. 165-166; Psillos 2008, p. 186)。カートライトの考えでは、潜在力が普遍的であるがゆえ

に、そこから法則を導くことができるという。つまり、普遍的であるか、他の諸条件を同一とみなす但し書き付きであるかという対比において、潜在力が法則に先だっているのである。しかしながら、シロスは潜在力の普遍性がどのような推論によって導き出されるのかが不明だと論じる。カートライトは単一の現われにおいても潜在力は見出せると考えているようであるが(Cartwright 1989, p. 3)、それを保証するには多くの事例を見る必要がある。そうすると、それは単なる帰納的かつ経験的推論の産物である。それは他の諸条件を同一にするような一般化を行って法則を導出することと何ら変わらないであろう。潜在力が普遍性であることの根拠を与えることができれば、潜在力は因果関係から消去してもよいことになってしまう。

以上の批判から導かれることは、潜在力が因果関係に必要な概念なのかということと、潜在力についての語りが因果的法則についての語り以上の内容を持つかどうかは疑わしいということである⁴⁴。カートライトはこれらの問いへの直接的な答えとなるような記述を与えていない。潜在力という概念は非常に曖昧である⁴⁵。結局のところ、潜在力とは何であり、それを指定する理由はどこにあるのだろうか。

4.2.4 潜在力という形而上学的要素は必要か

ここまで考察してきた彼女の主張から、あらためて潜在力の役割を理解してみたい。まずはその下敷きとして、科学的实在論の論争をもう一度振り返ってみよう。この論争において、問題は二つの部分に分けられる。それらは、われわれと独立に世界が存在するかという存在論的な問題と、その世界についてわれわれが真なる知識を獲得できるかどうかという認識論的な問題である。この論争では科学の対象を問題として扱うため、存在論的な問題については科学的实在論と構成的経験主義に基づく科学的反实在論の間で異論はなく、認識論的な問題が争点になっている。ここで、カートライトは、われわれが達成するであろう科学の認識論的到達点を伝統的科学的实在論の設定よりも引き下げる。モデルとしての理論にあらわれる世界はまだらなもので、法則はあくまでそのモデルが特徴付けを行う文脈においてのみ成立するからである。

ここで、カートライトの立場と潜在力に関して、次のように考えることができるだろう。法則は認識論の領域に含まれるものであり、潜在力は存在論の領域に含まれるものである、と。カートライトにとって、法則は何らかの但し書きによって示される環境設定を伴ったモデルの内部においてのみ見出される。すなわち、われわれが手にしている法則とはモデル上の姿であり、世界そのものの振る舞いとは厳密には一致しない。それに対して、カートライトは世界の側にあるものとして潜在力を考える。潜在力とは、われわれがそこから法則を切り出すところの原型である。潜在力は世界の側にあり、法則

⁴⁴ シロスは仮に潜在力があるとしても、それを個別化するためには法則が必要だと考える(Psillos 2007, p. 28)。つまり、シロスは法則のほうが潜在力よりも基礎的だと考えているのである。

⁴⁵ カートライトは潜在力と事物が持つ本性(nature)は非常に近いものだとも言う(Cartwright 1999, pp. 84-85)。潜在力は科学に限らず、日常的な推論にも入り込んでいるというのが彼女の論であるが、どの場面においても同じ概念として理解できるのだろうか。

は世界の側にはない。そして、われわれは彼女が法則論的機構と称する一連の科学的営みを通して、潜在力から法則を導くのである。以上のような事柄全体から、次のように言うことができるだろう。カートライトが潜在力を導入するのは、この概念がそれのみで何かしらの含意を持っているからではない。この概念は、科学理論と世界について彼女が持っている体系的な考え方によって要請される措定物なのである。

このように、体系としてカートライトの考え方を理解すれば、普遍的で法則に先立つものとしての概念がなぜ必要なのかをより理解できるであろう。未知の現象に関して何らかの新たな法則性を見出そうとする場合、われわれはその関係を担っているところの何かがそこにあるということを念頭において探求を進める。そして、その何かは法則よりも普遍的でなければならない。なぜならば、われわれが導くことのできる法則とは、ある側面について局所的に世界を抽象化した産物でしかなく、抽象化されるところの世界（つまり、潜在力）が法則よりも普遍的であるのは当然だからである。このような意味で、潜在力は法則にとってなくてはならない措定物だ、とすることができる。

以上の推論は、カント的な超越論的議論である⁴⁶。カートライトは、理論的对象にコミットするような自身の实在論的立場の基本的構造がカント的であるとも述べている (Cartwright 1999, p. 23)。そのため、上記の議論によって潜在力を説明することがカートライトの選択肢にあってもおかしくない。

しかしながら、このような形而上学の必要性は疑わしい。科学的实在論の論争において、われわれと独立に世界が存在することは、ファン・フレーセンの構成的経験主義であつても問題としていない。もちろん、問題になっていないからといって、外的世界の独立性に形而上学的な意味づけをする必要がないわけではないが、その意味づけに正当化を与えることはこの論争の射程を超えた問題へと発展するであろう。カートライトが『潜在力』と『まだらの世界』において導入した概念は、彼女のモデル観に則って科学の実践を体系化するためのものでしかない。その体系化も、その概念を用いるとしかじかの形で科学を記述できる、という程度の例証をするに留まる。潜在力についての語りは、単にカートライト自身が持っている形而上学でしかなく、科学に（ひいては科学的实在論に）必要なものであることの積極的な理由はないように思われる。

また、カートライトは『物理法則』において実体实在論という選択的实在論の背景を提示したが、彼女のその後の見解を考慮してもなお、それを科学的实在論と括ることができるだろうか。ファインは科学的实在論を、科学に対して余計な形而上学を与える立場だと批判した。そうした形而上学が科学に何の貢献も果たさないというのがファインの主張である (Fine 1984a)。その意味では、『物理法則』以降のカートライトの見解はまさしく科学的实在論である。だが、カートライトが新たに導入した形而上学は強過ぎる。シロスは、カートライトが穏当な实在論的立場（実体实在論）から超实在論的立場（潜在力实在論）へと移行したと診断する (Psillos 2008, pp. 190-191)。科学的实在論の論争において、過度の形而上学的含意を追加したカートライトの議論は、科学的反实在論に対して何の有効性も示さない。もちろん、科学者達が、それぞれ何かしらの形而上学を持って観察不可能な領域の探究を行っているという考え方を否定することはできない。それは、われわれが観察不可能な領域についても真なる知識を獲得している、とい

⁴⁶ 「Aが実現されているためにはBでなければならない」という権利問題として議論を展開するやり方のこと。

う信念に結びつく。そうした直観を汲みつくそうとしている意味では、カートライトの主張は科学的实在論にとって有益なものだと考えられる。だが、そのために科学に対して過度の形而上学を付与することは、さらなる困難を呼び込むことになるであろう。

では、4章の内容を簡単に振り返っておこう。実体实在論は、奇跡論法に全面的に身を任せていた従来の科学的实在論の路線から決別し、科学の実践に依拠して理論的对象の实在性の根拠づけを行う。その基準は操作および介入という具体的かつ因果的な手続きであり、直観的には非常に明確なものである。しかしながら、悲観的帰納法に対応しようとするあまり、実体实在論は科学的实在論が本来ならば擁護したいはずの多くの理論的对象の实在性を取りこぼしてしまう。そうした弊害はあるが、理論の領域に限定的な意味での实在の主張という選択肢は、射程を狭めたが故の強みも生まれる。だが、われわれの実験的操作と理論的对象の間に成立する因果過程に言及するため、因果性というより大きな形而上学的問題に向き合う必要が出てくることになる。そこまで遡った議論を科学的反实在論が求めているかは検討の余地があるだろう。

第5章 構造实在論

前章で確認した実体实在論は、科学の実践的手続きと、因果性という哲学的考察とを組み合わせた科学的实在論であった。確かに、この立場では操作できる何らかの存在者という意味での实在を主張することができるだろう。しかし、科学的实在論の論争においては理論的対象が实在するかという存在論的議論でなく、科学理論が实在を正しく捉えているか（もしくは捉え続けているか）という認識論的議論がむしろ問題となる。そうした見方からすると、実体实在論は存在論的議論を主な射程とみなした立場であり、理論の真理をどのように担保するかという認識論的問題意識から多少離れてしまっている。

一方、本章での主役となる構造实在論は、科学理論が外的世界の構造に関してのみ正しい記述を行っていると主張する。その意味では、構造实在論は認識論的議論に直接応えようとしていると考えられるだろう。この立場では、構造的記述について成功した理論だけにコミットすべきだという振るい分けを行い、悲観的帰納法で挙げられていたさまざまな理論はそもそも構造に関して成功していなかったとみなす。そのようにして、ラウダンの悲観的帰納法において挙げた具体的反例のリストを無力化しようとするのである。このように書くと非常に聞こえがよいが、この立場についても前述した存在論的問題意識と認識論的問題意識のねじれが起きている。現在、構造实在論には、ウォラルの認識的構造实在論(epistemic structural realism: ESR)(Worrall 1989)、レディマンとフレンチらの存在的構造实在論(ontic structural realism: OSR)(Ladyman 1998)という二つのタイプがあるが、これらの立場の間には理論的対象の存在論的身分の考え方に関して違いがある。以下の節では、これら二つの構造实在論について順に検討して行く。

その前に、混乱を招くかもしれない一つのことに注意しておきたい。前章ではカートライトの実体实在論の背景に科学理論の意味論的見解が関係していることを考察した。意味論的見解と本章で扱う構造实在論の関係に関して述べておくと、ESRは意味論的見解について明確な言及をしていない。一方で、OSRは意味論的見解を積極的に取り入れようとする立場である。つまり、科学理論の意味論的見解は選択的实在論一般が用いる道具立てではない。

5.1 認識的構造实在論

本節では認識的構造实在論の主張を確認する。この立場の立役者はウォラルである(Worrall 1989)。ウォラルは悲観的帰納法の批判を真摯に受け止め、科学的实在論としてどのような立場を取りうるかを考察する。彼はポパー流の憶測的实在論(conjectural realism)の可能性を示し、その後、構造实在論という立場へと路線を変更する。前者はかなり穏当な立場であり、後者はより積極的な意味で实在を主張する立場である。

ウォラルが憶測的实在論について言及している箇所を以下に引用する。

残っているのは…憶測的实在論、すなわち科学理論についてのポパーの見解の核を成す立場である。憶測的实在論によると、われわれの理論は宇宙の構造を真に記述するための試みである（そして、単に「現象を救う」ためのものではない）。理論は観察可能なものと「隠された」もの双方の实在について真もしくは偽であろうとする記述である。現象のみならず現象の背後に隠された实在の構造についても、現在のわれわれにとって最善なる指針は、われわれにとって現在のところ最善なる理論によって与えられる指針である。しかし、明日、「隠された实在」についてまったく新しい解釈を与える別の理論が「現在のところ最善」になるかもしれない（実際、そのようになるであろうことを歴史が示している）。

(Worral 1982, p. 229)

ここから分かるように、ウォラルは構成的経験主義に対する牽制を行いつつ、科学理論が観察不可能な实在についての真なる記述であることは譲らない。その一方で、彼は悲観的帰納法を受け入れ、理論が通時的に真だとは考えないが、少なくとも共時的には真だとみなせるとしている。このようにして、ウォラルは構成的経験主義に対しても、悲観的帰納法に対しても、实在論的主張を残そうとするのである。もちろん、これは本来の意味での科学的实在論からすると弱い主張である。彼によれば、こうした譲歩は科学的实在論者が支払わざるを得ない代償なのだという。

しかしながら、ウォラルは以降の議論で「現行の最善の理論は真理に向かう現行の最善の試み(best shot)である」という見解を放棄する。その理由は、憶測的实在論の立場に基づく科学的实在論にとっての最大の論拠である奇跡論法を手放すことになり、科学的反实在論との違いが明確ではなくなってしまうからである(Worral 1989, p. 110-111)。たとえば、ニュートンの理論は絶対空間・時間を措定するが、一方でアインシュタインの相対性理論は相対空間・時間を措定する。ここで、憶測的实在論の観点から考えてみる。現行の最善の理論であると目されているアインシュタインの相対性理論からみると、ニュートンの理論は偽であったにもかかわらず、経験的に成功していたことになる。だが、科学的实在論としてはニュートンの理論が偽であったとは言いたくはないだろう。つまり、成功した理論として汲み取りたいはずのこの事例が、奇跡論法の反例になってしまうのである。そこで、ウォラルはより实在論的主張の明確な立場を提案する。それが構造实在論である（本章冒頭でも述べたが、現在では構造实在論の名の下にさまざまな立場がある。そのため以降では現在の議論の通例にならい、ウォラルの立場を認識的構造实在論(ESR)と称することにする。理由は後ほどまた説明する）。

ESRは自然界に存在するある種の法則論的關係についての科学的实在論である。構造实在論では外的世界に含まれる实在を、対象とその構造へと区別する。そして、ESRはこう考える。世界の存在論的なあり方およびこの世界に存在する対象は、われわれにとって永遠に隠されている。そして、われわれが知りうるのは世界の構造のみで、その構造は数学的方程式で表すことができる。实在の数学的構造を真理に捉えているからこそ、科学理論は奇跡ではなく、成功をおさめているのである。なぜ「認識的」構造实在論なのか。その理由は、この立場だと科学理論は理論的对象の形而上学的本性に関しては不可知であるが、構造に関しては真なる知識を獲得していると考ええるからである。

それでは、この立場によって悲観的帰納法にどのような応答ができるかを示す。例として、光学の理論を考えてみよう。かつて、フレネルは異なる屈折率をもった媒体をまたいで進む光の入射光、反射光、屈折光の関係を方程式で記述した。フレネルは光をエーテルという弾性的媒体における波の振動だと信じていた。エーテルが存在すると仮定することによって、真空中でも光が伝播すること、屈折や反射といった光についての経験的事実が説明できたのであった。すなわち、光のエーテル説は経験的成功をおさめていたとみなせる。これは19世紀の頃に広く信じられていたエーテル説に基づく理解である（2.3節で行ったラウダンの議論の考察を参照）。しかし、マクスウェルは後に光の電磁気説を唱えた。これは可視光をさまざまな電磁放射の一形態とみなす説である。マクスウェルもまた光学エーテルの存在に沿った仕方のみずからの理論を定式化しようと試みていたが、マイケルソンとモーリーが1887年に行った実験によってエーテルの存在は否定された。そして、マクスウェルの理論は、エーテルの振動の記述としてではなく、電磁場ベクトルの振動の記述として受け入れられた。ここで重要なのは、光の形而上学的本性についての理論的措置はエーテルから電磁場へと変化があったにも関わらず、フレネルの方程式はマクスウェルの電磁気説においても引き継がれているという事実である。そのため、科学的実在論にとって致命的とも思えるラウダンの悲観的帰納法は表象レベルでの非連続性があることを示すに過ぎず、その根底の構造レベル（具体的には光の横波を示すマクスウェルの方程式）に関してフレネルの理論とマクスウェルの理論で連続しているとみなすことができる。そこで、構造実在論は世界の数学的構造について科学理論は真だと主張するのである。

一見すると、以上のような反論の仕方は悲観的帰納法にすっきりと対応しているかのように見える。しかしながら、ESRは科学的反実在論との論争とは別の側面において、すなわち構造主義一般に関わる問題に悩まされることになる。それゆえOSRという別のタイプの構造実在論が提唱されるに至ったのであるが、そのためにはESRがどのような背景を持ち、どのようなことを主張をする立場なのかを確認しておく必要がある⁴⁷。

5.1.1 認識的構造実在論の歴史的背景

ウォラルはラッセルおよびポアンカレの構造主義に関する議論に基づいて、科学的実在論の立場としてESRをこの論争に持ち込んだ。そこで、ここからはESRの歴史的背景および構造主義一般に係る議論を確認する。ただし、以下では構造主義に関する問題点を論じていくが、この議論はESRとは独立した問題であることに注意しておきたい。

ラッセルによれば、われわれの「見知り(aquaintance)による知識」はセンスデータ

⁴⁷ 本論の以降の流れは、ESRでは対処できないニューマン問題を解決するためにOSRが登場するという単純な流れになっている。本論では詳細に立ち入らないが、もちろんOSRがニューマン問題を解決できているかどうかの議論も必要であろう。ニューマン問題とESRについてのサーベイ的な論文としては(Ainsworth 2009)がある。この論文ではラムジー文を放棄するかどうか（もしくはそれと中立的に）といった点からこの問題の解決を論じており、いずれの試みも失敗していると結論する。

(心的対象や出来事)であり、それらは経験的に得られるが、外的世界は見知りによってではなく、「記述による知識」によって知られるという。そして、センスデータの構造は世界の構造を反映しており、それだけをわれわれは知ることができるのである。ラッセルによれば、「知覚から推論することのできない、物理的世界の非数学的性質などない(Russel 1927, p. 253)」のである。もちろん、外的世界の知識をどのように獲得するのかという議論は、科学的实在論をめぐる論争とはまったく関係がない。しかし、重要なのはその点ではなく、以下で述べる構造の同一性についてのラッセルの議論である。

関係Rによって秩序づけられたクラス α が、関係Sによって秩序づけられたクラス β と同じ構造を持つと言うのは次の場合である。すなわち、 α におけるあらゆる語に対して β における何らかの語が対応し、その逆も成り立つ場合であり、かつ、 α における二つの語が関係Rを持っているとき、 β におけるそれらに対応する語が関係Sを持ち、その逆も成り立つ場合である。(Russel 1948, p. 271)⁴⁸

ここで重要なのは、 α と β はまったく異なる種類の事物であってもよいし、RとSはまったく別の種類の関係であってもよいということである。要求されているのは、純粋に形式的な類似性でしかない(枠組みだけ同じならば具体的な要素を担うものが何であっても構わない)。また、ここでの構造とは関係についての性質という高階の形式的性質のことである。

例を考えてみよう。同じ人数の小学生男子と中学生男子がいたとする。それぞれのグループ内で身長について「誰それより高い」「誰それより低い」という関係がある。グループが違えども適用可能なこれら二つの関係は、全体の何らかの秩序性という関係性を共通して持っている。つまり、集合の要素(小学生たちと中学生たち)と集合内で成立している関係(高い、低い)に依存しない高階の性質として全体の秩序性がある。ラッセルが外的世界の知識として提示していたのは、このような高階の構造に関する知識である。

さて、構造的知識によってわれわれは何を知識として獲得したことになるのだろうか。このことに関して、構造主義一般はニューマン問題に直面することになる。ニューマン問題は、ニューマンが構造的知識に関して行った次の指摘に基づいている(Newman 1928, p. 140)。それによると、ラッセル流の構造的知識では、われわれは構造を形作る集合の濃度(cardinality)⁴⁹、すなわち集合の要素の数程度のことしか分からないことになるという。それはどういうことか。様々な要素を抱えた任意の集合があるとしよう。その集合が何らかの構造を形成するのに必要な数だけの要素を抱えていれば、その構造を例証するように諸要素を配置することはいくらでも可能である。簡単な例を挙げると、ある集団の20人の構成員の体重がそれぞれ3%ずつ違っていたとして、それら構成員の間で同じように3%ずつ違う何かの値を発見することは難しくない。身長でもよいし、それこそホクロの数でもよい。このように、別の観点から二つ以上の仕方で構成員間の関係

⁴⁸ 引用者注：記号の表記のみ変更を加えた。

⁴⁹ 元(げん)の個数を示す数

性（今の例では3%ずつ違うという量的関係性）を実現することができるだろう。要素間に成立する何らかの関係性を同型写像する仕方に対応付けさえできれば、その関係を担っている要素が一体何であるかをラッセルは問わないのであった。つまり、20という要素の数だけあっていれば、適当な関係性をそこに帰属することができてしまうのである。言い換えると、もし世界に特定の構造があると分かったとしても、その構成要素の実体を見ないのだとしたら、われわれはその構造を満たす要素の数しか分かったとは言えない。ニューマン問題によると、ラッセルの立場では世界についての知識が空虚なものになってしまうのである。

ラッセル側からすると、実体を伴わない知識は空虚だというこの反論は論点先取に見えるため、このままではあまり熟慮する必要はないかもしれない。つまり、そもそも何を知識とみなすか（構造だけでよいのか、構造を満たす要素についての知識も必要なのか）の議論が欠けている以上、異なる前提の下で知識のあり方を論じても意味がないのである。知識の定義に関する問題は別の大きな哲学的話題となるため、ここではひとまずニューマンが設定した問題枠組みに乗って、彼への反論を試みたい。つまり、構造的知識を持つことによって、実体への言及なしでも、世界について何らかの仕方多くのことを知ったことになると言えたら反論が成立するわけである。

このニューマン問題を解決する試みとして、G.マクスウェルはラッセルの構造主義とラムジー文とを結びつけた構造実在論を主張した(Maxwell, G. 1970a; 1970b)。彼は見知りの対象を観察可能な対象とみなす。ここでは、そのような観察可能な対象についての知識は直接経験によって得られるものとなる。ここで問題になるのは、観察不可能な理論的对象についての知識である。観察可能な対象が満たす構造の論理的な関係を知れば、観察不可能な対象についての知識を獲得することができる。これがG.マクスウェルの戦略である。理論語は観察語の論理的関係によって消去されることになるが、それはすなわち、観察不可能な対象が間接的に指示されることを意味する。G.マクスウェルの例を見てみよう(Maxwell, G. 1970b, pp. 186-187)。まず、次の文によって表される理論を考える。

$$\forall x(\psi x \& \phi x \rightarrow \exists y Cy) \dots (1)$$

ここで、 ψ と ϕ は述語変項、 C は述語定項である。(1)があるモデルを持つということは、次の(2)を主張することと等しい。この(2)がラムジー文である。

$$\exists \psi \exists \phi \forall x(\psi x \& \phi x \rightarrow \exists y Cy) \dots (2)$$

(2)は一般的な記述であるが、 ψ と ϕ を具体的に書いたラムジー文は次の(3)のようになる。

$$\forall x([Ax \& Dx] \rightarrow \exists y Cy) \dots (3)$$

ここで、 A と D は（観察不可能な）理論的述語であり、 Ax は「 x はラジウム原子である」を、 Dx は「 x は放射性崩壊する」を意味するとしよう。そして、 C は観察可能な述語であり、 C は「適切に構築され、適当な場所に置かれたガイガーカウンターの検出音である」という性質を表すとする。これらによって表現された文として(3)を知っているということは、(1)が（ A と D についての）少なくとも一つのモデルを持っているということ、すなわち(2)が真だと知っていることと同値である。

さて、あらためて(3)を簡単に言い直すと、次のようになる。すなわち、観察不可能な理論的述語 A と D を満たす何かが存在し、その何かが観察可能な述語 C を満たしている。つまり、こうした論理的な関係によって理論的述語と観察的述語とを結合し、理論的述語の変項に入りうる観察不可能な何かが存在することをラムジー文では主張するのである。ここで直接的な指示を行っているのは観察語であり、理論語はそれとの論理的な関係から間接的にのみ指示されることになる。また、このような変形をしたとしても、元の文の経験的帰結はそのラムジー文の帰結と同じである(Maxwell 1970a, pp. 16-17)。ラムジー文における述語変項を占める観察不可能な実体は、その文によって特定される関係を満たすものなら何でも良い。ここで重要なのは、ラッセル独自の構造主義ではまったく放棄されていた対象へのコミットメントが、ラムジー文の導入により、量化の変項という条件付きではあるが再び現れて来た点である。G.マクスウェルのこの立場は、集合の要素の数だけでなく、保たれている関係性も記述する。また、ラッセルの立場（われわれが外的世界について持つのは高階の構造についての知識のみ）に実体についての若干のコミットメント（述語変項に入りうる存在）を付け加えたことになり、より多くのことを知識の範囲に含めることになるだろう。

しかしながら、果たして構造主義はこうした修正によってニューマン問題を本当に解決したことになるのだろうか。チャクラバティは、単純に未知の何かによって例化されているだけのトリビアルな構造と、何によって実現されているかが分かっている実質的な構造とを区別するためには、そうした述語変項に入りうる存在者としてのみ認めた対象と関係だけでは不可能だと言う(Chakravartty 2007, p. 38)。ここでの問題は、一方の対象群に当てはまる関係を表している構造と、別の対象群に当てはまる同じ関係を表している構造とをどのように区別すれば良いのか、ということである⁵⁰。例として、万有引力の式とクーロン力の式を考えてみよう。万有引力の式からは、質量を持った二つの物体の間に働く力の大きさはそれぞれの物体の質量の積に比例し、それぞれの物体間の距離の二乗に反比例することが分かる。クーロン力の式からは、電荷を持った二つの物体の間に働く力の大きさはそれぞれの物体が持っている電荷量の積に比例し、それぞれの物体間の距離の二乗に反比例することが分かる。これらの式の表記において、何が変数となっているかの違いはあれども、二つの物理量の積に比例し、二点間の距離に反比例するという式の構造は一見して同じである。これらの式に本質的な違いをつける方法はあるだろうか。科学的な観点からみたら、質量と電気的量の間には共通性があり、より大きな統一理論の可能性をこの共通した形式から見出し、さらなる知識へのきっかけとするであろう。だが、それが可能になるのは、一方は質量と力についての式であり、

⁵⁰ 繰り返し補足しておく、ラッセルは対象群の区別はつけずに関係自体が知識の対象だとする立場をとる。

他方は電荷と力についての式であるという理解を経てからの話である。つまり、たとえ変項に入りうるものとしての意味で対象の存在を認めるとしても、その対象についてのより具体的な記述や知識がなければ、この関係式は大して意味のない知識に留まるのである。構造的記述を認めるとしても、同じ形式を共有する構造同士をどのようにして区別するのか。その手段はあるのか。これがニューマン問題である。以上のように、ラッセルの構造主義が抱える問題点を修正しようとラムジー文を用いた定式化を試みたG.マクスウェルの立場も、ラッセルと同じ結末を辿ることになってしまった。われわれは、どの構造についての知識を持っているのかを特定して言えなければならない。そして、その際にある構造を別の構造と区別するのは、対象という個物の具体的知識なのではないだろうか。

この問題への反論について若干言及しておく。ヴォトシスはニューマン問題に対して、構造的知識で十分であることを論じている(Votsis 2003)。それは逆説的な論法である。彼はクワインの存在論的相対性の議論を持ち出す(Votsis 2003, pp. 887-889)。われわれは手持ちの背景知識に基づいて解釈を与え、存在論を確定する。そのような相対性を考えると、われわれには経験的に正当化可能な仕方では世界の存在論を一意に取り出すことはできず、せいぜい解釈の幅を狭めるような観察的・構造的制約を課すことしかできない。存在についてそのような議論が成立するのであったら、構造についても同じであろう。すなわち、構造を一意に取り出せないことが問題ではなく、われわれにはそれしかできないのであって、なおかつそれで十分なのだという。もちろん、この見解にはさらなる検討が必要であろうが、本論ではニューマン問題そのものが射程ではないため、これ以上追わないこととする。

5.1.2 科学的实在論の一派としての認識的構造实在論

ここでは科学的实在論の文脈に立ち返り、上記の構造主義一般に関する問題をESRに当てはめてみよう。ESRは世界の構造の正しい理解が理論の経験的成功に寄与すると主張し、その際には理論の方程式が世界の構造と対応していることが重要であった。しかし、方程式で示される関係性がなぜ特定の現象には当てはまり、別の現象には当てはまらないのかを言及できなければ、つまり、方程式の変項に入りうるものとしての対象の理解がなければ、その関係性についての知識は空虚なものとなる。そうすると、ESRはある種の現象主義となり、ファン・フレーセンの立場と大差がなくなってしまう⁵¹。ただ、ESRが構成的経験主義と同じに見えるという批判は、あくまで科学的实在論と反实在論の間には程度があり、ESRはそのグラデーションの間に位置しているという事実を示すに過ぎないかもしれない（どちら寄りなのかの判断は解釈の問題である）。しかしながら、ESRが理論の本質とみなす構造とはどのようなものなのかを明らかにすることは、従来の科学的实在論と比した利点を示し、なおかつ科学的反实在論との差異化を計

⁵¹ どちらの立場も理論的对象へのコミットメントを放棄し、世界の構造と経験の構造が対応していると主張する。ただ、ESRは理論は世界の構造を真に捉えているとみなすが、構成的経験主義はそれが経験的に十全であればよいとする。

るためには必要なことである。

また、ESRには科学的實在論の論争の本筋についての問題がある。なによりもまず、ESRでは数学的方程式の連続性を根拠にして悲観的帰納法に応じようとするが、果たして科学の歴史において、どんな理論変化の場合でも方程式の連続性が保たれているかは検討する必要がある。そもそも方程式の記述が本質的ではない科学理論の場合はどのように考えたら良いのか。生物学の系統樹分析に代表される進化のプロセスを明らかにするような分野がその代表例である（この点については、ESRのみならず、以降で検討する存在的構造實在論：OSRにも関係する問題であるため、次節にてもう一度検討することにする）。

