

ロシア自然科学アカデミー

V.A.アツェコフスキー

エーテル動力学的自然科学の始動

第 1 巻

現代理論物理学の方法論的危機

モスクワ 2009 年

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

В.А.Ащоковский

НАЧАЛА ЭФИРОДИНАМИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Книга 1

Методологический кризис современной теоретической физики

Startup of Etherdynamical Natural Science

Book 1. Methodological crisis of modern theoretical
Physics

Москва
2009 г.

UDC 530. 3.

V. A. アツュコフスキー『エーテル動力学的自然科学の始動』, 第 1 巻 現代理論物理学の方法論的危機, モスクワ, «Petit», 2009, 全 296 頁.

本書では, 現代自然科学, 特に現代理論物理学の哲学と方法論のいくつかの基本命題が検討され, それらの目的, 方法論, 基本命題および結果に対する批判が与えられる。

本書は現代自然科学と現代理論物理学の諸問題に関心のあるすべての読者を対象としている。

著者: ウラジーミル・アキモヴィッチ・アツュコフスキー, 工学博士, 教授, ロシア電気工学アカデミー会員, K.E. ツィオルコフスキー記念ロシア宇宙航行学アカデミー会員, ロシア自然科学アカデミー名誉会員。

編集者: ワレリー・グリゴリエヴィッチ・ワシリエフ, 化学準博士, ロシア電気工学アカデミー準会員。

V.A. アツュコフスキーの自然科学シリーズ『エーテル動力学的自然科学の始動』は次の全 6 巻から構成されている。[全 6 巻および全巻目次が下記のサイトに掲載されている。]

- 第 1 巻 現代理論物理学の方法論的危機 [本書]
- 第 2 巻 第 1 部 エーテル動力学の方法論とエーテルの性質
第 2 部 物質構造のエーテル動力学的基礎
- 第 3 巻 宇宙論と宇宙進化論のエーテル動力学的基礎
- 第 4 巻 第 1 部 電磁気現象のエーテル動力学的基礎
第 2 部 光学現象のエーテル動力学的基礎
- 第 5 巻 最初のエーテル動力学の実験と技術
- 第 6 巻 最新のエーテル動力学の実験と技術

ISBN 978-5-85101-027-9

© V.A. Atsukovsky, 2009

*****日本語版について*****

本訳書は«B.A. Ацюковский. Начала эфиродинамического естествознания. Книга 1. Методологический кризис современной теоретической физики. М.: «Петит», 2009. - 296 с.»のロシア語原文からの全訳である。原文 (PDF 版) は下記のサイトで入手することができる。

著者: ウラジーミル・アキモヴィッチ・アツュコフスキー (Владимир Акимович Ацюковский, Vladimir Akimovich Atsukovsky)

著者の経歴: 下記のサイトに掲載されている V. A. アツュコフスキー『相対性理論の基礎に関する批判的分析』の「付録 著者の研究業績」を参照されたい。

訳者: 吉田 正友 (サイト「物理の旅の道すがら」<http://naturalscience.world.coocan.jp>)

日本語版公開: 2019 年 12 月

* 訳文中の角括弧 [] 内は訳注である (文献番号を除く)。

* 訳文中における「物質*」については巻末の「訳注」を参照されたい。

目 次

本シリーズのテーマについて	5
まえがき	6
第 1 章 社会的生産と自然科学	11
1.1. 社会的生産における自然科学の役割	11
1.2. 古典物理理論の目的と構造について	13
1.3. 19 世紀末における古典物理学の危機の原因としての形而上学	14
1.4. 現代物理理論の目的と構造について	15
1.5. 現代理論物理学の方法論的危機の原因としての観念論	20
1.6. 自然科学の主要問題	22
1.7. 現代理論物理学の危機	24
結 論	28
第 2 章 相対性理論の基礎について	30
2.1. アインシュタインの相対性理論の出現の前提条件について	30
2.2. アインシュタインの相対性理論の出発点をなす公準について	33
2.3. 特殊相対性理論の論理	39
2.4. 一般相対性理論の論理	41
2.5. 実験の設定および実施のいくつかの方法論的特徴	43
2.6. 実験結果の解釈のいくつかの特徴	45
2.7. 相対性理論の命題を裏づけているとされる同理論に関する実験	47
結 論	51
第 3 章 量子力学は古典力学と何が異なっているか？	52
3.1. 量子力学の形成におけるラザフォードの原子モデルの役割	52
3.2. 量子力学のいくつかの欠点について	57
3.3. 量子力学の基本的命題の古典論的解釈	60
結 論	72
第 4 章 現代物理学のいくつかの領域における現状に寄せて	73
4.1. 原子物理学および核物理学における現状に寄せて	73
4.2. 電気力学における現状に寄せて	80
4.3. 宇宙論における現状に寄せて	85
結 論	90
第 5 章 非伝統的物理理論の創出の試み	92
5.1. A.A.ログノフの相対論的重力理論	92
5.2. B.N.ロジモフの自励振動量子力学	94
5.3. 時間の物理的性質に関する N.A.コズイレフの理論	95
5.4. G.I.シポフの物理的真空理論その他いくつかの理論	98
結 論	98

4 目 次

第 6 章 現代理論物理学の方法論に対する批判	100
6.1. 現代物理理論の目的に対する批判	100
6.2. 公準性に対する批判	103
6.3. 諸過程の本質を時空のゆがみに帰着させることに対する批判	106
6.4. 物理学の数学化に対する批判	108
6.5. 現象論に対する批判	110
6.6. 個別的法則性を一般的法則性として提示することに対する批判	112
6.7. 事実の選択と実験結果の解釈の偏向性に対する批判	113
6.8. 微視的世界の対象物の無構造化に対する批判	115
6.9. 現代物理理論と弁証法的唯物論のものの見方の比較	118
6.10. 科学と疑似科学	120
結 論	123
第 7 章 自然科学の方法論としての弁証法的唯物論	124
7.1. 自然科学と哲学の基本問題	124
7.2. 自然科学における仮説、理論および法則	127
7.3. 形而上学と弁証法、真理の相対性	129
7.4. 事実とその解釈	131
7.5. 自然科学における因果性と偶然性	133
7.6. 内容と形式、形式主義と実証主義	135
7.7. 現象論と動力学	137
7.8. 物理モデル化と数学的記述	141
結 論	145
第 8 章 次なる物理学革命の前夜に	148
8.1. 物理理論の発展の体系的・歴史的方法	148
8.2. 自然科学の発展段階としての物理学革命	150
8.3. 第 6 次物理学革命の前夜とエーテル動力学の前提条件	156
結 論	161
あとがき 科学と疑似科学	162
文 献	164
[訳注] 訳文中の「物質*」について	170

本シリーズのテーマについて

本シリーズには、『エーテル動力学的自然科学の始動』という共通のタイトルを持つ次の5冊[2017年より6冊]の本が含まれている。

第1巻 現代理論物理学の方法論的危機

第2巻 第1部 エーテル動力学の方法論とエーテルの性質
第2部 物質構造のエーテル動力学的基础

第3巻 宇宙論と宇宙進化論のエーテル動力学的基础

第4巻 第1部 電磁気現象のエーテル動力学的基础
第2部 光学現象のエーテル動力学的基础

第5巻 最初のエーテル動力学の実験と技術

第6巻 最新のエーテル動力学の実験と技術[第6巻は2017年に追加された。]

この『エーテル動力学的自然科学の始動』は、現代自然科学の現状分析、この100年間に形成され、基礎科学を袋小路に引き入れたその方法論に対する批判、物質*構造のさらなる深奥へ進む道筋に従った自然諸科学の発展に関する提案をテーマとしている。

20世紀に進行した諸科学の細分化は、自然は一体であるという理解の喪失をもたらした。このことが科学の各個別領域と自然科学全体における状況に対してきわめて有害な影響を及ぼしている。

自然科学の主導的領域である理論物理学において定着している公準[postulate]的な方法や公理的な方法が現象論、すなわち現象の外面的記述に対する選好をもたらし、このことが現象の物理的本質の理解を失わせ、その結果、現実の自然過程の本質の理解を失わせた。数学とはその基礎に置かれているいくつかの命題を展開させる論理にすぎないにもかかわらず、抽象数学を用いれば現実の自然現象を解明することが可能であるという見方が広く流布している。V.I.レーニンは、20世紀初頭における自然科学の状況を「物質*は消滅し、方程式だけが残った」と特徴づけた。しかし、この特徴づけは21世紀初頭における自然科学の現状に対しても完全に当てはまる。

自然科学の基礎をなしてきたのは常に物理学であった。その物理学の基礎は理論である。ところが、物理理論は既に20世紀の間に自然法則を反映しなくなった。そして理論科学者たちの関心は、現実によって死活にかかわるほど重要な一連の問題を突きつけられている応用科学者たちの関心とは異なるものになった。

今日、応用科学者たちは、いわゆる「基礎科学」の発展がもたらす果実を享受することができない状態となっている。なぜなら、その「基礎科学」は現実から完全に遊離し、自然に関するいかなる新たな知識も持っておらず、それゆえ、発見的価値[heuristic value, さらなる発見を促す力]を持っていないからである。このような状態がこれ以上続くことは、もはや耐えられない。この事情こそが、科学における現状の是正を試みる動機となった。本シリーズはそのような試みの一つである。

本シリーズにおいて検討される自然科学のすべての方向性の基礎には、共通の物質*的媒質、すなわち世界空間全体を満たし、あらゆる種類と形態の物質のための構築材料となっている気体状エーテルが自然界には存在しており、そのエーテルの運動があらゆる種類の物理的相互作用の本質をなしているという理解が横たわっている。

エーテルに関する理解の利用は、科学と社会的生産の前に新たな地平を切り開く。新たな地平は、多数の焦眉の問題の解決を助けることができる。人類の生存の可能性は、それらの問題の解決にかかっている。

V.I.レーニン『唯物論と経験批判論』
出版 100 周年に本書を捧げる。

まえがき

科学者の最も重要な義務は、自分の意見の無謬性を証明しようと試みる
ことではなく、証明されていないと思われるあらゆる見解や、誤りであ
ることが判明したあらゆる実験を否定する心構えを常に持つことである。

マルセラン・ベルテロ

V.I.レーニンの著書『唯物論と経験批判論』[1] が世に出たのは 1909 年であった。
広く知られているこの著書の分析をテーマとする、きわめて多数の文献が発表されて
いる。V.I.レーニンがこの著書で述べ、その根拠を明らかにしたいいくつかの命題を思い
出そう。

19 世紀末から 20 世紀初頭にかけて、自然科学における真の革命が始まった。X 線
(1895 年)、放射能現象 (1896 年)、電子 (1897 年)、ラジウム (1898 年) など、数
多くのものが発見された。科学の発展は、それまで存在していた物理学的世界像の有
限性を示した。それ以前の古典的物理学によって創り出された多数の概念の見直しが
始まった。古典物理学の代表者たちは、概して言えば、自然発生的な、無自覚的な、
しばしば形而上学的な唯物論の立場に立っていた。そのような唯物論の観点から見
ると、物理学の新発見は説明不可能であるように思われた。古典物理学は、物質*を、物
質*構造についてのある特定の理解を伴う哲学的カテゴリーと形而上学的に同一視す
る立場から出発していた。そのような理解が根本的に変化し始めたとき、観念論哲学
者や一部の物理学者たちは物質*の「消滅」について語り始め、唯物論の「破綻」を証
明しようとしたり、科学理論の客観的な意味を否定したり、科学の目的を現象の単
なる記述にあるとみなしたりし始めた。

V.I.レーニンは、科学的発見が観念論的に解釈される可能性が既に客観的現実の認識
過程そのもののうちに含まれており、その可能性は科学の進歩そのものによって生み
出されると指摘していた。

原子の深奥についての洞察、原子をそのエレメンタリーな構成部分に分割する試み
は、物理的知識の発展における数学の役割の強化をもたらした。これは、それ自体と
してはポジティブな現象であった。しかし、物理学の数学化、また我々の知識の不完
全性と相対性が、物理学的世界像が根本的に変化しつつあったこの時代においては、
物理学の危機の発生を助長し、「物理学的」観念論における認識論の源となった。

物理学の危機的状況という条件の下で、観念論哲学は自然科学から唯物論を追い出
し、新発見についての自分の認識論的説明を科学に押し付け、科学と宗教を和解させ
ようと試みた。V.I.レーニンの比喩的な表現によれば、「新たな物理学は常道を踏み外
して、観念論に落ち込んだ。それは主として、他でもなく、物理学者たちが弁証法を
知らなかったからである」。

レーニンの労作が世に出た時から 100 年が過ぎた。この 100 年の間に、20 世紀初
めの物理学における革命は、その立場をゆるぎないものとした。新たな科学領域が出
現し、きわめて多様な理論的・応用的な結果を与えた。しかし、最近数十年間におい
ては、新たな成果の増加という点で落ち込みが認められる。この状況は、ある程度ま
で、理論物理学が実践との関係において主導的な役割を失ったという理由によって説
明することができる。物理理論は無能力であることが判明した。しかもその無能力さ

はますます強まりつつある。物理理論は、現実が提起した、新たに生じた緊急課題の解決という面で実践に対して有効な支援を与えることができない。これは偶然ではない。なぜなら、理論物理学者たちによって行われている理論的探求は現実からますます遊離しつつあり、しかもその遊離そのものが、ある種の勇敢さ、科学的な大胆さとみなされるようになったからである。「クレイジーなアイデア」^{〔訳注〕}，すなわち現実から最大限遊離したアイデアの創出が物理学の目的として宣言された。そして自然の法則と構造の認識ではなく、GUT（大統一理論），すなわち4つの基本相互作用（強い核相互作用，弱い核相互作用，電磁相互作用および重力相互作用）を形式的に（本質的にでさえなく）単一の理論に統一する理論の創出が，全般的課題として宣言された。物理学は，事実上，抽象的概念——空間の多次元性，時間の多次元性，宇宙の多元性，空間と時間のありとあらゆる「ゆがみ」等々，現実の自然とも弁証法的唯物論ともいかなる関係も持っていない多数の概念——を自由に操作する，数学の一部門のようなものになった。

いったい何が，そのような状態の哲学的基礎となったのであろうか。今日では，19世紀末~20世紀初頭における物理学の危機の哲学的基礎となっていたのは，物理理論，いわゆる「古典」物理学の教条性であったと断言することができる。「古典」物理学は「十分に解明された」いくつかの自然「法則」を物神化していたため，それらの「法則」が明らかな不一致，あるいは一般にパラドックスと呼ばれているものをもたらすたびに，袋小路に入り込んだ。「古典」物理学は物理現象の内的本質を理解するという課題を自らに対して設定せず，現象の単なる外面的記述，現象論の枠内にとどまっていた。「古典」物理学は深い組織化レベルにおける物質*の構造を解明するという課題を自らに与えなかった。このことが不可避免的に現象の表面的理解に導き，新たな事実を受け入れる態勢を物理学に準備させなかった。「古典」物理学にとって，新たな事実の出現は常にまったく予期せぬことであった。しかし，最も重大な問題点は，「古典」物理学には，方法論的基盤，共通の哲学的基礎，自然全体は運動し自己組織化する物質*の物体と現象の総体であるという明確な理解が存在していなかったことである。普遍的物理不変量，すなわちあらゆる物体と現象に内在しており，その普遍性のゆえにいかなる変換も受けないカテゴリーに対するアプローチを，誰一人として定式化しなかった。

そしてそれとは逆に，具体的な条件から得られたすべての具体的な現象や法則性に対し，普遍的な性格が付与されていた。このことにより，それらの法則性を修正する可能性自体が排除されていた。ニュートンの引力の法則——「万有」引力の法則——，熱力学の原理——普遍的原理——，マクスウェルの電気力学方程式は，絶対的な真理とされた。何らかの個別的現象に関して提起された予想が裏づけられると，もうそれだけで，それらの「法則」は疑う余地のない真理とされた。

ところで，任意の現象に関する任意の公式的表現は，最良の場合でも，実際に存在しているものへの第一線形近似にすぎず，しかも，設定された研究目的の部分における近似にすぎない。現象の本質への深化は，不可避免的に現象の非線形性をあばき出す。また，それとは別の研究目的を設定しただけで，その同じ現象に関する別の形態の記述がもたらされる。

このように，19世紀末における物理学の危機をもたらした原因は，物理理論の構築に対する観念論的アプローチに他ならなかった。しかし，人々は物理学の方法論の本質そのものを変える代わりに，公準，すなわち「天才的洞察力」にもとづいて定式化され，全世界と全現象に対して無制限に適用される命題を導入することにより，現実

〔訳注〕 「アイデアがクレイジーでないときには，それは何の役にも立たない」（ニールス・ボーア）。

をさらに捨象する道を進み始めた。そしてここでは、A.アインシュタインの相対性理論と量子力学が特別の役割を演じた。

V.I.レーニンはその著書で次のように指摘している。「現代物理学はお産の床についている。それは弁証法的唯物論を産もうとしている。お産は苦痛を伴う。お産は、生きた、生命力のある存在だけでなく、何か死んだ産物を、汚物室に送られるべき何らかの廃棄物をも不可避免的に与える。物理学的観念論全体、経験批判論哲学全体は、経験記号論 [empiriosymbolism]、経験一元論 [empiriomonism]、等々とともに、そのような廃棄物に分類される」。

19 世紀末~20 世紀初頭における物理学は、その方法論を変化させた。既に何人かの学者、例えばフランスの学者 A.レイ [Abel Rey] は「数学の精神による物理学の征服」を強く危惧していた。V.I.レーニンはこのことをその著書において「物質*は消滅し、方程式だけが残った」と明確に定式化した。

信仰として受け入れられ、無制限に適用されるべきある種の主張としていくつかの公準が布告され、この俗悪な観念論的方法論がいたる所で適用されるようになったのは、まさにこの時期であった。

きわめて遺憾なことに、このような状況すべてが 20 世紀末まで続き、さらに著しく拡大した。物理学による弁証法的唯物論のお産が長引いていることは明らかである。物理学的観念論、経験批判論、V.I.レーニンが警告していた「物理学の痛みを伴うお産」のすべての廃棄物が、豪華な花を咲かせている。19 世紀末~20 世紀初頭の理論物理学に対する V.I.レーニンのすべての批判的意見は、現代理論物理学——20 世紀後半~21 世紀初頭の物理学——に対しても、完全にその意義を保ち続けているとすることができる。

今日、自然科学全体の基礎をなしている物理学は深刻な危機にあると確信をもつて言うことができる。この危機は、新たな物理学上の発見がますます減少しつつあること、研究がますます膨大な資金を必要としている一方、その結果はますます減少していることに現れている。しかし、最も重大なのは、応用科学の諸領域が緊急課題を解決しようとする際、物理理論がそれらの領域に与える支援がますます減少していることである。言うまでもなく、それは、19 世紀末から今日に至るまで物理学が採用している方法論に起因している。その方法論の欠陥は、でっち上げられた公準が理論物理学者たちによって提唱され、それらの公準に合わせて事実がつじつま合わせされている、すなわち、公準や「原理」と合致する事実は真理として承認され、合致しない事実は棄却されるという点にある。その例は、エーテル風をめぐるいまわしい歴史である。エーテル風が検出されたにもかかわらず、物理学者たちはそれを「承認」せず、それによって科学的捏造を行い、自然科学全体を逆立ちさせた。物理を研究することではなく、数学パズルを解くことが物理学者にとって最も重要な仕事になった。

今日、物理学においては 19 世紀末の物理学と同じことが生じている。19 世紀末の物理学者たちと同じ方法論的誤謬が今日の物理学によって繰り返されている。物質*はそのある一定の形式と同一視されているが、実際には、物質*の本質はその形式によってはまったく究明されていない。ニュートリノの発見の歴史全体がその例となっている。いくつかの原子核反応において検出された質量欠損は、既存のパラダイムに合わせてつじつま合わせされ始めた。すなわち、もし質量が消失したのなら、それはつまり、質量は粒子と一緒に飛び去ったということだ、というパラダイムである。そしてそれ以来、この「パラドックス」はまったく異なる解決法を持っている可能性があるにもかかわらず、でっち上げられたその粒子の探索に多大の努力が払われている。

このように、物理「理論」は再び観念論に陥り、多様な実験データ全体を世界の構造に関するでっち上げの理解に合わせてつじつま合わせする試みがなされている。そ

の際には、あからさまなごまかしが平気で行われている [2]。

今日では、錚々たる研究者たちによって得られた一連の実験データが誤った解釈をされていること（例えば、悪名高い遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」）、またいくつかの実験結果の処理が不正確であること（例えば、太陽近傍における星の光の偏向の測定、その他いくつかの事例）が明らかになっている。

ここから、物理理論における唯物論的方法論の役割が理解できるようになる。そのような方法論なしには、物理学は失敗を運命づけられ、現実の自然からますます遠くへ遊離していくことになる。物理学においてはパラドックスや不一致がますます頻繁に生じ、それらは「基準の再設定」、すなわち実験から得られた結果に合わせて「理論」のパラメーターをただ単に取り替える方法で解決されることになる。そのような物理学「理論」は誰にも必要とされなくなる。

今日、自然科学、とりわけ物理学の前には、2つの課題、すなわち、これまで歩んできた道の見直しおよび新たな発展方向の決定という課題が立ちはだかっている。

第1の課題の要点は、自然科学、とりわけ物理学によって蓄積された理論的知識全体的見直しを行い、自然科学、とりわけ物理学において得られたものの中で、何が確実なのか、何を信用することができ、何を信用してはならないか、何が棄却されなければならないかを決定する必要があるということである。なぜなら、この問題に決着をつけなければ、先に進むことはできないからである。

第2の課題の要点は、先に進む前に、あらゆる基礎的な物質*構造と物理現象に対するまさに物理学的な、すなわち本質的な説明を見出す必要があるということである。しかし、これらの課題を解決するためには、まず最初に、公準、「原理」、あるいは基準の再設定を伴わない、しかるべき唯物論的方法論を創出しなければならない。その方法論は弁証法的唯物論に依拠しなければならない。当然のことながら、その際には、最近1世紀間に自然科学が歩んだ道を考慮しなければならない。

20世紀初頭までの物理学の発展は、基本的には唯物論的方法論に従って進んでいた。すなわち、実験データの蓄積が帰納——個別的なものから一般的なものへの移行、それらのデータの一般化——の必要性をもたらし、次に、その一般化の結果、演繹——一般的なものから個別的なものへの移行、新たな研究の方向を決定するための帰結の定式化への移行——の可能性が現われた。いずれの場合にも、一定の論理に従う必要があった。困難な点は、そのような一般化のステップと、それに続く各ステップのための共通の基盤を見出すことにあった。しかし、そのような困難は何らかの形で克服された。そして帰納の論理が、次に演繹の論理が見出され、さらに、それ以前には互いに無関係だった様々な実験結果のひとまとまりの体系が組み立てられた後、何よりもまずその体系を完全なものにするため、それ以降の研究方向が決定された。

歴史は、帰納-演繹論理が首尾よく適用された少なからぬ好例を知っている。19世紀末、その事例が少なくとも2つの重要領域で——J.C.マクスウェルによって電気工学の領域で、そしてD.I.メンデレーエフによって物質構造の領域で——示された。

マクスウェルは、24人の研究者の研究結果の一般化を行った（1873年）。その一般化がもたらした結果は、電気工学自体だけでなく、電波工学、さらには電子工学、そして電気工学には直接関係がないように見えるそれ以外の一連の応用領域、例えば光学、原子物理学、等々の領域の嵐のような発展であった。

メンデレーエフは、当時までに発見されていた48の元素の性質にもとづき、彼以前に蓄積されていたデータの理論的一般化として元素周期表を作成した（1869年）。これにもとづき、メンデレーエフは、当時はまだ発見されていなかったが、彼の周期表において位置を占めているはずのすべての元素の性質を予言した。周期表上で欠けていた元素が大量かつ急速に発見され始めたのは、まさに周期表が創出され、発表さ

れた後のことであつた。そして周期表自体は化学者だけでなく、核物理学者やその他多数の領域の研究者によつても利用されている。

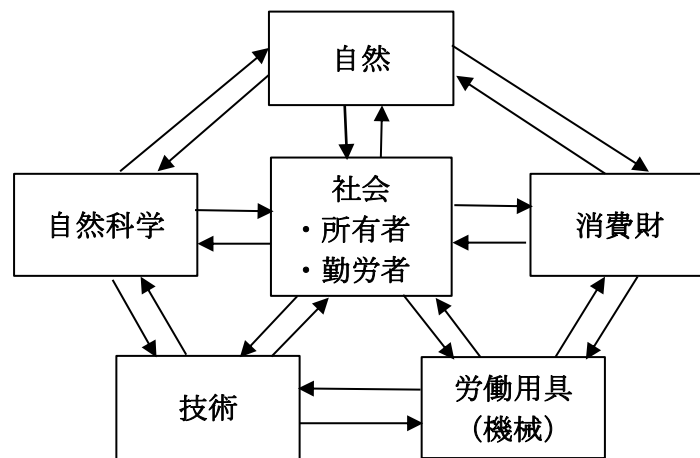
抽象数学的理論——アインシュタインの相対性理論と量子力学——の導入以前における古典物理学が用いていた科学方法論は、公準、公理や偉大な思想家たちの洞察に基礎を置いている現代の方法論よりも生産的であつた。それゆゑ、そのような科学方法論に回帰する必要がある。それは、今日ではすっかり忘れられている唯物論的方法論への回帰となる。

弁証法的唯物論の原理にもとづいた物理学の発展が質的に新たな実りあるものとなり、自然科学のすべての領域の発展において、また応用科学者たちの前に立ちはだかる問題の解決において、大きな支援を提供するであろうことに疑いはない。

第1章 社会的生産と自然科学

1.1. 社会的生産における自然科学の役割

人間は**自然**の一部分である。人間は生存するためには**消費財**を必要とする。消費財の基礎は自然原料である。消費財を生産するためには**労働用具**が必要である。労働用具は**技術連鎖**の最後の環をなしている。技術は自然法則の知識、**自然科学**にもとづいて創出される。より効率的に生産を行うためには、人々は分業を伴う社会的生産を創出しなければならない [1]。



社会的生産の構造

自然資源、自然資源と自然法則に関する知識、自然法則にもとづく技術、技術連鎖の環としての労働用具（機械）、それを得るために生産全体が創出されている消費財、ならびにこれらすべての環に関与している人間が社会的生産の要素をなしている [2]。

社会的生産の構造から、少なくとも2つの帰結が導き出される。

1) 自然の構造に関する理論の構築に対しては、唯物論的アプローチを取る必要がある。理論からは、技術と労働用具を含む生産手段の創出に関する提案が導き出されなければならないのだから、それらの理論は、公準、「原理」および公理を用いてでっち上げられた自然の構造ではなく、客観的な自然の構造を反映していなければならない。

2) 自然資源、生産手段および生産過程の直接的な遂行者である人間という形での生産力だけでなく、自然科学（自然法則に関する知識）、技術、およびこれが重要な点であるが、それを得るために生産全体が組織されている消費財もまた、社会的生産の要素をなしている。

生産過程において、人々は生産関係に入る。生産関係の本質は、生産要素に対する所有形態によって決定される。

生産関係の観点から見ると、社会においては、2つの人間集団を区別しなければならない。すなわち、

- ・生産要素の所有者
- ・生産過程にあれこれの形で関与しているが、生産要素の所有者ではない勤労者

職業の専門化と結びついている分業——これは生産力の領域に分類される——を、生産要素に対する所有関係と結びついている分業——これは生産関係の領域に分類さ

れる——と混同してはならない。1 番目のタイプの職業に関する分業が永遠に存在し続けるのに対し、2 番目のタイプの所有関係に関する分業は、時代とともに著しく変容する可能性がある。

生産要素の**所有者**とは、事実上、生産要素がその利益のために利用されている者である。生産要素の領有は、最も多くの場合は法律的な手続きに従って行われるが、これは必ずしもそうとは限らない。

勤労者とは、生産労働に直接的または間接的に従事し、付加価値を創出しているすべての者である。生産活動を創出し、組織する権限、また創出され、組織された生産活動を管理する権限を所有者によって与えられた**組織者**と**管理者**は、勤労者に分類される。原理的には、それは、自分の労働の対価として所有者から賃金を受け取る被雇用労働者と同じである。

マルクス [3] が正しく指摘しているように、生産力の発展は、社会発展のある段階において、人々の間における社会的生産物——消費財——の不均等な分配に起因する社会における矛盾の先鋭化をもたらす。その不均等性は、当該の所有物の私的領有者に対して社会的生産物のより大きな部分を取得する可能性を与える、社会的生産の個別要素に対する私的所有によってもたらされたものである。時間の経過とともに、また生産が発展するにつれて、その部分はますます大きくなり、社会において紛争的状況が激化し、社会的矛盾が先鋭化し、社会の全成員の利益になるように所有の再分割を求める要求が強まる。全体としては、労働生産性は低下する。なぜなら、生産の直接的遂行者——勤労者——は、生産の発展のうち彼らによって生み出された部分を受け取ることができないため、生産の発展に関心を持たないからである。危機的状況が生じ、もし社会全体の利益になるように所有の再分割が行われなかった場合には、所有の再分割に対する要求を実現するための革命の実行を目的として、社会的爆発が起こる。革命の後には、生産はより社会的となり、矛盾はしばらくの間弱まる。しかしその後、生産力がさらに発展するにつれて再び矛盾が激化し、すべてが再び最初から始まる。

このように、社会における矛盾の激化は、社会的生産における生産要素に対する所有が全人民的でないことに起因している。

以上に述べたことから、**定期的に社会を動揺させている危機の原因は、古くなりつつある既成の生産関係と成長しつつある生産力の間の矛盾である**ことが分かる。

これはマルクス主義が主張していることであるが、まさにその通りである。

社会における既成の生産関係と成長しつつある生産力の間の不適合が社会革命をもたらす。生産力は自然に関する科学——自然科学——の発展によって本質的に決定されている。技術と労働用具、すなわち生産手段がそれを土台として発展する自然科学の発展こそが、成長しつつある生産力と古くなった生産関係の間の衝突を準備する、すなわち、社会革命を準備するのである。それゆえ、共産主義以前の発展段階における既成の生産関係の維持に利害関係を持つ生産手段の所有者は、**科学の発展を抑制しようとする**。しかし、それは古くなりつつある技術の保存——技術的保守主義——をもたらす。このことが非再生可能自然資源の枯渇をもたらし、今度は生産手段の所有者同士の間における紛争を不可避免的に引き起こす。彼らは、あらゆる国と大陸の住民をその紛争に引き込む。

資本主義の発展の初期段階（18~19 世紀）における自然科学の嵐のような発展は、この段階においては、生産の拡大なしに生産から利潤を得ることが不可能であり、そのためには、何よりもまず自然科学諸分野を発展させる必要があったということによって説明される。資本主義全体の危機段階における科学全体、とりわけ自然科学諸領域の墮落は、資本主義的生産関係がその可能性を使い果たし、科学の発展が迅速な利

潤を与えなくなり、このことから科学に対する態度が墮落したことに起因している。古くなった生産関係は、科学がその構成部分となっている生産力の発展を抑制し始める。この過程は 19 世紀末に始まり、現在に至るまで続いている。

このように、自然科学の発展は人類全体の運命を本質的な仕方で決定している。19 世紀と 20 世紀の間に物理学において生じた事柄は、以上に述べた立場から検討すべきである [4]。

1.2. 古典物理理論の目的と構造について

古典理論物理学の基礎には I. ニュートンの古典力学が横たわっている。それによれば、物質*系の状態は、その系を形成しているすべての物体の座標と運動量によって完全に決定される。座標と運動量は古典力学の基本量である。それらを知っていれば、任意の力学量、例えばエネルギー、角運動量、等々を計算することができる。ニュートン力学には適用が制限されている領域があることが後になって認められるようになったものの、ニュートン力学は、もしそれが存在しなければ、それよりはるか後世における理論物理学の構築が不可能となったであろうような基礎であり続けた。

ニュートン力学の系の挙動は、単純な成分の総体——系を構成している物体の挙動——に帰着することに注意を払うべきである。

ニュートン力学を基礎として、連続媒質力学が生まれた。ここでは、気体、液体および固体は連続的で様な物理的媒質として検討される。連続媒質力学においてはニュートン力学の概念が用いられているが、ただしそれは、連続媒質の運動の記述に対してである。それゆえ、ここでは、個別粒子の座標と運動量の代わりに、それとは別の量——密度、すなわち単位体積当たりの質量；圧力、すなわち単位面積当たりの力；等々——が適用されている。ニュートン力学を基礎として、連続媒質の運動を記述する方程式——オイラー方程式とナビエ-ストークス方程式——が導出された。

既に 18 世紀末には、流体中における物体の運動に対する抵抗は、運動物体の尾部の後方において発生する渦に関する理解を利用しなければ説明することができないことに注意が払われていた。既に 19 世紀には、渦運動の法則性をテーマとする研究がヘルムホルツその他何人かの研究者によって行われた。

19 世紀後半、マクスウェルは連続媒質力学を電磁気現象に応用することによって電気力学を創出することができた。マクスウェル方程式の基礎には、理想流体中における渦運動の法則に関するヘルムホルツの命題が横たわっている。マクスウェルの意見によれば、エーテルはそのような理想流体であり、エーテルの渦運動こそが電磁気現象の本質をなしている。マクスウェルの電気力学は純粋に力学的な起源を持っている。すなわち、電気力学のすべての命題は、非圧縮性かつ非粘性の流体の力学の関係式から厳密に導き出されたものである。現代の教科書の著者たちは、このことについて沈黙することを選んでいる。

統計物理学は、その運動が力学の法則に従っているきわめて多数の運動粒子からなる力学系としての巨視的物体という理解を基礎として生まれた。

20 世紀初頭以前に創出された物理学の基本的基礎——古典力学、連続媒質力学、統計力学および電気力学——は、継承性を持ち、モデル的理解を利用し、物体と現象の間における因果関係の存在を前提とし、過程を物質*の内部運動からの帰結として検討し、空間のユークリッド性、物質*とエネルギーの非消滅性を自明のこととして想定していた。そのとき、エネルギーは物質*の運動の尺度とみなされていた。それらの理論は、自然科学によって蓄積された経験から導出された結論の結果であった。古典物理

理論における数学は物理学に従属していた。すなわち、数学は、物質*構造、過程および現象の物理モデルの記述のために導入されている。

あれこれの理論を提唱する動機となったのは、現象の内的本質を理解する必要性であった。その理解なしには、生じた応用的課題を解決することは事実上不可能であったからである。そのためには、仮説を提唱し、現象の内部メカニズムの一目瞭然たるモデルを創出しなければならない。そのおかげで、現象の内部メカニズムの因果関係が論証された。あらゆる統一体は諸部分からなり、それらの諸部分の相互作用こそが当該の現象を引き起こしていると常に想定されていた。自然現象に関する客観的知識が蓄積されるにつれて、それらの現象の内的本質に関する理解は変化し、それに対応してそれらの現象の物理モデルも変化していった。しかし、現象を記述する数学は、創出されたモデル、すなわち現象の物理的本質に関する理解を背景として立ち現れたのであって、その逆ではなかった。すなわち、数学がその理解を先導していたのではなかった。

実は、それには例外もあった。ニュートンの万有引力理論は、その基礎に物理モデルを持っていなかった。デカルトの引力モデルは不満足なものであることが判明した。ニュートン自身は、重力のエーテル動力的メカニズムを考え出そうと何度も試みたが不首尾に終わり、結局のところその試みを放棄して、「私は仮説を捏造しない」という有名な言葉を吐いた。しかし、この言葉は、彼があきらめて退却したことしか物語っていない。ちなみに、若干の時間が経過した後、ニュートンの万有引力の法則は、いわゆるゼーリガーの重力のパラドックスをもたらすことが判明した……。

1.3. 19世紀末における古典物理学の危機の原因としての形而上学

1909年、V.I.レーニンの著書『唯物論と経験批判論』[5]が発表された。広く知られているこの本の分析をテーマとするきわめて多数の文献が発表されている。V.I.レーニンがこの著書において述べ、その根拠を明らかにしたいいくつかの命題を思い出そう。

19世紀末から20世紀初頭にかけて、自然科学における真の革命が始まった。X線(1895年)、放射能現象(1896年)、電子(1897年)、ラジウム(1898年)、その他沢山のものが発見された。科学の発展は、それまで存在していた物理学的世界像の有限性を示した。それ以前の古典的物理学によって創り出された多数の概念の見直しが始まった。古典物理学の代表者たちは、概して言えば、自然発生的な唯物論の立場に立っていた。そのような唯物論の観点から見ると、物理学の新発見は説明不可能であるように思われた。これが生じたのは、古典物理学は、物質*を、物質*構造についてのある特定のきわめて制限された理解を伴う哲学的カテゴリーと、形而上学的に同一視する立場から出発していたからである。そのような理解が実験的に得られたデータと一致しないことが判明したとき、観念論哲学者や一部の物理学者たちは、物質*の本質に関する自分の不完全な理解を修正する代わりに、唯物論の「破綻」を証明しようとしたり、科学理論の客観的な意味を否定したり、科学の目的を現象の単なる記述にあるとみなしたりし始めた。

V.I.レーニンは、科学的発見が観念論的に解釈される可能性が既に客観的現実の認識過程そのもののうちに含まれており、その可能性は科学の進歩そのものによって生み出されると指摘していた。

原子の深奥についての洞察、原子をそのエレメンタリーな構成部分に分割する試みは、物理的知識の発展における数学の役割の強化をもたらした。これは、それ自体としてはポジティブな現象であった。しかし、物理学の数学化、また我々の知識の不完

全性と相対性が、物理的世界に関する理解が根本的に変化したこの時代においては、物理学の危機の発生を助長し、「物理学的」観念論における認識論の源となった。

物理学の危機的状況という条件の下で、観念論哲学者たちは自然科学から唯物論を追放し、新発見についての自分の説明を科学に押し付け、科学と宗教を和解させようと試みた。V.I.レーニンの比喩的表現によれば、「新たな物理学は常道を踏み外して、観念論に落ち込んだ。それは主として、他でもなく、物理学者たちが弁証法を知らなかったからである」[[5] 第5章第2節]。V.I.レーニンが正しく指摘したように、物理学者たちにおいては「物質*は消滅し、方程式だけが残った」[5][第5章第8節]。なぜなら、科学者たちは現象の物理的本質を理解すること、あらゆる物理現象の本質を構成している物質*の構造と運動に関するモデル的理解を事実上放棄してしまったからである。

V.I.レーニンはその著書で次のように指摘している。「現代物理学はお産の床についている。それは弁証法的唯物論を産もうとしている。お産は苦痛を伴う。お産は、生きた、生命力のある存在だけでなく、何か死んだ産物を、汚物室に送られるべき何らかの廃棄物をも不可避免的に与える。物理学的観念論全体、経験批判論哲学全体は、経験記号論、経験一元論、等々とともに、そのような廃棄物に分類される」[5][第5章第8節]。きわめて遺憾なことに、その指摘のすべてが20世紀末の物理学の状況に対しても当てはまっている。物理学による弁証法的唯物論のお産が長引いていることは明らかである。物理学的観念論、経験批判論、V.I.レーニンが警告していた「物理学の痛みを伴うお産」のすべての廃棄物が豪華な花を咲かせている。19世紀末~20世紀初頭の理論物理学に対するV.I.レーニンのすべての批判的意見は、現代理論物理学——20世紀後半~21世紀初頭の物理学——に対しても完全にその意義を保ち続けているとすることができる[6]。

1.4. 現代理論物理学の目的と構造について

周知のように、現代理論物理学の基礎には2つの理論——A.アインシュタインの特殊相対性理論と量子力学——が横たわっている。これらの理論の出現は理論物理学の方法論における原理的な変化をもたらした[6]。

17~18世紀の物理学の目的が現象の本質の理解、分かり易い諸要素の相互作用による複雑な現象の説明であったのに対し、20世紀の物理学はこれらの目的を事実上放棄した。相異なる現象に関する多数のデータを一般化する方法で過程の内的本質に関する結論を下す代わりに、物理学者たちはいわゆる「公準」、すなわち、彼らの意見によればそれに対して自然が従わなければならない仮定を提唱し始めた。

特殊相対性理論の基礎には5つの公準が横たわっている（教科書で普通に書かれているように2つではない）[6]。

- ・自然界にエーテルは存在しない。
- ・相対性原理（等速直線運動をしている系におけるすべての過程は、静止系におけるのと同じ法則に従って進行している）。
- ・光速不変の原理（任意の慣性系における光速は不変であり、光源の速度に依存しない）。
- ・4次元インターバルの不変性。そこでは、「空間」と「時間」は光速を通じて互いに結びついている。
- ・事象の同時性の原理（それらの事象からの光信号の観測者たちによる感受に関して）。

量子力学の基礎には 10 個の公準が横たわっている [6]。

- ・原子内媒質は存在しない（自然界にエーテルは存在しない。）
 - ・量子エネルギーの原理（エネルギーは一定の単位量——量子——ずつ放射される。）
 - ・原子中における電子軌道の定常性（原子中の電子には「許容された」軌道が存在する。）
 - ・一致の原理（極限的な場合には、量子力学の帰結は古典力学の結果と一致しなければならない。）
 - ・粒子と波動の二重性の普遍性（すべての物体は粒子的性質と波動的性質を持っている。）
 - ・相互関係の原理（粒子のパラメーターは粒子に固有のものではなく、古典的物体との相互関係において開示される。）
 - ・禁制原理（半整数のスピンを持つ 2 個の同じ粒子は 1 つの状態に存在することができない。）
 - ・波動関数の確率的性格
 - ・相補性原理（1 個の粒子の同じパラメーターに関する実験データの取得は相補的パラメーターに関するデータの変化をもたらす。）
 - ・不確定性原理（座標と運動量は同時に正確な値を持つことができない。）
- 「重力理論」とも呼ばれる一般相対性理論は、その基礎において特殊相対性理論とその公準を持っているが、それにさらに 5 つの公準を付け加えている [6]。
- ・重力に対しては特殊相対性理論のすべての公準が適用される。
 - ・空間と時間は重力場と結びついており、重力場を規定している。
 - ・変換に対する方程式系の共変性
 - ・重力伝播速度と光速の相等性
 - ・自然界にエーテルは存在する（！）。

理論物理学の様々な部門——量子統計力学、量子電気力学、量子色力学、超対称性理論、超弦理論、等々——は、あれこれの形で特殊相対性理論と量子力学に依拠しているが、それにさらに独自の公準を付け加えており、その総数は既に数十個に達している。

その際におけるそれらの理論の構築スキームは次のようなものである。限られた数のいわゆる「決定」実験の結果の分析にもとづいて、既存理論に対する事実の何らかの矛盾が定式化される。次に、公準——その提唱者の意見によれば、それに対して自然が一致していると思われる仮定的な主張——が提唱される。その公準にもとづいて新たな理論が創出され、その理論がいくつかの帰結を与える。それらの帰結が新たな実験の結果と比較される。もしそれらの実験の結果が予言と一致していれば、その理論は実験的裏づけを得た、したがってその理論は正しいとみなされ、これにより、新理論の基礎に据えられている公準も正しいとされる。次に、その公準が例外なしにすべての物理現象に適用される。その際には、実験事実が公準の命題とどれだけ一致しているかに応じて、どの実験事実を採用することができるか、または採用することができないかを決定するという、実験事実に対する態度が形成された。すなわち、新たな事実がその命題に一致している場合はその事実が採用され、一致していない場合は棄却される。その命題に一致していない事実は「非承認」となる。

しかし、その際には、事実の最終的な各総体は、相異なる理論、しばしば相互に排除し合う理論によって予言されることができていることが見落とされている。したがって、採用されたどの一つの事実も、それ自体としては、ほかならぬその理論、その理論のみを裏づけることはできない。その事実は、検証されている理論と根本的に異なっている別の理論も同じように裏づけることができるからである。しかも、実験結果が採

用されているスキームに合わせてつじつま合わせされている場合には、各実験には、不当にも棄却され、考慮されなかった要因も関与している。

歴史に目を向けよう。

自然界におけるエーテルの存在を原理的に否定している特殊相対性理論は、ローレンツが静止エーテル中における電荷の運動を考察した際に導出した、いわゆる「ローレンツ変換」を主要な数学的道具立てとして利用している。その「変換」の基礎には、エーテル中を運動するとき、電荷の対称的電場はその形態を変化させ始め、形態が球形から楕円体形に変換されるというローレンツの理解が横たわっている。その際、球は運動方向に扁平化し、垂直方向に伸長する。それゆえ、電場の体積は元のまま維持される。ところで、すべての物体の原子は電場によって結合しているのだから、そのとき、物体の長さの運動方向における収縮が生じる。これがいわゆる物体の長さのローレンツ収縮に他ならない。ここから分かるように、その理解の基礎にはある一定の物理モデルがあり、次にそのモデルが数学的記述を得て、その記述が「ローレンツ変換」と呼ばれるようになったわけである。この変換がローレンツによって導出されたのは 1904 年、すなわちアインシュタインが相対性理論に関する最初の論文を発表する前年のことであった。

それゆえ、特殊相対性理論に従ってローレンツ変換にもとづいて行われた計算と実験結果との一致は、特殊相対性理論と矛盾しているローレンツ理論の「裏づけ」をも意味することができる。既にこの一点だけに関しても、A.アインシュタインの特殊および一般相対性理論のすべての「実験的裏づけ」は相異なる解釈を持つことができる。

自然界にエーテルは存在しないという特殊相対性理論の最も重要な公準がアインシュタインによって定式化されたのは 1905 年であるが、その根拠づけがなされたのは、それより後の 1910 年に発表された論文「相対性原理とその帰結」[7]においてであった。アインシュタインはこの論文において、運動する物質*によって引きずられるエーテルの存在は、エーテルと運動する物質*との間の関係についての何らかの仮定を導入することを必要とするのに対し、静止エーテルの場合には、「マクスウェル理論にもとづいてこの仮説を発展させるためには、理論の基礎を複雑化させる可能性のある、いかなる追加的な仮説も必要とされない」と書き、さらに「空間全体を満たしているという媒質の存在を否定することなしに、満足すべき理論を創出することはできない」と指摘している。

これが裏づけのすべてなのだ！

実は、この論文の今引用した部分の前の箇所では、エーテルの部分的引きずりを裏づけたフィゾーの実験結果（1851 年）、またエーテル風を測定したが、このときは肯定的結果を得なかったマイケルソンの実験結果（1881 年、1887 年）が検討されている。しかし、既に 1901~1905 年、マイケルソンの共同研究者である E.モーリーと D.C.ミラーが、マイケルソンの忠告に従って実験場所をユークリッド山 [Euclid Heights。米国オハイオ州クリーブランド近郊] に移して実験を継続し、完全に確実な結果を得ていたにもかかわらず、アインシュタインはその結果を無視した。実際には、その結果は、予想されていたようなエーテル風の方角と速度値を与えなかった。しかしそれは、完全に明瞭な、念入りのやり方で得られた結果であった。エーテル風の速度値は 30 km/s と予想されていたにもかかわらず、海拔 250 m の高度で得られたその値はわずか 3.5 km/s にすぎなかった。それよりさらに後の 1921~1925 年には、海拔高度 1800 m のウィルソン山天文台では、ケース応用科学学校教授 D.C.ミラーによってエーテル風の存在の輝かしい裏づけが得られた。きわめて膨大な測定結果（1925 年だけで改良型マイケルソン干渉計を用いて 10 万回以上の独立したエーテル風速度測定が行われた）にもとづき、この高度におけるエーテル風の速度は 8~10 km/s であることが突きとめ

られ、エーテル風は地球軌道の平面内の方向ではなく、銀河方向——りゅう座の γ 星から地球に向かう方向（天の極から 26° ）——を持っていることが決定された [8]。これらの結果は現代の主導的物理学者たちによって否定され、現在に至るまで承認されていない。こうして、科学の偽造が行われた！

アインシュタインの特殊および一般相対性理論の実験的「裏づけ」の分析が筆者によって行われ [8]、「アインシュタインの相対性理論の命題と結論を裏づける、一義的な解釈が可能な肯定的結果が得られている実験は存在しない」ことが明らかになった。これに付け加えて、そのような実験はこれまで存在したことがなく、これからも存在することはないと予想することができると言わなければならない。

アインシュタインの相対性理論は恣意的に選ばれた、十分な根拠を持たない公準に依拠しており、その基礎において虚偽であるから、客観的世界の法則性を反映する理論を構築するための基礎となることは原理的に不可能である。

この「理論」は、いったい誰にとって必要なのか？

V.I.レーニンの多数の著作の中に、「戦闘的唯物論の意義について」[9] という論文がある。この論文は雑誌『マルクス主義の旗の下に』（現在は雑誌『哲学の諸問題』）の創刊との関連で発表された。レーニンはこの論文で次のように指摘している。「現代自然科学が迎えているまさに急激な転換の中から、大小の反動的な学派や流派が途切れなく列をなして次々に生まれつつある」。レーニンはそのような流派の一つとしてアインシュタインの相対性理論を挙げ、この理論に「(略) 既にすべての国のブルジョア・インテリゲンチヤのきわめて多数の代表者たちが飛びついている」と述べている。

現代ロシアのインテリゲンチヤの代表者たちもまた、そのようなブルジョア・インテリゲンチヤであることを遺憾の意を込めて指摘しなければならない。彼らは、古くから、また残念ながら伝統的に西側の「科学」に媚びへつらい、ソロス「助成金」^{〔訳注〕}と引き換えに、何でもかまわず売り渡す用意がある人間たちである。実は、冗談は抜きにして本気で言うが、彼らには売るべきものは何もない。彼らには真の科学的成果は存在しないからである。

量子力学の計算方法は多くの場合に应用的課題の解決にとって有益であることが判明しているものの、量子力学もまた、今のような状態では物理学的世界像の構築のための基礎となることはできない。

かつて、ラザフォードの惑星原子モデルの一連の矛盾が検出された。このモデルによれば、原子の中心には正の電荷を持つ小さい原子核が存在し、その周囲の相異なる軌道上を負の電荷を持つ電子が運動している。古典電気力学によれば、加速度運動をしている荷電粒子は絶えず電磁エネルギーを放射しなければならない。ここでは、縦方向の加速度（減速度）はエネルギーの付加（減少）を必要とするのに対し、円運動時に生じる横方向の加速度（減速度）はそれを必要としないにもかかわらず、どうしたわけか縦加速度と横加速度の区別がなされていないことに関連する、ある種の不審点がただちに生じてくる。しかし、そうだとすると、円運動時には、放射源、この場合は一定の速度で、したがってまた一定のエネルギーで円に沿って運動している電子におけるエネルギー損失と必然的に結びついている放射が生じなければならないことを理論が予想しているのはなぜなのかが、理解できなくなる。

それゆえ、まったく同一の「古典」理論によれば、電子はエネルギーを放射しながら、1 秒の何分の 1 にも満たない時間のうちに原子核に落下しなければならないはずであるが、それは生じていない。ここにはパラドックスがある。

〔訳注〕 ソロス (George Soros, 1930 年～) は世界の金融経済と政治に対してきわめて大きな影響力を持っているハンガリー系ユダヤ人の投資家、慈善家。

もう一つの困難は、軌道に沿って回転している電子には放射のためのエネルギー的原因がもし存在しないのだとすれば、そもそも電子の回転周波数を光の放射周波数と結びつける必要があるのはなぜなのかが、ここでも理解できないにもかかわらず、放射される光の周波数は原子核の周りにおける電子の回転周波数と等しくなければならぬはずであるとされ、このことも実験データと矛盾していたという点にあった。

そもそもがこじつけであるこれらの矛盾を除去するため、デンマークの物理学者ニールス・ボーアは2つの公準、すなわち、そこでは電子が放射をしない、「許容された」軌道が存在するという公準と、放射周波数は電子状態のエネルギーの間におけるエネルギー差に比例しているという公準を提唱した。ボーアはこれらの公準のいかなる根拠も与えなかった。それ以降における物理学の発展は、原子の場合だけでなく、分子と原子核の場合にも、ボーアの公準を用いて行われた計算の妥当性を示した。

物理学の新たな発展段階の始まり、そして言葉の本来の意味での量子力学の出発点となったのは、フランスの物理学者ルイ・ド・ブロイの粒子と波動の二重性という着想であった。それと同じ時期、E.シュレーディンガーは、原子中における電子の安定的運動に対しては定在波が対応しており、そのとき、電子の定常軌道に対しては軌道上における整数波数が対応していることを示した。これらの理解の発展が、多数の矛盾を解決し、原子と分子中における電荷密度分布の計算方法など、数多くのものを作り出すことを可能にした。

しかし、原子モデルのそれ以上の発展は止められた。量子力学は微粒子の構造についてのそれ以上の検討を放棄した。電子殻の構造は、純粹に数学的な理解から出発して、さらには空間の当該地点に電子が出現する確率の原因についてのいかなる説明もなしに、確率論的理解から出発して検討されるようになった。量子力学は、微視的世界の多くの性質、例えば微粒子の構造、電荷その他の荷量の本性、スピン、磁気モーメントなど、微視的対象の重要なパラメーターの本性を説明する能力を持っていないことが判明した。

今日の量子力学は、素粒子は構造を持たないと宣言している。粒子は点状である、すなわち、大きさを持たない。この主張はエネルギー論上のパラドックスをもたらしている（任意の粒子の電場と磁場のエネルギーは無限大となる）にもかかわらず、このことは誰も当惑させない。ラザフォードが既に1911年に構築した、出発点をなしにしている惑星原子モデルを疑問視する者は誰もいない。ボーアの公準も、また電子は原子核の周りを回っているという理解もラザフォードの惑星原子モデルの命題であるにすぎず、したがってもしこのモデルが実験との矛盾をもたらした場合には、別のモデルを見出さなければならないことを、人々はどうしたわけか忘れてしまっている。そしてそもそも、もし原子内媒質、すなわち他ならぬあのエーテルがこの世に存在しないのだとしたら、それらすべての「許容」や、空間の当該地点における電子の出現確率とは、いかなるものなのか？ 相互作用の具体的な構造とメカニズムが解明される代わりに、すべては結局、純粹に外的な、きわめて表面的な記述に帰着させられている。

事態は、微視的世界の現象におけるあらゆるメカニズムの存在の可能性自体が否定され始めるところまで至った。微視的世界の現象における因果関係も否定されており、これによって人間の認識の可能性に対して原理的な制限が課されている。

現代物理学は相対性理論と量子力学の公準を利用して、物理現象を「時空」のゆがみ、ありとあらゆる空間の「ゆがみ」やら時間の「離散性」やらに帰着させ始めた。その際には、空間と時間のそれらすべての非線形性は関数であり、それらの関数は、空間と時間の線形の引数が存在するときのみ存在することが可能なのであって、非線形性それ自体は、それ自体との関係においてはけっして存在することができないこ

とが無視されている。

理論物理学は現象の内的本質を解明しようと試みることを止め、現象論、すなわち現象の外面的記述を自然の主要な認識方法として宣言した。現象論の支配がもたらした結果は数学に対する物理学の従属であった。数学が不可欠かつ有用な補足物、あるいは道具として物理学によって利用される代わりに、物理学自体が数学の一部になった。そこからは物質*が、すなわち現象の本性と内部メカニズムに関する理解が完全に消滅した。

ますます複雑化する数学的道具立てを用いて現象の外面の内部矛盾のない記述を創出することが理論物理学の目的として宣言された。理論物理学は、自然の認識ではなく、GUT（大統一理論）、すなわち、そこでは主要な基本相互作用（強い核相互作用、弱い核相互作用、電磁相互作用および重力相互作用）が統一された数学的手法によって記述されるような理論の創出を自らの最高目的として宣言した。そのような統一がなし遂げられた場合、それは我々を自然現象の物理の理解に少しでも近づけるのか？と尋ねたくなる。答えは明白である。近づけない。では、何のために？

1.5. 現代理論物理学の方法論的危機の原因としての観念論

きわめて残念なことに、「はやりの」現代自然科学理論に関するレーニンのすべての予言は的中し、まさにそれゆえに、現代自然科学は深刻な危機に陥っている。このことは事実上すべての人々によって認められている。この危機の特徴は次の点にある。

- ・今日の理論の枠内では、我々が古くから広く利用している現象——電気、磁気、重力、核エネルギー、その他多数の領域における現象——の本質を究明することはできない。現代の科学者たちの意見によれば、あらゆる粒子は構造を持っていないとされ、それらの性質はどこか分からないところから現れている。

- ・物理学者たちは自然現象を一般化するのではなく、自然現象を公準化する道を選んでおり、その結果、意識（観念、公準）が物質*（自然、事実）に先行している。事実が理論の枠内に収まらない場合には、唯物論者ならそうするであろうように理論を修正するのではなく、事実を棄却する（これについては、マイケルソンと彼の後継者たちによって検出されたエーテル風の研究結果の棄却をめぐる歴史ただ一つを挙げれば十分である）。

- ・数学、すなわち記述方法が、物理学、すなわち自然に対してそのきわめて表面的なモデルと法則を押し付けている。数学の意見によれば、すべての過程は確率論的な性格を持っており、それらの過程に内部メカニズムは存在しない。

- ・理論物理学においては、弁証法的唯物論と直接的に矛盾する概念、例えば「ビッグバン」理論、すなわち「宇宙創造の始まり」といった概念が定着しつつある。実際、その際には弁証法的唯物論自体が古くなったのだと宣告されている。

19世紀末と20世紀末における理論物理学の危機の原因には共通の特徴があるが、そこには違いもある。19世紀末の物理学の危機は、当時までの間に出来上がっていた形而上学的な世界像の諸命題の理想化によって引き起こされた。科学によって既に解明されたすべてのものは絶対的真理としての地位を持っているとみなされ、物質*の構造的組織化のさらに深奥を解明する必要があるとは、誰も考えていなかった。当時、科学においては数学の役割が増大し始め、それが物理学自体を複雑化していた。すなわち、外面的記述、実は現象論が動力学——物理過程のモデル的理解に依拠する方法——を締め出し始めていた。自然科学の発展の基本路線——物質*のさらなる深奥の解明——が破壊されたことが、19世紀末の物理学を危機に導いた。

20 世紀末の物理学の危機は 19 世紀末と同じ原因によって引き起こされたものであるが、しかし、既に 20 世紀初めに採用された、その提唱者の意見によれば自然がそれと一致していなければならないとされる、いわゆる公準、「原理」および公理を提唱し、それを絶対化するという観念論的方法論によってさらに深刻なものとなった。ここでは、自然に関する理解（意識）が自然の解明（物質*）よりも明らかに先行しており、したがって客観的なやり方で自然現象にアプローチすることを不可能にする。人々は自然を解明せずに、でっち上げ始めた。20 世紀末の危機はこの点で 19 世紀末の危機とは異なっている。19 世紀末においては、自然に関する知識は自明なこと、証明されたこと、絶対的なこととして理想化されてはいたものの、でっち上げられてはいなかった。しかし、いずれのアプローチも観念論的なアプローチである。

観念論的哲学が観念論的方法論を生んだ。当時も今も、袋小路、すなわち物理学の危機がその方法論からの帰結となった。

これらすべてのことは、応用科学の分野では何をもたらしたか？

相対性理論のアイデアにもとづき、物質*構造の解明（高エネルギー粒子加速器）と人類への無限のエネルギーの供給（「トカマク」）を任務とする一連の巨大実験装置が創出された。それらすべては完全な失敗に終わった。物質*構造はどうしても突きとめられず、エネルギーは得られず、計画は縮小された。

実は、いくつかの成果も存在する。今から何年も昔のこと、ソ連科学アカデミー会員 B.B.カドムツェフ [Boris Borisovich Kadomtsev] の指導の下で、「安定的プラズマ」が得られた。プラズマは 0.01 秒「もの間」存在した。それ以来、人類に永遠にエネルギーを供給する使命を与えられた、熱核エネルギーを得るための多数の装置が建造された。しかし、装置が存在し、それを目的とする研究所や工場が創設され、研究会議や会合が開催され、賞や学位が与えられているが、熱核エネルギーそのものだけは存在しない。そしてそれがいつか存在するようになるかどうかは、誰も知らない。

相対性理論が非論理的で、そもそも何の果実も生むことができないにもかかわらず、その支持者たちがこの理論をあれほどまでに頑固に擁護しているのは、なぜなのであるか？ 彼らはこの理論を擁護しているというより、むしろ自分自身を擁護しているからである。相対性理論の崩壊は、この学派が 20 世紀全体を通じて、いったい何に取り組んでいたのか、その間、この学派の提案に従い、中規模国家の予算に匹敵するほどの資金が浪費されたのは何のためだったのかという疑問が必然的に生じることを意味する。それは、この学派のすべての代表者の大失策を意味することになる。

これらすべてのことは、現代基礎科学とその基礎——理論物理学——は既に長い間、深刻な危機に陥っているとみなす根拠を与えている。この危機の外面的特徴は次のとおりである。

- ・新たな発見が存在しないこと。ただし、多数の「素粒子」——その数は既に何百種類（数え方によって異なるが、200 種類ないし 2000 種類）にも達している——の発見は例外かもしれない。

- ・基礎研究が膨大な費用を必要としていること（長さ 22 km (!) の地下トンネル内に配置されているセルプホフ加速器 [セルプホフはモスクワ州の都市。高エネルギー物理学研究所の陽子シンクロトロン] の建造にはどれだけ費用が掛かるのか、知りたいものだ。そこには各数十トンの重さの 6000 個の磁石が設置されている。磁石には配管が巻きつけられており、その中に液体ヘリウムを流す必要がある)。

- ・物質構造がまったく理解されていないこと（「素粒子」には構造だけでなく、大きさも存在しない。それらのすべての性質——磁気モーメント、スピン、荷量、等々はどこか分からないところから現れている。場も同様である（「場」とは特殊な種類の物質*である）(!)。これで説明終わり)。

・実践的課題の解決の面で基礎科学が応用科学者に与える支援が事実上止まっている（応用科学分野で創出された産業部門別の領域は基礎科学から分離して独り立ちしただけでなく、多くの点で既に基礎科学を追い越した）。