さて、ESR路線が抱えこんだニューマン問題を解決するための試みは二つある。その一つがレディマンのOSRであり、もう一つはチャクラバティの準實在論である。準實在論がどのようにしてニューマン問題を解決するかは7章にてあらためて見ていくことにし、以下ではOSRに注目していこう。その前に、ここで誤解の無いようにしておくことがある。以上のようなラムジー文を用いた構造主義は、ウォラル自身の立場とは独立の議論である⁵²。繰り返しになるが、科学的實在論の論争の文脈において、ウォラル自身は理論の方程式が連続的に維持されていて、新奇な予言を生み出しており、経験的成功に寄与しているということしか主張しない。彼は理論そのものを統語論的な文モデルで記述するのかどうかについては言及しないのである。したがって、ウォラルについては、その後の構造實在論にからむ一連の議論を促した火付け役としての位置づけがふさわしいであろう。また、本論ではウォラルの立場を指して認識的構造實在論：ESRという呼称を用いているが、これはウォラル以後にレディマンとフレンチが提唱した存在的構造實在論：OSRとの区別を設定するために論者達が後付けで名付けたものであることを断っておく。

5.2 存在的構造實在論

レディマンはフレンチと共に存在的構造實在論という立場を展開している。彼らによると、科学理論は世界の構造についてのみ真であり、われわれは理論が扱う存在として世界のうちに個別的な対象を立てるべきではなく、世界の構造のみに存在論的にも認識論的にもコミットすべきだという。ここで言う構造は、具体的には数学的方程式によって記述される。科学的實在論の論争では、科学理論が世界について真であるか、経験的に十全なだけなのか、といった認識論的な側面に関する議論に力点が置かれている。にもかかわらず、存在とみなすものを構造だけに限定するOSRは、科学的實在論、反實在論のどちらからみてもラディカルな主張をしているようにも見え、かなりの注目を集めている。

OSRは、われわれが知りうる構造は世界の存在論的な属性や関係性を示すもので、こ

⁵² 理論語の指示という部分をそぎ落とした科学的實在論を考察する過程で、(Cruse & Papineau, 2002) ではラムジー文實在論が登場した。また、(Newman, M., 2005)ではウォラルの構造實在論の問題点を指摘しつつ、その対案としてクルーゼとパピノーのラムジー文實在論を考察している。

れこそが世界の实在であり、それ以外には何もないとする立場である。また、世界の本性や实在はわれわれから隠されているわけではない。しかし、それらは構造を規定する諸関係性を担う個別的な存在ではなく、むしろ構造が、原初的で、存在論的に実在的なものである(Ladyman 1998, p. 420)。そして、物理的対象はある意味で、構造の単なるノードや、関連する関係の交差点(intersection)へと還元されるという(French 2006, p. 173)。先にも述べたように、科学的事実論の論争では、外的世界の存在論（今の場合では、物理的対象のあり方）ではなく、科学理論の真偽という認識論的な問題が議論になっているのであった。つまり、OSRは科学的事実論の論争で問題になっていなかった部分にまで踏み込もうとしている。OSRの特異性はここから見出すことができるだろう。

では、OSRの語りは科学理論と実質的にどう関わってくるのだろうか。そうした疑問が生じるのはもっともであり、さまざまな批判も含めて議論がなされている。構造への還元とその理論的記述に関するOSRの主張の詳細は以下の議論を通して明らかにしていきたい。また、科学理論として想定されるものの範囲についてであるが、以下ではあらゆる科学理論を射程に入れて議論するのではなく、量子力学を代表とする微視的対象を扱う理論を問題とすることを断っておく⁵³。

レディマンらがOSRを主張する動機はいくつかある。まずは、悲観的帰納法に対して有効な事実論的立場の提示である。これは科学的事実論の一派として当然であろう。次に、ESRが困難に陥ったニューマン問題の対処である。そして、量子力学的対象を扱う際に直面する大きな問題点、すなわち、量子的対象の決定不全性問題の克服である。これら三つの動機のうち、悲観的帰納法への対応については、その基本路線はESRと共通するのでここでは省略する。以下では、残り二つの動機について順に考察していこう。

5.2.1 量子的対象の決定不全性問題

量子的対象の決定不全性問題には不可識別者同一の原理 (PII: Principle of the identity of indiscernibles)が大きく関係する。PIIはライプニッツのモナドロジーに関する議論の中で登場した、個体の識別性に関する原理であり、以下のように述べることができる。

不可識別者同一の原理：同じ内在的性質を持っている任意の二つの対象は識別不可能であり、それゆえ同一である。

例としてこの原理を日常的对象にあてはめてみよう。商業的に販売されている大量生産品は、大きさ、形、材質等が同一の対象であるため（もちろん、製造上の個体差はあるがここではそれを不問とする）、PIIに従うと不可識別者となる。しかし、われわれは常識的に考えて、大量生産品を不可識別者だとは考えない。このことはPIIが非常に強い、常識的な意味での個体化を許さない原理だということを意味する。そこでPIIを幾分か弱

⁵³ フレンチとレディマンは、たとえば生物学にも構造事実論が通用するものだと考えているようではある(French & Ladyman 2003a, p. 32)。そのため、実は彼らの立場が想定している「構造」が数学的方程式で表されるものだけだと言い切ることはできない。

め、関係的性質についても同一であった場合には識別不能であるとしよう。そうしてみれば、日常的対象は内在的性質が同じだが、それぞれの空間的位置が違いため、（互いの相対的位置という）関係的性質はそれぞれ異なることになる。したがって、日常的な対象は弱いPIIには抵触せず、個体化が可能である⁵⁴。

ところが、量子的対象はこの弱いPIIの場合でも識別不可能な存在である。量子力学の状態関数は粒子群の集合に対して、それぞれ全く同じ内在的性質・関係的性質を帰属することがある。例として、ボーズ・アインシュタイン統計を満たすフェルミ粒子、具体的には電子が二つ同じ量子状態（エネルギー準位）にあると考えてみる。それらは同じエネルギー固有値、同じ位置状態を持つ。また、それらは上向きか下向きどちらかのスピンを持つが、同じ量子状態にあるフェルミ粒子はパウリの排他律により互いに同じ向きのスピンを持つことができない。しかし、われわれが与えることのできるスピンに関する記述は、個別の電子が持つスピンの向きに関するものではなく、一对の逆向き粒子が満たす一重項状態である⁵⁵。どちらの電子にも共通の記述しか与えることができないければ、二つの電子に同じ性質しか帰属できないということであり、PIIに従えばこれら二つの電子は同一だということになってしまう（弱いPIIでも同じである）。それでも量子的粒子を個物として認識しようとするれば、内在的性質と関係的性質に加え「このもの性(haecceity)」や「原始的なこれ性(this-ness)」を使う必要がある⁵⁶。そうでなければ、量子的粒子は個物ではなく、何らかの非個物だと言うしかない。いずれにせよ、量子力学では量子的対象がどのように個体化される対象なのかを決定することはできない。つまり、量子的対象はPIIによって存在論的な非決定問題が生じてしまうのである。

この非決定性に対して、そもそも対象についてのコミットメントを放棄してしまうことを提案する立場が、OSRである。量子論における非決定問題について若干補足しつつ、OSRの主張をみてみよう。古典量子力学において量子的対象は粒子として、巨視的な対象と同じように個物として扱われている。その一方で量子場理論においては、量子的対象は場という非個物として扱われる。しかし、これら二つの解釈は異なる文脈ではそれぞれ有用である。すると、どちらの理論が世界の真なる姿を正しく捉えているのかという決定不全に陥ることになる。OSRはこの決定不全の問題を「粒子と場は同じ構造の二つの異なる（形而上学的な）表象である」とみなし、より広く、「個物性と非個物性という形而上学的パッケージも同様の仕方で捉えることができるだろう」と主張する(French & Ladyman 2003a, p. 37)。外界に存在するものを個物的に表象しようとも、非個物的に表象しようとも、その根底には常に共通した一定の物理的構造があり、それを科学理論は表現しようとするのである。

では、OSRが実在とみなすところの物理的構造とは一体何なのか。この問いに対するレディマンの答えを以下に引用する。

⁵⁴ ライブニッツの考えでは、過去から未来に渡ってその個体に生じるすべてのことがその個体の概念に含まれている。つまり、時間・空間は内的な規定として個体概念の内に含まれるため、ここでの弱いPIIとはライブニッツの考えとは異なる物であることを断っておく。

⁵⁵
$$\Psi_{12} = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ |\downarrow\rangle_1 |\uparrow\rangle_2 - |\uparrow\rangle_1 |\downarrow\rangle_2 \}$$

⁵⁶ (Hacking 1975)と(Adams 1979)を参照。

もしそれ「物理的構造」が根底にある何らかの実体を持つ性質と関係の記述ならば、認識的構造実在論への逆戻りになる。…世界の構造はわれわれと独立にまさにあり、存在する。そして、われわれは理論を通して数学・物理的にそれを表現する。(Ladyman & Ross 2007, p. 158)

ここから分かるようにOSRとESRとの違いは、ESRが性質と関係の背後にそれらの担い手として何らかの実体を想定するのに対して（その本性はわれわれには不可知であるが）、OSRではそのような対象をまったく認めない点にある。つまり、ESRは存在論的には理論的对象を認め、理論的对象の認識論的な正当化は行えないとする立場である一方、OSRは、ESRが認める理論的对象を世界から存在論的に除外し、当然ながら認識論的な正当化も目指さない。このように、ともすれば過度に形而上学的な世界像の構築をOSRが目指すのは、ESRが抱える方法論的な問題点を克服するためでもある。それが先にとりあげたニューマン問題である。

5.2.2 ニューマン問題の回避策としての科学理論の意味論的見解

ESRが科学理論における理論的記述をラムジー文を用いて定式化しようとしたことは先にも述べた。もう一度確認しておく、ある理論のラムジー文は、観察可能な対象に関する性質や関係と、理論的对象に関する性質や関係を論理的に結合して書くことができる。つまり、科学理論には観察可能な部分と理論的な部分があり、理論的对象とは理論的性質についての変項に入りうる存在量化の対象ということである。この枠組みでは理論的性質が満たす構造的関係にはコミットするが、その性質を満たす具体的な個別的对象にはコミットしない。あくまで理論的性質をその属性として持つ何らかの対象としてのみ、理論的对象に存在論的にコミットするのである。

レディマンもまた、ESRとラムジー文の組み合わせではニューマン問題が避けられないことを指摘する(Ladyman 1998, pp.411-413)。ESRが抱える問題点を再度確認しておく、構造は世界における任意の関係を選り出すのに十分ではないということであった。ある任意の集団に何らかの関係性が保たれているとして、それと同型な関係性をその集団の中から無限に見いだすことができってしまうかもしれない⁵⁷。つまり、構造的知識があっても世界について何も知ったことにならない。ESRが抱える以上のような問題点を回避するために、レディマンは理論的記述において述語変項に入りうる何らかの存在者という意味での理論的对象さえも放棄し、科学理論の統語論的見解から意味論的見解へ向かうべきだと主張する(Ladyman 1998, pp.415-416)。

以下ではこの二つの見解について補足説明しながら議論を進めていこう。まず、統語論的見解では科学理論を観察文と理論文、それらの間の橋渡し法則による公理的体系として捉えるのであった（2章を参照）。科学的予言はそれらによって演繹的に導出され

⁵⁷ たとえば、万有引力の法則は引力と距離の逆二乗関係を示すが、ある集団の構成物について「たまたま」質量と体積の間に逆二乗関係を見つけることができるかもしれない。

る。つまり、どの文からどの文が導けるかという統語論的・構文論的な側面が重視されているのである。ここで、ESRが科学理論をラムジー文で記述するのなら、ESRは統語論的な枠組みで科学理論を捉えていることになるだろう。すると、ニューマン問題は、文という表象を科学理論のベースに設定するために生じる問題ということになる。そのため、レディマンは統語論的見解から意味論的見解へと転換することでニューマン問題を回避しようとするのである。確認しておく、意味論的見解では科学理論の本体を何らかの構造的定式化を満たすモデルの集合として捉える。従来考えられていた理論文や法則文は、そうしたモデルの構造を言語的に解釈したものとみなされる。構造実在論の場合では、構造とは数学的な方程式が示す関係性のことであろう。したがって、意味論的見解では個別の文がどのような経験的事実と対応するかということではなく、モデル全体としての科学理論の構造と世界の構造との関係が直接に論じられることになるのである⁵⁸。

ただし、ここで注意する必要がある。それは、科学実在論陣営の中でもモデルの集合としての科学理論が世界の何を明らかにしているかに関して同意がなされていないため、議論を追う際に混乱が生じるかもしれないということである。たとえば、次章では科学理論の意味論的見解をベースにした科学実在論の立場を論じるが、その論者であるサッピとギャリーも異なる意味でモデルという概念を用いており、それゆえ異なる様相を呈した科学実在論へとそれぞれが行き着いている。たとえば、ギャリーのように単純に模型という意味でのモデルを用いる場合もあれば、(2章で例にした七点幾何学のように)公理文の体系が描く構造をモデルとする場合もある。4章で検討したカートライトのモデル観は、サッピの考えと似通っている。このように、モデルという概念にはさまざまな役割および特徴付けがなされており、各論者達の用語法が一致しているとは必ずしも言えないことがモデル論に混乱を招いている感がある(その混乱を整理する必要はもちろんあるが、本論での主題ではないため、あくまで各論者の使用法をそのつど解説することに留めておく)。

では、科学理論の意味論的見解とOSRの関係に話を戻そう。レディマンはカートライトの主張と対比する形でOSRの科学理論観を述べていく(Ladyman 1998, pp. 417-418)。4章で確認したように、カートライトは科学理論内部に抽象的な理論的モデルと具体的な現象論的モデルという階層性を設け、それらの相関によって科学理論が成立していると考えていたのであった。カートライトによれば、理論的モデルとはいわゆる法則による数学的記述で、現象論的モデルはそうした法則を特定の実験(観察)状況に当てはめたものである。そして、われわれは後者を構築することによって科学的説明を行うのだという。ここで、カートライトは構築された現象論的モデルがあくまで世界の似姿(simulacrum)でしかないと考えており、科学理論に対して、伝統的な意味での科学実在論と比べて弱い記述能力しか与えていない。しかしながら、彼女は理論的対象が現象論的モデルにおいて表象的役割を担っていることは認めている。その一方で、レディマ

⁵⁸ モデルの集合として捉えられた科学理論が世界の真なる姿を記述している、という科学理論の認識論とは独立に、科学理論をどう記述するかを理解を与えることは可能である(2章で確認したように、ファン・フラースンの構成的経験主義は意味論的見解をとっていた)。科学理論の意味論的見解は科学実在論・反実在論の双方が取ることができ、そうした理論にどの程度の認識論的身分を与えるかが実在論論争の争点となる。

ンは科学理論内部のそうした階層性は認めるものの、現象論的モデルを重要視しない。レディマンらは超伝導の事例を用いてその理由を考察している(French & Ladyman 1997)。それによると、科学理論には新奇な予言の導出という役割があるが、超伝導のような量子現象に関わるモデルの場合、重要な科学的予言は表象的なモデルを介さずに数学的記述だけから直接に導き出されているという。OSRでは、科学理論が現象に関して真なる言明を与えているかではなく、理論的モデルにおける数学的構造と世界の物理的構造が適切に対応しているかがより重要になるのである。

ここで、構造の実在性について説明を付け加えておく。構造実在論で語られる物理的構造と数学的構造はまったく異なるカテゴリーにある。前者は世界に外的に存在するものの、後者はわれわれの知的産物である科学理論に含まれるものである。したがって、構造が実在するというOSRの主張は、何についての構造かということに依存して、二つの意味に区別しなければならない。まず、世界の物理的構造だけが実在するという主張は、外的な世界に関する存在論的な主張である。一方、数学的構造が実在するという主張は、世界の物理的構造と科学理論の数学的構造が同型関係にあるという認識論的な主張である。後者において、たとえば数学的構造である方程式が実在すると主張する場合は、そうした方程式が描く構造を世界が持っているという主張と同義であるし、方程式の解が実在すると主張する場合は、そのような解によって描かれる物理的帰結が世界に生じているという主張になる。そして、OSRは物理的対象を構造的関係に還元してしまい、物理的構造だけが存在であるとまで主張してしまうために、科学的実在論の論争において特異な主張を行っているといみなされるのである。

さて、OSRでは世界と構造的に同型なモデルとしての科学理論を認めることが分かった。では、その科学理論とは具体的にはどのようなものなのだろうか。残念ながら、レディマンはOSRにおける意味論的な科学理論の定式化を明確に行ってはいない。彼は主にOSRがどのように構造的な意味での外的実在を考えているのかという主張を議論している。一方で、フレンチは科学的実在論の論争と別にはあるが意味論的な科学理論観について定式化しており(Da Costa & French 1990, pp. 254-258)、これを参照したいところだが、この定式化がOSRと両立するかは明示的にされてはいない。ここではあくまで参考として簡単にこれを紹介しておく。フレンチは観察可能な対象、観察不可能な対象、既存の科学的言明を集合論的に記述したモデルで科学理論を定式化する。彼はこのような定式化によって、科学理論の構造は世界の部分的構造と同型な関係にあること、科学理論の真理は既存の科学的知識に応じた実用論的なものであることを論じる。もちろん、これは包括的な定式化ではないだろう。たとえば、この枠組みでは新たな理論の導出というプロセスを射程に入れていないように思われる。たとえば量子力学の黎明期のように、既存の言明などそもそも存在しない新奇な理論の記述を与えることができない。したがって、この定式化はある程度受け入れられた定常的な理論に関するものだと考えられる。また、この定式化にあたってフレンチらは科学理論の主張を部分的構造に関する真理のみに制限する理由を次のように述べている。

われわれは全知でも不可謬でもないもので、「完璧な」もしくは完全に特定された構成によってではなく、... [部分的な] 構造によって知識の領域をモデル化する

のがよりもっともらしい。(Da costa & French 1990, p. 258)

ここで重要なのは、フレンチが認識能力の限界性を理論的知識のモデル化と関連させている点である。この点について、フレンチらはカートライトの『まだらの世界』と見解を同じくしている。科学理論とそこから獲得する知識は領域限定的なものなのである。

科学理論にまつわるさらなる疑問としては、OSRが一般的な科学的言明をどう扱うか、というものがあるだろう。これに類する批判を以下でも考察するが、ここでも若干述べておく。OSRは消去主義的構造実在論と称されることもあるが⁵⁹、この立場であっても科学の理論的表現において理論的对象に言及しないことはない。ノードとしてのみ対象の存在を認めるというOSRの主張は、世界に存する実体として理解された対象に物理的性質を帰属する存在論を放棄するという意味であり、科学的言明に理論的对象が登場することを否定するものではない。これは科学理論の意味論的見解とも関わることになるが、意味論的見解においてはモデルの集合が科学理論の本体であり、それが世界と何らかの関係性を持っているという主張を行うのであった（先述したように、その細部に違いはあるが）。そして、そうしたモデルを言語的に解釈したものが科学的言明とみなせる。つまり、世界自体についての認識論的担い手は実は上述した意味でのモデルであり、科学的言明はモデルを記述する役割を持っているだけである。言うなれば、モデルは世界を直接に描き、理論的言明は世界を間接的に描く。このような枠組みでは、理論的对象はあくまで構造を言語的に解釈・表現したものであって、それが理論的表現において登場したとしても、OSRが主張したい事柄の本質をぶれさせるものではない。

OSRにおける科学的言明の取り扱いについては、先のニューマン問題と科学理論の意味論的見解の関係を再度考察することで理解を深めることができる。レディマンは深い考察なく、意味論的見解を導入すれば特定のモデルを直接にピックアップできるかのように主張しているが、フレンチはそれよりも慎重である。以下で引用するように、彼は意味論的アプローチを導入してもニューマン問題が即座になくなるわけではないと考えている。

このアプローチはラムジー化の文脈において特徴的に表現されるようなニューマン問題は回避するものの、根底にある争点を容易にやり過ごすことはできない。非常に一般的な言葉で言えば、問題は意図していないモデルの排除である。(French & Saatsi 2006, p. 550)

統語論的見解の放棄が文という表象の放棄を意味するのであれば、それは科学理論における言語の役割をどう捉えるかという問題に結びつくことになる。フレンチは純粋に構造的記述のみによって科学理論を描くことは不可能であるとし、言語の補完的役割によって、意図していないモデルを排除することができると考えている。次の引用を見てみよう。

いずれの場合においても、われわれは純粋な論理数学的構造を超え出た理論的内容を含めている。それは言語的に特定されていて、ラムジー文やモデル理論的構

⁵⁹ たとえば、(Psillos 2001, pp. S22-S23) の記述など。

造によって表象されるとみなすことができる、世界における可能な系を制約する。(French & Saatsi 2006, pp. 557-558)

文表象に基づく科学理論の理解を放棄することはそれほど重要ではない。むしろ、それを実行することによって生じうる問題を考えておくことが大事であり、それが構造を一意に定めるための基準の問題である。ESRであろうがOSRであろうが、つまり、統語論的見解をとろうが、意味論的見解をとろうが、どちらにしても言語は科学理論の外部から働きかけ、構造をふるいにかけることになる。言語的記述がそうした制約をかけるために必要となるのなら、OSRにおいて意味論的見解を導入する積極的な理由は薄れることになる。もちろん、科学理論の統語論的見解それ自体に問題はあるが、それはOSRの主張するような科学における形而上学的措定とは独立に論じるべきである。科学理論の意味論的見解は科学理論の構造に力点をおいており、OSRも世界の構造だけを存在的に認めようとする立場だから、これら二つの組み合わせは相性が良いだろうというのは短絡的な発想である。もちろん、フレンチはOSR自体の可能性を否定する意図でこのように論じているわけではない。むしろ、OSRを洗練させるために、レディマンが素通りした問題点に立ち返ったと考えられるだろう。

科学理論の意味論的見解と科学的实在論の関係については、チャクラバティもフレンチと同様の見解を取っている。

科学的实在論者であるためには、一般的に言って、モデルのある側面についての記述と世界との対応に関する何らかの類いの明確な主張を避けて通ることはできない。この目的に対して言語的定式化を採用すること以外に科学的实在論者としてのコミットメントを表現する方法はなく、モデルが世界について何を述べているかを理解するような仕方ではこれらの定式化を解釈することは、科学的实在論者にとって不可避の代償なのである。一般的に言って、言語を採用することなしに、理論はそれが表象しているところの事物について何ら実質的なことを述べることはない。(Chakravartty 2007, p. 194)

科学理論をモデルによって定式化するとしても、そのモデル的な理論を解釈する際には、やはり言語表象がからむのである。この指摘は科学理論の意味論的見解を採用する者達にとって困難にはならないであろう。というのは、意味論的見解を主張する論者達が論理実証主義的な科学理論観に対して抱える違和感は、科学理論を言語的にのみによって定式化しようとする方針だからである。科学理論の本性としてモデル群を形式的に記述したとして、それを言語によって表現・解釈し直す。それは科学理論から科学理論の内容もしくは情報をどのように引き出すかという問題である。つまり、科学理論の意味論的解釈を採用したとしても、言語的表象が科学理論に介在することを全面的に否定するものではないと理解することは可能である。

5.2.3 存在的構造實在論への批判

ここまでの考察において、OSRが悲観的帰納法やニューマン問題を回避しうる立場であることを確認できた。ここからは、OSRの立場を他の實在論的立場と対比し、それを踏まえてOSRへの批判を考察しよう。まず、伝統的實在論では科学理論における理論的対象の記述と構造の記述のどちらもが世界について真であると主張する。この場合の真理とは対応説としての真理であり、科学の言明は文字通りに世界を記述していると考えられている。つまり、科学理論は認識論的に強い力を有しているのである。また、この枠組みにおいては、世界には科学理論内の記述と対応する形で構造と対象が存在すると考えられている。一方、ESRは理論的対象の形而上学的本性について不可知論を採り、科学理論は世界の構造に関してのみ真であると主張する。つまり、悲観的帰納法を回避するために理論的対象を犠牲にするのである。このESRの枠組みにおいて、理論的対象はその構造的関係についての記述にあてはまる性質を有する存在者となる。最後に、OSRは世界の構造のみを存在として認める。伝統的實在論やESRと異なり、OSRは世界の構造を形作るための単なるノードという意味においてしか理論的対象の存在を認めない。科学理論の本体はそうした世界の構造的特徴を描くものとなり、対象がどう表象されるかに関する部分は、科学理論の重要な構成要素としては含まれないことになる。

さて、OSRの主張に対しては同じ科学的實在論陣営からも多くの批判がなされているが、以下ではシロスとチャクラバティらが行った批判を、(i)OSRの動機、(ii)OSRの実現可能性、(iii)OSRの記述力という三つの項目に再構成して考察していく。これらの批判を通して、OSRの主張をさらに理解していくことが以下での狙いである。

(i) 動機に対する批判

レディマンがOSRを主張する動機の一つは量子的対象の決定不全性問題を回避することであった。チャクラバティはそれについて次のように指摘している(Chakravartty 2004, p. 159)。量子的対象のみならず、巨視的对象に関しても決定不全性はある。ここで彼が考えている決定不全性とは、事物が性質を例化しているか、性質の束が事物であるかという二つの存在論である。日常的な対象であっても、その本性がどちらなのかを存在論的に決定することはできない。しかしながら、そうした事態に直面してもわれわれは新たな存在論を提示したりはしない。なぜ量子的対象の場合だけ、存在論の修正をはかる必要があるのだろうか。

OSR側はこの批判に対して、巨視的对象は直接に経験可能であるが、量子的対象の観察には理論的考察を挟まざるを得ないと応えている(French & Ladyman 2003a, pp. 50-51 note14)。つまり、巨視的对象と量子的対象の間にはディスアナロジーがあるため、量子的対象の存在論だけを変更することに問題はないというのである。また、次のことも理由になる。個物か非個物かという決定不全に直面し、われわれがある理論語によって何を指示しているのか特定できないのなら、弱い意味でしか対象を指示していないことになる。つまり、もし指示しようとする対象の存在論を特定できていないのなら、實在

論的主張として言えるのは、世界がどのようなものであるか(how the world is)ではなく、せいぜい世界がどのようなでありうるか(how the world could be)でしかない(French 2006, p. 176)。つまり、科学的实在論を主張するのであれば、世界がどのようなであることを強く主張すべきだということである。

こうしたOSR側からの応えに対しても、再び反論をすることが可能である。まず、チャクラバティはディスアナロジーによる反論について以下のように答えている。巨視的対象と微視的対象の因果連鎖の長さの違いは程度の違いでしかなく⁶⁰、ある実体が観察可能か不可能かという問いと、それが個物とみなされるかどうかの問いとは無関係である、と(Chakravartty 2004, p. 159)。つまり、観察可能性と個体性は別の問題なのだから、巨視的対象と量子的対象の観察可能性に関するディスアナロジーは存在論を変更する根拠になりえないのだという。次に、指示対象の特定に関する問題について、われわれは各理論に相対的に対象の在り方を特定しているとも考えられる。たとえば、理論によっては電子を粒子として扱うモデルもあれば、波として扱うモデルもある。その時々によどのようなモデルを用いるかは、現象をどのように理解するか、どのような説明を与えるか等と相対的に決定される。量子的対象を個物として扱うか、非個物として扱うかを一意に確定する必要性がないのであれば、構造という大きな存在論的枠組みをあらかじめ導入する理由はないのではないだろうか（もちろんその場合、理論モデルの選択について合理性が必要ではある）⁶¹。

(ii) 実現可能性に対する批判

われわれはひょっとしたら日常的な対象に関する現象に慣れ親しんでいて、量子的対象にも巨視的な対象と同じ存在論的・認識論的態度を取らねばならないと考えすぎているのかもしれない。つまり、レディマンらが考える巨視的対象と量子的対象のディスアナロジーを受け入れ難いのは、単にそうした先入観が入り込みすぎているだけなのかもしれないのである。その可能性も考慮すれば、先の批判はOSR側に対する公正な批判とは言いがたい。

だが、そうだとした場合にも構造のみに存在論的にコミットするということは実現できるのだろうか。関係項なしの関係など可能なのだろうか(Psillos 2001, p. S22; Chakravartty 2003, p. 871)。この疑問はOSRの批判者が当然のように抱くことになるであろう。対象群が何らかの性質を持っていれば、それらの対象間に成り立つ関係であるところの構造もまた存在する。すなわち、性質と関係と構造という枠組みは概念的に依存しており、構造に存在論的にコミットするためには、その構造を満たすところの対象にコミットする必要がある。OSR側はこの反論に対して次のように応えている。

⁶⁰ 因果連鎖の長さは次のように決められる。直接に観察できればわれわれと対象間の因果連鎖は短いものである。理論的对象のように実験器具を通し、さらに理論的考察をはさむことになると因果連鎖が長くなる。

⁶¹ ファン・フラッセンは、科学理論の受容に際して、科学的实在論と反实在論の間で実用論的な側面に関する不一致が生じる必要はないと考えていることも重要であろう（実際には生じてしまっているが）（van Fraassen 1980, p. 13）。科学的实在論と反实在論の分水嶺はあくまで科学理論にどれだけ強くコミットするかという部分にある。よって、目的相対的な理論指定は科学的实在論にとってネガティブな要因にはならない。

関係が関係項に論理的に先行するという主張の核は...関係項は常に更なる分析によって関係構造それ自体だと判明するということである。(Ladyman, et. al. 2007, p. 155)

ここでいう関係項とは理論的対象のことを指す。つまり、理論的探求の途上では、対象は構造を導出するために用いられる必要があるが、最終的な科学的理解ではノードとして構造に還元されることになる、というのがOSRの主張である。繰り返しになるが、OSRは性質を伴う実体という意味での対象は認めないものの、構造のノードという意味での対象は認めている点に注意しなければならない。したがって、関係項なしの関係が実現しないのではないか、という批判はOSRに対する反論にはならない。OSRが本当に反対しているのは、従来の対象概念をそのまま量子的対象にも適用しようとする事だからである。

こうしたOSR側の態度にやすやすとは納得し難いのが批判者達の本音であろう。とはいえ、さらに明確な反論を形成するには至っていないように見受けられる。たとえば、シロスはこう考えている。

もしわれわれが個物を、その唯一の役割は「構造の導入」にあり、（後には蹴飛ばして捨てられるべき）「発見のための」道具として導入するとすれば、構造への唯一の接近の場が個物を通してのものである場合に、どうして個物が「発見のための道具」にすぎないのか、その理由を正当化する必要がある。(Psillos 2001, pp. S22-S23)

この箇所ではシロスが言おうとしていることは、対象は構造の発見という認識論的役割を持っているのだから、存在論的に消去してしまう理由が見当たらないということである。だが、シロスのもともとの目的は、対象と構造の明確な線引きができないことを主張し、構造実在論という選択的な実在論を否定することにある。そうした目論見も含めて考えると、対象と構造が概念的に依存しているため、構造のみにコミットすることなどできないというシロスの批判は論点先取である。したがって、この批判が実質的な効力を持っているとは言いきれない。

(iii) 記述力に対する批判

さて、以上で見てきた批判では、構造の概念的な側面に関してOSRへ有効な反論を形成するに至らない。では、構造に関する別の側面として、因果的な側面に関する批判を考えてみよう。科学において現象を記述するということは、物理的な変化を記述することでもある。だが、構造だけを用いて因果的な変化を記述することができるのだろうか(Chakravartty 2003, pp. 872-873; Chakravartty 2007, pp.77- 78; Psillos 2006, pp. 567-570)。

例として、ボイル・シャルルの法則を考えてみよう⁶²。時刻 t において気体の現象を観

62 この法則は量子力学よりも大きなレベルの現象に関するものである。OSRは量子力学の理解をその主たる目的としているが、他の分野をまったく無視しているわけではなく、気体の法則も扱う対象が微視的な粒子であるため、同じ議論が通用するものと考えてよいだろう。

察し、その後、時刻 t' において同じ系の現象を観察する。そこでは温度や圧力や体積などの時間に依存した変化が観察されるだろう。通常は、気体分子という対象の運動に帰属される熱や圧力といった性質により、系の因果的变化を理解することになる。ここで構造というものに目を向けてみれば、この系が時刻 t と t' のそれぞれにおいて従う物理法則はどちらも同じボイル・シャルルの法則であり、そこから導くことのできる系の構造もまた、どの時刻においても同じである。つまり、構造だけに注目しては、系の物理的かつ因果的变化を時間的に把握することができないのである。

この反論に対し、OSR側は科学的言明の記述を受け入れることと、理論的对象への存在論的コミットメントの区別を主張する。フレンチは次のように述べる。

OSRは...現在受容されている理論的な記述を採用する。そして、そのことは、われわれがこの記述を因果的に作用しあう物理的对象によって考えるのではなく、むしろ因果的な諸関係を含むところの適切な構造的性を具えた記述を与えるようにと、単に要求しようとするものである。(French 2006, p. 181)

つまり、OSRであっても科学者の現象論的語りは認め、対象や性質を用いた物理的記述を受容するのである。そのため、既存の科学的言明の使用とOSRという実在論的立場がぶつかり合うことは必ずしもない。ただ、OSRはさらなる主張として対象の持つ関係は構造へと還元できると付け加えるのである。たとえば、フレンチは以上で例を挙げたような系の時間的前後関係の把握についても構造へと還元することができるし、そうなった場合に対象は識別不能になると考えている。

時空間的な関係が物質的对象の関係へと究極的に還元され、対象の関係が適切に再概念化されたら、構造的でないものが全体像の中に入り込んでいるのを確認するのは困難なことになる。(French 2006, p. 180)

つまり、もし時間を構造へと還元することができたら、構造だけで因果性の記述をまかなうことができ、対象が最終的に持つのはノードとしての役割のみでかまわないということである。

とはいえ、この主張について具体例が示されているわけではないため、時間の構造的還元化に関するフレンチの主張が適切であるかは判断できないが、ここでOSRが強調したいことは理解できた。先に考察したように、OSRはあくまで従来考えられている仕方で対象にコミットすることを否定したのであって、対象を用いて科学的言明を記述することを否定しようとしているのではない。ここでは、OSRの主張は微視的对象の存在論に対する態度だと考えれば理解しやすいであろう。対象が存在論的には構造のノードでしかないというOSRの主張によって、既存の科学的言明のあり方が変わるわけではない。科学的言明に登場する理論的对象（もしくは理論語）すべてに対して文字通りの実在性を帰属する必要はないからである。その意味では、OSRは対象に対する反実在論や道具主義と言い換えることができるだろう。

ここまでの三つの批判を振り返っておこう。シロスとチャクラバティらの立ち位置を

述べておくと、彼らは科学的反实在論の批判を受けて伝統的な意味での科学的实在論の修正すべきところは修正するが、できるだけ本来の主張を残そうとする見地から批判を与えている。彼らは理論的对象と構造のどちらか一方だけに選択的にコミットしようとするタイプの実在論を擁護しない。そのため、シロスらによる上記三つの批判は主として理論的对象に実質的な役割を残そうとする目的でなされている。OSRにむけた動機と実現可能性についての批判をまとめると、彼らは理論的对象を単なる発見法的な装置ではなく、認識論的役割を持つものとして扱っている。また、量子的対象の存在論をあらかじめ構造のみに確定する必要がないように思えるのは、科学者達は理論的探求に際して、ある程度は実用論的な態度を取っているように思えるからである。なにも構造という大きな存在論的枠組みを押し付けずとも、目的とする研究対象に応じた理論的对象のあり方を措定しても科学的实在論として破綻することはない。また、シロスらにとって受け入れがたいのは、实在としてコミットするものから対象を外して構造だけを認めると言いつつも、それらを記述する言明レベルでは対象を認めるというOSRの二枚舌とも見える物言いであろう。それがOSRの記述力に対する批判である。しかし、物理系の因果的变化といった理論的記述において対象が一役買っているからといって、それが実際に世界に存在していることにはつながらない。OSRのように、対象を用いた理論的な語りに関しては自然主義的にそのまま受け入れ、存在論的には構造だけにコミットするという選択肢もあるからである。したがって、理論的对象の役割を残そうという意図でなされた上記の各批判では、OSRの根幹を揺るがすことはできそうにない。

5.2.4 存在的構造实在論は悲観的帰納法を回避しているか

悲観的帰納法に対する科学的实在論側の答えとしてのOSRの主張はどう評価できるだろうか。悲観的帰納法に対するOSRの答えは基本的にはESRと同じく、奇跡論法維持の路線である。科学理論を理論的对象の表象に関する部分とそれらの数学的構造を記述する方程式の部分に分離し、科学理論は実在世界の構造に関して連続的に真なる主張を行っている。つまり、その意味で、科学理論の成功は奇跡ではない。具体例として光学エーテルの事例を繰り返せば、光を伝播させる媒体に関して、理論的对象の表象レベルではエーテルから場へと非連続的に変化してしまったが、数学的方程式という構造レベルに関しては連続性が保たれている。構造实在論は後者のみに選択的にコミットすることで、悲観的帰納法を部分的に受け入れつつも、同時に部分的に回避するのである。

しかしながら、構造のみの連続性を主張したとして悲観的帰納法を回避できたと言えるのだろうか。理論変化のダイナミクスについては別の形も考えられるように思われる。それは構造レベルでの非連続性である。ここでは同じ光に関する事例として、電磁波の方程式の古典的取り扱いと量子的取り扱いを考えてみることにする。物理学では問題とする物理系に応じてハミルトニアンが設定される。ハミルトニアンは物理量であり、関数や演算子によって系全体のエネルギー量を表す。いま、ある古典的な系のハミルトニアンを量子力学的な理論で扱おうとする場合には、量子化という手続きが行われることになる。量子化とは、古典的なハミルトニアン力学における位置と運動量という正準変数を、交換関係を満たす演算子へと置き換えることである。この手続きを具体的

に光の理論に関して当てはめてみると次のようになる。まず、光を電磁波として古典的に取り扱い、マクスウェル方程式を記述する。この方程式をハミルトンの運動方程式に書きなおすと、電磁場は無数の調和振動子の集まりと考えることができる。次に、量子化のためにこの方程式の正準変数を生成消滅演算子へと変換する。こうした個数演算子の導入により、自由場において電磁場のエネルギーはある特定のエネルギー単位で増減することが示される。つまり、ハミルトニアンが光子の個数によって表現されるのである。

この事例のとおり、量子化された電磁場は光子という古典力学にはない対象によって表象されており、悲観的帰納法で問題となっているところの表象レベルでの非連続性が認められる。たとえ表象レベルでの非連続性があつたとしても、その根底にある一定な構造にのみコミットすることができる、というのが構造实在論の強みであつた。そのため、この表象レベルについての非連続性については問題ない。しかしながら、この事例では構造レベルでの非連続性も示されている。つまり、同じ光という現象を扱うにしても、古典的に扱うか、量子的に扱うかという観点の違いによって、異なるハミルトニアンが与えられること、すなわち、異なる方程式の形式が与えられているのである。OSRにとって存在論的にコミットすべき世界の物理的構造の手がかりは、科学理論の構造を見ることでしか得られない。しかしながら、理論に応じて方程式の形式が移り変わってしまうと、コミットすべき構造が変わってしまうことになる。ここで、OSRは反論として量子的な形式が世界の本性であり、それこそが原初的な構造だということかもしれない。しかし、そうだとすると量子的取り扱いがわれわれのコミットすべき原初的な構造だという保証はどこにあるのだろうか。理論がさらに発展していけば、また別の形式が登場する可能性がある。それならば、OSRは世界の特定の構造に関して知識を連続的に増加させているという实在論的な主張をすることができない。構造に関する非連続性という別のタイプの悲観的帰納法がOSRにとっての問題として立ちはだかるのである⁶³。

この事例からの教訓をまとめると次のようになる。悲観的帰納法については、（光学エーテルのような）理論的对象の表象に関する非連続性によるものと、（ハミルトニアンの量子化のような）構造に関する非連続性に関するものの二つを考えることができる。こうした悲観的帰納法のタイプを考えてみると、伝統的な意味での科学的实在論の困難であつた前者のタイプの悲観的帰納法に対応するために提出されたOSRは、後者のタイプには対応できないのである。確かに、科学的实在論は表象レベルと方程式レベルの両方に関して同時に連続性を主張することはできない。それならば、理論の部分について選択的に連続性を主張し、悲観的帰納法に応じるという戦略を实在論者が取るのは避けられない。しかしながら、悲観的帰納法のタイプに応じたこのような得手不得手の可能性があることは重要なポイントである。理論的对象の表象についての悲観的帰納法に対応できるからといって、OSRが他の实在論的立場よりも優れているとはいひ難いのではないだろうか。

では、5章の内容を簡単に振り返っておこう。本章では、選択的实在論としてESRと

⁶³ 構造についての非連続性を示すこの事例は構造实在論一般、つまり、OSRのみならずESRに対する反論にもなる。本節の目的はOSRの立場を考察することであるため、OSRとESRの比較検討（たとえば、ニューマン問題がほんとうにESRにとっての問題なのか）については保留しておく。

OSRの主張と問題点を考察した。どちらの立場も、科学理論が世界の構造については真なる主張を行い続けていると主張する。つまり、悲観的帰納法は世界の構造的理解に関して成立しないというのである。ただし、ポイントは構造という概念をどう考えるかである。ESRは、構造と対象の区別の明確化という課題が残っていた。OSRはその区別を問題としないように、対象を存在のカテゴリーから消去することを主張した。それにより、悲観的帰納法の議論、量子的対象の決定不全性、ニューマン問題という科学的实在論もしくはESRに立ちはだかるいくつかの問題に対して、OSRは一定の解答を与えることができる。しかしながら、方程式レベルにおける非連続性を示す事例を用い、ラウダンのものとは別のタイプの悲観的帰納法を考えると、OSRは伝統的な意味での科学的实在論とは違った意味で欠点を抱えていることが分かる。科学的实在論がその立場を見直すきっかけになったそもそもの原因である悲観的帰納法に満足のいく答えを与えられないのであれば、科学的实在論陣営がOSRを受け入れなければならない積極的な必要性はないであろう。つまり、実体实在論の場合もそうであったように、選択的实在論は主張を制限することによって、科学的反实在論に対して反論の手段が生まれるという利点も確かにあるが、やはり考察すべき別の問題も同時に発生することになる。

第6章 科学理論の意味論的見解と科学的实在論

前章までで確認した選択的实在論、すなわち実体实在論と構造实在論はそれぞれ異なる仕方で極端に科学的实在論の主張を制限する立場であった。そして、どちらの立場においても科学理論の意味論的見解についての考察が重要な要素を担っている。しかしながら、科学理論の統語論的見解から意味論的見解へという流れは、科学的实在論の論争とは独立な科学哲学全体に関わる問題である。そして、本論でも考察したファン・フレーセンやカートライト、レディマンといった論者達は、それぞれが異なる仕方で意味論的見解を引き合いに出し、それぞれが別の立場を主張している。しかし、ここで重要なことは、彼らはあくまで科学的实在論の論争の中心的な問題である奇跡論法や悲観的帰納法に関係する形で、科学理論の意味論的見解を導入しているということである。

本章では、そのような特徴付けとは逆の方向、すなわち科学理論の意味論的見解から始めて科学的实在論についての見解へ至るような道筋を確認する。6.1節ではフレデリック・サッピの疑似实在論(quasi realism)を、6.2節ではロナルド・ギャリーの構成的实在論(constructive realism)を考察していく。そして6.3節では上記二人の見解を通して、科学理論の意味論的見解と科学的实在論の関係を考察する。科学理論の意味論的見解において主題となるのは、科学におけるモデルのあり方の分析とその哲学的定義であるが、その捉え方が変われば、後に続く科学的实在論に関する見解も変わることになるだろう。

6.1 サッピの意味論的見解と疑似实在論

サッピにとってモデルとは物理系、すなわちあるドメインにおいて定義された状態とその連鎖によって構成される関係的体系のことである。

モデルとは物理系(physical system)のことであり、物理系とは状態のドメインとそのドメインにおいて定義されているシーケンス（その物理系の振る舞い）によって成立している関係的システム(relational system)である。(Suppe 1989, p. 90)

任意の物理系は、ある単一のシーケンスに理論を制限するものとして解釈されるだろう。(Suppe 1989, p. 155)

ある時点での物理系の状態は、その物理系におけるパラメータ群に関して成立する連立的な値の集合として定義されることになる。物理系の振る舞いとは、物理法則によって支配され、時間に関して変化する状態のことを指す。系の振る舞いは法則によって制限されているが、それと同時に、法則の成立する範囲で系がどのように発展していくかを予測することができる。

また、ここでのモデルはある種の関係性を定義する抽象的な構造のことだと言い換えることができる。構造に様々なパラメータを入れ込むことで、個々の物理的現象がモデルの中に現れてくる。科学理論は現象そのものではなく、現象のパラメータに関する振

る舞いを扱っている。すなわち、理論は世界に関するレプリカとしての物理系を扱うのである。次の引用は、そうした抽象的構造であるモデルと理論の解釈について述べている。

抽象的な構造は…物理的な解釈（理論の構造と現象との対応関係）を与えられるまでは科学理論にならない。さらに、これらの物理的解釈は明示的に述べられるわけではなく、…暗黙的ないし内包的に特定されるということ、そして科学が進歩するにつれ変化・修正・拡張を免れないものであるということは明らかである。（Suppe 1989, pp. 422-423）

この引用から分かるように、われわれは解釈によってモデルという構造を肉付けし、そこからわれわれの自然理解としての科学理論が生まれていくことになる。ここで注目すべきなのは、物理的解釈が暗黙的かつ変化しつづけるものだという箇所である。理論は定常的なものではない。また、サッピが主張する、レプリカとしての物理系と理論との対応関係は、世界と理論の対応について伝統的な科学的实在論が行っていた主張と比べると極めて弱いものである。これが彼の控えめな实在論的態度、疑似实在論(quasi realism)である。

サッピは通常の科学的实在論と同じく、科学理論やその部分は实在の観察可能・観察不可能な側面のどちらに関して真（もしくはそれに近いもの）であると主張する。しかし、サッピは通常の科学的实在論とはひと味違った仕方で科学理論の真理を見積もっている。それは反事実条件的な意味での科学的真理の理解である。これは上述した彼のモデル観と密接に関係している。そのため、以下では彼のモデル観にもう少し言及しながら、通常の科学的实在論の見解と対比する形でサッピの反事実条件的な真理観を検討していこう。

統語論的な理論観においては、観察文が世界と経験的に対応することを想定していた。たとえば、科学的反实在論との議論においては、われわれが観察可能な対象と観察不可能な対象に対して持つ態度が問題になっていた。科学的反实在論者は観察可能な領域のみに、科学的实在論者は経験を越えてた領域にまでコミットすることを主張する。科学的实在論の枠内においては、理論語が世界の観察不可能な实在を指示しているならば、その理論語が含まれる理論文は真だと見なされる。つまり、通常の科学的实在論は真理の対応説を取っている。

それに対して、サッピの意味論的見解において科学理論はパラメータに関するモデルを構築するのであるから、対象が観察可能か不可能かの区別はそもそも重要にならない。また、個別的な理論語の指示の問題については、モデルの導入によって次のように考えることができる(Suppe 1989, pp. 346-347)。まず、サッピは科学の実践において、理論語が指示を行うか、まったく指示を行わないかのどちらかであるという二分法が不適切であると考えた。その代わりに、理論語は文字通りに指示を行うとみなされるか、そうでなければ概念的装置(conceptual device)として機能しているとみなされる。ここでの概念的装置とは、近似、理想化、単純化といった手続きのことを指す。サッピがこのような考え方を導入する理由は、科学の実践の実態を汲み取るためである。理論語はある種の観察不可能な対象を指示するものとされている。だが、その指示の仕方が前述したとお

り単なる二分法でないのならば、そうした記述の本体である科学理論全体は、その発展段階に応じてさまざまな認識論的身分を持つと考えられるだろう。理論の評価の与え方はおそらくいくらでもあるだろうが、サッピは「見込みがある」、「近似的に正確である」、「ある側面では重要なほど真だが、別の側面では非常に悪い」などを例として挙げている。科学の実践の産物である科学理論は、その中身が常に変化する可能性を秘めている。つまり、科学理論は可塑的な性質を持つと考えられるために、サッピは概念的装置という考えを導入するのである。

科学の実践と照らし合わせるならば、われわれが科学理論に与える認識論的评价は柔軟なものでなければならない。当たり前のことであるが、われわれはできたばかりの科学理論をまったく真だとみなすことも、まったく偽だとみなすこともない。また、モデルと概念装置で意図されていることから分かるように、われわれは程度受け入れられている理論に対してであっても科学理論の記述に対して文字通りの意味での真理性を付与することはない。そこで、サッピは擬似实在論における理論記述が反事実条件的な記述であると考ええる。

理論は、無視したパラメータがその記述しようとする現象に影響を与えなかったならば、世界はどのようなものであるだろうか、という反事実的な記述を与える。
(Suppe 1989, p. 348)

しかし、反事実的真理とは非常に広く、同時にゆるい概念である。理論的探求においては、極端なことを言えばあらゆる理論が反事実的に真になってしまう。科学理論は世界について何も語っていないのと同じことになってしまうだろう。そうならないためには、反事実的に真である理論とそうでない理論とを振り分ける基準が必要となる。ここでサッピが導入するのは「論理的に可能な系」と「因果的に可能な系」の区別である (Suppe 1989, p. 67)。

古典力学の例を考えてみよう。時間と位置と運動量の任意の値によって、ある物理系の状態は特定される。その物理系は時間に関する可能な状態列として特徴付けられることになる。しかしながら、位置・運動量・時間というパラメータによって特定される物理系のすべてが因果的に可能なわけではない。この線引きは一般法則を引き合いに出すことでなされる。

特定の因果的に可能な物理系の特徴づけは、特定の境界条件と初期状態に関して運動方程式を解くことによって獲得することができる。(Suppe 1989, p. 68)

一般法則を含意する方程式から解を導出できる系だけが因果的に可能なモデルとなる。よって、論理的に可能なモデルと因果的に可能なモデルについて言えば、後者は前者の部分集合とみなすことができるだろう。このような因果性という観点からすると、あらゆるものが反事実的に真になってしまう事態を避けることができるのである。

サッピの擬似实在論は科学理論を現象そのものに関するものではなく、理論と世界の間に物理系を挟み、その物理系と理論との対応をみる立場である。すると、この立場での真理という概念は、文字通りの意味でのものではありえない。その意味で擬似实在論

はもともとの科学的实在論とは一線を画す立場なのである。また、サッピの理論観とカートライトのモデル論は、一方は反事実条件を引き合いに出し、他方はさまざまな諸条件を同一にする一般化を引き合いにするという、非常に似通った主張である。さらに言えば、どちらも科学の実践についてのまなざしから得られた主張である。サッピの立場の検討は、カートライトの立場の検討にもつながるであろう。

では、サッピの見解と科学的实在論の立場とを関連させた問いを考えていこう。反事実的真理という概念は、科学的实在論が抱く真理概念として妥当なのであるだろうか。これについては、チャクラバティからの批判がある。チャクラバティは擬似实在論に否定的な態度を取り、抽象化と理想化という手続きに関する概念的問題を指摘している(Chakravartty 2001, pp. 333-334)。抽象化は現象の特定の観点に焦点をあてることによってなされる。例としてニュートン力学を考えてみれば、ニュートンの万有引力の法則を太陽と地球の運行に適用する場合には、多体問題を二体問題に還元するという抽象化を行う。現実の系では太陽と地球以外に多くの惑星や恒星が関わってくるが、それらからの影響を無視し、太陽と地球だけを取り出すわけである。次に、理想化は現実では起こりえない状況を想定することで、扱う問題を単純化する。たとえば、力学において運動体を延長のない質点として扱ったり、空気との摩擦を無視したりすることがそれにあたる。これら二つの手続きを簡潔に言えば次のようになる。抽象化とはいくつかのパラメータを選択してその他を無視することであり、理想化とは選択した特定のパラメータの本性を単純化することである。

チャクラバティはモデルにおいて働く概念装置のうち、抽象化は認めるが、理想化については厳しい態度をとる。

サッピの解釈は内的困難を抱いている。真なる理論は因果的に可能な系を定義するとされるが、反事実的真理はまさにそれらの本性からして因果的に不可能であるような、理想化された理論を容認する。(Chakravartty 2001, p. 334)

抽象化という概念装置を施した場合は、因果的に対応する現象を反事実的に見つけることができる。抽象化は現実の世界の各側面を取捨選択するだけだからである。だが、理想化の場合は現実的にはありえない状況を設定するため、そもそも対応する因果系が存在しない。チャクラバティの指摘によれば、反事実的真理は理想化という手続きと因果的に可能な系という二つの両立しない概念を認めてしまうために内部矛盾しているのである。

チャクラバティに対して次の反論が考えられる。チャクラバティは、因果的に不可能な系をも理想化が認めてしまうことについて批判をする。だが、そもそもサッピが意味論的見解を採ることで考えているのは、世界そのものについてではなく、レプリカとしての物理系についての科学理論である。理想化という手続きは、世界そのものに関しては因果的に不可能であっても、レプリカとしての物理系に関してならば適用可能だと認めても問題はない。サッピが認めるのは、あくまで一般法則が許す限りにおいて理想化された系だからである。おそらく、サッピの枠組みにおいて一般法則は因果的な系の選択に先立つものであり、チャクラバティも科学の一般法則を否定することはないであろう。

チャクラバティがサッピの考え方に反対する理由には、チャクラバティ自身の立場も関係している。彼は、科学理論の意味論的見解それ自体は科学理論の本性の記述として受け入れられると考えているが、それを導入することで科学的实在論の立場が擁護できるとまでは考えていない(Chakravartty 2007, p. 211)。そうした事情もあり、彼はモデル論に基づく实在論的立場に否定的なのである。そして、当のチャクラバティは上記の危険性を考慮して、理想化と抽象化それぞれについて異なる真理概念を適用すべきだと考えている(Chakravartty 2007, pp. 222-228)。抽象化を施した場合の真理概念については以下のようになる。まず、ある特定の系（もしくは系のクラス）に関連性の高い因果的性質と関係のすべてを考えてみる。抽象化に関する近似的真理の程度は、理論がこれらの性質と関係をどの程度組み込んでいるかによって決定される。因果的に関連性の高い要因の数が多ければ多いほど、その抽象的系の近似的真理の度合いは大きくなるし、過度に抽象化を施した系（因果的要因を少なくした系）の近似的真理の度合いは低いものとなる。そのような抽象化は、あるクラスの系に対しては完全に正確な記述を供給することがあっても、別の系に対しては別の程度の真理でしか適用されない。抽象化の場合での近似的真理は、理論がターゲットシステムの重要な特徴をどれだけ記述しているかによって見積もられる。つまり、抽象化においての近似的真理という概念は、単純に包括性の概念である。

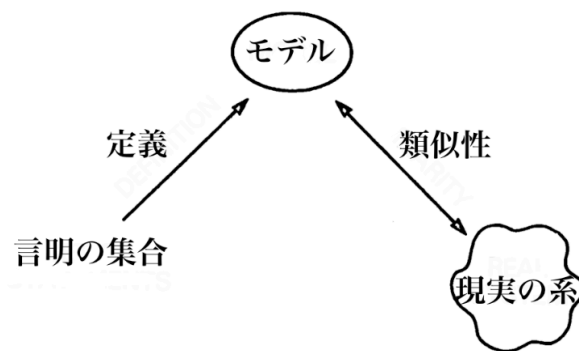
理想化を通した場合の近似的真理の概念は別物である。ここで関係するのは記述の包括性ではなく、理論が表象する性質と関係の正確性である。たとえば、理論の脱理想化が進んでいけば（たとえば、未知の条件が次第に明らかになる、種々のパラメータを関係づけることが可能になる、計算力の高いコンピュータが作られる等の要因によって）、ターゲットシステムをより高い近似的真理の程度で記述することになる。

以上のように述べてきたが、チャクラバティの指摘は抽象化と理想化という手続きが科学的実践にとって不適切だというものではない。あくまで、サッピの反事実的真理という概念設定についての困難を指摘するためのものであることに留意する必要がある。

6.2 ギャリーの構成的实在論

次に、ギャリーの構成的实在論(constructive realism)の主張を確認する。ギャリーはサッピのものよりも素朴な意味でモデルという概念を考えている。ギャリーは理論的言明と世界の实在とが直接に対応するという対応説による真理を余剰なものとし、その代わりに理論と世界の間に類似性関係を見出す(Giere 1988, p. 82; Giere 2004, pp. 747-748)。その際、科学理論の評価は、世界のどの側面をどの程度まで表象しているかによって与えられる。そこで、ギャリーの意味論的見解では、科学理論が(1)モデルの産出、(2)モデルを現実世界の系と結びつけるさまざまな仮説、という二つの要素からなると考える(Giere 1988, p. 85)。(1)はサッピと同じく現実を何らかの仕方で抽出してくることで構成される。(2)の仮説は類似性の程度を示す言明としての仮説群であり、「XはAに関してよく近似している」といった形で記述される。言語的に表された仮説の集合と

して科学理論があり、科学理論と世界の間には介在し、それらを結びつける役割をモデルが行うのである（次の図を参照）。



図：言明の集合とモデルと現実の系の関係(Giere 1988, p. 83)

ただし、ここで一つ注意が必要である。

モデルについて特別なことは、モデルの諸要素が現実世界の諸特徴と同一になるようにデザインされるということである。このことにより、モデルは世界の諸側面を表象することが可能となる。…科学者達がさまざまな目的のために、世界の諸側面を表彰しようとモデルを用いるのである。この見解において、科学における一義的な（決して唯一ではない）表象的道具がモデルである。(Giere 2004, p. 747)