自然科学のさらなる発展のために何も提案することができなくなった現代物理学の「理論家」たちは、宗教と合流する道を探し求めている。これは教会によって全面的に歓迎されている。そのような試みの例は、バウマン記念モスクワ国立工科大学が2002年12月23~26日に同大学学長 I.B.フョードロフ [Igor Borisovich Fyodorov] の指揮の下に開催した「科学と宗教の統合に関する国際会議」である。会議ではきわめて学識のある高位の教会聖職者たちが演説を行い、このイニシアティブを完全に支持した……。

今日、自然科学の前には2つの重要課題が立ちはだかっている。すなわち、1つは現在までに科学によって達成されたすべてのものの見直しという課題、もう1つは物質*の対象物の構造と現象の内部メカニズムの解明である。

第1の課題は、真理として受け入れられているもののすべてが真理というわけではけっしてなく、それゆえ、実際には何が達成されており、何が虚偽であるかを認識することによってのみ、さらに前進を遂げることが可能になるという事情によってもたらされている。そのような虚偽としては、例えば、いわゆる相対性理論の実験的裏づけのすべてが挙げられる。それは何よりもまず、あらゆる実験的事実は、相対論の支持者たちが選好している解釈だけでなく、無数の解釈を持つことができるということと関係している。1849年に行われた光速の決定に関するフィゾーの実験もその例となることができる。そこでは、彼が用いた方法論と彼が設定した実験と称するものには、いかなる技術的基盤もなかった。あらゆる光学機器においてまったく利用されていないフレネルの係数等々も、それらと同じ虚偽のリストに含まれる。

粒子のいくつかのパラメーターの決定精度——小数点第5位、等々——も疑念を生じさせる。いくつかの方法論、例えば陽子の寿命の決定方法、等々はまったく何の役にも立たない。これらすべては見直しを必要としている。

1.6. 自然科学の主要問題

今日における自然科学の主要問題は、科学は記述のみの枠内に留まらなければならないのか、それとも記述がなされた後には、それに続いて因果的説明が行われなければならないのか、という問題である。自明のことであるが、我々が新たな現象に関する知識の収集段階にある場合には、我々はその現象の因果的説明を断念してもよい。しかし、記述は科学研究における第一歩にすぎない。その後には、因果関係、すなわち現象の内部メカニズムの探求が続かなければならない。内部メカニズムの研究は、現象の原因を理解することを可能にするだけでなく、表面的観測では見逃されていた、その現象の新たな側面を開示し、その現象が適用される領域の境界を教えてくれる。その研究は、現象の記述における理想化を回避するとともに、それ以降における研究の道筋を決定することを可能にする。

自然現象の原因を解明しようとする試みは科学の歴史全体を貫いている。既に古代において、その試みは、ある現れ方においては唯物論的な性格を持っていた（タレス、デモクリトス、ルクレティウスなど）が、別の現れ方においては観念論的な性格、主として神学的な性格を持っていた。しかし、既に17世紀、フランスの科学者 R.デカルトは唯物論アプローチに対し、それに対応するしかるべき方法論を与えようと試みた。

R.デカルト（1596～1650年）はその主著『方法序説』において、物質*を無限に分割可能なものと仮定していた。すべての現象は物質*の運動に帰着する。デカルトはそのすべての帰結において正しかったわけではないが、宇宙を純粹に力学的な系に帰着させることにより、事実上、我々の感覚で捉えられる現象自体よりも深い物質*組織化レベルにおける因果関係をいたる所で探求することを要求する、動力的な方法を創出した。

「我々の感覚は、事物の実際の本性ではなく、事物がいかなる点で我々にとって有益であるか、または有害であるかのみを我々に示す」とデカルトは主張していた。デカルトの学説の特徴は、自然科学から隠れた性質を追放し、自然現象を運動によって説明することが可能であることを示している点にある。デカルトによれば、物質*の起源全体は、様々な基本的形態の発生に帰着する。それらの基本的形態が互いに連結し、新たな凝集体を構成することにより、様々な形態の物質*を形成するのである。自然に対するこのようなアプローチがデカルトの教説の生命力をもたらし、以来、デカルトの原理を指針とする科学流派はデカルト学派、あるいは運動論学派と呼ばれている。間もなくして、この流派に対してニュートンの流派が闘い始めた。この流派は現象論と呼ぶことができる。

デカルトのもう一つの主著『哲学原理』は1644年に発表された。それから43年後の1687年、I.ニュートンが万有引力の法則を発見した。ニュートンは引力の原因の説明を与える決心がつかないまま、その原因が物質*的なものなのか、それとも非物質*的なものなのかという問題の解決を読者の判断に委ねている。ニュートンは力の遠隔作用の原理の定式化を、その作用の中間的な物質*的担体に関する理解を導入することなく行っている。こうして、隠れた力という教説が創出された。この教説は神学者たちによって共感をもって迎えられた。万有引力の法則の成功に議論の余地はないが、しかし、この法則はもっぱら数学的な、しかも理想化された性格を持っており、物理学的な性格はまったく持っていないという点に注目すべきである。物理学的な理解、すなわち因果的理解の欠如は、特に、19世紀中頃、ノイマン [Carl Gottfried Neumann] とゼーリガー [Hugo von Seeliger] によって宇宙論的な重力のパラドックスが定式化されるという結果をもたらした。すなわち、万有引力の法則を無限の宇宙全体に適用すると、空間の任意の地点における重力ポテンシャルは無限大となるが、自然界においてはそのようなことは生じ得ないというパラドックスである。

このように、科学においては動力的方法論と現象論的方法論の間の闘いが既に17世紀から始まっていた。この闘いは今も終わっていない。

ドイツの著名な物理学者 H.ヘルムホルツは、「科学的知識の最終目的は、現象の一定不変な原因を探し出すことにある」と主張していた。これは、科学におけるデカルト路線の事実上の継続である。

物質*の運動論の一貫した支持者であり開発者であった J.C.マクスウェルは、一連の論文や講演において、現象の純粹な数学的記述の不十分性に注意を向けている。マクスウェルは数学の有用性を否定しなかったが、物理現象のモデル化が不可欠であることを指摘している。マクスウェルの電気力学はそのようなアプローチの例となっている。彼はそこで、電磁気の本質に関するエーテルモデル的な理解を利用していた。マクスウェルはその有名な電磁場の方程式を、まさにこの理解にもとづいて開発したのであった。マクスウェル方程式の有用性は、それに続く科学技術の発展全体によって裏づけられている。

19世紀中頃まで、自然現象に関する科学としての物理学は、重要な応用的意味を持たない、愛好家の道楽の対象とみなされていた（ただし、既に当時、幾何光学に関する研究はその例外となっていた）。しかし、電磁気の発見に伴って状況は変わり始め、

このこととの関連から F.エンゲルスや V.I.レーニンのような政治活動家も自然科学に対して大きな注意を払い始めた。これは、自然現象と社会現象に対する方法論的アプローチが多く、点で共通の性格を持っているという理由によって説明することができる。

F.エンゲルスの著作『自然の弁証法』(1873~1883 年) [10] と『反デューリング論』(1877~1878 年) においては、特に、「それぞれの (強調は引用者) より高次の運動形態は、その中により低次の運動形態を従属的契機として含んでいるが、より低次の運動形態には帰着しない」^{〔訳注〕} ことが示されている。

物質*のより深奥への進入を想定している動力学的方法が現象論より複雑で困難であることは、言うまでもない。既に 19 世紀末、現象論が主要な方法になったという悲しむべき事実は、他ならぬこの理由によって説明することができる。

V.I.レーニンはその著書『唯物論と経験批判論』[5] でこのような状況の許し難さに人々の注意を向けさせようと試みた。この著書において、彼は物理学者たちを、彼らにおいては「物質は消滅し、方程式だけが残った」という理由で批判した。ソビエト政権時代には、レーニンのこの著作の学習がすべての高等教育機関において義務づけられていた。実のところを言えば、この著作はかなり難解な言葉で書かれており、多くの点で論争的な性格を持っているため、このことが学習を困難にした。その結果、その学習はきわめて形式的なものとなり、20 世紀の科学の現実の発展に対して事実上いかなる影響も及ぼさなかった。

物質*の運動論を守る闘いは、既に 20 世紀にソ連科学アカデミー会員の V.F.ミトケーヴィッチ [Vladimir Fedorovich Mitkevich] と A.A.マクシモフ [Aleksandr Aleksandrovich Maksimov], また A.K.チミリャーゼフ [Arkady Kliment'evich Timiryazev] 教授, N.P.カステリン [Nikolai Petrovich Kasterin] 教授, Z.A.ツェイトリン [Zakhar Aronovich Tseitlin] 教授によって継続して行われていた [11]。しかし、彼らの努力は成功を収めることができなかった。その原因は、第 1 に、彼らは微視的世界のレベルにおける物質*の構造的組織化および力場の物理的本質に関する十分に徹底した理解を与えるだけの能力を持っていなかったこと、第 2 に、その本質において現象論的なアインシュタインの相対性理論と量子力学が、多数の現象を計算するための巧みな数学的公式を与えたことにある。後者の事実が、それらの理論の命題は真理であるという印象を創出した。そして、それらの理論の明らかな不備が見つかり始めたのは、ようやく 20 世紀末になってからであった。

1.7. 現代理論物理学の危機

今日、物理学は深刻な危機に陥っている。

現代物理学という建物の雄大さと、現代物理学の成果との関連において人類を待ち受けている壮大な可能性を証明することを目的とした多数の講演や言明がなされ、一般向けの記事や専門的な論文が発表されているにもかかわらず、実際にはそのようなものは何も存在しないと断言せざるを得ない。

現代物理学における既存の理解にもとづいて主要な基本相互作用を統一しようとする多数の試みは、事実上不成功に終わったことが明らかになった。理論物理学者たちが自然に関する物理学的思考の主要目的として長年にわたって吹聴してきた大統一理

〔訳注〕 これはエンゲルス自身の言葉ではなく、ソ連版『自然の弁証法』の編集者序文に述べられている同書の内容の要約である。エンゲルス自身の運動形態についての考え方は同書の「覚え書と断片/物質の運動諸形態、諸科学の分類」および『反デューリング論』の各所において述べられている。

論 (GUT) は、ついに創出されなかった。仮にそれが創出されていたとしても、それによって何が変わっただろうか？ 新たな方向性が開発され、新たな装置が創出されただろうか？ それとも、ただ単に物理学者たちが新たな理論の「美しさ」を満喫しただけだろうか。発見された物質「素粒子」の数は、もうとっくにそれらの「素粒子」の構造の完全な不確定性と符合しなくなっているのです、次なる新「素粒子」の発見は、もうずっと昔から誰も驚かせたり感動させたりしなくなった。

理論物理学においては、「パラドックス」や「食い違い」という微妙な呼び方をされている矛盾が蓄積され続けている。それらは基礎的な性格を持ち、基礎科学と応用科学のさらなる発展に対する深刻なブレーキになっている。電気力学のような既に十分開拓された領域においてさえ、既存理論では解決することのできない多数の種類の課題が存在している。例えば、同符号の2つ電荷が運動するとき、パラドックスが生じる。同符号の静止電荷はクーロンの法則に従って反発し合うが、運動時には引きつけ合う。それは電流であるからである。しかし、それらは互いに対して以前と同様に静止しているにもかかわらず、運動時には引きつけ合うのは、いったいなぜなのだろうか？

物理学の大多数の領域に存在するそのような困難は、一般にそうみなされているような、人間の認識活動の発展上における客観的困難ではけっしてない。過程の本質を理解することなく、現象論、すなわち現象の内部メカニズムや内的本質の研究を捨てて現象の外面的記述を選好していることが、それらすべての困難を必然的に生み出しているのである。

今日では、相対性理論も、現在叙述されている形での量子力学も、研究者たちを現象の本質の解明から遠ざけ、いくつかの個別的な公準や過程にもとづいた外面的・表面的記述をもって本質の理解の代わりとしていることが、既に多くの人々にとって明らかとなっている。それゆえ、そのようなアプローチがますます非生産的となりつつあるということは、何ら驚くに値しない。そのような方法論から生じる研究方向の制約性は、自然の深奥における過程を解明することを不可能にし、実験と理論的研究において多数の本質的要因が考慮されず、多数の有益な可能性が利用されないままになるという結果を法則的にもたらす。科学において定着している現象論的方法は、その無力さをますます強く示しつつある。

相対性理論と量子力学の「一般に受け入れられている」数学的依存関係は絶対的真理としての地位を獲得し、すべての新理論はそれらと一致しているかどうかをチェックされ、一致していない場合は棄却される。

しかし、それぞれの物理現象は無数の側面と性質を持っていること、したがって単純な現象の場合でさえ、それを完全に記述するためには無限個の方程式を立てる必要があることを思い出すのは無駄なことではない。それゆえ、微視的世界の現象に関するシュレーディンガー方程式であれ、電磁場に関するマクスウェル方程式であれ、ニュートンの万有引力の「法則」であれ、今日我々が利用している方程式は現象を多少なりとも完全に記述しているなどと考えるべきではない。このことは、基本法則とその数学的記述の精緻化が普通の研究事項とならなければならないこと、そして今日、出発点となるいくつかの公式や「原理」を明るく照らし出している無謬性という光背が取り払われなければならないことを意味している。

このこととの関連において、エンゲルスの次の言葉を思い出すことが適切である。

「排他的経験主義 [empirism] は、最良の場合でも数学的計算という形態での思考しか自らに許容せず、そうすることで自分は疑いのない事実のみを取り扱っているのだ」と思い込んでいる。実際には、排他的経験主義が取り扱っているのは主として伝統的な観念であり、その大部分はその先人たちの既に古びてしまった思考の所産なのであ

る。(略)それらは排他的経験主義にとって、果てしない数学的計算のための基礎として役立つが、そうした計算においては、数学的公式が厳密であるがために、諸前提が持っている仮説的な本性が容易に忘れ去られている。(略)この経験主義は、事実を正確に描出することがもはやできなくなっている。なぜなら、この経験主義における事実の描出には、それらの事実の伝統的な解釈が紛れ込んできてしまうからである」[10] [同書の「論文」「電気」の「電流形成についての上述のヴィーデマンの説明」で始まる段落]。

理論物理学において生じている状況——矛盾の蓄積、理論物理学の諸領域間における関係の分断化と細分化、現象の記述の表面性、現象の深奥の本質についての無理解、そしてこれら全体からの帰結としての、応用的研究の設定と実施における指導的役割の喪失——は、理論物理学を襲っている深刻な方法論的危機について物語っている。この危機は理論物理学が歩み続けている路線上で、あるいはニールス・ボーアが提唱したような、「クレイジーなアイデア」を創出する（すなわち、**もはや、そもそも何かを理解することを全員がやめる！**）という路線上で解決されるであろうと考える、いかなる根拠もない。

現代基礎理論科学の方法論はとうの昔にその可能性を使い果たし、生産力の発展、人間による自然力の利用におけるブレーキとなった。

科学技術革命や科学の成果についてもずっと前から語られている。原子兵器と原子力産業が創出され、近宇宙への飛行が開拓され、多数の材料が開発され、きわめて複雑なコンピューター等々が創出された。しかし今日では、質的に新たな発見はますます少なくなり、発展は主として量的な性格を持つようになった。物質「素粒子」の研究においてさえ、そこで用いられている手法は質的に新たなものではなく、新たなエネルギーレベルはもしかしたら何か新たなものを与えてくれるかもしれないという盲目的な信仰に従って、ただ単に粒子加速器の出力が増強されているにすぎない。

応用物理学においては、様々な厳粛な約束がどうしても果たされずにいる。0.01秒「もの間」存在した「安定的」プラズマが得られた時から既に長い歳月が過ぎた。それ以来、人類に熱核エネルギーを永遠に供給する使命を与えられた、熱核反応の多数の装置が建造された。しかし、装置が存在し、それを目的とする研究所や工場が創設され、研究会議や祝賀会が開催されたが、それらすべてが企てられた目的である熱核エネルギーそのものだけは存在しない。そして我が国だけでなく、外国においても熱核エネルギーに関する一連のプログラムが中止された。

MHD（電磁流体力学）についてもそれと同様である。超伝導についても、応用領域におけるすべての事業についてもそれと同様である。原子力産業の領域においてのみ、事態は何とか動き出した。原子力発電所が現実存在し、建設され続けているからである。しかしここでも、発生した周知の事象は知識不足を物語っており、このことが原子力発電所の運用の安全性に対して直接的な影響を与えている。

一般に承認されているアイデアに準拠している物理科学諸領域における基礎研究は、信じ難いほど膨大な費用を要するものとなった。科学に対する支出のそれほどまでに重い負担は、けっしてすべての国家が耐えられるようなものではない。こう言ってよければ、経済危機が科学に一撃を加えた。しかし、物理学の危機の主要な特徴は、現代基礎物理科学の理論と方法論が持つ、実践が提起する諸課題の解決の面で応用科学に支援を与える能力がますます小さくなりつつあるということである。

「パラドックス」の存在、質的に新たな着想の欠如は、物理学における既存の着想が既にその可能性を使い果たしていること、物理学全体、とりわけ物理理論が深刻な危機にあることを意味している。

ここでは、現代理論物理学の現状と方法論に対する批判の細部に立ち入る必要はない。それは筆者の著書[6]においてある程度行われている。しかし、20世紀初頭に

物理学を観念論に導きつつあったものに関して V.I.レーニンが述べたすべての予言の正しさは、20 世紀末に完全に裏づけられた。

現代理論物理学の命題は、弁証法的唯物論の命題とあまりにもなはだしく矛盾している。

実際には、弁証法的唯物論が主張しているとおおり、物質*的世界において物質*の分割可能性に限界は存在しない。V.I.レーニンはその著書『唯物論と経験批判論』[5]において、「原子と同様、電子は汲み尽くされ得ないものである」と主張していた。このことは、電子は構造を持っていなければならない、その物質*的基礎はある何らかの構築材料であるということを意味している。その構築材料は運動を持っており、その諸部分は互いに相互作用している。まさにこのことが、あらゆる「素粒子」に関係を持っている。それらすべての「素粒子」は互いに転換し合うことができる。しかし、このことは、それらすべての「素粒子」がその基礎において同一の「構築材料」を持っていることの、自然による直接的な教示に他ならない！ 実験が示したところによれば、「物理的真空」、すなわち世界空間中における力場は素粒子を「生み出す」能力を持っているのだから、その構築材料は空間全体にも含まれている。このように、物理学の実験結果は、自然界には世界媒質——エーテル——が存在していることを直接的に示している。

ところで、現代理論物理学はそのような構築材料の存在を原理的に認めていない。物理学者たちの意見によれば、すべての素粒子は構造を持っていないだけでなく、大きさも持っていない！ それらのすべての性質——電荷、磁気モーメント、スピン、等々——は、どこか分からないところから現れている。それらは、その根底にいかなるメカニズムも持たない、生得的な性質なのである。このことにより、現象論的記述、すなわち現象の外面的記述の可能性のみが残される。このことが人間の認識の可能性に制限を課す。過程の深奥に進入することはもはやできない。なぜなら、それらの過程そのものが存在しないからだ！ しかし、そのときには外面的記述もきわめて表面的なものとなる。なぜなら、あらゆる現象はその諸部分の他ならぬ内部運動そのものの外部への発現であるのだから、内部メカニズムを考慮しない場合には、あれこれの外部への発現の観測は偶発事となるからである。そのとき残るのは、現象論、現象の外面的記述、「観測可能な」要因のみの考慮以外にはない。そしてそれらの「観測可能な要因」は、物理学においては数学的表式と結びついているので、「物質*は消滅し、方程式だけが残った」（レーニン）という結果になる。

弁証法的唯物論は、宇宙は永遠であり、物質*、空間、時間および運動は創出することも消滅させることもできないと主張している。アインシュタインの相対性理論は、そのとき宇宙がいわゆる「ビッグバン」の結果創出された、宇宙の「始まり」が存在すると主張している。しかも、その「ビッグバン」より前にはそもそも何も存在しなかったと主張している。弁証法的唯物論は、自然科学の蓄積された経験の一般化を要求している。相対性理論は、「物理学の公理的基礎を自由に発明すること」が可能であるとみなしている。相対性理論は、物理学の諸理論の継承性が遵守されること、すなわち、すべての新理論はアインシュタインの相対性理論と一致していることを要求している。しかし、相対性理論自体はそれに先行する自然科学の歴史全体とまったく一致せず、自らの「革命的思考」を誇っている。

物理学における唯物論は観念論と原理的に何が異なっているか？ 観念論とは異なり、唯物論は自然、物質*が一次的なものであり、意識、自然に関する理解——すなわち、この場合は理論——は二次的なものであることを認めている。理論と矛盾する何らかの事実が発見された場合には、唯物論者は新たな事実に従って理論を修正しなければならないのに対し、観念論者は不都合な事実を投げ捨てる。これは、相対性

理論の信奉者たちが過去において行い、今も行い続けていることである。

新たな事実と出会った 19 世紀の「古典物理学」は、理論に対する唯物論的アプローチをいかなる場合にも放棄することなく、自らの見地の見直しを行うべきであった。しかし、当時の物理学の哲学的な不十分さが、物理学者たちが文字通り自らの家——物理学——を焼き払い、すべてを抽象数学の独占権に委ねるという結果を招いた。抽象数学が自らを物理学、哲学、さらには宇宙そのものと見せかけ始めた。物質*は消滅し……。

「遠隔作用 (actio in distans)」の支持者たちが自然界におけるエーテルの存在を無視していることが、今日、その提唱者たちによって自然法則と見せかけられているいくつかの公式的關係式の不当な絶対化をもたらしている。そのような見地に従うことは、基本法則のいかなる精緻化の可能性に関する問題も原理的に取り下げさせることになる。あらゆる公式は客観的現実を近似的にしか反映していないのだから、これは原理的に誤っている。「遠隔作用」の考え方が再び復活した。それに従えば、そもそも我々は、それを通じて相互作用が伝達される媒質が存在するか否かを知る必要がないということになる。物理学は自然の研究者としての役割を放棄し、真の自然とはいかなる関係も持たない抽象の中に転落した……。

結 論

1. 自然科学は生産力の発展、技術的保守主義の克服、社会的生産全体の発展において決定的役割を演じている。それと同時に、自然科学の発展は、社会における社会的緊張の増大の根源的原因となり、それが社会革命——古くなった社会・経済的発展段階から、新たな、より進歩的な発展段階への移行——をもたらす。

2. 20 世紀以前の古典物理学の目的は自然法則の解明であった。その欠点は、得られた結果の理想化、形而上学的アプローチ、物質*の深い階層レベルを導入する必要性についての無理解であり、これが 19 世紀末における危機をもたらした。

3. 現代物理学の目的は、必ずしも自然の構造と一致していない、内部矛盾のない理論を発明することである。理論物理学においては、公準、「原理」および公理を提唱する方法が定着し、それらに合わせて実験事実がつじつま合わせされている。物理現象は数学的方程式からの帰結とみなされ、物理現象は数学的方程式と一致していなければならないとされる。現象の内部メカニズムの物理的本質はまったく検討されない。これが 20 世紀末の理論物理学の危機の原因であった。

4. 現代基礎科学とその基礎——理論物理学——は既に長年にわたって深刻な危機に陥っている。この危機の外面的特徴は次のとおりである。

- ・新たな発見が存在しないこと。ただし、多数の「素粒子」——その数は既に何百種類（数え方によって異なるが、200 種類ないし 2000 種類）にも達している——の発見は例外かもしれない。

- ・基礎研究が膨大な費用を必要としていること。基礎研究のために、例えば、セルプホフ加速器（これは長さ 22 km (!) の地下トンネル内に配置されており、そこには各数十トンの重さの 6000 個の磁石が設置されている。磁石には配管が巻きつけられており、その中に液体ヘリウムを流す必要がある）、あるいは制御熱核融合を用途とする「トカマク」といった装置が建造されている。しかし、それらの実験装置においては、結果の増大は装置の出力増大によって達成することが想定されている。

- ・物質の構造がまったく理解されていないこと。

- ・実践的課題の解決の面で基礎科学が応用科学者に与える支援が事実上止まっている

ること（応用科学分野で創出された産業部門別の領域は基礎科学から分離して独り立ちただけでなく、多くの点で既に基礎科学を追い越した）。

最後に挙げた点が決定的な事情となっている。

この危機のそれ以外の特徴として以下の点が挙げられる。

- ・今日の理論の枠内では、我々が古くから広く利用している現象——電気、磁気、重力、核エネルギー、その他多数の領域における現象——の本質を究明することはできない。

- ・物理学者たちは自然現象を一般化するのではなく、自然現象を公準化する道を選んでおり、その結果、意識（観念、公準）が物質*（自然、事実）に先行している。事実が理論の枠内に収まらない場合には、唯物論者ならそうするであろうように理論を修正するのでなく、事実を棄却する（これについては、マイケルソンと彼の後継者たちによって検出されたエーテル風の研究結果の棄却をめぐる歴史ただ一つを挙げれば十分である）。

- ・数学、すなわち記述方法が物理学、すなわち自然に対してそのきわめて表面的なモデルと法則を押し付けている。数学の意見によれば、すべての過程は確率論的な性格を持っており、それらの過程に内部メカニズムは存在しない。

- ・理論物理学においては、弁証法的唯物論と直接的に矛盾する概念、例えば「ビッグバン」理論、すなわち「宇宙創造の始まり」といった概念が定着しつつある。実際、その際には弁証法的唯物論自体が古くなったのだと宣告されている。

これらすべてのことは偶然ではなく、現代基礎科学とその主導的領域——理論物理学——の方法論そのものによって決定づけられている。

5. 現在の自然科学の主要問題は、自然科学の発展期間全体にわたってそれによって達成されたものすべての見直しを行い、現象の内部メカニズムを解明し、唯物論的方法論にもとづいたさらなる発展の道を決定することである。

第2章 相対性理論の基礎について

2.1. アインシュタインの相対性理論の出現の前提条件について

19世紀中頃、物理学における2つの方向の間の対立が現われた。一つは、現象中における物質*の対象物の運動を研究し、自然に関する真の科学の伝統的な客観性——人間の思考に対する自然法則の非依存性——を維持している古典的方向、もう一つは、客観的事実を、事実が人間の感覚に生じさせる印象にすり替えようとする方向である。第1の方向は唯物論的な方向である。なぜなら、ここでは、物質*、自然が1番目の位置に立ち、意識、あるいは検討された自然の事実から導き出された結論が2番目の位置に置かれているからである。第2の方向は観念論的な方向である。なぜなら、ここでは、感覚、意識が1番目の位置に引き上げられ、自然、すなわち物質はそれらの感覚の結果として検討されているからである。第2の方向は、その発展の過程で空間、時間および物質に関する理解を根本から破壊した[1]。しかし、第1の方向も袋小路に導いた。それは明らかに形而上学的であった。なぜなら、それは理論の出発点をなす命題の質的な変化、特に物質*構造の深奥への進入による理論の発展を想定していなかったからである。

危機は電気力学から始まった。電気力学は1865年から、クーロン、また主としてファラデーの実験結果を一般化したマクスウェル方程式群を基礎とするようになった。マクスウェルの電磁気理論は数学からその厳密性と論理性を、実験からその確実性、幅広い批判可能性と検証の客観性を借用した。

時が経つにつれて、微粒子の運動に特徴的な、毎秒数十 km、数百 km 以上のオーダーで測定される高速度に移行すると、マクスウェルの公式は実験値からのきわめて顕著な逸脱を与えることが明らかになった。この理論は改良と細部の修正を明らかに必要としていた。

しかし、科学は一部の科学者たちの努力のせいで本道から逸脱し、新たな事実を古くなった仮説に合わせてつじつま合わせすることのできる、恣意的な公準に取り組み始めた。プラトンに源を発する、純粹の思考は現実の認識に達することが可能であるとする認識論は、科学においては19世紀後半にマッハとポアンカレ、またそれより後にアインシュタイン[2]の著作においてさらなる展開を得た。

19世紀には、空間全体を満たし、万物を透過する世界媒質というエーテル仮説が広く流布していた。光の担体としてのエーテルは、多数の驚くべき性質を持っていなければならない。エーテルは、一方においては、微粒子や天体の運動を妨げないためには、きわめて「繊細」で無重量でなければならない、他方においては、光の横波を毎秒数十万 km の速度で伝達するためには、あり得ないほど「頑丈」でなければならない。エーテルにとって可能な周波数は、事実上ゼロから毎秒何兆 (10^{18}) 回までの範囲全体をカバーしなければならない。しかし、19世紀後半、サン＝ブナン [A.J.C.B. de Saint-Venant]、レイリー [Lord Rayleigh]、ストレトフ [Alexander Grigorievich Stoletov] の研究により、物質に対するそのような諸要件はまったく両立し得ないことが明らかになった。

エーテルの仮説的性質を複雑化することによってエーテル仮説を救おうとする多数の試みがなされた。しかし、S.I. ヴァヴィロフ [Sergey Ivanovich Vavilov] が書いているように、「実験データの押圧の下で、エーテルの概念はきわめてごたごたした、不明確なものとなり、その結果、この概念が諸現象の十分に一目瞭然たるイメージを与えているという点をもってしても、この概念の正しさを論証することが困難になってしまった。

ニュートンの時代と同様、我々もまた「エーテルとは何か」について少ししか知っておらず、しかも残念ながら、当時よりもっと少ししか知らない」[3]。

エーテル仮説に代わって、マクスウェルの電磁理論がやって来た。この理論は、明らかに信用を失ったエーテルを、「電磁場」という新たな概念に置き換えたという長所を持っていた。この概念は視覚的に観測可能な世界において類似物を持っておらず、それゆえ、お望みの性質を自らのものとするのを可能にした。それらの性質には、既知の天体の中で最も高速の天体（コホーテク彗星）の300倍もの速度で光波と電波を伝達する能力が含まれていた。

マクスウェルの理論は、低速度と静態において、当時までに知られていたすべての電磁気現象を見事に記述していたが、旧来のエーテル波理論も多数の魅力的な特徴を持っていた。競合するこれらの理論のうち一方のみの妥当性を裏づけることのできるような決定実験が必要となった。そしてマクスウェルはそのようなスキームを見出した。その実験の着想は、任意の弾性波の速度の2乗は伝播媒質の物質の相対密度に対する弾性率の比のみと等しく、波源の運動には依存しないということに基礎を置いていた。もし物質*的媒質としてのエーテルが存在しているとすれば、世界空間中における地球の絶対速度を実験的に測定することが可能であると考えられる。それを測定するためには、地球上の光源から地球の運動方向およびその反対方向への光の伝播速度を見出し、その値の範囲の差の半分を取れば十分である。エーテル波理論はこれによって裏づけられることになる。

マクスウェルの理論の出発点をなす着想が妥当であるとすれば、何らかの場源によって創出された電磁場はその場源と固く結びついたままとなり、場源と一緒に移動することになる。それゆえ、電磁場中における振動もまた、あたかも放射時点より後には場源が運動していないかのように、放射時点における場源に対して一定不変の速度で伝播しなければならない。マクスウェルが期待していたのは、明らかにこのような結果であった。

残念ながら、彼が提案した実験がマイケルソンによって行われたのは提案から16年が経過した後、すなわち提案者の死（1879年）から2年後のことであった。生前、マクスウェルは自分がどれだけ正しかったかを実験結果において自分自身で確かめ、同時代の人々に対して証明する機会を持たなかった。

マイケルソンとその同時代の人々は、ホイヘンス、フィゾーらのエーテル理解に囚われ続けていたため、マクスウェルの着想を理解していなかった。彼らは電磁理論によって与えられる「単純で説得力のある」説明を採用する代わりに、世界エーテルに対する光速度不変をどうしても検出することができなかったにもかかわらず、それを主張し続けた。

マイケルソンとその後継者たちの実験においては、干渉計は地球と一緒に運動しており、光放射器を含め、干渉計のすべての部分は互いに静止していた。光のエーテル波理論を事前に無条件に承認しない限り、運動する光源と受光器に関する結論をそれらの実験から下すことは、かつて今も許しがたいとみなされている。それゆえ、フィッツジェラルド [George Francis FitzGerald] は直接的な観測の結果を一般に承認されている (!) 仮説と整合させるため、**マイケルソンの実験を**、光速度が光放射器の速度に対して依存しているのではなく、あらゆる物体の大きさが観測者に対する物体の運動速度に依存しているという驚くべき事実の**証拠とみなす (!)** ことを提唱した。ローレンツはこの仮説を自らの電子理論によって根拠づけ、ポアンカレはこの仮説にもとづいてニュートン理論とは著しく異なった新たな相対性理論を構築した。

後年、これらすべての抽象的推論は誤って現実とみなされ、アインシュタインの第2公準「任意の座標系中における光速度は同一であり、その座標系中における光源の

運動に依存しない」という鋳型に鋳込まれた。本質的には、それはフィッツジェラルドの仮説から導き出される帰結であった。ところが、人々は直ちに逆にフィッツジェラルドの予想の方を帰結とみなし始め、アインシュタインの公準がその新相対性理論の基礎であるとみなすようになった。アインシュタインが相対性理論を仕上げ終えたのは1905年であるが[4]、既に1914年、O.D.フヴォリソン [Orest Danilovich Khvolson] 教授は相対性理論について、「そのとりわけ特異な特徴は、前代未聞の逆説性である！」[5]と述べている。

A.A.チャプキン [Alexey Alexeyevich Tyapkin] の言葉を借りれば、常識に反するその逆説性は、科学性、進歩性および流行のほとんど同義語になった。空間と時間、質量と速度、因果性と連続性の定義は逆説的な形式を持つようになった。一部の科学者たちもそれと類似した動機に従うようになり、その数学的道具立てをますます複雑化させている。

相対論が他の科学領域にも普及した後には、アインシュタインの第2公準は、科学上のあらゆる新たな提案や仮説に対する正式な「科学性の判断基準」となった。アインシュタインの第2公準自体は理論的にも実験的にも、誰によっても証明されていないにもかかわらず、その公準、あるいはそこから導き出される結論と矛盾しない所説のみが正しく、証明済みであるとみなされる！

もしマイケルソンの実験に対し、マクスウェルの考え方にもとづいた正しい解釈が当初から与えられていたならば、真空中における光の速度はベクトル代数の法則に従い、当該の現象に関与する他のあらゆる速度との間で合成されるという結果が得られたはずである。その場合には、アカデミー会員 L.I.マンデリシュタム [Leonid Isaakovich Mandelshtam or Mandelstam] [6] が言ったように「万事順調に進むことができたはず」であり、人為的なローレンツ変換も、アインシュタインの相対性理論全体も必要とされなかったはずである。しかし、マンデリシュタムはどうしたわけか、事の本質に触れたこの指摘から、いかなる実践的結論も引き出さなかった！彼はただ単に、アインシュタインの第2公準は証明されていないということ、そして「我々は証明を要求することなく」、つまり反科学的なやり方で「そこから出発する」ということを断言しただけであった。ちなみに、彼は我が国における相対性理論の隅の親石 [中心的な支持者] であった！

このように、20世紀初頭の一連の大科学者たちは、アインシュタインの相対性理論の出発点をなす公準は反科学的な性格を持っており、したがって彼の理論全体は反科学的であるという意味の意見を述べていた。

しかし、アインシュタインの相対性理論に対する反対者のあらゆる推論は、当時も今も、相対性理論自体と同じほど公準的な性格を持っており、それゆえ、真に発見的な価値を持っていない。彼らは皆、いかなる物理学的基础も持たない自分の無根拠な推測を提唱し、次に、その助けを借りて実験データを何とかして整合化しようと試みている。そのような推測は無数に提唱することが可能である以上、その推測も、そのような方法そのものも科学的とみなすことはできない。

そのような状況のうちのいくつかについて検討しよう。

何よりもまず、エーテルはこれまで常に連続媒質として検討されてきたわけであるが、あらゆる連続媒質中において、横波が伝播することは原理的に不可能であることを思い出すべきである。横波が伝播することができるのは、2つの条件、すなわち密度勾配が存在するという条件——例えば、相異なる密度を持つ2つの媒質(水と空気、金属、等々)が隣り合っているとき——および平衡状態からの逸脱を妨げる勾配力が存在するという条件が満たされている場合に限られる。その例は、弦または振動膜中における横振動の伝播——そこでは弾性力が平衡状態からの逸脱を妨げている——

あるいは水面に沿った横振動の伝播——そこでは重力がそれと同じ役割を果たしている——である。

これらの条件のうち1つでも欠けている場合には、横波は伝播することができない。その場合には、エネルギーの主要部分全体が縦方向に消費され、横方向にはまったく消費されないからである。ところで、このことは、電磁波は実際には波ではないということの意味している。電磁波はそれとは別の構造、例えば渦構造を持っているのである。そしてこのことは実験と矛盾しない。なぜなら、渦は波の性質に類似した多数の性質、すなわちベクトルのように足し合わされ、これによって重ね合わせの原理を確保し、干渉像や回折を創出する能力、等々といった性質を持っているからである。実は、この方向における研究は事実上行われたことがない。しかし、このことは、そのような現象が存在しないことをまったく意味しない。

エーテル自体の物理的性質は、これまで決定されたことがない。そのような試みは事実上まったく行われたことがない。エーテルの性質は、いかなる根拠づけもなしに、常に公準として定められてきた。例えば、エーテルは「絶対的に静止している」とみなされていた（フレネル、ローレンツ）——なぜか？あるいは逆に、エーテルは物体によって完全に引きずられるとみなされていた（ヘルツ）——なぜか？エーテルは常に理想化され、無重量性を持っているとみなされていた——なぜか？エーテルに対しては、既知の物質の性質、例えば弾性が帰せられていた——なぜか？等々。これらすべては絶対的に公準的な性格を持っており、その根拠づけがなされたことは一度もない。事実上、相異なる公準の上に基礎を置いた理論同士が闘っていたのである。そしてこのことが、より「科学的」でない方の理論、つまり、より強力な「学」派が支持している方の理論に対して優位性が与えられるという結果を生んだ。これらすべては、でっち上げられた自然ではなく、実在する自然を解明する使命を与えられている真の科学とは、いかなる関係も持っていなかった。

現代科学において支配的地位を占めているアインシュタインの相対性理論と量子力学も含め、既存理論および新たに創出される理論に関する検討は、まさに以上のような見地に立つて行うべきである。

2.2. アインシュタインの相対性理論の出発点をなす公準について

アインシュタインによって創出された特殊相対性理論の基礎的公準は次のとおりである [7]。

1. 任意の慣性基準系におけるすべての物理現象（力学的現象、光学的現象、熱的現象等々）は、一様に進行する。

2. 真空中における光伝播速度は、光源の運動に対して依存せず、すべての方向において一様である。

第1の公準から、運動している実験室の内部で行われるいかなる物理実験によっても、等速運動および直線運動の事実を検出することはできないという結論が導き出される。

第2の公準から、光速度を超える速度を得ることはできない、また、光速度は観測方法や測定方法に依存しないという結論が導き出される。

これら2つの公準からの帰結は、空間、時間および質量は物体の運動速度に依存するという命題、その他一連の命題である。これらの公準は、両者とも、世界媒質——エーテル——が自然界に存在しない場合にのみ可能である。なぜなら、もし万物を透過するそのような媒質が存在するとすれば、このことはただちに、実験室を通過する

その媒質の運動を検出する方法、したがってまた実験室の範囲外に出ることなく、エーテルを通過する実験室の運動の事実を検出する方法の探求を、方法論的に根拠づけることになるからである。おそらく、そのような運動は力学的方法によっては検出することはできないであろう。しかし、光学的方法について、事前にそのように断言してはならない。さらに、そのような媒質の存在は、光源の直近傍における光速度と光源から離れた場所における光速度との違いを、実験室が運動している場合と静止している場合とについて探求すること、また、光子がある媒質から別の媒質に移動するときの移行過程について検討すること、等々を可能とする。このように、自然界における世界媒質——エーテル——の存在という問題は、相対性理論の基礎的公準を採用することの正当性という問題と、きわめて密接にからみ合っている。

アインシュタインが自然界にエーテルは存在しないという考えに至った際、その基礎となったのはフィゾーの実験結果とマイケルソンの実験結果の比較であった。フィゾーは、その実験結果（1851年）において、光は運動する媒質（水）によって部分的に引きずられていることを見出した。1881年にマイケルソンが、また1887年にマイケルソンとモーリーが行ったエーテル風検出実験の結果においては、地球表面上にエーテル風は存在しないことが判明した。少なくとも、それらの実験結果はまさにそのように解釈された。実際には、エーテル風は、その速度は予想されていたより小さかったとは言え、既にマイケルソンの最初の実験において検出されていたのである。このことは、エーテルは絶対的に静止しているというローレンツの理論と矛盾していた。

アインシュタインは特殊相対性理論の基礎に据えられている原理に関する詳しい根拠づけを論文「相対性原理とその帰結」（1910年）[8]において与えている。彼はこの論文で次のように述べている。

運動する流体による光の部分引きずり（フィゾーの実験）は、「(略) エーテル完全引きずり仮説を否定している。したがって、残るのは次の2つの可能性である。

1) エーテルは完全に静止している。すなわち、エーテルは物質*の運動に絶対的にいかなる形でも関与していない（では、部分引きずりを示したフィゾーの実験はいったいどうするのか？——引用者）。

2) エーテルは運動する物質*によって引きずられている。しかし、エーテルは物質*の運動速度とは異なる速度で運動している。

第2の仮説を発展させるためには、エーテルと運動する物質*との間の関係についての何らかの仮定を導入する必要がある。第1の仮説はきわめて単純であり（強調は引用者）、マクスウェル理論にもとづいてこの仮説を発展させるためには、理論の基礎を複雑化させる可能性のある、いかなる追加的な仮説も必要とされない。

アインシュタインはさらに、エーテルは静止しているというローレンツ理論はマイケルソンの実験結果によって裏づけられていない、このように、ここには矛盾があると指摘した上で、世界空間を満たしている媒質を否定する必要があるという結論を下した。なぜなら、彼が考えるところによれば、「(略) 空間全体を満たしている媒質の存在を否定することなしに、満足すべき理論を創出することはできない」からである[8]。

エーテルの否定は特殊相対性理論の提唱者に対し、この理論が基礎を置いている次の5つの（普通そうみなされているように2つではない）公準を定式化する可能性を与えた。

1. **自然界におけるエーテルの非存在。**これは、エーテルの承認は複雑な理論をもたらすのに対し、エーテルの否定は理論をより単純なものにすることを可能にするという理由にのみ根拠を置いていた。

2. **相対性原理。**これは、等速直線運動をしている系におけるすべての過程は、静止

系におけるのと同じ法則に従って進行するという原理である（この原理はこれ以前に力学的過程に関してガリレイによって定式化されたものである）。

3. 光速度不変の原理（光源の速度に対する光速度の非依存性）。

4.4 次元インターバルの不変性。4次元インターバルにおいては、空間（座標）は光速度を通じて時間と結びついている。

5. 同時性の原理。この原理によれば、観測者は事象の経時的進行を、それらの事象から観測者に到達する光信号にもとづいて判断する。

これらの公準に従い、実験室（基準系）の内部で行われる物理学実験により、その実験室が静止しているのか、それとも等速直線運動をしているのかを判定することは原理的に不可能であること、また、光速度は任意の慣性系において不変であることが主張されている。

容易に分かるように、もしエーテルが存在すれば、上に列挙したどの公準も定式化することができなくなる。もしエーテルが万物を透過するとすれば、運動する実験室の内部でエーテル風が観測されなければならない。したがって、実験室内部におけるエーテル風を測定する方法により、実験室が運動している事実を実験室の外部に出ることなく決定する可能性が現われる。もしエーテルが存在すれば、光源が光を発生させるときに生じる移行過程に関する問題、光が光源から直近傍に出た時点における光源に対する光速度の大きさに関する問題、エーテルに対する光速度に関する問題、光源に対するエーテルの変位に関する問題、その他多数の問題を立てなければならなくなる。これらすべての問題に対する答えの探求は、上に列挙した公準を定式化するための根拠を残さないであろう。

同じ提唱者の一般相対性理論は、特殊相対性理論の公準を重力に対して適用した。その際、重力とは、その相互作用定数が電磁気とは37（！）桁も異なる[9]、電磁気とは別の基本相互作用であるにもかかわらず、純粹に電磁的な量である光速度が重力の伝播速度として解釈された。

一般相対性理論は先行理論にさらに5つの公準を付け加えた。

- ・特殊相対性理論のすべての公準の重力に対する適用
- ・重力場に対する時計の進行の依存性
- ・座標変換の共変性（あらゆる公式的表式を同一の形式に帰着させること。）
- ・重力の伝播速度と光速度の相等性
- ・自然界におけるエーテルの存在（！）

最後の公準について、アインシュタインはその論文「エーテルと相対性理論」（1920年）^{〔訳注〕}と「エーテルについて」（1925年）においてきわめて明確な言い方で次のように述べている。

「一般相対性理論によれば、エーテルは存在する。エーテルのない物理的空間は考えられない」。まさにこう述べたのである！

アインシュタインの相対性理論の基礎に据えられている公準の構築の論理に対する批判、また特殊および一般相対性理論のいわゆる「実験的裏づけ」に関連するすべての事情について詳細に検討することはしないが、次の点だけ指摘しよう。これら2つの部分の論理はそれ自体で閉じており、そこでは結論が出発点をなす命題に導いている。単一の理論のこれら2つの部分は、エーテルの存在というそれらにとって本質的な重要性を持つ問題において互いに矛盾している（特殊相対性理論は自然界にエーテルは存在しないと主張し、一般相対性理論は存在すると主張している）。特殊相対性理

〔訳注〕 この論文の日本語訳（石原純訳）を <http://fomalhautpsa.sakura.ne.jp/Science/Einstein/ether-rel.pdf> で入手することができる。

論にも、一般相対性理論にも、いかなる実験的裏づけもけっして存在したことはない。それらすべての「裏づけ」は、例えば加速器中における粒子の加速をめぐる問題において生じているように、普通の古典物理学のレベルで初歩的な仕方の説明されるものであり、慣性質量と重力質量の等価性の問題においてそうであったように、常に自明なものであり（古典物理学は慣性質量と重力質量の間に違いを設けたことはない）、太陽周辺における光の偏向の問題に関して生じたように、結果の意図的な処理によって得られた結果であり（すべての補外法の中から、相対性理論に最も一致する方法が選ばれている）、あるいはまた、エーテル風の問題で生じているように、ただ単に真理と一致していないものである [11]。

特殊相対性理論は、それが創出された時点から、1880 年~1933 年の期間に A.マイケルソンとその後継者たちによって行われたエーテル風検出実験において、太陽の周りの軌道に沿った地球の運動により地球表面上で観測されるはずであったエーテル風が検出されなかったという誤った理解に基礎を置いている。それらの実験では、万物を透過するエーテルは空間中において絶対的に静止しているとする H.ローレンツの構想（この構想は 19 世紀初めに A.フレネルが提唱した）が検証されていた。行われたそれらの実験はそれとは異なる結果を与えたが、しかし「ゼロ」結果であったことは一度もない。

マイケルソンの弟子で後継者である D.C ミラー [12] はエーテル風の研究に関する膨大な仕事をなし遂げた。しかし、彼の結果はアインシュタインの相対性理論の支持者たちによって否定された。彼らはこのことによって**科学の偽造を行った**。そして、マイケルソン自身とその助手である F.G.ピーズと F.ピアソンが 1929 年にエーテル風の存在を裏づけたときでさえ、それは何も変えなかった。相対性理論は既に支持者たちを得ていた。彼らは、自分たちに逆らう勇気を持つすべての者に悪口雑言を投げつけて辱めた。

これらすべては偶然ではない。自然界におけるエーテルの存在の承認は、即座に特殊相対性理論の基礎を破壊する。もし自然界にエーテルが存在すれば、この理論のすべての公準はいかなる方法をもってしても根拠づけることができなくなるからである。

1930 年代、モスクワ国立大学教授 A.K.チミリャーゼフと Z.A.ツェイトリン、科学アカデミー会員 A.A.マクシモフ、哲学者の E.Ya.コリマン [Ernst Yaromirovich Kolman]（モスクワ）、科学アカデミー会員の電気工学者 V.F.ミトケーヴィッチは、自然界にはエーテルが存在する、アインシュタインの相対性理論は誤りである、中間媒質のない「遠隔作用」の原理は不適切であるという観点を擁護していた。物理学者の O.D.フヴォリソン、A.F.ヨッフエ [Abram Fedorovich (or Fyodorovich) Ioffe], V.A.フォック [Vladimir Aleksandrovich Fok(or Fock)], I.E.タム [Igor Yevgenyevich (or Evgenievich) Tamm], L.D.ランダウ [Lev Davidovich Landau], Y.I.フレンケル [Yakov Il'ich Frenkel] は相対論者、すなわちエーテルを絶対的に否定し、遠隔作用の可能性を承認したアインシュタインの相対性理論の支持者の観点を表明していた。この問題に関する議論は雑誌『マルクス主義の旗の下に』の誌上で行われていた（1937~1938 年）[13~15]。それより後、既に 1950 年代になると、ミトケーヴィッチ（応用電気工学者）とフレンケル（理論物理学者）が、この議論における相争う両当事者を代表していた。

ミトケーヴィッチは次のように書いている。「いくつもの理由により、3 次元空間全体を満たす媒質の特別な意義を承認することなしに、科学によって蓄積されたデータ全体を包含する物理理論を構築することは無意味である。物理学が過ごしてきた過去の時代の言葉で言えば、その普遍的媒質はエーテルと呼ばれる」。

フレンケルは彼に反論してこう述べている。「私はある種の実在としての場という理解の正当性を否定しない。私が否定しているのは、その場は何らかの物質*的イメー

ジと一致しているという理解の正当性のみである」。

彼の理論的スキームにおいては、電荷あるいは相互作用点は空虚な媒質を通じて作用するという遠隔作用仮説が採用されていた。

フレンケルは次のように続けている。「しかし、もしミトケーヴィッチ氏が電磁場と呼ばれている過程の存在では満足しないというのなら、ファラデーとマクスウェルにおけるような、その過程の担体であるエーテルを維持する必要がある。しかし、現代物理学はそれに対して断固としてノーと答える」[16]。

相対性理論と自然界におけるエーテル非存在説の支持者たちの観点が勝利し、現在に至るまで我が国と世界の物理学界において優越的な地位を占めていることを、痛恨の念を込めて指摘しなければならない。

今述べたことから、アインシュタインは、理論の「単純さ」のためには、上述したフィゾーとマイケルソンの2つの実験から導き出される結論の間の矛盾という事実の物理学的説明を放棄してもよいとみなしていたことが分かる。アインシュタインが挙げた2番目の可能性 [=本書34頁の「第2の仮説の発展」] は、まさにその可能性は媒質——エーテル——の否定を要求しないにもかかわらず、結局、世に知られているいかなる物理学者によっても発展させられなかった。

エーテルがそうであるような擾乱エネルギーの物理的担体の役割を考慮する必要性を否定するとは、何よりもまず、現象の物理的本質の解明の必要性を否定すること、すなわち、提唱された公式的依存関係から導き出される結論が実験データと形式的に一致するように形式的・数学的記述を選び出した上で、その記述の枠内のみに留まろうと試みるということである。このようなアプローチの不十分さは、当時、いわゆる物質*の運動論を発展させていた何人かの物理学者によって指摘されていた。

現象の物理的本質が初期条件に組み込まれていない限り、いかなる数学的計算も現象の物理的本質を説明することができない。物理的本質の説明とは、現象の記述ではなく、現象の内部メカニズムの解明、現象の構成要素間における因果関係の追跡を意味する。相対性理論における数学的操作も含め、単なる数学的な操作だけでは、理論によって考察される現象の物理的本質に関する問題に対する答えにとって不十分である。

それだけでなく、エネルギーの担体を否定するということは、物質*なしの運動の存在の可能性を認めるということ、そしてまた、例えば、エネルギーが電磁氣的形態で1つの物体を離れ、第2の物体にまだ到達していない時点（例えば、J.C.マクスウェルによって利用されている時点）において、エネルギーが物質*的担体なしで空間中に保存されるということを意味する。「特殊な種類の物質*たる場」の概念を援用しても、それは事態を変えるものではない。なぜなら、この概念は何事も説明しておらず、その「特殊な種類の物質*」のメカニズムや構造を解明していないからである。したがって、「第2の可能性」が存在するにもかかわらず「第1の可能性」のみにもとづいて理論を展開するのは、明らかに正当性が不足している。

どうやらアインシュタインはこのことを理解したらしく、「エーテルと相対性理論」(1920年)[10]においては、エーテルの存在に関する見方を次のように変えている。

「要約すると、一般相対性理論は空間に物理的性質を付与しているのであって、したがってこの意味において、エーテルは存在すると言うことができる。一般相対性理論によれば、エーテルのない空間は考えられない。実際、そのような空間では、光が伝播することが不可能であるばかりでなく、物差しや時計が存在することも不可能であり、言葉の物理学的意味におけるいかなる時空間隔もないであろう」。

アインシュタインは論文「エーテルについて」(1924年)[10]において再び次のように強調している。

「理論物理学において、我々は物理的性質を付与された連続体なしで済ませることができない。なぜなら、おそらく物理学者たちが常にその基本的アイデアに従うことになるであろう(?!——引用者)一般相対性理論は直接的遠隔作用を排除しており、また、どの近接作用理論も連続的な場の存在、したがってエーテルの存在を前提としているからである」。

したがって、より「単純な」研究路線を選択するというアインシュタインが用いた仕事の仕方は、相対性理論の内部における矛盾をもたらしたと断定せざるを得ない。すなわち、特殊相対性理論と一般相対性理論という相対性理論の2つの部分は上記の同一の公準から導き出されるものであるにもかかわらず、前者は自然界にエーテルは存在するというアイデアと両立し得ず、他方、後者は自然界にエーテルは存在しないというアイデアと両立し得ないという矛盾である。それだけでなく、一般相対性理論は特殊相対性理論の直接的な延長であり、しかも1つの理論の2つの部分の提唱者は同一人物なのである。

エーテル風の検出作業がモーリーとミラー(1904~1905年)、さらにミラー(1921~1925年)、そして最後にマイケルソン自身(1929年)によって継続して行われたことに注目しなければならない[12]。これらの実験は、エーテル風が存在していること、そしてエーテル自体は普通の粘性圧縮性気体の性質を持つ気体状媒質であることを示した。様々な高度における地球に対するエーテル流の運動速度だけでなく、それらのエーテル流の方向も決定された。エーテル風は、それまで予想されていたように地球軌道平面内において吹いているのではなく、地球軌道平面に対して垂直に吹いていることが判明した。これらの研究は、相対性理論の上記の公準を提唱する可能性を原理的なレベルで完全に消滅させている。

アインシュタインの相対性理論の出発点をなす命題の不十分さにその著者らが注意を向けている文献が現れ始めたのは、最近のことである。これらの文献では、当時相対性の問題が他の研究者たち、例えばローレンツによって研究されていた点が指摘されている。ローレンツがエーテルに対する電荷の運動条件から独自の変換を導き出したのは1904年、すなわち、アインシュタインによる相対性理論の創出より1年前のことである[17](ローレンツは、あらゆる原子間結合は電気的な性格を持っているのだから、電荷がエーテル中を通して運動する際における電荷の電場の変形を考慮する必要があることを指摘していた)。ところが、ローレンツが得た、ローレンツ変換として世界中に知られている変換は、特殊相対性理論においては自然界におけるエーテルの不存在の証明として利用された。相対性の問題はフランスの数学者ポアンカレその他何人かの研究者によっても研究されていた。

これらの研究者は、あらゆる運動は相対的でしかあり得ないという命題を正しいと認めていたが、しかしその際、エーテルの否定がこの命題の必要条件であるとはまったく考えず、逆に、その存在が不可欠であると主張していた。彼らの理論は現実をより近似的に反映しているが、残念ながら、自らの結論の適用範囲の不当な拡大からも、得られた数学的解の理想化からも自由ではなかった。彼らはエーテルの性質、また場の性質についていかなる理解も持つことなく、アインシュタインのモデルと比べれば矛盾の度合いは小さいものの、せいぜいいくつかの現象の理想化されたモデルを与えたのみであった。

それぞれの物理現象は、物理諸量の間の一定の関数依存性によって記述される。これらの物理諸量のうち、検討されている事象の範囲内において、他の物理諸量に依存しない物理量とみなされるものは、それらの事象にとって物理不変量である。相対性理論の公準からは、すべての事象およびすべての物理現象は光の伝播との関係で検討され、光速度は光という個別的現象の個別的性質であるにもかかわらず、光速度が普

遍的物理不変量として登場するという結果が導き出される。例えば重力過程や核過程がそうであるように、多くの物理過程は光の放射を伴わず、電磁気とは関係を持っていない。それゆえ、光速度を**普遍的**物理不変量として採用することは不当であり、少なくとも、この量を物理学という建物の全体にとって出発点となる量として適用することには根拠がない。

以上を要約すると、アインシュタインによる相対性理論の公準の選択においては、多数の乱暴な仮定がなされていたと断言することができる。

2.3. 特殊相対性理論の論理 [訳注]

特殊相対性理論の出発点をなす基礎概念は、生起する事象の同時性である [1]。

それぞれ相異なる地点 A と B で生じる 2 つの事象の同時性とは、地点 A と B に対して静止しており、これらの地点から等しい距離に位置している第 3 の地点 C にいる観測者が両事象から光信号を同時に受け取るようになるような、時間の中における両事象の進行を意味している。

光速度は静止座標系と運動座標系の両者において等しいと仮定した場合、観測者が地点 C に対してある有限な速度を持つと、そのことによって 2 つの光信号の到着に非同時性が生じることになる。このことから、同じ地点 C で静止している別の観測者にとっては両事象はやはり依然として同一の時刻に生じることになるにもかかわらず、その観測者は、両事象は同時ではないという結論を下さなければならない。アインシュタインはこのことを考慮に入れて、時間の流れは座標、運動速度および測定方法に依存するという結論を下した。

相異なる速度で運動する複数の座標系における光速度の相等性という仮定を、アインシュタインが設定した特殊相対性理論の課題の解決のために利用することには、重大な論理的矛盾が含まれている。それは、同一の光の伝播過程が一義的でなくなるという矛盾である。

事象の同時性についての上記のような理解を考慮に入れた場合、2 つの事象の間のインターバルは

$$s^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$$

という表式によって決定される。

このインターバルの大きさは、アインシュタインの理論において普遍的物理不変量となっている。なぜなら、光がいかなる関係も持っていない強い核相互作用、弱い核相互作用および重力の計算も含め、この理論のそれに続くすべての計算には、明示的または非明示的な形でこのインターバルが存在しているからである。

ある地点の他の地点に対する運動の検討から、この場合には次のローレンツ変換が導き出される。

$$x = \frac{x_0^* - vt_0^*}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad y = y^*, \quad z = z^*, \quad t = \frac{t_0^* - \frac{v}{c^2}x_0^*}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

ここで、 $\beta = v/c$ は物体の相対運動速度、 x^*, y^*, z^*, t^* は運動座標系において運動する地点の座標、 x, y, z, t は静止座標系に対して運動する地点の座標である。

[訳注] この第 2.3 節と次の第 2.4 節の原文における一部の数式の表記には若干の混乱が見られるので、この邦訳における数式の表記は、本書より後の 2012 年に出版された V.A.アツュコフスキー『相対性理論の基礎に関する批判的分析：分析的概観（第 2 版）』の表記に従った。

x 軸に沿った等速運動が仮定されている。ローレンツ変換から、さらに物体の運動速度に対する時間の依存性

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

運動方向の違いによる物体の長さ方向の大きさの変化

$$l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2}$$

および速度合成則

$$v_{\Sigma} = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}$$

が導き出される。ここから、特に $v_{\Sigma} < c$ が、また $u = c$ かつ $v = c$ の場合に限り $v_{\Sigma} = c$ が導き出され、さらに運動量の速度依存性

$$p = mv = \frac{mv_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

が導き出される。ここで $mv_0 = m_0 v$ の添え字の交換は任意に行われている。このことは質量の速度依存性

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

さらに熱および温度の速度依存性

$$dQ = \frac{dQ_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad T = T_0 \sqrt{1 - \beta^2}$$

として解釈されており、このことがさらに質量とエネルギーの関係

$$\Delta m = \frac{\Delta T}{c^2}, \quad \Delta T = mc^2 - m_0 c^2$$

そして最後に

$$E = mc^2$$

へと導く。

このように、アインシュタインによれば、同時性の概念が、インターバルの概念とともに、一方では空間と時間の相互関係を、他方では物体の運動速度に対する物体の大きさ、質量およびエネルギーの依存性を決定している。ここでは光の伝播速度が基本量となっている。このこととの関連から、アインシュタインによって下され、今日一般に認められている、速度合成時における光速度の限界性という次の結論は興味深い [8]。

「(略) 真空中における光よりも速く伝播するような信号を送るいかなる方法も存在しない」。

アインシュタインは、光についての推論を同時性概念の基礎に据え、循環論法を用いることにより、光速度は運動速度の上限値であるという結論に至ったのである。

では、何か別の速度、例えば何らかの媒質中を伝播する音の速度を同時性概念の基礎に据えてはいけなのかという疑問が生じてくる。この場合、同じ数学的変換をす

べて行えば、もちろんこれは誤りであるが、我々は論理的に音速の限界性と不変性という考えに至ることが分かる。これとまったく同様に、光速度より大きい何らかの仮説上の速度を同時性概念の基礎として採用することも可能であり、そうであるとする、他ならぬその仮説上の速度を超えることはできないという結論に至ることができるであろう。

アインシュタインによる他ならぬ光速度の同時性概念の基礎としての採用は、フィゾーおよびマイケルソンの実験結果についての前記の解釈から導き出されたということに注目する必要がある。しかし、既に述べたとおり、その解釈は唯一可能な解釈ではない。マイケルソンの実験結果についての説明の正確性と唯一性が疑われるとすれば、光速度に対してそれほどまでに基本的な性格を与えてはならないことが判明するということがあり得る。そして最も重要なのは、同時性概念も精緻化を必要としているということである。なぜなら、2人の観測者にとって、同一の事象の同時性が相異なるものになるからである。したがって、観測者が同時性の客観的評価を与えるのではなく、逆に、観測者の知覚に依存しない、あるいは事象の進行という事実がいかなる種類の信号によって観測者に知らされるかに依存しない、時間の中における事象の進行こそが、客観的な現実として立ち現れるのでなければならない。この場合には、空間と時間の一般哲学的カテゴリーに対してまで特殊相対性理論の定式を拡大適用している推論体系全体が崩壊することになる。なぜなら、座標、時間、長手方向の大きさ、速度、運動量、質量、熱および温度のいずれの変換にとっても、その存在の余地はまったく残らないからである。