ギャリーはモデルが世界を表象するのではないことを明言している。そうではなく、科学者という主体が、モデルという道具を使って、世界を表象する。モデルと世界の二項関係ではなく、人間とモデルと世界という三項関係があり、そのためにモデルを何のために構築するのか、および、何について構築するのかという目的が絡むのである。

ギャリーが典型例として考えるモデルとは、物理学の教科書に出てくる基礎的な物理系のことである。そこには抽象化と理想化が働いている。たとえば、われわれは振り子に関してその周期と糸の長さに関する法則を持つ。それらは空気抵抗や糸の質量を無視することで成立している。このような単純な振り子モデルに対して、空気抵抗を記述する項を方程式に付け加えれば、より現実に近いことができる。さらに複雑な振り子のモデルもそのように項を付け加えていくことで構築できるだろう。さまざまな仕方で構築される振り子のモデルは、現実の振り子と、ある側面に関してある程度まで類似していることになる。ギャリーはその意味で、科学理論は実在を構成していくと考えるのである。

このような理論と世界との関係において、科学的実在論はどのように関わるのであろう。ギャリー自身は、（構成的経験主義で問題となるような）理論的対象が観察可能であるかどうかは科学において重要な区別だとは考えていない。ギャリーは観察という認知的な行為に関して、ある種の没人間性を主張する。

認知はシステム全体に分散している。認知的出力を生み出すのは、人間だけによるのではなく、そのシステムである。したがって、すべての認知は人間の内部で進行し、装置は人間の系に対する入力のみを生み出していると考えする必要はない。(Giere 2005, p. 153)

この世には人間に知覚できない多くの何かが生じている。視覚に関することで言えば放射線、赤外線、紫外線などがそうである。ギャリーによると、観測という行為は観測者と装置が一体となった認知システムと観察対象の関係なのである。このように考えると、人間の経験だけを単独で取り出す構成的経験主義は、そもそもギャリーの議論の土俵に乗らないことになるだろう。しかしながら、彼はファン・フラーセンに対して否定的かという点必ずしもそうではない。ギャリーの例を用いて考えてみよう(Giere 2004, p. 751)。宇宙の時空構造全体に対する二つのモデルがあり、それらは光円錐の外側に関する記述だけが異なっているとしよう。現在受け入れられている理論に従えば、われわれは光円錐の外にある事象を知ることはできない⁶⁴。したがって、二つのモデルの優劣を付けることはできない。これは理論上の要請ではあるが、われわれは光を用いて宇宙を観測するしかないという経験的な事実からの帰結でもある。すなわち、人間の感覚器官という制約はないものの、光という物理的事実に基づき、事象についての経験可能性を考慮しているのである。この意味では、ギャリーの立場は経験を構成していることになる。

では、ギャリーは科学理論の真理をどのように考えているのだろうか。この疑問は、ギャリーの立場が科学的实在論という括りの中に入りうるかという問題にも関わってくる。ギャリーはモデルと世界の類似性関係を表現するためには言語が必要だと考えているが、言語と世界を結びつけることは余剰(redundant)だと考えている(Giere 1988, pp. 82-83)。ここでギャリーが考える「真理の余剰理論」とは以下のものである。

言明Sの内容はそのメタ言語的言明「Sは真である」の内容とまさしく同じである。この見解において、「…は真である」という述語の主な機能は「意味論の上昇(semantic ascent)」を容易にすること、すなわち、直接に非言語的対象について語るのではなく、言明自体を語ることである。(Giere 1988, p.286, note. 6)

確かに、ギャリーのように何が世界を記述するかを考え方を変更すれば、すなわち言語が世界について言わば二次的な記述しか行わないと考えるのであれば、真理という概念は必要ないのかもしれない。しかし、チャクラバティはこのようなギャリーの路線に否定的である。

…モデル論者はこの「言明と世界を直接に結びつける」誤りを、…モデルは類似性関係によって世界の部分を表象すると主張することで回避する。対応という関係性を類似性という関係性で置き換えるこの試みは、しかしながら、成功しな

⁶⁴ 簡単に言えば、現在は光速を超えることはできないとされており、光が到達できる距離よりも遠い地点のことについては不可知である。

い。…ギャリーは融合させているが、言語と世界の対応という一般的な問題と、真理の対応説というより特殊な考え方とを区別することは重要である。
(Chakravartty 2007, pp.200-201)

科学的实在論の論争で問題になっているのは、単に理論と世界が対応するかではなく、その対応関係の正当性がいかにして保証されるかという問題である（そのための保証が奇跡論法であった）。そのため、ギャリーの路線は科学的实在論にとって本質的な主張を擁護することにはならず、それゆえギャリーの立場を科学的实在論とみなせるのかという問題に結びつく。

チャクラバティは科学理論と世界を類似性関係によって評価することは単なる現象主義と大差がないと考えている(Chakravartty 2001, p. 335)。確かに、理論と世界とが類似的に対応しているということで、現象的経験の予言を生み出すことはできる。だが、科学的实在論としてはそれだけだと不十分である。そうした現象の予言に加えて、予言に現れる事物や関係が世界の实在を捉えたものであると主張できなければならない。だが、ギャリーの立場では積極的な意味で科学理論が世界について言及しているとはみなさない。その理由は以下の通りである。彼の場合、科学理論が与える真理は現象との対応に関する真偽ではなく、モデルが世界の实在を描写する類似性関係に関する真偽を与える。そのため、モデルが介在した一段階分だけ、实在に関する主張が弱くなっており、その意味で類似性によってなされる实在に関する主張は、どのような意味で用いたとしても、消極的な主張にしかならないのである。

とはいえ、この消極性は逆に科学的实在論にとっての利点ともなる。ラウダンの悲観的帰納法に対するギャリーの答えを見てみよう。ギャリーはエーテルが存在していても、いなくても、電磁放射がエーテルの摂動と似ている側面は多くあると述べる(Giere 1988, p. 107)。ここで、類似性関係の都合の良さは、理論内のすべての要素が理論変化の前後で連続的である必要はないと言える点にある。この事例においては、エーテルか、場かという理論的対象の存在論的措定については非連続であるが、エーテルと場はどちらも振動するという措定については連続している。このように理論の変遷の前後では連続している部分もあればそうでない部分もある。そのような意味で、理論はある側面において世界に類似するのである。

この答えはいわゆる分割統治戦略であるが、4章以降で確認してきた選択的实在論の見解とは異なり、分割後の何にコミットするかをあらかじめ決定しない。これによって悲観的帰納法を回避できたと考える者もいれば、考えない者もいるだろう。チャクラバティは後者であり、この態度は良くても道具主義、悪ければ現象主義にしかみえないと考える。つまり、彼は科学的实在論ならばもっと積極的に世界の实在について主張をすべきだと考えているのである。とはいえ、この科学的实在論内部での応酬が何か生産的な結果をもたらすとは考えられない。少なくとも、ギャリーは人間の感覚経験を第一義的な基準とした経験主義ではないし、科学が善くなっていくことを否定しているようにはみえない。つまり、この応酬は实在にコミットするやり方には多様性と程度があることを示すのみなのではないだろうか。

6.3 意味論的見解が科学的实在論にもたらす恩恵

ここまではサッピ、ギャリーらがそれぞれ想定する科学理論の意味論的見解と、そこから導き出される实在論的立場および関連する概念を考察してきた。それらを大まかにまとめると次のようになる。サッピの考えでは、科学理論は世界のレプリカとしての物理系を扱っているという。つまり、世界の实在そのものではなく、レプリカを記述するという意味で科学理論はモデルなのである。次に、ギャリーの考えるモデルはまさしく模型としての意味で使われており、世界の实在を理解するための助けとして理論と世界の間に介在している。したがって、両者の見解は細かな用語の使い方など一概に同じものだとみなすことはできないが、共通した主張だとみなせる部分がある。それは、それまでの科学的实在論とは違い、科学理論の言明が世界の实在をそのまま記述しているとはみなさない、という点である。

チャクラバティは、サッピとギャリーの考えている真理概念は科学的实在論の主張として弱いものだと反論した。ここで両者の主張を擁護するならば、チャクラバティは従来の科学的实在論に好意的であるために、対案として提示された穏当な真理概念が受け入れられないのかもしれない⁶⁵。従来の科学的实在論において受け入れられていた真理は、観察文や理論文が世界と文字通りの意味で対応することを意味する。そうした対応説による真理は認識論的に非常に強いものである。そのような見方からすれば反事実的真理や類似的真理は当然弱い主張にみえるだろう。しかし、だからといってサッピらの立場が科学的实在論にふさわしくないとは言えない。対応説こそ科学的反实在論から批判を受け、正面から反論することができていない脆弱な主張だからである。そのため、従来の科学的实在論からなされたサッピらの立場への評価は、もともとの科学的实在論の立場自体が妥当なものとは言えない以上、基準設定として不適である。そのことと独立にみて、サッピらの真理概念がゆるいものであることを認めたとしても、科学的实在論がとるべき対案として妥当でないと言い切れない。そこには真理に関する主張を弱めたことで得られる恩恵が存在するからである。

その恩恵とは、意味論的見解によって悲観的帰納法を回避することが可能になるということである。これは4章以降での選択的实在論の考察と同じ結論であるため、取り立てて新しい発見ではない。ギャリーの立場がどのようにこれを行うのかはすでに述べてあるので、サッピの立場において想定される回避案を考えてみよう。サッピは理論的对象に必ずしも強い实在性を与えず、概念装置としての役割しか担わない場合を認めている。また、サッピは科学理論を可塑的なものとみなすのであるから、悲観的帰納法の可能性はむしろ前提として受け入れている。ただし、そのような可塑性を認めたとしても、理論の何にコミットするべきかの明確な基準はないように思える。こうしたことから、サッピの見解はカートライトら選択的实在論の主張と結びついていくのではないだろうか。キーワードは科学理論の可塑性と实在とみなしてよい対象の基準である（これ

⁶⁵ この点を補足しておこう。サッピは自らの立場がファン・フラーセンの構成的経験主義と近いものであるという批判について述べ、少なくとも科学的实在論の精神を受け継いでいると主張している(Suppe 1989, pp. 23-24)。その精神をより具体的に言えば、反事実的真理という形ではあるが、世界の实在についての主張を行っているということであろう。ファン・フラーセンの場合は、科学理論は世界の实在についてのモデルではなく、あくまで観察可能な現象についてのモデルであった(本論の2章を参照)。

らの問題について考察を加えた立場が、チャクラバティの準実在論である。その詳細は次章にて考察する）。もちろん、サッピとギャリーの見解をひと括りにすることはできないが、彼らのスタンスから少なくとも次のことを総括してもよいであろう。まず、哲学的な問題設定である、観察可能・不可能という基準から始まる科学実在論と経験論の対立を論争の雛形にする必要はない。そうではなく、科学における理論の使われ方および作られ方を雛形にし、科学理論と世界の間を考察していく。すると、科学理論がその探求対象すべてを文字通りの意味で真に記述するとは考える必要はない。こうして、構成的経験主義に対する牽制と、悲観的帰納法の議論を受け入れつつ、科学実在論としての見解を残すことが可能となる。

では、6章の内容を簡単に振り返っておこう。本章では科学理論の意味論的見解と科学実在論の間を、奇跡論法や観察可能性といった既存の論争とは違った側面からアプローチした。サッピは科学理論についての概念的な考察から疑似実在論という立場を、ギャリーは科学におけるモデルの使われ方から構成的実在論という立場を主張する。これらの考察により、次のことを理解した。まず、意味論的見解をとることは理論的言明と実在との真偽という直接的な対応関係を放棄することである。したがって、弱い関係性において理論（モデル）と世界の対応関係を考えることになる。サッピとギャリーは前章まで述べた選択的実在論の論者に比べ、そうした対応関係について明確に言及していることに注目すべきである。次に、科学理論の意味論的見解と科学実在論論争は本来それぞれ別個に論じることが可能な独立した話題である。したがって、意味論的見解を導入したから即座に科学実在論に有利になるとは必ずしも言えないが、検討次第では悲観的帰納法に対応することが可能である。

第7章 準實在論

本章では科学的實在論の亜種である、チャクラバティの準實在論(semi-realism)について考察する。準實在論では、観察不可能な対象の實在をそのまま受け入れることはせず、そうした対象について実験的手法によって検出できる性質だけについて、實在としてコミットする立場である。以下、7.1節では準實在論の主張を検討していく。準實在論に対する批判的見解は現在のところそれほど出ておらず、肯定的な意味でも否定的な意味でも、これからの動向が期待される立場である。本論でも7.2節にて準實在論以降の流れについて若干ながら触れることにする。

また、前章までの議論と本章での議論の関係をここで述べておく。科学理論の意味論的見解に関して5章と6章でもチャクラバティを引用したが、そこでの言葉からも明らかのように、彼は意味論的見解を科学的實在論に導入することに対してあまり前向きな態度を見せていない⁶⁶。したがって、以降で考察するチャクラバティの立場では、科学理論の意味論的見解についての議論は特に関係してこない。

7.1 準實在論

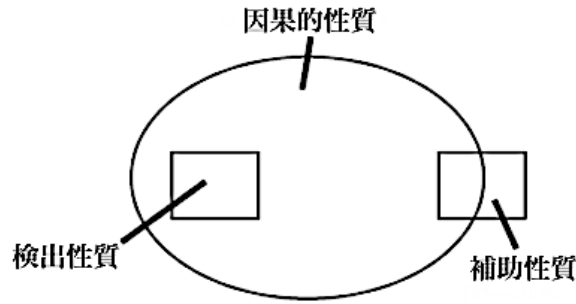
チャクラバティは検出という概念を軸として準實在論という立場を固めている。この概念は以降の議論でも繰り返し登場するため、ここでその概略を示しておこう。チャクラバティにとって、検出可能・不可能な理論的对象とは次のようなものである。

検出可能：観察不可能ではあるが、装置を用いると検出できる実体と過程

検出不可能：観察可能でも検出可能でもないが、われわれがその存在を理論的・説明的理由から措定する実体と過程

準實在論では、これまでの科学的實在論の論争が問題としていた観察可能・不可能という区分に対してさらにサブカテゴリーを設定する。つまり、観察不可能な対象が持っている性質を、検出可能な性質と検出不可能な性質とに分けるのである。次ページの図は、観察不可能な性質についてのカテゴリー関係を表したものである。以降の考察において詳しく説明するが、これら二つの性質はチャクラバティの準實在論において中心的な役割を演じているため、ここで素描を描いておくのがよいだろう。大抵の理論的对象の性質は、初めは補助性質として設定される。しかし、その補助性質が検出装置と因果的に相互作用できる性質、すなわち因果的性質であった場合、検出性質へと格上げされる。そして、われわれは検出性質のみを實在の性質だとしてコミットするのである。

⁶⁶ ただ、この見解に対する肯定的・否定的解説を通して準實在論に光を投げかるといふ程度には引き合いに出すつもりなのである(Chakravartty 2007, p. 189)。



図：検出性質と補助性質と因果的性質の関係 (Chakravartty 2007, p. 48)

さて、チャクラバティの準実在論とは、この検出性質についての科学的実在論であるが、その源流は実体実在論と（認識的）構造実在論である。彼はこれら二つの選択的実在論が相補的な関係にあるとみなし、両立場の見解を融合させることで準実在論の主張を導き出すのである。彼はこれら二つの選択的実在論をどのように結びつけるのだろうか。

7.1.1 実体実在論と構造実在論を結びつける

ここでは実体実在論と構造実在論の主張を振り返っておこう。実体実在論は物理現象の因果的側面に焦点をあて、因果に関係する観察不可能な対象だけを実在として認める。光学を例にしてみる。実体実在論は、光が引き起こすさまざまな現象の因果的関係を担っているところの存在者は確かに実在すると主張するのであった。われわれは電磁波を検出するし、自由に電磁波を発生させたり停止させたりできるので、電磁波は実在すると考える。しかし、その伝播の担い手の本性について、たとえば理論上はエーテルが措定されていたとしても、実体実在論ではエーテルにコミットしない。通常の科学的実在論との対比で言えば、実体実在論は、そのような因果の担い手が持っている（と通常の科学的実在論が考えたいような）形而上学的本性についての主張が、科学の進展に伴って変わりうることを受け入れる。言い換えると、実体実在論は悲観的帰納法がある意味では受け入れ、科学における理論的記述について懐疑的な立場であるが、観察不可能な対象がわれわれと独立な存在であるということについては積極的な主張をする立場である。悲観的帰納法が事例として挙げていた様々な失敗の歴史に関して、科学は理論的対象が持つ形而上学的本性の記述に失敗することが多々あった。しかし、観察不可能な対象が因果的に関わっていると支持することには成功していた。そして、われわれが科学理論において真だと見なすことができるのは、こうした心的に独立な因果的対象の存在に関する主張なのである。

構造実在論もまた悲観的帰納法がある意味では受け入れてしまうのであった。形而上学的本性の変化、たとえば、光の担い手の理解について、エーテルから場へという理論的变化があったことを認めてしまうのは実体実在論と同じである。ただし、構造実在論では理論的対象の数学的構造、すなわち方程式の記述というレベルに関しては連続性が保たれているため、科学理論は実在の構造について真なる記述を与えることができている。

ると主張する。方程式のみにコミットメントを制限することで、構造実在論は悲観的帰納法の餌食となることから逃れることが可能となる。

悲観的帰納法に対して科学的事実論陣営が提示した答えが上記の二立場である。どちらの立場も、本来の科学的事実論ほど広いコミットメントを取らないようにすることで、悲観的帰納法に対抗している。しかしながら、これらの立場に対してチャクラバティは満足していない。まず、実体実在論について述べてみよう。確かに、トムソンとミリカンとラザフォードは電子や陰極線にそれぞれ異なる性質を帰属していたが、実体実在論の立場を取れば、みな同じ対象を扱っていたと言える。しかしながら、科学的事実論という立場が主張したいことは、科学者達が理論的对象について近似的に真なる知識を獲得しているということである。因果の担い手が存在するということについては科学的反実在論者も声高に反論はしないであろう。つまり、実体実在論は科学的反実在論に寄りすぎている。また、実体に関係している因果をわれわれが現象から選り出すためには、つまり、実体を検出するための装置を構築するためには、実体が置かれている何らかの関係性についての知識が必要である。チャクラバティの言葉を用いると、実体はそれだけで存在しているわけではない(The entities are not alone)⁶⁷。

次に、構造実在論についてである。5章において、構造実在論はウォラルのESRとレディマンらのOSRの二つがあることを述べた。そして、どちらの構造実在論でもニューマン問題を解決することが課題であった。そうした状況に対して、チャクラバティはもっとも合理的な形式の構造実在論として、準実在論を提案する。以下では、ニューマン問題をどのように乗り越えるかという考察を通して、準実在論を位置づけていこう。

チャクラバティはG.マクスウェルの以下の言葉に注目し、そこに準実在論へのヒントを見いだす (Chakravartty 2007, pp. 39-41)。

因果的結びつきはこれら構造的諸性質の一つと見なされなければならない。というのは、観察不可能な事物同士が相互に、そして、観察不可能な事物と観察可能な事物とが相互に作用して、ラムジー文が観察可能な帰結を持つのは、これら構造的諸性質によってだからである。(Maxwell, G. 1970a, p. 17)

準実在論で採用する構造的性質とは、実体を持っている一階の性質のことであり、高階の性質ではない。科学の領域において、一階の性質とは通常の物理法則のことであり、高階の性質とは一階の性質間に成り立つ関係性についての性質である。たとえば、万有引力の法則とクーロンの法則はどちらも逆二乗の形で記述されるが、この逆二乗の関係を持つという性質が、高階の性質である。チャクラバティは一階の性質と高階の性質とをクラス分けする概念として、具体的構造と抽象的構造の区別を付けている。抽象的構造とはまさしくラッセルが記述するところの、関係項についての高階の性質であり、多くの種類の具体的構造によって例化されることになる。一方で、具体的構造は事物の一階の性質の関係である⁶⁸。そのため、具体的構造を知ることはそれらの関係について何

⁶⁷ これは(Chakravartty 2007)の第2章1節のタイトルである。

⁶⁸ また、一階の性質同士が相関することもある。たとえば、体積に関する大小関係と、質量に関する大小関係にはたいてい比例関係がある。同じ物体に関して、体積が大きくなれば、質量は増加する。

か質的なことを知ることになるため（単に何にでも当てはまるような二階の性質を知ることとは違うため）、チャクラバティは準実在論はニューマン問題には陥らないとしている。

さて、上記のクラス分けにならって、チャクラバティは一階の性質を因果的性質とも呼んでいる。因果的性質間に成立する関係が具体的構造を形作る。彼によると、因果的性質の本性は、因果的性質を持っている個物の振る舞いに対して傾向性(tendency)ないしは潜在性(capacity)を与えるのだという。たとえば、因果的性質としての質量、電荷、加速度といった物理学的性質はこれらの性質を持っている対象に対して、特定の状況に置かれたらシカジカの振る舞いをするという潜在的な因果力を与えることになる(Chakravartty 2007, pp.41-42)。

チャクラバティの準実在論は、これまでの科学的実在論の議論とは異なる部分に焦点をあて、科学的実在論陣営の主張を再編してまとめあげた立場となっている。検出という基準は、実体実在論を受け継ぐ形で科学の実践を反映しているし、構造的性質のクラス分けを行うことでニューマン問題を回避し、構造実在論の弱点を補っている。しかしながら、果たしてチャクラバティの意図を額面通り受け入れることに問題は無いのだろうか。ここで、実体実在論と構造実在論がどのような経緯で科学的実在論の論争に登場したのかを思い出して欲しい。これらの立場は、科学的実在論の主張を、実体もしくは構造という特定の範囲にそれぞれ制限することで悲観的帰納法に答えようとしている。つまり、説明的成功から理論の真理、そして実在へという推論の飛躍をできるだけ小さくするために議論を絞っているのである。にもかかわらず、実体を持つ因果的本性と因果的構造によって検出性質の実在性を訴えるという流れは、いったん枝分かれした実在論陣営の立場を再び結合することになる。すると、準実在論は通常の意味での科学的実在論と何も変わらなくなってしまうのではないか。そのような先祖帰りを認めると、実体実在論や構造実在論といった選択的実在論が手にした科学的反実在論への対抗議論を捨てることにならないだろうか。

こうした疑問について、チャクラバティは準実在論という立場がこの論争の経緯を踏まえたものであることを答えとしている(Chakravartty 2007, pp. 43-44)。仮にかつての科学的実在論に近い立場へと戻っていくのだとしても、科学的実在論陣営全体は科学的反実在論からの批判を受けて着実に進歩している。そうした実情を踏まえれば、準実在論は先祖帰りしているに過ぎないという批判が意味を持つのは、帰ろうとしていく先が論争を経ていない当初の科学的実在論の場合だけである。チャクラバティは、伝統的な意味での科学的実在論の擁護を行い続けるボイドやシロスらの見解にも、構造実在論への片鱗が見えていることを指摘する。以下、ボイドとシロスの言葉を引用する。

科学的知識は世界の観察可能な特徴と観察不可能な特徴の両方で拡張しているが、それは連続的な近似によって達成される。典型的には、そして時間を経れば、科学的方法の遂行は世界の因果的構造について正確な解釈を増加的に提供する理論の採用に帰着する。(Boyd 1981, pp. 613-614)（下線部強調は引用者による）

科学者達が実体の本性について語るとき、彼らが通常行うことは—因果的エージェントを措定することを別とすると—、基本的な性質と関係というグループ化

をその実体に対して帰属することである。それから、彼らは方程式の集合を用いて、その法則的な振る舞いを記述する。換言すると、彼らはこの因果的エージェントに対して特定の因果的構造を授け、この実体が構造化される仕方について語るのである。(Psillos 1999, p. 155) (下線部強調は引用者による)

ボイドからの引用は、科学的反實在論との議論がまさに勃発した頃のものであり、シロスからの引用は、そうした議論が成熟しつつある段階のものである。彼らの言葉とチャクラバティの立場とを結びつけると、科学的實在論陣営の立場は、選択的實在論に向かう流れと、本来の科学的實在論を維持しようとする流れにいったん分かれた後、ふたたび元の鞘に収まりつつあると理解することもできるだろう。したがって、どのような立場を選ぶにしろ、科学的實在論が構造的な理解を強調するようになるのは避けられない。つまり、本来の科学的實在論の路線と、選択的實在論の路線とが二つの方向から互いに歩み寄っているというのである。後は、構造といった要素にどれだけ重きをおくかに応じて、科学的實在論陣営の内部で立場の違いが生まれることになる。

7.1.2 検出性質と補助性質

さて、チャクラバティは、選択的實在論の混合を目指すのであるが、その結果は単なる先祖帰りではなく、より洗練された立場として準實在論を提唱するだという。そこまではよいとして、それでは準實在論はこれまでの各立場に比してどのような利点を持つのであろうか。以下では、準實在論の主張に具体的に踏み込んで検討して行きたい。まずは彼の立場にとって中心的な概念である、検出性質と補助性質についてである。

チャクラバティは科学理論の対象物が持つ性質について検出性質と補助性質という二つの区別を付けるのであった(Chakravartty 2007, pp.47-48)。検出性質とは、われわれが意図的にその因果的過程へと介入できる性質のことである。現在の科学で言えば、電荷や質量、速度といった、特定の検出器によって物理量が測定できる性質のことである。つまり、検出性質はわれわれが用いる検出器の規則的な振る舞いと因果的にリンクしている。一方で、補助性質とは未だ実際に検出がされていないような、推定上もしくは説明上の性質である。現在の科学で言えば、重力子やダークマターなどがそうであろう。ただし、補助性質の身分は変化するという点が重要である。まず、準實在論は科学の営みにおいて補助性質が果たす役割を否定する立場ではない(Chakravartty 2007, p. 68)。ある性質が検出性質なのか補助性質なのかは、その時の科学的探求の状況に左右される。検出技術が発達すれば、ある補助性質が因果的だと判明し、検出性質に変わることもある。本当は因果的であるのに検出するための装置の開発に手こずり、補助性質だと見なされ続けてしまう場合もある。特に、後者の意味での補助性質があるということは留意すべきだろう。この意味での補助性質は、そもそも検出できないことを承知の上で理論に導入している補助性質（たとえば、ニュートン力学での質点）とは別物である。完全に虚構である補助性質はいかなる意味においても因果的性質を持たない。そうしたこともあり、補助性質すべてをおしなべて知識の対象と言うことはできない。しかし、補助性質は方法論的な触媒として作用する場合がある。つまり、準實在論にとっての科学的

知識とは検出性質と具体的構造の集合を通して得られるものであり、これらについての知識は相互に含意しあう関係にある(Chakravartty 2007, p. 64)。

検出という手続きは言うまでもなく実体実在論を受けての着想である。そして、チャクラバティは検出という手続きと構造実在論が主張する数学的記述を橋渡しする(Chakravartty 2007, p.48)。検出性質は、われわれの装置や検出手段と因果的に結合している。われわれはこれらの過程を記述するために数学的方程式を用いるが、その際の方程式は諸性質同士に成立する関係を記述するものとして解釈することができるだろう。このとき、チャクラバティは検出性質を方程式の「最小限の解釈」を与えるために要求されるものと見なしている。より具体的に言うと、検出性質とは方程式に変数として現れるものである。一方で、補助性質は方程式を解釈するために必ずしも必要ではない。光学を例にしてみれば、入射角・光の強度などは実際に検出することのできる性質であり、光の一階の性質である。しかしながら、電磁場やエーテルは方程式の記述中には出てこないし、言うまでもなく、それらを検出することはできない⁶⁹。ある対象について検出可能な性質が増えれば増えるほど、その対象の因果的振る舞いについての知識も増していき、われわれはそれらの性質群によってその対象を同定する。フレネルは、光をエーテル（弾性的な媒体）の摂動だと考えたが、エーテルの存在論的措定と因果的性質に結びつくものは何もないために、エーテルは検出することができなかった。準実在論者ならば、フレネルに対してこう言うだろう。「ちょっと待って、落ち着こう。方程式を見るんだ(Chakravartty 2007, p. 53)」と。つまり、方程式に現れていない性質に実在としてコミットする必要は無いのである。ただし、チャクラバティは数学的方程式が使われない分野で準実在論がどうなるかについてそれほど深く考察していない。もちろん、チャクラバティはあらゆる科学理論が数学的方程式の形式をとっている訳ではないことは認めている(Chakravartty 2007, pp. 60-61)。たとえば、分子生物学者は酵素を用いて触媒反応の比率を上げ下げすることがある。その意味で、彼らの扱う研究対象は因果的に介入可能であり、そうした反応における性質間の関係を物理学ほど単純な形によってではないにしろ記述することは可能である。したがって、チャクラバティは準実在論という立場を物理学等の基礎科学のみに限定しようとしているわけではない。

以上のように、準実在論では科学的営みと並行する仕方で、どの性質が検出性質（コミットすべき性質）で、どの性質が補助性質かという振り分けがなされる。ここで重要なのは、検出の基準がアプリオリに定まっているのではなく、あくまでもその時その時に利用可能な装置の存在に委ねられているという点である。新たな検出装置を開発するためには、その背景となる理論の誕生を待たねばならない。また、検出装置によって明らかになった理論的対象の性質は、新たな理論の誕生を促すことになる。検出装置による世界の情報の獲得と、それらの情報の理論化の間には、相互の依存関係があると言える。検出可能な対象の基準は、科学の展開に依拠したダイナミカルな仕方で常に変動しているのである。

⁶⁹ マイケルソン-モーリーの実験を思い出せば分かりやすいだろう。彼らがエーテルの非存在を証明するに至ったのは、分岐させた光を再び集光させたときに干渉が起きなかったという実験事実であり、そもそもエーテルを検出しようとしたわけではない。

7.1.3 準実在論と悲観的帰納法

このような仕方でもコミットすべき性質の基準を設定することは、科学的実在論陣営にとって強みになるであろう。その理由を通常科学的実在論と対比して考えてみる。通常の科学的実在論においては最善の説明、新奇な予言の成立という要素に基づき、実在とみなす根拠のある対象を定めていた。しかし、これらの要素はいずれも科学という営みの「理論」の側に属しており、科学の進展で容易に変遷しうる。理論は逐次変遷していくというのに、ある時点での説明の成功や予言の成立だけで実在性を見定めてよいのだろうか。悲観的帰納法は、ある意味では、科学についてのそのような静的な捉え方に対する批判を行ったのである。一方で、準実在論は科学理論の変化を込みにして科学理論の中身を評価しようとする。いったん検出に成功した対象については、技術革新によって検出の精度が上がることはあれ、検出できなくなってしまうことはない。理論上の措置は可塑的なものであるが、検出されたという事実は時間を経ても揺らぐことは無いのである。

しかしながら、一見すると準実在論は悲観的帰納法の議論に相乗りし、科学的実在論とも反実在論とも取れるような、曖昧な立場に思えるかもしれない。確かに、チャクラバティは科学の歴史に対する楽観的帰納法と悲観的帰納法の両方を想定すると言いつつ（Chakravartty 2007, p. 50）。したがって、彼は裏切り者の誹りをさけるために、準実在論という立場が、悲観的帰納法を取り込んでも実在論の一派として自爆することは無く、なおかつ科学的実在論陣営にとっての利点を明確にする必要があるだろう。

繰り返しになるが、準実在論という立場の核心は、理論的对象ではなく、検出性質に対する実在論であるという点に他ならない。このことを押さえつつ、悲観的帰納法の議論において問題となる、理論変化のダイナミクスについて考察してみよう。たとえば、何らかの素粒子の性質を検出するための実験が走り出したとする。われわれは検出器と対象の相互作用を通してデータを獲得するわけだが、どの相互作用を利用するかは、明らかにしようとする物理的性質と相対的に決定することになる。ここで、物理的对象は質量や電荷や体積など、たいてい二つ以上の性質を持っている⁷⁰。こうした物理量は相互に関係し合っており、それは数学的に記述することができる。準実在論の枠組みに沿って述べれば、われわれは因果的性質についての構造を方程式で記述するのである。そして、われわれは対象が持っている様々な性質を、その因果的振る舞いに依拠して操作することも、遮蔽することもできる。たとえば、磁場をかけて電荷を持ったビームを曲げ、電氣的に中性の粒子だけがターゲットに当たるように遮蔽するといった手続きがそうである。しかし、いつもそれがうまくいくわけではない⁷¹。その実験で検出目的としている性質を他の対象が持っているために、結果を解釈し直すということもありうる。カミオカンデの実験結果などはそれがうまくいった例であろう（カミオカンデは超新星爆発などから飛来してくるニュートリノの観測施設ではなく、もともとは陽子崩壊

⁷⁰ 性質ではなく物理量と言った方がより適切かもしれない。たとえば、質量を持つ物質は当然のごとく体積を持ち、体積と質量があれば密度という量を決定することもできるし、密度があればさらに相対的に他の物質との関係性を考えて行くことができる。

⁷¹ 装置の検出精度がまだ高くない段階であったり、ある対象が目的とする性質を持っていることは予測されているが、その性質を発現する確率が他の対象と比べて低い、もしくはまだ不明な場合がそうである。

という現象において生じるであろうニュートリノを捉えようとしていた)。ここで言いたいことは、検出器の性能を一つの性質に対してより高めることはできても、その性質を持った対象は常に複数存在しており、それらの中から一つの対象だけを選択して検出を行うことは非常に困難だということである。ここまでの、理論的对象と、その対象が持つ検出性質とを別にして扱うことの利点が見いだせるだろう。カミオカンデの例で言えば、チェレンコフ光が検出されたという事実と、チェレンコフ光がどういう方程式に基づいて記述できるかはどんな場合に置いても揺らぐことはないが、何がチェレンコフ光の発生源なのかは一意に定められない(もちろん、カミオカンデの研究者達は検出されたチェレンコフ光を陽子崩壊と誤って結びつけることはしなかったが)。歴史的な事例を探ってみれば、化学反応時の質量を測定した結果をフロギストンの増減と解釈してしまったこともある。これを準実在論の枠組みで考えると、検出された物理的性質を何らかの形而上学的措置と結びつける際に間違いが起きてしまい、それが悲観的帰納法で指摘される失敗例となる。そのため、実在へのコミットメントを検出性質までに留めておけば、悲観的帰納法の餌食になることや、波か粒子かといったような理論の形而上学的措置が乱立する決定不全の問題を回避できるのである。

さて、準実在論では仮に説明上有用であるとしても、検出できなければその性質にはコミットしないのであった。しかし、それでは奇跡論法で擁護したいはずの理論的对象のいくつかは放棄せざるを得なくなる。確かにその見方は正しいが、事態をより慎重にみるべきである。準実在論においても、検出できた性質について奇跡論法を使用することはまったく問題が無い。言い換えると、奇跡論法の使用に対して検出という条件を付与することを促しているだけなのである。先にも述べたように、検出された性質が後になってから破棄されることはない。もちろん、その性質がどういう対象によってもたらされたものなのか、背景にある理論モデルについては変動があるかもしれない。しかし、準実在論はそうした理論にまでコミットすることはしないため、理論の変動はまったく問題がないのである。したがって、準実在論は検出という基準を用いて奇跡論法に制約を加え、科学的実在論の武器をより鍛えているのだと言えよう。当然ではあるが、これは実体実在論における考察と同じ結論である。

ここまでの考察をいったんまとめてみよう。準実在論は検出性質について科学的実在論である。このように書くと、準実在論は非常に狭い主張しか行わない立場のように見えるが、そうではない。この立場はこれまでの科学的実在論の論争の経緯を汲み取る仕方でもまれてきている。個物が持っている因果的性質についての知識は不可避免的に数学的構造についての知識をもたらし、数学的構造についての知識は不可避免的に特定の性質についての知識を、それゆえ個物についての知識をもたらしことになる。この点について、以下の記述をみてみよう。

われわれが因果的性質を検出・操作するための実験をデザインし、遂行することができるのは、それら諸性質が立っているところの関係についての知識を持つことによつてのみである。(Chakravartty 2007, p.62)

チャクラバティは因果的性質についての知識と数学的構造についての知識とが互いに相補的な関係にあるとしている。さらに、因果的性質にはわれわれが実際に検出できる性

質と補助性質の一部が含まれるが、後者の身分は科学的・技術的進歩に応じて変わりうる。つまり、科学理論の変化のダイナミクスの中で、理論的対象がもつ性質へのコミットメントの仕方も変化していくのである。そのようにして、悲観的帰納法という議論を無力化することができるのが、この準実在論という立場の利点である。

7.1.4 準実在論の背後にある形而上学と近似的真理の概念

準実在論は検出性質についてのか学的実在論であったが、性質の集合は、文脈に応じて対象を異なる存在論的カテゴリーにあてはめることを可能にする。たとえば、電子を粒子として考えたり、波として考えることがその一例である。対象は複数の相矛盾するかのような性質を持ち合わせているが、われわれはそれらの性質を同時に見ているのではなく、理解したい事柄と相対的に、性質のどれかを見ている。つまり、対象は特定の場合に特定の性質を示すような傾向性を持っているのである。

われわれはたいいてい傾向性をその現出(manifestation)によって記述し、特定の現出は特定の種類の状況においてしか発生しない。これこそ、ときとして別の存在論的カテゴリーが、別の探求や問題のタイプを含んだ別の文脈において、個物を記述するのにより適する理由である。個物の記述はしばしば傾向性の記述によって与えられ、その記述は特定の種類の相互作用、測定等々に関連がある。しばしば、まさしく同じ性質が別の仕方でも探求されうるし、その結果は個物についての別の存在論的カテゴリーによって最もよく記述される。(Chakravartty 2007, p. 84)

因果性を検出の軸とする準実在論は、その因果性の背後に傾向性という形而上学的概念を隠し持っている。因果性の本性を明らかにすることは科学の射程を超えることになるため、経験的探求だけでは確立できない（これは4章で確認したカートライトの見解と共通する見解である）。

こうした形而上学的見地と科学的実在論に関係する諸立場とのつながりを考えてみる。まず、科学的実在論であろうが、科学的反実在論であろうが、自然主義であろうが、どのような立場の主張も科学的実践の記述レベルにおいては適合する。すなわち、実験を組み立て、シミュレーションをし、データを取り、データをまとめるという科学者達が実際に行っている手続きは、どのような哲学的立場とも中立的である。もし違いが出てくるとすれば、それは科学の目的をどう考えるか、科学理論が何をどこまで明らかにしているのか、その結果として世界のあり方をどう考えるかという諸見解に関してである。通常の科学的実在論、実体実在論、構造実在論、準実在論といった様々な実在論的立場が乱立している理由は、それぞれが異なる形而上学的くさびを科学の記述に対して打ち込んでいるからだと考えることができよう(Chakravartty 2007, p. 91)。つまり、それぞれの立場の差異は、背景にある形而上学に依拠しているのである。

最後に、チャクラバティが科学理論の近似的真理について、科学的実在論者としてどのように考えているのかを述べておこう。まず、彼は実用論的な仕方に対象を理解することを、量子的対象を例にして次のように述べている。

量子的対象は、もしあるとすれば、巨視的对象と同じ種類の対象ではないのかもしれない。我々がどのように性質から対象へ達するかという問いは、当該の対象に応じて様々な仕方でもっともよく答えられるかのようなものである。対象一般は異種的な種を形成する。(Chakravartty 2003, p. 876)

このチャクラバティの主張は、傾向性の現出という先の見解と関連している。この考え方に従うならば、科学理論による世界の解釈に一面的な構図はありえず、ざっくりとした实在論観に対して認識論的な制約をかける必要が生じるであろう。量子的対象と巨視的对象の異種性は、われわれが対象に与える理論的記述によってもたらされる認識論的異種性である。この量子的対象の存在論的同定に関する問題は、OSRの節にてすでに言及した。つまり、チャクラバティはこの問題を実用論的な対象理解において回避しようというのである。

対象の実用論的理解は、当然ながら科学理論の真理に関係してくる。チャクラバティは科学的真理の概念を、科学的实在論がこれまでの論争で考えていたよりも、もっと雑多な概念だとみなしている。

科学的实在論者達は、時として具体的構造の真なる記述であったり、時として成功した指示でしかないような、さまざまな表象的關係性によって複合的に実現される何かとして真理を考えるべきである。…科学的表象の多くの事例は純粹に抽象化されたものでも、純粹に理想化されたものでもなく、むしろ、様々な割合と多様な程度において、抽象化と理想化が混合されたものである。したがって、近似的真理の概念とは雑多なものであり、それが適用される可能性のある表象に関する無数の文脈内で、特定の事例に適切になるように明確化されることになる。(Chakravartty 2007, p. 234)

確かに、コミットする検出性質が移り変わることを認めるのであれば、理論の真理という概念も検出の場面ごとに変わらざるをえない。つまり、科学の変化のダイナミクスを取り込むとなると、科学的真理は普遍的なものでも、恒常的なものでもないことになるのである。比喩的に言えば、科学者（もしくは人間）は实在の周りを巡り、様々なやり方で实在にアプローチし続け、その時々成功によって、实在についての知識を少しずつ蓄積していくのではないだろうか。理論において实在とみなすものを科学の動態に即して変えていくのだとしたら、準实在論は科学の実践と整合する真理概念を目指す必要がある。これまでの科学的实在論の論争では、単純に理論と世界との対応という意味での真理概念を採用している。しかし、上述のように实在概念が徐々に移り変わっていく様と並行的な形で真理を考えていくことはできないだろうか。その点についての考察は、次章の8.2節にて考察する。

7.2 準実在論以降の展開

チャクラバティの立場はこれまでの論争の要点を押さえた魅力的な立場である。しかし、それに対しても対案はある。ここでは、そうした見解を簡単にではあるが紹介したい。サッティの折衷的実在論(eclectic realism)は、準実在論とは別の意味での高階の性質を想定し、それについての実在論を唱える(Sattsi 2008)。その立場では、高階の性質を「多様に実現可能な性質」として定義し、それについての実在論をとる。

われわれは性質の性質について語っているのでも、しかじかの一階の性質を持っているという二階の性質について語っているのでもないことを明確にするための、第三の意味での高階の性質として、多様に(multiply)に実現可能な性質と呼ぶのがふさわしいかもしれない。(Sattsi 2008, p. 274)

たとえば、水溶性という性質は砂糖だろうが塩だろうが、さまざまな分子構造によって実現可能である。サッティはこのように多くの物理的基盤によって実現されるものとしての性質にコミットするのである。基本的な構図は奇跡論法とおなじであろう。すなわち、水溶性が多くの物理的基盤によって実現されていることは偶然の一致でも奇跡でもなく、この世界に実在する性質だからである、と。

サッティの折衷的実在論は、因果的-法則論的役割によって同定される高階の性質についての実在論である。この主張によって、以下のような仕方で悲観的帰納法に対応することができる。たとえば、光学理論では、エーテルが振動する、場が振動するといった表現がなされる。この場合の振動とは、まさしくその担い手が持っているところの性質であって、一階の性質である。しかし、振動とはエーテルや場以外でも、ほぼあらゆるものによって実現される。空気や水のような媒体は言うまでもなく、バネの運動もまた振動である。つまり、振動するという性質は物的な担い手を問わず、シカジカな状態におかれたらコレコレの周期運動をするというような、多様な仕方で実現可能な高階な性質なのである。さて、この事例において、エーテルの振動なのか場の振動なのかという下位レベルの性質については、確かに理論的な変化が起きている。しかし、振動するという点については連続している。エーテルや場は、あくまで振動という高階の性質の潜在的な実現者でしかなく、折衷的実在論ではその実在にコミットしているわけではない。したがって、それらの間に非連続性があつたとしても、折衷的実在論にとっては痛くも痒くもないのである。

さて、科学哲学の一問題として、科学的実在論に関する論争が、科学の実践を重視する路線と科学の概念化を重視する路線のどちらの道を進むべきだと考えるかは論者によるであろう。少なくともサッティの立場はチャクラバティと異なる方向性を示しており、概念化路線であるように思える。(French & Saatsi 2006)の言い回しを用いると、科学的実在論において、実体志向の立場が実体実在論、構造志向の立場が認識的構造実在論と存在的構造実在論、性質志向の立場が準実在論である。サッティの折衷実在論もまた性質志向の実在論である。これらの立場においても、今後、理論的コミットメントの内容に応じてさらなる立場が次々と登場していくことが予想される。

では、7章の内容を簡単に振り返っておこう。本論で科学的实在論陣営の一種の到達点とするのがチャクラバティの準实在論である。準实在論は、理論的対象がもつ検出性質についての科学的实在論である。この立場の背後には理論的対象の因果的操作および数学的構造という考え方があり、それは実体实在論と構造实在論という二つの選択的实在論の主張を組み合わせることによって生まれた。それまでの科学的实在論は、奇跡論法という推論的な手法に基づいて理論的対象の实在性を正当化していた。それに対して準实在論では、われわれが实在について正しく知ることができるのは、さまざまな観測装置によって検出できる物理的な性質だけだと主張する。そして、科学理論の中でわれわれが实在とみなすものの変遷を、観測装置の変遷という実践的な基準から照らし出す。そのように理論的対象の实在性を正当化する仕方を変更することで、準实在論は悲観的帰納法を無力化する有力な立場として名乗りを上げる。ただし、無力化という言葉の意味には注意が必要である。準实在論は理論的対象の（検出性質に対する）实在性はあくまで共時的な判断に過ぎないと主張しているが、それは悲観的帰納法の反駁ではない。むしろ、实在の基準に悲観的帰納法の要素を取り込んだと言ったほうが正確であろう。また、实在性についての判断が共時的なものだとしたら、理論選択の際のわれわれの判断もまた共時的にならざるをえない。そのため、準实在論であっても、ファン・フレーセンからすれば認識論的な楽観主義に見えるであろう。その意味では、準实在論も構成的経験主義に対して明確な反論を提示するには至らない。しかし、（2章で述べたように）ファン・フレーセンは科学的实在論と反实在論の対立を、哲学的主義の対立ではなくスタンスの違いとみなすのであった。そのため、双方の立場が同列に並び立つと示すことが、この論争の着地点であってもよい。準实在論はそうした着地点を成立させる、既存の科学的实在論の諸立場と比して内的整合性の高い立場であるとみなせるのではないだろうか。

第8章 科学的事実論をめぐる論争のこれから

本章では最終章として、8.1節にて本論全体の議論を振り返り、主要な論点を再確認する。次に、8.2節と8.3節では、素粒子物理学と地球惑星科学を具体例にし、これまであまり論じられていなかった論点を二つの観点からそれぞれ考察する。これらの考察において取り上げる問題を、科学的事実論の論争に対する新たな論点として提案し、本論を締めくくることとする。

8.1 これまでの論争における主要な論点とさらなる考察の提案

本論では、科学的事実論と反事実論の論争を時系列に沿って追ってきた。全体を大まかに振り返ってみよう。科学的事実論の奇跡論法は、ファン・フラーセンの構成的経験主義による批判（証拠からの原因への推論の決定不全性）とラウダンの悲観的帰納法という議論（歴史的にみて、理論の経験的成功と真理性には関連性がない）によって批判された。だが、ファン・フラーセンの意図は、科学的事実論と反事実論の立場の違いはあくまでスタンスの違いとみなそうというものであり、その意味では両立場が両立することも可能である。そのため、科学的事実論は主張したいテーゼを鍛え上げ、内的整合性を高めていく方向に進めばよい。そのようにして、科学的事実論は悲観的帰納法によって指摘されたその認識論的楽観主義を見直すべく、選択的事実論の路を模索していく⁷²。選択的事実論の立場も多々あるが、実体事実論と構造事実論はその両極と言ってもよいだろう。また、選択的事実論は科学理論のどの部分にコミットするかを考え方を変更するため、そもそも科学理論とは何かという問題を見直す必要が出てくる。これには、科学的事実論と反事実論どちらにとっても中立的な、モデル論（科学理論の意味論的見解）が関係する。モデル論も科学の実践をある種の仕方概念化することに違いはないが、伝統的に受け入れられていた論理実証主義的な理論観に比べると抽象度が低く、より科学の現実に近い形で理論と実在との関係を考察することができるであろう。もちろん、意味論的見解の導入が即座に科学的反事実論に対する反論を形成するわけではないことは確かである。だが、その考察を通して、理論とはそもそも公理系のような確固たる体系ではなく、もっと可塑的なものなのだという教訓を手になすことになった。したがって、科学的事実論は、科学の変化やその進展状況に応じて実在に関する主張を柔軟に変更させる立場を目指すこととなる。その暫定的な結論が準事実論である。この立場では、電子が波なのか粒子なのかといった理論的対象の形而上学的理解は日々変化していくため、それが正しいかどうかには言及せず、実際の装置によって検出できる理論的対象の性質のみにコミットすべきだとする。悲観的帰納法による指摘に対し、理論が変遷しても揺るがないものとして検出性質の実在性を主張するのである。一方で、悲観的帰納法の批判を受け入れ、科学において実在と見なすものを切り詰めていくことで、

⁷² あらためて述べておくが、(Psillos 1999)のようにそのような路線へ向かわない保守派の論者もいる。しかし、本論では多様な論点が登場する選択的事実論の路線を擁護する。

結果としては科学的实在論と反实在論の境界が徐々に薄れていくことになってしまった。とはいえ、科学的实在論と反实在論の対立を深めることが 論争の着地点（もしくは議論の発展先）である必要はない。科学的实在論の認識論的楽観主義は薄まりつつあるとみてよいであろう。

以上が、本論でここまで論じてきたことのまとめである。ここまでの議論で、科学的实在論が対処しなければならなかった主な論点は以下のものである。

- ・観察可能性（構成的経験主義との対立）
- ・理論的对象の変遷（悲観的帰納法との対立）
- ・最善の説明への推論の成否
- ・科学理論の本性

これらについては現在でも継続した議論が続いている。そして、科学理論の本性を考察し、理論的对象へのコミットメントの仕方を変更することで、科学的实在論はその主張をどのように洗練させてきたのか。本論が焦点をあてたのは、その経緯の確認である。

だが、次のような疑問がある。科学的实在論は科学の実践に即して科学理論の本性を捉え直してきたが、理論は世界の何について真であるのか、科学理論を通してわれわれは世界の何をどのように知ったことになるのかという世界と理論の対応の仕方について、より科学の実践に近づけて考える必要はないのか。すなわち、理論語の指示や真理といった概念を変革する必要があるのではないだろうか。真理概念の再考というこの試みは、以下の8.2節にて考察する。さらに、この論争は人間の目に見えない物理的にミクロな対象を典型例とする経験主義と实在論の対立が発端でもある。だが、われわれが何らかの対象を観察できないという場合には空間的な大きさの問題以外にもさまざまな理由がある。つまり、ミクロかマクロかという観察可能性に関する基準は物理学的な問題設定であるが、果たしてあらゆる科学で同じ議論が通用するのだろうか。この論争の一般性についての再考という試みは、以下の8.3節にて考察する。これらの考察は本論で一連の考察とは若干文脈が離れるものであるが、これまでの議論では論じきれていない論点の考察として、また、これまでの議論の応用問題として提示するものである。

8.2 科学的真理の再考 — 素粒子物理学を事例として —

本論で論じてきたように、伝統的な意味での科学的实在論の主張は真理の対応説を前提している。すなわち、成功したとみなしうる科学理論の理論語は実際に指示対象を持っており、科学理論が真ならば、それが指定する観察不可能な対象は世界に存しているというものである。科学理論が外的な实在を正しく捉えているかどうかは論争の焦点なのであるから、これは当然と言えば当然の主張であろう。ここで外的な实在世界は、科学理論を真にするもの(truth-maker)である。このようにして、伝統的な科学的实在論は、理論の説明上の成功と、理論語の指示対象である实在と、科学理論の真理とを結びつけるのであった。しかしながら、科学理論を真にするものとして、人間と独立な外的な实在世界を用いるのは論点先取である。外的世界はこれから科学によって明らかにし

ていくところの被説明項である。それによって当の科学理論を正当化するのは循環以外のなにものでもない。したがって、別のやり方で科学理論の真理を考える必要があるだろう。

8.2.1 真理の認識的解釈

以上の問題点を考慮に入れつつ、ブライアン・エリスは真理の対応説から真理の認識的解釈(epistemic account of truth)へと向かうことを主張する。エリスは科学的实在論に関する論争を、实在をめぐる論争ではなく、科学の目的とは何かという問いをめぐる論争として理解する(Ellis 1985)。エリスによれば、科学の目的は経験的十全的な理論の構築ではなく、真理の獲得である。ただし、ファン・フラーセンが指摘した通り、決定不全の問題があるために、ここでの真理概念を対応説に基づいて理解することはできない。そこで、真理の認識的解釈の登場である。この見解では、ある理想的条件下で信じるべきことを真理として解釈する。以下、エリスを引用する。

科学は自然現象についての最善の可能な説明的解釈を提供することを目的とする。そして科学理論の受容は、その理論がそうした解釈に属しているという信念を含む。(Ellis 1985, p. 51)

内的实在論にとって真であるものとは、そんなものがあるとすればだが、究極的には正当化できるものである (Ellis 1985, p. 51)

新たな証拠が発見されたら、よりよい理論が提唱されたら、以前に受け入れられた証拠に疑問が呈されたら....われわれが合理的に信じられることはそのような変化の影響を受ける。...ふつうは、これらをより良いもののための変化—世界の知識や理解を改善する変化—と考察すべきである。(Ellis 1985, p. 68)

最後の引用にあるように、われわれの信念の内容および正当化は、その時に持っている知識や道具立てすべてに影響を受ける。それを受け、ジャーディンは次のようにまとめている(Jardine 1986)。文Sがある探求列の群(inquiry series)の観点から真なのは、ある時間以降、その列における全ての理論がSを含むような時間があるときである。また、真であるとは、非常に特殊な探求列、すなわち、絶対的な探求列の群(absolute inquiry series)という観点から真であるということである。この絶対的な探求列の群とは、われわれの科学的探求がいつか到達する状態であると考えられる。そうしたあらゆる探求列のどこからみても真だとされる文を、われわれは真だとみなすのである。この考え方は、科学の営みにおける極限ないしは収束を想定しているであろう。このような真理の設定と、科学理論の変化について考えておこう。われわれが信じるに値する科学理論は科学の進展状況に応じて変化していく。つまり、われわれはさまざまな理論をその都度の状況に応じて、正しいとみなしては受け入れ、間違っているとみなしては破棄してい

くのである。そのように理論を継いでいくことで科学は進歩していくのだと考えられる。そして、よりよい理論の提示がされなくなったときに残っている理論が真なる理論なのである。

このように理論の真理条件を変更するということは、1章で述べた科学的实在論の諸テーゼの内、認識論的テーゼについての変更をするということである。世界がわれわれと因果的に独立しているという存在論的テーゼについては変わらない。ただ、世界についての知識が、われわれもしくは科学の進展にとって相対的だと主張する。つまり、真理の認識的解釈では世界の因果的独立性および認識的依存性をテーゼとするのである。

8.2.2 真理の認識的解釈への批判

ニュートン・スミスは、エリスらの真理解釈も対応説の場合と同様の困難に陥ると指摘する(Newton-Smith 1989)。エリスらの考えは、認知的完全性(cognitive perfection)の状態という、科学的探求上の理想状態と科学的真理を結びつけるものだと換言できる。しかしながら、われわれはどのようにしたら自分たちがその理想状態にいると分かるのだろうか。そもそも、そのような状態に達することなどできるのであるだろうか。理想状態という絶対的な基準を設定してしまうと、ある種の懐疑的状态に陥いることにすらなりかねない。すなわち、「認知的完全な状態」は真理の価値を、まるで手の届かないものであるかのように過剰に高める（インフレさせる）ことになってしまう(Psillos 1999, pp. 254-255; Newton-Smith 1989, pp. 35-36)。

その一方で、対応説の場合の問題点は先述した通りである。対応説は、被説明項であるはずの外的な実在世界を所与として担保にし、それを絶対的な基準とする。世界はわれわれにとって未知なのだから、それによって真理を判定するのであれば、やはり真理はわれわれにとって得難いものとなる。つまり、対応説の場合では形而上学的な意味でのインフレが起きているということであり、そもそもの問題として論点先取が発生している。