このように、特殊相対性理論の論理構築の体系は、最終的な推論と結論が出発点をなす概念に戻る、閉じた循環をなしており、観測者による事象の主観的知覚が、客観的な事象の進行の代わりとして立ち現れているのである。

2.4. 一般相対性理論の論理

特殊相対性理論の場合と同様、一般相対性理論の出発点をなす基礎概念 [11] は、不変量——幾何学的には長さの要素であるインターバルの2乗——、すなわち、

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - (cdt)^2 = \text{const}$$

あるいは縮約形で

$$ds^2 = g_{ik} dx^i dx^k$$

の概念である。

それゆえ、

$$g_{00} = -1, \quad g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1, \quad g_{ik} = 0 \quad (i \neq k \text{ のとき})$$

となる。

このような種類のテンソルはガリレイ型と呼ばれている。インターバルはテンソルの形で表すことができる。

恣意的なやり方で運動系と結びつけられた非慣性座標系への移行は、四次元座標の代わりに、恣意的な関数 f^i を通じて従来の座標と結びつけられた新たな座標 x^{1i} を導入することを意味し、それゆえ、

$$x^{1i} = f^i(x^i)$$

となる。

この場合には

$$dx^1 = \frac{\partial x^i}{\partial x^{1i}} dx^{1i}$$

であり、それゆえ、新たな座標系においては

$$ds^2 = g_{ik}^1 dx^{1i} dx^{1k}$$

となる。ここで、 $g_{ik}^1 = g_{lm} \frac{\partial x^l}{\partial x^{1i}} \cdot \frac{\partial x^m}{\partial x^{1k}}$ は新たな非慣性基準系における計量テンソルである。

重力理論である一般相対性理論の基礎命題の要点は、物体によって生み出される重力場のポテンシャルが存在する場合にも、インターバルは

$$ds^2 = g_{ik}^1 dx^{1k} dx^{1i}$$

の形を持つということである。

対称計量テンソル g_{ik}^1 の成分は重力場の方程式を満たす関数であるが、テンソルはガリレイ型の形には帰着しない。このとき、 ds は幾何学的には時空内における長さの要素であるから、その空間は非ガリレイ空間であり、そこにはゆがみが存在し、そのゆがみは重力ポテンシャルによって決定される。物体はこのような空間内では曲線軌道に沿って運動し、特に、光も偏向を受ける。

今述べたことから、物体の運動のゆがみ、そして重力自体がその地点における空間のゆがみの結果であるという結論が下される。このように、一般相対性理論によれば、空間のある領域への質量の導入はその領域で時空のゆがみを引き起こし、このことがその領域に重力ポテンシャルを生み出す。

さらに、重力ポテンシャルの作用領域内の空間を記述するテンソル表式が定められる。そしてそこから時空のゆがみという性質が導き出され、そのゆがみにもとづき、重力はそのゆがみの結果であるという説明がなされる。

すなわち、重力は空間内における質量の存在によって説明され、そして重力は……重力によって説明されているのである！

前節で検討した場合と同様、本節の場合においても推論の論理的連鎖は循環をなしており、最後の環が最初の環の直接的結果となり、しかもそれ自体がそれ自体の環となっている。したがって、一般相対性理論は一般重力理論を自らの役割として自負しているものの、この一般重力理論はそれ自体の内部で自己整合化されたものである。それゆえ、このような論理が重力の**本性の説明**を可能にするという主張に同意することは決してできない。

「ゆがんだ」空間の同一の領域における物体の挙動（運動）と放射との間の違い、また初期速度および作用力に対する物体の軌道の依存性という事実は、重力領域における物体の運動を伴う物理過程と放射の物理過程との間には違いがある、そしてここには空間自体のいかなるゆがみも存在しないと判断することを余儀なくさせる。物質*の相異なる運動形態にはそれぞれ相異なる物理過程があるのだから、課題は、それぞれの過程の本質と特徴を解明することにあるのであって、あらゆる過程を「時空のゆがみ」という、こじつけで作りに出されたカテゴリーに帰着させることにあるのではない。

以上に述べたことから、一般相対性理論は、重力の本性をいささかたりとも説明しない、あり得る数学的手法の一つにすぎないという結論が導き出される。一般相対性理論の論理構築の体系は、発見的価値のない、それ自体の内部で閉じた循環をなして

いる。

重力下における運動も含め、それぞれの物理現象における物質*の多様な運動全体を空間のゆがみに帰着させることは、現象の内的本質に関する問題を消失させ、まさにこのことにより、現象のメカニズムの解明の可能性を研究者から奪い、人間による自然認識に制約を課することになる。

2.5. 実験の設定および実施のいくつかの方法論的特徴

実験の設定と実施に関する方法論上の特徴について検討する必要がある理由は、現状は、理論と、理論のあれこれの命題を裏づける目的で、あるいは逆に反証する目的で設定される実験との相関関係が常に正しく理解されているわけではないと言うには程遠い状態にあるということに関係している。このことが、実験結果と理論の命題との一致が、しばしば理論の「裏づけ」と見せかけられるという結果をもたらしている。それと同時に、その同じ実験結果が、検証されている理論とは根本的に異なっているそれ以外の理論と一致している場合もある。アインシュタインの相対性理論の裏づけを目的として設定された諸実験がその例となっている。

研究者は何らかの実験を設定する際、一方では実験の最終目的から、他方では自分が解明しようとしている現象の本質についての自分なりの理解から出発する。そもそも、実験目的の理解なしに、そして現象の本質の理解なしに、実験を設定することは不可能である。しかし、これらの理解こそが、対象の客観的研究と得られた結果の客観的評価を妨げる、主要な妨害要因なのである。

実際、何のために実験が行われるかを知ることなしに、あるいはそれについて定式化することなしに、実験を設定することはできない。しかし、既に実験目的の選択そのものが作業の設定と実施方法を予め条件づけており、その際には、きわめて特定の結果が予想されているのである。ところで、あらゆる実験の結果には誤りが伴う以上、願望があたかも現実であるかのように見えてしまう可能性が常に存在する。これは特に、予想される結果が計器の感度限界上にある場合について言うことができる。この点において、解明されようとしている現象に光を投げかけるかのように見える「決定的実験[crucial experiment]」についての判断には、いささか疑わしいところがあるように思われる。なぜなら、そのような性質の実験には、とりわけ綿密な実験準備、大規模な統計、そしてデータの客観的評価が必要とされるからである。ところが、実験の準備と実施の時点において影響力を持っているパラダイムが著しく大きな作用を及ぼしているために、綿密な準備についても、統計についても、結果の客観的処理についても議論が行われないまま、得られた結果は、それが支配的パラダイムと矛盾しない限り、そのパラダイムを裏づけるものであるかのように容易に見せかけられる。支配的パラダイムと矛盾する場合には、結果はいとも簡単に黙殺される。

マイケルソンによる 1881 年のエーテル風検出実験の結果は「否定的結果」あるいは「ゼロ結果」と解釈されている。しかし実際には、マイケルソン自身によって得られた結果、また彼の後継者であるモーリー（1905 年）および特にミラー（1921~1925 年）によって結果は、疑いもなく肯定的結果であったのである [12]。

各種の材料について重力質量と慣性質量が同一であることを示した質量の等価性に関する実験は、一般相対性理論の命題を裏づけるものと解釈されている。しかし、通常の力学は重力質量と慣性質量を区別したことは一度たりともない。したがって、その実験結果は、何よりもまず、普通の古典力学の正しさを裏づけているのである。

等々といった例が挙げられる。

実験の設定と実施および結果の処理と解釈の一般的な順序について検討してみよう。

実験の設定に対しては、研究者が現象モデルを構築する際に依拠する、利用された理論的基礎が決定的影響を及ぼす。

既に言及したように、実験の設定に対しては、その一般的方向の選択に対してさえも、研究者が現象のモデル——実験はまさにそのモデルを検証するために行われる——を構築する際に依拠する、あれこれの理論的命題が決定的影響を及ぼす。

それぞれのモデルには、他のモデルのパラメーターとは異なる独自のパラメーターが存在し、それらのパラメーターの間の相互関係は実験の実施の過程で探求される。しかし、それぞれの実験には妨害要因が存在する。実験者は、それらの妨害要因が実験の経過に及ぼす影響を考慮しなければならない。さもないと、それらの妨害要因が作用した結果が、実験の主要な結果として解釈されてしまう可能性があるからである。

残念ながら、妨害要因の総数は常に、そして原理的に無限大であるから、それらすべてを考慮に入れることはできない。このこととの関連から、あらゆる本質的要因を考慮しなければならない。本質的要因の数は多くはないが、その代わりに別の問題が生じてくる。すなわち、所与の具体的目的を追究する、他ならぬその実験の場合におけるあれこれの妨害要因の本質性、あるいは非本質性を立証しなければならないという問題である。本質的な妨害要因、すなわち許容誤差の大きさとして許されるよりも大きな度合いで結論に影響を及ぼすような要因が考慮されなかった場合には、実験が誤って解釈されるおそれがある。これは、それぞれの妨害要因のあり得る影響に関する評価が行われなければならないということを意味する。そしてその評価にもとづき、実験の最終結果に対する妨害要因の影響の可能性について予測が立てられる。遺憾ながら、これは常に行われていると言うには程遠いのが実状である。

実験の実施の結果、考慮されていなかった要因を含め、多変量関数依存性が現れてくる。それらの関数依存性の中には外れ値（大部分の読み取り値から極端に大きく逸脱した値）が存在しており、特定のモデルにしか注意が向けられていない場合には、その値がしかるべき根拠なしに無視される可能性がある。同じことが補外関数依存性の選択についても言える。あれこれの補外関数依存性の選択、また読み取り値の全領域への補外関数の適用範囲の決定は、理論および現象モデルの選択によって本質的に決定される。ここにもまた、著しい不正確性が存在する。

その例として、太陽による星の光の偏向に関する実験結果の処理を挙げることができる。1919年、太陽の近傍における星の光線の偏向を日食時に測定する最初の実験が[A.エディントンによって]行われた。

[撮影される写真上において] 太陽周縁部近傍領域は太陽コロナによって感光するため、この領域における星の画像の偏向の読み取り値は存在せず、したがって示度は統計的に処理される。しかし、結果の処理に際しては、一般相対性理論によって定められている双曲線補外法が採用された。このことが、この理論によって予言されていたものに近い結果の取得へと導いたのである。もし補外が通常の方法で行われていれば、結果は異なったものになっていたはずである。なぜなら、処理がそのような方法で行われた場合には、得られたデータは、ニュートン理論から導き出されるデータと完全に一致していたからである。

測定結果は、それがアインシュタインにより予言されていた値を上回らなかったという意味で、その値の範囲内に収まっていた。そして、その結果はニュートン理論から導き出される結果の方にはるかに近かったにもかかわらず、アインシュタインの一般相対性理論の裏づけとして解釈された [10]。

2.6. 実験結果の解釈のいくつかの特徴

予想される結果の取得が検証される理論の正しさを一義的に裏づけることは自明であるように思われるかもしれないが、実はそうではない。この場合に言えるのは、ただ単に、**得られたデータは検証される理論と矛盾しない、したがって、その理論には存在する可能性が残っている**ということだけなのである。実験が期待されていた結果を裏づけなかった場合には、そこには3つのバリエーションがあり得る。

- ・その実験が方法または機器の点で正しく設定されていなかった。
- ・出発点となるモデルが信頼できる理論にもとづいて構築されたものであったとしても、そのモデルが誤っている。
- ・検証される理論が誤っている。

それゆえ、実験がその理論を裏づけなかった場合でも、理論が正しくないという性急な結論を下してはならない。まず最初に、それは実験または検証されるモデルの誤りの結果ではないことを確かめる必要がある。

この点で注目に値するのはエーテル風の探求の歴史である。

エーテル風に関する問題設定は1878年にJ.C.マクスウェルによって与えられた。マクスウェルは、エーテルはあらゆる物理的物体を透過し、そのとき世界空間中で静止し続けると考え、地球表面上にエーテル風が存在している可能性がある」と指摘した。彼が予見していた主な困難は、エーテル風の測定を実現することが機器的な面で難しいということであった。地球の軌道速度は30 km/sであるから、干渉計を用いた実験の場合、干渉縞のシフト量は、干渉縞の幅のわずか10分の1となる可能性があった。しかし、1881年にマイケルソンによって行われた実験はその値を裏づけなかった。シフト量はそれより小さく、生じる可能性のある実験装置の機器誤差の範囲内にあった。しかも、測定が行われた建物の振動が測定値に影響を与えていた。このことは、それより後にこの実験結果がそう解釈されたように、エーテル理論の破綻を意味していたのであろうか？ けっしてそんなことはない。何よりもまず、エーテルに対して事前に理想的な性質を帰することなく、エーテルに対して普通の物理的物体としてのアプローチを取る方法により、エーテル自体の性質を決定すべきであったのである。そうであるとすれば、エーテルには粘性が存在することにただちに注意を払い、実験方法を是正する必要があった。例えば、実験装置を建物の地階から、開けた場所に移す必要があった。これが行われたのは、それより後のことであった。

1887年の実験は、振動の影響が取り除かれているという点ではより改善されていた。この目的により、水銀が満たされた容器に浮かべた木製フロートの上に設置した、重量およそ800 kgの大理石板が利用された。しかし、実験は前回と同様に地階で行われた。しかも、またもエーテルの性質が理想化されていた。それでもやはり、この実験でも示度は「ゼロ」ではなかった。

しかし、その後、実験は別々の場所の高地——1905年の実験はユークリッド山（海拔高度250 m）、1921年からはウィルソン山（海拔高度1860 m）——で行われるようになった。そして即座にエーテル風が検出された。その速度は高度とともに増大していた（高度250 mでは3.5 km/s、高度1860 mでは8~10 km/s）。このことは、エーテルは気体状であり、しかもこれが重要な点であるが、粘性を持っていることを同時に示していた。結果を処理したところ、エーテル風は、予想されていたように黄道面内ではなく、黄道面に対して垂直方向に吹いていることが判明した。こうして、出発点となったマクスウェルのモデルも変更することが必要となった。現在では、これらすべての問題は既に解決されている。

何人かの研究者 (A.ピカル [A.Piccard], E.スタエル [E.Stahel], R.J.ケネディ [R.J.Kennedy], K.K.イリングワース [K.K. Illingworth], C.H.タウンズ [C.H. Townes]) によって行われたいくつかのエーテル風検出実験について言えば、彼らもまたエーテルの本性を理解していなかったために、実験装置の設計を何も検出することができないような仕方で行っていた。それは彼らの誤りであり、エーテル理論の誤りではない。

さらにもう一つの事情に注目しなければならない。すなわち、任意の有限個の事実が任意の数（無限個）の理論と一致することができるのとまったく同様に、得られた実験結果も任意の数の理論の枠内に収まることができ、それにより、たとえそれらが相互に排除し合う理論であっても、任意の数（無限個）の理論を「裏づける」ことができる。例えば、有限な数の点を通して任意の数の滑らかな高次曲線を引くことができるという事実が、今述べた命題のアナロジーとなる。

その例は、特殊相対性理論の裏づけに関する一連の実験である。それらが裏づけているものは、通常言われているように特殊相対性理論それ自体ではなくて、ただ単に、ローレンツ変換によってうまく近似できる関数依存性のみすぎない。そして、他ならぬこれらの関数依存性こそが、特殊相対性理論の残るすべての関数依存性がそこから導き出される数学的道具立てとなっているのである。しかし、1904年、すなわち特殊相対性理論が創出される前年に提唱されたローレンツ変換それ自体は、特殊相対性理論とはまったく異なった着想に基礎を置いている。静止エーテルに関するローレンツの理論によれば、電気的な原子間結合と分子間結合を持つあらゆる物体は、エーテルを通して運動する際、その大きさを変えるはずである（ローレンツの考えによれば、電荷の場が変形し、原子核間の距離が変化するはずである）。これに対応する関数依存性という結論が、ローレンツを彼の名が付けられた変換へと導いたのであった。それゆえ、得られた結果がローレンツ変換と合致するということは、特殊相対性理論の裏づけをまったく意味しない。それは、ローレンツの静止エーテル理論の裏づけとして解釈することもできるのである。そしてそれだけでなく、気体力学的な関数依存性が存在し、ここでは β （光速度に対する物体の速度の比）の代わりに M （気体媒質中における音速に対する物体の速度の比）が現れる。 $\beta = M = 0.85$ 未満の値においては、これらの関数依存性が与える結果とアインシュタインの結果との差は数%の範囲内にある。仮にエーテルが気体状の構造を持っているとすれば、特殊相対性理論によって得られた結果は、自然界における気体状エーテルの存在を見事に証明することになる。

結果の解釈に対しては、不変量の選択、そして実験者の哲学的素養から導き出される現象の本質についての理解が決定的影響を及ぼす。ここには、神学的解釈に至るまでの、結果についてのきわめて多様な解釈が許され、願望があたかも現実であるかのように提示されるきわめて大きな可能性が存在する。

これらすべての問題の中で特に重要な意味を持っているのは、一般的な物理不変量の選択の問題である。例えば、粒子速度が光速度に近づいた時の粒子質量の決定に関する実験結果においては、コンデンサーの場の強さおよび粒子が飛行する磁場の強さと粒子の電荷、飛行速度、軌道の曲率半径および粒子質量とを結びつける、複雑な関数依存性が得られる。

場の強さおよび粒子の電荷の値、ならびに粒子と磁場の相互作用係数を不変量として取ると、質量の可変性という結論が導き出される。しかし、質量を不変量とみなした場合には、それと同じ関数依存性を速度に対する電荷量の依存性の検出として解釈することができる。さらに、質量、電荷および場の値を独立な不変量とみなせば、運動する電荷と場の間の相互作用に関するクーロン係数は可変であるという結論が得られる。最後の解釈には、それを裏づける有力な根拠がある。すなわち、粒子と場の間

の相互作用は場の伝播と粒子の運動との相対速度によって決定されるのだから、粒子速度が場の伝播速度に近づくにつれて滑り量が減少し、したがって場から粒子に作用する力も減少するはずである、という理由である。

このように、実験結果の解釈は、現象のモデル、あれこれの付随的要因の重要性、不変量の選択、また、実験の設定とその結果の評価に際して常に考慮されていると言うには程遠いその他いくつかの事情を含む、実験の全体的設定に対して本質的に依存している。特殊および一般相対性理論の裏づけに関する実験の評価は、まさにこのことを考慮して行うべきである。

筆者によって行われたアインシュタインの相対性理論の論理的・実験的根拠に関する批判的分析 [11] は、アインシュタインの相対性理論の命題と結論を裏づける、一義的解釈が可能な肯定的結果が得られた実験は存在しないことを示した。

2.7. 相対性理論の命題を裏づけているとされる同理論に関する実験

特殊相対性理論に関する実験

エーテル風の研究に関する一連の実験

これらの実験では、エーテルは世界空間中で絶対的に静止しているという H.ローレンツの仮説が検証された。ローレンツの仮説によれば、地球表面上においては、速度約 30 km/s の対向方向のエーテル風が検出されるはずである。

すべての実験において十字型干渉計が用いられ、地球の軌道運動に対して縦方向と横方向における光速度が比較された。

行われた実験とその結果

年	実験者	D, m	H, m	$v, \text{km/s}$
1880	マイケルソン	1.2	0 (-5)	≤ 18
1881~1882	マイケルソン	1.2	0 (-5)	≤ 18
1887	マイケルソン, モーリー	11	0 (-5)	≈ 3.5
1904	モーリー, ミラー	32	0	≈ 3
1905	モーリー, ミラー	32	250	$\approx 3 \sim 3.5$
1921~1925	ミラー	32	250	$\approx 8 \sim 10$
1929	マイケルソン	25.9	1860	≈ 6

これらの実験では、干渉計を回転させたときの干渉像のシフト量、すなわち

$$\delta = 2D \frac{v^2}{c^2}$$

が決定された。ここで、 D は光路長、 v は地球表面に対するエーテル風の速度、 c は光速である。

実験者らの結論： 地球表面上にエーテル風は存在しない。エーテル風の速度値は高度とともに増加する。

コメント： 得られたデータから、エーテルは存在し、気体状構造を持っているという結論が導き出される。ミラーのデータによれば、地球にはりゅう座の ϵ 星の方向からエーテル流が吹き付けている。

1926~1927 年にケネディとイリングワースによって行われた実験 (鉄製の箱に入れられた $D = 2 \text{ m}$ の干渉計を使用。 $H = 1860 \text{ m}$)、またピカールとスタエルによって行わ

れた実験（やはり鉄製の箱に入れられた $D = 2.8\text{m}$ の干渉計を使用。 $H = 2500\text{ m}$ ）は非確定的な結果を与えた。

上に述べたことから、小型の干渉計、しかも鉄で遮蔽された干渉計は感度が不十分であることが分かる。大型干渉計では肯定的結果が得られており、したがって自然界におけるエーテルの不存在という特殊相対性理論の主張は真理と合致しない。

部分真空中におけるエーテル風の研究

この実験は高度 1860 m において直径 1 m の鉄管中で行われた。光が所定距離を通過する時間を回転ミラーによって計測する。エーテル風が存在するのであれば、その時間は可変となるはずである。その効果は検出されなかった。

実験者らの結論： エーテル風は存在しない。

コメント： 実験者らはエーテル自体の本性を知らなかったため、エーテル流の速度を急激に減少させる鉄管壁の遮蔽効果を考慮していなかった。

メーザーによるエーテル風の研究

回転台上に2台のメーザー（高周波放射源）が設置されている。それらの振動が合成され、回転台が回転したときのうなり周波数のドップラー効果による変化が決定される。回転台が回転したとき、うなり周波数の変化は検出されなかった。

実験者らの結論： エーテル風は存在しない。したがって自然界にエーテルは存在しない。

コメント： 振動の発振源と受振点が相互に静止している場合には、ドップラー効果は存在しない。このような方法による実験の設定は、実験者ら（その1人はノーベル賞受賞者の Ch. タウンズである）の無知を物語っている。

エーテル中における回転効果に関する研究

その内部で光ビームが一定の面積 S を占めている干渉計が回転した場合、静止エーテル中において干渉縞のシフトが観察されるはずである。閉じた曲線に沿って通される光ビームの光路差は

$$\Delta\lambda = \frac{16\pi nS}{c}$$

となるはずである。ここで、 n は干渉計の1秒当たりの回転数、 S は光ビームが占める面積、 c は光速度である。

すべての実験——1912年、ハーレス [Franz Harress], ドイツ, イェーナ; 1913年, サニャック [Georges Sagnac], フランス, パリ; 1925~1926, ポガニー [Bel Pogany], ドイツ, イェーナ; 1925年, マイケルソンとゲイル [Henry G. Gale], 米国, イリノイ州——において、正の効果が得られた。

実験者らの結論： エーテルは疑いなく存在する。回転台の回転はエーテルを捕捉していない。実験結果はローレンツの静止エーテル理論と合致している。

コメント： S.I. ヴァヴィロフの意見によれば、「こうして、エーテルは引きずられていないという予想を驚くべき精度で裏づける正の効果が、再度我々の前に現れた」。実際、エーテルは大気の下層においては地球表面に対して静止しており、回転台の回転によって引きずられていないが、これはエーテルのきわめて小さい粘性と関係している。

20世紀中頃から、この効果は飛行機や船舶に搭載される無回転台式の慣性航法装置で広く利用され始めた。

質量の速度依存性に関する研究

特殊相対性理論の命題によれば、粒子の運動速度 v が増加すると、その質量は

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}; \quad \beta = \frac{v}{c}$$

という法則に従って増加するはずである。

荷電粒子が電場と磁場中を高速度で飛ぶと、荷電粒子の軌道は曲がる。軌道の曲率にもとづいて比 m/e が決定される(ここで、 e は粒子の電荷であり、一定とみなされる)。ここから粒子の質量の変化も決定される。

実験は 1901~1935 年に様々な実験者により、さらにその後になると多数の粒子加速器を用いて、 $\beta = 0.7, 0.85$ の速度の範囲内で、さらには $\beta = 1.034$ (?!)(カウフマン [W. Kaufmann], 1901~1906 年)に達する速度で大規模に行われた。

実験者らの結論： 特殊相対性理論が主張している依存性が高い精度で裏づけられた。

コメント： 得られたすべての依存性は、それとは別の仕方で、例えば気体力学的依存性として、あるいは非同期効果として解釈することができる。なぜなら、電場による粒子に対する作用力は、速度が光速に近づくにつれて弱くなるからである。得られた結果を特殊相対性理論の裏づけとみなすことには根拠がない。

時間の流れの速度依存性に関する研究

特殊相対性理論の命題によれば、物体の速度が増加すると、その物体の固有時間は

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad \beta = \frac{v}{c}$$

という法則に従い、静止物体の時間よりも大きくなるはずである。

実験では運動物体として中間子が利用される。中間子の寿命およびその寿命に対応する行程は増大する。実験は 1938~1941 年に行われた。

実験者らの結論： 時間の進行は粒子の運動速度に依存している。

コメント： 初期速度の増加に伴う中間子の飛程の増大という事実は、特殊相対性理論の裏づけではなく、十分に解明されていない現象の内部メカニズムの存在、例えば中間子の周囲のエーテル境界層内における粘性の減少について物語っている。

一般相対性理論に関する実験**慣性質量と重力質量の等価原理の検証**

一般相対性理論によれば、慣性質量と重力質量は等価でなければならないとされる。

相異なる材料からなる、同じ大きさの 2 つの質量をねじり秤に載せる。2 つの質量が等価であれば、ねじり秤の糸のねじれは生じない。

実験者らの結論： ねじり秤の糸のねじれは生じなかった。2 つの質量は等価である。一般相対性理論が裏づけられた。

コメント： 普通のニュートン力学が慣性質量と重力質量を区別したことはまったくなく。それゆえ、この実験が裏づけたのは一般相対性理論ではなく、普通の力学なのである。

スペクトルの重力偏移に関する研究

一般相対性理論によれば、重力場中では時間の流れが遅くなる。太陽表面における太陽スペクトルの相対偏移が $2 \cdot 10^{-6}$ と等しいかどうかを調べる。また、地球上の相異

なる高度における原子放射線の周波数偏移を調べる。

この研究は 1960 年に米国で、また 1964 年にプルコヴォ [ロシア, レニングラード州] で行われた。

実験者らの結論： スペクトルの変位が生じている。一般相対性理論の命題が裏づけられた。

コメント： この現象は、原理的に、それとは別の一連の仕方によって、例えば質量の近傍におけるエーテルの温度低下によって説明することができる。それだけでなく、これらの実験の設定と実験結果の処理の極端な不正確性が多数の論者によって指摘されている。

遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」に関する研究

一般相対性理論の結論によれば、宇宙は膨張している。遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」がその裏づけである。

赤方偏移が生じている事実は既に裏づけられており、疑いを生じさせない。

実験者らの結論： スペクトルの偏移はドップラー効果を証明している。したがって宇宙は膨張しており、このことが一般相対性理論の正しさを裏づけている。

コメント： 「赤方偏移」の原因のこの解釈は誤っている。「赤方偏移」は、エーテルによって満たされている空間を光子が通過する間に、光子がエネルギーを喪失していることを物語っている。すなわち、そこを通過するために光子のエネルギーが消費され、その結果、光子が膨張し、波長を増大させているのである。ハッブルの法則とプランクの法則を組み合わせると、光子は

$$E = E_0 e^{-t/T}$$

(ここで、 $T = 10^{10}$ 年) という法則に従ってエネルギーを喪失することが示される。

太陽による星の光の偏向に関する研究

一般相対性理論によれば、遠方の星の光は、太陽周縁部において $1.75''$ だけ偏向するはずである。これに対し、ニュートンによれば、その値は $0.84''$ にすぎない。日食時における星の位置と夜空における星の位置の差（その大きさは 1 秒角未満である）を実験によって見出す必要がある。そのために日食時とそれから半年後に天空の写真を撮影する。

実験は 1919 年から 1936 年まで行われた。

実験者らの結論： 星の位置の変位が存在する。これは一般相対性理論の正しさを裏づけている。

コメント： 結果の処理はきわめて不正確なやり方で行われていた。実際には、星の位置の追加的な変位は検出されていなかった。

水星の近日点移動に関する研究

一般相対性理論の命題によれば、水星軌道の近日点は 100 年間に $42.9''$ 移動しなければならない。研究は 1889 年から 1973 年まで多数の実験者によって行われた。

実験者らの結論： 行われた観測にもとづいてなされた計算の結果は、水星の実際の近日点移動は一般相対性理論の予言と一致していることを示している。

コメント： 1. 実際には、実験データは $35''$ ないし $40''$ より小さい数字を示した。それゆえ、実験者たちが言明している $0.1''$ という精度に根拠はない。

2. それぞれ個別にそれより大きい値を与える、多数の要因——太陽のプロミネンス、

太陽風、太陽の自転に起因する太陽の扁平性、等々——が存在しているにもかかわらず、これらの要因はまったく考慮されていなかった。

3. 計算自体が、一部分においては一般相対性理論を考慮せずに、他の部分においては一般相対性理論に従って行われていた。このことは計算方法自体について疑念を生じさせる。

行われたこれらの研究にもとづいて水星の近日点移動の実験的裏づけについて論じることが、まったく不可能である。

重力波検出実験

一般相対性理論の理解によれば、質量の移動に伴って発生する重力波が存在するはずである。実験の目的は、互いに何百 km も離れた所に設置された検出器を用いてその重力波を検出することであった。検出器は質量が各 1.5 t のアルミニウム製円筒であり、その内部に設置された容量型センサーが円筒の振動を捉える。

実験者らの結論： 実験は 1960 年代に米国において J.ウェーバー [J. Weber] によって、またソ連において V.B.ブラギンスキー [V.B. Braginsky] によって行われた。結果の評価は不確定的であり、重力波は検出されなかった。

コメント： 自然界に重力波が存在することの根拠づけは乱暴なやり方で行われている。1788 年にフランスの科学者 P.S.ラプラスが行った計算によれば、重力擾乱は光速度の 5000 万倍以上の速度で伝播する。このことは、重力波を検出するいかなる可能性も残さない。

結 論

1. 相対性理論は、19 世紀末に存在していた単純化された形而上学的エーテル概念の枠内では、マイケルソン-モーリーのエーテル風検出実験の結果を説明することが不可能であることから帰結として生まれた。しかし、問題の本質を究明し、理論と実践的結果の間に生じた不一致の物理学的原因を見出す代わりに、アインシュタインはいくつかの公準を提唱し、それらにもとづいて特殊相対性理論を創出した。

2. アインシュタインの特殊および一般相対性理論の論理的根拠の分析は、相対性理論のいずれの部分も、恣意的に選ばれた十分な根拠のない公準に依拠していること、個別的物理現象の個別的性質である光速度がその構成部分をなしている 4 次元インターバルというカテゴリーを不当にも普遍的物理不変量として利用していること、結論が出発点をなす命題に導く、それ自体で閉じた論理を持っていること、それらにとって原理的かつ本質的な意味を持つ問題——エーテルの存在に関する問題——において互いに矛盾していることを示した。

3. 特殊および一般相対性理論の命題を検証するために様々な研究者により行われた実験の結果の分析は、アインシュタインの相対性理論の命題と結論を裏づける、一義的な解釈が可能な肯定的結果が得られている実験は存在しないことを示した。

4. アインシュタインの相対性理論はその根本から虚偽であり、それゆえ、実在する物理的世界の法則性を反映する物理理論の構築のための基礎となることが原理的にできない。

第3章 量子力学は古典力学と何が異なっているか？

3.1. 量子力学の形成におけるラザフォードの原子モデルの役割

原子物理学がそこに源を発している科学における最も重要な出来事は、電子と放射能の発見であった。きわめて希薄な気体中における電流の通過の研究時に、放電管の陰極によって放射される、横方向の電場と磁場中で偏向する性質を持った線（陰極線）が発見された。陰極線は高速度で飛行する負電荷を持つ粒子からなっていることが明らかになり、その粒子は電子と名付けられた。1897年、イギリスの物理学者 J.J. トムソンがその粒子の質量 m に対するその電荷 e の比を測定した。また、金属は強く熱せられたり、短波長の光が照射されたりすると電子を放出すること（熱電子放出と光電子放出）が発見された。このことから、電子はあらゆる原子の構成に含まれているという結論が下された。ここから、中性の原子は正電荷を持つ粒子も含んでいるはずであるという結論が導き出された。実際、希薄気体中の電荷の研究時に正電荷を持つ粒子——イオン——が検出された。

荷電粒子系としての原子という理解は、オランダの物理学者ローレンツの理論により、原子による光（電磁波）の放射の可能性自体を説明した。すなわち、電磁放射は原子内電荷の振動に伴って発生するという説明である。これは磁場が原子スペクトルに及ぼす研究において裏づけを得た（ゼーマン現象）。原子内電子の質量に対するその電荷の比 e/m は、トムソンの実験で得られた自由電子の場合、ゼーマン現象に関するローレンツ理論において彼が見出した値と正確に等しいことが判明した。電子理論とその実験的裏づけは、原子の複雑性の争う余地のない証拠を与えた。

原子は分割不可能であり変換不可能であるという理解は、フランスの科学者 M. スクウォッドフスカ＝キュリーと P. キュリー、またイギリスの放射化学者 F. ソディの研究によって最終的に否定された。

電子と放射能の性質に関する研究結果が、具体的な原子モデルを構築することを可能にした。J.J. トムソンが 1903 年に提唱したモデルにおいては、原子は、原子と比べると取るに足らぬほど微小な、負電荷を持つ電子がその中に点在している、正電荷を持つ球体として理解されていた。それらの電子は、[原子全体に] 分布している正電荷による電子に対する引力が電子の相互斥力によって均衡させられているおかげで、原子内に保持されている。トムソンのモデルは、原子が光を放射、吸収し、散乱させる能力を持っていることに対する有名な説明を与えた。しかし、トムソンのモデルには難点があることが判明した。このモデルにもとづいた場合には、イギリスの科学者ラザフォードおよびその共同研究者ガイガーとマースデンによる、原子による α 粒子散乱実験のまったく予想外の結果を説明することができなかったからである。 α 粒子ビームが物質の薄い層を通過するとき、ビームのわずかなぼやけが生じていた。しかし、 α 粒子のごく一部は 90° 以上の角度で偏向していた。この結果は、原子自体の大きさより小さい、正電荷を持つ核が原子内に含まれているとした場合にのみ説明することができた。それゆえ、トムソンのモデルは不適切であることが分かった。

1911年、ラザフォードは原理的に新たな原子モデルを提唱した。それは構造の点で太陽系を思わせるもので、惑星モデルと呼ばれるようになった。このモデルによれば、各原子の中心には正電荷を持つ核が存在し、その周りの相異なる軌道上で負電荷を持つ電子が運動している。核の正電荷は電子の総電荷と正確に等しく、それゆえ、原子は全体として中性となっている。惑星モデルを検証するため、ラザフォードとその弟

子の G.H.ダーウィンは、点状の核——クーロン力の中心——によって散乱される粒子の角度分布を計算した。得られた計算結果は実験的方法——様々な角度で散乱された α 粒子の数の測定——によって検証された。実験結果は理論的計算値と正確に一致しており、これによってラザフォードの惑星モデルを見事に裏づけた [1]。

ところが、惑星原子モデルは原理的な困難に突き当たった。古典電気力学によれば、加速度運動をしている荷電粒子は電磁エネルギーを連続的に放射しなければならない。しかし、その場合、電子は 1 秒にはるかに満たない時間の間にその全運動エネルギーを失い、原子核に落下するはずである。やはり放射と関係するもう一つの困難があった。それは、電子が放射する光の周波数は原子核の周りにおける電子の回転周波数と等しくなければならないが、これは実験データと矛盾していたということである。こうして、ラザフォードの原子モデルの枠内では、放射との関係における原子の安定性、また原子の放射スペクトルの線形性を説明することができなかった [2~4]。

生じた矛盾は、1913 年、古典物理学の枠内には収まらない 2 つの公準を提唱したデンマークの科学者ボーアによって解決された [5]。

ボーアの第 1 公準：原子の定常状態の存在。 原子は、「許容された」エネルギー値の離散的（不連続）な列 $E_1, E_2, E_3, E_4 \dots$ に対応するいくつかの定常的な（経時的に不変な）状態においてのみ放射をせず、安定的である。あらゆるエネルギー変化は、ある定常状態から別の定常状態への跳び跳びの量子遷移と関係している。

ボーアの第 2 公準：放射の周波数の条件（放射を伴う量子遷移）。原子は、エネルギー E_i のある定常状態からエネルギー E_k の別の定常状態に遷移するとき、関係式

$$h\nu = E_i - E_k$$

による放射量子（光子）の形で特定の周波数 ν の光を放出または吸収する。

原子の「許容された」エネルギー値を決定し、そのエネルギーを量子化し、また当該定常状態の特性を見出す際、ボーアは古典的ニュートン力学を適用した。

ボーアは 1913 年に、もし我々が量子状態に関する一目瞭然たる理解を生み出そうと望むのであれば、少なくとも今のところ、我々は普通の力学以外の手段を持っていないと書いている。

ボーアは上記の理解にもとづいて水素原子中の電子の回転周波数と軌道半径を算出し、円軌道の最小半径（ボーア半径）を見出し、スペクトルのエネルギー、電子のエネルギーに応じた電子の回転周波数を計算した。その結果、原子が放射する光の周波数は、古典電気力学が要求するように電子の回転周波数と一致しているのではなく、2 つの可能な軌道上における電子のエネルギーの間の差に比例していることが明らかになった。

量子力学の基本命題——ボーアの 2 つの公準——は実験によって全面的に裏づけられた。それ以降における原子物理学の発展は、ボーアが提唱した命題が原子に対してだけでなく、それ以外の微視的系——分子や原子核——に対しても妥当することを示した。このことは理論物理学に対し、ボーアの公準を確固として確立した実験的な量子法則とみなす根拠を与えた。

しかし、理論物理学者たちは、ボーアの構築物中において電気力学と古典力学が人為的なやり方で結合されていることに満足しなかった。それだけでなく、ボーア理論はスペクトル理論の多数の課題を十分に扱うことができず、特に、スペクトル線の強度を説明することができなかった。水素より複雑な原子中における電子の運動の説明に移行したとき、ボーアのモデル理論は袋小路に入り込んだ。原子の分子への結合といった問題の解決においても、この理論は無力であることが判明した。

物理学の新たな発展段階の始まり、そして他ならぬ量子力学の出発点となったのは、

フランスの物理学者ド・ブロイの微小物体、特に電子の運動の二重性に関する着想であった。シュレーディンガーはこの着想を利用することにより、1926年、原子中における電子の安定的運動に対しては定在波が対応しており、そのとき、電子の定常軌道に対しては軌道上の整数波数が対応していることを示すことができた。これらの理解の発展が、蓄積していたすべての矛盾を解決し、原子と分子中における電荷密度分布の計算法を開発し、また複雑な原子中における電子のエネルギーその他多数の事柄を計算することを可能にした。

電子のスピンに関する重要な一般原理は1925年にスイスの物理学者パウリによって発見された。この原理によれば、原子中において各電子状態にあることができるのは、1個の電子に限られる。その電子状態が既に何らかの電子によって占められているときは、原子の構成に含まれる次の電子は別の電子状態を占めなければならない。パウリの原理にもとづき、元素の性質の周期性を決定している原子の電子殻の充填数が最終的に究明された。

量子力学のそれ以降における発展全体は、ラザフォードの惑星モデルから創出された、上に列挙した公準、原理およびモデルに依拠していた。

しかし、原子の構造に関する量子力学的理解の基本構想全体は整然たる体系を持っているかのように見えるにもかかわらず、今日の量子力学が答えることができていない、多数の問題がそこには存在している。その最も重大な問題は、やはり以前と同じ、原子の構造に関する問題である。

実際、原子は、それが最も単純な水素原子であったとしても、いったいどんな構造になっているのか？ 水素原子が陽子1個と電子1個から構成されているのはなぜなのか？ 複雑な原子において、原子核の正電荷が軌道電子の総電荷と正確に等しく、それらの電子のすべての電荷が互いに等しいのはなぜなのか？ 定常軌道は何によって確保されているのか？ 軌道上の電子波の他ならぬ整数周波数が軌道の定常性をもたらしているのはなぜなのか？ それが整数でない場合には、エネルギーの散乱メカニズムはどのようなものになるのか？ 個別の振動は軌道上においておそらく相異なる時刻に出現している公算が大きいとした場合、その波数が整数であることと、非整数であることの間にはどのような違いがあるのか？ それらすべての電子波が同時に存在しているとした場合には、原子およびその電子殻の構造に関する疑問は、なおさら正当な疑問となる。その場合には、そもそも電子を点状とみなすことはできなくなり、電子殻全体を一度に検討することが必要となる。後者の場合には、電子殻はかなり大きな体積を占めるのだから、何らかの仕方で、何らかのものから構築されていなければならない。それはどのように、何から構築されているのか？

電荷の物理的本性はまったく理解し難い。そもそも、電荷とは何なのか？ 量子力学とラザフォードのモデル自体からは、このテーマに関してまったく何も導き出されない。そこでは、電荷はまるで物質*の内在的性質であるかのように取り扱われている。

量子力学が現在そうしているように、ただ単に原子を数学的に記述するのではなく、原子の内部の物理を解明しようと試みると、以上のような、またそれに類するその他多数の疑問が生じてくる。アインシュタインの相対性理論におけるのと同様、量子力学の公準は、何かによって根拠づけられているというより、むしろ、まず先に提唱され、その後になってから後づけで裏づけられている。

原子物理学が歩んできた歴史的な時間の中で原子モデルの発展を跡づけると、上に述べた疑問点はより理解しやすくなる。

切断不可能な物質*粒子としての原子（«atom»の«tom»は「切断」を意味するのだから、それは「分割不可能な」粒子ではけっしてない）の存在に関する思惟は、既に古代に生じた。原子論の着想は古代ギリシアの思想家レウキッポス、デモクリトスおよ

びエピクロスによって述べられた。なお、デモクリトスは、自分はその着想を自ら考え出したのではなく、当時存在したエジプトとメディアの学派から借用したのだと何度も強調している。原子論の思想は 17 世紀にフランスの哲学者ガッサンディとイギリスの化学者ボイルによって復活させられた。

17~18 世紀に支配的であった原子に関する理解はあまり明確なものではなかった。原子は絶対的に分割不可能で不変な固い粒子とみなされていた。その各種の粒子は大きさと形状の点で相異なっているとされた。18 世紀末~19 世紀初頭になると、化学の急速な発展の結果、原子説の定量的研究のための基礎が創出された。1803 年、イギリスの科学者ドルトンが原子を、その質量が他の化学元素の原子とは異なる、ある化学元素の最小粒子として初めて検討し始めた。その検討の過程で、あらゆる化学反応はより複雑な新たな化合物への再編成にすぎないことが判明した。

イタリアの科学者アヴォガドロ (1811 年)、特にカニッツァーロ (1858 年) の研究は原子と分子の間に明確な境界線を引いた。こうして、原子は厳密に決定された物理的・化学的性質によって特徴づけられる、定性的な独自性を持った物質粒子として姿を現した。その物理的・化学的性質は永遠の昔から存在する、説明不可能な性質とみなされた。

原子の構造の複雑さを示した陰極線の発見後の 1897 年、J.J. トムソンは独自のモデルを提唱した。ラザフォードは α 粒子の不均等散乱を発見した後、その惑星モデルを提唱した。彼のモデルのそれ以降における改良は、そのモデルを、ド・ブロイによって公準として定められ、シュレーディンガーによって数学的に定式化された粒子の波動性と組み合わせる方向に進み始めた。

残念ながら、原子モデルのそれ以上の発展は事実上止まったと断言しなければならない。量子力学は微小粒子の構造についてのさらなる検討を放棄し、このことが原子モデルの改善の可能性に制限を課したからである。原子の電子殻の構造についての検討は、純粋に数学的な理解から出発して、さらには空間の当該地点における電子の出現確率の原因についてのいかなる説明もなしに、確率論的観点から出発して行われるようになった。物理モデル化のためのあらゆる前提条件が既に創出されていたにもかかわらず、このことにより、物理モデル化に対するある種禁止のようなものが原理的に課せられた。

ラザフォードのモデルの枠内では電子による電磁波の放射の不存在を物理学的に説明することができないことが明らかになったとき、ボーアは惑星モデルを改良する、あるいはそれを別のモデルに替える代わりに、いくつかの公準を提唱し始め、これにより、自分の公準の因果論的根拠を完全に無視し、物理学を第二義的な位置に追いやった。もしそのようなことが起こらなかったならば、もし理論物理学者たちがそのような手法を許される手法とみなさなかったならば、電子軌道の定常性をもたらすことを可能にするメカニズムについて徹底的に考えざるを得なくなったはずである。そしてそのことが、惑星モデルとはまったく異なる原子モデルを生み出したはずである。

シュレーディンガーが基本振動子のエネルギーに関するその有名な方程式を導出し、力場中で振動する物質*点の集団としての ψ 関数を導入した後になると、原子の物理モデルの改善は行われなくなった。しかし、実は、その物質*点の集団は、原子中における物質*的媒質の存在を直接的に示唆するものであったのである。ドイツの物理学者 h [Erwin Madelung] [6] が、シュレーディンガー方程式の解は、原子構造の流体力学バリエーションがただちに見えてくるような仕方存在し得ること、すなわち、彼が得た解はある種の媒質の定常流を記述しており、そこで得られるのはいかなる「当該空間地点において電子を見出す確率密度」でもなく、圧縮性媒質の普通の質量密度であることを示した後においても、事態は何も変わらなかった。エディントン [7] もまさに

このことについて言及していた。このことは原子の構造に関するエーテル的理解に直接的に導いていた。しかし、エーテルは禁止されていた。そのため、エーテル流からなる原子というモデルこそが解明し難いあらゆる問題に対する答えを与える能力を持っているにもかかわらず、そのようなモデルはついに生まれなかった。

ラザフォードが 1911 年に提唱した原子モデルは、当時としては例外的なほど進歩的なものであった。しかし、時が経つにつれて、彼のモデルはますます保守的な、反動的でさえある役割を演じるようになった。

量子力学における物事の数学的側面への耽溺は、惑星原子モデルに含まれていない現象の内部メカニズムに関する理解の欠如に起因している。そのような耽溺は理論物理学に害悪をもたらした。過程の物理そのものが無視され始めた。対象の構造が無視され始めた。そしてこれらすべてのことが、微視的世界に現実存在している過程に対する完全な無理解をもたらした。

形而上学的なアプローチ、理解の限界性（視野の狭さ）が、粒子と波動は原理的に相異なるものであり、このことは古典物理学の原理自体から導き出されることであるなどという、まったく不正確な見解に導いた。しかし、それとは異なる見方も存在する。それによれば、「粒子-波動」概念は、状況に応じてあるいは波動として、あるいはまた粒子として振る舞うことのできる波の観測から生まれる。この件に関して、A.F. ヨッフエ [8] は次のように書いている。

「波長が光路上に存在している物体より小さい場合には、光線は粒子の流れとして振る舞う。(略) 波長が物体より大きい場合には、(略) 光線は波動として振る舞う。」

T.A. レベデフ [Timofey Alekseevich Lebedev] [9] が指摘しているように、この考え方は、日常的な経験によって昔から知られていることと良く呼応している。海上の船は、長い波の上では揺れを受けることがある。その波は波動として感受されるからである。しかし、波長が船の寸法に合致している場合には、その同じ擾乱媒質は船に対して個別波の衝撃の形で作用することができる。したがって、同一の存在（波）は、測定（観測）手段に応じて、波動としても、粒子としても感受されることができる。

つまり、古典物理学は、粒子と波動の二重性の問題においても明らかに不十分な利用のされ方をしているのである。微視的世界の粒子がある場合には波動のように振る舞うことが見出されたときは、いかなる結論に達するべきか？ 何よりもまず、それらの波を形成する能力を持っている媒質を探すべきである。微視的世界の粒子のゼロ次元性は、自然の構造の原理としてではなく、狭い種類の課題を解決するための数学的手法としてのみ許容され得るということを理解した上で、粒子の点状性、すなわち粒子の事実上のゼロ次元性という概念を操作するのではなく、微視的世界の粒子自体の構造モデルの開発に着手するべきである。しかし、これは行われなかった。そしてそのような形而上学的アプローチの結果となったのは、量子力学と古典物理学の間の断絶であった。生じた諸課題は精緻化されたアプローチを要求していたからである。しかし、量子力学自体は、古典物理学とのつながりを捨てたことによって多くの点で物理的内容を失い、極度に中身の乏しいものとなった。このことが量子力学がもたらす成果に反映されないわけにはいかなかった。相互作用の担体としての媒質、また微視的对象の構造の探求を放棄し、現象の物理的内容ではなく、現象の外面的な数学的記述をその基礎として採用したことにより、量子力学自体は形而上学の道を進み始め、数え切れないほどの「パラドックス」、*「再規格化」*、抽象化、そしてついには危機に陥る運命へと自らを追いやった。

3.2. 量子力学のいくつかの欠点について

周知のように、量子力学とは、微粒子——素粒子、原子、分子、原子核およびそれらの系、例えば結晶——の運動の記述方法と法則を究明する理論である。また、量子力学は、粒子や系を特徴づける量と、実験によって直接測定される物理量の間の関係を究明する [1, 2]。

量子力学は原子の構造、化学結合の本性、原子核の構造、素粒子の性質を解明することを多くの点において可能にした。量子力学にもとづき、気体と固体の性質、強磁性、超流動、超伝導といった現象をかなりの程度まで説明し、白色矮星や中性子星といった天体の本性を描き出し、太陽や恒星中における熱核反応の進行メカニズム等々、多数の事柄を明確にすることに成功した。原子炉、あるいは最新技術で用いられている半導体の動作といった 20 世紀最大のいくつかの技術的成果は、本質的に量子力学の法則にもとづいている。磁性材料、半導体材料、超伝導材料のような新材料の目標指向的な探求と創出が量子力学を用いて行われた。

このように、量子力学の一定の応用的意義は確実に存在している。量子力学の命題は、真理の判定基準である実験による検証を通過した。しかし、それでもやはり……。

応用物理学者の間では、またときには理論物理学者の間でも、多くの場合、量子力学の方法は所要の計算を行うことを可能にしないという声が時折わき起っている。比較的単純な原子の場合でさえ、その状態エネルギーを量子力学の方法で決定することが常に可能というわけではない。当該空間地点において点状 (!) 電子を見出す「確率分布密度」としての波動関数の解釈そのものが当惑を引き起こす。つまり、電子は「自由意志」を持っており、まるで、現象の内部メカニズムにはいかなる原因も存在しないかのように見えるのだ！

量子力学の方法論自体は、様々な提唱者によって導入された「原理」(パウリの原理、ハイゼンベルクの不確定性原理、重ね合わせの原理、等々) やあらゆる種類の理想化に依拠している。粒子の構造を理解する試みを事実上放棄し、このことがエネルギーのパラドックスをもたらししている点など、数多くの点が量子力学の方法論に対してますます大きな疑念を引き起こしている。なにしろ、實在粒子は何らかの構造を確実に持っており、自然界においてはいかなる「エネルギーのパラドックス」も観測されていないのだ！「原理」について言えば、自然はそんなものをまったく知らない。研究者の課題は、自分の見方や「原理」を自然に対して押し付けるのではなく、逆に、あれこれの法則がなぜ、いかなる場合に自然界に存在しているのか、それらの法則の適用範囲はいかなるものなのか、それらの法則からの何らかの逸脱が存在しないかどうかを解明することなのである。

量子力学の欠点として、例えば、現象の因果関係の不明瞭性、量子化の原因に関する理解の欠如、量子数の物理学的解釈の非瞭然性を挙げなければならない。これらすべてが量子力学の内的本質の理解を困難にしているだけでなく、量子力学の発展を不可能にしている。

いわゆる観測可能量のみを操作する量子力学の方法の不十分性に対しては、多数の研究者が注意を払ってきた。例えば、モスクワ国立大学教授 A.K.チミリャーゼフは既に 1954 年に次のように書いている [4]。

「(略) 量子力学が達成した成果を否定しようとする者は誰もいない。しかし、量子力学は既に絶対的に完全無欠な状態に達したなどということ、また、量子力学がこれまでの間に答えを与えていないすべての問題に対しては、その答えを見出すことが原理的に不可能であるなどということを盲目的に信じてはならない。

原理的に観測不可能な量の「理論」は、ごく小さな批判にも耐えることができない。分子、原子および電子は原理的に観測不可能であると語られていた時代があった。しかし、クルックスのスピンサリスコープ、ガイガー計数管、ウィルソン霧箱、ブラウン粒子実験が現われた。これらの装置や実験は、それらの「原理的に観測不可能な」量を目に見えるようにはしなかったとは言え、それでもやはり、個別粒子や分子運動の作用を見事に示した。干渉計と望遠鏡の組み合わせは、星の直径の測定を可能にしつつある。以前、その測定は「原理的に不可能」と思われていた。最新式の電子顕微鏡ではタンパク質の分子を見ることができる。実は、タンパク質が持っている分子はきわめて大きいのだが、しかし何しろ、電子顕微鏡の開発は、それが与えることのできるすべてのものを既に与えたと言うには程遠い段階にある。それゆえ、結晶の空間格子がつぶさに見られるようになる可能性は排除されない。我々のあらゆる推論から、原理的に観測可能な量、あるいは観測不可能な量に何らかの形で言及している部分を削除した方が良い理由は、まさにここにある。

古典物理学全体を、量子物理学の個別の場合とみなさなければならないのであろうか？ 量子力学を何か自足的なものとみなし、従来の古典物理学全体はその個別的部分であると考えるのではなく、それが本当に必要とされる箇所において、古典物理学を量子力学によって補完する方が正しいのではなかろうか？ このような問題設定は完全に正当である。なぜなら、自然法則は不可分であり、したがって原理的に、微視的世界を巨視的世界から分離するいかなる理由もないからである。少なくとも、そのような分離を定式化した者は誰もいない。まさにそれゆえに、現在、微視的世界の法則をそれ以外のすべての自然法則から分離することの正当性が一連の研究者によって疑問視されている。我々の普通の現実における量子現象の多数の例が発見されている。微視的世界の現象と巨視的世界の現象の間の類似性が検討されている。量子現象の内部メカニズムを解明する試み、特に、世界空間を満たし、物質素粒子のための構築材料となっている媒質に関する理解をも利用した解明の試みが行われており、かなりの成果を挙げている。その媒質の運動があれこれの物理学的な力場として感受されているのである。何人かの研究者は、古典物理学の方法を微視的世界の対象物に適用することは正当であるだけでなく、合目的的でもあることを示した。なぜなら、その適用は、一連の場合において、量子力学の方法が可能にすることのできないもの——微粒子の構造を理解し、原子のパラメーターを計算し、粒子と波動の二重性の本性の物理的本質を説明し、等々の多数のことを行い、それによって微視的世界と巨視的世界の相互関係の問題と自然全体の構造をこれまでとは異なった見方で検討すること——を与えることができるからである。

量子力学の基礎には 10 個の公準が横たわっている。

- ・原子内媒質の非存在（自然界にエーテルは存在しない。）
- ・量子エネルギーの原理（エネルギーは一定の単位量——量子——ずつ放射される。）
- ・原子中における電子軌道の定常性（原子中の電子には「許容された」軌道が存在する。）
- ・一致の原理（極限的な場合には、量子力学の帰結は古典力学の結果と一致しなければならない。）
- ・粒子と波動の二重性の普遍性（すべての物体は粒子的性質と波動的性質を持っている。）
- ・相互関係の原理（粒子のパラメーターは粒子に固有のものではなく、古典的物体との相互関係において開示される。）
- ・禁制原理（半整数のスピンを持つ 2 個の同じ粒子は 1 つの状態に存在することができない。）

- ・波動関数の確率的性格
- ・相補性原理（1個の粒子の同じパラメーターに関する実験データの取得は相補的パラメーターに関するデータの変化をもたらす。）
- ・不確定性原理（座標と運動量は同時に正確な値を持つことができない。）

上に列挙したすべての公準は誤りであり、初歩的論理と矛盾している。

量子力学の危機の本質はどこにあるか？ その危機の質的な側面は、量子力学にもとづいた場合には、物理現象の説明を与えること、また、量子力学がそのために開発された対象物——微視的世界の対象物——の物理的本質を理解することが可能にならないという点にある。微粒子は大きさも構造も持たず、しかしその代わり、質量、スピン、磁気モーメント、荷量その他の物理学的パラメーターを持っているのは、なぜなのか？ 質量が完全に定義された量であるのに、体積が存在しないのだとしたら、粒子の密度はどうなるのか？ そもそも、微粒子の粒子と波動の二重性をどうすれば説明することが可能なのか？ 微粒子としての波束とは、いったい何なのか？ それは何の、いかなる媒質の波なのか？ スピン、軌道磁気モーメントおよび磁気モーメントの選ばれた方向への射影の量子化が生じるのは、なぜなのか？ それは誰によって、いかなる根拠にもとづいて選ばれた方向なのか？ このような疑問を多数挙げることができる。それに対する答えはない。なぜなら、量子力学の基礎に据えられている原理自体が、実際には、やはり物理学的・定性的根拠を持たず、後になってから言わば後づけで裏づけられた公準であるからである。それらすべての「原理」が、それらがいかなる関係も持っていない領域も含め、あらゆる領域に対して無制限に適用されている。

危機の量的な側面は、量子力学の方法が可能にする計算は相対的に単純な系の計算のみであり、より複雑な系の計算は定性的レベルでしか行えないという点にある。危機のもう一つの量的な側面は、「パラドックス」の存在、何よりもまず、「エネルギーのパラドックス」の存在にある。このパラドックスは、量子力学における粒子は大きさを持っていないため、粒子を取り囲む空間全体における電場エネルギーの計算が、粒子の電荷の任意の値において対数関数的無限大に導くことと直接的に関係している。電磁気量（光速、プランク定数）の強い核相互作用に対する適用——強い核相互作用は別の種類の相互作用であるから、それらの量は強い核相互作用とはいかなる関係も持っていない——は、計算値と実験データの間の食い違いがあまりにも大きくなったときは、再規格化やゲージ選択を導入し、それらをその都度変化させることにより、理論的結果と実験結果を人為的に一致させる必要性へと量子力学を導いた。

最も重大な点は、微視的世界の本性は原理的に不確定的であり、確率論的性格のみを持っているとするハイゼンベルクの不確定性原理をドグマに導入したことにより、量子力学は人間が自然の深部のメカニズムを解明する可能性に対して限界を設け、それによって自然に関する人間の知識の発展に対して一種の禁止を課したという点である。研究結果において現れた量子力学の理解と実験データの間の不一致はパラドックスになる。すると人々は、あるいはそれらのパラドックスに慣れ、あるいはまた、再規格化のタイプの何らかの人為的手法を提唱することにより、不備を一時的に取り繕い始める。そのような手法は何も説明していないが、その代わり、解決法の欠如という問題を数学的なやり方で別の領域に追い払ってくれる。

量子力学の出現と古典物理学からのその分離は、物理現象の本質に対する古典物理学の単純化された物の見方、物理現象の理想化、形而上学的性格がもたらした結果である。それは、各現象はその現象に関する理解よりも豊かであり、それゆえ、各現象に関する本質的な理解は絶えず精緻化され、補足されなければならないという事情が理解されていないということである。量子力学においては、そのような状態を部分的に修正しようとする試みがなされたことがある。しかし、古典力学から分離したこと

により、量子力学は現象の内的本質を解明しようとする試み、深部メカニズムの考察、物質*の組織化の深いレベルにおける物質*の運動形態に関する考察をすべて放棄し、それによってさらに悪質な観念論に陥り、動力的アプローチを現象論に替え、現象の本質を現象の外面的記述に替え、微視的世界の現象の仕組みを理解しようとする試みを放棄し、それによって自分自身を原理の範囲内に閉じ込める制限を構築してしまった。

3.3. 量子力学の基本的命題の古典論的解釈

プランクの関係式

量子定数 h を含め、最初の量子的理解は黒体熱放射の研究結果として 1900 年に M. プランクによって導入された。当時存在していた、古典電気力学と統計物理学にもとづいて構築された熱放射論は、全エネルギーは遅かれ早かれ放射に移行しなければならないのだから、放射と物質の間の熱平衡（熱力学的平衡）は達成されないという、無意味な結果に導いた。プランクは、光および電磁波全般は連続的に放射されるのではなく、一定の単位量のエネルギー——量子——として放射され、そのとき、そのような量子のエネルギー E は放射周波数 ν に比例している、すなわち

$$E = h\nu$$

であると仮定することによってその矛盾を解決し、実験と見事に整合する結果を得た。これがプランクの関係式に他ならない。

プランク定数の最も精密な値 $h = 6.626196 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ は、1963 年に研究されたジョゼフソン効果にもとづいて得られた。ただし、その近似値はそれよりはるか以前に既に知られていた。

ボーアはプランクが提唱した量子エネルギーの着想から出発し、ラザフォードの惑星原子モデルを基礎として採用し、1913 年に原子理論を発表した。ボーアはこの理論において、放射周波数と定常軌道のエネルギーの関係を表式

$$h\nu = E_i - E_k$$

（ここで、 E_i と E_k は i 番目と k 番目の定常軌道上における電子の結合エネルギー）によって決定すれば、放射している原子のスペクトルの性質が説明されることを示した。

上に述べたすべてのことは、広範な高精度の実験によって裏づけられている。それゆえ、上記の関係式の確実性に疑いはない。

上に挙げたエネルギーに対する放射周波数の比例性は、常に、微視的世界には特別の法則が存在することを示す証拠として解釈されてきた。普通の回転体の場合には、エネルギーは回転周波数の 1 乗ではなく、2 乗に比例しているからである。このことにより、微視的世界の量子力学と巨視的世界の普通の古典力学の間の差異が強調されて来た。しかし、実は、その矛盾は見かけだけなのである。

実際、回転体の場合のエネルギーの関係式

$$E = 2\pi^2 m r^2 \nu^2 = h\nu$$

（ここで、 r は回転半径）より、

$$h = 2\pi^2 m r^2 \nu = \text{const}$$

が見出され、したがって

$$r_1^2/r_2^2 = v_2/v_1$$

が得られる。すなわち、電子の軌道半径は、回転周波数の2乗根に反比例して変化しているのである。このような関係式が満たされているのだとすると、古典力学と量子力学の間にはいかなる矛盾も存在しない。ただし、その代わり、電子のそのような挙動の原因に関する問題が生じてくる。

回転液体の質量の場合と同様、まさに圧縮性気体に特徴的なのは、回転質量の循環の不変性、すなわち、

$$\Gamma = 2\pi r_1 v_1 = 2\pi r_2 v_2$$

である。しかし、

$$v = \omega r = 2\pi r \nu$$

であるから、等式

$$r_1^2/r_2^2 = v_2/v_1$$

が妥当する。これはまさに、気体渦のエネルギーと気体の回転周波数の間の比例性を意味している。

以上に述べたことから、1911年にラザフォードが提唱し、1913年にボーアがその理論を開発した惑星原子モデルは、原子の構造のすべての特徴を反映しているわけではないという結論が導き出される。ごく一般的な言い方をすれば、それは、あらゆるモデルには限界がある以上、あらゆるモデルは逐次的な発展を必要としているという趣旨の、すべてのモデル的理解に当てはまる普通の命題が考慮されていなかったということである。ところが惑星原子モデルはそれとは逆に、事実上理想化されてしまった。そしてこのことが、古典力学と量子力学の間の矛盾の発生、そしてそこから生まれる遠い将来まで続く後遺症をもたらしたのであった。その矛盾が発生したとき、出発点となったモデルは未完成であり、その逐次的な発展が必要とされているという問題がもし提起されていたならば、そのようなことは起こらなかったはずである。

惑星モデルではなく、渦モデルの方が原子の構造をより正確に反映していると仮定すると、プランクの関係式の本性に関する問題は容易に解決される。ただし、その場合には、電子殻を構成している圧縮性気体の本性、すなわちエーテルの本性に関する問題が新たに生じてくる。

ド・ブロイ波について

1924年、ド・ブロイは、粒子と波動の二重性は例外なしにすべての種類の物質*——電子、陽子、原子、等々——に存在しており、しかも、それらの粒子の波動性と粒子性の間の定量的関係は、それより前に突きとめられていた光子の場合の定量的関係と同じであるという仮説を発表した。すなわち、ある粒子がエネルギー E 、運動量 p を持っているとき、その粒子には、周波数 $\nu = E/h$ 、波長 $\lambda = h/p$ （ここで、 h はプランク定数）の波動が関係づけられる。

エネルギーがそれほど高くない粒子の場合、 $\lambda = h/mv$ （ここで、 m は粒子の質量； v はその速度）である。このように、ド・ブロイ波長 λ は粒子の質量と速度が大きいほど小さくなる。例えば、速度1 m/sで運動する質量1 gの粒子に対しては、 $\lambda = 10^{-18}$ Åのド・ブロイ波が対応することになる。これは観測し得る領域の範囲を越えたところにある。

現在、ド・ブロイ波が検出され、それが彼の予言を見事に裏づけたとみなされている。

る。実際、電子、中性子、水素の原子と分子、ヘリウム原子の回折実験は、その結果がド・ブロイ波を考慮に入れて行われた計算と一致していることを示した。実は、それはいたるところにおいてではない。

例えば、1926年にシュテルン [O. Stern]、クナウアー [F. Knauer]、エスターマン [I. Estermann] によって行われた実験においては、LiFの表面上におけるHe、He₂のビームの回折が観測された。典型的な回折像には、鏡面反射されたビーム1本と、弱い側方回折ビーム2本が含まれていた。しかし、[10]によれば、既にヘリウムの次の不活性気体Neの場合、回折は検出されなかった。原子と分子の回折に関するそれ以降のすべての総説書、例えばラムゼー [N.F. Ramsey] の総説書においてはH₂、Heの回折のみが言及されている。最後に、グッドマン [F.O. Goodman] とワハマン [H.Y. Wachman] による現代の総説書 [10] においては、最近までの間に観測された分子の回折は、質量が $m < 4m_H$ （ここで、 m_H は水素原子の質量）の軽い気体の回折のみであることが指摘されている。

1971年、ウィリアムズ [B. Williams] の研究 [10] が発表された。そこにはLiF上におけるHeのかなり高次の回折に関するデータが示されている。しかし、グッドマンの総説書においては、それとは別の類似した研究は紹介されていない。ウィリアムズの研究においては、散乱の最大値は回折タイプの1回の弾性過程によってもたらされるとは主張されていない。

$m > 4m_H$ のとき、分子の散乱には何が生じるのか？ いくつかのタイプの散乱——散漫散乱、花卉散乱^{〔訳注〕}、虹散乱——が存在しており、これらの3つのすべてのタイプの散乱は波動過程とは、したがってまたド・ブロイ波とは無関係であることが判明した。

散漫散乱は、結晶表面による原子または分子の吸収と関係しており、非弾性散乱である。

花卉散乱は、1931年にザール [Harold Adelbert Zahl] [10] によって金属対の場合について初めて観測され、その後、不活性ガスNe、Arの場合にも観測された散乱である。これは鏡面散乱および回折散乱とは著しく異なっているが、しかしやはり非弾性過程と関係している。グッドマンの総説書においては、量子法則を用いた花卉散乱のメカニズムの理論的考察は不首尾に終わったと指摘されている。そこでは、Arの散乱が花卉散乱となっている同一の実験装置において、Heの散乱が回折的描像をもたらしていることに注目する必要がある。

虹散乱は、2つの強度最大値によって特徴づけられる。それらの最大値の位置は、鏡面散乱あるいは回折散乱の最大値の位置と一致していない。グッドマンの総説書によれば、古典的考察においては結晶表面のポテンシャルの周期性と関係づけられる。虹散乱の量子力学的解釈は、観測される虹散乱の2つの強度最大値は多数の回折最大値の包絡線であり、それらの回折最大値は実験におけるそれらの解像度が低いために見分けがつかないという予想に帰着する。しかし、この予想は直接的な実験によって証明されておらず、しかも、虹散乱最大値の別の解釈、例えば標的の表面との原子の1回または2回の衝突を用いた解釈も存在している。

グッドマンの総説書によれば、これまで、金属表面上における回折現象は軽い気体、例えばタングステン表面上におけるHeの場合にしか観測されていないが、しかし、Heビームは、それと同じ構造上において散乱したとき、古典的な虹散乱効果のみをもたらす。

その固有幾何寸法がド・ブロイ波長と一致している分子、例えばブタン (C₄H₁₀) の

〔訳注〕 「花卉散乱」はロシア語の用語を直訳したもので、英語・日本語での用語は未確認である。

ような分子の場合について、ド・ブロイ方程式の検証はまったく行われていない。

このように、実験からは、ド・ブロイの公式の妥当性が確固として確立されているのは、狭い範囲の微粒子質量においてのみであるという結論が導き出される。

L.A.シピツィン [Leonid Ananyevich Shipitsin] はその著書 [10] ^{〔訳注〕}において、ド・ブロイ波は流体力学におけるアナロジー——いわゆるカルマン渦列——を持っていることを示した。一定の条件下で液体流または気体流が物体の周りを流れると、物体表面上において自発的・周期的な渦形成が観測される。物体からの渦の分離が、流れに対して垂直な周期的に変化する力の発生原因となる。渦剥離周波数 [=渦放出周波数] は、きわめて単純な次の依存関係によって決定される。

$$\nu = 0.2 v/d$$

ここで、0.2 はストローハル数； v は物体の相対速度； d は物体の寸法を特徴づけるある長さである。

上記の依存関係は、広い範囲のレイノルズ数 $Re = vd/\mu$ （ここで、 μ は媒質の動粘性であり、このとき、 $10^2 \leq Re \leq 10^6$ ）において妥当する。

A.ロシュコ [Anatol Roshko] のデータ [10] によれば、 Re が $3.5 \cdot 10^6$ から 10^7 までのとき、渦形成が再び始まる。このように、媒質中で運動する物体には、媒質中で運動する微粒子にはド・ブロイ波が関係しているのと同様に、何らかの波動過程が関係している。

L.A.シピツィンの計算によれば、レイノルズ数が 10^2 から 10^6 までの区間で変化するとき、波動過程が観測される微粒子の質量も 10^4 倍しか変化しない。質量の最小値が電子の質量に相当すると仮定すると、上限はわずか核子 5 個分の質量にしかないが、A.ロシュコのデータを考慮に入れると、その上限は核子 150~200 個分の質量まで増大する。この区間の内部には、波動性を持っていない微粒子の質量の小区間が存在する。実は、ここでは、但し書きを付けなければならない。すなわち、上に述べたすべてのことは、微粒子の質量自体に当てはまるというより、むしろ、その質量に微粒子の速度を掛けた積に当てはまる、という但し書きである。つまり、同一の粒子が、その速度に応じて相異なる挙動をするようになるのである。

ここから、すべての物体は波動性を持っているというルイ・ド・ブロイの提案は不当であり、かなり狭い範囲の質量と速度において見出された性質を許容範囲を超えて適用しようとする試みであるという結論が導き出される。第2に、原子内および原子間の空間を満たしている媒質の存在に関する問題、そしてその媒質の性質、特にその動粘性に関する問題、すなわちエーテルの存在とその性質に関する問題が再び持ち上がってくる。

自然界にエーテルが存在するか否かは、量子論からはけっして導き出されない。自然界にエーテルは存在しないという主張は、量子論の外部のアインシュタインの特殊相対性理論から持ち込まれた。この命題は量子力学によって自明のこととして受け入れられた。動粘性といったパラメーターを「物理的真空」という用語に適用することは、おそらく不可能であろう。液体または気体を具体的に念頭に置かない限り、量子力学の道具立てを用いてそのような事柄について洞察を得ることは不可能である。

ド・ブロイによって提案された課題設定と L.A.シピツィンによって提案された課題設定の違いは、現象論と動力学の違いという点にある。

すべての物体は光子と同じ波動性を持っているという仮説をド・ブロイが 1924 年

〔訳注〕 L.A.シピツィン『電気力学と量子力学の流体力学的解釈』（1990）の邦訳がサイト「物理の旅の道すがら」<http://naturalscience.world.coocan.jp> に掲載されているので参照されたい。

に提唱したとき、彼は、物体が波動性を「持っている」ことのいかなる具体的な物理学的理由も念頭に置いていなかった。彼はただ単に、量子法則の普遍性を予想しただけである。これはそれ自体が公準である。そのことを説明する自然界におけるメカニズムについても、そのような予想の理由の内的本質についても、ド・ブロイはまったく何も提唱しなかった。

それに対し、L.A.シピツィンは現象のメカニズムと本質を明らかにした。このことが、現象がその範囲内において生じなければならない制限を即座に決定した。シピツィンは現象のメカニズムを解明したことにより、そのメカニズムの構成要素に関する問題、特に、自然界には原子内および原子間の媒質が存在する必要があるという問題も設定することができた。これは、ド・ブロイの提案からは決して導き出されないことであった。そして、自然界におけるそのような媒質の存在という事実から導き出される帰結は、その問題のみの設定の範囲を遠く越え出る帰結なのである。

量子力学には、さらにもう一つの本質的側面がある。周知のように、光子はある種の周期的な波動過程であり、波動過程の本質をなしている。それゆえ、光子の場合には、回折だけでなく、干渉も現実存在している。一方、微粒子それ自体は波束ではない。微粒子は空間中において局在化されている（もしそうでないとすると、そもそも、量子力学において微粒子が点とされていることをどうやって説明するのか？）。それゆえ、微粒子の場合には回折のみが観測され、干渉は検出されていない。電子の場合でさえ、干渉が起きている可能性はきわめて疑わしい。なぜなら、それに該当する現象は、例えば、統計的な解釈、あるいは微粒子による随伴波またはカルマン渦の創出による解釈といったように、まったく相異なる方法で解釈することが可能であるからである。回折自体は微粒子の波動性の発現ではなく、微粒子と相互作用する媒質の波動性、あるいは微粒子とそれを取り囲む物体の相互作用の波動性の発現なのである。これは、大きな違いである。

波動関数の物理的本質について

1926年、オーストリアの物理学者シュレーディンガーは、量子的対象の経時的変化を記述するその有名な方程式を導き出した。

ド・ブロイの方程式を書こう。

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{p^2}{\hbar^2}\psi = 0$$

ここで、 ψ は波動関数； $\hbar = h/2\pi$ ； p は運動量であり、このとき、

$$p = mv; \quad p^2 = m^2v^2 = 2m[E - u(r)]$$

である。ここで、 m は力場中において振動する粒子の質量； E は粒子の全エネルギー； $u(r)$ は粒子の位置と座標値 r に依存する、力場中における粒子のポテンシャルエネルギーである。このとき、粒子の運動量をド・ブロイの方程式に代入すると、シュレーディンガーの波動方程式が得られる。

$$\Delta\psi - \frac{2m}{\hbar^2}[E - u(r)]\psi = 0$$

ラプラス演算子 Δ は3つの空間座標を考慮している。すなわち、

$$\Delta = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$$

である。

振動周波数が

$$\omega = E - u(r)/\hbar$$

のとき、空間中を伝播する波動の本性を持つ、何らかの物理量の任意の関数

$$\psi = \psi\left[\omega\left(t - \frac{r}{c}\right)\right]$$

は原理的にシュレーディンガーの波動方程式を満たす。このとき、物理量としての ψ 関数の本質はきわめて多様であり得る。任意の物理量の本質が、その物理量は何らかの物理学的方程式を満たしていたとしても、その事実にもとづいて一義的に確定されることができないのとまったく同様に、 ψ 関数の本質は、それがシュレーディンガー方程式を満たしているという事実によって直接的に確定されることはできない。このことは、きわめて多様な過程が同一の方程式によって記述され得るということによってもたらされる。

量子力学においては、電子の構造とそのすべてのパラメーターの本性が検討されていないため、それに対応して、あれこれの時点にあれこれの空間地点において電子の出現をもたらすメカニズムは検討されることができず、現に検討されていない。しかし、原子内の空間における電子の挙動を記述する必要がある。そのために残されている方法の一つしかない。具体的な課題を解決する際に都合よく利用できるような抽象的な数学的道具立てを選ぶという方法である。そのような数学的道具立てが選ばれた。それは、確率論という数学的道具立てである。

周知のように、現在採用されているのは、 ψ 関数の2乗を原子内の当該空間地点において原子を見出す確率密度として解釈する方法である。そのような解釈は、原理的に過程の物理を無視しており、それゆえ、点の大きさを持つ電子が原子の内部空間の各地点において他ならぬその確率で出現するのは、なぜ、いかなる原因によるのかをまったく説明していない。

波動関数を確率密度として解釈する方法は、原子の内部構造の正体に関する問題を除去し、その結果、原子内における電子の位置を規定している内部メカニズムはそもそもまったく存在しないのだという印象を作り出している。そこでは、電子軌道の定常性といった基礎的側面でさえ、いかなる説明も与えられていない。ボーアが提唱した閉軌道、あるいは軌道上に収まっている波の数が整数であることを、定常性の説明とみなしてはならない！では、例えば、軌道上に収まっている波の数が非整数の場合、軌道が非定常的であるのはなぜなのか？そのような系が不安定であるのはなぜなのか？波数が整数であることと、非整数であることは、物理的に何が異なっているのか？波数が非整数のとき、軌道が不安定になるのはなぜなのか？これらのどの疑問に対しても、答えは存在していない。

シュレーディンガー方程式の有用性が疑問視されているわけではけっしてないという点を指摘する必要がある。この方程式は、原子物理学の多数の現象を予言し、原子のエネルギー準位、電場および磁場の影響下における原子のスペクトルの変化等々を含め、観測されている原子系の特性を計算することを可能にした。これらすべてのことは、シュレーディンガー方程式は原子内における自然過程を実際に反映しており、物理的現実と整合していることを物語っている。しかし、シュレーディンガー方程式の哲学的解釈は誤っている。もし波動関数が「確率密度」でしかないとすれば、原子内における電子の位置を規定しているいかなる内部メカニズムについても論議することができない。そもそもそのようなメカニズムは存在しないのだから、何も究明する必要はない、そんなことをしてもどうせ無駄になるだけだ、ということになる。その

ような解釈は微視的世界についての我々の無知を絶対化し、人間の認識の可能性に制限を課する。それゆえ、我々の知識の相対性に注意を払うのであれば、原子の構造に関する我々の理解が発展することを可能にするような、別の道を探さなければならぬ。このことは自動的に、波動関数の確率論的解釈を放棄する必要があるということの意味する。

ここでは、何人かの研究者が、波動関数のそれ以外の非確率論的解釈の可能性に、はるか以前から注意を向けていた事実を思い出すことが適切である。既に 1926 年、シュレーディンガーの論文が発表されて間もなく、シュレーディンガー方程式はある種の媒質の定常流を反映していることがマーデルングによって示された。シュレーディンガー方程式にしかるべき変換を施すと、そこでは量子力学的原子モデルのすべての基礎的側面が保存されている流体力学的形式で、シュレーディンガー方程式を表すことができる。マーデルングはその論文において「連続体の流体力学」について述べているが、その連続体の本性に関する問題は未解決のまま残している。ただし、彼の論述には、質量密度を含め、その連続体のすべての流体力学的パラメーターが現われている [6]。

1940 年、エディントン¹は、原子内の媒質の質量密度としての波動関数の解釈の可能性に注意を向け、次のように指摘した。「(略) より首尾一貫した、しかも量子力学の神髄に呼応するアプローチは、質量密度を直接的に波動関数に帰し、それを名目上無限大の波面に沿って分解するアプローチであるかもしれない。その密度を 3 次元空間全体にわたって積分すれば、波動または波束として表された粒子の質量値が与えられるはずである」[7, 11]。

質量密度としての波動関数の解釈の可能性自体は、原子内の媒質の本性とパラメーター、また流れの構造と運動方向に関する問題を設定させることになる。このことは、原子内のいかなる媒質も想定していない惑星原子モデルの全面的見直しの必要性を不可避免的にもたらす。さらに、その媒質の存在は、原子内の流体力学的な力、流体力学的法則や流体力学的モデルの適用可能性の問題など、確率論的解釈では論議することすらできないような数多くの問題を設定することを可能にする。

そのような検討が本書の筆者によって行われた。その結果、原子の渦モデルが創出された。そのモデルでは、波動関数の絶対値が質量密度としての解釈を与えられ、量子力学のすべての原理が自然な解釈を見出した。

ハイゼンベルクの不確定性関係

周知のように、1927 年に発見されたハイゼンベルクの不確定性関係 [2] は量子論の基本命題である。不確定性関係が主張しているのは、2 つの動力学変数がハミルトン形式の流儀において互いに共役である場合、すなわち、それらの変量が、ある面から見ると互いに独立であるが、しかし別の面から見ると共通の物理法則によって互いに結びついている場合には、それらの動力学変数 A と B が完全に確定的な値を持っているような物理システムの状態は存在しないということである。そのとき、測定における不正確性は、測定技術の不完全性ではなく、検討されている系の客観的性質に起因している。不確定性関係の定性的定式化は次のとおりである。正準共役量の誤差同士の積は、それらの量のオーダーという点で換算プランク定数 $\hbar$ より大きくなることはできない。すなわち、

$$\Delta A \Delta B \geq \hbar = h/2\pi$$

正準共役量であるのは、例えば、系の慣性中心の座標 q_a と、その座標に対応する運動量成分 p_a ；ある軸の周りにおける系の回転角 φ_z と、その軸への角運動量の射影 l_z ；

等々である。したがって

$$\Delta q_a \Delta p_a \geq \hbar; \Delta v_z \Delta l_z \geq \hbar$$

となる。

それと同じことが微粒子の座標と運動量，あるいはまたエネルギーと時間の不確定性関係にも当てはまる。すなわち，

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar/2; \Delta p_y \Delta y \geq \hbar/2; \Delta p_z \Delta z \geq \hbar/2; \Delta E \Delta t \geq \hbar$$

文献においては，ハイゼンベルクの不確定性関係に関する次の3つの主張を抽出することができる。

1. 不確定性関係は自然の構造からの結果であり，測定技術の不完全性からの結果ではない。

2. 不確定性関係は原理的に例外なしにすべての現象に対して妥当する。

3. 換算プランク定数 $\hbar = 1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ の小ささとの関係で，不確定性関係は微視的世界においてのみ本質的な仕方で発現し，巨視的世界においては発現しない。

これら3つの主張はすべて誤りである。

1. 微視的世界と巨視的世界において，微粒子，例えば光子を測定のために用いた場合には，微視的世界における測定に対する光子の適用は，光子と測定対象が例えば質量の点で同等であれば，それによって測定対象に対して本質的な作用を及ぼすことになる。言うまでもなく，光子と巨視的対象の質量は同等ではないので，光子は巨視的対象に対して本質的な作用を及ぼさない。しかし，巨視的対象の位置を測定するためにそれと同じような巨視的対象を適用した場合には，ここでもやはり不確定性関係が現われることになる。もちろん，そのとき，方程式の右辺に現れる量は，もはや換算プランク定数と等しい量ではなく，それより著しく大きな量となる。それゆえ，原理的に，不確定性関係は物質*の組織化のあらゆるレベルのいたるところに存在することができるのであるから，この問題において，微視的世界にはいかなる特殊性も存在しない。

2. 上記のハイゼンベルクの不確定性関係において，不等式の右辺には換算プランク定数 $\hbar$ が現われている。しかし，プランク定数 $h = 2\pi\hbar$ とは，表式

$$E = h\nu$$

(ここで， E と ν はそれぞれ光子のエネルギーと周波数) の比例係数である。すなわち，プランク定数 h は電磁気的な本質を持っており，電磁気現象の特質しか反映することができない。ところが，自然界には，プランク定数がそのパラメーターの1つとなっている電磁相互作用と並んで，さらに3つの基本相互作用——弱い核相互作用，強い核相互作用および重力相互作用——が存在している。重力相互作用は相互作用エネルギーの点で電磁相互作用とは37 (!) 桁も異なっている。

核相互作用は定性的にも定量的にも電磁気とは著しくことなっている。それだけでなく，核相互作用は電磁気とはまったく別の物理的本性を持っている。したがって，プランク定数をすべての種類の相互作用のための定数とみなす，いかなる根拠も存在しない。

電磁気的な本性を持っているハイゼンベルクの不確定性関係は，そこでは電磁場または光放射が用いられている電磁気学および光学的測定に対して妥当するとみなすことができる。測定の基礎に電磁気学の原理が置かれていない場合には，この不確定性関係を利用してはならない。この場合には，おそらくハイゼンベルクの不確定性関係に類似した不等式を立てることができるであろうが，しかしその右辺においては，

もはやプランク定数は現れてはならず、測定のために用いられる種類の場を特徴づける、別の量が見出されなければならない。それが例えば重力場の場合であれば、右辺は、その桁数がプランク定数の36分の1である量とならなければならない。すなわち、すべての測定は、電磁気的方法による測定より原理的に36桁だけ正確なものになることができる。なぜなら、その場合における測定装置の影響は36桁だけ弱まるからである。実は、重力の測定にはある特徴がある。それは、まだ誰もその測定を微視的世界のレベルで行ったことがないという特徴である。しかし、このことはそのような測定が原理的に不可能であるということをもまったく意味しない。

その形態が既に知られているエネルギーの量子、いわんやその形態がまだ知られていないエネルギーのあらゆる量子が電磁気的本性を持っているとみなすことには、いかなる根拠もない。それとは逆に、核力と重力場の量子は、もしそれらが存在するのであれば、必ず非電磁気的な本性を持っていなければならない。したがって、電磁相互作用を特徴づける量としてのプランク定数は、核相互作用にも、重力にも関係を持っていてはならない。それとまったく同様に、何らかの微視的対象の測定を、例えば気体細流を用いて行うとすれば、その場合には、気体分子1個のエネルギーを特徴づける量が量子の類似物となるであろう。

以上に述べたことから、正確な測定を行うためには、巨視的世界と微視的世界のいずれにおいても、測定対象と比べて同等程度に小さいエネルギー量子を持っている場を適用する必要があるという結論が導き出される。微視的世界における個々の微視的対象の性質を解明するためには、測定精度を高める必要がある場合には、電磁気的方法以外の方法によって測定を行う必要がある。それがどのような方法なのかはまだ知られていないかもしれないが、それは必ず存在しており、あるいは少なくとも、存在している可能性がある。なぜなら、本当に「原子と同様、電子は汲み尽くされ得ないものである」のなら、物質*の細分化は無限であるからである。

3. 不確定性関係は測定からの帰結ではなく、自然の構造であるという主張に対しては、一種の人間中心主義の発現、さらには世界は我々がそれについて知っている程度において存在していると主張する、独我論の発現さえもが影響を及ぼしている。ここでは、それとある意味で類似したことを検討することができる。

ある電気回路に電圧が存在するか、または存在しないとすると、電圧の有無は、我々がそれを知っているか否かに依存しない。その有無の原因はいくらでもあり得るが、我々がそれを知っているか否かはけっしてその原因ではない。その電圧の有無についての我々の知識は我々がそれを測定するか否かに応じて変化するが、しかしその電圧自体が電気回路に存在しているか、それとも存在していないかは、測定の事実にはまったく依存しない。

測定理論はこう教えている。被測定量に著しい誤差をもたらさないようにするためには、測定結果に対するその影響が許容限度を超えない測定装置を用いる必要がある。例えば、電気回路中の電圧は電圧計で測定される。測定方法が補償法的なものでない場合には、電圧計は常に被測定電圧を歪める。測定誤差を可能な限り減少させるためには、電圧源におけるエネルギーの最小値を選び取る高抵抗電圧計を用いる必要がある。測定に要するエネルギー消費量が少ないほど、被測定電圧の歪みはより小さくなる。いかなる場合でも、電圧計は、それがもたらす誤差が許容誤差より小さくなるようなものでなければならない。微視的世界における微粒子のパラメーター——座標、運動量、慣性モーメント、エネルギー、等々——を測定するときも、それと類似したことが確保されなければならない。

きわめて興味深いことに、非補償法的な測定方法の場合でさえ、電気回路と電圧計のパラメーターが知られていれば、回路への電圧計の接続に関するデータにもとづき、

電圧計を取り除いたとき、回路中の電圧がどうなるかを計算することが常に可能である。すなわち、我々は測定装置が存在しない状態での回路中の電圧を正確に知ることができるのである（言うまでもなく、それを知ることができるのは測定を行った後のことである）。微視的世界の現象について言えば、これは、測定対象はある運動量とある座標の両方を持っており、それらは測定以前にも存在していたが、その後の測定によって歪められたということを意味している。それゆえ、正確な測定を行いたいのなら、我々がしなければならないのは、測定結果を許容範囲内でしか歪ませないような新たな測定手段について考えることなのである。

ハイゼンベルクの不確定性関係は、獲得された知識の絶対視、この場合は微視的世界の物理現象に関する量子電磁気学的描像の絶対視の例となっている。ハイゼンベルクの不確定性関係の既存の解釈からは、現象は、それが我々の頭脳における反映を持っている限りにおいてのみ存在するという結論が直接的に導き出される。1 番目の命題が我々の知識は相対的であることの無視、あるいは達成された知識レベルの絶対化であるのに対し、2 番目の命題は純然たる観念論である。

獲得された知識の絶対化について言えば、我々の知識の相対性という観点から見ると、知識はこれからも増大し続けるということを覚えておかなければならない。そして物質*のさらなる深奥の解明には限界は存在しない以上、量子力学の構想を信奉している場合でさえ、電磁気的な本性とは別の本性を持つ、より微細な新たな量子が発見され、それによって物質のさらなる深奥へ前進して行くことを期待することが常に可能である。

粒子の回折

周知のように、波の回折とは、波が障害物の端部近傍を通過する際に観測される現象である。この現象の要点は、波にとって非透過性の障害物を通過後、波が障害物の陰の方に回り込むことにある。波はまるで障害物を取り巻くかのように進んで行く。障害物の後ろにスクリーンを置くと、波はスクリーン上に回折像を形成する。そこには明るい縞と暗い縞が見られ、縞と縞の間隔は波長および波が通過するスリットまたは穴の大きさによって決定される。回折像の特徴の一つは、波の物理的本性の如何にかかわらず、すべての種類の波が回折像を持っていることである。

回折像は、いわゆるホイヘンス-フレネルの原理にもとづいて構築することができる。この原理によれば、波が到達した各空間地点は2次波の波源とみなすことができる。それゆえ、例えば、小さい穴（穴の直径は波長と同等でなければならない）の開いたスクリーンを波の経路上に置くと、その穴の中で2次波源のようなものが得られ、そこから球面波が広がって行く。その2次球面波は幾何学的な陰の領域に入って行き、2番目の非透過性のスクリーン上で回折像を形成する。

2つの小さいスリットまたは穴のあるスクリーンが置かれている場合には、波はそれらの出口上で互いに重なり合い、その結果、波の干渉が、空間中で交替する照度の最大値と最小値——ある最大から別の最大に滑らかに移行する合成波の振幅——を与える。スリットの数が増大するにつれて、最大値の所はより狭くなる。等間隔スリットの数が多い場合（回折格子）には、波の相互増幅のくっきり分離した諸方向が得られる。

波のパラメーター、スリットの大きさおよび2つのスクリーンの間の距離が知られている場合には、ホイヘンス-フレネルの原理は回折像を高い精度で計算することを可能にする。しかし、この原理からは、現象自体の本性は導き出されない。実際、各空間地点を2次波源とみなすことができるのはなぜなのか、それはいかなる根拠にもとづいているのか？ 2次波とはいったい何なのか？ その場合、1次波はどこに消え

てしまうのか？ 1次波の2次波への移行過程の本質はどこにあるのか？ ホイヘンス-フレネルの原理はこのようなことについて何も語らない。このように、この原理は現象の説明ではなく、現象をうまく計算することを可能にする、有用な、しかし純粋に数学的(幾何学的)な手法にすぎず、現象の内的本質を理解することを可能にしない。

しかし、波の回折の物理的本質を理解するのは、おそらく、それほど難しいことではない。実際、それを理解するためには、あらゆる波は、各単位体積中において、媒質の何らかの応力の形で——音波の場合にそうであるように圧力の形で、あるいは引力場中に存在する液体の表面上の波の場合にそうであるように、ポテンシャルエネルギーの追加的増分の形で、あるいはまた電場強度もしくは磁場強度またはその両方の増分としての電磁エネルギーの増分の形で——表される、一定のエネルギーを運んでいる。媒質の応力のそのような増分が存在しなければ、波も存在しない。まさに、媒質の応力のそのような増分こそが、空間のある地点から別の地点への波の進行をもたらしているのである。それゆえ、非透過性の物質が存在している間は、そのエネルギー増分は側面へ伝播することができないが、ビームが側面障害物の範囲外に脱出するとき、すなわちスクリーンの穴から出るとき、媒質の余剰応力は、側面からそれと同様の応力によって相殺されなくなり、波を陰の方へ変位させる。この現象の物理的要点はこのことにある。この要点は普通の古典物理学の内容およびその表現形式とまったく矛盾していない。これはただ単に、古典物理学には、この種の現象を微小な体積に関して検討する慣わしがなかったというだけの話である。検討するべきであったのに！

粒子の回折が検討されるときには、話は別問題となる。その外見的な発現という点では、この現象は光の回折ときわめて似通っている。しかし、この現象はそれとは質的に異なっている。実際、粒子が非透過性のスクリーンの近傍を飛行しても、それによって粒子自体の内部で何か変化するということはあり得ない。飛行する粒子とスクリーンの相互作用の本性は誰によっても解明されていない。しかしその代わり、「物質*波」に関するド・ブロイの理解に依拠した回折像の効率的な計算方法が見出された。

ド・ブロイの理解によれば、粒子の自由運動は単色平面波として描き出すことができる。このとき、波長は粒子の質量および速度に反比例している。これらの命題に従って行われた計算は実験によって裏づけられており、粒子の回折の基本的な幾何学的法則性は波の回折の法則性といかなる点でも異なっていない。

微粒子の回折現象は微粒子の粒子と波動の二重性に関する量子力学の主要命題の一つを裏づけており、この現象は古典物理学では説明を見出すことができないと一般にみなされている。しかし、粒子の回折を数学的法則性としてではなく、物理現象として検討すると、現在の状態における古典物理学だけでなく、量子力学も明確な答えを与えることのできないいくつかの疑問を提起せざるを得なくなる。

粒子が物質*波であるとすれば、では、それはいかなる物質*のことを言っているのか、粒子として立ち現れているその波の物質*的基礎をなしているものは何なのか？ その波を形成している物質*自体の単位体積当たりの応力の本性とはいかなるものなのか？ 粒子が「波束」であり、粒子のエネルギー全体がその「波束」中に集中しているとすれば、では、スクリーンを通過した微粒子がそこから出て、次に「影」の方へ偏向するときにおけるその「波束」とスクリーンの壁との相互作用は、いかなる本性を持っているのか？ 「波束」は何によって粒子の体積中に引き留められているのか、そして「波束」が散開しないのはなぜなのか？ 「波束」中における波の「発生」は、いかなる本性を持っているのか？ 何がその「波束」を生じさせているのか？ 何がその「波束」の経時的安定性をもたらしているのか？ 既存の古典物理学も量子力学もこれらすべての疑問に答えを与えることができない。

量子力学は、原理的にすら、提起された疑問に対して説得力のある答えを与える能力を持っていない。量子力学は、原理的に、それが記述している現象の本性を検討していないからである。既に 1911 年に提唱されたラザフォードのプリミティブな惑星原子モデルを例外として、量子力学の創出者たちは、微粒子の物理モデルや物理的相互作用と現象のモデルも含め、それ以外の何事も提案せず、現象論——現象の外面的記述——の枠内に自らを閉じ込めた。それにもかかわらず、微粒子の回折という現象は、微視的世界の構造の特徴を解明する上で悪くない活動領域となっている。

波の回折の場合、波がその中を伝播する媒質は非透過性の伝播路と直接的に接している。それとは異なり、粒子の回折の場合には、粒子は伝播路の壁に密に接していない。したがって、粒子と伝播路の壁の相互作用を可能にするためには、それを通じて粒子と壁の相互作用が行われる何らかの中間媒質が不可欠である。このように、微粒子の回折現象は、そのような媒質の存在の不可欠性を直接的に指し示している。しかし、量子力学においては、その媒質——エーテル——についてはまったく何も論じられていない。エーテルは自然界に存在するという立場からなされる微粒子の回折現象に関する検討は、問題全体をそれとは完全に異なった仕方で提示する。そこでは、粒子と伝播路の壁の間に存在するエーテルの境界層の性質、エーテル中における圧力分布を検討する必要性が生じる。さらに、微粒子自体の構造、微粒子のエーテル動力学的パラメーター、微粒子の外側表面上における速度勾配と圧力勾配に関する問題、また、ド・ブロイ波とは、実は、粒子に束縛されている、液体・気体力学において広く知られているカルマン波なのではないかといった問題が生じてくる。

L.A.シピツィンの著書 [10] に示されているように、世界空間における媒質——エーテル——の存在を仮定すれば、微粒子の挙動のすべての法則性は比較的簡単に説明することができる。ただし、そのような波は、相対的に狭い範囲のレイノルズ数（粒子の大きさおよび速度と媒質の粘性を関係づける比）においてのみ形成されることができるという事実についての説明は例外である。そしてその事実は、粒子はあらゆる速度と質量のときに波動性を持つようになるというわけではけっしてないということ、また、「粒子と波動の二重性」という概念自体は、量子力学によって主張されているような普遍的な概念ではまったくないということを意味している。

以上に述べたことから出発して、微粒子の回折の本性をも提示することができる。すなわち、微粒子の回折は、波動的本性ではなく、伝播路中を飛行する粒子と伝播路の壁の間における中間媒質——エーテル——を通じた相互作用という本性を持っている。伝播路の壁の近傍におけるエーテル境界層中では、エーテルの圧力は他よりも低くなっている。粒子が伝播路から出ると、粒子はエーテルの圧力が他よりも低くなっている方、すなわち幾何学的な陰の方へ偏向する。次に、粒子にとって非透過性の 2 番目のスクリーン上で得られる描像は、見かけ上は干渉像に似ているが、実は、統計的描像なのである。その描像において、照度の最大値は、スクリーンのそれらの領域において、隣接領域におけるよりも多くの粒子が当たったということの意味している。その際、スクリーン上における最大値の分布に対しては、微粒子に束縛されているエーテル渦——カルマン波——も本質的な影響を及ぼしている。

もし微粒子の回折現象において波の回折と同じ現象が起きているとすれば、微粒子の波束の重ね合わせの結果、必然的に微粒子の消滅が生じるはずであり、このことがスクリーン上におけるきわめて強いエネルギー現象を不可避免的にもたらすはずである。しかし、そのようなことは何も生じていない。したがって、微粒子の回折現象とは、単なる統計的現象にすぎないのである。この統計的現象は、将来、完全に説明することが可能になるであろうが、それが可能となるのは、空間を満たしている世界媒質に関する理解がその検討に導入された場合に限られる。そしてその場合には、微視的世

界の物理のこの最も興味深い複雑な現象が持っているあらゆる特徴を説明するために、古典物理学の普通の理解全体を利用をすることが十分に可能である。

結 論

1. 量子力学は、新たな現象を古い理解にもとづく方法によって説明しようと試みたときに現れた矛盾の結果、微視的世界の現象を記述するための方法として出現した。矛盾の解決は、内部構造の検討によってではなく、しかるべき公準と数学的記述の新たな方法を導入することによって達成された。量子力学の出現の原因となったのは、19世紀末~20世紀初頭における物理現象の本質に関する古典的理解の形而上学的限界性、物質*の構造と現象、とりわけエーテルモデルと原子モデルの理想化であった。

2. 量子力学は公準的な性格を持っている。量子力学の土台には、生じたパラドックスとの関連で様々な時期に様々な研究者たちによって提唱された公準が存在している。それらの公準には普遍的な性格が与えられており、その性格が公準の効力を例外なしにあらゆる自然現象に及ぼしている。

3. 量子力学の計算方法は多数の場合にきわめて有用であることが判明し、それらの方法を用いて多数の応用的課題が解決された。しかし、物質*の隠れた運動形態の無視、物理現象の内部メカニズムの無視に向かって方向づけられ、微視的対象の構造と挙動は原則として不確定的であると主張している量子力学の基礎は虚偽であり、人間の認識の可能性に制限を課しており、それゆえ、反動的である。それゆえ、現在の状態における量子力学は、実在する物理的世界の法則性を反映する物理理論の構築のための基礎となることはできない。

4. 古典力学とは異なり、量子力学は現象を説明しない。量子力学は内的本質を解明せず、現象を記述しているだけであるからである。このことにより、量子力学は明白な現象論的理論となっている。

5. 量子力学は微視的世界の多数の性質、例えば微粒子の構造、電荷その他の荷量の本性、スピンや磁気モーメントその他の微視的対象の重要なパラメーターの本性を説明する能力を持っていない。量子力学は現象の内部メカニズムを解明することのできる状態にはない。

6. 現象の物理的本質の検討を放棄した量子力学は、物理学を、現象の定性的側面を現象の外的側面のみを記述する数学に帰着させている。その際、いくつかの場合には解が不正確であることが判明し、パラドックスが生じている。それらのパラドックスは「再規格化」タイプの人為的な数学的手法によって解決されている。

7. 微視的世界には巨視的世界とは原理的に異なった量子法則が存在するという主張は誤りである。なぜなら、自然界には原子内および原子間の空間を満たしている世界媒質——エーテル——が存在しているという理解を導入すれば、例外なしにすべての量子現象を普通の古典力学の立場から解釈することが可能であるからである。

第4章 現代物理学のいくつかの領域における現状に寄せて

4.1. 原子物理学および核物理学における現状に寄せて

原子、原子核および物質素粒子の物理学は20世紀に長足の進歩を遂げた。1910年代には惑星原子モデルが提唱され、その理論が与えられ、水素原子の放射スペクトルが説明され、いくつかの分子の化学的相互作用が説明された。1920年代には量子力学が開発され、これにもとづいて複雑な原子中の電子のエネルギーが計算され、原子に対する外部の電場と磁場の作用に関する説明が与えられ、元素の性質の周期性を決定する、複雑な原子の電子殻の占有数が突きとめられた。1930年代には分子と結晶の組成に含まれる結合原子の性質が量子力学にもとづいて研究された。1940年代には常磁性共鳴が発見され、これを利用して原子と周囲媒質の各種の結合を研究することが可能になった。量子力学にもとづく原子物理学のそれ以降における発展は、エネルギー変化の広い範囲における原子の放射の研究、また原子内の電子雲の電荷分布密度を含め、原子の状態のあらゆる特性に関する詳細な研究、その他多数の研究に着手することを可能にした [1]。

原子構造の詳細な研究から得られた結果は、物理学の多数の領域においてだけでなく、化学、宇宙物理学その他の科学領域においてもきわめて幅広い適用を見出した。このように、原子の量子論はきわめて大きな応用的意義を持っており、科学的側面と応用的側面から自らの正しさを完全に証明した。そのため、原子の量子論の方法論は正しく、将来、新たな重要な結果を得ることを可能にすることができるという印象が生まれてくる。しかし、それは誤りである。

原子の量子論は原子内における過程の物理的本質を解明しようとはせず、その過程を記述しているだけであり、しかもその記述は表面的で、きわめて不完全である。原子内における過程の物理的本質の無理解が、原子と分子の性質を解明し、応用目的で利用する可能性を強く制限している。ところが、原子物理学は原子内における現象の物理的本質を解明する代わりに、数学化、すなわち原子内における過程の外面的数学的な記述、しかも確率論的な記述の道を歩み続けており、このことが研究結果を急激に精彩を欠いたものにしている。ラザフォードの原子モデル（ちなみに、ボーアはラザフォードのモデルを自分の公準で飾り立てただけであるにもかかわらず、このモデルはしばしばボーアの原子モデルと呼ばれている）の疑いの余地のない有用性は、20世紀における原子物理学の発展の経験全体によって裏づけられている。しかし、それにもかかわらず、それは単なるモデルにすぎず、しかもきわめて強い制限を課されたモデルである。したがって、このモデルを用いることによって原子物理学のすべての現象が説明されるであろうなどと予想するべきではない。

今日、惑星原子モデルを用いた場合、いったい何が説明されていないのか？ 原子過程の理解においては、いったい何が不足しているのか？ そして、このことは実践にとっていかなる結果をもたらす可能性があるか？

きわめて多くのものが不足している。何よりもまず、原子物理学が絶えず操作しているあらゆる概念とカテゴリーの物理的本質が欠けている。電荷とは何か？ その本質はいかなるものか？ 磁気モーメントの本質はいかなるものか？ 電子軌道の安定性は何によってもたらされているのか？ 原子内の各空間地点における「電子の出現確率」は何によってもたらされているのか？ 安定原子内における電子数が原子核中の陽子数と等しいのはなぜなのか？ 電氣的に中性な分子が互いにひきつけ合う、ファ

ンデルワールス力の本質はどこにあるのか？

完全に電離した気体は、ある時間が経つと再び中性になる。電子はどこから現れたのか？ 自由真空中の自由電子と、それとは質的に異なる条件の下にある原子の電子殻中の電子とは、同じものなのか、それとも別のものなのか？ 原子の相異なる軌道上にある電子のパラメーターの同一性は何によってもたらされているのか？ このような何十もの疑問を発することができる。しかし、誰もこのような問いを立てようとしていない。このような問いを立てること自体が不適切とみなされている。これはおそらく、現代原子物理学は、これらの疑問に答えることができないだけでなく、これらの疑問を解決するためにはいかなるアプローチを取るべきかすら知らないためであろう。

ところで、原子過程の物理的本質の無理解は、新たに生じた応用上の問題の解決のためのアプローチを構築することを不可能にするという形で復讐し始めている。

その例として、触媒作用を挙げることができる。すなわち、第3の物質——触媒——の関与の下で化学反応の速度が変化するという作用である。このとき、触媒は反応物との中間的な化学的相互作用に関与するが、中間的相互作用の各サイクルの終了後は元に戻る。

すべての新物質の98%以上はあれこれの触媒を用いて創出されていることが知られている。そもそも触媒がなければ進行することができない化学反応が多数存在している。それ以外の化学反応の場合には、触媒を用いることによって反応速度が何千倍にも増大する。触媒作用がなければ、現代化学は事実上存在し得ない。触媒理論に関する何千点もの著作が書かれている。しかし、それらすべては触媒作用のメカニズム自体を事実上まったく理解していないという点で共通している。その理解がなければ、ある反応のための触媒の組成の選定はきわめて複雑な問題となる。現在、その問題は主として経験的なやり方で解決されている。

例えば、物質の触媒性質を、触媒と反応物の分子表面の当該の形状、言うなれば雄型と雌型の形状と関連づけて捉える触媒理論がある。しかし、そのような表面同士はある場合には引きつけ合い、別の場合には斥け合い、第3の場合には互いに中性のままであることが判明している。それはなぜか？ 原子の量子論はこれについて何も言うことができない。それは当然である。原子内および原子間の空間を満たしている媒質を特殊相対性理論を用いて検討対象から排除し、すべてを現象論に帰着させたことにより、2つの基礎科学——量子力学と特殊相対性理論——は、分子と原子の相互作用の物理的メカニズムを解明しようとするあらゆる試みを萌芽段階で抹殺した。このような状況において、例えば、反応分子の境界層の性質を検討するという考えが、いったい誰の頭に浮かんでくることができようか？ もしそのような媒質が自然界に存在しないのだとしたら、分子表面のベクトルの性質、あるいは分子間における媒質の勾配流に関する着想が、せめて原理的にだけでも、いったいどうすれば生じることができようか？ そのような着想は原理的に生まれることができない。なぜなら、媒質は存在せず、存在しているのは「場とは特殊な種類の物質*である」という概念だけであるからである。そしてこの概念自体は、触媒作用のメカニズムを解明するために利用することのできるいかなる有益な情報も含んでおらず、含むことができない。

そうであるとすれば、そこでは触媒作用が主導的役割を演じている生物界における化学的変換の本質を、いかにすれば究明することができるのか？ しかも、生物界における化学反応には、さらに、いわゆる生体場 [biofield] が伴っている。生体場に関して現代科学が言うことができるのは、a) 生体場は虚構であり、そもそもそのような場は存在しない； b) 生体場とは、我々に良く知られている電場と磁場である、ということだけである。少なくとも、理論物理学領域のある指導的な科学アカデミー会員はそう表現している。では、生体場は存在しない、あるいは逆に、生体場は我々に良く知

られていると言うのか？ 生体場を抜きにして、あるいは逆に、そのような生体場を用いて、生体の化学過程において何が生じているかを、いかにして究明するのか？

このように、新たな応用的問題やきわめて焦眉の問題を解決するためには、今日の量子力学の原子論では、もはや明らかに不十分である。

核物理学における現状について検討しよう。原子核の構造、放射性崩壊の過程および核反応のメカニズムを研究する物理学の一分野である核物理学においても、目覚ましい成果が得られている。理論領域においては、核物理学は原子核の構造、放射能と核崩壊、各種エネルギーレベルの粒子との核反応、中性子と物質の相互作用、複雑な核の間における相互作用、核と光子および電子の相互作用、その他多数の問題について研究している。必要な実験を行うため、きわめて複雑な多数の実験装置——荷電粒子加速器、核反応生成物を記録する核放射線検出器、その他多数の装置——が創出された。核物理学の応用的意義はきわめて大きく、その実践的応用は、核兵器や原子力から医療における診断・治療にいたるまで、驚くほど多様である。そこでは理論も実践も、すべてが既に十分に発展しているそのような強力で、細分化した深遠な科学領域にとって、さらに何が必要なのか、と思われるかもしれない。実は、さらにきわめて多くのことが必要であることが判明する。

理論領域において核物理学に対して期待されるのは、何よりもまず、物質*構造の基礎の解明、そして新たな自然法則の発見である。実践領域において核物理学に対して期待されるのは、生態学的清浄性と高度の安全性が確保されたやり方での、例えば熱核反応あるいはそれ以外の反応を利用したエネルギー問題の解決である。なぜなら、既存のエネルギープラントや原子力発電所は、穏やかな言い方をすると、生態学的に不適格であることが判明したからである。しかし、これらの問題における核物理学の成果は、ささやかな成果とも言えないほど乏しい。しかもそれは、物質*構造の基礎の解明を目的として特別に創出された各種の実験装置のために費やされた膨大な資金にもかかわらず、なのである。その資金の額は、既に中規模国家の予算に匹敵している。言うまでもなく、この問題は複雑である。しかし、この問題に取り組んでいる人々が、自分が相手にしている過程についての理解を十分に持っておらず、それゆえ、自分の努力を必ずしも所要の方向に向けていないことが、ある程度まで、この問題が複雑なものになっている原因であると、確信をもって言うことができる。

物質*構造の基礎を解明する必要性を理解している研究者たちは、量子的理解に依拠し、原子核のさらなる深奥を解明するため、粒子加速器を用いた原子核の「探測法」を採用している。1932年に得られた荷電粒子流のエネルギーは1 MeVのオーダーであったのに対し、今では、加速器が創出する粒子流のエネルギーは数百 GeV、さらには数千 GeVに達している。線形加速器、シンクロトロン、ファゾトロン、シンクロファゾトロン、対向衝突ビーム法による加速器といった様々なタイプの加速器が開発された。開発された中性子源の中で最も強力なのは原子炉である。これらすべては、原子核をより効率的に「探測」するために用いられている。

実験装置の複雑性にもかかわらず、研究者たちが物質構造の解明のために用いている方法は驚くほど単純である。あれこれの粒子あるいは原子核を一定の速度まで加速し、標的——粒子、原子核、原子——に衝突させ、次に特別の、これまたきわめて複雑な検出器を用いてその標的の破片を分析するのである。原理的には、これと同じ方法で陶磁器の構造を解明することができる。ここでの進歩は、可能な限り強く回転させ、可能な限り強くぶつけるという点にある。それゆえ、加速器の出力は増大し続ける。ここには独自の着想はまったくない。その代わり、すべては期待に満ちている。——もうちょっと強くぶつけてやれば、ひょっとしたら、何かとんでもなく新しいものが得られるかもしれない！

この方法自体は、物質構造についての理解によって決定づけられていることに注意を向けたい。ここでの論理はおよそ次のようなものである。

あらゆる質量は、アインシュタインの公式 $E = mc^2$ で計算されるその等価エネルギーを持っている。それゆえ、素粒子の質量は kg 単位ではなく、eV 単位で、すなわちエネルギーの単位で評価される。世界に存在するすべては量子化されているのだから、波長が短いほど、すなわち距離が小さいほど量子のエネルギーは大きくなる。それゆえ、物質のさらなる深奥に進入するためには、プローブ、すなわち何らかの外部粒子を用いて物質の中に入り込む必要がある。その粒子のエネルギーは、すべてのエネルギー障壁を克服し得るものでなければならない。したがって、距離がより小さい領域において進入することを欲するのなら、その領域へより大きい速度で飛び込まなければならない。

核反応を解明する上での上記の方法の有用性をまったく疑わないのなら、ここでは、原子核と素粒子もしくは光子と相互作用するとき、または原子核同士が相互作用するときにおける原子核の転換を追跡することを可能にする、印象的な結果が実際に得られている。しかし、物質*構造を解明する上でその方法の有用性については、大きな疑念を述べることができる。すなわち、標的物質の得られた崩壊生成物は、それがその標的の構成に含まれていたことを物語っていなければならないとはまったく限らないのである。なぜなら、その崩壊生成物は、飛び込んで来た粒子と標的を構成している粒子の相互作用の結果として形成される可能性が十分にあるからである。

ところで、自然は、物質の原子核転換を行うとき、何らかの方法により、高温・高圧なしでそれをやり遂げている。なにしろ、物質のそれらすべての多数の同位体はどこからともなく生じたのだ！ 自然界においては、化学元素と各種の原子、つまりは原子核とのこの組み合わせ全体は、何らかの仕方で出現したのだ！ すべては水素から生じた。太陽は水素から成り立っており、太陽からもぎ取られた地球もかつては水素から成り立っていた、では、元素変換——ある元素から別の元素への転換——は、現在も何らかの仕方で生じていないのだろうか？ また、原子核触媒は存在しないのだろうか？ しかし、そのような問いを立ててはいけない。それは非科学的で無作法なことだ。今どきの理論家たちは、何がいけないことなのかを正確に知っている。なぜそれがいけないかと言えば、それは絶対にいけないことだからだ！

原子核過程を何とかして認識しようとする試みは原子核モデルの創出の必要性をもたらした。最初の原子核モデルの一つは 1932 年に D.D.イワネンコ [Dmitri Dmitrievich Ivanenko] によって提唱され、ハイゼンベルクによって発展させられた。その後、この多粒子モデルは完全な実験的裏づけを得た。しかし、原子核中における核子の強い核相互作用の問題がきわめて不明確なまま残されたため、間もなくして、核子の相互作用は、ある核子による中間子——短寿命粒子——の放出と他の核子による吸収という多数回繰り返される事象によって確保されているという着想が提唱された。その放出・吸収のメカニズムは物理学によって検討されたことがない。実は、物理学の基礎には、これらの着想が現在まで残っている。

その後、強い核相互作用を持つ多粒子量子系は、そのような原子核モデルとしては、理論的観点から見て、きわめて分析が困難な対象であることが明らかになった。その困難は、原子核を特徴づける物理量の定量的に正確な計算だけでなく、原子核の状態の基本的性質、スペクトル、エネルギー準位、核反応のメカニズムの定性的理解といった面にさえ関係していた。そのため物理学者たちは、それを用いれば原子核の構造と核子の相互作用のメカニズムを何とかして理解することができるよう別のモデルを構築することを余儀なくされた。

そのようなモデルの一つは原子核の殻モデルである。このモデルの原型は惑星原子

モデルである。このモデルにおいては、原子核は量子液体とみなされる。そして基底状態における原子核は準粒子の縮退したフェルミ気体とみなされる。準粒子は互いに有効相互作用しない。なぜなら、個別状態を変化させるあらゆる衝突事象はパウリの原理によって禁止されている（?!——筆者）からである。

殻モデルのそれ以外のバリエーションにおいては、それぞれの殻の中の準粒子間における有効相互作用が導入されており、この作用が個別状態の初期配置の混合をもたらす。理論と実験の最良の整合性を得るため、それらのモデルには、様々な追加的な相互作用、例えば準粒子と原子核表面の振動との相互作用が導入されている場合もある。このように、殻モデルは原子核の構造の若干の法則性を理解することを可能にする、事実上半経験的なスキームではあるが、しかし原子核の性質を定性的にも定量的にも首尾一貫した形で記述する能力は持っていない。とは言え、もちろん成果は存在する。結合エネルギーが最大であるときの原子核中の中性子と陽子の魔法数が部分的に説明された、電子殻の充填順序が部分的に決定された、等々といった成果である。

1950年、アメリカの物理学者レインウォーター [Leo James Rainwater] は、原子核は回転楕円体であるとする非球形原子核の回転モデルを提唱した。これは事実上、立体幾何学的記述モデルに過ぎない。回転モデルは原子核の運動を、非球形ポテンシャル場中における原子核全体の運動と個別核子の運動の組み合わせとして検討する。このモデルは大きな原子核集団のいくつかの本質的性質を記述することを可能にするが、しかしその出発点となる命題は、原子核に関する経験的データに従って公準として定められたものである。このモデルは「第一原理」から導き出されたものではない。

さらにいくつかの原子核モデルが存在する。原子核を超流動性の核液体からなっているとみなす超流動モデル (N.N.ボゴリューボフ [Nikolay Nikolayevich Bogolyubov], 1958年)、液滴の表面振動と四極振動を検討する方法で球形原子核の集団励起を考慮に入れた振動モデル、クラスター、等々である。すべての原子核モデルは多かれ少なかれ推定的な作業仮説の役割を演じている。I.S.シャピロ [Iosif Solomonovich Shapiro] [1] は、「物理学の原理の確固たる基礎にもとづいた原子核の最も重要な性質に関する首尾一貫した説明は、今のところ、現代物理学の未解決の基本問題として残っている」と指摘している。

上記の原子核モデルの開発および原子核中の過程に関する研究のいくつかの特徴に注意を払いたい。

原子核理論と原子核モデルは、原子核と核反応に関する実験データの蓄積に伴って生じ、精緻化されている。それらのデータは絶え間なく追加されていくので、それに対応してモデルと理論も増築されてゆく。それらの増築部分はますます複雑となり、理論はますます錯綜したものになりつつある。ますます抽象的な理解が導入されている。それらの理解は現実とはいかなる関係も持っておらず、そのすべてがどこへ行き着こうとしているのか、そのすべてが何を与えてくれるのか、誰も理解できなくなっている。

原子物理学は、核子の内部構造、強い相互作用の物理的本質を理解するという課題を自らの課題として設定せず、核子を取り囲んでいる媒質、核子自体の構築材料を考察対象から排除し、原子の電子殻の惑星モデルから導き出されたありとあらゆる「原理」や「法則」を形而上学的に信奉し、しかしそれらの「原理」や「法則」をそれとはまったく異なる条件、すなわち原子核という条件に対して無制限に適用していることにより、原子核の認識という点において自らを袋小路に追い込んだ。さらに、物質素粒子の「原理的な」ゼロ次元性と無構構性がそれに付け加わった。

物質素粒子の構造を何とか究明したいという欲求がいくつかの素粒子モデルの出現を呼び起こした。それらのモデルの中で最も広く承認されているのはクォークモデル

である。

1964年にアメリカの物理学者ゲルマン[Murray Gell-Mann]とオーストリアの物理学者ツワイク[George Zweig]によって開発されたクォークモデルによれば、すべての素粒子は真の素粒子であるクォークからなっており、クォークよりエレメンタリーなものはもはや何も存在しない。

当初、このモデルの提唱者たちの考えによれば、クォークは p 、 n および λ の3種類しかなかった。これらのクォークに対しては、次の基本的性質が与えられていた。それらすべてのスピンは $1/2$ である。しかしその先においては、それらのクォークは分数電荷 Q 、ストレンジネス S 、バリオン数 B およびハイパーチャージ Y の相異なる値を持っている。現実には観測される物質素粒子のどれ1つにおいても、これらの値と出会うことはない。クォークモデルの提唱者の考えによれば、あらゆる粒子はクォークの組み合わせからなっている。例えば、陽子 p は p クォーク2個と n クォーク1個からなっている($p = (ppn)$)；中性子 n は n クォーク2個と p クォーク1個からなっている($n = (pnn)$)、等々。

しかし、それから間もなくして、上に列挙したクォークでは足りないことが判明し、それらに対応する反クォーク $\bar{p}$ 、 $\bar{n}$ および $\bar{\lambda}$ が出現した。間もなくして、これでも足りないことが判明し、そのため、各クォークに対して「カラー」という性質(各クォークに対してそれぞれ3個の「カラー」 $\alpha = 1, 2, 3$)が追加的に与えられるようになった。すなわち、各タイプのクォークは3つの異なる種類としてイメージされなければならなくなった。次に、クォークに「フレーバー」が出現した。ここでは、それ以外の異なる種類のクォークが出現する可能性が排除されていない。そのため、この「真の素粒子」であるクォークの総数は、物質素粒子の数に匹敵するものになっている。それだけでなく、素粒子に何を分類することができ、何を分類することができないかが、判然としなくなっている。例えば、レゾナンス粒子という特に短寿命な粒子は、素粒子なのか、それとも何らかの遷移過程なのか？ それに加えて、そもそもクォークがこの世に存在し、微視的世界のそれ以外のいかなる粒子においても観測されていない、普通ではない性質を持っているのはなぜなのかを、クォーク理論はまったく説明していない。

クォークモデルによれば、各物質素粒子の質量は物質のエネルギーを通じて決定され、物質のエネルギーはクォークの質量エネルギーと結合エネルギーからなっている。すなわち、

$$m_{el}c^2 = c^2 \sum m_q - \sum E_{bond}$$

である。ここで、左辺は物質素粒子の質量 $[m_{el}]$ 、右辺は素粒子を構成しているクォークの質量 $[m_q]$ およびクォーク同士の結合エネルギー $[E_{bond}]$ である。各クォークの質量は陽子の質量の5倍以上である。3個のクォークからなる陽子が持っている質量は15倍ではなく、1倍にすぎない。なぜなら、残りの14倍分の質量は結合エネルギーに相当するからである。その結合エネルギーは負である。クォークのエネルギーは正である。したがって、それらのエネルギーは相殺し合う。クォーク自体は互いにグルーオンという粒子によって接着されている。

微視的世界の素粒子のクォークモデルは、エネルギーティーク[Energetik]の哲学の問題に再び立ち戻ることを余儀なくさせる。周知のように、エネルギーティークとは、世界にはエネルギーのみが存在し、物質*とは濃縮したエネルギーであると主張する哲学流派である。質量をエネルギーを通じて表し、これによって質量とエネルギーの等価性を主張している現代理論は、エネルギーティークの道を進んでいる。クォークモデル以前には、哲学流派としてのエネルギーティークの欠点はそれほど目立ったものではな

く、エネルギー的基礎にもとづいて計算された核反応における質量欠損は、誰にとってもそれほど妨げにならなかったのに対し、クォークモデルにおいてはこの問題が先鋭化している。ここでは、エネルギー的な課題設定が、全体——物質素粒子——は、質量の点で、物質素粒子の諸部分——クォーク——の質量より小さいという結果をもたらしている。次の疑問が生じてくる。クォークが統合されて粒子になった結果、その質量はどこに消えてしまったのか？ 素粒子の質量から差し引かれる負の結合エネルギーとは、いったい何なのか？ クォークの質量を物質素粒子の質量に統合している「グルーオンの糊」は、それと同時に、クォークの質量の正のエネルギーを負の結合エネルギーに、どのようにして変換しているのか？ あるいは、より厳しい言い方をすれば、クォークの正の質量から、負の結合質量はどのようにして差し引かれるのか？

実際には、すべては、素粒子のクォークモデルが描き出しているように見えることはできない。素粒子の結合エネルギーと質量エネルギーは、例えば、それらが相異なる構造と相異なる機能を持っているという点だけをとって見ても、けっして同じものではない。さらに、それらは共通の空間地点には位置していない。そして重要なのは、**質量はエネルギーではなく、エネルギーの担体である**ということである。エネルギーは質量ではなく、質量の運動の尺度なのであって、それらは同じことではない。