このように、対応説の「外的な実在」と認識的解釈の「認知的完全性」は、目指しているはずの真理という概念に対してそれぞれ別の仕方で過剰な評価を付け加えるのである。

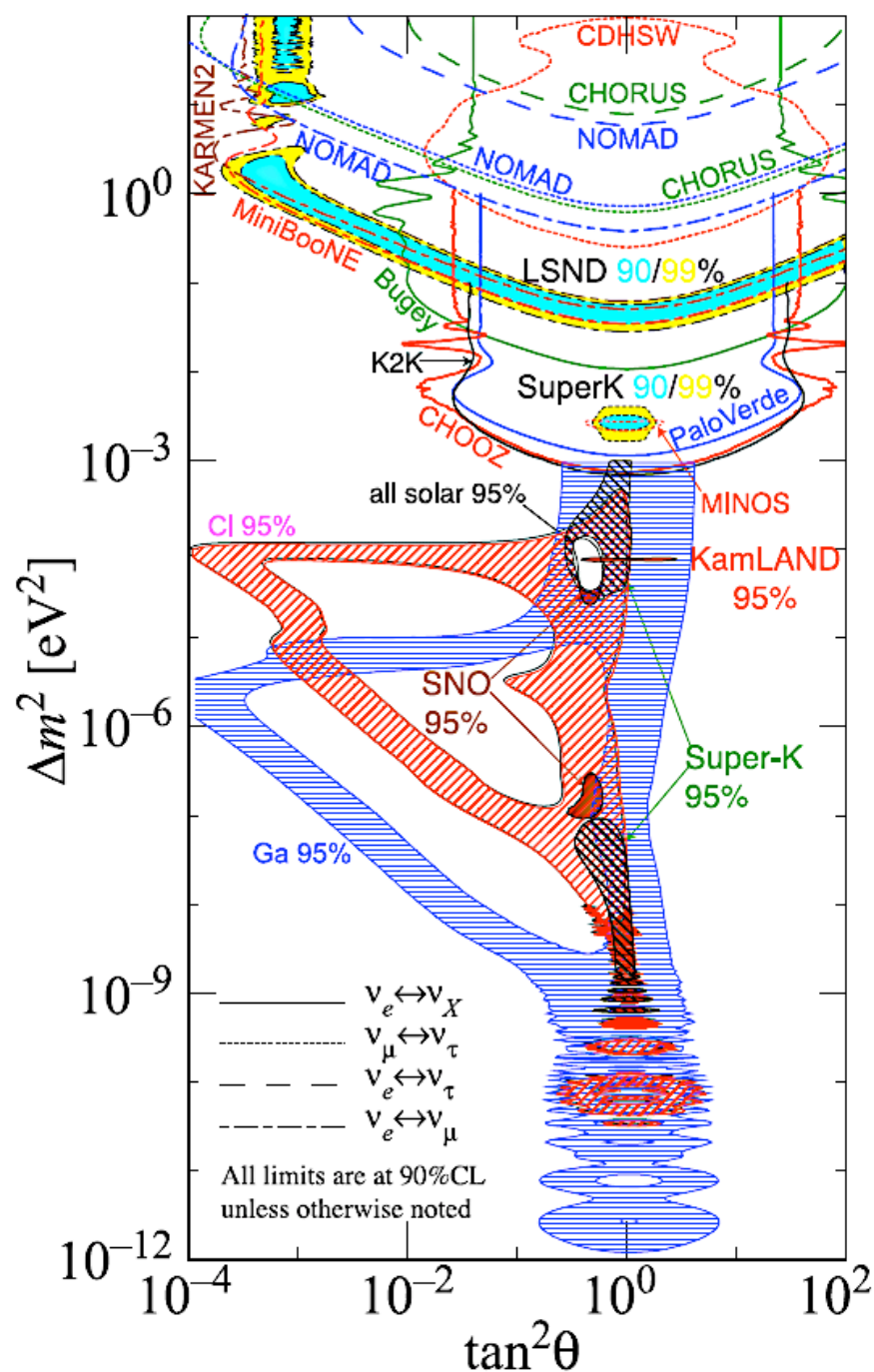
8.2.3 情報量としての真理

以上の問題点が指摘されてはいるが、真理の認識的解釈という路線にはまだ論じる余地があるように思われる。とりわけ、科学の営みを動的に捉え、探求列の参照という要件から真理を考える方法は、使い方次第では悲観的帰納法を無効化することになるであろう。その根拠は以下、真理の認識的解釈の問題点を見直していく過程で論じていきたい。その戦略はこうである。先に述べたニュートン・スミスの批判は、認知的完全性と

いう理想的かつ絶対的な基準を設けていることによって、真理を得難いものにしてしまうことであつた。では、その基準を引き下げ、真理を手の届きやすいものにしてみればよいであろう。

議論をその方向に向ける前に、まずは科学における実験の役割について考えてみたい。これまで論争において用いられてきた科学の事例は、フロギストンにしろ、エーテルにしろ、理論的対象やその性質の存否に関するものがほとんどである。だからこそ、対応説を用いて真偽という形で理論的言明の白黒をつけることができたり、そこまで明確な対応付けはできなくとも、類似性といった形で理論と外的世界との結びつけを論じることができた。だが、科学の実験が明らかにしようとしているのは、そうしたもののばかりではない。これまでの事例で扱ってきたのが存在や性質を明らかにするタイプの実験だとすると、存在や性質の理解を深めるタイプの実験もあることに注意を払うべきである。例として素粒子物理の実験を考えてみよう。素粒子物理学の最先端の研究には、ニュートリノ振動という現象の解明がその目的に含まれている。素粒子の標準理論によると、ニュートリノには μ ニュートリノと τ ニュートリノと電子ニュートリノという三種の種類があるという。そして、それらが相互に変化するという現象（すなわち、ニュートリノ振動）が予想されており、それを実証するための研究が進められている。さて、素粒子は言うまでもなく微小サイズの存在物なため、その研究は困難を極める。そのため、科学者達は手を変え品を変え、さまざまな検出器（および実験設定）を用い、素粒子標準モデルでの予測をもとにして実験を構築し、そうして得られた結果をフィードバックして別の実験を構築していく。そのようにして、ニュートリノが持っている各種の物理量の探索領域を絞り込んでいくわけである（ここで、検出器の違いは、探索領域の違いになる）。その一つの結果が次のグラフである⁷³。

⁷³ K. Nakamura et al. (Particle Data Group) (2010) J. Phys. G 37, 075021, p. 38より。



このグラフは、さまざまな実験グループが探索した領域と、その時のニュートリノ振動の種類を示している（縦軸がニュートリノの質量に関するパラメータの予測値、横軸は量子論に基づく振動のパラメーター）。また、グラフ中にはさまざまな実験のプロジェクト名も記載されている。それぞれの実験グループは異なる設定で「この領域ではこれだけの割合でこの種類の振動が起きる」ことを予測し、それを実験的に検証する。それぞれのグループの実験状況ごとにニュートリノの物理量の見積もりが違っており、その範囲を特徴的に探索できる装置が組み上げられる。人工的に照射するニュートリノビームのエネルギーを変えたり、ビームの発生源と検出器の距離を変えたり、用いる検出器自体の特性の違いによって、ニュートリノについての推定が総合的に判断される。もし、ある実験で計画通りの結果が出たとしたら、ニュートリノはその実験で推定された

値の範囲で振動現象を起こす性質を持っていることになる。このようなことを繰り返して行くことで、ニュートリノの持っている性質を数値的に、徐々に解明していくのである。

この事例を通して、物理実験の二つ側面を以下のように主張したい⁷⁴。まず一つは、理論的対象の存在を明らかにするための実験である。科学哲学ではしばしばフロギストンやエーテルがこのタイプの実験の事例として用いられている。もう一つは、そのようにして存在までは確認されている対象および現象に関して、その理論的対象がどんな性質を持っているのか、そしてその性質をどのような仕方でもどの程度まで持っているのかを明らかにするための実験である。先の具体例でも示したように、実験状況の細かな設定変更により、少しずつ、物理量が定まっていき、数値情報の精度も上がっていく。また、物理実験の結果は必ず誤差とともに提示される。物理において理論が良くなるとは、実験精度の上昇のことでもある。誤差を軽減するためにモデル化と観測装置を日々改良していく。そのようにして、少しずつ、着実に領域を絞り込んで行くのである。こちらのタイプの実験は、理解を深めるための実験である。もちろん、これら二つのタイプの実験は排他的なものではない。物理実験はこれらを様々な程度で併せ持っている。まったく未知の粒子や現象を研究する場合は、存在を明らかにしつつ、その理解も深めていることになるであろう。

さて、理解を深めるための実験という側面に言及することで、実験同士の連続性や関連性といったことに注意を払うことが可能になる。ニュートリノ振動の解明実験の場合、各実験はそれぞれ異なる検出器・設定で行われている。自分たちがすでに行った実験や他の実験グループの実験結果を参照して、別のやり方で新たな実験を構築するのは当然であろう。つまり、ある実験で得られた結果は、それがどんなものであれ、別の実験の礎になるのである。そのように考えると、実験の成功や失敗という評価に関して、一段階上位の判断が関係することになる。すなわち、失敗した実験は、科学の歴史という長期的な視点からみたら見えなくなってしまうが、もっと短期的な視点からみたら、その失敗から得られた情報は無意味ではない。つまり、科学の進展は、短期的な失敗事例および成功事例を積み重ね、それらの結果を総合することで一つの理論枠組みの知識を深めているのではないだろうか。

この考え方の基本路線にあるのは、4章で考察したカートライトのモデル論である。彼女によると、科学理論の正体は一般法則にさまざまな但し書きをつけて個別的な現象に合うように構築したモデルである。ニュートリノ研究の例で考えてみると、先に示したニュートリノ振動についてのグラフは、あの領域の範囲内に正解があると仮定して、科学者達は探索を行っていることを示している。実験物理学者達の中でそうした取り決めを決定し、自然の探求を継続する。すると、この場合の科学的営みはあたかも「潜水

⁷⁴ ここでは素粒子物理学の事例を用いたが、このような実験プロセスは物理学に限ったことではない。また、最先端の実験を例にしなくとも、過去の実験記録からも同じ主張をすることができるかもしれない。たとえば、電子というものの存在を明らかにしつつ、その電荷量の値の精度を小数点以下何桁も高めていくような事例もそうだろう。しかしながら、科学の歴史に再構成はつきものであって、何らかの結果がでるまでの途中過程は後には忘れ去られることがある。そういう意味では、実験という営みの詳細を知るために、最先端の研究を（複雑ではあっても）用いる理由になるであろう。

艦ゲーム」のようである⁷⁵。物理学者達はさまざまな実験によって獲得される肯定的・否定的情報を統合することで、特定の枠内での「正しさ」を手探りで追求し続けているのである。そのように考えると、理論の正しさが条件付きのものであるというカートライートの主張には説得力があるだろう。

この事例を踏まえ、真理の認識的解釈を次のように改訂することを提案する。それは、蓄積された情報量としての真理である。この場合の情報とは、実験によって得られた「世界はシカジカである」という肯定的結果と、「世界はシカジカではない」という否定的結果、さらにどのような程度において肯定的・否定的結果が理解されているか、といった総合的情報のことである⁷⁶。仮にある時期に成功しているとみなされた科学理論が結果的に偽だったと判明したとしても、世界についてのわれわれの理解は少なくとも悪くなることはない。たとえば、エーテルの存在が否定されたことによって「光の媒体はエーテルのような弾性的媒体ではなかった」という理解が得られることになる。すると、次の理論構築の際にはエーテルとは違うモデルを目指すことになる。ここでは、エーテルは踏み台として機能している。したがって、われわれが正しいとみなす個々の理論の内容は変遷していくが、破棄される理論であっても、発見法的な役割を担っているのである。そのようにして得られた世界についての総合的情報をその都度参照することによって進展する一連の連鎖として科学の営みを捉え、蓄積された総合的情報の量として真理を捉えていく。世界についての情報とは、言うなれば、われわれがどれだけ多く世界についてアクセスしたか、そのチャンネルの多さのことである。

このように考えることで、真理の認識的解釈にはなかった利点が生まれる。まず、われわれにはそもそも「認知的に完全な状態」というものは達成できるか分からないし、どういう状態なのかも分からない。だが、情報量から真理を値踏みする際には、科学的探求の既存の結果を参照することしかない。以前よりも情報量が増大したことを真理への接近とみなすことになる。したがって、何らかの絶対的基準の設定をすることなしで、量的かつ相対的に科学の累積的進歩を主張可能である。また、真理の対応説では汲み尽くせなかった、実験の連続的営みを把握することができることにもなる。さらに言えば、この見解を取ったとしても、科学的反実在論的な立場に陥ることはない。この見解では、真理の認識的解釈を「デフレ」させるわけであるが、「全く分からない」と「ここまで分かった」ということは認識論的にまったく別の状態であるし、「科学の進歩の放棄」と「極限もしくは絶対的状态を放棄する」ということも別である。このように、情報量としてみた真理の解釈をとったとしても、科学的実在論の認識論的テーゼと両立する。また、この解釈は外的世界の存在を否定するわけではない。獲得しているのはやはり外的世界の存在についての情報であるため、科学的実在論の形而上学的な主張

⁷⁵ このゲームは対人でプレイするものであり、両者がそれぞれのセルに潜水艦や空母などを配置する。配置が終わったら、順番に一回づつ座標を言い合う。これが攻撃にあたる。もしその指定座標に戦力が配置されていたらヒット、配置されていなかったらミスとなる。潜水艦や空母は1×3や2×2大きさがあり、ヒットとミスの配置からあたりをつけ、次の一手を考える。すると、どうだろうか。戦略上、セルにつけたミスのマークも重要な意味を持つことになるだろう。もちろん、すべての戦力に攻撃をヒットさせた側の勝利となる。

⁷⁶ 素粒子実験では資金等の問題から反復実験を行うのは難しい場合もあるが、何度も同じ実験を（設定を変えながら）繰り返すことで精度が上がっていくこともある。その場合、目的とする理論の対象の数値情報の質が上がることになる。つまり、情報の量だけでなく、情報の質といった側面も考慮にいれる必要があるだろう。

についても主張可能であろう。

8.2.4 これまでの論争との関連

本節では素粒子実験の実態をヒントに科学的实在論がとるべき真理概念を再考した。物理実験には、(1)「存在を明らかにする」タイプと(2)「理解を深める」タイプの二通りがある。科学的实在論が暗黙裏に採用する真理の対応説は(1)と相性が良いが(2)には弱い。そのため、もし科学の動態を反映した真理概念を手にしようとするならば、対応説を放棄して対案を模索すべきである。そのためのたたき台として、真理の認識的解釈を提示し、その問題点を指摘する共に、その改良版として情報量としての真理を提案した。

ここで、情報とは何を指すのかを考察しておこう。たとえば、理論的言明と情報という二つの概念の関係はどのようになるのだろうか。そもそも真偽の担い手は文であると考えてるのが通常的理解だと思われるし（逆に言えば、文が真理値を担う）、もともとエリスも理論を文の集合とみなしている（Ellis 1985, p.64）。一方、上記の提案では理論的言明の真偽を情報として一元化することを考えている。科学においては、単純に理論の正しさを示すことだけが有意義なわけではなく、理論が間違っていることを示すこともまた重要な営みだからである。こうした観点は、理解を深めるための実験という営みの意図を汲みとることができるであろう。また、この提案と科学理論の意味論的見解は両立可能である。すでに5章と6章で言及した通り、科学理論をモデルの集合とみなしたとしても、理論的言明の役割はモデルを解釈するものとして残ることになるからである。

次に、情報量の増加と真理の関係について考察したい。真理の認識的解釈を情報概念を使って改良する理由として以下のことを挙げた。すなわち、認識的解釈が設定する絶対的ないし究極的な（認識的）状態というものがどのような状態なのかをアприオリに設定することはできないし、そもそもそれに達することができるかどうか分からないということであった。それに対し、真偽を問わず、理論文の理解が増加することを情報量の増加とみなす際には、過去の情報量と比べてデータが増加したかどうか、そしてそれだけをみる。理想的でも絶対的な基準でもなく、あくまで相対的な基準設定である。また、このように実験の二つの側面を考えてみると、悲観的帰納法は(1)のタイプの実験についての議論であったとみなすことができる。それはもともとの科学的实在論のテーゼが理論語の指示についての主張であったことから当然であろう（1章を参照）。だが、(2)のタイプの実験的営みのように、連続的に一つの事柄について理解を深めていこうとする場合では、理論もしくは実験の失敗ということの意味付けがまったく変わってくる。そして、この新たな真理解釈ならば、(2)のタイプの実験の営みも汲み取ることができ、より科学の実践に根ざした論争を展開することになるであろう。これが真理概念を再考することの利点である。

しかし、その一方で弊害もある。情報量の増加を科学の進歩と見なすことも、やはり何らかの意味で良さの基準を設定する必要がある。つまり、なぜ情報が増えることが良さなのかという点を明らかにしなければならない。たとえば、情報過多になることがむ

しろ科学の営みにとって弊害になることも考えられる。この点を考察するための試みとして、科学の営みについてある種の社会性を導入することが考えられる。つまり、科学的知識とは集団知の結晶であり、科学の営みは分業がなされているという視点の導入である。科学者集団は、できるだけ幅広く研究結果を参照することは当然であろうが、自分たちの関心に近い情報を重点的にチェックするであろう。科学者集団のクラスター化はそれぞれにとって必要な情報の最適化につながる。そのようにすれば、情報過多になることが阻害要因にはならないと言えるであろう。だが、科学の営みに社会性を導入することになると、社会構成主義のような科学的反实在論との差別化が必要となる。この点については本論の射程と離れることになるため、稿をあらためて検討していきたい。

8.3 科学的事実論の領域を拡張する — 物理学から地球惑星科学へ —

本節では歴史科学を舞台にした科学的事実論の論争がどのようなものとなるかを検討する。観察可能性という概念は、科学的事実論の論争において重要な争点の一つである。本論でも確認したように、ファン・フラーセンの経験主義的構成主義との議論の際には、素粒子を代表とするミクロな対象物に取り上げられることが多い。素粒子が肉眼で観察することができないのは言うまでもなく、そのため観察不可能な理論的対象の典型例として用いやすいわけである。

ところが、ある対象が観察可能か否かという基準は一概に定められるものではない。観察可能か否かは、観察対象と観察者（もしくは観察装置）の相対的な関係によって決定される。たとえば、素粒子が観察不可能な理由は単に小さいからというだけではなく、人間の視覚システムが電磁波の特定の波長領域にしか感受性を持っていないからである。そうした領域外の電磁波やそもそも電磁波を発しない（反射しない）物質や人間の視覚システムで観察できない。そうした相対性というものを考慮すると、科学における研究対象の観察可能性を空間的な大小関係だけで考えることは、分析として不十分である。科学が研究している対象は、素粒子のような基礎物理学的対象だけではない。たとえば、地球惑星科学という学問分野では、時間的流れの中に位置づけられた対象を主に扱う。ここでの研究対象（出来事）はマクロな現象であるが、われわれはそれらを「観察した」と言うことはできないだろう。なぜならば、惑星規模での変化は非常に長期間に渡る緩慢なものであり、日常的な現象のように変化を認識できないし、そもそも時間的に過去にあるために観察することはできない出来事がほとんどだからである。しかしながら、これらは確かに科学的探求の対象であるし、科学的事実論の論争の射程に入ることになるだろう（たとえば、ラウダンは悲観的帰納法の事例として大陸移動説とプレートテクトニクス説の変化を用いている）。

以下での議論を概観しておこう。まず、これまでの論争で扱われてきた、観察可能性の基準に関する特徴的な議論をおさらいする。次に、実験科学と歴史科学の典型例を提示しつつ、両科学を証拠・方法論・推論といった観点から比較考察する。その後、歴史科学についての科学的事実論・反实在論の両立場について、これまでの論争との橋渡しを行う。最後に、本節の主題についての先攻研究として、ターナーの分析 (Turner 2007) を検討する。本節での主張は以下である。科学的事実論に関するターナーの分析には一

部同意できるが、まだ考察すべき課題が残っている。そのため、両立場を排除するターナーの「自然な歴史的態度」を取ることはできないが、彼が科学的实在論の論争に新たな光を投げかけたことは否定するものではない。

8.3.1 これまでの論争における観察可能の基準についての諸見解

まずは観察可能性について科学的实在論の論争でこれまで論じられてきたことを概観する。そして、そこでの議論はマクロかミクロかという基準によるものが主であったことに注目する。なお、ここでの考察はあくまで2章の議論を本章の主題に合うように再編したものである。

ファン・フラーセンの構成的経験主義では、われわれの感覚で経験できるものだけを観察可能な対象とするのであった。彼にとっての観察可能な対象の基準は以下の二つである。一つ目は観察の機会についての基準である。この世界にはこれまで観察の機会を与えられなかっただけで、目の前にあったら観察することができる対象はたくさんある。たとえば、人類未踏の地下1万メートルにシカジカサウルスの化石が埋まっているとしよう。そうした対象は、ファン・フラーセンの立場にとって観察可能な対象である。すなわち、実際に地下からその化石を掘り起こしてみれば、われわれはそれを直に見ることができるからである。他にも、宇宙の数億光年先の惑星の植物も、（そのようなものがあるとすればだが）原理的には観察可能な対象と言えるだろう。こうした基準について、科学的实在論からは経験という概念を拡張し過ぎだという批判がある（ターナーもこの点を批判している。詳細は以降の節にて考察する）。

二つ目の基準はより直観的で日常的な意味での観察可能性、すなわち、物体の空間的大きさについての基準である。大きさに注目した場合、観察可能・不可能の基準は非常に曖昧でグレーなものとなる。たとえば、虫眼鏡や顕微鏡や望遠鏡を使えば、われわれは肉眼では観察不可能なサイズの対象を見ることができる。つまり、程度問題として空間的サイズを考えると、観察可能・不可能の明確な線は引けないということである。この点は科学的实在論側がファン・フラーセンに対する批判としてしばしば取り上げるし、ファン・フラーセン自身もそれに答えている。それによると、たとえ境界がグレーで曖昧だとしても明らかに白・黒判定できる対象はあるため、そうした両極について観察可能・不可能ということはできる(van Fraassen 1980, pp. 16-19)。つまり、素粒子は明らかに観察不可能で、机は明らかに観察可能であるため、そうした典型例の区別に基づいてファン・フラーセンは構成的経験主義を主張するのである。

科学的实在論については、上述したファン・フラーセンの見解と対比する形で観察可能性についての主張を述べてみよう。ファン・フラーセンの見解とは真逆に、科学的实在論者は観察可能なものと観察不可能なものをどちらも認識論的に同等に扱う。人間の感覚経験にその線引をゆだねる科学的反实在論者と違い、科学的实在論者達は感覚を補助するものである実験器具の使用を全面的に認めてるため、ある対象が観察できるかどうかは、その時に利用可能な装置に依存することになる⁷⁷。科学的实在論者にとって観

⁷⁷ たとえば、(Lipton 2004, p. 202)での境界変動による議論(moving boundary argument)などがこれにあたる。

察可能な領域は技術的進歩に従って変化する。ファン・フレーセンにとって問題であったグレーゾーン上の対象は科学において常に変動しうるため、科学的实在論者にとって線引きはそもそも意味をなさない⁷⁸。また、彼らがそうした態度をとる根拠は、基本的にはマクロとミクロのアナロジー（別の表現では連続性、パリティ）である⁷⁹。マクロな対象であってもミクロな対象からできている。マクロな対象で成立していることがミクロな対象で成立するとは必ずしも言えないが（その逆も同様）、少なくともどちらもこの世界の事物に違いはない。したがって、それらの間に共通する事柄がある、というのが科学的实在論者の言い分である。

さて、これまでの論争では、日常的な対象と素粒子等の物理学的対象を主な考察事例として、ある対象の観察可能性が論じられてきた。この場合、観察可能・不可能の基準は、観察対象と観測者の相対的かつ空間的サイズ差（相対的にマクロかミクロか）に依拠している。枠組みとしては、人間の感覚・感覚を補助する装置・観察対象、という関係性が問題となる。科学的反实在論者は媒介項としての装置の役割を受け入れず、科学的实在論者は装置を介したものも観察対象とみなすのである。

しかしながら、物理学以外の分野として地球惑星科学にも目を向け、相対的關係性によって観察という行為を考えてみよう。すると、別の意味での「差」がこの論争に関連してくる。これまでの争点での力点が空間的サイズであったなら、ここでの力点はその対立軸とも言える時間である。過去に起きた出来事が直接に観察不可能なことは言うまでもない。そして、遠い過去にあった対象・出来事についてわれわれが直接に観察できるのは、現代に残っている地質学的情報だけである。言うなれば、われわれはそのような証拠を通して間接的に過去を観察しているのである。われわれの周りにある物体を観察するのと同じ基準に照らしてみれば、過去を観察したとは到底言えないだろう。では、その場合に实在をどのように考えることができるだろうか。こうした分野はこれまでの科学的实在論論争であまり扱われてこなかったため、その問題に踏み込む前に、過去の出来事を探る科学研究がどのようなものなのかを理解しておく必要がある。

8.3.2 歴史科学と実験科学の対比的分析

以下では、歴史科学と実験科学の典型例をそれぞれ地球惑星科学と物理学とみなし、具体的事例に則して両科学を分析する。物理学と対比することで地球惑星科学がどのよ

⁷⁸ 観測装置の使用についての見解を推し進めていくと、ギャリーの立場に行きつくことになる（6.2節を参照）。また、シェイピアの観察概念も参考になるだろう。シェイピアによると、観察とは観察者と観察対象に情報の相互作用があることだとしている(Shapere 1982)。何の情報がやりとりされたかは手持ちの背景知識（装置の構築、理論）に、観察が直接的か間接的かは相互作用に干渉があるかどうかによって依存するという。

⁷⁹ たとえば、ラウダンは「ミクロなものを指定する科学的实在論自体を経験的にテストすることはできない」と批判したが、アロンソンは観察可能なもののテストがそれに相当すると主張している(Aronson 1988)。また、ハーレはそうしたアロンソンの主張を「認識的不変性(the Principle of epistemic invariance)」と呼んで賛同し、自身では同じ主張を「種についての保存の原理(The Principle of conservation of kinds)」と称している(Harre 1996, p. 143)。以降で考察するターナーも等価性の原理(The Principle of Parity)という呼び名で、マクロとミクロの連続性を認める議論が科学的实在論者の見解に含まれると言及している(Turner 2007, p. 165)。

うな科学分野なのかが理解できるだろう。両科学には違いがあるように見えるが、その違いは本質的なものではないことを以下で述べていく。

物理学のような実験科学と、地球惑星科学のような歴史科学では明らかにしようとしている事柄に違いがある。まず、物理学は事物の最小構成粒子やそうした粒子間で成立する法則を実験的な手続きによって探究する原理追求型の科学である。ここでいう原理とは、自然の法則性やある対象のタイプが持つ普遍的な性質のことである。科学者は自然界の原理を見出すために自然を特定の側面で切り出す実験を行い、そこからできるだけ単純な形で因果的関係性を取り出そうとする。たとえば、スーパーカミオカンデの実験がそうである。科学者は理論を基にして実験施設を組み上げ、ニュートリノという素粒子タイプが持っている性質と、ニュートリノ同士もしくはニュートリノと他の粒子の間で普遍的に成立する関係を明らかにしようとする。

一方で、地球惑星科学は特定の現象や出来事が成立した経緯の理解を第一の目的とする歴史構築型の科学である。ここでいう歴史構築とは、宇宙が辿って来たであろう時間の流れの中に、特定の個別的現象・出来事を並べ、その発展を追って行く営みを想定している。たとえば、数億年前の地球がどのような姿をしていたか、地球や太陽系はどのような経緯で現在の姿に発展していったのか、6500万年前の生物大量絶滅の原因は何か、地球の気候はどのように変化してきているか、地殻内部の状態はどう発展してきたのか。これらのようなことが地球惑星科学における研究課題になっている。つまり、宇宙の起源から現在までに関する問いを、現在に残っている様々な証拠から遡って答えようとするのである⁸⁰。

さて、以上のように両学問には目的に関して対比があるが、これらは互いに背反する学問ではない。というのは、地球惑星科学において歴史構築をする際の各プロセスのメカニズム描写には、通常の物理学を用いる必要があるからである。たとえば、太陽系第三惑星の地球はこの宇宙にただ一つしかないという意味では確かに特定の個物であるが、その形成過程や過去に起きた地球上の現象の研究には、現在の物理学で分かっている固体物性や様々な法則的關係といったタイプに関する知識を基にする。他にも、木星という特定の個物が過去どのようにして発展してきたかを知るために、別の銀河にある今まさにできたばかりのガス状惑星の観測データを外挿してモデル化することがある。この場合は、ガス状惑星というタイプの間で共通する性質が想定されており、それを支えているのはより根源的なレベルでの普遍的知識、すなわち物理学の知識である。こうした意味で、実験科学は歴史科学を基礎づけるものとして理解することができる。

また、実験科学による歴史科学の基礎付けという側面を考慮すると、歴史科学と文学的な意味での歴史研究との違いも理解することができる。通常の歴史研究では人間に関

⁸⁰ ひとつ注意点がある。地球惑星科学は必ずしも惑星や宇宙の話ばかりしているわけではない。地球の辿った歴史を解明するためには、生物学や環境学も関連してくる。近年とかく取り上げられることの多い地球温暖化現象を考えてみよう。大気中の二酸化炭素濃度の増加は温室効果を加速するが、化石に含まれる同位体の情報から、二酸化炭素の濃度は過去周期的に変動していることが明らかになっている。その原因は一つではない。どれくらいの生物や植物がその時代に存在していたか（光合成のバランス）、どの程度の氷床が地球を覆っていたか（氷の反射率が太陽光のエネルギーの定着率を決定する）、火山活動がどれくらい活発であったか（地殻中の二酸化炭素が排出される）など、多くの事柄が関連してくる。すなわち、地球惑星科学とは物理学・生物学・地質学・環境学などを含んだ総合科学なのである。事例は多岐にわたるので、「地球惑星科学において」などと一般化する際にはどういった部分を意図しているのか注意する必要がある。