それに加えて、質量とエネルギーの関係は係数 c^2 を通じて実現されているとみなす根拠はない。表式 $E = mc^2$ は、アインシュタインが光信号のみの検討の過程で得たものであるにもかかわらず、その後、あらゆる種類の物質*に対して恣意的に適用されている。言うまでもなく、これは誤っている。この表式を適用することの妥当性がそれぞれの個別の場合ごとに立証されなければならないが、これは一度もなされたことがない。

そうこうしているうちに、物理学者たちは自然界に存在する自由状態のクォークを探し始めた。彼らの意見によれば、クォークはこの世に存在していなければならない——なにしろ、理論がこんなにも美しいのだから！ しかし、どうしたわけか、自由状態にあるクォークを見つけることはできなかった。もしかしたら、そもそもクォークはやはり存在しておらず、無学な自然は、物理学者たちが制定した法律 [law, 法則] によれば、キログラムと電子ボルトは自然によって足し合わされなければならないと定められていることを、知らないのではないか？

物質素粒子の崩壊生成物が崩壊した粒子より単純ではないという物理学に生じたパラドキシカルな状況は、実は、それが、より単純な構成部分への崩壊ではなく、粒子の相互作用の具体的な条件に依存した、物質*のある形態から別の形態への転換であるということを意味している。それと同時に、それは、初期粒子も転換生成物も同一のより小さい粒子から構成されているということを意味している。そのような粒子に対しては、物理理論の発展の現段階においては「エレメンタリー」という形容詞を実際に与えることができるが、それはもちろん、約束事的なものである。そのような粒子は大きさの点で電子より何桁も小さく、質量の点でも同様でなければならない。現在における「物質素粒子」は、そのようなより微細な粒子からなる複雑な構造的組織以上のものではない。そのような粒子は、自然科学の発展の初期段階には「アーメル」[amer] (尺度を持たないもの) ^[訳注] という独立した名称を持っていた。そうであると

[訳注] 古代ギリシア語の ἀμέρης を語源とする amer (アクセントは ámer) はエーテル動力学における重要な用語である。「エーテル」が aether, ether のドイツ語 Äther の日本語での読み方であるので、それに対応させるという意味を込めて、また amer のロシア語 амер の発音が「アーメル」であることも考慮し、この訳文では amer に「アーメル」という読み方を当てることにする。

すると、物質*の組織化の階層構造が自ずと姿を現し始める。そこでは、アーメルが深いレベルに存在し、「レンガ」のようなものになっている。そして「物質素粒子」がブロックとなり、原子がそのブロックからなる建物となっている。理論物理学がその現在の発展段階において取り組むべきことは、宇宙のそれらの「レンガ」の性質を探索することであり、抽象的な数学的組み合わせ論に夢中になっていることでは決してない。

原子核モデルについて言えば、原子量にもとづいて作られたメンデレーエフの周期表からは、原子核中には陽子と中性子以外のいかなる粒子も存在しておらず、あらゆる新粒子は原子核中に含まれているものではなく、加速器実験時に形成されたものであるという結論が直接的に導き出される。ここから単純な結論が導き出される。あらゆる原子核の物理モデルは陽子と中性子のみから構成されなければならない。しかし、物理学者たちはそうしていない！

現状においては、構造という概念自体およびその構造にとって必要とされるはずの材料が排除されていること、そして過程に関する検討の際にその物理的本質が排除されていることが、物理と物質が抽象数学によって取って代わられるという事態を招いたと断言することができる。方程式による物質*の代替の歴史は過去において繰り返されていたが、そのような方法論の不当性に対して V.I.レーニンが注意を向けたときから 100 年が過ぎた今も繰り返されている。

4.2. 電気力学における現状に寄せて

周知のように、電気と磁気に関する学説は偉大な成果を収めた。この学説は電気力学と名付けられた単一の理論の形で具体化され、電気現象と磁気現象を統一している。電気工学、電波工学、電子工学は電気力学のおかげで発展した。応用科学のこれらの領域が多数の実践的成果を得ることができたのは、電気力学のおかげであることを疑う者はいない [2]。

理論面における成果、またこれが最も重要な点であるが、応用面における成果がきわめて偉大であり、電気力学の理論自体ときわめて有機的に結びついているため、電気力学のすべての命題の正しさに対する疑念は誰にも生じない。この理論におけるキルヒホッフの法則、オームの法則、アンペールの法則、ファラデーの法則、マクスウェル方程式、ガウスの定理その他の多くの主要要素は現実による徹底的な検証を受けており、それゆえ、全面的な承認を獲得した。このこととの関連から、専門家たちは、電気力学の何らかの基本命題に関するあらゆる疑念に対し、それを検討すらせずに否定的な態度を取っている。それらすべての命題はドグマとしての力を得た。それらの命題の不完全性に関する問題を設定すること自体が苛立ちを引き起こす。電気力学においては、すべてが明瞭であるからである。

もしかしたら、すべてではないのではないかな？

電気力学におけるパラドックスの存在をいかにして説明するべきか？ 実は、すべての専門家がある存在を認めているわけではない。それゆえ、事例を挙げる必要がある。

次の事例について検討しよう。2 つの等しい電荷がある距離だけ離れた所にある。それらはクーロンの法則

$$F = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{4\pi r_0^2}$$

に従って互いに斥力を受けている。

今度はそれら2つの電荷を一緒に距離を一定に保ったまま運動させる。すると、それらは電流となり、アンペールの法則

$$F = -\frac{\mu_0 i_1 i_2}{4\pi r_0^2} l_1 l_2; \quad i_1 = \frac{\partial q_1}{\partial t}; \quad i_2 = \frac{\partial q_2}{\partial t}$$

に従って引力を受ける。

しかし、それら2つの電荷は互いに対して前と同じように静止している。では、今度は何がそれらを引きつけ合わせているのであろうか？ これは虚構ではないのか？ 電子線中では同じ電荷を持った粒子——電子——が移動しているにもかかわらず、管の中の電子線は分散せず、電子線の各断面において、電子は互いに対して静止している。

もう1つの事例。無限長の直線導体を例にとると、導体の単位長さ当たりの磁場エネルギーは無限大となる。普通、次のような反論が出る。電流が逆方向に流れているもう1つの導体が存在しているのだから、磁場は両方の導体によって一緒に形成されており、その場合、導体の単位長さ当たりの磁場は有限となる。それは正しい。しかし、2番目の導体は1番目の導体から任意の距離にあることが可能である以上、原理的には、数学的にはあるが、導体の単位長さ当たりのそのエネルギーは、予め与えられた任意の値より大きくすることができる。最小の電流からこうなるのである。では、これをどう理解するのか？

もう1つ別の事例を検討しよう。

導体中に起電力、例えば蓄電池が存在する場合、導体が開路されている間には電流は導体中を流れず、その起電力と等しい電圧が導体の両端に存在する。導体の両端を接続すると、導体を閉路した瞬間、閉路区間は長さを持っていないにもかかわらず、最初の時点には閉路区間上に全電流が存在している。このことは、閉路の瞬間、その場所にはゼロの電気抵抗が存在し、したがって無限大の値までの電流のバーストが生じなければならない。しかし、なにしろキルヒホッフの法則によれば、そのようなことはあり得ないのだ！ その過程はいったい何なのか？ その過程をどのように記述するのか？ 現実のあらゆる場合に役立つ普遍的なマクスウェル方程式から、その過程はいかにして導き出されるのか？

電気力学にはパラドックスが存在しているだけでなく、理論はあることを予言しているが、詳細で綿密な測定を行ってみると、理論値とは何倍も異なった結果が得られるという場合も存在している。例えば、マクスウェル方程式の第1式からの帰結であり、幅広く利用されているアンペールの法則

$$\int H dl = i$$

はまったく疑われたことがなく、それゆえ、実験的に検証されたことがない事実が判明した。いずれにせよ、文献には、アンペールの法則の実験的検証に関するデータは含まれていない。行われた実験は、この法則が厳密に満たされていることを裏づけなかった。この法則からは、磁場強度 H の減少は、双曲線法則

$$H_1/H_2 = r_2/r_1$$

(ここで、 r は通電導体の中心からの距離)に従って進行しなければならないことが導き出される。ところが実際には、そのような依存関係が妥当するのは、磁場強度が小さい場合に限られることが判明した。既にわずか何十分の1Aの電流のとき、この法則からの顕著な逸脱が生じており、その逸脱の度合いは電流が大きいほど大きくなっ

ている。

2つの長方形回路の相互誘導の決定に用いられる関係式は、それらの回路が大きさが十分大きい場合、例えば数 m^2 のオーダーで測られる面積の場合には、実際には裏づけられていない。ここでは、計算値との差はきわめて大きい。

電磁波が横方向に変位していることは誰もが知っている。ところが、半導電性媒質中における集中パラメーターを持つヘルツ双極子の放射に関する課題を一般的な形で解決する必要性が生じた。すると、この課題はマクスウェル方程式を用いて解決することができないことが判明した。媒質の電気伝導性を捨象した近似的な形ではまああの結果が得られたが、完全な形ではこの課題を解決することはできなかった。これに関して行われた実験は、電磁波の縦成分が存在しており、その縦成分中においては電気ベクトルの方向が電磁波の伝播方向と一致していることを示した。しかし、このことはマクスウェル方程式からはけっして導き出されないのである！

そもそも我々は、電場と磁場が何であるかも、電流が何であるかも、あらゆる電気現象と磁気現象のメカニズムがいかなるものかも知っておらず、それが何であるかをまったく理解しないまま、これほどまでに幅広く利用しているのだということを想起すべきである。

一連の電磁気量については、その物理的意味の抽出すらなされていない。例えば、スカラーポテンシャルとは、単位電荷が無限遠からそのポテンシャルの下にある地点へ移動するときになされなければならない仕事である。では、「ベクトルポテンシャル」とは何なのか？ そもそも、その物理的意味はいかなるものなのか？ それだけでなく、ベクトルポテンシャルは一定の数学的関係式を満たしていなければならないが、これについてはまったく何も語られていない。

電気力学の公式は「遠隔作用」、すなわち離れた場所における作用という点で誤りを犯しているため、その場所における真の物理過程が検討されていないという結果を招いている。その最も単純な例はファラデーの法則

$$e = -S_{xy} \frac{\partial H_z}{\partial t}$$

である。この法則は、回路の面積 S_{xy} 上（穴の内部）における磁場強度の変化 ∂H_z を、回路自体上の回路の導体中において生じる起電力 e と関係づけている。ここには、変化する電場と回路の導体の間における相互作用と直接結びついている、いかなる過程も存在していない。ここに存在しているのは、ある場所（穴の内部）における電場強度の変化と、別の場所——導体上——における起電力の出現なのである！ 信号の伝達メカニズムはいったいいかなるものなのか？ このことは、この関係式の正確性はほとんど疑念を引き起こさないにもかかわらず、この公式からは導き出されない。今「ほとんど」と述べたのは、それに関して疑念を引き起こすような実験データが存在しているからである。例えば、ファラデーの公式は測定回路の外部に存在する磁場を考慮していないが、実験はそれを考慮する必要がある、さもないと誤差があまりにも大きくなることを示している。しかしこの事実は、ファラデーの法則からもマクスウェル方程式からもけっして導き出されない。

ここでは、マクスウェル方程式は既に 1855~1864 年の時期に導出されたものであり、電磁気理論全体が彼によって叙述されたのは、1873 年に出版された 2 巻本の『電気磁気論』においてであったことを思い出すことが有益である。マクスウェルはこの基礎的な著書において、彼の先人たち（オストログラツキー、ガウス、アンペール、レンツ、グリーン、ウェーバー、ノイマン、キルヒホッフ、トムソン、ヘルムホルツ等）の著作において述べられている電気と磁気に関する学説を発展させた結論と、彼

自身の研究からの結論を導き出した。

マクスウェルは 20 個の変量を含んでいるその有名な方程式（合計 20 個）を論文「電磁場の動力学的理論」（1864 年）において叙述したわけであるが、その論文に先行して、1856 年に発表された「ファラデーの力線について」および 1862 年に発表された「物理的な力線について」という題名で統合された彼の一連の論文が存在していたことに注目する必要がある。現代の教科書の叙述によれば、マクスウェルはその方程式を「公準として定めた」かのようにされているが、実際には、彼はその方程式を運動エーテルモデルにもとづいて厳密に導き出したのであった。渦管（「ファラデー管」）が生じているとするそのモデルにおいては、理想流体、すなわち粘性と圧縮性を持たない流体の渦運動に関するヘルムホルツの研究が利用されていた。エーテルには理想流体の性質があるとし、理想流体中において渦は発生も消滅もせず、移動するのみであるというヘルムホルツの渦定理を適用し、渦の自軸に沿った循環は一定不変であることを示したことにより、マクスウェルは流体の諸パラメーターを結合し、電気力学の方程式を得た。

他ならぬモデル的アプローチ、すなわち動力学的アプローチと厳密な流体力学的結論が、得られた方程式の現実の電磁気現象に対する、当時としては最大限可能な一致をマクスウェル方程式にもたらした。マクスウェルの研究結果を既に 100 年間以上享受している後世の人間である我々は、彼の仕事がどれだけ見事に、しかも誠実になされた仕事であったかを考えてみなければならない。

しかし、マクスウェルによってなし遂げられた研究がいかに偉大であろうと、それはあらゆる研究と同様、完全な研究ではなく、近似的な真理にすぎないことを忘れてはならない。それゆえ、その研究には、あらゆるモデルより何倍も複雑な現象の真の描像からの逸脱が存在するに違いない。したがって、そのような逸脱を探し、決定する必要がある。この問題において、マクスウェルより遠くへ進んで行くべき時が来たのではなかろうか。

そして実際、電気力学の方程式の導出についてより子細に検討してみると、客観的現実からのそのような逸脱を見出すのは難しいことではない。

何よりもまず、エーテルは理想流体、すなわち粘性も圧縮性も持たない流体であるという誤った見方がされている。そのような流体は自然界には存在しない。あらゆる流体には粘性があり、何らかの度合いの圧縮性を持っている。また、多くの研究者が予想したように、そもそもエーテルが液体ではなくて気体であるとする、エーテルの粘性は相対的に小さいものである可能性はあるものの、その圧縮率はきわめて高いことが判明する可能性がある。この点の是正からは、きわめて多くのものが導き出される。

理想流体中におけるのとは異なり、粘性圧縮性流体中においては、渦が形成され、消滅することができる。とりわけ、渦軸に沿った流体流を考慮した場合にはそう言うことができる。そしてこのことは、渦の遷移過程、あるいは形成時においては、渦軸に沿った循環は一定不変にはならないということを意味している。さらにこのことは、あらゆる電極の近傍領域には、横波ではなく、縦波が存在しなければならないということを意味している。これに関する実験を行ったところ、まさにその存在が検出された。このことはマクスウェル方程式ではまったく想定されていない。

さらにもう 1 つの逸脱について。その見かけ上の完全性にもかかわらず、マクスウェル方程式は、各空間地点における過程の発展を反映していない。マクスウェル方程式が反映しているのは、平面内のみにおけるエーテルの運動であるからである。そのような方程式を、空間中、あるいは各空間地点の周辺における過程を反映するためには、2 つの平行平面内における渦形成条件における違いが検討されるよう

にする、すなわち、渦軸に沿って進行する過程を方程式によって記述することができるようにする必要がある。マクスウェルにはこれがない。

さらに、マクスウェルには電場と磁場の圧縮の可能性に対するいかなる言及もない。圧縮性エーテル中においては、圧縮の可能性が必ず存在しなければならない。これは、アンペールの法則に関して特別に行われた研究において、測定結果の分析から明らかになったことである。

……等々の問題がある。

マクスウェル方程式は、伝播する磁場が導体を横切るときの物理過程を反映していない。これに対し、それとは別の法則である電磁誘導の法則、すなわち、導体が静止磁場を横切るときの導体に対する起電力の誘起に関する法則

$$e = Bvl$$

は、その物理過程を反映している。なぜなら、この法則には、長さ l の導体が磁気誘導 B を持つ磁場を横切る速度 v が現われているからである。したがって、これは近接作用の法則であり、そこには過程の本質が姿を見せている。

ファラデーの法則においては、そのような本質は姿を現していない。このことは、実際には、過程はファラデーの法則とは何らかの点で異なった仕方で進行しているということを意味している。実際、現実の過程においては、軸に沿った磁場強度のいかなる変化も生じていない。現実の過程において生じているのは、磁力線がそこに縦方向ではなく横方向に到達することによる、回路面積における磁力線密度の変化なのである。その運動の過程においては、磁力線による回路フレームの横断も生じている。そうであるとすれば、既存の公式はいくつかの個別的な場合には近似的な結果を与えるとは言え、その過程は、既存の公式とは異なった仕方で記述されなければならない。事実、それ以外の場合には、両者の結果が大きく食い違っていることがある。そのような場合に実験が裏づけているのは、マクスウェルとファラデーの依存関係ではなく、変化する磁場と導体の直接的相互作用という条件から導出された依存関係である。

以上に述べたすべてのことから、マクスウェル方程式は電磁気過程の本質をけっして完全には記述していないという結論が導き出される。それらの方程式はきわめて近似的な電磁気現象モデルに依拠しており、したがってそれらの現象をきわめて近似的にしか反映していない。そのモデルに含まれなかったすべての事柄は、方程式にも含まれなかった。そのモデルには電磁波の横方向性は含まれていないので、当然、それらの方程式の解は横波を与える。では、縦波がモデルに含まれなかったのなら、方程式において、縦波はいったいどこから現れることができようか？ 縦波は方程式にも存在しない。しかし、それは、自然界に縦波は存在しないからではけっしてない。

遠隔作用の概念、すなわち相互作用が現実には生じているにもかかわらず、その相互作用の伝達メカニズムは存在しないという考え方は、様々な科学者によって繰り返し批判されてきた。我が国では、1920~1930年代にこの問題に関する大規模な議論が行われた。応用科学者たちは、相互作用の伝達メカニズムが存在しなければならず、その相互作用を可能にするためには、世界媒質——エーテル——が存在しなければならないと常に主張していた。しかし、そのような問題設定は指導的な理論物理学者たちからの反論を受けた。彼らはそのような問題設定そのものをあらゆる手を使って妨害した。多分、彼らはこの問題の複雑さを理解しており、それゆえ、自分たちがこの問題に対処できないことを恐れていたからであろう。そしてその結果、我々は現在に至るまで、電磁気現象の十分完全な描像を持っておらず、それらの現象の物理的本質を理解していないため、実践が要求しているレベルまで電気力学を発展させることができずにいる。

電気力学を例にとると、現象——この場合は電磁気現象——の本性に関する我々の知識の相対性がきわめて明瞭に見えてくる。J.C.マクスウェルと彼の先人たちが、我々が多年にわたってその恩恵をこれほどまでに享受している研究成果を我々に残してくれたことに対し、我々は深く感謝しなければならない。しかしこのことは、電気力学領域の科学者たちが我々に明示的あるいは暗示的な形でそう説明しているように、我々以前に既にすべてがなし遂げられたということを意味しない。

1874年にウモフ [Nikolay Alekseevich Umov] が、さらに 1892~1895年にポインティング [John Henry Poynting] が空間中における電磁場エネルギー流束密度ベクトルの導入を提案したことを除き、マクスウェルの「電磁気論」が発表された日から 100 年間以上にわたり、電磁理論の領域においては事実上いかなる前進も生じなかった。その間、電気工学、電波工学および電子工学に関する何百冊もの教科書が書かれ、書き写された。それらの教科書では、マクスウェルによって既に得られたものに、事実上何も付け加えられていない。ただ単に、記号が変わり、編集が改善（あるいは改悪？）され、解釈が変わったにすぎない。しかし、電気力学の本質全体は元のまま残され、電気力学領域の科学者たちは、すべて昔と同じ陳腐化した真理を世代から世代へと引き継ぎながら、完全に平穏無事に暮らしている。

どうやら、ここでもまた応用科学者たちが仕事を引き受けなければならないようである。なぜなら、応用科学者たちの前には実践的な課題が立ちはだかつており、この理由により、理論科学者たちと比べ、応用科学者たちにとっては真の自然過程を反映する理論の必要性がより大きいからである。

4.3. 宇宙論における現状に寄せて

不可分の統一体としての宇宙に関する現代科学——宇宙論——全体および天体の起源と発達に関する科学——宇宙進化論——の上には、A.アインシュタインの一般相対性理論の影が忍び寄っている [3]。1920 年代、天文学者たちは、当時存在した理論と観測事実の間の矛盾を露呈させた、いわゆる宇宙論的パラドックス——熱力学的パラドックス、光学的パラドックスおよび重力的パラドックス——に注意を向けた [4]。

熱力学的パラドックスは、全宇宙に対する熱力学第 2 法則の適用から導き出される。熱力学第 2 法則とは、有限速度で進行する巨視的過程の不可逆性について定める原理である。熱がより低温の物体からより高温の物体へ自発的に移動するような過程は存在し得ないというこの原理を最初に定式化したのは、ドイツの物理学者クラウジウスであった。現代熱力学においては、この第 2 法則はエントロピー増大則として定式化されている。統一体としての宇宙に対する第 2 法則の文字通りの適用は、宇宙の熱的死、すなわち、全般的な温度平衡の結果あらゆる過程が停止するような宇宙の状態が不可避免的に到来するという結論にクラウジウスを導いた。しかし、もし宇宙が永遠に存在しているのだとすると、パラドックスが生じる。パラドックスは、アインシュタインの一般相対性理論から導き出される非定常宇宙論を採用した場合にも生じる。なぜなら、この場合には、望遠鏡で観測し得るメタギャラクシー（宇宙の全部分）の年齢が、地球の年齢より小さくなるからである。

2 番目のパラドックスは、いわゆるシェゾー-オルバースの光度測定のパラドックスである。このパラドックスによれば、もし宇宙空間が無限大であるとする、あらゆる方向において、視線 [= 観測者と天体とを結ぶ直線] 上には何らかの輝く星が存在しなければならず、それゆえ、天空の表面全体は例えば太陽表面のように目もくらむほど輝いて見えなければならないはずであるが、これも観測事実と矛盾している。つまり、ここにはパラドックスが存在する。

最後の3番目のパラドックス——ノイマン-ゼーリガーの重力のパラドックス——には、最初の2つのパラドックスよりも分かりにくいところがある。これは、宇宙の無限大の質量系によって創出される重力場に関する疑問、すなわち、任意の空間地点において、無限大の空間中に一様に分布している無限個の質量によって創出される重力ポテンシャルは無限大のポテンシャルを創出するはずであるから、質量同士が引き合うことは不可能になるという疑問に対して、ニュートンの万有引力の法則は合理的な答えを与えないというパラドックスである。

現代の宇宙論研究者たちの意見によれば、これら3つのパラドックスのすべては、アインシュタインの相対性理論を宇宙論に適用すればすべて解決される。相対性理論では時空の曲率に注意が払われている。宇宙がそれ自体で閉じているのは、その曲率のためである。また、1920年代にソ連の物理学者フリードマンによって発見された宇宙の非定常性にも注意が払われている。フリードマンの研究結果が認められたのは、1929年にアメリカの天文学者ハッブルが遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」を発見した後のことである。遠方銀河のスペクトルは赤色部分の側へシフトしており、そのシフトの大きさは、その銀河が我々から遠いほど大きいことが判明した。ここから、宇宙の膨張はいわゆる「ビッグバン」の結果であるという結論が下された。

ビッグバンの意味は次のとおりである。かつてある時、宇宙は特異点と呼ばれる無次元の1点に集中していて、無限大の密度を持っていた。しかし次に、宇宙は爆発し、それ以来ずっと四方八方へ飛び去りつつある。このことはスペクトルの「赤方偏移」が実験的にも裏づけている。ビッグバン——宇宙の誕生という事象——は今からおおよそ150億~200億年前に生じた。現在のところ、この過程は一方向に進んでいる。ある時間が経過した後、宇宙は収縮し始め、再び特異点、すなわち無次元の1点に集まり、その後、再度爆発するかもしれない。その場合、それは「振動」宇宙ということになる。しかし、それは今のところ明らかではない。

現代宇宙論の文献では、ビッグバン後の最初期——1秒後、1ミリ秒後、さらには1マイクロ秒後——に宇宙において生じた諸過程に大きな注意が払われている。しかし、ビッグバンより前、例えばビッグバンの1秒前の状態は検討されていない。それは無意味だとみなされているからである。そもそもいかなる過程も存在しなかったのだから、その時には時間というカテゴリー自体が存在しなかったのである。時間はビッグバンの瞬間からのみカウントされる。理論家たちは、膨張宇宙の着想は前述したすべてのパラドックスを解決することを可能にすると考えている。とは言え、熱力学のパラドックスを解決するためには、この着想だけでは不十分である。そのため、ある追加的な説明が導入されている。それによれば、宇宙の任意の好きなだけ大きな一部分は閉じておらず、それゆえ、「熱的死」の不可避性という結論は誤っている。実は、このような推論は、相対性理論から導き出される宇宙は閉じているという着想と矛盾している。しかしこれは、それらの理論家たちが思っているほど重要なことではない。その代わり、残りの2つのパラドックスは完全に成功裡に解決される。

全体的には、宇宙は一樣で等方的である。これは2つの公準にもとづいている。

公準1 重力場の最良の記述はアインシュタインの方程式であり、時空のゆがみもこの方程式から導き出される（このことにより、もはや誰も、今後けっしてアインシュタイン以上に優れたことは何も考え出すことはできないということが公準として定められる）。

公準2 宇宙にはいかなる特別な地点も存在せず（宇宙の一樣性）、いかなる特別な方向も存在しない（ここでもすべては明快である。すなわち、そのような特別な方向が存在するかどうかという問題には、誰も関心を持っていない。公準に従ってそのような方向は存在しないといったん決まったからには、それはすなわち、それを探す必

要はないということだ)。

アインシュタインの方程式は宇宙項がゼロのときに単純な形を取るのだから、このこともアインシュタインの理論の正しさと美しさを物語っている。

宇宙定数 λ は、方程式が定常宇宙を記述する解を持ち、また慣性の相対性という要請を満たすことができるようにするため、アインシュタインが1917年にその方程式に導入したものである。それらの力は、 $\lambda < 0$ のときは質量同士の引力をもたらす、 $\lambda > 0$ のときは斥力をもたらす。その斥力は、距離が大きくなるにつれて減少せず、逆に増大する！宇宙定数を導入することの物理的意味は、ある特殊な宇宙的力の存在を仮定することにある。そのような力の本性は不明だが、それが不明であることは重要ではない。

銀河が後退していることが発見されたことにより宇宙の定常性という要請が無意味になったため、アインシュタインは1931年に宇宙定数を放棄したが、この定数は現在にいたるまで近似的にゼロに等しいとみなされている。ただし、それとは別の可能性も仮定されている。すなわち、宇宙定数はきわめて小さいが、それでもゼロではなく、 $\lambda \approx 10^{-55} \text{ cm}^{-2}$ であるという仮説がある。

一般相対性理論の理解によれば、宇宙の総質量は有限であり、次式のようにになる。

$$M = 2\rho\pi^2 R^3 = 4\pi^2 \frac{R}{\chi} = \frac{\sqrt{32}\pi^2}{\chi^{3/2}\rho}$$

ここで、 R は閉じた宇宙の4次元空間の半径であり、 $\lambda \approx 10^{-55} \text{ cm}^{-2}$ のとき、 $R = 3 \cdot 10^{27} \text{ cm}$ である。

アインシュタイン [3] は、その中に物質*が存在することに起因する空間の正の曲率は $\lambda = 0$ のときにも得られるということ、定数 λ が必要なのは、恒星の実際の移動速度に対応する準静的な物質*分布を確保するためであると指摘している。

これにもとづき、現代宇宙論では主に2つの宇宙モデルが検討されている。その一方のモデルにおいては、空間の曲率は負、または極限においてゼロに等しい。空間は無限であり、すべての距離は時間とともに限りなく増大してゆく。これがいわゆる開いた宇宙のモデルである。他方のモデル——閉じた宇宙のモデル——においては、空間の曲率は正であり、空間は有限であるが、開いた宇宙のモデルにおけるのと同程度に無境界である。このモデルでは、膨張は時間とともに収縮に取って代わられる。最初期の段階はいずれのモデルも同じで、無限大の質量密度、無限大の空間曲率を持った特殊な初期状態、そして時間とともに減速する爆発的膨張が存在しなければならないとされる。

さらに、第3のバリエーション——「熱的宇宙」のバリエーション——も存在する。これは宇宙の高い初期温度を想定しているが、これもまた公準である、この公準からは、宇宙の「始まり」からの時間がきわめて小さい値のときには分子や原子だけでなく、原子核も存在することができず、光子やニュートリノを含め、各種の素粒子の一種の混合物のみが存在していたということが導き出される。

最初の瞬間、すなわち $t = 0$ のとき、 $\rho = \infty$ であったのに対し、既に $t = 0.01 \text{ s}$ のとき、密度は $\rho = 10^{11} \text{ g/cm}^3$ まで低下した。ナアン [G.I.Naan] は「宇宙論」という記事 [4] において、「(略) 原子核の密度をはるかに超える密度において (膨張開始から 10^{-4} s の間に) 何が起こったかを知らないということは、 $t = 0.01 \text{ s}$ 以降の状態について多かれ少なかれ確実な判断を下すことを妨げない」と書いている。

宇宙は定常的ではないこと、また宇宙は熱的宇宙であることを裏づける主な観測事実とみなされているのは、1929年にハッブルによって発見された宇宙論的「赤方偏移」および1965年に発見された残存電波放射 [=宇宙マイクロ波背景放射] である。空間の曲

率だけは直接的に測定されていないものの、これも間接的に決定されている。また、光を放っている物質の平均密度は $10^{-31} \sim 10^{-29} \text{ g/cm}^3$ であることが判明した。しかし、臨界平均密度は $6 \cdot 10^{-30} \text{ g/cm}^3$ であるので、宇宙は開いているのか、すなわち境界なしに膨張しているのか、それとも閉じているのか、すなわち宇宙はある時間が経つと収縮し始めるのか、そのいずれであるかを正確に言うことはできない。しかし、過去に関するすべてのことは既に明らかになった。

現代宇宙論の検討の過程ではいくつかの理論的困難が生じた。例えば、超高密度の物質の状態を解明するための理論は存在しない。無限大の密度を持つ物質の状態を解明するための数学を発見しなければならない。そもそも $t = 0$ 以前にはいったい何があったのかという問題を設定することの無意味さを裏づけるため、時間の概念を一般化することが求められたが、ここでは最初の一步が踏み出されたにすぎない。時空のトポロジーは十分に練り上げられていない。宇宙の年齢の決定の仕方は完全に正確というわけではない。宇宙の荷量の対称性、また物質が反物質より圧倒的に多い理由は説明されていない。恒星と銀河の発生に関する説得力のある理論は存在しない、等々の問題がある。しかしこれらすべての問題は、上に列挙した主な基礎的側面は既に正しく解決されており、宇宙論は全体的には確かな道を歩んでいるという全般的な確信に対して、まったく影響を及ぼしていない。

しかし、以上のような主張は大きな疑念を引き起こす。

実際には、上に示したように、現代宇宙論は典型的な公準的原理に従って構築されている。それは、そのそれぞれが疑問視されることができ、また疑問視されなければならない一連の公準に依拠している。

一般相対性理論の公準から検討を始めよう。電磁相互作用の現象である光の速度は、それとはまったく異なる基本相互作用である重力といかなる関係を持っているのか？ 光速は4次元時空インターバルの構成に含まれており、そこから一般相対性理論のテンソルに入ってきたものである。論理はいったいどこにあるのか？

さらに、宇宙論のパラドックスは普通のユークリッド空間に関する理解の枠内では解決することはできないと、なぜ決められているのか？ そんな根拠はない。もちろん、世界空間を満たしている媒質を検討から排除した場合には、非ユークリッド空間の完全な空虚の中でパラドックスと闘わざるを得なくなる。しかし、エーテルを事前に無視しなかった場合には、それとはまったく別の可能性が開けてくる。

そもそも、熱力学のパラドックスは、それ自体が疑問視され得るような類のパラドックスである。なにしろ、そのパラドックスは、相異なる温度の2つの物体の単純な熱交換の場合にしか触れていないからである。しかし、宇宙にはそのような種類のエネルギー交換のみが、普通の熱のレベルにおいてのみ存在すると、果たして言えるのか？ では、核反応はどこに隠れてしまったのか？ 核反応はなぜ考慮されないのか？ 物質*の深奥を究明し尽くすことはできないということは、なぜ考慮されないのか？ なにしろこのことは、今日の我々には知られていない、さらに多数の相互作用が存在することを意味しているのである！

それだけでなく、そもそもエントロピーの増大について語るのは誤りであり、空間中におけるエネルギーの分散あるいは集中について語る必要があるという観点も存在する。言うまでもなく、諸過程の大部分は空間中におけるエネルギーの分散と関係しており、そのような過程においてはエントロピーは増大する。しかし、その結果としてエントロピーが減少することになる、エネルギーの集中過程が存在することが判明している。そのような過程であるのは、例えば、気体渦——竜巻——である。竜巻とは、大気のポテンシャルエネルギーを気体流の運動エネルギーに転換する、天然の機械なのである。もし世界空間が空虚であるならば、もちろんその場合には、そ

のような過程のための場所は世界空間には存在しない。ではもし、世界空間が気体状エーテルによって満たされているとしたら？ その場合には、そのような過程が必ず存在しなければならない。しかし、それらの過程を発見するためには抽象的な公式を操作するだけではまったく不十分であり、それらを探さなければならない。それらは、例えば、渦巻銀河の核——渦巻銀河の中央部——の中にある可能性がある。まるで空虚な空間のように向こう側が見通せる銀河核は、何らかの仕方で物質を陽子の形で生成していることが知られている。銀河核が1年間に生成する陽子の総質量は、太陽の質量の1.5倍に等しい。銀河核の領域内では恒星の密度が最大となっているが、それらの恒星はその陽子から形成される。それはどのようにして生じているのか？ その過程を次のように理解してはいけないのか？ すなわち、エーテルが銀河の2つの渦状腕に沿って銀河核内に入り、そこでエーテルの2つの旋回細流が衝突することがエーテル渦を生み出す。そしてそれらのエーテル渦は分裂し、自発的に高密度化し、その大きさを連続的に減少させていく。その結果、陽子——エーテルのらせんトロイダル渦——が形成される。渦体が圧縮されるとき、角運動量の不変性により、気体流の速度が増大し、エーテルの圧力のポテンシャルエネルギーが渦体中におけるエーテルの運動の運動エネルギーに移行することにより、気体流のエネルギーが増大し、その結果、渦のエネルギーが増大する。これはまさにエネルギーの集中に他ならない。これは完全にあり得る仮説である。

これと同じことがシェゾー-オルバースの輝度測定のパラドックスについても言える。そもそも、「赤方偏移」の存在がこの問題を議題から削除している。なぜなら、天空はもうけっして一様に輝白色であることはできなくなったからである。つまり、遠方銀河からの光は赤化し、きわめて遠方の銀河からの光はもはや目に見えない赤外線になるからである。我々が観測している描像はこうして得られる。

「赤方偏移」そのものは、銀河の「後退」の結果である必要はまったくない。それは多数ある説明のバリエーションの一つでしかない。この「説明」が定着したのは、それが相対論者たちの支配的学派にとって都合が良いからにすぎない。しかし、この「赤方偏移」に関するそれ以外の非ドップラー的説明も多数存在している。それらの説明のうちの一つは、スペクトルの「赤化」は、空間中を進むにつれて光子がそのエネルギーを損失することに起因していると主張している。エーテルはいくらかの粘性を持っており、光子とは、そのエーテルの、流体力学における「カルマン渦列」タイプの渦状形成物であると仮定すれば、すべてはきわめて単純に説明される。すなわち、エネルギーを損失するにつれて渦の直径が増大し、光子中の渦同士の間隔も増大する。これはまさに波長の増大、すなわち光子の「赤化」に他ならない。かつて、イギリスの科学者ウィリアム・トムソン（ケルビン卿）はこのような可能性に注意を払っていた。ところで、光子があまりにも多くのエネルギーを損失したとき、光子はそれ以上単一の渦状構造物として存在し続けることができなくなり、いくつかの部分に崩壊する。これが残存放射に他ならない。ただし、この現象に関する説明のさらにこれ以外のバリエーションもある。

ノイマン-ゼーリガーの重力のパラドックスについて言えば、ここでもエーテルの構想にもとづいて単純で信頼できる答えを見出すことができる。しかし、その答えを理解するためには、万有引力の法則は、ニュートンが何らかの物理モデルから導き出したものではけっしてなかったということを思い出さなければならない。この法則は、ケプラーが太陽系のいくつかの惑星の位置の観測結果の近似として、しかも当時としては最も正確であったとは言え、きわめて単純な近似として導き出した天体力学の数学的法則を一般化したものにすぎない。ところがニュートンの法則は、特にこれといった根拠もなしに、ただ単に自明のこととして惑星間距離に対して拡大して適用され

ている。

実は、万有引力の法則は、重力の物理モデルから導き出されなければならないのである。ところで、重力は世界空間全体において作用しており、その空間は空虚ではあり得ないのだから、その法則は、重力がいたる所で作用している以上、世界空間を満たしているエーテルの最も一般的な運動形態から導き出されなければならない。そのような最も一般的な運動形態は拡散形態である。それゆえ、重力とは、エーテル中における熱拡散過程の結果であると予想することができる。そして現在では、そのようなモデルが既に創出されている。

既に判明しているように、任意の気体の渦と同様、エーテルの渦はそれを取り囲んでいる気体より温度の低い形成物であり、まさにこのことが渦の周辺において熱拡散過程を引き起こしている。このようなモデルにもとづいた引力の法則の導出はニュートンの公式に導く。ただし、それには若干の修正点が伴っている。そしてその修正点が、大きな距離においては、ニュートンの法則から導き出される引力の減少よりもはるかに大きな引力の減少をもたらす。この場合には、重力のパラドックスが生じる余地はない。恒星系は、それらの間の距離が大きいために、ただ単に重力的に互いに遮断されているにすぎない。

現代宇宙論のそれ以外のこじつけにも言及することができる。例えば、メタギャラクシーという概念自体が、それには境界が存在することを前提としている。しかし、その境界は現在の望遠鏡で見える範囲によって決定されているのである！では、将来、望遠鏡が改良されたときには、メタギャラクシーの境界は広がるのだろうか？エーテルの粘性によるエネルギー損失により、遠く離れた諸世界から出た光子は我々の所までどうしてもたどり着くことができないという事実を考え合わせると、それは、それらの世界はまったく存在していないということを意味するのだろうか？

このように、現代宇宙論はこじつけられた公準に依拠しているため、その必要のない所で分かりきったことを論証しようとしている。現代宇宙論は、それを支配しているアインシュタインの一般相対性理論の意向に従い、宇宙において生じている物理過程の本質を解明しようとするあらゆる試みを排斥している。

現代宇宙論は明らかに弁証法的唯物論との矛盾に陥っている。現代宇宙論は傲慢な態度で自らの「独創性」を誇っている。今日、物理学のこの領域は科学における観念論の鮮やかな例となり、理性に対する信仰の優越性を主張する信仰主義のあらゆる欠陥を持っている。この領域は自然の構造に関する唯物論的理解の発展に対する客観的な障害物となっている以上、完全に反科学的である。このような宇宙論の居場所は歴史のゴミ捨て場にしかない。

結 論

1. 現代理論物理学の公準的な方法論が核物理学、原子物理学、電気力学、宇宙論その他いくつかの具体的領域に移入されている。

2. 核物理学、原子物理学、電気力学、宇宙論その他いくつかの具体的な科学領域における現状は、危機的状況と特徴づけなければならない。それらの科学領域の危機は、理論が持つべき、実践からの要求を満たす能力、既知の物理現象や実践において見出される新たな物理現象を説明する能力、新たな現象を予言し、予測する能力がますます失われ続けていること、また、研究に必要とされる金銭的成本がますます増大しているにもかかわらず、研究成果はますます減少していることに現れている。

3. それらの具体的な科学領域の危機的状況の原因は、現象の物理的本質を究明し、

現象の内部メカニズム，物質*的形成物と相互作用の場の構造を解明し，現象要素間の因果関係を理解する能力全般を理論物理学が持っていないことにある。

第5章 非伝統的物理学理論の創出の試み

5.1.A.A. ログノフの相対論的重力理論

理論物理学の現状に対する多数の研究者の不満が、一般に認められている理論とは異なる独自の理論の創出へと何人かの研究者を駆り立てた。それらの理論の大部分は十分に練り上げられたものではないが、しかし一部の理論はかなり徹底的に、完全に仕上げられている。そのような研究の一部は出版物において発表され、その出現は科学者共同体によって大きな関心をもって迎えられた。そのような理論の一つは科学アカデミー会員 A.A. ログノフ [Anatoly Alekseyevich Logunov] の相対論的重力理論 [relativistic theory of gravitation, RTG] [1, 2] である。この理論の提唱者の意見によれば、相対論的重力理論は、アインシュタインの一般相対性理論と同様に特殊相対性理論の重力の領域における原理を発展させたものであるが、一般相対性理論に含まれている欠点を取り除かれている。

周知のように、一般相対性理論は特殊相対性理論とリーマン空間に関する理解の 2 つの土台に依拠しているが、ログノフの意見によれば、これは原理的に正しくなかった。彼の意見によれば、アインシュタインが相対性理論を光速不変に関する公準のみを通じて理解し、また、重力質量と慣性質量の等価原理にもとづき、加速基準系を重力と同一視したとき、彼は誤りを犯した。

一般相対性理論とは異なり、ログノフは自分の理論の基礎に、既にポアンカレによってあらゆる物理過程のための普遍的原理として提唱されていた相対性原理を据えた。この原理は次のように定式化されていた [1]。

「物理現象の諸法則は、静止している観測者にとっても、また等速並進運動状態にある観測者にとっても同一のものとなる。それゆえ、我々は、我々がそのような運動状態にあるか否かを区別するためのいかなる手段も持っておらず、また持つことができない」。

ミンコフスキーによって発見された時空の擬ユークリッド幾何学にもとづき、ログノフは一般相対性原理を次のように定式化している。

「我々が（慣性基準系または非慣性基準系の）いずれの物理的基準系を選んだとしても、そこではあらゆる物理現象が出发点となる基準系と同様に進行するような基準系の無限の総体を常に指示することが可能である。それゆえ、我々は、我々がその無限の総体のうちの他ならぬどの基準系に存在しているかを区別するためのいかなる実験的可能性も持っておらず、また持つことができない」。

ログノフが主張しているように、この理論の基礎には、ファラデー-マクスウェル流の物理的場、すなわちエネルギー-運動量を持つ場としての重力場という理解が横たわっている。相対論的重力理論においては、重力場も含めたあらゆる物理的場にとって、時空の幾何学は擬ユークリッド幾何学である。すなわち、この理論においては、ミンコフスキー空間が適用されている。

相対論的重力理論はエネルギー-運動量保存則および角運動量保存則を厳密に守っている。ここには、相対論的重力理論と一般相対性理論の間におけるもう一つの原理的な相違点がある。ログノフはこう書いている [1]。

「重力理論の構築に際して生じるもう一つの最重要問題は、重力場と物質の相互作用に関する問題である。我々が現在理解しているように、重力場は普遍的な場である。すなわち、重力場はあらゆる種類の物質に対して一様に作用する。重力理論の基礎に、

次のような幾何学化の原理を置こう。その原理によれば、計量テンソル γ^{ik} を持つミンコフスキー空間におけるテンソル重力場 ϕ^{ik} の作用下における物質の運動方程式は、重力場 ϕ^{ik} および計量テンソル γ^{ik} に依存する計量テンソル計量テンソル g^{ik} を持つ有効リーマン時空における物質の運動方程式と同じように理解することができる。このことにより、我々は場の本性を持つ有効リーマン時空という理解を導入することになる。相対論的重力理論においては、この力の空間は諸保存則を厳密に守って創出され、重力場が存在すること、そして物質に対する重力場の作用が確定的で普遍的な性格を持っていることから生じる。2次空間としてのこの動力的リーマン空間の曲率は幾何学化の原理の力によって生じるものであり、重力場の作用の結果である。

ログノフはさらに次のように書いている。

「(略) エネルギー-運動量密度およびスピン2と1を持つ重力場という理解は、相対論的重力理論を一義的に構築することを可能にする。このような理論は、一般相対性理論の影響下で成立した時空に関する理解を変化させ、我々をリーマン幾何学の密林から脱出させ、その精神の点で素粒子物理学における現代の諸理論と一致している。この理論からの帰結として、アインシュタインの一般相対性原理は物理的意味を失い、いかなる内容も持たなくなる」[1]。

相対論的重力理論においては、リーマン空間、すなわちゆがんだ空間はあらゆる種類の物質*に対する重力場の作用の結果として生じる。それゆえ、その空間は場に起源を持つ有効リーマン空間である。ミンコフスキー空間は、物質と重力場を合わせたそれらのエネルギー-運動量および角運動量の保存則において、その正確な物理的反映を見出す」[1]。

ログノフの意見によれば、相対論的重力理論はこれまで行われた太陽系中におけるすべての重力実験——スペクトル線の「赤方偏移」、重力質量の近傍における光線の偏向、電波信号の時間的遅れ、水星の近日点移動、ノルドベッド効果 [Nordtvedt effect]、等々——を説明している。相対論的重力理論においては、重力放射の存在、また宇宙は無限大で平坦であることが予言されている。この理論は宇宙におけるブラックホールの存在を否定している。

しかし、それにもかかわらず、相対論的重力理論の提唱者が述べている、アインシュタインの一般相対性理論に対する批判の正当性にもかかわらず、相対論的重力理論は、それが不十分ながらも批判している一般相対性理論と同様に、その基本原理において何の役にも立たない。

一般相対性理論と同様、ログノフとその共同研究者たちの相対論的重力理論は、特殊相対性理論の諸公準、特にその構成に光速度が含まれている、特殊相対性理論の最も重要な公準である他ならぬインターバル不変性に関する公準、すなわち

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + (icdt)^2 = \text{const}$$

に依拠している。

ログノフは、そのすべての著作において、自分が時空の構造に関するミンコフスキー空間の理解を適用していることに言及するときには、この点を再三、特別に強調している。

相対論的重力理論の提唱者に対し、彼は重力を記述する目的で、空間と時間の結合が光速度——重力とはいかなる関係も持っていない電磁気量——のみを通じて行われているミンコフスキー空間を、いかなる根拠にもとづいて利用しているのかと尋ねたい。なにしろ、電磁相互作用は重力相互作用とはまったく別の相互作用であり、それらの相互作用定数の差は 10^{37} 桁にも達しているのだ！

もう一つの疑問もそれに劣らず興味深い。あらゆる物理的基準系において、「我々は、

我々が他ならぬどの基準系に存在しているか、すなわち、慣性基準系または非慣性基準系、運動基準系または静止基準系のいずれの基準系に存在しているかを「区別するためのいかなる実験的可能性も持つことができない」と主張する、ログノフによって定式化された「普遍的相対性原理」は、いったい何を根拠としているのか？ この原理は、自然界におけるあらゆる世界媒質の存在を一度に一義的に否定する。では、そのような媒質（エーテル）が存在するとしたら？ 存在するとすれば、基準系はその媒質を通して運動することになる。その場合、我々はそれに適合した測定方法、例えばあのマイケルソン干渉計を用いた方法を選ぶことができる。自然界にエーテルは存在しないことに対するログノフのそれほどまでの確信は、どこから生まれたのか？ なにしる、彼はこの方向性におけるいかなる実験的研究も行ったことがないのだ！ もしかしたら、彼はただ単に、エーテル風の測定において肯定的結果を得たモーリー、ミラーおよびマイケルソン自身の既に実施済みの研究を無視しただけなのではないか？

相対論的重力理論の提唱者は、アインシュタインの一般相対性理論、そして彼の一連の方法論的誤りを批判しているにもかかわらず、それと気づくことなくアインシュタインのすべての誤りを繰り返している。その最も大きな誤りは、理論の基礎に公準、すなわち恣意的なまったく根拠のない仮定を置くという、公準的な理論構築を行っていることである。ログノフの相対論的重力理論は、現実の自然とはいかなる関係も持っていない完全に不適切な基礎の上に建てられた、抽象数学の建物の美しく、論理的に非の打ち所のない構築物である。相対論的重力理論が持つ発見的価値はゼロに等しい。

5.2.B.N. ロジモフの自励振動量子力学

B.N. ロジモフ [Boris Nikolaevich Rodimov] の自励振動量子力学[auto-oscillating quantum mechanics]は文献 [3,4] において述べられている。ロジモフの研究の主な着想は、アインシュタインの速度合成則から導き出される関係式

$$uv = c^2$$

が不変量として取られていることである。ここで、 u は我々に対して無限大の速度で運動している基準系 k_∞ の速度； v は我々の座標系における粒子の普通速度である。

著者は次のように書いている。

「(略) 普通我々があれこれの対象物の運動をそれとの関係において検討している伝統的な静止系（これは k_0 と表すことができる）と並んで、それと同時に、それらの対象物の運動を、系 k_0 に対して無限大の速度で運動する系 k_∞ との関係において検討する必要がある」。

「(略) 我々は、波動的な理解とはまったく無関係に、各粒子には2つの速度が結びついており、その一方は光速より大きいという結論を得る。ここでは今のところ何らかの波動に関する議論はなされていないのだから、位相速度や群速度について語ることは無意味である。速度 u と v は、形式的には完全に対等なものとして検討する必要がある。すなわち、これら2つの速度は任意の物質*点の不可分の特性なのであって、このことが、古くから知られているいくつかの命題を新たな目で見ることが可能にする。

(略) 普通の世界の世界線は、その世界線に対して共役な反世界線と常に結びついており、世界におけるそれぞれの事象（言葉の相対論的理解における事象）に対しては、反世界における共役事象が対応している。そもそも、「反世界」の代わりに、「共役世界」という呼び方を導入するべきかもしれない。この呼び方が物事の本質により

合致している。その物事の本質とは、自然は二重性を持っており、その二重性が自然をその最も深い根底まで貫いているということである」。

ロジモフは自らの見地と特殊相対性理論の出発点となる命題から一連の公式を導出した後、次のように指摘している。

「これらすべての公式は、普通の世界の場合に速度 v によって決定される物理量は、共役世界の場合には速度 u によって決定され、その逆も成り立つことを示している。

(略) 我々が本書のこの先において見るように、共役世界を特徴づける性質は普通の粒子も持っており、その逆も成り立つ。世界と反世界——それは、速度値の制限を持たない相対論的關係式によって表される 1 つの物質*的本質の、2 つの側面なのである。系 k_0 との関係において粒子である粒子は、系 k_∞ との関係においては反粒子であり、また逆に、系 k_∞ との関係における粒子は、系 k_0 との関係においては反粒子となる。光子のみは 2 つの系との関係において対等である。系 k_0 と系 k_∞ が存在し、各粒子は「2 人の主人に仕える 1 人のしもべ」であるという事実は、微視的世界と巨視的世界の諸性質の間の関係をきわめて単純な形で反映している。特殊相対性理論の威力は、まさにここにある」。

筆者は、例えば次のようないくつかの問いを立てることができる。すなわち、粒子と反粒子は、客観的世界と反世界におけるそれらの運動速度に対していかなる関係を持っているのか？ なにしろ、ロジモフによれば、粒子と反粒子は、運動方向ではなく、荷量が異なっているとされているのだから。ここでは物質*の分割の深さの問題ではなく、粒子の移動速度の問題が論じられているのだとすると、微視的世界と巨視的世界の間の関係は、その問題とといったい何の関係があるのか？ 客観的世界における粒子の運動が知られている場合、反世界における粒子はいかなる方向に運動するのか？——等々といった問いである。しかし、おそらく、これらの問いやそれ以外の同様の問いを立てる必要すらないであろう。

自励振動量子力学の提唱者 B.N.ロジモフは、彼が「共役世界」と改称している反世界が実際に存在しているのか？あるいはその存在は物理的現実によって裏づけられているのか？といった疑問をまったく気にもかけていない。

B.N.ロジモフの研究は、A.アインシュタインの特殊相対性理論の抽象化に依拠した抽象的理論がどこまで行き着くことができるかの、鮮やかな実例となっていると断言することができる。生まれ得るこのような抽象的理論の数は無限大である。それらの理論から得られる効用は、多分、反世界にしか存在しないであろう。残りのコメントを述べる仕事は、もしかしたら B.N.ロジモフの研究に関心を持ち、それをもっと詳しく知りたくなったかもしれない読者ご自身にお任せすることにしよう。

5.3. 時間の物理的性質に関する N. A. コズイレフの理論

1958 年、プルコヴォ天文台の天文学者 N.A.コズイレフ [Nikolai Alexandrovich Kozyrev] [訳注] は『線形近似における因果的力学または非対称的力学』[5] という題名の小型オフセット印刷による小冊子を発表した。この題名が付けられたのにはまっとうな理由があった。実際、この本は作用と反作用の非相等性にもとづく新たな力学、すなわち相互作用する力の対称性ではなく、原因と結果の非対称性と不可逆性にもとづく力学の創出に関する問題をテーマとしているからである。原因と結果の間の関係は経時的

[訳注] N.A.コズイレフの論文「星の真の位置と見かけの位置の間の差の測定にもとづく三角視差の新たな測定方法」(1978 年) および彼の理論を信奉する一連の研究者による実験的研究に関する論文が、本シリーズ『エーテル動力学的自然科学の始動』第 6 巻の第 II 部 (第 4~第 7 論文) に収載されている。

な順次性、すなわち時間の方向性によって形成され、このとき、物理的時間は「駆動力」あるいはエネルギー担体として立ち現れる。時間は「その方向性の力によって仕事をなし、エネルギーを生産することができる」とコズイレフは言っている。

他ならぬ時間が直接的にエネルギー生産者であることから、それにより、いわゆる熱力学的パラドックスが解決される（このパラドックスによれば、宇宙は普通の条件下では熱力学的平衡に到達しなければならず、そのとき、あらゆる過程は消滅する（「熱的死」）。コズイレフの理論は、空間、全存在の始めと終わりという点における宇宙の制約性に関して、いかなる条件も定めていない。

コズイレフは次のような意見を述べている。

「(略) 時間における物理的性質の存在は、一連の実験室実験と天体観測によって証明されている [6]。1 秒間における物質に対する時間の作用の効果は、時間の量または時間密度の秒単位での尺度として用いることができる。空間の当該の場所における時間密度は、その場所の近傍で生じている諸過程に依存している。そこではエントロピー増大が進行している諸過程は、時間密度を増大させ、したがって時間を放射する。すなわち、時間密度は、物質がその組織性を喪失するときに増大するのである。既にこれだけのことから、時間はそれ自体の内に組織性あるいはネグエントロピーを担っており、そのネグエントロピーは他の物質に伝達されることができると結論することができる。(略) 空間全体、宇宙全体は、時間軸上に 1 個の点として投影され、したがって大きさを持たない。それゆえ、何らかの空間地点、例えば 1 個の星における過程によって引き起こされる時間密度の変化は、一瞬のうちに、ただし距離とともに距離の 2 乗に反比例して減衰しながら、全世界に伝わらなければならない。したがって、時間を通じた遠隔作用、すなわち瞬時的な通信が可能である」。

コズイレフはこう考えている。

「(略) 特殊相対性理論の結論にとって、ミンコフスキー世界の時間軸 *ict* は 3 つの空間座標軸と同価であるとみなす必要がある。空間は幾何学的性質を持っている、すなわち空虚であるだけでなく、我々が力場と呼んでいる、物理的性質も持つことができる。それゆえ、時間軸 *ict* は必ずしも空虚ではなく、時間には物理的性質も存在することができると考えることがまったく自然である。その性質のおかげで、時間は物理システムや物質に対して作用することができ、宇宙の能動的な関与者となることができるのである」 [7]。

コズイレフのこの著書からさらにいくつかの断片を引用しよう。

「・時間の能動性の度合いを時間密度と呼ぶことができる。

・物質の状態と性質の変化は、時間とともに生じるだけでなく、物質に対する時間の作用の下においても生じることができる。

・空間中における時間密度は一樣ではなく、過程が生じている場所に依存している。いくつかの種類の過程は時間密度を減少させ、時間を吸収する。それとは逆に、別の種類の過程は時間密度を増大させ、したがって時間を放射する。

・ミンコフスキー世界は数学的スキームではなく、我々の世界の実在する幾何学であることが判明した。この世界においては未来は既に存在しており、それゆえ、未来を現在において観測することが可能であることは驚くべきことではない。

・現在における現象を未来によって引き起こすことが可能であるということは、因果関係の逆転を意味している。因果関係は目的論的な方向性として理解されるようになる。(略) 時間の能動的な関与は世界を活性化させ、世界の熱的死に対して抵抗作用を及ぼさなければならない」。

……等々。

このように、時間のカテゴリーは物理過程に能動的に関与し、その過程に影響を及

ぼしており、未来を現在に移動させることさえ可能にしているという理解がコズイレフの理論の基礎をなしている。

A.N.ダダエフ [Aleksandr Nikolaevich Dadaev] [8] が正しく特徴づけているように、コズイレフの理論は帰納法の原理、すなわち観測結果を一般化し、その一般化から導き出された結果をその後の予想に適用するという原理ではなく、直観の原理に従って構築されている。直観は科学において完全に受け入れられている手法であり、しかも帰納法と比べ、良く知られている長所を持っているとダダエフはみなしている。すなわち、ダダエフによれば、帰納法が多数の事実と事例を必要としているのに対し、直観の場合には、最も本質的な、基本的着想を示唆する1つか2つの事実があればそれで十分であり、その後でその着想を発展させ、利用し得るあらゆる手段を用いて裏づければ良いからである。

コズイレフの理論は、特別に製作された装置を用いて行われた一連の実験、主に天文学的実験および若干の実験室実験によって裏づけられた。例えば、望遠鏡の焦点面に配置されたスクリーンのスリット中に置かれた抵抗器の電気伝導率の変化を用いる方法により、星からの信号は瞬時に到達していること、すなわち、星の見かけの位置は現在別の場所にあるにもかかわらず、星が現時点において実際に存在している場所からやって来ていることが決定された。しかし、抵抗器は見かけの星像に対しても反応している。このことから、「この効果は、時間を通じた作用によって引き起こされた。その作用は、瞬時に伝達されるだけでなく、光速でも伝達されることができる」[7]という結論が下された。

日食時にはねじり振り子の吊り糸の弾性が減少するというコズイレフの予想(1970年)、その他いくつかの予想が実験的に裏づけられている。それゆえ、コズイレフの理論は、若干教理的なところはあるものの、あらゆる理論に要求される十分な根拠と実験的裏づけを持っているとみなしても良いように見えるかもしれない。さらに何が必要だというのか？ それでもやはり……。

周知のように、それぞれの現象はきわめて多様な仕方で解釈することができる。この意味において、熟練した才能ある実験家であるコズイレフによって行われた実験の結果もその例外ではない。コズイレフが実験において得た結果をいささかも疑うものではないが、彼が得た実験結果の解釈にも、彼の理論全体にも、断固として反対せざるを得ない。

実際、あらゆる信号は物質*的担体の存在を含意している。コズイレフが得た結果は、「時間」のカテゴリーが何らかの作用を及ぼしていることではなく、光速および光速を著しく上回る速度で伝播するエネルギー作用が彼によって検出されたことを物語っている。したがって、それらは異なる種類の2つの信号であるが、しかし両方とも物質*的担体を持っていなければならない。コズイレフの意見によれば、その物質*的担体とは時間である。しかし、この意見に賛同することはけっしてできない。

空間と同様、時間は物質*の性質である。物質*の性質としての空間は、物質*的形成物の総体を通じて決定されるものであり、それゆえ、物質*的形成物が存在しない場合には、いかにしても決定されることはできない。物質*の性質としての時間は、あらゆる物質*的過程の総体を通じて決定されるものであり、それゆえ、それらの過程が存在しなければ、時間も存在しない。時間は、それ自体によって、物質*の総体、あらゆる物質*的過程の因果関係の総体を反映している。独立した実体 [substance] としての時間について語ることは、チェシャ猫の笑いについて語るに等しい。猫は消えたが、笑いが残った。しかし、残った笑いはそれでもやはり物質*的担体、例えば写真フィルム、あるいはさらに何らかの形で担体を持っていなければならない。担体がなければ、笑いもない。時間についても同じことが言える。物質*がなければ、物質*の性質もな

い。それゆえ、N.A.コズイレフの理論は、その実験的「裏づけ」がいかなるものであるかには一切かわりなく、最初から最後まで虚偽なのである。

5.4.G.I. シポフの物理的真空理論その他いくつかの理論

1992年、G.I.シポフ [Gennady (Gennadiy) Ivanovich Shipov] の著書『物理的真空理論』[9] が発表された。この文献ではこの題名どおりの理論が論じられている。G.I.シポフの理論の本質は次のとおりである。

アインシュタインによって検討されているのは、基準系の並進運動のみである。諸物理過程を理解するためにはこれでは不十分であるから、さらに基準系の回転運動も検討する必要がある。その検討は、空間は空間中で回転しているという理解に導く。このことを根拠づけるため、きわめて大掛かりなテンソルの道具立てが導入されている。これにより、いわゆるねじれ場 [torsion field] の存在の可能性が根拠づけられている。そこでは、いかなる物理的媒質も想定されていない。空虚な空間は空虚な空間中で回転する能力を持っているという結論が得られている。しかし、空間中で回転することができるのは物質*的媒質のみであり、けっして空間自体ではないのだから、G.I.シポフの「物理的真空理論」にはそのようなものとしての検討対象は存在しておらず、それゆえ、この理論は検討の対象にはなり得ない。ここには検討すべき何ものも存在しない。

ごく最近、「宇宙理論」、「世界の普遍的法則の周期系」等々といったタイプの仰々しい名前を持つ研究が多数出現している。

それらの研究におけるいくつかの共通した特徴を指摘することができる。

それらの事実上すべての研究は、「微視的世界の渦モデル」と呼ばれている研究でさえ、すなわち、何らかの物理モデル、少なくとも一目瞭然たる力学的あるいは幾何学的モデルの構築の試みがなされている研究でさえ、抽象数学的性格を持っている。それらの理論やモデルでは渦構造が語られているにもかかわらず、そこには物理的媒質は存在しない。それは何の構造なのか？ それは何の渦なのか？ 電場強度あるいは磁場強度の渦が論じられている場合でさえ、そこからは明瞭な理解は生まれてこない。それらの強度自体の構造に関する疑問が生じてくるからである。

そのような「理論」の大部分は、出発点においてはアインシュタインの相対性理論を批判しているにもかかわらず、この理論との妥協を探し求めている。それらの「理論」の提唱者たちは、相対性理論に賛同していないにもかかわらず、その一連の命題——光速が速度の限界である、質量とエネルギーは等価である、宇宙には始まりがある、あるいは宇宙の体積は有限であるといった命題——を利用している。このことは、それらの提唱者たちとその「理論」の論理的一貫性の欠如を示している。

多くの提唱者は、自然の中の個別的な断片や現象を取り上げ、それ以外の現象には触れることなくそれらの現象を説明しようと試みており、その結果、それ以外の現象との矛盾に陥っている。

G.I.シポフの「物理的真空理論」も含め、その種のすべての「理論」が持つ発見的価値はゼロに等しい。

結 論

1. 非伝統的な新たな物理理論を創出しようとしている様々な提唱者の試みは、理論物理学における好ましからざる状況、すなわち、蓄積された実験事実を一般化し、具

体的な構造への物質*の組織化を条件づけている物理的原因，あるいはまた物質*的形成物や物理現象の相互作用の物理的原因を説明する能力を理論物理学が持っていないことと関係している。

2. 非伝統的な新たな物理理論を創出しようとしている様々な提唱者の試みは，論理的一貫性の極端な欠如を特徴としている。新理論の提唱者たちは，20世紀に創出された物理理論，とりわけアインシュタインの相対性理論と量子力学の個々の個別命題を正しく批判しているにもかかわらず，概して，それらの理論と同じ方法論的誤謬を繰り返す，彼らによって批判されている理論の個別命題をそっくりそのまま利用しさえしている。その種の非伝統的理論が持つ実際の発見的価値はゼロに等しい。

第6章 現代理論物理学の方法論に対する批判

6.1. 現代物理理論の目的に対する批判

現代物理理論の欠点は何か偶然的なものではなく、その方法論全体、何よりもまず、現代物理理論が自らに対して設定している目的から生まれている。

現象の内的本質を理解しようと試み、複雑な現象を、その現象に関与している諸要素の挙動に帰着させていた 18~19 世紀の物理学とは異なり、20 世紀の物理学はそのような目的を事実上撤廃してしまった。物理学のいくつかの領域においては、それが物質素粒子に関するものであれ、力場に関するものであれ、宇宙論に関するものであれ、あるいはそれ以外の何かに関するものであれ、ますます複雑化しつつある数学的道具立てを用いて内部矛盾のない記述を創出することが、その領域の発展の目的として含意されるようになった。大統一理論の創出という課題が物理学の最も重要な戦略的な目的として提示されている。大統一理論とはあらゆる個別理論を統一的な数学的手法で包摂することを可能にするような理論であり、物理学者たちの意見によれば、そのことがあらゆる自然現象の統一性を証明するであろうとされている。

設定された理論的目標の実現の方向性という点において、現代物理学は一定の成功を収めたと言う必要がある。あれこれの現象群を一般化する様々な物理法則、数学的記述のバリエーション、計算方法が見出された。しかし、創出された個別理論は必要とされるすべての事例を捕捉することを可能にしないことが判明するケースがますます増えている。また、各種の人為的手法が適用され、その結果、当初は整然としていた理論構造が複雑化し始め、増築部分が付け加えられ、異様な理論構造に変化してしまう例もより多くなっている。あらゆる種類の相互作用と場を統一的な仕方で記述する使命を与えられている大統一理論について言えば、この方向性において費やされた長い歳月と多大な努力にもかかわらず、得られた成果はごくささやかなものでしかない。そして重要なのは、いくつかの相互作用、例えば弱い相互作用と電磁相互作用を既に「統一」した物理学者たちが一体何を得たのか、また将来大統一理論が創出されたとき、何を達成することができるのか、まったく不明であるということである。物理現象の本質の理解において何かが変わるのであるだろうか？ 何か新しい測定装置を創出することができるようになるのであるだろうか？ 新たな研究方向が出現するのであるだろうか？ それとも、理論家たちが新たな理論の「美しさ」を満喫するだけなのであるだろうか？

これにさらにもう一つの原理的考察を付け加えなければならない。

それぞれの物質*的形成物は無数の性質を持っており、それらの性質を数学的に記述するためには無数の方程式を立てなければならない。それゆえ、方程式の有限個の項を含んでいる任意の対象に関する任意の具体的記述は常に制限を課されており、原理的に、その対象のすべての側面と性質を捕捉することはできない。このことは、場と相互作用に関する既存の記述は部分的なものであり、それに対応して、そのような記述の「統一」もまた物体の相互作用のすべての側面を捕捉し、すべての特徴を考慮することはできないということを意味している。したがって、そのようなあらゆる「統一」もやはり表面的で不完全なものとなる。

あらゆる研究の方法論は課題の設定によって著しく決定されることが知られている。諸理論の数学的「統一」の創出が研究目的として設定されている場合には、他ならぬ数学的な依存関係が得られることを期待することができる。しかし、現象の物理的・

内的本質の理解が改善されることを期待することは難しい。なぜなら、そのような課題が設定すらされていないからである。これが意味しているのは、そのようにして得られるあらゆる公式的依存関係は表面的な性格を持つということである。

それとは異なる意見もある。物理学は科学技術の進歩にきわめて著しい貢献をしており、過去においても物理学におけるいくつかの基礎的発見が科学技術革命を準備したのだから、応用的結果の目標指向的な取得を促進するような計算方法の創出が理論の目的であると考えられる。ましてや、経済発展を進めるためには、多数の応用的課題を解決する必要がある。そのような課題は、そのような計算方法が用意されている場合にのみ解決することができる。理論はまさにそのために必要とされているのだ、と。しかし、実践的研究領域においては、必要とされる指導的理論の創出という面で理論家たちが持っている能力より、生じているニーズの方が先行していることが判明しつつある。その結果、応用科学者たちは指導的理論を得ることができずにいる。そのため、彼らは経験的手法で研究を進め、それによって膨大な労力と資金を浪費せざるを得なくなっている。

物理理論の発展の目的はあらゆる基礎的過程の統一的記述の創出である、あるいは実践的課題の応用的解決方法の創出であるという上記の意見は、ある面から見ると極端な意見であり、別の面から見ると明らかに不十分な意見である。

現象の関数的・定量的な数学的記述は有益であり、いくつかの場合には新たな効果や現象の予想にとって必須条件となっている。しかし、上述した考察は、あらゆる数学的記述は現実のきわめて狭い一面的な反映であると考えざるを得ない。その反映は、見出された数学的依存関係が現象のすべての側面を反映していることも、新たな実験が現象の何らかの新たな側面を明らかにすることも保証しない。なぜなら、新たな実験の設定自体が、一般に認められた既存理論から導き出される既存の理論に依拠しているからである。この点において、例外は稀である。

プラグマティックな目的について触れると、そのような目的を究極的な目的としてではなく、最重要かつ唯一の目的として設定することは、自然の認識そのものが背景に追いやられ、あるいは完全に消えてしまい、そしてその結果、応用的な成果も表面的で偶然的なものになってしまうという結果を不可避的にもたらす。経験が示しているように、最大の実践的結果は、設定されている応用的課題とは無関係のように見えるかもしれない、科学の諸領域が交差する地点に存在する。それを得るためには、現象の本性に関するより深い知識、物事の内的本質の理解が要求される。プラグマティックな課題を設定した場合には、応用的結果の有効性を期待することはできない。

現象の内的本質を理解せず、現象の部分的記述——それは常にかつ原理的に不完全なものとなる——しか持っていない場合には、本質的に不完全な記述のされ方をしていく各種の物理現象の「統一」が何かをやってくれると期待する根拠はない。これは、長年にわたり、ほぼ1世紀もの間そのような「統一」を創出しようと試み、結局失敗に終わった経験が裏づけていることである。しかし、仮にそのような「統一」がなされたとしても、それはどっちみち部分的な性格しか持たないものとなるであろう。それと同じ理由により、有効な応用的結果を得ようとする試みも失敗を運命づけられている。現象の物理的本質の無理解が、目標指向的に行動することを不可能にするからである。

ここから、記述的目的も応用的目的も自然科学の発展の主な目的ではなく、自然科学全般、とりわけ物理学にとって、その発展のあらゆる段階とレベルにおいて主な目的となることができるのは、現象の本質の解明、すなわち現象の内部メカニズムの解明、解明されるべき現象に参与している物質*的形成物の間における因果関係の分析、そしてその解明にもとづく、あらゆる現象に共通する法則性の理解のみであるという

結論が導き出される。それらすべての関係を理解することは、解明されるべき現象に関する必要とされる記述を行い、それらの現象に対して説明を与えること、すなわち、相互作用している部分を特定し、それらの相互作用を追跡することを可能にする。そのようなアプローチを取れば、得られた数学的依存関係の適用範囲を明確化し、見出された法則性の適用に対する制限を決定し、許容し得る近似を定式化することができる。このことにより、必要とされる場合には、得られた結果をさらに精緻化することが可能となる。

現象の内部メカニズム、その本質についての知識は、そのような理解が欠如している場合と比べ、より完全に、しかも著しく少ないコストで応用的結果を得ることを可能にする。このように、数学的記述を得るという観点から見ても、応用的結果を得るという観点から見ても、**現象の内部メカニズム、その内的本質の解明こそが基礎科学の発展の目的および主要方向とならなければならない。**

しかし、任意の現象の内部メカニズムを解明することが可能なのは、その現象に関与する物質*的形成物の間の関係と相互作用の背後には、因果原理、そして現象の内部メカニズムが存在しているという事実自体が認められている場合に限られる。物理現象自体は、内部過程、しかも往々にして物理学が現在到達している発展レベルでは感知することのできない内部過程の結果であるから、因果性という事実の承認は原理的な意味を持っている。なぜなら、その承認は、認識のすべての段階において、事前に、現象の内部メカニズムの存在とその解明の原理的可能性を我々に確信させるからである。このこととの関連において、エンゲルス [1] 『フォイエエルバッハ論』第4節]の次の主張を想起することが適切である。

「しかし、表面上において偶然のいたずらが生じているとき、そこでは、その偶然性自体は内的な隠れた諸法則に支配されている。大切なのは、まさにそれらの諸法則を発見することなのである」。

現代理論物理学には、これがまったくない。

有名なハイゼンベルクの不確定性原理(ボーム[1]の表現によれば「非決定性原理」)は、量子力学レベルで行われた研究においては、個別的系の詳細な挙動に関する精密な因果法則を見出すことはできず、したがって原子領域においては、そのようなものとしての因果性を放棄する必要があるという結論に物理学者たちを導いた。事実上、これによって物質*と客観的世界の法則性の認識の可能性に対する障壁が置かれていることに注目するべきである。

今日、原子物理学における指導的命題となっているハイゼンベルクの意見によれば、亜原子世界においては、そもそも、何らかの時空内事象 [space-time event] について語ることはできない。ハイゼンベルクはそのノーベル賞受賞記念講演において、量子力学の数学的スキームは空間と時間の中で進行する諸過程の一目瞭然たる記述として理解することができないという事実そのものが、量子力学においては時空内事象の客観的な確定に関する議論はまったくなされないことを示していると述べた。

ハイゼンベルクの意見によれば、量子力学の発展によって引き起こされた「物理学における転回」は、そのような意味、すなわち空間と時間の中で進行する事象の否定という意味を持っている。そのような場合、そもそも、原子内領域におけるいかなる因果関係について議論することができようか？

それゆえ、何人かの指導的物理学者は自然の原理的非決定論に同意せず、対象物の挙動の偶然性を、客観的に存在している諸要因が考慮されていない結果とみなしている。例えばボームはその著書 [1] において、実験には一連の非本質的な未考慮の要因が常に関与し、それらが結果を歪めており、このことが偶然性として発現しているのだと指摘している。

ボームのこの意見には賛同することができる。ましてや、巨視的世界の多数の過程におけるのと同様、微視的世界の過程には、その過程の理解を困難にする多数の事情が存在している。すなわち、多くの場合、巨視的過程のレベルにおける効果が発現するためには、微視的過程のレベルにおける変化の十分な蓄積が必要とされる。この事情が、あらゆる種類の量子過程や離散過程、またあらゆる種類の非線形性、感知不能領域、現象の内的調節因子のフィードバックと関連している。その良い例は、流体流中における渦の形成である。すなわち、渦は、レイノルズ数（流速、物体の大きさおよび媒質の粘性の間の相関関係）が一定のときにのみ形成され始める。

そのような事情にもかかわらず、客観的に見ると、あらゆるレベルにおける過程の進行は、誰かがその過程を観測しているか否かには依存していない。それらの過程は客観的に存在しているからである。確かに、しかるべき措置を取らない限り、測定技術がその方法の不完全さのせいで実験結果を本質的に歪めることがある。それゆえ、測定の過程における被測定量の歪曲が非本質的なものとなるようにするため、すなわち許容範囲内に収まるようにするため、測定装置の選択は常に特別入念に行わなければならない。物理学の発展の現段階において、今はまだそのような可能性がないとしても、それは、そのような可能性が将来も現れないということを意味しない。いずれにせよ、現段階においても、歪曲の混入は自然の構造ではなく、せいぜい測定手段の不完全性に起因しているにすぎない。

上記との関連において、物質*の組織化の深いレベルにおける現象の内部メカニズムの解明は、一方においては、観測される現象のあり得る原因の分析、また解明されるべき過程および設定された研究目的にとって本質的な重要性を持つあらゆる要因のより完全な考慮と結びついていると同時に、他方においては、現在一般に考えられているのとは異なる物理的本性を持っている可能性のある、別のレベルの量子と離散性を取り扱うための新たな測定方法と認識方法の探求と一体となっている。

現代物理理論はそのようないかなる課題も立てようとしない。現代物理理論の原理的誤りはまさにここにある。この誤りが、自然現象を原因論的レベルではなく、結果論的レベルで究明しようとするあらゆる企図を実りなきものにしている。結果論的アプローチは原理的に失敗する運命にある。このことを知った後は、現象の内的本質の理解を自らの目的とせず、物質*の対象と場の構造の探求を放棄し、抽象的概念を弄び、物質*組織の内部レベルにおける物質*の運動形態を探求するのではなく、過程の外面的記述のみにすべてを帰着させている物理理論が、複雑化し、ますます支離滅裂になり、どこにも前進できず、誰の役にも立たなくなりつつあることは、驚くに値しない。物理理論が自らの任務を批判的に再検討しない限り、そのような状態がこれからも続くことになるであろう。

6.2. 公準性に対する批判

現代物理理論の特徴は、それがいわゆる公準、あるいは事実上それと同じ公準となっている「原理」を土台として構築されていることである [2]。

既に述べたように、現代理論物理学という建物全体の出発点をなしている2つの理論——アインシュタインの特殊相対性理論と量子力学——は公準の上に基礎を置いている。限られた数の具体的事実に関する実験・観測結果の分析にもとづいて提唱されたそれらの公準が、それに続く一連の理論の創出と発展のための根拠の役割を果たした。それらの公準が客観的現実と一致しているかどうかの検証は、公準から導き出される帰結とあれこれの実験の結果を対比する方法で行われてきた。それらの帰結と実

験結果の一致は、提唱された公準、あるいはそれらの公準にもとづいて構築された理論の正しさの裏づけとして解釈されている。

20世紀初頭に生み出されたそのような方法論が今なお残っている。

例えば、哲学博士の V.L. アクロフ [Valentin Leonidovich Akulov] 教授は、彼の意見によれば (また哲学者と自然科学者を含む現代の事実上すべての理論家の意見によれば)、基礎科学はいかにして創出されているかについて次のように書いている [3]。

「いかなる基礎科学理論も経験的事実から導き出すことはできない。この悲しむべき事情が、科学に対してその発展の論理を押しつける。その論理が、あらゆる理論の基礎に、アプリオリに与えられる何らかの出発原理を据える。そしてその先、その論理が、それらの出発原理から必然的に導き出されるすべての結論を論理的演繹法を用いて導き出すことにより、それらの原理を理論的知識の一貫した体系へと展開する。それらの原理にもとづいて論理的に無矛盾な体系を構築し、科学の研究対象に関係するあらゆる現象をその体系の枠内で説明することができる科学の能力こそが、理論自体、および理論の基礎に据えられている原理の真理性の証拠として科学によってみなされる。この科学の論理に対しては、既にヘーゲルが注意を払っていた。「科学全体はそれ自体において循環をなしており、そこでは、最初のものが最後のものでもあり、最後のものが最初のものでもある」とヘーゲルは語っている。

マルクスもまさにこのことを指摘し、科学のこの発展経路を抽象的なものから具体的なものへの上昇法と名付け、これを理論構築の唯一の科学的方法とみなしていた」。

アカロフがここで引用しているマルクスの言明は、ある面から見れば正しいが、他の面から見ると、その前で述べられている内容とはいかなる関係も持っていないこと、また、そのような科学の論理の必要性を裏づけているかのようにマルクスに言及していることは、マルクスの名を悪用した、十分な知識を持たない人々向けのまったくの空理空論であることを指摘しよう。しかし問題は、このことにすらない。

実際、状況は悲しむべき状態にある。それは、基礎科学構築の論理として、こじつけられた「原理」から出発し、次にそこから導き出される帰結を展開するという論理が 20 世紀全体を通じて今にいたるまで採用されているということだけではない。悲しむべき点は、主として、現代の哲学者たちがそのような状態を正当化し、その道がきわめて悪質な観念論的な道であることをまったく考慮することなく、そのような状態を唯一の正しい状態とみなしていることにある。なぜなら、「原理」、すなわち現象に関する表象——意識——が一次的なものとされ、物質*、すなわち経験的事実が二次的なものとされているからである。そして、V.I. レーニンがその著書『唯物論と経験批判論』においてその危険性について警告していた、まさにその観念論的方法論が今日の基礎科学において支配的地位を占め、基礎科学を危機に陥れ、袋小路に引き入れた。

現代基礎科学は公準、「原理」および公理に依拠している。それらの数は何十にも達している。それらは何らかの形で互いに結びついているが、自然とはきわめて微弱な形でしか結びついていない。これはまさに科学における観念論である。

これが観念論であるのは、何よりもまず、観念——この場合は公準——が物質*——この場合は自然——に先行しているからである。しかも、公準は若干の実験データに依拠しているものの、それは実験データから結論として導き出されがものではけっしてなく、それらのデータとは無関係に、外部から持ち込まれている。実験データは公準を引っ張り出すための誘因としての役割しか果たしていない。それだけでなく、引っ張り出された公準は、公準を創出するためのその「誘因」の源としての役割を果たしていた領域の範囲をはるかに越えた所まで適用されている。相対性理論のすべての公準はまさにそのようなものであった。

実は、理論と矛盾する事実、その事実が理論の個々の部分しか反証することがで

きないものであっても、理論全体を反証する。しかし、理論と一致する事実は、理論を裏づけることができず、ただ単に理論と矛盾していないにすぎないのである。なぜなら、実験事実も含め、同一の状況が、たとえそれらが互いに排除し合う理論であったとしても、任意の数の理論によって予言され得るからである。しかもこのことは、その事実があれこれの公準を引っ張り出すための口実として利用されているか否かにかかわらず、あらゆる場合に対して当てはまる。

マイケルソンの実験は、たとえその物理学上の結果——その結果は、実際には文献において一般に書かれているものとは異なっている——を抜きにして考えたとしても、光源の速度に対する光速の非依存性、任意の運動する基準系にとっての光速の非依存性に関する公準を引っ張り出すための根拠をまったく与えていなかった。マイケルソンの実験結果からは、そのようなことはまったく導き出されない。ところが、その実験結果は、1つではなく、3つの公準の創出の誘因となった。すなわち、今言及した第1公準、あらゆる基準系は対等であり、慣性系が運動している事実を何らかの実験によって確定することは不可能であるという第2公準、そして同時性の概念として定式化される第3公準である。実際には、マイケルソンの実験はこれら3つのすべての公準に対していかなる関係も持っていない。これらの公準は、単一の事実、しかも歪曲された事実のあり得る多数の解釈の1つであるにすぎないのである。ところがアインシュタインの5つの公準は法則としての力を獲得し、いかなる根拠もまったくないにもかかわらず、理論物理学によって例外なしにすべての自然現象に対して適用されている。

量子力学においても何かそれと類似したことが起こった。量子力学がその上に構築されているすべての公準は、個別的現象の解釈のあり得る様々なバリエーションの1つにすぎない。にもかかわらず、それらの公準は、ここでもやはりいかなる根拠もなしにあらゆる自然現象に対して無制限に適用されている。

引っ張り出された公準から導き出された帰結の実験的裏づけを、いったいどう取り扱うべきなのか？それは本当に存在するのか？という疑問が生じてくる。実は、それは、その裏づけをどう見るのかという疑問である。

それぞれの帰結（結果）には、原因の無数の組み合わせが先行することができるという有名な命題がある。それゆえ、任意の結果は無数の方法で説明することができる。それに対応して、同一の結果は、互いに矛盾している理論も含め、任意の数の理論によって予言することができる。したがって、実験的裏づけは、その結果を予言しているあれこれの理論が正しいことを意味しない。言えるのは、得られた結果がその理論と矛盾していないということだけである。矛盾している場合には、その理論は終わりである。矛盾していない場合には、理論は存在し続けることができるが、できるのはそれだけである。それに加えて、さらに、実験結果に対して本質的な仕方で影響を及ぼすありとあらゆる未考慮の要因が存在している。それらの要因の総数は無限大であるから、それらすべてを考慮することは不可能である。

量子力学的計算が行われ、何らかの結果が得られ、次にそれが裏づけられた場合であっても、そのことは量子力学、いわんや量子力学の哲学的部分の妥当性をまったく意味しない。実際には、それが意味しているのは、同一の公式的依存関係に導き、したがってまさに同様の計算に導くような、過程に関するそれ以外の解釈が存在しているということなのである。例えば、原子自体は圧縮性媒質から成り立っており、原子内空間はそれと同じ媒質によって満たされていると仮定すると、気体力学的計算は、量子力学とまさに同様の結論に導く。ただし、そのとき、哲学的結論はまったく異なったものになる。

理論はいかなる場合に唯物論的であり、いかなる場合に観念論的なのか？ 答えは

単純である。物理理論は、それが恣意的な公準ではなく、実験結果の分析から導き出される結論に依拠しているときにのみ唯物論的である。しかもそのとき、理論が多数の実験データの一般化に依拠している場合、また理論がその結論が持つ効力の適用領域に制限を設けている場合には、それらの実験結果は、1 つだけの個別的領域ではなく、幅広い領域における実験結果でなければならない。ところで、完全に唯物論的な理論は、物質*の組織化のあらゆる階層レベルにおいて、宇宙全体におけるあらゆる現象を分析した結果としてのみ創出されることができる。しかし、それはけっして生じない以上、あらゆる理論は、それが唯物論的なものであったとしても、部分的な理論となるより他はない。まさにそれゆえにこそ、「真理の相対性」、「自然に関する我々の知識の相対性」、「相対主義」が、ますますより多くの事実——虚構ではなく、事実——を考慮する方法により、客観的現実の段階的に近づいていくために存在している。そのとき、物質*——自然、実験——が一次的な位置に立ち、意識は二次的な位置に立つ。その場合には、それぞれの客観的事実が理論の精緻化のために役立つ。これが唯物論に他ならない。

現代物理理論は唯物論的であることを請け合う多数の言明がなされているにもかかわらず、それは根本的に観念論的であり、このことが現代物理理論の窮状の原因の一つになっていると、遺憾の意を込めて断言しなければならない。

上に述べたすべてのことは、現代物理理論——アインシュタインの特殊相対性理論と量子力学——にも、理論物理学の極致である普遍的な一般化と統一の理論にも当てはまる。数理物理学博士 A.Z.ペトロフ [Aleksei Zinovyevich Petrov] [2] が後者の理論に関して述べた次の言葉は現在も妥当し続けている。

「これまで存在したすべての統一理論は抽象的構築物の枠組みの外に出ておらず、実験的検証を行うことを可能にするような、いささかなりとも顕著な発見や帰結をもたらしていない。それらの発見的価値はゼロに等しい」。

このような状況を説明するのは難しいことではない。客観的現実とは何の共通点も持たない出発命題にもとづいて構築されたそれらの「統一」理論は、その帰結において、実際の実験で検証され得るような命題をもたらすことができない。非現実的な前提から出発して、現実との一致を得ることは不可能であるからである。

6.3. 諸過程の本質を時空のゆがみに帰着させることに対する批判

現代理論物理学は、過程と現象の内部メカニズムの本質を解明する方法でそれらを理解し、説明し、物質*の組織化の深いレベルにおける物質*の運動の特性を解明する試みを事実上放棄している。過程と現象の本質全体は、理論によって時空のゆがみに帰着させられている。

この意味においてきわめて特徴的な例となっているのは、重力現象を重力質量の近傍における空間のゆがみの結果として説明している一般相対性理論である。一般相対性理論は、空間が何との関係においてゆがんでいるのか、空間のゆがみの物理的メカニズムがいかなるものなのか、等々をまったく説明していないことに注目するべきである。

それに劣らず特徴的な例は、過程の本質を時間の流れの概念に帰着させ、独立した実体としての意義を時間に与えている N.A.コズイレフの「因果的力学」[文献：第5章の5~7]である。一般相対性理論では時間が遅れることができるとされ、そこでは時間もやはり何との関係において遅れるのかは不明であるが、ただし、普通に進行している過程に対して遅れることが含意されている。コズイレフの理論は、一定程度まで

一般相対性理論の繰り返しになっている。

それ以外の理論は上記の2つの理論の繰り返しになっている。それらすべての理論に共通しているのは、それらが過程の物理的本質を原理的に無視し、その過程を物質*のあれこれの運動としてではなく、時空のゆがみの結果として理解していること、空間と時間をそれほどまでに風変りな仕方で振る舞わせている原因について、少しも考えていないことである。それらの物理理論、またその基礎に相対性理論と量子力学が据えられているすべての理論は、曲率、多次元性、離散性、量子性、トポロジーといった概念によって空間と時間のカテゴリーを操作し、あらゆる物理現象を空間、時間、あるいはそれらの組み合わせである時空のあれこれの非線形性に帰着させている。

物理現象に対してそのようなアプローチを取った場合には、いくつかの重大な原理的誤りを犯すことになる。

第1に、それらの曲率、量子性、離散性、遅れはすべて非線形的であること、すなわち、線形と考えられるそれ以外の何らかの引数の関数であることを想起するべきである。任意の量はそれ自体に対して常に線形であるのだから、その量のそれ自体に対する曲率は存在することができない。すなわち、空間がゆがんでいるとした場合、それは何との関係においてゆがんでいるのかという疑問が当然生じてくる。例えば、直線的と考えられている光線との関係においてゆがんでいるとした場合、物質*の普遍的性質としての空間と、個別的物理現象である光線のいずれがより一般的な概念なのかという疑問が生まれる。もちろん、空間である。そうであるとすれば、このことは、ゆがむのは空間ではなくて光線の方であり、したがって一般相対性理論の構造全体は正しくないということを意味している。

それと同じことが、やはり普遍的なカテゴリーであり、物質*全体の普遍的性質である時間にも当てはまる。過程が遅れる場合には、何らかの物理的原因によって他ならぬ過程が遅れるのであって、時間が遅れるのではけっしてない。さもないと、時間とは別の、時間に劣らず普遍的なカテゴリーを見つけ出し、そのより普遍的なカテゴリーとの関係において時間の遅れを検討しなければならない。

第2に、物理過程を時空のゆがみに帰着させることは、過程の物理的本質を完全に無視して、空間と時間という用語を用いてそれらの過程を記述すること以上のことを意味しない。

そして第3に、そのようなアプローチは現象の記述を極端に貧弱なものにする。実際、結局のところ、空間と時間は、物理学者が物理過程を説明しようとする際に操作する、2つのパラメーターにすぎない。現実には、任意の物理過程には無数の物理的パラメーターが関与しており、それらの中で過程の記述にとって本質的な重要性を持つパラメーターの数は10個どころではない。例えば、あらゆる流体力学的過程には、座標、時間区間、速度、加速度といった空間的・時間的パラメーターだけではなく、密度、温度、断熱比、各種の粘性率といった運動学的・動学的パラメーターが関与している。その際、それらの量のそれぞれは、それ自体においては非線形的である、すなわち、他の物理量の関数となっている。それゆえ、時空連続体の用語のみで過程を記述しようとする、空間の曲率あるいは時間の進行速度だけでは不十分であることが即座に判明し、空間のトポロジーあるいは追加的な測定量に関係する追加的なパラメーター——言うまでもそれらは交換可能[convertible]である、すなわち、現実には検出不可能である——が現われ、あるいはまた、不足している変量を別の変量で何とか代用するための再規格化やゲージ、その他多数の手法が適用される。物理的現実からの遊離は、そのためにますます大きな代償を払わなければならない、好ましからざる傾向である。

現象の物理を時空のゆがみに帰着させたことにより、現代物理理論はそもそも過程

の物理そのものを検討から排除し、それによって物理過程の認識に限界を置いた。現代物理理論が、ますます無力な、最近発見された新たな現象のみならず、古くから知られている現象さえも究明する能力のない、そして様々な新たな課題に直面している実践的領域に対して現実的な支援を与える能力がより一層貧弱な理論になりつつあることは、賢明なことではない。

6.4. 物理学の数学化に対する批判

20 世紀には、理論物理学において、その数学化に新たな意味が付け加わり始めた。20 世紀の物理学は、この点において 19 世紀およびそれ以前の数世紀間の物理学と質的に異なっている [4]。

言うまでもなく、18~19 世紀の物理学も数学なしではやっていけなかった。しかし、当時の物理学にとっては、数学は物理量の相互の関数的依存関係を追究し、複雑な現象をその単純な要素の組み合わせとして定量的に評価することを可能にする、有用な補助的道具であった。物理法則自体は実験から直接的に導き出されていた。例えば、ニュートンは、デンマークの天文学者ティコ・ブラーエが得た惑星の位置に関する実験的データにもとづいて導出された天体力学に関するケプラーの法則を、自らの万有引力の法則によって一般化した。マクスウェルは力学的エーテルモデルに依拠して電磁理論を構築した。そのエーテルモデルの基礎には、流体媒質の挙動に関する実験データとファラデーが実験により得た電気と磁気に関する実験データがあった。

当時、数学に対しては補助的な役割が与えられていた事実は、物理学史の研究者たちによって今もきわめて高く評価されている M.ファラデーの著作に、公式が 1 つも含まれていないことから分かる。

もちろん、18~19 世紀にも、それ以前から基礎が形成され、この時期に傑出した自然科学者や数学者たちによって新たに開発された数学的道具立てを幅広く用いた物理学的研究が存在していた。しかし、物理学の研究に対して適用されていたのは、常に、何よりもまず、経験的あるいはモデル的データにもとづいた物理学そのものであり、数学はそれに次ぐ形で、実験データの結果の処理、あるいは既知の法則から導き出される予想される新たな結果の予言のための道具として用いられていた。

ところが 19 世紀末、理論物理学においては数学が支配的な地位を獲得し始め、物理学そのものは背景に追いやられ始めた。

理論物理学における危機の原因について分析する中で、V.I.レーニン¹は A.レイの当時有名であった著書 [4] の次の箇所を引用している。

「物理学の危機は、物理学の領域を数学の精神が征服したことのうちにある。一方では物理学の進歩が、他方では数学の進歩が、19 世紀にこれら 2 つの科学の密接な接近をもたらした。理論物理学は数学的物理学になった。(略) このとき、純粋に数学的となった形式的物理学の時代、すなわち、物理学の一部門としてのではなく、数学の一部門としての数学的物理学の時代が始まった。この新たな局面において、自分の仕事の唯一の材料をなしている概念的な（純粋に論理的な）要素に慣れ親しんでおり、自分は雑然とした物質*的要素によって束縛されていると感じ、物質*的要素はあまり取り扱い易いものではないことに気づいていた数学者は、物質*的要素を可能な限り多く捨象するか、それをまったく非物質*的なものとして純粋に論理的にイメージするか、あるいはそれを完全に無視する方向に向かって突進して行かずにはいられなかった。実在する客観的要素としての、すなわち物理的要素としての物質*的要素は完全に消滅した。微分方程式で表される形式的関係のみが残った」。

これを引用した後、レーニン自身 [4] [第5章第8節] は次のように述べている。

「自然科学上の大きな成功ががちとられ、数学的处理を行うことを可能とするほど一様で単純な物質*的要素に接近したことが、数学者たちが物質*を忘れ去るという事態を生み出している。「物質は消滅し」、方程式だけが残る」。

20 世紀に入ると、理論物理学においては数学が主役を演じ始めた。1931 年、ディラックは論文「電磁場における量子特異点」[4] ^[訳注] の序論において次のように書いている。

「物理学の中断なき進歩は、その理論的定式化のために、ますます高いレベルの数学を要求している。これは当然のことであり、予期すべきことである。しかし、前世紀末の科学者たちによって予期されていなかったのは、数学の発展が取るであろう道筋の具体的な輪郭であった。(略) かつては知性が生み出した純粹の虚構、論理的に思考する人間の遊びとみなされていた非ユークリッド幾何学と非可換代数が、今や、物理的世界の一般的事実の記述にとってきわめて必要なものであることが判明したのである。さらなる抽象化というこの過程は、将来も続いていくものと思われる。(略)

今提案することができる発展のための最も強力な方法は、理論物理学の現在の基礎を形成している数学的形式主義を完成し、一般化する試みの中で、純粹数学が持つあらゆる資源を利用し、この方向において成功が得られるたびに、数学上の新たな核心点を物理的实在の観点から解釈する試みを行うという方法である」。

ディラックのこの言葉から分かるように、一番目の位置に置かれているのはある種の抽象数学であり、物理学自体——「物理的实在の観点」——に対しては二義的な位置が割り当てられている。

こうして、ディラックは既に 1931 年、物理的本質、現象における物質*の内部運動の特徴の解明ではなく、数学に対して決定的役割を割り当て、事実上、さらなる数学的抽象化としての物理学発展プログラムを立案し、一般化された数学的形式主義を物理学の発展の目的として宣言したのである！

今日では、理論物理学はディラックのプログラムを実行し、現在にいたるまでこの行動様式を適用していると確信をもって断言することができる。物理過程の数学的記述がその過程の理解という意味で理解されるようになり、しかも、数学的道具立ての複雑さが理論の提唱者のある種の功績として認められている。例えば、アインシュタインの一般相対性理論は重力の本性を説明しているとみなされている。実際には、この理論はその本性を説明していないだけでなく、それをただ単に記述しているにすぎない。しかし、その記述の仕方はニュートンよりはるかに劣っている。ニュートンの場合、重力は 1 個のポテンシャルに帰着されているのに対し、アインシュタインの場合には、それと同一の重力が 10 個 (!) ものポテンシャルに帰着されているからである。

理論物理学者たちの推論においては、物質*はとうの昔に消滅し、方程式のみが残った。物理現象は、数学的操作により、物質*の運動特性ではなく、時空のゆがみに帰着されるようになった。しかも、空間が光速度を通じて時間と結びついている理由はまったく明らかにされていない。抽象的な「多次元性」の数はますます増大しつつあり、抽象的な公式からの結論はあらゆる物理現象、さらには哲学的カテゴリーに対してさえ無制限に適用されている。現代物理理論が現実とのあらゆる結びつきを失い、数学的抽象化の道筋に従って進み、矛盾を蓄積しつつあること、また実験による裏づけが行われていないことは賢明なことではない。それらの「理論」は実在する物理的世界

[訳注] P.A.M. Dirac "Quantised Singularities in the Electromagnetic Field", Proc. Roy. Soc. A 133, 60 (1931) は <http://users.physik.fu-berlin.de/~kleinert/files/dirac1931.pdf> から入手することができる。

とはまったく無関係なのだから、そうなるのも当然である。

「クレイジーなアイデア」が必要であるというボーアが提唱したスローガンは、完全に実現されたと断言することができる。物理学においてはますます高いレベルの数学が用いられなければならないというディラックが提唱したプログラムも実現された。しかし残念ながら、そのようなスローガンやプログラムには、物理的現実の仕組みを理解する上で役に立つものは何もない。

これらすべてのことは、理論物理学者たちをいささかも当惑させない。数学的道具立てを駆使できることが、物理学に従事する権利を得るための名刺のようなものになった。それはちょうど、18~19世紀のロシアにおいて、フランス語を駆使できることが貴族を「下賤の者ども」から区別する特徴であったのと同じである。例えばフランスの科学ジャーナリスト、ミシェル・ルゼ [Michel Rouzé] は1968年に「アインシュタインの理論は時代遅れになったのではないか？」[4]と題する記事において次のように書いている。

「(略) ここでは、門外漢、特に数学の言葉を知らない者にとっては永遠に到達不可能であり続けるようなレベルの議論がなされているが、それを恐れる必要はない。我々に必要なのは、数学を理解する際に求められる抽象的な想像力である。それは、何よりもまず、古い習慣的な思考様式から抜け出すためである」。

それ自体としての数学、また物理学の有効な、ただし補助的な手段としての数学の有用性と必要性を否定するものではけっしてないが、数学は外科用メスにたとえられるべきである。メスは外科医の手の中にあるときは有用であるが、別の手の中にあるときは危険な場合もある。研究者にとって現象の物理的本質が一次的なものである場合には、関数的な分析の手段としての数学は疑いもなく有用である。しかし、研究者にとって物理学が抽象数学からの帰結であり、それが抽象化に導き、客観的現実からの遊離をもたらすとき、数学のいかなる有用性について語ることができようか?! そのような数学の有用性について語ることができるのは、抽象的な世界においてのみである。

20世紀の理論物理学者たちは、物理数学が利益をもたらすのは、それが世界の現実を反映している場合に限られるということ、物理数学はまさにこの点において、それ自体として存在しており、ありとあらゆる事柄を記述する能力を持っている単なる論理的道具立てである単なる数学とは異なっているのだということを忘れてしまった。数学のあれこれの部門を具体的な物理現象に適用することの妥当性が、それぞれの具体的な場合ごとに入念に根拠づけられなければならない。概して言えば、現代理論物理学ではこれが行われていない。これなしでは、数学が持つ発見的価値はゼロになり、数学は自然の現実を理解しようとする試みから人を脇にそらすだけになってしまう。

6.5. 現象論に対する批判

現代理論物理学は説明的な性格ではなく、記述的な性格を持っている [5]。教科書は、「一般相対性理論は重力を説明した」、あるいは「ボーアは、電子が原子核の周りを回るときに電磁波を放射しない理由を説明している公準を提唱した」、等々といったタイプの表現で満ちあふれている。実際には、それはまったく説明ではない。なぜなら、一般相対性理論における重力は空間のゆがみからの数学的帰結であり、その空間それ自体は理解可能な単純なものではないからである。電子軌道の定常性に関するボーアの公準も同様である。電子軌道の定常性の原因が知られていないからである。事実上、これらすべては、ある未知の因子を、それに劣らず未知の理解し難い因子に

帰着させているにすぎない。

実際には、説明とは、説明されるべき未知のものを、より単純な既に熟知されているカテゴリーの総体に帰着させることである。普通、それは、現象の諸部分の間における説明を必要としている因果関係を解明することであり、そのとき、それらの諸部分自体は単純でアприオリに理解可能なものである。例えば、体積膨張に向かう気体の性質は、空間中における気体分子の並進運動と分子の弾性衝突によって説明される。その際には、例えば弾性球といった形の分子モデルが既に存在していることが前提となっており、さらに、分子の入れ物としての空間自体、分子の運動および弾性衝突は自明のこととして暗黙のうちに了解されている。言うまでもなく、それらの各概念はさらに深化させることが可能であるが、今検討されている現象——気体の膨張——の場合には、それは不要である。

現代理論物理学にはそのようなものがない。今日の理論物理学者の課題は、現象群を最も一般的な、それと同時に最も「単純な」方法、すなわち、その基礎に置かれている出発点となる前提の数が最小となる方法を用いて記述することである。今や、物理学は物質*的形成物と場の内的本性の解明をその目的として設定しようとしなない。それを解明するためには、各形成物と各現象を構成部分に分解し、それらの部分の間の因果関係を追究する必要がある。現代物理学にはそれがない。物理学者たちの意見によれば、素粒子はいかなる構造も持っておらず、その性質は内在的なものであるとされている。場の構造について言えば、現代物理理論は「場とは特殊な種類の物質*である」という言明より先へ進んでいない。

このように、今日の物理理論は何も説明しておらず、説明しようと試みすらせず、ただ単に現象を記述しているにすぎない。現象を記述するために数学的道具立てが利用されているが、しかしそれによって記述が説明になるわけではない。現代物理学における現象の記述は表面的な性格を持っており、したがって現代物理学は現象論的である。

A.P.オグルツォフ [Aleksandr Pavlovich Ogurtsov] が執筆した記事 [5] では次のように指摘されている。

「現象学 [=現象論] とは、自然主義的な構え（客体と主体を明確に分節する態度）から哲学的意識を解放し、哲学的分析の本来の領域——自己の行為およびその行為における所与の内容に関する意識の反省（自己自身の行動およびその法則の意味づけに向けられる理論的活動の形態）——に到達することを志向する、観念論的な哲学流派である。（略）現代ブルジョア哲学においては、現象学は純粹意識の分析方法として立ち現れている。

（略）現象学が取り扱っているのは、それ自体としての意識の組織化、純粹意識のアприオリな超歴史的構造である。その構造が、経験的知識と理論的知識の可能性の条件をなしている。

（略）マルクス主義者たちは、現象学の基礎的な原理と命題の破綻している点——その主観主義、自然科学の方法論との断絶、スコラ学的な性格——を暴き出すと同時に、現象学的哲学が持つ合理的側面——科学主義（科学的知識の価値の絶対化）および実証主義（真の「実証的」知識は専門的科学によってのみ得ることができ、哲学によってでは得ることができない）を鋭く批判している点——も指摘している。

このように、認識方法としての現象学は合理的な核心を持っている。

現象の外面的記述の有用性、さらには必要性を否定するものではないが、それでもやはり、現象全般の解明に対するそのようなアプローチが持つ、疑う余地のない不十分性を指摘しないわけにはいかない。

現象論的アプローチはあまりにも表面的すぎる。このアプローチは現象の深部にお

ける原因、それらの内的本質を解明することができず、このことからその限界性が生まれている。現象の内的本質を理解することなしには、ある現象に関する研究にもとづいて得られた結論を、別の現象に対していかなる範囲まで適用することが可能であるかを理解することはできない。現象論は、現象の外的側面に依拠した現象の記述という限界性を原理的に持っており、この点において、現象の内部メカニズムとその内的本質の解明を目指している動力的アプローチと原理的に異なっている。現象論的アプローチがその可能性を使い果たしてしまう地点は、動力的アプローチにとっては、まだこれから出発し始めようとしている地点にすぎない。動力的アプローチの可能性には原理的に限界がない。なぜなら、このアプローチは、物質*の深奥を解明し尽くすことはできないこと、また絶対的にあらゆる現象に関して、それらには内部メカニズムが存在していること、現象の諸部分の間には因果関係が存在していること、物質*の組織化の深部における各階層レベルには物質*の運動が存在していることを想定しており、このことからの帰結として、そこには解明可能な現象が現われてくるからである。

現象論は各現象を個別的に記述した後に、それらの現象における何か一般的なものを見出そうと試みる。しかし、各現象は部分的、表面的にしか記述されていないので、一般的なものは現象論の目にはとまらない。現象論とは異なり、動力学は現象の本質的メカニズムを解明しようとする。ここでは、各現象は物質*の隠れた一般的運動形態の個別的発現として立ち現れる。ここでは、きわめて多様な現象の一般性を見出し、それらを一般化する上でのまったく新たな本質的可能性が開かれる。このように、現象論を排除せず、それを有用な部分として自らのうちに吸収する動力的アプローチは、純粋の現象論よりもはるかに豊かな可能性を持っていることが分かる。唯一悔やむべきことは、現代物理学においては現象の解明に対する動力的アプローチが十分に発展させられていないことである。

6.6. 個別的法則性を一般的法則性として提示することに対する批判

現代理論物理学の特徴的な点は、個別的結果と個別的命題が、それらが得られた際の土台となっていた出発点となる条件の範囲を大きく越えて適用されていることである。

そのような行動様式の始祖は、おそらく、物体の引力に関する自らの法則を「万有」引力の法則と命名したニュートンであろう。引力の法則がそのように命名された根拠は、その法則の自明性であった——惑星が太陽によって引きつけられており、地球上ではこの法則が数学的精度で働いていることが既に知られているのなら、一般的にすべての物体が互いに引きつけ合っていると考えていけないはずはない。とは言え、それでもやはり、ニュートンによる万有引力の法則の導出は、既にティコ・ブラーエによって行われた太陽系の一部の惑星のみの位置の測定結果の近似を根拠として行われたものであるという事実を確認しなければならない。それゆえ、厳密に言えば、他ならぬニュートンによって導出されたような引力の法則を、これほどまでに大胆に宇宙全体に適用する根拠は存在しない。

現実がこの主張を裏づけた。ニュートンの時代には、冥王星はまだ発見されていなかった。太陽系最後の惑星である冥王星がアメリカの天文愛好家トンボー [Clyde William Tombaugh] によって発見されたのは 1930 年のことである。冥王星の軌道は多くの点でそれに隣接する他の惑星の軌道とは異なっている。特に、冥王星の場合には万有引力の法則があまり正確に守られていないという点である。また、ノイマン-ゼーリガーの

重力のパラドックスからの救済策は宇宙の非定常性のうちに見出されているが、このパラドックスもまた、ニュートンの法則の絶対的正確性に対する大きな疑念を引き起こしている。

それよりさらに疑わしいのは、特殊および一般相対性理論から導き出されているように、光の性質——光の伝播の速度と直線性——が例外なしにあらゆる物理現象に適用されていることである。ここでの疑念の要点は、光速度は電磁場の伝播速度であるということにある。重力相互作用や核相互作用といった相互作用およびそれらに対応する場合は、光とは別の物理的本性を持っており、したがって物事の論理に従えば、別の伝播速度を持っていることになる。なぜなら、光速度をその一つとする電磁気の諸パラメーターは、それらの相互作用および場とは関係を持つことができないからである。

アインシュタインの一般相対性理論は、せいぜい電磁理論の一部分にすぎない特殊相対性理論の公準を重力現象に適用することの正当性を、重力理論を検討する際に特別に根拠づけなければならなかったはずである。しかし、それはまったく行われなかった。

同じ種類の物質素粒子は完全に一様であると想定されている。しかし、それは厳密に確定されていないだけでなく、逆に、世界には、絶対的に同じ2つの対象物は原理的に存在しないことが知られている。例えば、原子核中の核子は相異なる条件の下にあり——あるものは原子核の表面に、あるものは深部に存在する——、このことがそれらの核子のパラメーターに影響を与えないということはある得ない。

これに類する例をさらにいくつも挙げることができる。それらはすべて、限られた数の事実から得られた結論が、何の根拠もなしに、理論によってそれよりはるかに広い範囲の現象に適用されていることを物語っている。ここで我々は、多数の不一致に直面することになる。なぜなら、それらの結論の適用条件が変化するや否や、それらの一般化は誤りであることが判明するからである。

個別的事例から得られた性質を事実上無制限に適用し、それを普遍的な性質として提示することは、それが物理法則であれ、何らかの物質*的形成物の具体的な性質であれ、一種の宗教的教義の最悪の形での公準化である。物理学においてそのような慣行が長年にわたって維持されている事実は、完全な無批判性という理由によってのみ説明することができる。

6.7. 事実の選択と実験結果の解釈の偏向性に対する批判

I.P.パブロフはその有名な若者へのメッセージにおいてこう書いている。「鳥の翼がどんなに完全なものであったとしても、空気に支えられなければ、鳥を持ち上げることは決してできないだろう。事実——それは、科学者の空気である」。

人間のあらゆる活動分野において、事実よりも確実に説得力のあるものはない。しかし、事実はそれ自体では何も語ることができない。事実にとってはさらに解釈が必要であるからである。それぞれの事実は相対的なものであり、多数の原因の組み合わせからの帰結である以上、事実に対する盲目的な拝跪は大きな思い違いに導く可能性がある。その単純明快な例は日の出・日の入りである。この事実は、コペルニクスによって逆の解釈がなされるまで、長い間、太陽が地球の周りを回っていることの裏づけとして利用されていた。

既に述べたように、特殊相対性理論において得られたローレンツ変換の正しさの実験的裏づけは、特殊相対性理論の正しさをまったく意味しない。その変換自体は1904

年、すなわちアインシュタインの最初の論文が発表される前年にローレンツが静止エーテル構想にもとづいて導出したものであり、それは特殊相対性理論と完全に矛盾しているからである。このように、実験結果が一致している事実を、アインシュタインの相対性理論の正しさを裏づけるものとしてのみ一義的に解釈することはけっしてできない。しかし、他ならぬそれが理論物理学者たちによって行われている。これはまさに、彼らの非客観性を物語っている。

残念ながら、物理学においては得られた結果の偏向した解釈が幅広く行われている。例えば、星の光線が太陽表面近傍を通過する際の光線の偏向の研究に関するすべての実験は、アインシュタインの一般相対性理論を裏づけるものとして解釈されている。しかし、分析が示したところによれば、例外なしにそれらすべての研究者は測定結果の偏向した処理方法を適用していた。もしそうでなかったとしても、それらの実験による一般相対性理論の裏づけなどということは語ることもできなかった。なぜなら、ニュートンの理論と一致する結果が間違いなく裏づけられたはずであるからである。

原子内の電荷分布に関する実験データはシュレーディンガー方程式の当該の解を完全に裏づけている。しかし、量子力学が主張しているようにその解を確率論的意味で解釈することに根拠はない。なぜなら、波動関数とは、量子力学が主張しているように原子内空間の当該地点における電子の出現の確率密度ではなく、質量密度にすぎないと考えた場合には、その事実そのものは普通の古典論的観点から解釈することが完全に可能であるからである。

特定の関心によって動機づけられた偏向した事実の解釈が、支配的学派の枠組みによって科学の発展に制限を課し、科学に対してきわめて大きな害悪を及ぼしている。

しかし、アインシュタインの特殊相対性理論の積極的な支持者たちが厭わずに行っている事実の隠蔽や悪意ある歪曲に出会うはめになったときには、より悪いことになる。この点に関しては、エーテル風の検出実験の歴史がきわめて典型的な事例となっている。

周知のように、アインシュタインの特殊相対性理論は実験的事実、すなわちマイケルソンとモーリーが1886年に行い、1887年に発表した実験の「ゼロ結果」に依拠している。ローレンツはこの結果をまったく別の仕方で解釈していた（干渉計のアームの長さのローレンツ収縮）にもかかわらず、この結果の解釈の偏向性は自然界にエーテルは存在しないという理解を根拠としていた。実際には、そもそも、すべてはそうではなかった。この実験では、エーテル風の存在が立証されていたのである！ 実は、地表面のレベルにおけるエーテル風の速度の値は予想値の10分の1であった（予想されていた30 km/sではなく、およそ3 km/sの値が得られた）が、それでもやはりゼロではない。

既に1904~1905年、モーリーとミラーは海拔250 mのレベルにおいてそれと同じ結果を得ており、このことはすぐに出版物で伝えられていただけに、マイケルソンとモーリーの実験結果のゼロ結果としての解釈はなおさら奇妙である。さらに、1927年にウィルソン山天文台（米国）で開催された特別会議において、ミラーは、彼が標高1860 mの同天文台で行った広範な実験シリーズに関する報告を行った。それは、8~10 km/sというエーテル風の速度（その値は方位および1日のうちの時間に依存していた）を決定する根拠となった安定的で統計的に有意なデータが彼によって得られ、エーテル風の方法は太陽の周りにおける地球の公転の軌道面とは一致しておらず、銀河方向であることが判明したという報告であった。1929年には、ミラーの事実データの正しさを裏づける、マイケルソン自身の論文が発表された。その結果、いったい何が起きたか？ 何も起こらなかった。特殊相対性理論は少しも動揺することなく、その代わりに、ケネディその他何人かの研究者たちが用いた測定装置はそのような研究には

不適當であることが当時既に理解されていたにもかかわらず、彼らの誤った方法による実験のゼロ結果をあらゆる手を使って悪用し始めた。

1960年代にやはりゼロ結果を与えたタウンズによるエーテル風検出実験の実施後には、それ以外のすべての結果は「非承認」のカテゴリーに分類された。しかし、タウンズの研究グループは、その実験を初歩的な誤りのある方法で行っていた。彼らは相互に静止している高周波電磁振動の発振源と受振器におけるドップラー効果の存在を突きとめようと試みていたが、そこには原理的にドップラー効果は存在しないのである。誰一人、問題の本質を分析しようとすらしなかったのだ！ このように、あらゆる実験結果を自分に有利になるように解釈する、このような多数の「科学者」たちの学問的不誠実性が存在している。言い換えれば、彼らによって学問的偽造が行われているのである。

さらに、一部の「研究者」たちにおける学問的誠実性の欠乏には別の側面もある。

周知のように、あらゆる実験には外部からの様々な悪影響が伴う。それらの影響を除去する、あるいは考慮に入れることはきわめて手のかかる、困難な仕事であるが、しかし残念ながら、それなしで済ませることはできない。特殊および一般相対性理論に関する実験の処理結果の分析は、多数の妨害要因がかつて誰によっても考慮されたことがなく、結果全体を完全に歪めるにはそれらの妨害要因うちの1個だけでも十分であるにもかかわらず、それらが考慮されていないことが、得られたデータの価値をゼロにしていることを示した。

このことが判明した今、相対性理論のいかなる裏づけについて、あるいは誰かの結果の不承認について、そもそもいったいどうすれば語ることができようか？ 以上に述べたことから、相対論者たちの支配的な疑似科学学派は、自分の地位を維持するためならどんな手段でも使うという結論しか下すことができない。

6.8. 微視的世界の対象物の無構造性に対する批判

現代物理理論は無構造の、大きささえ持たない対象物を操作している。実は、一部の物質「素粒子」に関しては個々の大きさが決定されている。例えば、陽子と中性子はおおよそ $3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ [ママ] の直径を持っている。光子に関しては波長が決定されているが、光子にはそれ以外の大きさのパラメーターは存在しない。おおよそ 10^{-15} m [ママ] の大きさが古典電子半径と呼ばれているものの、電子の大きさを矛盾なく定式化することはできていない。それ以外の粒子の直径について確定的なことは何も言うことができず、理論においてはそれらの粒子は大きさを持たないとみなされている。

理論物理学は微粒子の構造、および微粒子を構成している材料についてはいかなる情報も与えておらず、素粒子とは当該の場の特異点であるという一般的なコメントを述べるにとどまっている。しかし、それらの場の構造自体もまったく明らかになっていない。実は、各粒子は波動性を持っていないなければならないというド・ブロイの仮説のおかげで、粒子は単なる粒子ではなく、波でもあるという結論が下され、それらの波の長さは有名な関係式 $\lambda = h/p$ によって決定されている。しかし、それらの波はいかなる本性を持っているのか、それらは横方向にはどれだけ遠くまで伝播するのか、そもそも何がそれらの波を生成させているのかについては何も知られておらず、そのような問いを立てること自体が場違いとみなされている。

物質素粒子は性質——質量、荷量（電荷およびバリオン荷またはレプトン荷）、スピン、磁気モーメント、等々——の幅広い組み合わせを持っている。しかし、それらの物理量の本性については何も知られていない。それらは、まるでいかなる原因もない、

微視的対象物に最初から内在している性質であるかのようなものである。持っている、これで終わり。

原子中に存在している電子はそもそも大きさを持たない、点状のものである。電子は軌道の定常性に関するボーアの規則に従って原子中の自分の軌道に沿って運動しながら、いかなる物理的原因もなしに、原子内空間のあれこれの領域に純粹に確率論的に入り込む。したがって、単純な原子の電子殻は構造を持たない。実は、電子が原子内空間の具体的な地点に居合わせる確率は、どうしたわけか、みな同一なのである。どうしてもは知られていない。

微粒子における大きさの不存在の公準化とそれらの無構造型は、微視的対象物が与えられているそれ以外のあらゆる物理的パラメーターの本性と起源に関する問いを立てることすらも原理的に不可能にしている。それと同時に、それは一連のパラドックスをもたらす。例えば、静止質量を持っているが、大きさを持たない粒子は無限大の密度を持たなければならないという密度のパラドックス、あるいは大きさを持たない微視的対象物はその場の無限大のエネルギーを持たなければならないというエネルギーのパラドックスである。しかし人々はこれらすべてのことに何とかして慣れ、必要な場合には様々な数学的手法を用いてそれらすべてのパラドックスを回避している。

しかし、それでもやはり、理論物理学者たちは微粒子がいかなる構造も持っていないことに幾分かの困惑を感じている。この問題に関する物理理論が提唱されていることは興味深い。

ハイゼンベルクはその著書『素粒子の統一場理論序説』[6]において次のように書いている。

「(略) エネルギーは、素粒子の形態を取ることで、物質に転化することができる。それゆえ、各種の素粒子は、基本的実体——物質*あるいはエネルギー——の様々な存在形態とみなすことができる」。

ハイゼンベルクも、また彼に続く研究者たちも、物質*あるいはエネルギーの様々な形態とはいったい何なのか、さらに、物質*自体の形態とは何なのか、微粒子がそれによって形成されているエネルギーの形態とは何なのかについて語っていない。

ハイゼンベルクはケンブリッジで出版された講義録において、それらの粒子を「最小要素」と呼ぶことができるのは、それらの粒子が分裂して出来る諸部分が、それらの粒子より小さくなく、同じ大きさを持っているという意味においてのみであるとしている。物質*の最小要素に関する問題のこのような解決方法は驚くべき方法であり、さらに別の疑問をもたらす。これについて注意深く検討する必要がある。以前には、原子と原子核は、複数の素粒子から構築されている複合系とみなされていたのに対し、電子と陽子は分割不可能な系、つまり要素系とみなされていた。理論物理学者たちの意見によれば、記述される状況の中においては、そのような区別はかなり人為的なものに見えてくる。実際、彼らは、それを用いれば粒子を系から区別することができるような、それより良い何らかの定義はおそらく存在しないであろうと考えている。例えば、パイオンは、1個または複数個の核子-反核子対から構成されている系、核子は Λ ハイペロン1個とK中間子1個から構成されている系、光子はミュー粒子1個と反ミュー粒子1個から構成されている系、等々とみなすことができる。我々が直面したパラドキシカルな状況は、各素粒子はそれ以外のあらゆる素粒子からなっているという定式によってきわめて良く記述される。系が分裂するためには、その系を形成している諸部分の静止質量より小さいエネルギーが必要であるとすれば、実際、さらに、その系は複合系であると言うことができる。しかし、そのような定義はまったく漠然としており、定性的ではなく、定量的な性格を持っている。それゆえ、そもそも、素粒子と複合系の間のいかなる区別も行わないことが賢明である。

今日に至るまで、事実上すべての理論物理学者がこのような見解を取っている。

上に挙げた見解が科学の発展にとって不都合であることは明らかである。すなわち、もし物質素粒子がそれ以上分割されず、ただ単に相互に転換し合うだけであるとすれば、そのことによって分割可能性の限界、したがってまた物質素粒子の内的本質の認識の限界が見出され、物質素粒子は無構造であるということになる。なぜなら、構造は小さい諸部分の存在を含意しているが、そのような見解には諸部分がないからである。構造が存在しなければ、粒子が持っているあらゆる性質の起源を説明する可能性も存在しない。実を言えば、理論物理学は、ここに述べたすべての点に事実上同意している。

しかし、そのような推論においてはある原理的な誤りが犯されていることを指摘しなければならない。その混乱した推論の基礎には、粒子の質量とエネルギーの同一視、また物質素粒子とはエネルギーの塊であるという理解が横たわっている。そのようなアプローチを取った場合には、相互変換という方法によらない限り、そもそも何らかの粒子はどうすれば生成することができるのかがまったく理解不可能になる。このように、物理学者たちは、彼らが取っている誤ったアプローチ、質量とエネルギーの同一視により、微粒子の構造の探求に関する問題設定の可能性そのものが消滅してしまったことに気づけなかった。

そして「各素粒子はそれ以外のあらゆる素粒子からなっている」という結論自体からは、すべてのいわゆる物質「素」粒子は、「素」ではまったくなく、きわめて多様な構造の建物は同じ種類のレンガで構築されることができ、それらのレンガの大きさは建物を構成しているブロックの大きさより著しく小さいのと同様に、「素」粒子よりも著しく小さい何らかの粒子から構成されているという結論が明確に導き出される。したがって、物理学の実際の課題は、その新たなレンガの性質を見出すこと、それと同時に、実は決して「素」ではない、それら多数のすべての「物質素粒子」の構造の組織原理を見出すことなのである。

ハイゼンベルク、そして彼に付き従っている現代理論物理学全体は、現象の深部の解明に移行する可能性すら認めようとはせず、物質*がその深部に向かって持つ無限の複雑性を否定し、現代量子力学、そして特殊相対性理論から借用されたその手の込んだ諸方法は、量子力学によって検討されている現象を十分に記述していると宣言している。

しかし、科学の歴史全体は、ハイゼンベルク、ボーア、ヨルダンそして現代物理学派の事実上すべての物理学者の主張とは逆のことを語っている。科学の歴史においては、認識に限界を置く形而上学的学説が幾度も現れた。例えば、自然の認識可能な最終的部分は原子であると考えられていたのは、つい最近のことである。しかし、物質の構造に関する人類の知識は著しく増大し、その結果、原子は、きわめて複雑な運動をしている多数の諸部分からなる複雑な形成物として現れた。19世紀のある時期には、物理学においてはもはやいかなる新たな現象領域も発見されることはできないという見方が物理学者たちの間で広がっていた。それが語られていたのは、放射能の発見のまさに前夜であった。