連する事柄（たとえば文化や社会や思想）に焦点を当てるのに対して、歴史科学は実験科学に基礎を置き、まさしく自然についての理解を追求する。自然研究か人間研究かという違いで、歴史科学は単純な歴史学とは一線を画す。さらに、その自然という視点について伊勢田の言葉（伊勢田 2009, pp. 96-97）を用いると、実験科学、すなわち原理追求型科学は「現在・普遍・自然研究」であり、歴史科学、すなわち歴史構築型科学は「過去・特定連鎖・自然研究」である。実験科学は実際の実験をもとにして、ニュートリノならニュートリノという特定の素粒子タイプに関する普遍的な性質を明らかにするこの自然界に関する研究であり、歴史科学は時空上のとある時点で起きた様々な個別的出来事を探り、それらの出来事がどのように次の出来事を引き起こして行くかという因果的連鎖を構築するこの自然界に関する研究だと言えるだろう。

次に、科学における証拠の取り扱いという観点から、実験科学と歴史科学について考察してみたい。歴史科学と実験科学に方法論的な非対称性はあるのだろうか。科学研究において、手にした証拠から理論ないしモデルを構築する際には何らかの方法論がある。ターナーは実験科学と歴史科学の間に、次の二つの観点で違いがあることを指摘している(Turner 2007)。それは、(i)操作可能性の成否と、(ii)背景知識の役割である。以下では彼の示したこの二点について考察していく。

(i) 操作可能性の成否

実験科学と歴史科学についての事実として、両者の間では手にすることのできる証拠に違いがある。実験科学において、われわれは自然界にない状態を作りだし、それによって事物や現象の性質を探ることができる。欲しいと思う情報がある程度は意図的に取り出すことができるという意味で、こうした証拠は直接的な証拠である。一方で、歴史科学において、われわれが手にすることのできる証拠は、過去にあった事物・出来事が岩石や化石に残した地質学的情報だけである。欲しいと思う情報を意図して取り出すことが絶対にできないという意味で、こうした証拠は間接的な証拠である。

こうした区別は、基本的には(Hacking 1983)に基づいている。素粒子はだいたい何かと相互作用をするか、相互作用をしないにしてもその粒子を起点として何らかの相互作用を引き起こすので、それらを利用して科学者は因果的な実験を組み立てることができる。したがって、素粒子の性質を明らかにしようとするときには何らかのコントロールが行われているし、再現性もある。また、既知の粒子の性質から未知の粒子の反応を導くこともあるだろう。その一方で、歴史科学が明らかにしようとする探求対象は、過去にあった（とされる）存在物やこの宇宙で一度しか起きていない出来事であり、現在にいるわれわれがそれらに介入することは到底できない。

(ii) 背景知識の役割

ここでいう背景知識とは、当座の研究課題を理解するためにすでに所与として受け入れられている理論の知識である。そうした背景知識は実験科学と歴史科学の証拠についてそれぞれ別の役割を果たしている(Turner 2007, pp. 24-27)。ターナーによると、物理学にお

ける背景知識は拡張的役割(Enlarging role)を果たす。彼は光学の理論を例にしている。ガリレオの時代には屈折や反射といった光についての様々な現象が研究されており、光学理論として発展していった。それらを背景知識として用いることで、ガリレオやニュートンは独自に望遠鏡を、フックは顕微鏡の前身とも言える装置を作りだしていった。光学理論は新たな装置の開発・改良を導いたのである。そして、それらの装置は各種の理論（天文学や生物学）を経験的にテストするための手段をもたらした。すなわち、これらの分野において背景知識は科学的証拠や理論を実り豊かにするものとして用いられるのである。

一方で、歴史科学において背景知識は減衰的役割(Damping role)を果たす。歴史科学における証拠の代表例として、化石を考えてみよう。生物の体の大部分を構成している有機物は、地中で分解されていく。たとえば、哺乳動物の化石で残っているのは骨の部分だけ、貝類の化石で残っているのは殻の部分だけである。筋肉や肌といった部分についての情報は、まったく残っていない。また、そうした生物がどこに生息していたか、どのような環境にいたのかについての直接的な情報も残っていない。大気や水や気温が化石に残ることはないからである。こうした理解は、化石の形成過程についての地質学的・生物学的・化学的知識等の背景知識によってもたらされる。つまり、歴史科学において背景知識は証拠の情報量に変質している（減っている）ということを教えてくれるのみであって、そこから新たな証拠を作りだすことはできないのである。

以上のように、実験科学と歴史科学では証拠の身分がまったく異なっている。実験科学では現象を新たに引き起こすことが可能であり、それ自体が仮説の証拠になる。一方、歴史科学では証拠を所与のものとして手にすることはできるものの、情報量は損なわれているし、関連する証拠がすべて見つかったと言えることはないし、証拠がそもそも永遠に出てこない可能性すらある。こうした証拠の身分の違いが理論を模索、構築、検証する方法論の違いへとつながっていく。

ある証拠から導くことのできる理論はいつでも複数考えることができる。そうした可能性を排除する過程が科学的探究である。以下では、具体例をあげて因果的推論と証拠との関係について考察していこう。実験科学で行われる研究の典型例として、スーパーカミオカンデでの素粒子研究を考えてみる。この実験は岐阜県神岡鉱山地下に作られた容積5万トンもの巨大な水槽で行われている。基本原理は霧箱と同じく、ビリヤード玉モデルを用いたアナロジーで理解することができる。ニュートリノが水槽に飛来し、水分子内の電子を弾き飛ばすことで発生するチェレンコフ光を光電子増倍管で検出するのである。ただし、光電子増倍管は通常の光（電磁波）に対しても反応するし、ニュートリノ以外の何らかの波や粒子の飛来や、水の中の不純物の崩壊によって発生したチェレンコフ光に対しても反応する。すなわち、チェレンコフ光が発生したという証拠だけでは原因を一意に特定できないのである。そのため、外光を完全に遮り、岩盤の厚みを利用して自然宇宙線等を排除し、水内部の不純物を限界まで取り除く。このようにして、バックグラウンドノイズを除去することは、チェレンコフ光を発生させた他の原因を取り除くことだと言えるだろう。チェレンコフ光という結果に先行するさまざまな原因に介入することで、われわれは因果関係を支配するのである。もし仮に予期せぬ結果が起きた場合、つまりおかしい仕方でチェレンコフ光が発生していることが認められた場合は、何がしかの対抗措置を追加で施こして原因を絞っていく。

つまり、こういうことである。われわれは、現在手にした証拠を引き起こしたものとして、多くの原因を考えることができる。そこで、実験物理の実験では原因と結果の関係をふるいにかけ、意図していない原因からの要素を排除し、理論モデルに即した原因だけから結果が出てくるようにし、それを観察しようと試みる。そして、意図した原因から意図した結果が出ることによって、理論モデルが確認されることになる（図1）。

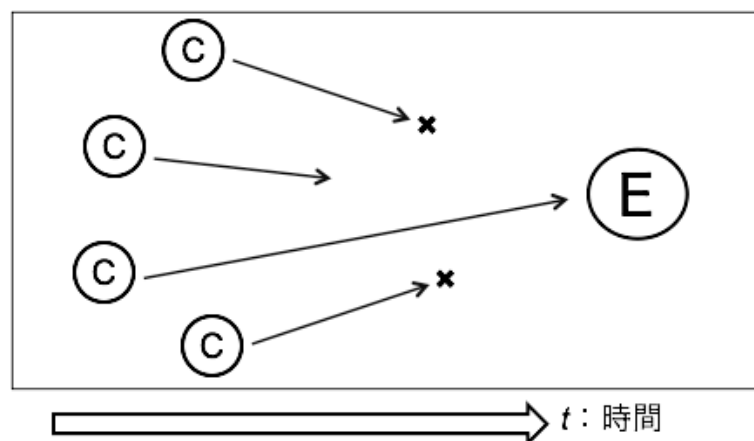


図1：実験科学の探求の典型例

意図した原因と結果だけになるように因果を制限する

次に、歴史科学における研究の具体例として、白亜紀に起きた生物の大量絶滅の原因追究を例にしてみよう。われわれがこの事例について地中から発見することのできる証拠には、以下のようなものがある。地球全土に渡って白亜紀第三期の地層にイリジウムが多く含まれていること、ふつうの石英が熱により変質した衝撃石英、有機物が燃えた跡であるすす、この時期を境にして大きく変わる生物化石の分布、ユカタン半島にある直径200キロメートルにも及ぶ巨大なチチュルブクレーターである。もちろん、これらは同時に発見されたわけではない。証拠が出揃っていくにつれて、生物大量絶滅の原因が絞られていくことになる。最終的にチチュルブクレーターを共通原因として、ここで挙げた他の証拠群はその存在が裏付けられ、隕石落下説がより強固なものになった。つまり、あらゆる証拠群を総合的に考慮して導き出される仮説が支持されるのである。

しかし、当時の状況としてはチチュルブクレーターの発見後も、他の仮説の支持者はいたという。確かに、多くの証拠を総合するという特性上、この種の仮説形成においては何を決定的証拠と見なすかの重み付けが論者によって違ってくる。その結果として、証拠群についてどんな仮説を採用するかに対立が生じることになる⁸¹。このような対立が発生した場合は、対立を調停するために、重みづけられた双方の証拠どちらもとも独立した別の証拠を持つてくる必要がある。もちろん、そうした証拠を持つてくることは難

⁸¹ 「1991年にメキシコ・ユカタン半島で直径180kmの白亜紀末の衝突クレーターが発見されたことにより、衝突説は広く支持され定説となった。…大規模火山噴火説や複合要因（火山噴火、海退、衝突）説なども根強く提案されていた。また、一部の研究者からは、チチュルブ衝突は絶滅の約30万年前に起き、絶滅とは無関係であるという説も提唱されていた。… 衝突説に否定的な研究者に特徴的なのは、膨大に積み上げられた衝突説の証拠を十分考慮せずに自説を組み立て、絶滅のトリガーとしてのチチュルブ衝突を過小評価または無視する傾向にある点である。」（日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 6, No. 3, 2010年）

しいので、計算論的モデルを作り、コンピュータ上でシミュレーションするという手法がとられることが多い。ともあれ、生物大量絶滅など歴史科学の研究にとって重要なのは、いま手にしている様々な証拠群の成立を包括的に説明できるモデルを模索することなのである。

つまり、こういうことである。ある一つの原因がきっかけとなって複数の結果が後世に残されることになる（それらの結果は必ずしも同時代に生じたわけでも、同時に発見されるわけでもないが）。それらの証拠についてそれぞれ物理学的、化学的、生物学的な説明を与えることができる。だが、そうした個別的なメカニズムの説明と同時に、それらを総体として説明することも歴史科学では求められる。そのため、ある一つの原因が多くの証拠を説明できるような包括性（ともすれば、ストーリー性）が理論モデルを選択する基準となる（図2）。

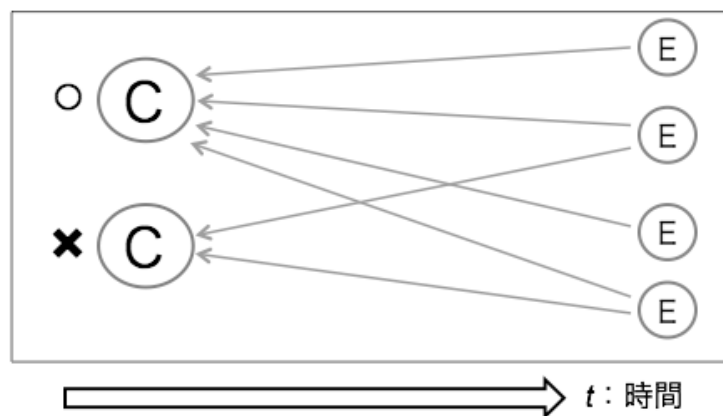


図2：歴史科学の探求の典型例

結果の発生をより善く説明するモデルを選択する

以上、カミオカンデにおけるニュートリノ実験と歴史科学における生物大量絶滅の原因探しという二つの事例をあげた。実験科学では複数考えられる因果プロセスをコントロールし、原因を一意に絞りつつ、理論モデルを確証する。歴史科学では歴史上一度きりの出来事や現象を考察の対象とするため、実験科学のような因果プロセスのコントロールはできない。そこで、多くの証拠の総体的な説明が可能となるモデルを構築する。このように、一見すると両科学はそのやり方が全く異なっているようにも見える。

しかし、両分野の間に共通項を見いだすことは可能である。ここで、クレランドによる歴史科学と実験科学の対比的分析を紹介しておく。彼女は歴史科学においても、ユーリー–ミラーによって原始地球の生命のスープの検証実験が行われていることや、ケフェイド変光星（セファイド変光星とも呼ばれる）のように繰り返し起きる現象を利用して分析が行われていることに言及している⁸²。彼女は、両科学はあくまで因果的推論の異なる側面をそれぞれ利用しているだけであり、たとえケフェイド変光星などの周期

⁸² ユーリー–ミラーの有名な実験は、その当時に地球物理学者によって原始地球にあるとされていた水・メタン・水素・アンモニアの混合気体が入った容器内で放電をおこし（落雷に相当）、アミノ酸が合成されることを確かめようとした実験である。また、ケフェイド変光星は周期的に光度が変動する。その周期を利用して星の絶対等級を導き、見かけの明るさと絶対等級の関係から系外銀河の距離を割り出すのである。

は意図的に変動させることができないとしても、歴史科学と実験科学を比較したときに実験科学が認識論的に優れているという結論には至らないと主張する(Cleland 2002, pp. 484-494)。ここで注目したいのは彼女の結論ではなく、その途中段階である。すなわち、歴史科学においても実験科学と同様に、現象の再現可能性を元にする場合があるということである。また、先の図1（実験科学の事例）と図2（歴史科学の事例）に示したような推論の流れは、あくまで典型例に過ぎないことにも注目したい。歴史科学の推論においても、たとえば地球が周期的に氷河期になることは、その時期の太陽活動の活発さ、氷床の量、二酸化炭素の量など多くの要因が複合的に関係しており、何が原因となって寒冷化が引き起こされたのかを特定することがそもそもできない。つまり、図1のような状態である。その際には、コンピュータシミュレーションを行い、諸要因の重み付けを変えることで現実と同じ状況になるモデルの設定を探ることになる。この場合にパラメータを逐次変更して現実近づけていく過程は、因果のコントロールとみなせないだろうか。逆に、実験科学においても、まだその特性がよく分かっていない現象が多く、多くの結果を同時に引き起こした場合（その現象が直接的に引き起こした結果がどれで、二次的に引き起こされた結果がどれなのか分からない場合）、どの結果を逆にたどれば目的とする現象の理解が進むのか分からない。この際には、直接的な結果と二次的な結果を総合的に説明が付けられるような現象のモデルを模索するであろう。このように、より多くの事例に目を向けてみれば歴史科学と実験科学の方法論的差異は一般論ではないし、仮説形成や仮説の確証といった段階においては、共通項があると考えた方が妥当である。

8.3.3 これまでの科学的实在論の論争とターナーの自然な歴史的態度

歴史科学の研究対象をこれまでの科学的实在論の論争の枠組みと関連づけてみよう。すでに述べたように、これまでの科学的实在論論争では事物の空間的サイズを基準にした議論が主だった。その理由はさして複雑なことではなく、現象の背後にある实在を探究するという实在論的な主張に相当する営みが、まさしく事物の最小構成単位の探究だからである。しかし、歴史科学の領域においての研究課題はそうした素粒子ではない。過去の地球の姿や、惑星の形成過程といった、この宇宙における歴史的出来事や事実である。そうした研究では、「科学理論は現象の背後にある实在を明らかにしている」という科学的实在論の主張に相当するものがないように思われるかもしれない。

しかしながら、ここでは科学的实在論の論争と伝統的な哲学における实在論論争との違いについて考える必要がある。1章でも述べたように、科学的实在論の論争では、外的世界の独立性に関する主張（独立性テーゼ）と、外的世界の知識の可能性についての主張（知識テーゼ）とが問題になる⁸³。伝統的な哲学における懐疑論や観念論は独立性テーゼを否定するが、科学的反实在論は独立性テーゼを必ずしも否定しない。観察不可能なレベルでの対象の存在を確かめる術がないためにコミットするのを避けるという形で判断を保留するか、そうしたレベルでの外的世界の存在可能性を受け入れたうえで、

⁸³ (戸田山 2005, pp. 138-139)、(Chakravartty 2007, pp. 10-13)、(Papineau 1996, p. 6) 等。

科学理論はそれを本当に記述しているとは考えないという知識テーゼ批判を行っている。科学的实在論の論争では存在に関する論争と、理論の真理に関する論争が並行していると言い換えることができるだろう。本節では、科学的实在論の論争の知識テーゼをめぐる議論の一端として、過去の事物についての科学实在論的問題を扱う。すなわち、焦点にするのは過去の事物の存在ではなく、過去の事物に関する仮説と手にした証拠の関係である。われわれは過去の事物の真なる姿を知っているということを、どのような仕方でも正当化することができるのだろうか⁸⁴。

では、現行の科学的实在論の議論が歴史科学の研究対象に関しても適用できるかどうかを以下のような単純な場合分けによってとりあえず考えてみよう。

- (1) ミクロな対象について科学的实在論、過去の事物について科学的实在論
- (2) ミクロな対象について科学的实在論、過去の事物について科学的反实在論
- (3) ミクロな対象について科学的反实在論、過去の事物について科学的实在論
- (4) ミクロな対象について科学的反实在論、過去の事物について科学的反实在論

まず、科学的实在論が(2)の立場を取ろうとするとは考え難い。それは、物理学がタイプの対象を主に扱っているということとも関連する。タイプとしての素粒子の研究にしろ、素粒子間に働く法則性の研究にしろ、そこで暗黙の前提として置かれているのはある種の保存則である。この世界の構成粒子は宇宙の歴史においてそう簡単に入れ替わることはないし、ある時期まで成立していた法則が急に成立しなくなることはない。この点は、天体物理学を考えてみれば明らかである。数百万光年も離れた星からの電磁波が地球まで届くには文字通り数百万年もかかるが、この宇宙ではずっと同じ電磁波の法則が通用しているために、数百万年前に発せられた電磁波が現在も検出ができていわけである（実験科学が歴史科学を基礎づけている、という先の考察もまさに同じ論拠に基づいている）。こうした前提を鑑みても、ミクロな対象について科学理論を近似的に真だとみなす科学的实在論が、過去のこの世界においてその同じ理論が成立しないと考える(2)の立場は不整合である。つまり、科学的实在論は(1)の立場を選択するように思える（ところが、以下で考察するようにターナーはこの考えに対して反対する）。

次に、科学的反实在論者について考えてみよう。たとえば、現在の素粒子についての科学理論が世界の真理を捉えていると考えない彼らが、過去に存在していたであろう素粒子に対して科学理論が真に成立すると考えることなどありえるだろうか。科学的反实在論者が空間的・時間的な経験不可能性という二重のギャップを乗り越えて過去の素粒子にコミットすることなど考え難い。ただし、科学的反实在論者であっても現在のマクロな事物についてはその实在性を認めるため、彼らが過去のマクロな対象もしくは歴史的な出来事についてどういうスタンスをとるかは意見が分かれるであろう。過去についての知識を全面的に否定する立場もあるだろうし、折衷的に、過去にあったマクロな事物についての知識は認めるという立場もあるかもしれない（以下でもこの点に関連する

⁸⁴ だが過去の事柄に関する实在論という別の哲学的議論へと向かう可能性がある。たとえば、ダメットによると過去に関する文は真理条件を持たないので、真でも偽でもないとする。すると、指示対象としての過去の事物の存在は無意味なものになるのだろうか。本論ではそうした方向には進まない。

考察を行う)。したがって、(3)と(4)という選択肢に関してはより細分化したカテゴリーが必要になるであろう。しかし、少なくとも、ミクロな対象から過去の出来事(の発展史)へと考察の舞台を移したとしても科学的实在論と反实在論の間に対立があることは確かである。

一方で、ターナーは、歴史科学については科学的实在論・反实在論のどちらの立場も受け入れ難いとし、自然な歴史的態度(Natural Historical Attitude)を取るべきだと主張する。以下ではまず彼の立場を紹介し、次にその見解について考察を加えたい。ターナーは歴史科学の事例(主に古生物学)を基にして科学的实在論の論争を考察している。まず、ターナーはクレランドが形而上学的・因果的な議論と認識的な議論を混同していると指摘する(Turner 2007, pp. 39-46)。ここでの形而上学的な議論とは事実同士の決定関係の話であり、認識論的な議論とは仮説と証拠の決定関係の話である。どの証拠がどの仮説と関係するかを明らかにする場合、実験科学の実験の直接性は歴史科学の実験よりも上である。クレランドの言うように確かに歴史科学においても実験的要素はあるが、その実験はモデル実験としての要素が強く、現実との距離は遠くならざるを得ない。それゆえターナーは、研究手続き上は共通している部分はあっても、ミクロな対象のほうが過去の対象よりも認識論的に優位(正当化の程度や妥当性が高い)だとする⁸⁵。

では、ターナーが過去の対象について科学的反实在論を採るのかと言えばそうでもない。ターナーは過去の事物・出来事についての科学的实在論と反实在論のどちらにも共感を覚えないのである。まずは、科学的实在論を拒否する彼の言い分を見ておこう。彼は操作可能性を理由にして、過去の事物の認識論的身分を低くみる。ここで、普通の科学的实在論者ならば、最善の説明への推論(IBE)を用いて過去の事物に関する实在性を担保しようとするかもしれない。先の生物大量絶滅の隕石衝突説などは、まさしくIBEを用いて得られた説明仮説である。だが、彼はこの路線を採ろうとしない。その理由は、その路線はすでにラウダンやファインによって手痛く批判されているからである(Turner 2007, pp. 74-81)。IBEに基づく实在論擁護(いわゆる奇跡論法)は循環しているという批判がすでにあるのに、再びそれを用いて過去の事物についての科学的实在論を擁護したら二の舞を演じることになる⁸⁶。ただ、ターナーは歴史科学においてもIBEのような発見法的手法(彼が挙げているのは、現在の生物とのアナロジーから過去の生物についての理解を導くこと)が重要なことまでは否定しない(Turner 2007, Chapter 4)。そうした過程で得られた仮説が新奇な予言を生んだこともあるだろうし、そうした意味では実験科学と歴史科学は同じことをしている。だが、歴史科学では新奇な予言を経験的にテストすることが困難である。その理由は三つあるが、ここまで述べてきたことの繰り返しとも言える(Turner 2007, pp. 114-122)。一つ目はスケールの問題である。歴史科学における現象は長期間にわたることが多く、変化が緩慢である。そのため、仮に予測をしても観察することが容易ではない。二つ目は操作可能性の問題である。歴史科学の考察対象は過去に関することであるため、実験状況のコントロールを行うことができない。三つ目は歴史的痕跡の破壊に起因する問題である。歴史的過程において決定的な証拠が破壊されている可能性があることを背景知識から知っているのも、歴史科学者は予言さ

⁸⁵ ターナーの主張は学問としての優劣の話ではない(Turner 2007, p. 60)。

⁸⁶ もちろん科学的实在論者は反論を試みているが、ターナーはそれを十分だと認めない。

れた結果が生じることを疑ってしまう。以上のことから、ターナーは操作可能性を第一の認識論的基準として過去についての科学的實在論を良しとしないのである⁸⁷。

次に、科学的反實在論についてのターナーの見解は以下ようになる(Turner 2007, pp. 169-171)。構成的経験主義における観察可能性の定義からすると、過去のマクロな事物を観察可能だと言うための反事実条件にSF的要素が入り込み過ぎてしまう。たとえば、恐竜はその大きさからすると原理的には観察可能であろうが、反事実条件を満たそうとすると、われわれはタイムマシンにでも乗って過去の世界に行かなければならない。そうしたSF的反事実条件までも認めてしまうのは、経験主義という立場からして好ましくないだろう。すると、ファン・フラーセンの立場において過去のマクロな事物は観察不可能な対象である。さらに、観察不可能な対象であるということは、構成的経験主義では過去の事物についての知識がまったく成立しないということになる。だが、それでいいのだろうか。われわれは過去についてしかじかな事柄（たとえば恐竜は6500万年前に絶滅した）を知っていると言うことが普通にある。そのため、そうした懐疑的反實在論は直観的に受け入れられない。すなわち、歴史科学についての知識の成立可能性を根拠に、ターナーは科学的反實在論を否定するのである。

以上のように、科学的實在論と科学的反實在論のどちらの立場についてもコミットする積極的な理由がないため、ターナーは歴史科学に関しては第三の道として自然な歴史的態度(Natural Historical Attitude: NHA)を提案する(Turner 2007, pp. 154-160; Ch. 7)⁸⁸。このネーミングはもちろんアーサー・ファインの自然な存在論的態度(Natural Ontological Attitude: NOA)のオマージュであり、その内実是不変である。NHAでは歴史科学者達が普通に受け入れている対象、現象、出来事を実際にあったことだとして受け入れる。そして、それらの理論やモデルに対して真偽という強い認識論的判断を付与しない。つまり、NOAが（おそらく物理学を中心とした）科学に対して採用した態度と同じく、歴史科学において、いかなる存在論的な議論も認識論的議論もするべからずということである。

⁸⁷ 別の話題について操作可能性という基準を考えてみる。われわれはアナロジーを用いてマクロな対象とミクロな対象とを結びつける（たとえば、原子を粒で表現したり、原子間に働く相互作用をバネという振動子で表現する）。このようにミクロからマクロへの空間的壁を越えてアナロジーが成立するならば、過去と現在という時間的壁を越えて、過去と現在の（同じく）マクロな事物同士にアナロジーが成立するとみなせる。しかし、ミクロ-マクロのアナロジーはその妥当性を経験的にテスト可能だが、過去-現在のアナロジーの場合はそれができない。つまり、これら二つのアナロジーには非対称性があるため、マクロとミクロのアナロジーを用いても過去の理論の真理を保証することにはならないのである。これはアナロジーという手続きの問題ではなく、その手続きによって導き出された仮説の妥当性に関する問題である。クレランドに言われるまでもなく、科学的営みとして、歴史科学の地位を実験科学より下に貶めようとする者などいないであろう。しかし、知識の正当化の問題としてみた場合には、両科学に非対称性があるのは否めない。認識論的な根拠のさらに乏しい過去の事物・出来事にもコミットするとなると、科学的實在論はより険しい茨の道を進むことになってしまう。

⁸⁸ 本論では扱わないが、ターナーは歴史科学の社会構成主義的側面にも言及している(Turner 2007, Ch. 6)。しかし、そこでの対比は科学的實在論・科学的反實在論の場合と同じである。科学的實在論と社会構成主義のどちらも、自身を支持することも、相手を反駁することもできていないため、どちらの主張に対しても不可知論を取るべきだとしている（どちらも選べない）。

8.3.4 ターナーの見解の検討

ここまででターナーの見解を確認した。繰り返すが、ターナーがNHAを選択したのは、歴史科学において科学的实在論も科学的反实在論も成立しないからという消極的な理由であった。だが、本当に歴史科学においてこれらの立場は成立しないのであろうか。以降では、ターナーの見解を否定することによって、歴史科学における両立場の成立可能性を論じていく。また、本論では一貫して科学的实在論を擁護する見地から論争を追ってきたが、本節での当座の論敵はターナーのNHAであるため、以下の論述では若干ながら科学的反实在論を擁護する。ターナーのNHAを退けることができれば、歴史科学を舞台にした科学的实在論と科学的反实在論の論争をあらためて仕切り直せばよい。以降の流れとして、このことに留意して欲しい。また、これと同型の問題はすでに発生していた。すなわち、ファインのNOAに対して科学的实在論の論争が成立することを主張する必要性である。NOAとNHAは、何らかの科学において科学的实在論と科学的反实在論という立場を論じることがそもそも不毛だと主張してくる。NOAについては2.4節で若干言及したが、NOAに対する科学的实在論からの批判も、科学的反实在論からの批判も取り上げなかった。それなのに、なぜNHAに対してする反論だけを考察するのか。その理由は、歴史科学においての科学的实在論の論争がまだ未開だからである。この分野を題材にした先攻研究が乏しいという事実がまさに考察を要求している。

まずは、歴史科学における科学的实在論へ向けたターナーの批判を考察する。たしかに、証拠から導ける事柄の認識論的程度に関して、実験科学と歴史科学で非対称性があることは否定できないだろう。この点についてはターナーの見解に同意できる。また、科学的实在論にとって操作可能性が他の基準（たとえば、IBEで理論的対象を保証すること）に比べて認識論的に優先するのであれば、それを根拠としてミクロな事物と過去の事物に認識論的優位関係を設定することに問題はない。しかしながら、科学的实在論の立場をとり続けようとする場合に、操作可能性だけに依拠するのは若干の問題がある。確かに、不特定多数の要因を関連させないように因果的なふり分けを施す仕方で実験状況に手を加えることは重要である。だが、操作可能性で担保できるのは、理論の存在論的部分のみであり、理論的部分ではない。しかじかの結果を引き起こした原因としての何かが存在するということを因果的な連鎖から言うことはできても、その何かが持っている性質や、そのあり方（たとえば、粒子なのか波なのか、ヒモなのか）などといった理論的記述の真理性について何も言うことはできない。これはハッキングの実体实在論に対する批判にもなる。実験科学について科学的实在論の立場を取る場合、必ずしも操作可能性だけが要求されるわけではないだろう。したがって、歴史科学についての科学的实在論を退ける際に、操作可能性が成立しないという根拠を引き合いにしても説得力に欠けるのである。