弁証法的唯物論は、科学と哲学の発展の歴史全体にもとづき、物質*は無限の奥深さを持っていること、原子と同様、電子も汲み尽くすことができないものであることを教えている。

このように、量子力学に「原理的な統計的」性格を付与し、量子力学が持っていない完全性を量子力学を付与することは、認識の境界を設定する試みである。ハイゼンベルクの「不確定性原理」とは、その向こう側では人類のあらゆる認識活動が停止する、一種の境界標に他ならない。

この点に関して、我々は、経験批判論的哲学の誤った指針から導き出される、鮮やかに表現された誤った命題を量子力学の領域において見ることができる。量子力学のまさに揺籃期から、経験批判論の影が量子力学の発展より前方を走っている。他ならぬハイゼンベルクの表現によれば、量子力学は「原理的に観測可能な量の間の相関関係のみを取り扱う」。今日においては物質*の内部運動は観測不可能であるから、その運動は量子力学から原理的に排除される。結果はまさにここから生じたのであった。

量子力学は「原理的に認識可能な」量——電子のエネルギー準位、原子のスペクトル線の周波数、等々——の素晴らしい計算方法を与えた。しかし、この理論は原子の範囲内における電子の軌道については何も言うことができないので、それは最初から何か「原理的に観測不可能なもの」として理論から意図的に排除された。理論から意図的に排除されたものは「微視的世界の質的に新たな法則性」とみなされている。しかし、尊敬すべき科学者たちは、自分自身の限界性を自然の原理的仕組みとして偽って提示してしまったのだと、ただ同情の念のみを込めて断言せざるを得ない。

6.9. 現代物理理論と弁証法的唯物論のものの見方の比較

現代物理理論の方法論は、その哲学、ものの見方の体系として提示することができる。そのような体系の基本命題を定式化し、それらの命題を弁証法的唯物論の命題および古典物理学の既知の命題と比較することにはしかるべき理由がある [7]。

現代物理学のあらゆる新理論に求められる基本的要件の一つは、新たに提唱される命題がアインシュタインの特殊相対性理論と一致しているということである。この要件が満たされていない場合には、あらゆる新たな命題は即座に棄却される。このように、アインシュタインの特殊相対性理論は事実上、絶対無謬のドグマのカテゴリーに入れられている。しかも、相対性理論の命題から導き出される帰結と弁証法的唯物論の命題、あるいは古典物理学の命題の間に不一致が見出された場合には、相対性理論の側が選ばれる。なぜなら、弁証法的唯物論はもう時代遅れになった、古典物理学の命題は生じている状況に対して適用することができないとみなされているからである。

次のような見解の相違がある。相対性理論に立脚している宇宙論的理論は、宇宙の「始まり」という考え方に直接的に導き、そのとき、時間のカウントは「ビッグバン」から行われる。弁証法的唯物論と古典物理学の命題によれば、いかなる「始まり」もあることはできず、物質*、したがって宇宙もまた永遠に存在している。

相対性理論は、エネルギーと物質*を等価とみなす。弁証法的唯物論と古典物理学は、エネルギーと運動を性質とみなしており、物質*と等価であるとは考えない。

現代物理理論によれば、物質*はそこまでしか分割することができないという限界が存在する。その限界は物質「素粒子」までの分割によって標示されている。古典物理学はこの問題にはほとんど触れていない。それに対し、弁証法的唯物論は、そもそもそのような限界は存在しない、すなわち、原子と同様、電子もまた汲み尽くされ得ないものであるとみなしている。

現代物理学においては、理論の正しさは内部無矛盾性、すなわち新理論の内部に非論理性や矛盾が存在しないという判断基準にもとづいて決定されている。ところが、相対性理論自体においてはこの側面が満たされていない。すなわち、特殊相対性理論がエーテルを断固として否定しているのに対し、同じ提唱者の一般相対性理論は、特殊相対性理論のすべての命題をその基礎に取り入れているにもかかわらず、エーテルの存在を断固として主張している。言うまでもなく、内部無矛盾性はあらゆる理論に必要とされる質である。しかし、弁証法的唯物論は、この質は必要条件ではあるが、

十分条件ではないと考える。それに加えて、さらに、既知のあらゆる経験的データに対する理論の一致が確保される必要があるからである。なぜなら、「活動と実践の視点が、認識の第一の、そして基本的な視点でなければならない」（レーニン、[4] [第2章第6節]）からである。

既存の物理理論は、いわゆる決定実験にもとづいて公準を提示することを許容し得る、正当な手法とみなしている。それらの公準から導き出される結論の何らかの実験データによる裏づけは、それらの公準をただちに絶対的真理のレベルに引き上げる。弁証法的唯物論と古典物理学は、それぞれの命題は新たな実験データが得られるにつれて絶えず精緻化されなければならないとみなしているため、そもそも公準を設定することを避け、多数の実験データの分析にもとづいて得られた結論を、単なる相対的真理のカテゴリーに入れる。

現代物理理論は、現象の内部メカニズムは存在しない、物理現象の内部諸部分の間に因果的相互関係は存在しないと想定し、確率と不確定性を自然の構造原理に祭り上げていたため、現象の物理的本質の解明を必須の条件とはみなさない。弁証法的唯物論は、物質*の深奥を汲み尽くすことはできないという命題に立脚し、物質*の組織化のあらゆるレベルにおける任意の現象には内部メカニズムが存在し、そこには因果関係が必ず存在すると想定している。また、弁証法的唯物論は、不確定性とは、対象に関する知識は不完全であり、各現象に関与している要因の無限の総体を考慮することは不可能であることからの結果であるとみなしている。

現代物理理論は、最大限の抽象化、客観的世界からの遊離性、「クレイジーな」理論の創出を目指しており、数学を世界に関する物理学的知识の源泉として称揚し、数学に対して物理理論における特別の支配的意義を与えている。唯物論的アプローチは最大限の現実性を要求する。唯物論的アプローチにとって最も重要なのは現象の物理的本質であり、そこでは、数学に対しては従属的な役割が割り当てられている。

現代物理学は、理論的解法の探求の方向を時空のゆがみの複雑化の方向に見ている。このことは微視的世界に進入する際に特に鮮やかに現われている。唯物論的アプローチは、空間と時間は物質*的形成物の総体の一般化された普遍的性質であると考え、物理過程を時空のゆがみの結果ではなく、物質*の運動の隠れた形態の結果として検討する。「世界の現実的な統一性は、その物質*性にある。その物質*性は、二、三の手品師的な空文句によって証明されるものではなく、哲学と自然科学の長期にわたる、遅々とした発展によって証明されるものである」（レーニン、[4] [第2章第2節。なお、この一節はエンゲルス『反デューリング論』からのレーニンによる引用である。]）。

現代理論物理学は、微視的世界の現象、微視的对象物の構造、場および相互作用の視覚的イメージを創出することは不必要であり、原理的に不可能でさえあるという結論を下すに至っており、このことから、現象のモデル化のために類推法を適用することは事実上不可能であるという見方が導き出されている。唯物論的アプローチは視覚的モデル、また現象のメカニズムの定性的レベルにおける研究の可能性と有用性を想定しているが、これは類推法の幅広い適用の可能性を前提としている。この可能性は、微視的世界の対象物と現象の分析とモデル化を行う際に特に貴重なものである。

現代理論物理学は、その構造がまったく不明で、物質や力場との相互関係も不明な「物理的真空」の存在を仮定しているにもかかわらず、原子内および宇宙空間中における媒質の存在を認めていない。現代物理学における「物質*波」は、それらの波自体を形成するための何らかの材料の存在を事実上排除している。唯物論的アプローチは、波を形成している媒質なしでの波を含め、媒質なしでの運動が存在するとは考えず、それゆえ、そのような媒質の存在の承認を一義的に要求している。

最後に、20世紀の新物理学は、既に世紀初頭にその基本命題において古典物理学の

伝統と決別し、その伝統、それ以前の発展諸段階からの継承性、物質*のより深奥への進入という路線に沿った発展の道を事実上捨て去ってしまった。しかし、古典物理学の主要な発展段階は、まさに物質*の組織化レベルのより深奥に向かって——物質から分子へ、分子から原子へ、原子から物質素粒子へ——進んでいたと断言することができる。このように、結論から言えば、そのような移行——物理学革命——の各段階は、物理科学によって既に熟知されている物質*的形成物を構成している、組織化された物質*の新たな、より小さい要素の検討への導入によって特徴づけられる。それと同時に、大きさと質量がより小さいそのような要素の導入が、既に解明されているそれらの物質*的形成物の構造を解明することを可能にした。すなわち、原子の導入は分子の構造を、物質素粒子の導入は原子の構造を解明することを可能にした。まさにそのようなアプローチこそが、今度は素粒子自体の構造を解明することを可能にするに違いない。

このように、現代物理理論と弁証法的唯物論および古典物理学の命題の間の違いは原理的な性格を持っている。しかし、この事実からは、弁証法的唯物論と古典物理学の方法論は時代遅れになったから、今後、成功裡に適用されることはできないという結論はけっして導き出されない。現代物理理論に対しては、これと同じことを言うことはできない。このことを納得するためには、科学とは何か、科学は何のために必要なのかを思い出す必要がある。

6.10. 科学と疑似科学

科学とは何か？ 科学とは、新たな客観的事実の探求と体系化であり、それにもとづいた客観的自然法則の解明である。新たな研究方向と新技術はそれらの自然法則を土台として生まれる。ところで、既に究明された真理、いわんや「一般に認められている」真理を広範な大衆に伝えることは科学ではなく、教育・啓発（あるいはあからさまな瞞着）であり、それは望ましいことではあるが、科学ではない。何が科学であり、何が疑似科学であるかを識別するためには、社会にとっての自然科学の役割を理解する必要がある。

人間は自然の中で生きており、生存するためには、自然の客観的法則を考慮しなければならない。人間がまだ生きているという事実自体が、以前に発見された基本的な自然法則が人々によって正しく考慮されているということを物語っている。さもなければ、人類は大昔に絶滅していたはずである。しかし、自然はその多様性の点で無限であり、それゆえ、状況が変化する可能性がある。したがって、自然は、それを頭の中で考え出すのではなく、客観的現実として解明する必要がある。唯物論的方法論の要点はここにある。

人間は**消費財**を必要とする。消費財は出来上がった状態では存在しないので、作らなければならない。そのために**労働手段が用いられる**。労働手段は**技術**の一部分である。技術は**自然法則**に立脚して自然資源を利用する。ここでもまた、自然をあるがままのものとして解明することを命ずる唯物論的アプローチが必要であり、それが誰かの気に入るか否かは何の役割も演じない。この客観的必要性を虚構——公準、原理、公理、あるいは神の摂理——にすり替えようとする試みは、願望を現実と取り違えることを意味する。そしてこのことは、きわめて多様なネガティブな結果——技術的保守主義や新技術の欠如、原料・エネルギー媒体の涸渇、さらには飢餓やカタストロフィ——によって我々に復讐する。

したがって、科学は次の2つの目的を実現するために自然を研究しなければならない。すなわち、1) 自然界の異変によって生じる可能性のあるネガティブな結果を最小

化するため、自然界の状態を予測すること、2) 消費財の生産に必要とされる技術を創出することである。このいずれの目的も、自然に関する客観的な研究を要求している。これが唯物論に他ならない。

科学の対象については『ソビエト大百科事典』の記事[8]において十分に述べられている。

「科学とは、現実に関する**客観的**（強調は引用者）データの生成と理論的体系化を任務とする人間の活動領域であり、人間の認識の一形態である。（略）「科学」の概念には、新たな知識の獲得に係る活動だけでなく、その活動の結果——その時点までに獲得された、その総体として科学的世界像を形成している知識の総和——も含まれている。

（略）科学の直接的な目的は、科学によって発見される法則にもとづき、科学の研究対象を構成している現実の諸過程と諸現象を記述し、予想すること、すなわち、広い意味においては、現実を理論的に反映することである」。

この記事では、さらに、科学においては、知識の獲得がその主要かつ直接的な目的をなしていることが述べられている。

上記における科学の対象の定式化から、科学者は、新たな事実の探索（新たな知識の獲得に係る活動）および獲得された客観的知識の理論的一般化に取り組み、それにもとづいて新たな現象について予想を行わなければならない、すなわち、それらの現象の探索の方法論を決定しなければならないという結論が導き出される。

科学は現代の生産活動に直接的に関与しているのだから、科学には、さらに、科学の成果を技術において具現化する任務もあるという点を付け加えることができる。これはもはや基礎科学の対象ではなく、技術分野別の研究対象である。基礎科学の知識は、技術において導入されなければ、遅かれ早かれ失われてしまう。

残念ながら『ソビエト大百科事典』では疑似科学という事項は定義されていないので、原理的には、疑似科学の概念は自由に解釈することができる。しかし、疑似科学とは、科学に対するアンチテーゼであり、その任務は、客観的知識ではなく、主観的知識を生成すること、それが客観的現実と一致していることが必要条件とされていない「法則」をでっち上げることであるとみなすことができる。

自然科学全体の基礎には物理学が横たわっており、物理学全体の基礎には物理理論が横たわっている。研究方向は、理論がいかなるものかによって決定される。しかし、応用的課題を解決しなければならない応用科学者たちは、理論物理学において何が行われているかに無関心であり続けることはできない。なぜなら、技術はそれに依存しているからである。抽象化に依拠した観念論的アプローチは、応用科学者たちが現代の焦眉の課題を解決することを可能にしない。そのため、危機は先鋭化しつつある。

最近、公的研究機関によって解決されていない自然科学の個別的問題や一般的問題を解決しようと試みている、多数の自立的研究者が現れている。残念ながら、それらの研究者の多くは科学的方法論を持っておらず、その判断は皮相的であり、専門家によってすぐに見つけられるような多数の誤りを犯していることを指摘する必要がある。しかし、そのような研究者たちが出現している事実そのものは、科学、何よりもまず基礎科学の不満足な状態を物語っている。多くの研究者、とりわけ応用科学者たちの間には、基礎科学に対する不満が少なからず蓄積されている。自立的研究者たちが創出しようと試みている新理論においては、普通、ニュートン力学と量子力学との矛盾は生じていないが、アインシュタインの相対性理論との間では敵対的矛盾が生じている。そしてその矛盾は、多数の研究者が物理的真空とエーテルの問題に注意を向け始めた最近 20 年間に特に先鋭化している。

しかし、現在、その創出者たちの意見によれば疑似理論を真の理論から即座に区別

することを可能にする、ある種の方法論的装置が存在している。例えば、新理論の命題がたった一つでもニュートン力学、特殊相対性理論あるいは量子力学の何らかの命題と矛盾していれば、その新理論は疑似理論とみなされ、ただちに棄却される。新理論において得られた公式的な表式は、特に、「ローレンツ不変性」の原理と一致していなければならない。この原理によれば、物理学のあらゆる方程式は、ローレンツ変換に対して不変でなければならない、このことにより任意の運動座標系または静止座標系においてその形を保存しなければならない。

いかなる理論も、それが何らかの点で特殊相対性理論と一致していない場合には、科学界によって承認されることはできない。このテーマに関しては、1964年にソ連科学アカデミー天文学・数学セクションの秘密決定さえ下された。この決定により、アインシュタインの相対性理論を批判することは許されなくなり、「エーテル」——世界媒質——の概念は反科学的であると宣言された。エーテル概念は、特殊相対性理論により、その出発点となるすべての公準と絶対的に一致しない概念として否定されたからである。この決定は今なお取り消されておらず、「エーテル」という言葉に言及している論文、あるいはアインシュタインの相対性理論との不一致が含まれている論文を受理する科学雑誌は一つもない。1950年代に科学雑誌において幅広く展開されていた相対性理論に対する批判は、既に1960年代初頭になると科学雑誌から完全に消え失せた。

それと同時に、理論のうちに蓄積されている矛盾を説明する能力のない、最高の学術称号や勲章を与えられている多数のいわゆる科学者たちは、宗教にすがりついた。彼らはこれにより、自らの無力さの責任を神に転嫁し、すべてを神の摂理によって説明することができるようになった。このことは教会の利害だけでなく、新たにお目見えしたブルジョアジー〔新興財閥、オリガルヒ〕の利害とも一致している。民衆から富を徹底的に奪い取ろうと試みているブルジョアジーは、新たな研究方向の探索に対してはまったく投資を行わない。なぜなら、科学は費用が掛かるだけで、そこからの収益はすぐには生まれないからである。そのような連携が我々の眼前で生じていることは、例えば、2003年にバウマン記念モスクワ国立工科大学において同大学学長I.B.フォードロフの指揮の下で開催された2つの国際会議が証明している。これらの会議では高位の教会聖職者たちが演説を行い、この方向性に対する全面的な賛意を表明した。彼らは、あらゆる奇跡は、そのメカニズムが今のところ理解されていない単なる物理現象であることには言及することなく、奇跡的現象について語り合った。

しかし、これで終わりではない。科学界において支配的地位を占めている疑似科学学派は自分の餌箱を注意深く警備しており、それらの学派が立脚している誤った命題や反科学的命題の代わりに客観的真理をあえて探し出そうとしているあらゆる人々を侮蔑している。ロシア科学アカデミーには特別の「疑似科学・科学研究捏造対策委員会」さえ創設されている。この委員会の議長はロシア科学アカデミーシベリア支部のアカデミー会員E.P.クルグリュコフ〔Eduard Pavlovich Kruglyakov〕である。著名なアカデミー会員V.L.ギンズブルクが同委員会創設の首唱者であり、委員を務めている。

これらすべてのことは、基礎科学、とりわけその基礎である理論物理学においては深刻な危機が迫っており、今日、基礎科学は袋小路に陥っていることを意味している。このことは、基礎科学においては、基礎科学には解決することができないことが判明した多数の問題が蓄積されているということから導き出される。その最も重要な問題は、自然はいかなる仕組みを持っているのか、何が物質*の構造と物理現象の基礎をなしているのか、それらの内部メカニズムはいかなるものなのかが、まったく理解できていないことである。応用的研究方向から、また基礎科学の結果の実践的適用から基礎科学がますます大きく遊離していることは、その無理解からの帰結である。これこ

それが、現代基礎科学を壊滅させた危機の重大な特徴である。

このような現状からの脱出策は、基礎科学の方法論全体を根底から取り替え、基礎科学を弁証法的唯物論の命題に従った唯物論的研究方法に移行させること以外にはない。

結 論

1. 現実の物理的世界の法則性の認識ではなく、基本相互作用の数学的記述の共通する単一方程式への数学的統一が現代物理理論の発展の目的とみなされている。物理理論においては現象論が優位を占め、数学的記述が物理的意味に優越しており、そもそも微視的世界の物質*的形成物の内部構造は検討されていない。

2. 現代物理理論はその土台において公準的であり、公理的方法が定着している。ここでは、出発点となる命題がしかるべき根拠づけなしに採用され、物理過程は物質*の運動ではなく、時空のゆがみに帰着されている。

3. 現代理論物理学においては、支配的理論と一致する事実の偏向した選択が行われている。

4. 現代物理理論の命題に従い、空間、時間およびエネルギーは物質*の性質ではなく、物質*の代用物とされている。

5. 法則のカテゴリーに祭り上げられた「不確定性原理」が、微視的世界の内部過程の認識の可能性に対して原理的な制限を課している。

6. 現代理論物理学が進んでいる道筋に従って自然科学をさらに発展させることは、原理的に不可能である。

7. 現状からの脱出策は、基礎科学の方法論全体を根底から取り替え、基礎科学を弁証法的唯物論の命題に従った唯物論的研究方法に移行させること以外にはない。

第7章 自然科学の方法論としての弁証法的唯物論

7.1. 自然科学と哲学の基本問題

自然科学の歴史全体を通じて、そこでは2つの主要な哲学流派——唯物論と観念論——が闘っている[1,2]。それらの本質はどこにあるか？

唯物論的世界観の基礎は、物質の一次性と客観性および意識の二次性の承認である。このことは、唯物論は、物質*・自然は客観的なものであり、我々の意識から独立して存在しているのであって、したがって自然の一部である人間は、自然の力を利用することを欲するのなら、自然をあるがままのものとして解明し、そこから自分のために結論を引き出さなければならないということから出発する、ということの意味している。こうして、自然に関する人間の理解、人間の意識は二次的なものとなる。それゆえ人間は、自然現象との出会いの結果、自然が持つ自分にとって新たな側面を発見した場合には、自分の理解を修正して精緻化し、場合によっては自分の理解をすべて放棄し、別の理解に替える用意ができていなければならない。

その際には、すべての自然現象、またそれぞれの個別的現象でさえ、その全体を完全に解明する能力を人間が持つことは決してなく、各現象、いわんや自然全体に関する人間の知識は常に部分的なもの、そして多くの点で表面的なものとなることを忘れてはならない。これは原理的な事柄であり、各現象は無限個の側面と性質を持っているので、そのすべてを捉えるためには時間も力も不足しているということに関係している。それゆえ、人間は、自然との相互作用において、人間の意見によればそこに集中する必要があると考えられる、最も重要なものを選択することを常に余儀なくされる。それゆえ、人間の知識は、今までも、またこれからも常に不十分なものであり、常に充実され、発展させられなければならない。

こうして、唯物論的アプローチを取った場合、研究者は自然をあるがままのものとして受け入れ、事実が自然に関する自分の理解と矛盾しているときは、自分の理解を修正する。

それとは逆に、観念論的世界観の基礎をなしているのは、自然の捏造が許容可能であることに対する承認である。研究者は自然現象に関する何らかの理解を自分の思いのままにでっち上げ、次に、自然現象がそれに関する自分の理解と一致していることを証明する。ここでは観念が1番目の位置に立ち現れ、自然現象は2番目の位置に置かれる。自然現象が研究者の理解と一致しない場合には、観念論者は事実を歪曲し始める。

この点において、現代理論物理学は観念論的思考様式の見本となっている。そしてその最も重要な特徴は、その**公準性**である。

文献[3]は公準とは何かについて次のように説明している。

「(略) 公準(ラテン語 *postulatum* (要請) より) とは、何らかの判断にもとづき、証明なしに、ただし通常は何らかの根拠を伴って承認される命題(条件, 仮定, 規則)である。その際には、他ならぬその根拠自体が、その公準を「承認」することの正しさを裏づける理由とされるのが普通である。「承認」の性格は様々なものであり得る。

(略) 事例は多様であるにもかかわらず、それらの事例に共通しているのは、我々は、我々によって提案される公準を承認することの合理性(「妥当性」)を納得させる使命を与えられている理由を提示する労を惜しむわけではないにしても、結局のところ、ただ単に、その承認を**要請**している(強調は引用者)。「公準」という言葉はこれ

に由来している)にすぎないという点である。そのような場合には、その役割のために提示される命題が「公準として設定される」と言い表される。公理的方法においては、その命題は真の命題として**承認される**(強調は引用者)。

ここに述べられていることから、公準の裏づけがいかに大きな重要性をもっているかが分かる。しかし、20世紀における自然科学の発展の歴史全体は、公準の提唱者たちは、自分の公準を裏づけることも、その適用限界を確定することも自ら行おうとはせず、ただ単に自分の公準を基準として自然現象を選別し、自分に気に入ったもの、すなわち自分の公準に一致するものは受け入れ、自分の公準に一致しないものは投げ捨てるというやり方をしていることを示している。

しかし、成功裡に行われた公準の選択の例が存在するのだから、もしかしたら、ここに書かれていることはあまりにも厳格すぎるのではないか？

例えば、ユークリッド幾何学は5つの公準群(結合、順序、運動、連続性、平行性)に基礎を置いている。第5公準(与えられた直線上にない1点を通り、その直線に平行な直線は1本しか引くことができない)は、19世紀に激しい議論の対象となった。1826年にロバチェフスキーによって提唱されたそれとは逆の主張、すなわち与えられた直線上にない1点を通り、1本の直線ではなく、少なくとも2本の互いに重なり合わない直線を引くことができるという主張は非ユークリッド幾何学の出現をもたらした[4](図7.1)。

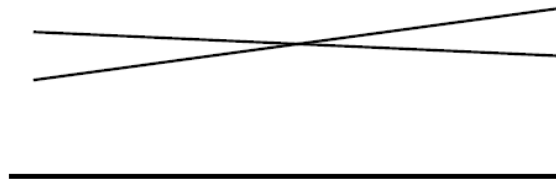


図 7.1. ロバチェフスキーによれば、1本の直線が引かれている1つの平面上にある1点を通り、その直線に平行な、互いに重なり合わない2本以上の直線を引くことができる。

この幾何学の出現は同時代の人々によって幾何学における転回と評され、ロバチェフスキーは「幾何学のコペルニクス」と呼ばれた。この例においては、公準的な理論構築方法の役割を見ることができる——この公準にしてこの理論あり。

今挙げた2つの幾何学の比較は、さらに詳しく論ずるに値する。

周知のように、ロバチェフスキー幾何学の基礎はユークリッドの第5公準の変形である。共通の1平面上において、直線外にある1点を通り、その直線に平行な、互いに重なり合わない直線を少なくとも2本引くことができるという公準を提唱した結果、ロバチェフスキーはすべての定理を逐次証明し、いかなる点においても矛盾に陥ることなく、一貫性のある幾何学を構築した。これら2つの幾何学——ユークリッド幾何学と非ユークリッド幾何学——は等価なのか？客観的現実に対するそれらの関係はいかなるものか？という疑問が生じてくる。

答えは単純である。ユークリッド幾何学は客観的現実を反映している。なぜなら、自然科学の経験全体は、与えられた直線の外にある1点を通り、その直線に平行な直線は1本しか引くことができないことを示しているからである。それがそうならない実際の事例は1つも存在したことがない。そしてこのことは、ユークリッド幾何学は客観的世界を反映しており、その結論と体系は実践的課題の解決のために利用することが可能であることを意味している。すなわち、ユークリッド幾何学の第5公準は、実際には公準ではなく、自然科学の経験からの帰結なのである。

ロバチェフスキーの非ユークリッド幾何学は現実とは無関係な虚構、公準に基礎を置いている。なぜなら、直線外にある1点を通り、その直線に平行な、互いに重なり合わない直線を多数引くどころか、たった2本ですら誰かに引くことができたという現実の事例は1つも知られていないからである。それゆえ、ロバチェフスキー幾何学は、そしてそこから導き出される結論も同様に、現実とはいかなる関係も持たない論理ゲームである。そのすべては、人間の論理と空想が持つ無限の可能性を示す想像ゲーム以上のものではない。

ちなみに言えば、ロバチェフスキーは、元々はその有名な幾何学を創出するつもりはまったくなかった。彼が自分に与えた課題は、もっと地味な課題、すなわち、背理法によってユークリッドの第5公準の妥当性を証明する、つまり第5公準を否定することによって論理的に不条理な結論に到達し、それによって第5公準の妥当性を証明するという課題であった。その際、ロバチェフスキーは、それ自体で閉じているあらゆる論理は内部無矛盾であることを考慮しなかった。それゆえ、そのような目論見は予め失敗を運命づけられていた。その無知から生まれた結果こそが、客観的世界においてはそれを用いても何もすることのできない、一貫性のある新たな「幾何学」の構築に他ならなかった。

上に挙げた例においては、公準的な理論構築方法のさらにもう1つの本質的ディテールを観察することができる。

ユークリッドの第5公準は客観的世界を反映している。その仕組みは単純で容易に理解でき、瞭然性を持っている。それは、我々は皆、客観的世界の中で動き回っている、簡単に言えば、事物のそのような状態に慣れ親しんでいるからに他ならない。ロバチェフスキーが提案した形での変形版第5公準は複雑で瞭然性を持っておらず、それを証明しようと試みたすべての者の間で抵抗に遭った。それを根拠づけることは不可能であるからである。このことは、我々の日常的な経験は十分に一貫性を持っているということを意味している。なぜなら、我々の経験は、我々が客観的世界の中に途切れなく存在し続けていることからの結果であるからである。それは客観的現実に関する知識の蓄積からの結果である。その知識を尊大な態度で軽蔑するべきではない。

このように、客観的現実を反映しているのはユークリッド幾何学の方である。なぜなら、自然科学の経験全体は、与えられた直線の外にある1点を通り、その直線に平行な直線は1本しか引くことができないことを示しているからである。それは公準ではなく、実践的幾何学の蓄積された経験からの結論である。それに対し、ロバチェフスキー幾何学は抽象的虚構であり、経験的データから導き出されたものではない理論の実例、理論構築に対する観念論的アプローチの実例である。実践的な場においては、ロバチェフスキー幾何学は忘れ去られている。それは実践とはまったく無関係であるため、誰にも必要とされないことが判明したからである。

理論を合理的に発展させるとは、論理的誤謬を発見するために理論の論理構築を再検証するというだけでなく、その理論の観点からは取り扱うことのできない対象や現象を探索するということも意味している。さらに、理論全体は、発展と補足に対して開かれたものであり、かつ実践がその主要命題の修正を要求しないようなものでなければならない。

自然科学が蓄積した多数の新現象が説明不可能であることが、観念論者たちを求神主義、科学と宗教を両立させる試み、「奇跡」の存在の承認、そしていわゆる「異常」現象の無視、すなわち、彼らがその本質についての理解を持っておらず、それが存在しているという事実自体が確立している観念論的理論と矛盾している現象の無視に導いている。現在、一連のいわゆる「真面目な」科学者たちが科学と宗教の統一を適切とみなしていることを遺憾の意を込めて指摘しなければならない。

しかし、いわゆる宗教的「奇跡」や「異常」現象に対する態度は、唯物論者たちによって定式化されることができる。すなわち、「奇跡」も「異常」現象も、そのメカニズムがまだ理解されていない現実の現象なのである。自然は奇跡を知らない。自然界には「異常なもの」も、いかなる「パラドックス」も存在しない。それらすべての概念は、我々の知識の不完全性の結果なのである。実際、客観的世界において生じるすべてのことは、物質*の自己運動によって何らかの形で説明することが可能である。言うまでもなく、その際には物質*の階層的組織化のあらゆるレベルが考慮されなければならない。

以上に述べたことから、他ならぬ実践こそが、すなわち理論的結果の応用的課題への適用の可能性こそが真理の判断基準であるという結論が導き出される。理論を実践に適用する試みがなされるやいなや、理論の限界性が明らかになる。

公準が公準として宣言されるのではなく、最初から仮説として、すなわちそれが現実と矛盾し始めた場合は見直すことが可能な仮定として宣言されれば、公準をめぐるいかなる悶着も生じないはずである。

VI.レーニンは「実践は（理論的）認識よりも上位にある。なぜなら、実践は単に普遍性という長所を持っているだけでなく、直接的な現実性という長所をも持っているからである」[5]〔訳注*〕と指摘している。

まさにこのことから、唯物論者たちは、理論を精緻化し、必要な場合は理論を修正し、さらには新事実と一致しない理論を放棄することを彼らに余儀なくさせるかもしれない追加的事実を得ようと常に努力するであろうということが分かる。まさにこのことから、観念論者たちは、彼らの思弁的構築物と一致しない新事実が考慮されることを何としてでも回避しようとするであろうということが分かる。自然科学の歴史は、それは実際にそのとおりであることを示している。この点において、唯物論と観念論の闘いは常に激しかった。しかし、その同じ自然科学の歴史は、自然科学のすべての発展段階において、常に唯物論が遅かれ早かれ勝利を収めてきたことを示している。科学の発展の原動力となっているのは常に人類の応用的必要性であり、その必要性に応えることができるのは唯物論のみであることにより、観念論に対する唯物論の勝利は予め決まっているのである。

7.2. 自然科学における仮説、理論および法則

周知のように、科学には仮説、理論、およびいわゆる「法則」がある。自然現象は「法則」に合致している。

仮説とは何か、そして科学の発展における仮説の役割とはいかなるものなのか？

仮説とは、何らかのものについての予測、例えば現象の本性（本質）についての予想である [6]。I.カントの表現によれば、仮説とは、夢想ではなく、理性の厳重な監視の下で練り上げられた、事物の現実的状态に関する意見である〔訳注**〕。事実と観察結果——実験データ——の解明方法の一つである仮説は、次の規則に従って創出される場合が最も多い。「我々が説明したいと欲するものは、我々が既に知っているものと類似している」。

仮説は構想を基礎として生まれ、普通、構想が包摂している領域よりも個別的な領

〔訳注*〕 これはVI.レーニン『哲学ノート』の「ヘーゲルの著書『論理学』の摘要/主観的論理または概念に関する学説/第3節 着想」の一節である。

〔訳注**〕 これはI.カント『純粋理性批判』の「2.先験的方法論/第1章 純粋理性の訓練/第3節 仮説に関する純粋理性の訓練」の一節の要約である。

域に言及する。科学上の仮説は、その論理的役割という点において、「知識」と「無知識」の間をつなぐ環の役割を果たしている。このことから、科学の発展過程における仮説の役割が導き出される。すなわち、その論理的役割という点において、「自然科学は思考するものである以上、仮説こそが自然科学の発展形式をなしている」のである。これは F.エンゲルス [1] ^[訳注] が述べたことである。

現象の「発展法則の解明」という課題にとって仮説が持つ大きな役割については D.I.メンデレーエフ [7] も指摘していた。

「仮説の性質は次のとおりである。科学、とりわけ科学研究にとって仮説は不可欠である。仮説は、それを許容しなければ到達することが困難となるような整然性と単純性を与える。科学の歴史全体がこれを示している。それゆえ、あえてこう述べることができる。いかなる仮説も用いないより、時間の経過とともに誤りであることが判明するような仮説を用いた方が良い。農民の犁が作物の栽培を容易にするのと同様、仮説は研究作業——真理の探求——を容易にし、正しいものにする」。

仮説には次の要件が求められる。

- 1) 仮説は既存の事実資料と一致していなければならない。
- 2) 仮説は一般性と予言力を持っていないなければならない。
- 3) 仮説は論理的に矛盾してはならない。

定式化された仮説は予言力を持っていないならず、実験による検証を受けなければならない。仮説は理論の出現の初期条件である [8]。

理論とは、広い意味においては、何らかの現象の解釈と説明に向けられている見解、理解、着想の複合体であり、より狭い意味においては、現実の特定の領域——当該理論の対象——の法則性と本質的關係性に関する一貫性のある理解を与える、科学的知識の組織化の最高の、最も発展した形態である。V.I.レーニンの言葉によれば、「理論的認識は、対象を、その必然性と全面的關係性（略）において与えなければならない」

[5] [前頁の訳注参照]。理論と構想の違いは、前者は後者よりも指向性がより狭く、しかし検討の深さがより大きいという点にある。

理論は、その構造の点では内的に分化した、しかし一貫性のある知識体系である。この体系は、ある要素の他の要素に対する論理的依存関係、構想および経験的データから導き出される主張と概念の何らかの総体からの理論内容の導出可能性によって特徴づけられる。

社会的実践に立脚しており、現実の本質的關係性と法則性を与えることのできる理論は、実践的活動の科学的裏づけとプログラム化の最も完成された形態として立ち現れる。そのとき、理論は実践的活動の経験の一般化、またその経験の新たな状況への移転の枠内にとどまることなく、その経験の創造的な捉え直しとも結びついており、そのおかげで、理論は実践の前に新たな展望を切り開く。人間は、理論に依拠することにより、現実にはまだ存在していないが、理論によって発見された客觀的法則の観点から見て存在可能なものを創出する能力を持っている。しかも、理論は、その実践的適用の過程において、それ自体で改善され、発展する。

理論に対しては、仮説に対するのと同じ要件が求められる。

理論の構造においては、次の主要な構成成分が区別される。

- 1) 出発点となる**経験的基礎** — 当該領域において記録されている多数の事実
- 2) 出発点となる**理論的基礎** — 多数の理論的仮定、公準、公理
- 3) 理論の**論理** — 許容し得る多数の導出・証明の規則

[訳注] これはエンゲルス『自然の弁証法』の「覚書と断片/弁証法 b 弁証法的論理学と認識論/「認識の限界」について」の一節である。

4) 理論的知識体系の主要部分 — 理論において導出された主張およびその証明の総体

理論にとっての出発材料となるのは現実の理想化された**モデル**である。そのモデルは、一定程度の仮定と理想化、すなわち現象の内的本質に関する理解を必要とする。それらの仮定と理想化および理論の全般的指向性は、哲学的・世界観的な構えに依存しており、理論の提唱者の一般的世界観を反映している。このことから、理論科学者の哲学的素養が持つ重要性が分かる。

唯物論的理論は、すべての現象を物質*の運動によって説明し、現象がそのような仕組みになっており、別の仕組みになっていない理由は何かという疑問に答えなければならない。この点において、いわゆる「自然法則」はその理由の理解からの帰結でなければならない。その理論自体から導き出されるものでなければならない。それらの帰結は事実資料と何度も対比され、事実資料によって裏づけられなければならない。そしてその際には、理論および理論からの帰結の適用限界が画されなければならない。なぜなら、あらゆる命題は際限なく精緻化される可能性があるからである。しかし、正しい理論においては、その精緻化は理論の基礎の見直しをもたらさない。唯物論的理論は、各段階において、完全にではないとは言え、世界の客観的仕組みを反映しているからである。

理論を用いることにより、物質*的世界のいわゆる「法則」が定式化される。**法則とは、現象間における必然的、本質的、持続的、反復的な関係である。**法則は、対象の間、それらの構成要素の間、対象の性質および対象の内部の性質の間における必然的関係を反映する。空間中に共存している対象の間における本質的関係を反映している法則は、機能法則である（例えば万有引力の法則）。事象の経時的な傾向、方向性あるいは進行順序を反映している法則は、発展法則である。

「法則の概念は、世界の過程の統一性と関係性、相互依存性および一貫性の人間による認識過程の一つである」[5] 〔訳注〕。

法則には、多数の知識領域において適用される、より一般性の高いもの（例えば物質*保存則やエネルギー保存則）、あるいは限られた領域や研究されている個別の具体的な科学領域において適用される、より一般性の度合いの低いものがある。

ある法則は現象間の厳密な定性的依存関係を反映し（例えば万有引力の法則や電磁気法則）、ある法則は数学的表現にはなじまない（例えば自然選択の法則）。ただし、今述べたことの後半は正確ではない。なぜなら、そこでの困難は、知識の不完全性のみ起因しているからである。法則の認識にもとづいて未来の予見が得られ、理論の実践への具現化がなされる。

構想、仮説、理論および法則は自然認識の1本の連鎖の環をなしている。

7.3. 形而上学と弁証法. 真理の相対性

周知のように、**形而上学**とは、自然と社会における互いに孤立した個別的な現象や経時的に不変な現象に対するアプローチの方法である。普通、形而上学は、現象をその生成、発展と消滅の過程の中で他の自然現象との相互関係の中で検討する、**弁証法**と対置される。

哲学文献においては、形而上学は現実を不当に単純化している非科学的方法である

〔訳注〕 これはレーニン前掲書の「ヘーゲルの著書『論理学』の摘要/本質に関する学説/第2節 現象」の一節である。

とする、形而上学に対する否定的態度が確立している。そこにはいくばくかの真理がある。なぜなら、各現象は実際には絶え間ない変化のうちにあるからであり、また、いかなる対象物や現象も、他の対象物や現象から孤立して存在することはできないからである。

しかしそれと同時に、任意の対象物や現象をそのあらゆる多様性において、しかもあらゆる変化を考慮に入れて、他のすべての対象物や現象との相互関係の中で分析し尽くそうとする試みは、予め失敗を運命づけられていることに気づかなければならない。各対象物と各現象が持っている性質の数は無限大であり、それらと相互作用する周りの他の対象物や現象の数も無限大であるから、それらすべてを考慮することは不可能である。それゆえ、あらゆる物体と対象物の記述は限定的な性格を持っており、したがって形而上学的である。これと同じことがあらゆる研究に対して当てはまる。

上述したことから、現象の研究に際しては、弁証法的方法が不可欠であるのと同様、形而上学的アプローチも不可欠であり、両者が合理的に組み合わせられなければならないという結論が導き出される。

この問題における良い例を与えているのは、力学における静力学と動力学の相関関係である。

周知のように、力学の研究は**静力学**——力の作用下にある物質*的物体の平衡の研究をテーマとする分野——から始まる。静力学は幾何学的静力学と解析的静力学に分けられる。**幾何学的静力学**は、質点間の距離の何らかの幾何学的総体としての**力学系**という理解に立脚している。質点間の距離は、いかなる変形も受けない絶対的固体である力学系の諸部分として表される。

静力学の基本概念に属するのは、力の概念、中心および軸に対する力のモーメントの概念、偶力の概念である。力学系における力は、力学系の個々の点に印加される。ある角度で作用する2つの力がそのような1点に対して印加される場合には、それらの力は平行四辺形の法則に従って合成される。それらの力が均衡するのは、それらが正確に反対方向を向いており、大きさが等しいときに限られる。そのような系においては、均衡した力の増加または減少は何も変化させない。

解析的静力学はそれと同じ理解に立脚しているが、力学系の状態を何らかの方程式系の形で記述する。

弾性変形する物体、液体および気体の平衡の必要十分条件は、それぞれ**弾性理論**、**流体静力学**および**空気力学**で検討される。

静力学には物体の運動、加速度、質量の慣性に起因する力の概念は存在しない。それらは**動力学**——物質*的物体に印加された力の作用下にある物体の運動の研究をテーマとする力学の分野——の対象である。動力学の基礎には**ニュートンの3つの法則**が横たわっている。**第1法則（慣性の法則）**は、質点は、それに対していかなる外力も作用しない場合には、静止状態または等速度運動の状態にあると主張している。**第2法則**は、物体に力が作用すると、物体は力の大きさに比例し、物体の質量に反比例した加速度を受けることを定めている。**第3法則**は、作用力と反作用力の均衡について定めている。ここには**運動量**の概念が現われている。

物体の回転と曲線軌道に関連する課題は、ニュートンの第2法則の発展の結果である。ここには**慣性モーメント**、**角運動量**、等々に関する理解が現われている。

それより後、これらの理解にもとづいて**相対運動**に関する理解が発展させられ、ここでは**コリオリの慣性力**を考慮しなくてはならなくなった。それよりさらに後には、**振動理論**、**運動の安定性理論**、**衝撃理論**、**可変質量物体の力学**、等々が定式化された。

その際、研究者は、それぞれの具体的課題の解決に当たっては、外部作用系全体を捨象するために**境界条件**を定式化するとともに、物体の運動の検討されている段階の

開始以前に系内で生じていた過程を捨象するために**初期条件**を定式化しなければならない。こうして、研究されている現象に関する理解の発展の**段階性**が生じる。すなわち、まず最初に系の静力学的安定性に関する理解（より正確にはその安定性の物理モデルに関する理解）、次に系の運動形態に関する理解、次にその運動の境界条件と初期条件に関する理解、次にその運動に随伴する諸事実、例えば系の諸部分の接合箇所における摩擦、等々に関する理解という諸段階である。そしてその検討の各段階においては、諸現象の根拠づけは、考慮されている範囲内において行わなければならない。なぜなら、各段階に関連しているあらゆる事実を考慮することは原理的に不可能であるからである。これが形而上学に他ならない。しかし、より多数の事実が導入され、系の動態がより幅広く考慮されるにつれて系の挙動が段階的に精緻化されていくという事実そのものは、弁証法である。

上に挙げた例から見えてくるのは、**形而上学の方法と弁証法の方法の組み合わせの原理的必然性**であって、両者の対立ではけっしてない。

この問題には、絶対的真理と相対的真理という問題が隣接している。

絶対的真理と相対的真理は、客観的現実の認識過程を反映している哲学的概念である。**弁証法的唯物論**は、認識を、無知識から知識へ、個別的現象や個別的過程の知識からより完全な知識へ向かっていく歴史的な運動過程とみなしている。力学の発展という例においては、このことを明確に見て取ることができる。しかし、このことは知識のあらゆる領域において生じている。

知識の各発展段階において、我々はあらゆる対象物や現象を部分的に、しかも研究者によって設定された研究目的に依存した形でしか知ることができない。以前に設定された目的との関係において解明された対象物の側面ではなく、それとは別の側面が研究されるようになったとき、目的の変更が対象物の理解の変更をもたらす可能性が十分にある。このことは物質*のあらゆる組織化レベルにおける、あらゆる対象物と現象に対して妥当する。

レーニンが認識過程についての分析を進める中で、「認識論においては、他のあらゆる科学領域におけるのと同様に、物事を弁証法的に判断しなければならない。すなわち、我々の認識を出来上がったもの、変化しないものと仮定するのではなく、どのようにして無知識から知識が現われてくるのか、どのようにして不完全で不正確な知識がより完全で正確なものになるのかを究明しなければならない」[10]『唯物論と経験批判論』第2章第1節と指摘している。

これに付け加えて、いかなる科学領域もその発展途上において立ち止まってはならないとすることができる。体系的に発展することをやめたとき、科学は科学であることをやめ、適用可能性が明らかに限られているドグマの体系に退化する。科学の旗手となる使命を与えられているにもかかわらず、それとは逆に科学の発展の道をふさぐ障害物となった理論物理学において、まさにこのことが生じた。

20世紀に理論物理学に生じたことは、あらゆる研究の最初の段階である形而上学と同列に置くことすらできない。現代理論物理学は物理学そのものを完全に放棄したのだから、そもそも科学とみなされることができない。

7.4. 事実とその解釈

ソ連の電波測位装置の発明者 P.K.オシチェプコフ [Pavel Kondratyevich Oshchepkov] がその著書『人生と夢想』[9]で正しく指摘しているように、どの1つの事実もそれ自体では何も意味していない。なぜなら、各事実は諸量の互いに対する関係しか与えていないからである。何千年間も観測されてきた日の出・日の入りという同一の事実は、

まったく相異なる仕方で解釈されていた。他から切り離されたそれ以外のあらゆる事実に対しても、これと同じことが当てはまる。

1 枚の紙の上の限られた数の点を通り、滑らかな高次曲線を無数に引くことができるのと同様、有限な数の事実は無数の理論に融合することができる。それだけでなく、あらゆる実験には観測誤差、観測者の予断、考慮されていない諸要因が付随するため、各事実は完全な確実性を持っていない。確実性を高めるためには、研究されている系だけでなく、その系と相互作用する他の系や周囲環境も含む、より多数のパラメータ一全体を考慮に入れる必要がある

任意の事実との関係においては次の問題が生じる。

- 1) 事実自体の確実性の度合いの究明
- 2) その事実を引き起こした原因の特定
- 3) その事実の解釈
- 4) その事実から導き出される帰結の定式化

研究者たちは、自分が得た事実や観測した事実の確実性に対して常に客観的な態度を取っていると言うには程遠いのが実状であることを指摘する必要がある。「十分に確立された」とみなされている実験事実のすべてが、実際には必ずしもそうというわけではないことを認めなければならない。例えば、マイケルソンとモーリーによって行われたエーテル風に関する実験について、それは「ゼロ結果」に終わった、すなわち、エーテル風は存在しないことの実験的裏づけであり、したがって自然界にエーテル風は存在しないという見解が科学界において確立している。ところが実際には、それより後にモーリーがミラーと共同で、次にミラーが単独で、さらにその後マイケルソン自身が行ったより緻密な実験は肯定的な結果を与えた。しかし、この結果は「**科学者共同体**」によって**承認されなかった**。それ以来、マイケルソンとモーリーの「ゼロ結果」は十分に確立された事実であると**みなされている**。実際には、そのような主張には根拠はない。残念ながら、このような事例は少なくない。

各種の実験の結果における諸事実を分析する際に常に生じるのは、得られた結果にもとづく原因の究明という問題である。ここでもまた、その究明を一義的に行うことはできないことに注目するべきである。なぜなら、諸原因の様々な組み合わせが、同一の結果に導く可能性があるからである。ここでは単純な算数の例を挙げることができる。例えば $1 + 6 = 7$; $2 + 5 = 7$; $3 + 4 = 7 \dots$ といったように、出発点となる任意の個数の数を合計することによって同一の数を得ることができる。7 という結果を持っているとき、いかなる数の足し合わせがその結果を与えたかを一義的に究明することはできない。事実はその中に存在しているが、追加的な条件、あるいは他の諸事実との対比なしには、原因を究明することはできない。

原因を変化させないままでも、実験の実施条件を変化させれば、そこからの結果の変化を得ることができる。なぜなら、研究されている現象がその下で進行する条件自体もまた、現象の主要原因と比べれば本質性の度合いは低いかもしれないとは言え、やはりその現象の原因として立ち現れるからである。このように、検討されている結果の主要原因としてある特定の要因を抽出することは、かなり暫定的な措置であるから、常に綿密に根拠づけられ、何度も再検証されなければならない。

それゆえ、原因の究明に際しては、間違いなく所要の結果に導いている主要原因を客観的に解明するため、実験条件を広い範囲で変化させ、実験の繰り返し性が確保されているときの条件を決定する必要がある。実験においては、外部条件、例えば温度、湿度、実験の過程に影響を及ぼす多種多様な場がきわめてしばしば無視されている。その結果、得られた結果を引き起こしている真の原因に関する結論も誤ったものとなる。

得られた実験結果の**解釈**については特に詳しく論じなければならない。偶然の発見という場合もあるが、ここではそのような場合については論じない。通常の場合、実験の設定は何らかの理論的考察を根拠として行われ、研究者たちは実験からある特定の結果が得られることを期待している。その期待されていた結果が得られると、実験の根拠となった理論が裏づけられたという発表がなされる。しかし実は、これは根本的に誤っている。同一の結果は様々な理論によって予言されることが可能であり、その数は原理的には無限であるからである。

例えば、相対性理論の裏づけのために設定された実験の成果は、まさにこの理論の「輝かしい」裏づけとして一義的に解釈されている。実際、その成果は、相対性理論の数学的道具立てに基礎を与えたいわゆる「ローレンツ変換」と多かれ少なかれ一致している。

しかし、その変換自体はローレンツが特殊相対性理論の創出の前年に得たものであり、完全に正反対の前提から出発していた。アインシュタインの特殊相対性理論がエーテルを否定していたのに対し、ローレンツの理論は自然界におけるエーテルの存在という前提から出発していたのである。では、実験結果はアインシュタインとローレンツのいずれの理論を「裏づけている」のか？ それゆえ、否定的結果を与えた実験は出発点となった理論を無効とするが、肯定的結果を与えた実験も理論を裏づけているのではなく、せいぜい理論と矛盾していないにすぎない。

このように、事実の解釈は、出発点となった理論のみにもとづいて行うのではなく、さらに自然科学によって蓄積された経験全体、そして多年にわたる実践によって検証された自然科学の唯物論哲学にもとづいて行わなければならない。

そして最後に、実験結果から導き出される帰結は、今度はそれ自体が新たな実験の設定、新たな仮説と理論の構築、新たな装置の開発や応用領域におけるその適用のための動機を与えなければならない。なぜなら、基礎科学、いわんや自然科学のような科学は、究極的には、そこから人間のための実際的利益を引き出すために役立てられるからである。

7.5. 自然科学における因果性と偶然性

世界においては因果的相互作用の切れ目のない連鎖が作用している。原因の総体がある結果をもたらす。しかし、その結果自体はそれに続く結果の連鎖にとっての原因となる。世界とは物質*の法則的運動である。自然の産物である我々の意識は、その法則性を反映することしかできない。ただし、因果関係に宿命性はない。なぜなら、多くの場合、事象の進行に介入し、原因を付け加え、あるいは取り除くことによってその構成を変化させ、それによって結果を必要な方向に変化させることが可能であるからである。

因果性と**偶然性**の相互関係は、これまで常に認識に関する問題の重要な側面の一つをなしてきた。あらゆる現象において、相互作用する要素の総数は無限大であるから、それらすべてを考慮することは不可能である。しかし、大部分の場合には決定的・基本的な要素の数は限られているので、それらの要素の相互作用を追跡することは実際に可能である。その場合には、いかなる要素のいかなる相互作用が現象の原因として立ち現れているのか、その原因からいかなる結果が生まれているのかが理解可能となる。そのとき、**原因は常に結果に先行しており**、ここには例外はあり得ない。結果は常に原因の**後**に現れ、原因の**前**に現れることはけっしてない。それにもかかわらず、もしそのようなことが生じたとすれば、それが意味しているのは、別の因果連鎖、お

そらく非明示的な因果連鎖が存在しており、それがその結果を引き起こしているのであって、外面的に原因のように見えているものは原因ではないということである。

因果関係の連鎖における何らかの不確定性の存在は、原因の研究の不完全性を物語っている。原因はけっして純粋な形では存在せず、他の隠れた原因や条件を伴っている。まさにそれゆえに、現象における相互作用するすべての要素を考慮することは不可能である。結果においては、主要原因要素がもたらす値からの逸脱が現われる可能性がある。そのような逸脱については、一般に、それらは偶然的なものであると言われている。実際には、それらは全体的な結果に影響を及ぼす、考慮されていない要素から生まれた結果なのである。それゆえ、研究者の課題は、ある原因を他の原因から分離し、現象における法則的因果関係を究明することにある。

そのような「偶然的な」値を取り除くことのできる方法は多数存在する。そのような方法の一つは測定結果の統計処理である。多数回の測定の平均結果を用いることにより、繰り返される系統的な結果を抽出し、繰り返される非系統的な結果を選別して取り除き、それによって主要な結果を「偶然的な」作用から分離することができる。

原因から生じた結果は、今度はそれ自体が原因の状態に影響を及ぼす。何らかの結果を引き起こすためには、原因要素は何らかのエネルギーを消費しなければならない、それによって弱化する。ここでは負のフィードバックが生じている。因果関係の分析に際し、常に負のフィードバックが考慮されていると言うには程遠いのが実状である。しかし、そのようなフィードバックの存在はいつでも無視できるわけではない。例えば、地球軌道は太陽の引力によって決定されているのだから、地球に対する太陽の引力の結果である。しかし、太陽に対する地球の引力も太陽を変位させている。大部分の計算においては、太陽の質量が地球の質量より何倍も大きいことを考慮し、そのような変位を無視することができる。ところが実際には、太陽と地球は共通の質量中心の周りを回っている。それゆえ、地球軌道の永年摂動の計算においては、この事情を考慮する必要がある。これは、重い惑星の場合には言うまでもない。

自然法則の発見における偶然性の役割はきわめて興味深い。

ドイツの大自然科学者で歴史家のフリードリヒ・オストヴァルト [Friedrich Wilhelm Ostwald] (1853~1932 年) は「我々が科学において持っている偉大なるもののほとんどすべては、「偶然」という名の思いがけない助っ人の助けをかりて見出されたものである」と述べている。しかし、自然科学史の注意深い研究は、それぞれの発見は、何よりもまず自然の対象物それ自体、そしてその発見以前に通ら過ぎた諸段階によってもたらされたことを我々に納得させる。それぞれの発見は、先行する諸世代の努力によって準備されるのである。ひらめきや思いがけない発見が現われるのは、着想が既に「空気中に漂っている」ときである。さもなければ、研究者はそれにけっして気づくことはない。ロシアの著名な科学者クリメント・アルカジエヴィッチ・チミリャーゼフ [Kliment Arkadievich Timiryazev] は「偶然と遭遇するのは、それと遭遇するためにあらゆることを行う科学者である」と主張している。これが正しい。

各現象は多数の原因からの結果である。それらの原因の一部は本質的原因とみなすことができ、他の一部は非本質的原因とみなされる。この区別は、研究目的、認識の深さ、研究者の哲学的素養その他たくさんの事情に依存している。結果を決定する原因の総数は無限大であるから、原因に関する知識は常に不完全である。しかしそれは、そのような原因が存在しないことを意味しない。原因のない結果は一つたりとも存在することができない。したがって、偶然性は、現代理論物理学が主張しているように世界の仕組みであるのではなく、我々の知識の不完全性であるにすぎない。

7.6. 内容と形式、形式主義と実証主義

あらゆる対象物とあらゆる過程（作用）は内容と形式を持っている。

内容は、対象物の定性的および定量的な内的本質をなしている。形式は、内容、他の対象物や過程との相互関係の外的側面を反映している。

物理学的システムにおいては、その対象物の内容をなしているのは、対象物の内部の仕組み——諸部分の構成、諸部分間の関係、構造——であり、その形式をなしているのは、対象物の外的性質の総体である。外部の対象物や過程との関係における内容は、その外的性質において現れる。対象物の場合、それは質量、幾何学的寸法、他の対象物との相互作用時に発現する性質、例えば弾性や剛性、あれこれの荷量の存在、等々である。

物理現象においては、その過程の内容をなしているのは、現象の内部メカニズム、物質*の組織化の深部のレベルにおける物質*の運動の総体であり、それらの結果が現象そのものに他ならない。その過程の形式をなしているのは、その内容の外的発現である。

制御 [=control: 統治, 統制, 管理] システムにおいては、その内容は変化する外的・内的条件下における制御の目的機能の実現に向けられた制御機能によって決定され、その形式は制御の実現の方法と手法の総体にすぎない。例えば、国家統治システムにおいては、その内容は変化する外的・内的条件下における国家の安定性の実現に向けられた統治目的によって決定され、その形式は権力行使の方法と手法の総体にすぎない。

現実の再現の芸術的・形象的形態としての芸術においては、その内容をなしているのはこの世界の現実そのものであり、その形式をなしているのは芸術の種類（ジャンル）、客観的世界の認識の反映方法である。そこでは「人間の認識は客観的世界を反映するだけでなく、それを創造しもある」[5] [126 頁の訳注参照]。

人間の様々な活動領域において、内容より形式を重視することは形式主義である。そして、一定の抽象化、理想化、人工的象徴言語にもとづいて何らかの内容的領域（推論、証明、分類手順、科学理論）を形式的体系の形で表現することを形式化と言う。

形式主義は、理論の内容を体系化し、精緻化し、方法論的に明確化するとともに、理論の諸命題の間の相互関係の性格を解明し、未解決の問題を見つけ出して定式化することを可能にする。ただし、認識手法としての形式主義は、最初から相対的に狭い範囲の概念のみを検討するため、常に相対的な性格を持っている。

物理学的システムにおいては、形式主義は過程の外面的発現、いわゆる「観測可能な」物理量と「十分に検証された」法則のみを取り扱う現象論の形で現れる。

数学的形式主義もこれに立脚している。そこでは、何らかの方程式で記述される過程の内容は、一定の記号と記号の間の相互関係の形で表現される。その際には、完全に形式化することが可能なのは、論理構造が単純で、用いられている概念があまり多くない初歩的な理論に限られる。理論が複雑な場合には、その理論を完全に形式化することは原理的に不可能である。

人間関係の領域においては、形式主義は現実の状況が規則に従うことを無意味で愚かなこと、コミカルなあるいはドラマチックなことにしている場合においてさえ、振る舞い、エチケット、儀式、行事の所定の規則への絶対的な服従の強制という形で現れる。そこでは、形式的規則の遵守のために、人間的な交わりが犠牲にされる。

社会統制の領域においては、形式主義は官僚主義、すなわち法の意味や精神は完全に無視していながら、法文の字句のみを尊崇する態度に現れている。

芸術においては、形式主義は芸術形式の内容からの遊離、芸術形式を唯一価値ある要素と認め、世界像の芸術的把握を抽象的な新形式創造に帰着させることに現れている。形式主義は、社会条件が、人生の生き方を実践活動や人々の真の利益に対置させる心的構えを何らかの社会集団において引き起こすときに生じる。形式主義的な構え、すなわち内容の軽視は、芸術が持つ社会的能動性、社会闘争に関与する能力の土台を掘り崩すだけでなく、芸術自体の芸術的価値に対して破壊的な影響を及ぼす。

科学においては、形式主義的な構えは実証主義、さらには現象論へと導く。

実証主義とは、あらゆる真の知識は専門化された個別科学の結果としてのみ得ることが可能であり、独立した科学としての哲学は存在する権利を持たないとみなす哲学流派である。実証主義の信奉者たちの意見によれば、科学は、現象を説明するのではなく、現象を説明するにとどまり、「なぜ」ではなく「いかに」という問いに答えるのでなければならない。実証主義者たちは、現象の内的本質を解明することは不可能だけでなく、不必要なことであり、また、科学者の任務は利益をもたらすことにあるのだから、科学は功利主義的でなければならない、そのためには現象の外的側面に立脚するだけで十分であると考えている。

実証主義者たちの意見によれば、そもそも哲学それ自体は科学ではない。なぜなら、科学は、各種の専門的科学によって得られた現象に関するデータを一般化する能力を持っているからである。現象の深奥に進入することは原理的に不可能である以上、あらゆる現象には認識不可能なものが存在する。このことを認めるといって、今日、科学と宗教は一致しつつある。

実証主義からの直接的な帰結はマッハ主義と現象論である。

マッハ主義とは、オーストリアの物理学者 E.マッハによって発展させられた主観的観念論の思想であり、その基礎には「思考経済の原理」が置かれている。マッハ主義者たちの意見によれば、現象の外面的記述こそが科学の目的であり理想である。マッハ主義は因果性の概念を原理的に投げ捨て、説明的部分は余計なものであるから、思考経済の目的に従って自然科学から除外されなければならないとする。マッハ主義は因果性の概念を現象の特徴の関数的依存関係に置き換え、現象自体は我々の感覚によって感受される限りにおいてのみ存在するとする。他ならぬ我々の感覚こそが、現象に関する真の理解なのである。

実証主義はマッハ主義——思考経済（「単純性」）——に、そしてさらに現象論に導く。

VI.レーニンはその著書『唯物論と経験批判論』においてマッハの見解を鋭く批判した。彼はこう書いている。「(略) 思考経済の原理は、もしそれを実際に「認識論の基礎」に置いた場合には、主観的観念論以外のいかなるものにも導くことはできない。ただ私と私の感覚のみが存在すると「思考する」ことは、何よりも「より経済的」である (略)」[10] [同書第3章第4節]。

現代の諸理論においては、しばしば理論の「単純性の原理」が真理性の判断基準であると誤って受け取られている。より少ない初期データが用いられている「より単純な」理論は、より真理に近いとみなされている。これが何に導く可能性があるかは、アインシュタインによる特殊相対性理論の構築を例に取れば分かる。

周知のように、特殊相対性理論はエーテル——世界空間全体を満たしている世界媒質——の存在を原理的に否定した（同じ提唱者の一般相対性理論はエーテルの存在を認めている）。しかし、アインシュタインがエーテルを否定したのは、彼の意見によれば、エーテルが存在すると、それが存在しない場合と比べ理論がより複雑になるという唯一つの理由によっていたことを知っている者は少ない。これが唯一の根拠であり、他の根拠はない。エーテルの否定は 20 世紀における自然科学全体の発展方向を変え、