次に、歴史科学における科学的反实在論へ向けたターナーの批判を考察する。前節で論じたように、彼は過去の出来事についての強い懐疑論を直観に反するものだと否定する。ターナーは、歴史科学の研究対象には実験科学の研究対象ほどに強い認識論的身分は与えられないとするものの、それでも歴史科学という知的な営みを救うためにNHAという態度を設定したのであろう。他方、あらためて述べるが構成的経験主義はそ

もそも科学の目的を真なる知識の探求とはしない⁸⁹。ファン・フラーセンからすれば、過去についての知識を獲得できるということの方が直観に反している。したがって、ターナーとファン・フラーセンはそもそも知識についてのスタンスが違っているため、そのスタンスが何について合理的なのかを明確にする必要があるだろう。そこで、ここでは議論の設定を、そうした不可知論的な知識観が歴史科学の営みや目的にどう関わるかということに仕切り直して考察することにする。

先にも述べたように、ここでは科学的反実在論を擁護することにする。すでに確認したように、歴史科学的な出来事についてわれわれが手にすることのできる証拠はどれも不完全な証拠であって直接に観察したものではないし、操作もできないし、モデルに対してすべての証拠が出揃ったと言い切ることも原理的にできない。そのため、事実的な問題としてわれわれは過去についてのモデルを一意に定めることはできない。その意味で過去の出来事について本当のことはどうあっても知りえないだろう。しかしながら、そうした事情を加味した営みとして歴史科学を理解することもできるだろう。つまり、証拠から導出されるのは単独の理論モデルではなく、さまざまな可能性を考慮した理論モデル「群」であって、そうしたゆらぎも込みで（むしろ、ゆらぎを前提とした特定の範囲内で）過去の出来事のありうる姿の理解を模索しているのが歴史科学である、と。さらに、どういう理論モデル群を採用するかは、真理性とは別の基準であっても良い。たとえば、過去の地球の気候モデルの優劣を、そのモデルが本当にあった出来事のモデルなのかは置いておいて、現在の地球の気象予測に使えるかどうかでつけることはあるだろう。このような道具主義的な反実在論であっても、歴史科学の理論モデルの選択という科学的営みを理解するのに十分である（もちろん、その基準が経験的十全性でも構わない）。このときに問題になるのは、過去で通用していたモデルが現在でも使えるのか（逆もまたしかり）というある種の帰納的判断であり、これは真理や道具の有効性や経験的十全性といった認識論的基準とは違う切り口の問題である。こうした問題は科学的反実在論だけでなく、科学的実在論やNHAが共に考察する必要がある。ともあれ、少なくとも不可知論的な立場が科学の営みの理解に噛み合わないとは言い切れないだろう。

以上のように、歴史科学において科学的実在論と科学的反実在論が成立する可能性はあり、したがってNHAの必要性も薄れてくる。つまり、過去に関する科学的営みについても、科学的実在論の論争を続けることができるのである。そこで、ここで若干ながら過去についての科学的実在論と科学的反実在論を対立させてみたい。先の段落では科学的反実在論であっても、科学の営みと両立する可能性があることを述べた。しかしながら、科学的探求をする動機付けに関しても科学的反実在論が適切かということそうでもない。たとえば、歴史科学者が研究をする動機の記述として「六億年前の地球が本当に凍結していたかどうかを知るためにナミビアの地層を調査しに行った」と言うことはできても、「ナミビアで見つかる奇妙な地層を調べるためにナミビアに行ったが、その成因の可能な説明の一つとして地球の全球凍結モデルがあり得る」と言うことは、あまり適していないように思われる（前者は科学的実在論の立場での言い方、後者は構成的経験主義の立場での言い方である）。後者のように記述すると、わざわざナミビアに行く動

⁸⁹ 観察可能な証拠についての経験的十全性が担保されるモデルが構築できればよく、過去についての理論的な記述は受け入れるものの、それを真なる知識とはしない立場のこと。

機付けと理論的説明とがつかない。というのは、理論的説明の内容はナミビアにいかなくても構築することができるからである。このように歴史科学を行う上での動機付けという点に注目すれば、構成的経験主義のような科学的反實在論は奇妙な立場であるが、科学的實在論のような理解の仕方はむしろ適切である（もちろん、これはあくまで歴史科学を行う上での動機に関してであり、知識の問題ではない。すでに言及したように、ターナーは奇跡論法を見限って操作可能性へと向かったため、彼は歴史科学について科学的實在論を取れないという路線に進んだのである）。

話をターナーの立場に対する批判へと戻そう。以上のように、ターナーが与えた批判には反論の余地があり、そのため歴史科学における科学的實在論と科学的反實在論の論争が成立する可能性は十分にあるように思われる。彼による科学的實在論の考察については同意できる部分があるが、操作可能性をどこまでの基準として考えているのか、科学の目的をどう考えるのかという部分について若干の疑問が残る。また、ターナーによる科学的反實在論批判は知識観についての直観的な受け入れられなさを述べているに過ぎず、不可知論的な立場が科学の営みにどう関係するかについて踏み込んでいない。だが、ここは科学的實在論の論争において重要な争点である。したがって、科学的實在論と科学的反實在論のどちらの立場に関しても、歴史科学において検討すべき課題は残っている。ターナーがNHAを選んだ理由が、どちらの立場も選択できないという消極的な理由なのだとしたら、こう言うことができるであろう。その道を行くのはまだ早計である。

さて、本節の結論はターナーの主張するNHAに賛同することはできないというものだが、それは彼の功績を否定するものではない。この論争の切り口を広げたという意味では、彼は先駆者と言える。学問の分類上、実験科学と歴史科学には区分がつけられているが、両学問の営みには連続性もある。そのため、歴史科学における科学的實在論の論争の分析と、実験科学におけるその分析とは相互に乗り入れ可能であろう。その相互応用の一例が、操作可能性という基準を用いた分析である。ターナーはこの基準によって歴史科学を科学的實在論から切り離した。このことには科学的實在論にとって肯定的な含意があるとみなすことも可能である。つまり、歴史科学を捨てることになるが、操作できる対象については積極的に實在を主張していく路線をターナーは後押ししている、と。すると、ターナーの一連の議論はNHAの提案ではなく、ハッキングの実体實在論の重要性を主張しているとみなすこともできる。このことを踏まえてみると、これまでの論争を対照的に捉えるためにも、科学的實在論の論争を歴史科学の視点から論じることが非常に有益だと考えられる。

8.4 本論全体のまとめと課題

本論での考察は以上であるが、最後に本論全体の研究の意義を8章での考察とからめて述べておきたい。本論では科学における理論的対象の實在性をめぐる科学的實在論と科学的反實在論の論争を題材にして、科学的實在論が展開してきた諸見解について検討してきた。この論争は科学哲学の多様なトピックを含んでいるため、それらをすべて網羅することは非常に困難である。そこで、本論では科学の営みと親近性の高い議論の中

心的にとりあげた。その一連の議論から、科学的实在論は次第に限定的な議論を行う立場となっていくことが分かるだろう。そのような議論の縮小傾向は、近年の科学哲学において顕著な「個別科学を対象とした科学哲学」という傾向とも関連しているように思われる。ここでの個別科学とは、生物学や神経科学や心理学といった物理学以外の科学分野のことを念頭に置いている（量子力学も含めてよい）。論理実証主義は物理学を雛型にして科学の体系化を目指したが、科学哲学はそうした大きなプロジェクトではなく、より局所的な議論を構築する段階に来ているのである。

そのような科学哲学全体の流れとも関連させる意図で、8章では科学の具体的な事例を用いて科学的实在論の議論の新たな可能性を模索した。8.2節での考察は物理学を扱ってはいるものの、現代の素粒子物理学が行う実験は100年前の実験と比べて大きく様変わりしている。素粒子物理学の実験は個人レベルで何とかできるようなものではなく、多くの研究者の共同を要する巨大実験である。予算の額も研究者の数もまさしく桁違いになった今日の素粒子物理の実験では、理論モデルをそれぞれのグループが独立して検証するといった局所的なやり方ではなく、実験グループ同士の相互連携を中心に据えたやり方が必要である。科学哲学の観点からすると、そのような科学者同士の連携と、理論の進展とを重ね合わせるような仕方で、科学を用いて自然を理解するとはどういうことかという認識論的問題を考えていくことが必要になるだろう。8.2節では、その試みとして真理概念の再考という問題を提示した。そして、情報量の蓄積という観点から科学的真理を捉えることは、科学的实在論の論争において、とりわけに準实在論に重要な視座を提供するように思われる。その理由は、準实在論における实在性の基準とは、観測装置の発展に応じて逐次変更されていくものだからである（7章を参照）。検出という行為は単に装置が反応をただけで完了するものではない。それに加え、理論的な考察が必要となる。たとえば、111頁に載せたグラフは、何がどこまで検出できたとみなせているかを定量的に示したものである。つまり、ニュートリノ振動という現象（換言すると、三種類あるニュートリノは相互に変化するという性質）の検出は、装置の発展だけでは完了しないのである。このような事例を考えることで、検出とはどのような行為なのか、検出によって何かを理解するとはどういうことなのか、検出という行為が实在について真なる知識をもたらすとはどういうことなのか、といった概念分析および認識論的考察が可能となる。以上が8.2節の考察の意義である。

そして、8.3節の考察はまさしく個別科学化する科学哲学の流れに乗るものである。ここでは歴史科学と実験科学の対比ということで、ターナーの著作を先行研究として取り上げた。彼が主に事例としているのは古生物学であるが、自然史を科学的に研究する学問分野の究極型が地球惑星科学である。その研究課題は、銀河や惑星の形成過程、地球規模の環境変化といった超マクロな対象および過程であるが、その研究の基礎には物理学や化学や生物学がある。現象のミクロな過程の理解に物理化学が必要なことは言うまでもないだろう。生物学が必要となる理由は、諸生物もまた惑星という巨大なシステムの中の構成員だからである。生物が時代ごとに地球環境の変化に与えてきた影響は計り知れない（簡単な例としては、植物の分布が酸素と二酸化炭素のバランスに影響するということが挙げられる）。その意味で、地球惑星科学は古生物学を含んでいる。そのような総合科学において、観察可能性をどのように考えることができるか、この世界で実際に起きていたであろう出来事について真なる知識を得るとはどのようなことなのか。

こうした考察を行うためには、既存の論争における問題点を設定し直す必要がある。本論での考察はその端緒となるものであり、それこそが8.3節の意義である。

8章で行った考察は、7章までで見てきたような既存の学説の詳細な検討を通して得た知見と、現在進行形の科学的営みとのコラボレーションによって生まれたものである。本論の独自性は、すでに多様な議論が出ている科学的实在論の論争に以上のような新たな視座を投げかけた点にある。ただし、これらの提案は未熟であることも確かである。したがって、これらの提案にさらなる検討を加えることをこれからの課題としていきたい。

付記

本論での議論はすでに学会誌等に掲載された以下の論文と、学会での口頭発表で利用した原稿やスライド、私的な研究会や大学院でのゼミの発表原稿を再構成したものである。ただし、その後の研究により、議論の流れや表現には加筆修正をしてある。

3章：「科学的实在論の論争と最良の説明への推論」『哲学の探求』第35号、哲学若手研究者フォーラム編、81～95頁、2008年

4章：「カートライトのモデル論は科学的实在論論争に変化をもたらしうるか」『Nagoya Journal of Philosophy』vol. 6、名古屋大学情報科学研究科情報創造論講座編、69～83頁、2007年

「カートライトの形而上学的科学観」『Nagoya Journal of Philosophy』vol. 7、名古屋大学情報科学研究科情報創造論講座編、85～100頁、2008年

5章：「存在的構造实在論の妥当性」『科学基礎論研究』Vol. 37 No. 1、科学基礎論学会、9～18頁、2009年

8章：「科学的实在論の論争をめぐる歴史科学と実験科学の対比」『Nagoya Journal of Philosophy』vol. 9、名古屋大学情報科学研究科情報創造論講座編、14～36頁、2011年

謝辞

本論は著者が名古屋大学大学院文学研究科哲学講座に在籍中の研究成果をまとめたものである。同講座教授の田村均先生には指導教官として本論文の執筆に関してご指導を戴いた。ここに深謝の意を表する。また、同講座教授の金山弥平先生には学部生時代から長年にわたり、研究についての助言・指導を戴いた。ここに深謝の意を表する。そして、同大学大学院情報科学研究科教授の戸田山和久先生には、所属が違うにも関わらずゼミの参加を許していただき、本論に関連する多くの知見を学ばせて戴いた。ここに感謝の意を表する。また、8章では素粒子物理学と地球惑星科学を例にした考察を行ったが、前者は同大学大学院理学研究科F研究室の時耕寿弥氏・長縄直崇氏らとの共同研究・学会発表での議論を、後者は東京大学・名古屋大学名誉教授の熊澤峰夫氏との共同研究・ポスター発表での議論を題材にしている。各氏は畑違いの人間の素朴な疑問に根気よく付き合ってくれた。ここに感謝の意を表する。最後に、同大学大学院文学研究科哲学研究室・情報科学研究科情報創造論講座の各位には研究遂行にあたって日頃より有益なご討論、ご助言を戴いた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- Ainsworth, P. M. (2009) "Newman's Objection" *British Society for the Philosophy of Science*, Vol. 60 (1), pp. 135-171.
- Aronson, J. (1988) "Testing for Convergent Realism," *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1998, Vol. 1, Contributed Papers, pp. 188-193.
- Adams, R. M. (1979) "Primitive Thisness and Primitive Identity", *Journal of Philosophy*, Vol. 76, pp. 5-26.
- Boyd, R. (1981) "Scientific Realism and Naturalistic Epistemology", in P.D. Asquith and R.N. Giere (eds.), *PSA 1980*, vol. II, pp.613-62. East Lansing: Philosophy of Science Association.
- (1984) "The Current Status of Scientific Realism", in Leplin, J (ed.) *Scientific Realism*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, pp. 41-82.
- Busch, J. (2008) "Eclectic Realism—a Cake Less Filling", *Studies in History and Philosophy of Science*, Part A 39 (2), pp. 270-272.
- Bridgeman, P. (1927) "The Operational Character of Scientific Concepts", reprinted in Boyd, R. (eds.) (1991) *The Philosophy of Science*, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 57-69.
- Carman, C. (2005) "The electrons of the dinosaurs and the center of the Earth: comments on D. D. Turner's 'The past vs. the tiny: historical science and the abductive arguments for realism'," *Studies in History and Philosophy of Science*, pp. 171-173.
- Cartwright, N. (1983) *How the Laws of Physics Lie*, Oxford: Clarendon Press.
- (1989) *Nature's Capacities and their Measurement*, Oxford: Clarendon Press.
- (1993) "In Defence of 'his Worldly' Causality: Comments on van Fraassen's Laws and Symmetry" *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 53, No. 2, pp. 423-429.
- (1995) "The Metaphysics of the Disunified World", *PSA: Proceedings of the 1994 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 2, D. Hull, M. Forbes, and R. M. Burian (eds.), pp. 357-364.
- (1997) "Models: The Blueprints for Laws", *Philosophy of Science*, Vol. 64, pp. 292-303.
- (1999) *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- (2002) "In favor of laws that are not ceteris paribus after all", *Erkenntnis*, Vol. 57, pp.425-439.
- Chakravartty, A. (1998) "Semirealism", *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 29, pp. 391-408.

- (2003) “The Structuralist Conception of Objects”, *Philosophy of Science*, Vol. 70, pp. 867–878.
- (2004) “Structuralism as a Form of Scientific Realism”, *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 18, pp. 151-171.
- (2007) *A Metaphysics for Scientific Realism: Knowing the Unobservable*, Cambridge: Cambridge University Press
- Cleland, C. (2002) “Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science”, *Philosophy of Science*, Vol. 69, pp. 474-496.
- Cruse, p. & Papineau, D. (2002) “Scientific Realism without Reference” in Michelle Marsonet (ed.) *The Problem of Realism*, Aldershot, U.K.: Ashgate.
- Cummiskey, D. (1992) “Reference Failure and Scientific Realism: A Response to the Meta-Induction”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 43, No. 1 (Mar., 1992), pp. 21-40.
- Da Costa, N. & French, S. (1990) “The Model-Theoretic Approach in the Philosophy of Science”, *Philosophy of Science*, Vol. 57, No. 2, pp. 248-265.
- Esfeld, M. and Lam, V. (2008) “Moderate Structural Realism About Space-Time”, *Synthese*, 160, pp. 27-46.
- Ellis, B. (1985) “What Science Aims to Do” in PM. Churchland and CA Hooker (eds.) *Images of Science*, Chicago: Chicago University Press, pp. 48-74.
- (1988) “Internal Realism”, *Synthese*, Vol. 76, No. 3 (Sep., 1988), pp. 409-434.
- (1990) *Truth and Objectivity*, Oxford: Basil Blackwell.
- Fine, A. (1984a) “The Natural Ontological Attitude”, in Boyd, R. and Gasper, P. and Trout, J.D. (eds.) (1991) *The Philosophy of Science*, Cambridge: MIT press, pp. 261-277.
- (1984b) “And not anti-realism, either”, *NOUS*, Vol. 18, No. 1, 1984 A. P. A. Western Division Meetings (March, 1984), pp. 51-65.
- (2001) “THE SCIENTIFIC IMAGE TWENTY YEARS LATER”, *Philosophical Studies*, Vol. 106, pp. 151-170.
- French (2006) "Structure as a Weapon of the Realist", *Proceedings of the Aristotelian Society*, Vol. 106, pp. 167–185.
- French, S. and Ladyman, J. (1997) “Superconductivity and Structures: Revisiting the London Account”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, Vol. 28, pp. 363-393.
- (2003a) “Remodelling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure”, *Synthese*, Vol. 136, pp. 31-56.

- (2003b) “The Dissolution of Objects: Between platonism and phenomenalism”, *Synthese*, Vol. 136, pp. 73-77.
- French, S. and Saatsi, J. (2006) “Realism about Structure: The Semantic View and Nonlinguistic Representations”, *Philosophy of Science*, Vol. 73, pp. 548-559.
- Giere, R. N. (1988) *Explaining Science: A Cognitive Approach*, Chicago: University of Chicago Press
- (1999) *Science without Laws*, Chicago: University of Chicago Press, 1999
- (2000) “Review: The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science”, *Philosophy of Science*, Vol. 67, No. 3, pp. 527-530.
- (2004) “How Models Are Used to Represent Reality”, *Philosophy of Science*, Vol. 71, December (2004), pp. 742-552.
- (2005) “Scientific Realism: Old and New Problems,” *Erkenntnis*, Vol. 63, pp. 149-165.
- (2007) *Scientific Perspectivism*, Chicago: University of Chicago Press
- Hacking, I. (1975) “The Identity of Indiscernibles”, *Journal of Philosophy*, Vol. 72, pp. 249-256.
- (1983) *Representing and Intervening*, Cambridge: Cambridge University Press. (邦訳：渡辺博 訳 (1986) 『表現と介入』産業図書)
- (1989) “Extragalactic Reality: The Case of Gravitational Lensing”, *Philosophy of Science*, Vol. 56, No. 4, pp. 555-581.
- Hanson, N. R. (1958) *Patterns of Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Harman, G. (1965) “The Inference to the Best Explanation”, *Philosophical Review*, Vol. 74, pp. 88-95.
- Harre, R. (1996) “From Observability to Manipulability: Extending the inductive arguments for realism,” *Synthese*, Vol. 108, pp. 137-155.
- Hesse, M. (1966) *Models and Analogies in Science*, Notre Dame: University of Norte Dame Press.
- Jardine, N. (1986) *The Aim of Inquiry*, Oxford: Clarendon Press.
- Kukla, A. “Scientific Realism, Scientific Practice, and the Natural Ontological Attitude”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 45, No. 4., 1994, pp. 955-975.
- Ladyman, J., Horsten, L. and van Fraassen, B. (1997) “A Defence of Van Fraassen’s Critique of Abductive Inference: Reply to Psillos”, *The Philosophical Quarterly*, Vol. 47, No. 188. (Jul., 1997), pp. 305-321.

- Ladyman, J. (1998) "What is Structural Realism", *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 29, pp. 409-424.
- (2002) *Understanding Philosophy of Science*, London: Routledge.
- (2005) "Mathematical structuralism and the identity of indiscernibles", *Analysis*, Vol. 65, pp. 218-221.
- (2007) "On the Identity and Diversity of Individuals", *The Proceedings of the Aristotelian Society*, Supplementary Volume LXXXI, pp. 23-43.
- Ladyman, J., et. al. (2007) *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, Oxford: Oxford University Press.
- Laudan, L. (1981) "confutation of convergent realism", *Philosophy of Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 19-49.
- Leplin, J. (1997) *A Novel Defence of Scientific Realism*, New York: Oxford University Press.
- Lipton, P. (1993) "IS THE BEST GOOD ENOUGH?" in Papineau, D. (ed.) (1996) *The Philosophy of Science*, New York: Oxford University Press, pp. 93-106. Reprinted from *Proceedings of the Aristotelian Society*, 93/2 (1993), pp. 89-104.
- (2004) *Inference to the Best Explanation* (2nd edition), Routledge.
- Maxwell, G. (1962) "The Ontological Status of Theoretical Entities", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 3, pp. 3-27.
- (1970a) "Theories, Perception, and Structural Realism", in R. G. Colodny (ed.), *The Nature and Function of Scientific Theories*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, pp. 3-34.
- (1970b) "Structural Realism and the Meaning of Theoretical Terms", in M. Radner and S. Winokur (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. IV. Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 181-192.
- Minnameier, G. (2004) "Peirce-suit of truth - Why inference to the best explanation and abduction ought not to be confused" *Erkenntnis*, 60 (1):75-105
- McArthur, D. (2006) "Recent Debates over structural realism", *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. 37, pp. 209-224.
- McMullin, E. (1970) "Capacities and Natures: An Exercise in Ontology", *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1970, pp. 63-82.
- Morrison, M. (1995) "Review: Capacities, Tendencies and the Problem of Singular Causes", *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 55, No. 1, pp. 163-168.
- Newman, M. (1928) "Mr. Russell's "Causal Theory of Perception"", *Mind*, New Series, Vol. 37, No. 146 (Apr., 1928), pp. 137-148.

- (2005) “Ramsey Sentence Realism as an Answer to the Pessimistic Meta-Induction”, *Philosophy of Science*, Vol. 72, pp. 1373-1384.
- Newton-Smith, W. H. (1988) “Modest Realism”, *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, pp. 179-189.
- (1989) “The Truth in Realism”, *Dialectica*, Vol. 43, No. 1-2, pp. 31-45.
- Papineau, D. (ed.) (1996) *The Philosophy of Science*, New York: Oxford University Press.
- Psillos, S. (1995) “Is Structural Realism the Best of Both Worlds?”, *Dialectica*, Vol. 49, No. 1, pp. 15-46.
- (1996a) “Scientific Realism and the ‘Pessimistic Induction’”, *Philosophy of Science*, Vol. 63, Issue Supplement. Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part I: Contributed Papers, pp. 306-314.
- (1996b) “On Van Fraassen's Critique of Abductive Reasoning”, *The Philosophical Quarterly*, Vol. 46, No. 182, (Jan., 1996), pp. 31-47.
- (1997) “How Not to Defend Constructive Empiricism: A Rejoinder”, *The Philosophical Quarterly*, Vol. 47, No. 188, (Jul., 1997), pp. 369-371.
- (1999) *Scientific Realism How science tracks truth*, London: Routledge.
- (2001) “Is structural realism possible?”, *Philosophy of Science*, Vol. 68 (supplementary volume), pp. S13-S24.
- (2006) “The Structure, the *Whole* Structure and Nothing *But* the Structure?”, *Philosophy of Science*, Vol. 73, pp. 560-570.
- (2008) “Cartwright's Realist Toil: From Entities to Capacities” in Stephan Hartman & Luc Bovens (eds.), *Cartwright' Philosophy of Science*, London: Routledge, pp. 167-197.
- Putnam, H. (1975) *Mathematics, Matter and Method*, Cambridge: Cambridge University Press.
- (1978) *Meaning and the Moral Sciences*, London: Routledge and Kegan Paul
- Quine, W.V. (1976) “Grades of discriminability”, *Journal of Philosophy*, Vol. 73, pp. 113-116.
- Russell, B. (1948) *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, London: Allen & Unwin.
- Saatsi, J. (2005) “Reconsidering the Fresnel–Maxwell Theory Shift: How the Realist Can Have Her Cake and EAT It Too”, *Studies in History and Philosophy of Science*, Part A 36 (3), pp. 509-538.
- (2008). “Eclectic Realism—the Proof of the Pudding: A Reply to Busch” *Studies in History and Philosophy of Science*, Part A 39 (2), pp. 273-276.

- Saunders, S. (2006) “Are quantum particles objects?”, I, Vol. 66, pp.52-63.
- Sellars, W. (1963) *Science, Perception and Reality*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Shapere, D. (1982) “The Concept of Observation in Science and Philosophy”, *Philosophy of Science*, Vol. 49, pp. 485-525.
- Smart, J. J. C. (1963) *Philosophy and Scientific Realism*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Smith, S. (2001) “Models and the Unity of Classical Physics: Nancy Cartwright’s Dappled World”, *Philosophy of Science*, Vol. 68, No. 4. (Dec., 2001), pp. 456-475.
- Suppe, F. (1989), *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana: University of Illinois Press.
- (2000) “Understanding Scientific Theories: An Assessment of Developments, 1969-1998”, *Philosophy of Science*, Vol. 67, Supplement. Proceedings of the 1998 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers (Sep., 2000), pp. S102-S115.
- Teller, P. (2001) “WHITHER CONSTRUCTIVE EMPIRICISM?” *Philosophical Studies*, Vol. 106, pp. 123-150.
- Turner, D. (2004) “The past vs. the tiny: historical science and the abductive arguments for realism”, *Studies in History and Philosophy of Science*, pp. 1-17.
- (2007) *Making Prehistory: Historical Science and the Scientific Realism Debate*, Cambridge: Cambridge University Press.
- van Fraassen, B.C. (1980) *The Scientific Image*, Oxford: Clarendon Press. (邦訳：丹治信春訳『科学の世界像』紀伊国屋書店 1986年)
- (1989) *Laws and Symmetry*, New York: Oxford University Press.
- (2001) “CONSTRUCTIVE EMPIRICISM NOW”, *Philosophical Studies*, Vol. 106, pp. 151-170.
- (2002) *The Empirical Stance*. Yale University Press, New Haven and London.
- (2006) “Structure: Its shadow and substance”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 57, pp. 275-307.
- (2007) “From a View of Science to a New Empiricism”, in *Image of Empiricism*, Monton, B. (ed.), Oxford University Press, pp. 337-383.
- Votsis, I. (2003) “Is Structure Not Enough?” *Philosophy of Science*, Vol. 70, No. 5, pp. 879-890.
- Worrall, J. (1989) “Structural realism: the best of both worlds?” *Dialectica*, Vol. 43, pp. 99-124.

- (1989), "Fresnel, Poisson, and the white spot: The role of successful predictions in the acceptance of scientific theories" in *The Uses of Experiment*, Gooding, D. and Pinch, T. and Schaffer, S. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, pp. 135-157.
- (1994) "How to Remain (Reasonably) Optimistic: Scientific Realism and the "Luminiferous Ether"", *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1994, Vol. 1: Contributed Papers, pp. 334-342.
- アリストテレス 山本光雄等訳『アリストテレス全集1』岩波書店、1971年
- ブルーノ・ラトゥール 川崎勝、高田紀代志訳『科学が作られているとき—人類学的考察』、産業図書、1999年
- 伊勢田哲治「科学的实在論はどこへ向かうのか」*Nagoya Journal of Philosophy* vol. 4、35～50 頁、2005年
- 伊勢田哲治「歴史科学における因果性と法則性」、飯田隆ほか編『岩波講座哲学 11 歴史 / 物語の哲学』所収、岩波書店、95～119頁、2009年
- 内井惣七『科学哲学入門 科学の方法・科学の目的』世界思想社、1995年
- 大西勇喜謙「認識論的視点からの实在論論争」『科学哲学』Vol.44-2、日本科学哲学会編、65～82頁、2011年
- 金森修『サイエンス・ウォーズ』東京大学出版会、2000年
- 菅豊彦『道徳的实在論の擁護』勁草書房、2004年
- 武谷三男『武谷三男著作集1 弁証法の問題』勁草書房、1968年
- 戸田山和久『科学哲学の冒険』NHKブックス、2005年
- 中川純男編『哲学の歴史〈第3巻〉神との対話—中世 信仰と知の調和』、中央公論新社、2008年
- 松永澄夫編『哲学の歴史〈第6巻〉知識・経験・啓蒙—18世紀 人間の科学に向かって』、中央公論新社、2007年