それを袋小路に導き入れた。それゆえ、マッハの「思考経済の原理」から直接導き出される「単純性の原理」は自然科学に対して有害な作用を及ぼした。

7.7. 現象論と動力学

長い間、自然科学には2つの主要な方法論——現象論と動力学——が存在している。

現象論（「現象」に関する学説）とは、実証主義的命題を発展させ、意識を自然主義的な構えから解放することを志向する観念論的な哲学流派である。今日、理論物理学者たちの圧倒的部分を占めている現象論の信奉者たちは、自然法則、すなわち現象の外的側面が「十分に解明」されていればそれだけで十分であり、自然の仕組みを知る必要はないとみなしている。我々の任務はそれらの法則が存在する原因を突きとめることではなく、それを正しく使いこなすことであると、彼らは考えている。各現象の外面的記述のみで十分であり、それらの現象を引き起こした原因を理解する必要はまったくない。現象論は、自然の外面的発現のみで満足することができるとみなしている。

現象論的方法論の追従者たちは、各物理現象の本質を一目瞭然たる形で示す**物理モデルの創出**は不可能であり、不必要でもあるとみなしている。彼らは「非瞭然性の原理」を科学に導入さえした。それによれば、理論物理学が主張していることを脳裡に描き出すことは原理的に不可能であり、それゆえ、どうせ何も得られないのだから、そのような方面に努力を費やす必要はない。各現象の原因も内的本性も究明することは原理的にできない。例えば、空間のゆがみや多次元空間をイメージすることが可能であろうか？

現象論者たちの観点を最も単純な形で表現したのはニュートンであった。彼は「私は仮説を捏造しない」と述べた。これは、彼が現象の内部メカニズムを理解する試みを断念したことを意味している。彼はさらに、「形而上学に関する仮説であれ、物理学に関する仮説であれ、力学に関する仮説であれ、隠れた性質に関する仮説であれ、実験哲学には仮説が存在する場所はない」と述べている。ここでは、ニュートンは万有引力の法則を、現象の本質に関する理解からではなく、ティコ・ブラーエのデータにもとづいてケプラーが決定した太陽系の惑星の運動パラメーターから導き出した事実を思い出すべきである。良く知られているように、万有引力の法則は太陽系のほとんどすべての惑星に関して裏づけられている。この法則は天体力学の計算において幅広い適用を見出した。そしてそこでは、現象学的アプローチは自らの正しさを完全に証明した。

しかし、万有引力の法則の物理的本性に関する理解の欠如は、その「自明性」の力により、この「法則」が、既に検証済みの領域の範囲を遠く越えた所まで適用されるという結果をもたらした。その結果、この「法則」は、空間の各地点において重力ポテンシャルが無限大になるという有名な「重力のパラドックス」をもたらした。ところで、冥王星の運動はニュートンの法則の枠内には収まらない。もしかしたら、この「法則」は、完全に「万有」というわけではないのではないか？

現象論の支持者たちは、宇宙の仕組みに関する**非決定論**、不確定性の信奉者たちである。彼らの意見によれば、宇宙における多くのものは偶然的であり、確率論的特性によってのみ評価することができる。微視的世界についてはなおさらである。現象論者たちの意見によれば、微視的世界の粒子は独自のあらゆる性質——質量、磁気モーメント、電荷、スピン、等々——を持っているが、それ自体としてはいかなる仕組みも持っていない。それらは構造を持っておらず、大きさすら持っていない。それゆえ、

原子中における電子の所在は確率論的法則にのみ従い、純粹に偶然的な性格を持ち、統計的にのみ記述される。

ハイゼンベルクの名前を与えられている「**不確定性原理**」は、粒子の座標と運動量を同時に正確に決定することは不可能であると主張している。この「非決定性原理」は、量子力学的レベル、より正確には物質*の物質「素」粒子への組織化のレベルで行われる研究においては、そのような個別系の詳細な挙動の正確な因果法則を見出すことは原理的に不可能であり、したがって原子領域においてはそのようなものとしての因果性を放棄する必要があるという結論に物理学者たちを導いた。

現代理論物理学は、微視的世界のレベルにはいかなるメカニズムも存在せず、事象の確率論的評価のみが有効であり、それゆえ、直接測定することのできる量のみを取り扱う必要があると主張している。

1925年、W.ハイゼンベルクは「量子力学序論」[11]において次のように書いた。

「本研究においては、原理的に観測可能な量の間の相関関係から出発する量子力学の基礎を見出す試み、(略)また古典力学とのアナロジーにもとづき、観測可能な量の間の関係のみが含まれている量子力学を構築する試みがなされている」。

こうして、「原理的に観測不可能な」パラメーターに分類された物質*の内部運動は物理学から除外された。

W.ハイゼンベルクが既に1925年に考えついたこのプログラムは実行された。理論は、「原理的に観測可能な」量——エネルギー準位、スペクトル線の周波数、等々——の素晴らしい計算方法を与えた。しかし、理論は、原子の範囲内における電子軌道についてはもはや何も言うことができなくなった。それは「原理的に観測不可能な」量に分類されたからである。

しかし、このプログラムによって実行された最も重大なことは、**微視的世界から媒質——微粒子と相互作用の力場の構築材料——が追放されたこと**である。物質*的物体の相互の間の影響——遠隔作用(*actio in distans*)は、いかなる中間媒体もなしに行われる。彼らはこう主張する。「我々には、相互作用エネルギーを伝達するための媒質は不要だ！媒質が存在するか否かは意味を持たない。どうせ我々には媒質の仕組みを理解することはできないのだから、この世に媒質は存在しないとみなすのが一番良い」。

この主張と「不確定性原理」により、微視的世界の深部の解明に関する人間の認識の可能性に制限が課せられ、事実上、物質*と客観的世界の認識の可能性に障害物が置かれている。

現象論は、現象が関数的(数学的)に記述されていれば、それによって現象は説明されたのであって、すべては他のようにではなく、まさにそのように生じているのはなぜなのかという疑問に対しては、そもそも答える必要がないとみなしている。

1911年に作られたE.ラザフォードのモデルによれば太陽系のような構造を持っているとされる原子中を運動している電子が、原子核に落下しないのはなぜなのか？ニールス・ボーアは1913年にこの原子の挙動をどう説明したか？ボーアは、電子が落下しないのは、電子がエネルギーを失わないからであると述べた。電子がエネルギーを失わないのは、電子がエネルギーを放射しないからである。電子がエネルギーを放射しないのは、電子が定常軌道(ボーアの定義によれば「許された軌道」)に沿って運動しているからである。あとはさらに、電子が定常軌道に沿って運動しているのはいったいなぜなのか、その理由を述べさえすればよい。ところがボーアはここで説明をやめた。そして皆がこれで満足している。実際には、結局、ここにはいかなる説明も存在しないにもかかわらず！

さらに別の例。多くの教科書には「場とは特別な種類の物質*である」と書かれてい

る。しかし、それはレッテルの貼り替えにすぎず、まったく何も説明していない。

これらすべては説明ではなく、トートロジーである。現象論的アプローチは、その資産として大きな成功を持っていることを認める必要がある。しかし、失敗も大きい。科学の前に立ちだかっている多くの課題のうち、外面的記述方法によって解決することができた課題はごく僅かである。例えばアインシュタインのような傑出した科学者たちがそのために多大な努力を払ったにもかかわらず、統一的世界像を構築することも、すべての種類の相互作用を統一的システムにまとめることもできなかった。また、例えば人類への熱核エネルギーの供給といった一連の重要課題の解決に成功していないのは、偶然ではない。既に十分膨大な努力と資金が投じられているこの最重要課題を解決するための正しい道筋を見出すうえで、現象の内部メカニズムの無理解が助けになるはずはない。

それゆえ、今日においては、もはや現象論に満足していることはできない。自然現象の本質を洞察することを可能にする、自然に対するそれとは別の見方が必要とされている。その方法は動力学的方法と呼ばれている。

動力学的 ([dynamic], 語源: 古代ギリシア語 "dynamikos" (powerful)) 方法論は、現象の研究方法について、それとは別の見方をしている。動力学的方法論の支持者たちは、各物理現象の本質を一目瞭然たる形で示す物理モデルの創出が不可欠であるとみなしている。彼らは、各現象の原因、内的本性、内部メカニズムを突きとめようと試みる。現象の数学的・関数的記述はそのモデルの単なる記述にすぎない。それゆえ、彼らは原則として、全体を一目瞭然たる形で見て取ることのできる力学的モデルを利用し、そうすることによって物質*の力学的構造と空間中における移動を取り扱う力学にあらゆる現象の本質を帰着させる。

あらゆる現象の内部メカニズムの解明が可能なのは、それらの現象に関与している物質*的形成物の間の関係と相互作用の背後に因果原理が認められる場合に限られることに注目すべきである。そしてここでも再び、物理現象における因果性と偶然性の相互関係を究明する必要性が生じてくる。

概して言えば、巨視的現象においては、あれこれの原因がいかなる結果をもたらしているかを見て取ることができる。すべてが考慮されていない場合、あるいはすべてを考慮することが原理的に不可能な場合には、結果も部分的に偶然的になる。このように、偶然性は、現代理論物理学が主張しているような自然の仕組みの原理としてではなく、知識の不完全性の結果として立ち現れているのである。

ここでは F. エンゲルスの次の主張を思い出すことが有意義である。

「しかし、表面上、偶然の戯れが生じているまさにそこで、その偶然性そのものが隠れた内的法則に起因していることが判明する。問題全体は、それらの法則を発見することにある」 [1] 『フォイエルバッハ論』第4節。

物理現象の発現は、往々にして物理学が現在到達している発展レベルでは感知することのできない内部過程の結果であるから、因果性という事実の承認は原理的な意味を持っている。なぜなら、その承認は、認識のすべての段階において、事前に、現象の内部メカニズムの存在とその解明の原理的可能性を我々に確信させるからである。

あらゆる研究は測定装置を用いて行われるのだから、**測定誤差の問題**がこの問題の本質的な側面をなしている。測定誤差は常に次の 3 つの部分からなっている: 方法論に起因する誤差; 測定装置の誤差; 測定装置によって被測定値に持ち込まれる誤差。

方法論に起因する誤差は測定方法の選択と関係している。測定が、例えば対象物の線形寸法の測定のような直接的な測定であることは稀である。普通測定されるのは互いに関係し合った多数の関数的パラメーターであり、得られた結果は我々が関心を持

っている値を間接的な形でしか含んでいない。例えば、荷電粒子の質量の測定時に得られるのは、粒子の軌道、電場と磁場の強度、粒子の電荷および質量の間の複雑な依存関係である。あらゆる場の測定の不正確性は大きな誤差をもたらす。これは、測定結果を歪曲させる考慮されていない要因が測定過程に介入する場合には言うまでもないことである。

誤差の2つ目の部分の例は、誰もが良く知っていることである。測定装置を絶対的に正確なものにすることは可能とは思われないからである。しかし、普通の場合には、具体的な場合にとって満足すべき精度を持っている装置を選択し、あるいは創出することができる。

誤差の3つ目の部分の例は、電圧計による電圧測定である。電圧計の接続は、回路の被測定地点における電圧をある大きさだけ低下させる。その誤差をできるだけ小さくするためには、電圧計の抵抗をできるだけ大きくしなければならない。しかし、それは追加的な困難を引き起こすため、電圧の抵抗を無限に大きくすることはできない。持ち込まれる誤差が何らかの許容値より小さくなるような抵抗値を選ぶ必要がある。

このように、現実にはそれが常にうまくいくとは限らないものの、測定精度を上昇させることは原理的に可能である。それゆえ、もし微視的世界の研究の場合にそれを行うことが今はできなかったとしても、それは自然がそのような仕組みになっているからではなく、そのような装置がまだ発明されていないためである。しかし、それを行うことはできないと思い込んでいる場合には、そのような装置は永遠に創出されることはない。それに対し、それが原理的に可能であることを知っていれば、探求のための道が開け、問題はいつか解決されることになる。

以上をまとめると、世界は、今日一般にそうみなされているよりも決定論的であると指摘する必要がある。

偶然性と同様、**非決定性**もまた自然の構造原理ではなく、我々の知識の不完全性と相対性の特徴にすぎない。それゆえ、一連の主導的な物理学者たちは原理的決定論に同意せず、偶然性を、客観的に存在している要因が考慮されていないことの結果とみなしている。それに劣らず重要な意味を持っているのは、巨視的過程のレベルにおいてある効果が発現するためには、微視的過程のレベルにおける変化の蓄積が必要とされるという事情に関連したもう一つ別の側面である。この事情は、あらゆる種類の非線形性、感知不能領域、現象の内部調節因子のフィードバック、等々に関連している。

その良い例は、レイノルズ数と呼ばれている、物体の大きさ、媒質の速度および媒質の粘性の間の相関関係がある値を持っているときの、流体の流れの中における渦の形成である。レイノルズ数の値が1000未満のとき、渦はまったく形成されず、1000以上2000未満のとき、流れは乱流となるが、渦は不安定である。レイノルズ数が2000に達すると、渦は安定的となる。その際、測定装置が渦検出専用のものであった場合には、研究者は、渦よりも深いレベルにおける物質*のいかなる運動も自然界には存在せず、渦の形成は偶然的な性格を持っているという結論を下すかもしれない。

ソ連の科学者 A.K.チミリャーゼフは『物質*の運動論』[12] という著書において、原理的に観測不可能な量の「理論」はどんなに小さな批判にも耐えられないと指摘している。その理論は科学の歴史全体によって覆される。分子、原子および電子は原理的に観測不可能であると語られていた時代があった。ところが、現代の電子顕微鏡ではタンパク質分子だけでなく、個別の原子さえもが見えるのである！ 太陽について、その組成はけっして知られることはないであろうと語られていたことがある。それが語られていたのは、ヘリウムの発見のちょうど前夜であった……。

さらに、次のことを付言しなければならない。微視的世界に関する最新データは、物質素粒子レベルの微粒子だけでなく、世界という建物のそれよりはるかに小さい「レ

ンガ」が存在していることを完全に確定的に物語っている。もしそうでないとする、では、微粒子同士が衝突すると、それらは別の微粒子に転化するという事実、そして「各粒子はそれ以外のすべての粒子からなっている」という決まり文句さえ生まれていることを、構築材料の共通性以外の理由によって、いかにすれば説明することができるのだろうか？

動力学的アプローチの支持者たちは、物体の相互作用は中間媒質の関与なしに生じるとする「遠隔作用」という現象論的原理を認めず、近接作用の観点、すなわち相互作用エネルギーの伝達は、空間のある地点からそれに直接隣接している別の地点へエネルギーが直接伝達されることによって行われるという観点を堅持している。しかし、相互作用エネルギーの担体である媒質がなければ、そのようなエネルギー伝達が行われることはできない。

J.C.マクスウェルは、もしエネルギーがある物体から出発して、まだ第2の物体に到達していないとすると、それはすなわち、その時間の間、その中にエネルギーが存在している媒質が存在しなければならないことを意味していると考えていた。「その媒質がいかなるものであるかにかかわらず、我々はそれをエーテルと呼ぶことにしよう。第1に、その媒質は、エネルギーを伝達する能力を持っている。(略)第2に、そのエネルギーは、それを放射する物体から吸収する物体へ瞬時には伝達されず、ある時間の間、媒質中に存在している」[13]。

マクスウェルは、我々が100年間以上利用している、それなしには電気工学も、電波工学も、電子工学も考えられない、その有名な電磁場方程式を、他ならぬエーテルに関する理解を利用して導出したのであった。

動力学的アプローチの支持者たちは、決定論、あらゆる現象における法則性に立脚している。彼らは、現象のメカニズムに関する知識は現象の原因を、つまりはそこから生じる結果をも理解する可能性を我々に与えてくれると考えている。もちろん、世界は限りなく複雑であるから、我々がすべての原因を完全に詳細に理解することはおそらくできないであろう。しかし、そのメカニズムの最も重要な本質的な細部を特定し、残りの部分は精緻化の必要性に応じて段階的に究明していくことは常に可能である。そのメカニズムは、我々が既に知っており、理解しているような何かに類似している場合に理解可能となる。このことから、自然の認識という作業においては、類推がきわめて大きな役割を持っているという結論が導き出される。

あらゆる過程の基礎をなしているのは、物質*の運動の隠れた形態であることを再度想起する必要がある。もし宇宙の統一性、宇宙の一元性が空虚な言葉でないのなら、既に解明されている物質*の形態および既に知られている物理現象に関する一般化された分析にもとづいて、それらの形態を見出すことが可能であり、また、見出さなければならない。自然に関する知識の人間による拡大にとって、原理的な限界は存在しない。

7.8. 物理モデル化と数学的記述

20世紀の理論物理学においては、その数学化に特別の意義が与えられ、これにより、それは19世紀までの理論物理学とは質的に異なったものとなった。

言うまでもなく、18世紀と19世紀の物理学も数学なしにはやっていけなかった。しかし、当時の物理学にとっては、数学は、物理量同士の関数的依存関係を追究し、複雑な現象をその単純な要素の組み合わせとして定量的に評価することを可能にする、有用な補助的道具立てであった。物理法則それ自体は実験から直接的に導き出されて

いた。当時、数学には補助的な役割が割り当てられていた事実は、例えば、物理学史の研究者たちによってきわめて高く評価されている、しかしそもそも数式を一つも含んでいないファラデーの著作にもとづいて判断することができる。

もちろん、18世紀と19世紀にも、数学的道具立てを幅広く利用している物理学的研究は存在していた。その道具立ての基礎は、それ以前およびこの時代に傑出した研究者たち——自然科学者や数学者——によって据えられていた。しかし、物理学的研究との関係において常に1番目の位置を占めていたのは、経験的あるいはモデル的データにもとづいた物理学であった。数学とは言えば、実験データの処理のための道具、あるいは既に見出されている法則から導きされる、予想される新たな結果の予言のための道具として、常にそれに次ぐ位置にあった。

ところが19世紀末になると、理論物理学において数学が支配的な地位を占め始め、物理学自体は二義的な地位に追いやられ始めた。

理論物理学における危機の原因について分析する中で、V.I.レーニン¹はフランスの哲学者A.レイの著書を引用し、この部分において彼に完全に賛同して次のように指摘している。

「物理学の危機は、物理学の領域を数学の精神が征服したことのうちにある。一方では物理学の進歩が、他方では数学の進歩が、19世紀にこれら2つの科学の密接な接近をもたらした。理論物理学は数学的物理学になった。(略)このとき、純粋に数学的となった形式的物理学の時代、すなわち、物理学の一部門としてのではなく、数学の一部門としての数学的物理学の時代が始まった。この新たな局面において、自分の仕事の唯一の材料をなしている概念的な(純粋に論理的な)要素に慣れ親しんでおり、自分は雑然とした物質*的要素によって束縛されていると感じ、物質*的要素はあまり取り扱い易いものではないことに気づいていた数学者は、物質*的要素を可能な限り多く捨象するか、それをまったく非物質*的なものとして純粋に論理的にイメージするか、あるいはそれを完全に無視する方向に向かって突進して行かずにはいられなかった。実在する客観的要素としての、すなわち物理的要素としての物質*的要素は完全に消滅した。微分方程式で表される形式的関係のみが残った」。

そしてその先で、レーニン自身は次のように述べている。

「自然科学上の大きな成功が勝ちとられ、数学的处理を行うことを可能とするほど一様で単純な物質*的要素に接近したことが、数学者たちが物質*を忘れ去るという事態を生み出している。「物質は消滅し」、方程式だけが残る。(略)理性が自然に法則を指示する」。^[10] [第5章第8節]。

20世紀に入ると、理論物理学においては数学が主役を演じ始めた。1931年、ディラックは論文「電磁場における量子特異点」^[14]の序論において次のように書いている。

「今提案することができる発展のための最も強力な方法は、理論物理学の現在の基礎を形成している数学的形式主義を完成し、一般化する試みの中で、純粋数学が持つあらゆる資源を利用し、この方向において成功が得られるたびに、数学上の新たな核心点を物理的実在の観点から解釈する試みを行うという方法である」。

こうして、ディラックは既に1931年、物理的本質、現象における物質*の内部運動の特徴の解明ではなく、数学に対して決定的役割を割り当て、事実上、さらなる数学的抽象化としての物理学発展プログラムを立案し、一般化された数学的形式主義を物理学の発展の目的として宣言したのである！理論物理学はディラックのプログラムを実行し、現在にいたるまでこの行動様式を適用していると断言することができる。物理過程の数学的記述がその過程の理解という意味で理解されるようになり、しかも、数学的道具立ての複雑さが理論の提唱者のある種の功績として認められている。

20世紀の理論物理学者たちは、物理数学が利益をもたらすのは、それが世界の現実を反映している場合に限られるということ、物理数学はまさにこの点において、それ自体として存在しており、ありとあらゆる事柄を記述する能力を持っている単なる論理的道具立てである単なる数学とは異なっているのだということを忘れてしまった。

しかし、物理的本質が定性的レベルにおいて理解されている場合には、現象の関数的・定量的記述は有用であり、応用的結果を得るためには、また、新たな効果や現象を予言するためには不可欠でさえある。ただし、各物質*的物体と各現象の質と性質の無限の多様性を考慮すると、あらゆる数学的記述は客観的現実のきわめて狭い、しかも一面的な反映であると主張することができる。定量的相関関係のみを反映する数学的方程式は検討対象の内容しか反映していない。

マクスウェルは、物理学的理解によって裏づけられていない数学的公式の利用は、「(略)我々は、説明されるべき現象を完全に見失い、そのため、それらの法則からの帰結を事前に計算することはできるにもかかわらず、現象の間の内部関係に関するより幅広い理解に到達することができなくなる」という結果をもたらすことを指摘している」[13]。

あらゆる現象のあらゆる記述は常に一面的であり、その現象の研究者が自らに対して設定した目的しか反映しない。対象物は、幾何学的観点から記述したり、発展過程の中で、あるいは他の対象物との相互作用の中で検討したりすることができる。それらすべてはまったく相異なった記述となり、そのそれぞれの記述は不完全で一面的なものとなる。

その例として、弾性糸で吊るされている重い円板(図7.2)を挙げることができる。この円板の動力学しか念頭に置かれていない場合でさえ、研究者が自らに対していかなる目的を設定したかに応じて、系の記述は相異なったものとなる。

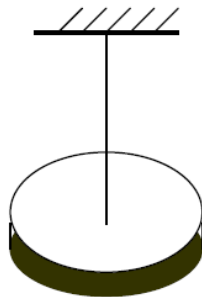


図7.2. 弾性糸で吊るされている重い円板

1. 吊るされている円板を重力場中の振り子として検討する場合には、吊り糸の長さ l と重力加速度 g が役割を演じることになる。このような振り子の固有振動周期は次式で記述される。

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}$$

2. 吊るされている円板を、円板が吊り糸の弾性によって鉛直に振動するばね振り子として検討する場合には、その振動周期は次式によって決定される。

$$T = 2\pi\sqrt{M/k}$$

ここで、 M は円板の質量； k は弾性係数である。

3. 吊るされている円板をねじり振り子として検討する場合には、その振動周期は次式によって決定される。

$$T = 2\pi\sqrt{J/c}$$

ここで、 J は円板の慣性モーメント； c は吊り糸のねじり剛性である。

上に挙げた3つの表式は、今のところ、運動その他が組み合わされた外力の作用下における強制振動をまったく考慮していない。しかも、そのすべては動力学にしか触れていない。しかし、これと同じ系はそれ以外の多数の目的の観点から検討することが可能であり、その系の記述は相異なったものとなる。

このように、研究を行う際、研究者は次のことを覚えていなければならない。

1. あらゆる研究は、研究目的によって決定され、検討される現象の狭い範囲の側面にのみ触れる。

2. あらゆる記述は、現象の本質、すなわち現象のモデルに関する研究者の理解の結果である。

3. 現象のあらゆるモデルと記述は、現象自体に関する理解の発展、また自然に関する一般的理解の発展につれて精緻化され、補足されることができる。

上に述べたすべてのことは、最近10年間、その発展のための強力な推進力を得たコンピューターモデリングとコンピューター技術に対しても妥当する。

我々は、コンピューターの性能の夢のように急速な向上を目の当たりにしている。しかし、その能力の大部分は、どうした訳か需要を持っていない。そして、ルーチンタスクのソリューションは単純化され、高速化されたにもかかわらず、産業技術、いわんや科学上の問題の解決が従来より著しく順調に行われるようになったとみなすことに根拠はない。これは偶然ではない。

何よりもまず、コンピューターモデリングを含むあらゆるモデル化は、性質や関係のごくわずかな部分しか考慮することができないことに注意すべきである。しかし、確かにそうではあるが、モデル化は、それが考慮されない場合には結果が本質的に歪められ、誤った勧告がもたらされることになるような、**行われている研究の目的にとって本質的な重要性を持つ性質と関係**を考慮しなければならない。それゆえ、各問題の1番目の順位に**研究目的の定式化**を置き、そしてその次の順位に、無限個の外部過程および課題の前史から課題を切り離すために、課題の境界条件と初期条件の定式化を置くべきである。このことがおのずと問題を描き出してくれる。

数学は、それ自体としては、自然の仕組みも、社会全体およびその諸部分（組織、企業、会社）の発展法則もまったく反映しない。数学は無感情であり、ある種の挽き臼のようなものである。挽き臼の出口には、具体的な目的に応じて若干の変換が加えられている点を除けば、その入口におけるのと同じものが出てくる。結果の解釈は、解決されるべき問題そのものと同じ目的から出発して行われる。すなわち、それは客観的判断ではなく、主観的判断なのである。その判断は、しばしば研究者の方向感覚を失わせる力を持っている。

ここでは、数学と物理学の相互関係の問題に関する J.C.マクスウェルの言葉を引用することが適切であろう。

「数学の技法は、実験家によって測定される諸量が必然的な相関関係によって結びついていることに実験家が気づくことを可能にした。それに対し、物理学上の発見は、数学者が自分ではけっして想像することもできなかったであろう新たな形態の諸量を数学者に示した」[15]。

それゆえ、物理学の課題においては、他の多くの課題におけるのと同様、数学的道具立てを一次的重要性を持つものとけっしてみなしてはならない。一次的重要性を持っているのは、各現象の根底に横たわっている物理過程、現象の内部メカニズムに関する理解である。数学は現象のいくつかの側面の記述のための手段、現象論であり、

けっして現象の本質ではない。

上に述べたことは、物理過程、経済過程その他の過程の数学的モデル化は不要である、あるいはコンピューター技術の利用は不要であると言っているわけではけっしてない。上に述べたのは、具体的な場合ごとに、結果に影響を及ぼすすべての要因が考慮されているか、結果の解釈に先入観は存在していないかに注意を払う必要があるということにすぎない。そして理論やモデル化の結果から導き出される予言の導入は、一気に行うのではなく、それらの予言の有効性から生まれる効果を追究しながら、段階的・連続的に行うことが適切である。失敗は、失敗を犯す者以外の者にとっても高くつくからである。

結 論

1. 現代物理学の観念論は、公準的・公理的方法を取っていることにある。それらの方法は、理論の提唱者たちの意見によれば自然がそれらに一致していなければならないとされる、公準、「原理」および公理を定式化し、それらを根拠なしに理論の基礎として適用することが可能であると想定している。実践は、真理の判定基準として、そのようなアプローチの欠点を遅かれ早かれ示すことであろう。しかし、公準、「原理」および公理を基礎として創出された理論の提唱者たちは自分の主張を捨てようとはせず、事実を無視し続けている。

2. 理論の創出方法の一つは、仮説——現象の本質に関する仮定——の提起である。公準とは異なり、仮説は常に精緻化を受け入れ、客観的事実がそれを覆した場合には棄却される用意がある。

3. 唯物論的理論は、すべての現象を物質*の運動によって説明し、現象がそのような仕組みになっており、別の仕組みになっていない理由は何かという疑問に答えなければならない。この点において、いわゆる「自然法則」はその理由の理解からの帰結でなければならない。また、理論から導き出されるものでなければならない。それらの帰結は事実資料と何度も対比され、事実資料によって裏付けられなければならない。そしてその際には、理論および理論からの帰結の適用限界が画されなければならない。なぜなら、あらゆる命題は際限なく精緻化される可能性があるからである。しかし、正しい理論においては、その精緻化は理論の基礎の見直しをもたささない。唯物論的理論は、各段階において、完全にではないとは言え、世界の客観的仕組みを反映しているからである。

理論を用いることにより、物質*的世界のいわゆる「法則」が定式化される。法則とは、現象間における必然的、本質的、持続的、反復的な関係である。

4. 形而上学とは、自然と社会における互いに孤立した個別的な現象や経時的に不変な現象に対するアプローチの方法である。普通、形而上学は、現象をその生成、発展と消滅の過程の中で他の自然現象との相互関係の中で検討する、弁証法と対置される。

しかし、任意の対象物や現象をそのあらゆる多様性において、しかもあらゆる変化を考慮に入れて、他のすべての対象物や現象との相互関係の中で分析し尽くそうとする試みは、予め失敗を運命づけられている。それゆえ、あらゆる物体と対象物の記述は限定的な性格を持っており、したがって形而上学的である。これと同じことがあらゆる研究に対して当てはまる。

上述したことから、現象の研究に際しては、弁証法的方法が不可欠であるのと同様、形而上学的アプローチも不可欠であり、相対的真理から絶対的真理への前進の過程において、両者が合理的に組み合わせられなければならないという結論が導き出される。

5. 各事実は無数の解釈（説明）を持つことができる。それゆえ、そこでは恣意が生じる可能性がある。実際には、事実の解釈は、特定の理論のみにもとづいて行うのではなく、さらに自然科学によって蓄積された経験全体、そして多年にわたる実践によって検証された自然科学の唯物論哲学にもとづいて行わなければならない。

6. 世界においては因果的相互作用の切れ目のない連鎖が作用している。原因の総体がある結果をもたらす。しかし、その結果自体はそれに続く結果の連鎖にとっての原因となる。世界とは物質*の法則的運動である。自然の産物である我々の意識は、その法則性を反映することしかできない。ただし、因果関係に宿命性はない。なぜなら、多くの場合、事象の進行に介入し、原因を付け加え、あるいは取り除くことによってその構成を変化させ、それによって結果を必要な方向に変化させることが可能であるからである。

原因は常に結果に先行している。各現象は多数の原因からの結果である。それらの原因の一部は本質的原因とみなすことができ、他の一部は非本質的原因とみなされる。この区別は、研究目的、認識の深さ、研究者の哲学的素養その他たくさんの事情に依存している。結果を決定する原因の総数は無限大であるから、原因に関する知識は常に不完全である。しかしそれは、そのような原因が存在しないことを意味しない。原因のない結果は一つたりとも存在することができない。したがって、偶然性は、現代理論物理学が主張しているように世界の仕組みであるのではなく、我々の知識の不完全性であるにすぎない。

7. あらゆる対象物とあらゆる過程（作用）は内容と形式を持っている。内容は対象物の定性的および定量的な内的本質をなしている。形式は内容、他の対象物や過程との相互関係の外的側面を反映している。

物理的对象物の内容をなしているのは、対象物の内部の仕組み——諸部分の構成、諸部分の関係、構造——であり、その形式をなしているのは、対象物の外的性質の総体である。外部の対象物や過程との関係における内容は、その外的性質において現れる。

物理現象においては、その過程の内容をなしているのは、現象の内部メカニズム、物質*の組織化の深部のレベルにおける物質*の運動の総体であり、それらの結果が現象そのものに他ならない。その過程の形式をなしているのは、その内容の外的発現である。

8. **形式主義**とは、人間の様々な活動領域において、内容よりも形式を重視することである。一定の抽象化、理想化、人工的象徴言語にもとづいて何らかの内容的領域を形式的体系の形で表現することを**形式化**という。

形式主義は、理論の内容を体系化し、精緻化し、方法論的に明確化するとともに、理論の諸命題の間の相互関係の性格を解明し、未解決の問題を見つけ出して定式化することを可能にする。ただし、認識手法としての形式主義は、最初から相対的に狭い範囲の概念のみを検討するため、常に相対的な性格を持っている。

物理学的システムにおいては、形式主義は過程の外面的発現、いわゆる「観測可能な」物理量と「十分に検証された」法則のみを取り扱う現象論の形で現れる。

数学的形式主義もこれに立脚している。そこでは、何らかの方程式で記述される過程の内容は、一定の記号と記号の間の相互関係の形で表現される。その際には、完全に形式化することが可能なのは、論理構造が単純で、用いられている概念があまり多くない初歩的な理論に限られる。理論が複雑な場合には、その理論を完全に形式化することは原理的に不可能である。

9. **現象論**（「現象」に関する学説）とは、実証主義的命題を発展させ、意識を自然主義的な構えから解放することを志向する観念論的な哲学流派である。現象論は、自然

の外面的発現のみで満足することができるとみなしている。現象論的方法論の追随者たちは、各物理現象の本質を一目瞭然たる形で示す物理モデルの創出は不可能であり、不必要でもあるとみなしている。「非瞭然性の原理」によれば、理論物理学が主張していることを脳裡に描き出すことは原理的に不可能であり、それゆえ、各現象の原因も内的本性も究明することは原理的にできない。

動力学的方法論は、各物理現象の本質を一目瞭然たる形で示す物理モデルの創出が不可欠であるとみなしている。現象の数学的・関数的記述はそのモデルの単なる記述にすぎない。動力学的方法論は原則として、全体を一目瞭然たる形で見て取ることのできる力学的モデルを利用し、そうすることによって物質*の力学的構造と空間中における移動を取り扱う力学にあらゆる現象の本質を帰着させる。

10. コンピューターモデリングを含むあらゆるモデル化は、性質や関係のごくわずかな部分しか考慮することができない。それゆえ、モデル化は、それが考慮されない場合には結果が本質的に歪められ、誤った勧告がもたらされることになるような、**行われている研究の目的にとって本質的な重要性を持つ性質と関係を考慮しなければならない**。それゆえ、各問題の1番目の順位に**研究目的の定式化**を置き、そしてその次の順位に、無限個の外部過程および課題の前史から課題を切り離すため、課題の境界条件と初期条件の定式化を置くべきである。

第8章 次なる物理学革命の前夜に

8.1. 物理理論の発展の体系的・歴史的方法

周知のように、相互に関連している物理諸量の間の依存関係を得ることが物理理論の主要課題とみなされている。しかし、それらの物理量自体には、**観測可能量**，すなわち実験において直接的に得ることが可能なものと、**観測不可能量**，すなわち観測者が実験においてアクセスすることが不可能なものがある。

概して言えば、実験において直接観測することが不可能なパラメーターを決定する可能性は、多くの研究者によって疑問視され、否定さえされている。実は、あらゆる現象は物質*の組織化の深いレベルにおける、まさに観測不可能な物質*運動の結果であるのだから、その運動を考慮しないことは、現象自体に関するきわめて不完全で表面的な理解をもたらす。

観測不可能量の研究可能性の否定は I.ニュートンのおかげで方法論的な性格を得た。

1704 年に出版された『光学』にはニュートンの次の言葉が書かれている [1]。

「実験哲学においては、仮説は検討されてはならない。(略) 仮説を作らず、実験と観測にもとづき、帰納法、より正確には諸原理の方法に従って現象を記述することが最も正しい」。

ニュートンの 50 年間以上にわたるエーテル仮説に関する思索は、*«hypotheses non fingo»* (私は仮説を捏造しない) の原理を称揚し、それに関する問題を設定すること自体を放棄することで終わった。エーテルに対するその懐疑主義という点では、ニュートンは 18 世紀と 19 世紀にはほとんど孤立状態にあった。その懐疑主義を断固として支持したのは、我々の時代の物理学のみである。しかし、今日それが支持されているのは、現代物理学が観念論に転落し、多数の公準や「原理」が提唱され、自然の物理的基礎の研究という目的が、自然の表面的な現象論的記述に事実上取って代わられていることと関係している。

「観測可能な」諸量のみの中の相互関係を研究するという方法論は、物体は中間媒質の関与なしに相互作用するという *«actio in distans»* (遠隔作用) の原理の確立をもたらした。この原理は、エーテルの仲立ちによる物体間の相互作用の伝達を主張している R.デカルトが提唱した「近接作用」の原理とは、原理的に異なっている。

仮説に反対したニュートンは、方法論的に、観測可能量の間の相互作用の研究のみでやっていくことが可能であることを認めた。現代物理学は一定程度までまさにそのような方法論に依拠している。この方法論は「どれだけ？」という疑問には答えを与えるが、「なぜ？」という疑問には答えを与えない。

そしてこのことは、得られる依存関係は、現段階では研究者から隠れている多数の要因を考慮していない、近似的な性格を持っているということを意味している。なぜなら、彼の研究全体は、その設定の仕方自体が実験者の理解によって予め決定されている実験の結果に最初から依拠しているからである。閉じた円環が得られる。すなわち、実験者は、自分が予想している結果を得ることが期待されるような実験のみを設定する。すると、得られた結果は、それに若干の修正を加えれば、多分彼の予想を裏づけることになる。ここでは新たな着想は生まれず、あるいは偶然的にしか生まれない。これは特に、出発点となる予想を結果が裏づけなかった場合について言うことができる。

しかし、現象の内部の物理的本質を認識する可能性を物理学から原理的に奪ってい

るそのようなアプローチは、「観測可能な」現象の間で得られる依存関係が、事実上既に得られているもののみを考慮した、表面的な性格を持つという結果をもたらすことに注目する必要がある。ところで、あらゆる現象は無数の性質をもっており、多種多様なそれらの性質全体の中で究明されるのは、その一部にすぎない。究明されるべき性質の選択は、研究の目的と設定の仕方によって決定される。

実際、この場合にも、「観測不可能な」現象の導入なしで済ませることは事実上不可能である。例えば、気体中における圧力と温度の関係を研究する場合、今日では、気体自体は構造を持っていないと考えること、すなわちその分子構造を無視することはもはやできない。それを無視した場合には、気体分子の質量、熱運動速度、自由行程に関する問題を立てることすらできないからである。ところで、気体分子は今のところ直接観測することはできない。電子や物質素粒子についても同じことが言える。それらの存在は、それらが引き起こす作用にもとづいて判断するしかないからである。同様の例は多数挙げることができる。

かつては太陽について、それが何から出来ているかを科学が知ることはけっしてできないであろうと言われていた。しかし、スペクトル解析の発見はこの主張を完全に覆した。それゆえ、「観測不可能性」という概念自体は暫定的な性格を持っている。エーテルに対しても同じことが当てはまる。エーテルを直接検出することはできないが、しかし、勾配効果が生じている場合には、エーテルの作用が発現している多数の効果を見出すことが可能である。

観測不可能な物理諸量の考慮は、研究される現象のメカニズムの物理的本質を理解することにより、物理モデル化を用いて行うことができる。そのモデル化は事実上常に力学的性格を持っている。しかし、いわば「ペンの先」^{〔訳注〕}で、数学的モデル化を行うことも可能である。ここでの例は、有名なマクスウェル方程式から導き出される電磁波の存在の可能性である。電磁波は後にヘルツによって検出された。

モデル化によって予言された現象は目的指向的な実験によって検証される。実践によって、すなわち提唱されている命題の目的指向的な検証によって裏づけられなかった思弁的な理論構築は棄却される。時には、まさにそのような理論構築が十分な根拠なしに正しいと認められ、しばしばしかるべき根拠なしに他の領域に不当に適用されることがある。ここでの例は多数ある。その一つの例は、太陽系の範囲内でしか検証されていないにもかかわらず、全宇宙に対して不当に適用されているニュートンの万有引力の法則である。別の例は、事実上仮説であるにもかかわらず、狭い領域で裏づけを得た後は自然科学のあらゆる領域に対して不当に適用されている、現代物理学全体の基礎をなしている何十もの公準である。

物理モデル化は、対象物に関するより完全な理解を与えることが可能であると思われる。それは、現象がいかなる仕組みになっているか、その内部メカニズムはどうなっているかという疑問に答えようと試みているからである。しかしここでもまた、自然科学によって蓄積された歴史的経験全体から導き出される、物質*の組織化の深いレベルにおける物質*の運動に関する理解を取り扱う唯物論的方法論が必要とされている。自然科学の発展の歩み全体によって検証されたそのような方法論の例となっているのは、過去に自然科学に生じた危機を克服した、いくつかの物理学革命の方法論である。

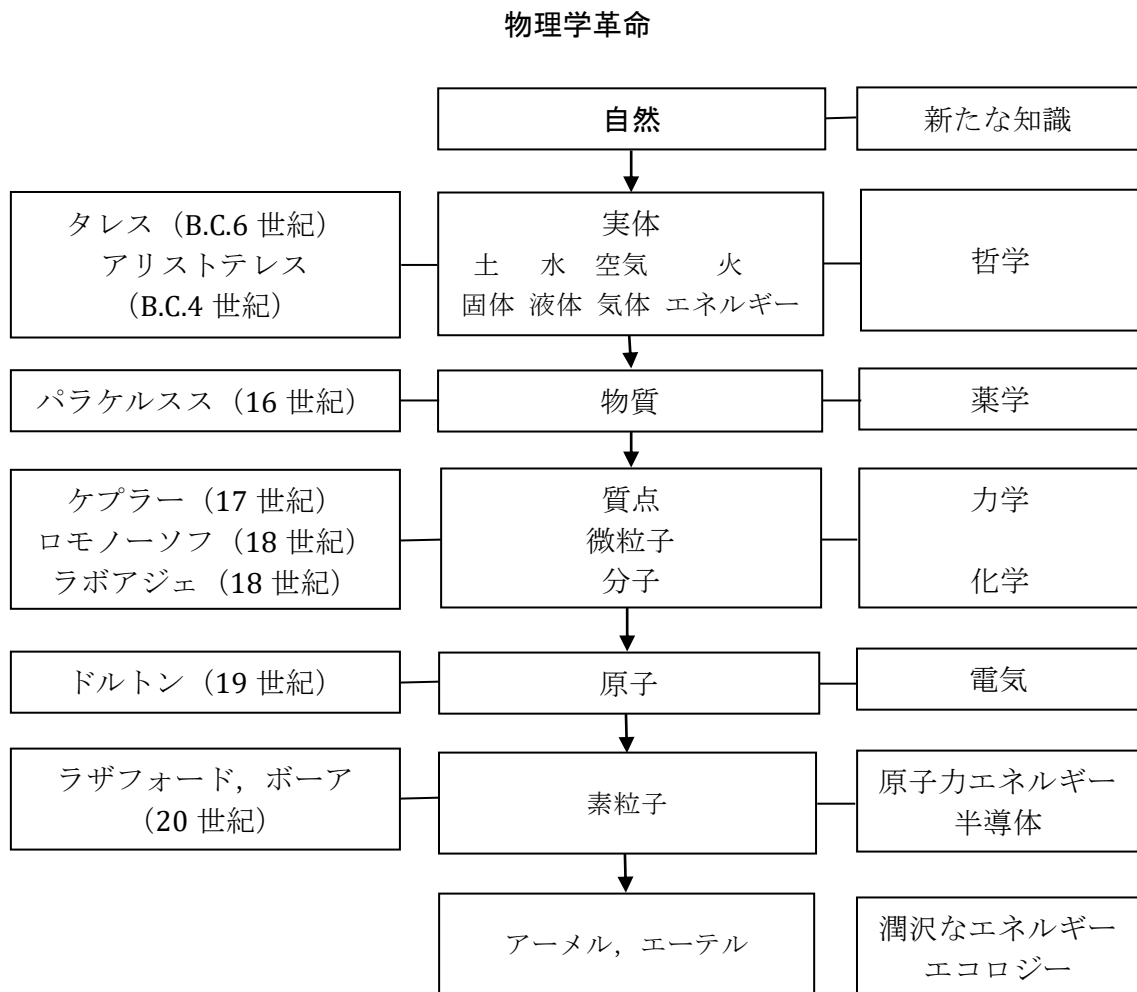
諸現象の総体を統一的な体系として検討し、歴史的に検証された発展法則に依拠す

〔訳注〕 よく知られているように、海王星は、フランス人天文学者ユルバン・ルヴェリエが数学的な計算でその位置を予測した後、1846年に望遠鏡による観測で発見された。パリ天文台長のフランソワ・アラゴはこれを評して、「ルヴェリエはいつさい天空を見ることもなく、“ペンの先”（計算のみ）でこの惑星を発見した」と述べた。

る研究方法は、**体系的・歴史的方法**と呼ぶことができる。今日、明らかに危機的状況にある物理理論の発展に対してこの方法を適用することは完全に正当である。これを適用すれば、伝統的性格を持っている、ある物理量の他の物理量に対する関数的依存関係の解明という課題を遂行するだけでなく、なぜ物理現象はまさにそうなっているのか、それはいかなるものなのかという疑問に答え、物理現象に客観的説明を与えるとともに、物理現象は従来考慮されてこなかったいかなる性質を持っていなければならないかを解明する可能性が出現する。言うまでもなく、今最後に挙げた性質は目的指向的な実験によって検証されなければならない。そしてそれが裏づけられた場合には、質的に新たな技術の創出のための基礎が生まれてくる可能性がある。

8.2. 自然科学の発展段階としての物理学革命

自然科学，とりわけ物理学の発展の歴史は，自然科学における危機が既にこれまでに何度も生じたことがあり，それらの危機は，毎回，常に決まったやり方で，すなわち，より深い階層レベルの導入によって解決され [2]，その導入が，次なる物理学革命を意味していたことを示している。



生じている袋小路からの出口を見つけ、蓄積されている矛盾を解決し、基礎研究と応用研究において前進を遂げるためには、古典物理学の最も重要な結果は動力的アプローチにもとづいて得られたこと、このアプローチにおいては、各構造は運動する諸部分からなっており、各部分はさらに小さい諸部分からなっていることが想定されていることを思い出すべきである。具体的場合におけるそれらの諸部分の運動と相互作用こそが、具体的な現象に他ならない。動力的アプローチにおいては、現象の外的側面の記述は、現象論から導き出されるような現象の主要内容ではなく、単なる帰結にすぎない。動力的アプローチは、物質*の組織化のあらゆるレベルにおいて一目瞭然たる物理モデルを創出することが可能であると想定している [2]。

動力的方法は自然科学において常に自らの正しさを証明してきた。自然科学の主な発展経路は、常に、物質*構造の深部への段階的進入、物質*の組織化のますます深いレベルへの移行であった。そのようなそれぞれの移行は古い理解の根底からの打破を意味しており、それが次なる物理学革命となり、危機からの脱出をもたらした。そしてそのような各移行こそが人類に多くのものを与えてきたのである。

しかし、そのような各移行はひとりで生じたのではなく、既存の理論の枠内では説明することが不可能な、蓄積された新事実の圧力の下で生じた。物質*的形成物の既に解明済みの階層レベルの枠内においては、生じた危機的状况は解決することができなかった。しかし、物質*の組織化の新たな、より深い階層レベルが検討に導入された後には、その状況はかなり簡単に解決された。

20 世紀初めまでの事実上すべての物理理論はその基礎に物理モデルを持っていた事実が注目を引く。これは容易に理解することができる。なぜなら、あらゆる現象は無数の性質を持っており、それらすべてを一度に記述することはできないからである。何しろ、糸に吊るされた錘のような単純な構造物でさえ複雑な運動を行い、研究目的に応じてきわめて多様な方法で——重力場中の振り子として、ねじり振り子として、あるいはばね振り子として——記述されることができる。しかもそれは、すべての運動の組み合わせ、周囲環境との相互作用、内部過程、等々をまだ考慮していないにもかかわらず、既にそうなのである。17～19 世紀の物理学者たちは、これらすべてのことを良く理解していた。

実際、動力的方法はきわめて古い時代に源を発している。

かつて、ドイツの弁証法哲学者ヘーゲルはギムナジウムの生徒に対する校長講演において次のような比喩を援用した。

「アンタイオス^{〔訳注〕}が母なる大地に触れることによってその力を取り戻したのとまさに同じように、科学と啓蒙のあらゆる新たな夜明けと興隆は、古代に問いかけ、それに触れることによって生じる」。

ヘーゲルは、その豊かな想像力にもかかわらず、科学が 20 世紀に人間生活のあらゆる領域にいかなる影響を及ぼすようになるかを想像することができなかった。19 世紀には、古典古代への関心はほとんど常に人文科学者たちの領分であった。我々の時代には、自然科学自体、何よりもまずその指導的な領域——物理学と数学——が古代思想に対して真剣な関心を抱いている。

科学が物質*の構造の深奥にますます深く進入していくにつれて、科学は古典古代の哲学者たちの足跡に沿って進んでいることが明らかになりつつある。ここでは、例えば「原子」という言葉は、ドルトンがデモクリトスから借用したものであることを思い出すことが有益である。そして我々は今、デモクリトスから「アーメル」という言

〔訳注〕 アンタイオスはギリシア神話に登場する好戦的な巨人。海神ポセイドンと大地の女神ガイアの間に生まれた。大地に足がついている間は無敵の力を持っていた。

葉を借用し、原子のそれ以上他の要素に分解できない部分をこの言葉で表している。その部分こそがエーテルの分子である。エーテルという言葉自体もまた、遠い古代から我々に伝わった。

我々は科学の始まりは古代ギリシア人に起源を持っているとみなしているが、もちろん実際にはそれはそうではないことを、公正を期すために指摘しなければならない。デモクリトスは、自分は原子論の創唱者ではなく、その知識をエジプトの神官、また彼が5歳までそのもとで学んだメディア[イラン高原北西部]のマギ(「卓越した能力を持つ者たち」)から借用したと再三強調していた。科学の根源は太古の時代にさかのぼるが、我々はその時代については事実上何も知らない。とは言え、我々に知られている人類の歴史全体には、非伝統的な秘密の知識が伴っていた。それは、「秘伝[esoteric knowledge]」という独自の呼び方さえ与えられていた。

しかし、我々は伝統に従い、科学の成立についての考察をミレトスのタレスから始めよう。彼は紀元前6世紀に生きていた人物で、既に当時、もし自然全体が統一的なものであるのなら、その統一性の基礎にはいったい何が横たわっているのか?という問いを立てた。タレスは、自然はあらゆる現象の基礎において、「湿の本性」を持った一種の不可分の媒質——アペイロン——を持っている、もしそうでないとしたら、諸現象はいかにすれば相互作用し、互いに影響し合うことができるのか?と考えた。

自然科学には、その歴史全体を通じてこの問いが伴ってきた。我々は今初めて、この問いに対する答えに近づく最初の可能性を得ようとしている。

自然科学の歴史は社会全体の歴史と切り離しがたく結びついている。そして生産力と技術のそれぞれのタイプと発展に対しては、自然科学の歴史における当該の時期が対応している[3]。

自然科学の発展の第1段階は、準備段階的な自然哲学の段階とみなされている。この段階が古代を特徴づけている。当時、個別的な傑出した技術的成果は既に存在していたものの、全体として見ると技術はまだわずかししか発達していなかった。この段階は紀元前6世紀から新たな紀元の初め頃までの時期とされている。ただし、実際には、この段階は紀元2千年紀の初め頃まで続いていたとみなすことができる。

紀元前5世紀にエンペドクレス、そして紀元前4世紀にアリストテレスが自然全体を実体——「土」(固体)、「水」(液体)、「空気」(気体)および「火」(エネルギー)——に分類することを提案した。事実上、アリストテレスは物質の集合状態、および物質のある状態から別の状態への移行をもたらすエネルギーを考察に導入したのである。中国人においては、これら4つの「実体」にさらに「木」(生命)が付け加わっていた。これにもとづき、物質の物理的状态に関する何らかの分析の可能性が現われ、こうして哲学が誕生した。アリストテレスの哲学はヨーロッパにおいて約2000年間信奉され続けた。

この段階は、**全体としての自然から実体——「土」(固体)、「水」(液体)、「空気」(気体)および「火」(エネルギー)——への移行と関係している。この移行が自然科学における第1次革命であった。**

そのような移行自体は、人間が生きている世界の認識への希求、自然界における自らの位置を解明したいという人間の希求によって促進された。しかるべき分析なしには、それを行うことは不可能であった。物体の集団状態を究明するという課題が1番目の位置に登場した。古代の哲学者たちがこの問題を抽出し、実体の概念を導入したとき、この土台の上で哲学が発展し始めた。そして今度は哲学が、静力学、天文学、数学といった独立した知識領域が形成されることを可能にした。錬金術が形成され始めた。ただし、その全体の中で姿を現したのは依然として最古の(秘伝的な)知識の残響であり、その本質は我々には今なおほとんど何も知られていない。

医学と物理学は萌芽状態にあった。あらゆる自然科学的な知識と物の見方は、哲学の庇護下にある統一的な未分化の科学の中に含まれていた。科学の分化が初めて認められたのは、既に中世に近い、この時期の末期のことである。

統一的自然から実体への移行自体は自然科学における第1次革命を意味していた。

自然科学の発展の第2段階も準備段階とみなされている。これは紀元10～13世紀、すなわち中世、あるいは封建的関係の発展期に相当する。この段階は西ヨーロッパにおける神学の支配によって特徴づけられる。西ヨーロッパでは科学は神学、宗教の付属物となった。この時期には、ヨーロッパの住民を文字通りなぎ倒していた多数の疫病から人々を救うという、きわめて切実な必要性が生じていた。中世の傑出した医師パラケルスス（フィリップス・フォン・ホーエンハイム、1493～1541年）は、人体内で進行しているすべての過程は化学過程であり、あらゆる病気は物質組成の攪乱と関係していると考えていた。彼の治療方法——患者の生体への不足している化学物質の補給——は薬学、すなわち薬物に関する科学の基礎を据えた。

これらの応用的課題は物質についての詳しい検討を要求していた。自然科学における実体から物質への移行こそが**自然科学における第2次革命**となった。

西ヨーロッパにおける技術の進歩はきわめて緩慢に行われた。技術はまだ自然の体系的解明を必要としておらず、それゆえ、自然科学的知識の発展に対して目立った影響を与えていなかった。しかし、まさにこの時期、新事実の蓄積が既に進行しており、それらの新事実が次の時期への移行を準備した。

自然科学の発展の第3段階は力学的段階あるいは形而上学的段階と呼ばれている。この段階は15世紀後半に始まり、18世紀末まで続いた。これは西ヨーロッパにおける資本主義的関係の成立期である。この段階は物質から分子（小塊）への移行と関係している。この時期の自然科学は、その動向という点で革命的であった。ここでは17世紀初頭（ガリレイ）と17世紀末～18世紀初頭（ニュートン）の自然科学が際立っている。**形而上学**が支配的な思考方法となった。しかし既に当時、そこでは弁証法、すなわち発展が見て取れるようないくつかの発見がなされていた。自然科学は、家内制手工業から工場制手工業〔マニュファクチュア〕へ転換しつつある産業と結びついていった。工場制手工業においては、力学的運動がエネルギー基盤としての役割を果たしていた。ここから、力学的運動を解明し、その法則を見出すという課題が生じつつあった。自然科学は力学的となった。自然のあらゆる過程に対し、もっぱら力学の物差しが当てられるようになったからである。

物質の最小粒子——分子——という理解の導入が質点の力学（ニュートン）の出現を促進した。そこからの直接的帰結はニュートンとG.ライプニッツによる無限小量の解析学の発明であった。R.デカルトによる解析幾何学の創出、カントーラプラスの宇宙進化論的仮説、K.F.ヴォルフ〔Kaspar Friedrich Wolff〕の生物学における発達という着想は、まさにこの時期に生まれた。そしてこれらが既に次の段階を準備していた。

18世紀初頭、ロシアの科学者M.V.ロモノーソフによって「微粒子〔corpuscle〕」、後に分子と名づけられた、最小量の物質の概念が定式化された。これが化学の発展をもたらした。それと同じ18世紀の末にフランスの化学者A.ラボアジエが元素——それらの組み合わせから任意の物質を創出することが可能な最も単純な物質——の概念を導入した。

自然科学における物質から分子（「分子」——小塊——という名称は後に現れた）への移行が**自然科学における第3次革命**となった。この移行は科学の発展に対して強力な推進力を与えた。

18世紀末～19世紀初頭の時期は、産業革命にもとづく資本主義の急速な発展によって特徴づけられる。織物用の染料に対する需要が増大したため、化学に対する関心

が高まった。しかし、物質*の深奥への次なる移行なしには、化学の発展は不可能であった。それゆえ、分子から単純な物質の最小粒子への移行が行われた。その分子は 1824 年にイギリス人のドルトンによって原子と命名された。この名称はデモクリトスから借用された。原子という用語で意味されていたのは、それ以上分割することが不可能な（デモクリトスの場合は「切断することが不可能な」）最小量の元素であった。この移行は化学と電磁気学の発展の開始を与えた。各種形態のエネルギーと各種物質の相互変換について研究する物理学と化学が最重要視されるようになった。

それと同時に、水力機関が持つ可能性の限界が明らかになり、任意の場所において、多種多様な条件の下で使用する事ができるような機関が求められるようになった。蒸気機関の発明が産業資本主義の発展をもたらした、産業は機械制大工業の段階に入った。しかし、蒸気機関も工業を完全に満足させることができなかった。任意の施設に、個々の装置にも設置することができるような機関が求められるようになった。このことが電気工学の発展に対する推進力を与えた。電気工学は化学の成果を利用しながら発展していく可能性を得た。

この時期、地質学においては地球の緩慢発達理論が現われ、生物学においては進化論、古生物学、発生学が生じつつあった。19 世紀後半には細胞理論、エネルギー変換説およびダーウィニズムが生まれ、これらが旧来の形而上学に打撃を与え、物質と過程をそれらの発展の中で検討することを要求した。

原子論への移行を基礎として様々な発見が相次いでなされ、それらの発見が自然の弁証法を明らかにした。こうして、有機化合物の化学構造論（A.M.ブートレロフ [Aleksandr Mikhailovich Butlerov (Alexander Mikhaylovich Butlerov)], 1861 年）、元素周期表（D.I.メンデレーエフ, 1869 年）、電磁気学（J.C.マクスウェル, 1873 年）が生まれた。

分子から原子への移行こそが**自然科学における第 4 次革命**であった。資本主義は 19 世紀末から帝国主義段階に入り、これが軍拡競争を引き起こした。軍拡競争においては物理学、化学および生まれたばかりの電気工学が重大な意義を持つようになった。

技術に対する新たなニーズが自然科学の発展に及ぼす促進作用は、1890 年代中頃以降における新たな発見の出現をもたらした。それは主として物理学における発見——H.ヘルツによる電磁波の発見、W.レントゲンによる短波長放射の発見、放射能と電子の発見、M.プランクによる量子の着想の導入、A.アインシュタインによる相対性理論の創出、A.S.ポポフ [Alexander (Aleksandr) Stepanovich Popov] による無線装置の発明——であった。化学（D.I.メンデレーエフによる元素周期表の作成）と生物学（遺伝学の出現）も著しい前進を遂げた。

19 世紀末~20 世紀初頭には、物質「素粒子」という理解が現われた。1887 年、イギリスの研究者 J.J.トムソンによって最初の素粒子——電子——の存在が証明された。1911 年、E.ラザフォードは惑星原子モデルを提唱し、これにもとづいて 1913~1921 年の時期に原子核、電子および量子に関する理解が生まれた。1919 年、ラザフォードによって陽子が発見され、1932 年、J.チャドウィックによって中性子が発見された。その後、幅広いスペクトルの物質「素粒子」が得られ、これが原子力開発をもたらした。

N.ボーアがラザフォードの原子モデルを発展させ、事実上この時から量子力学の急速な発展が始まった。これらすべてのことにより、自然科学の次なる革命が準備された。

自然科学における第 5 次革命は物質「素粒子」の検討への導入と関係しており、このことが原子力エネルギーと半導体技術の出現をもたらした。

20 世紀には何よりもまず、物理学が急発展を遂げた（原子力エネルギー、無線測位、無線電子工学、通信機器、オートメーションとサイバネティクス、量子電子工学——

レーザー、電子光学——、等々)。自然科学全体の指導的領域としての物理学は、自然科学の他の領域に対して促進的役割を演じ始めた。例えば、電子顕微鏡の発明は生物学全体、生理学、生化学において大変革を引き起こした。物理学の方法が地質学や天文学の成果を決定し、宇宙科学の発展と宇宙開発を促進した。

深部構造への進入という観点から見ると、生物学においては細胞構造への進入が遺伝学と分子生物学の創出をもたらした、化学においては高分子化学の創出をもたらした。そして半導体を基礎としてサイバネティクスとコンピューター技術が発展し始めた。

このように、自然科学における第5次革命は技術における革命的な飛躍、科学技術革命をもたらした。

高分子（ゴム、人造繊維）の合成、合成燃料、軽合金、航空・宇宙機器用金属代替材料の開発が化学の主要課題となった。20世紀には電気エネルギー（発電機）、化学エネルギー（内燃機関）、さらに第2次世界大戦後は原子力エネルギーが産業のエネルギー基盤においてますます大きな割合を占めるようになった。

物質*の組織化の新たな深部レベルへのそれぞれの移行には、既に解明済みの物質*的形成物の性質を持つ、多様なバリエーションについての無理解という形で現れた危機が先行していた事実が注意を引く。しかし、より深いレベルの物質*的形成物が検討対象に導入された場合には、物質*的形成物の性質と挙動が理解可能となった。

化学的変換を説明するため、原子——化合物の分子の構成部分——が理論に導入された。そして原子は相互変換することが明らかになったとき、原子を構成している物質「素粒子」の概念が生まれた。これにより、物質*の組織化のより前のレベルの性質が理解可能となった。既に解明済みのレベルにおける物質*の構築材料の導入は、それらの形成物の構造の究明を助けた。

より前の階層レベルの各種の物質*的形成物は、何よりもまず、要素——より後の階層レベルの物質*的形成物——の組み合わせという点で互いに相異なっていることが判明した。その際、より後の形成物、例えば原子あるいは「素粒子」に対しては、最初のうちは最も単純な性質、最も本質的な性質しか与えられなかった。このことは名称にさえ反映していた——原子（分割不可能なもの）、「素粒子」（最も単純な粒子）といったように。

危機は克服され、すべての疑問は解決され、科学は新たな強力な発展推進力を得た。そして危機からの出口の探求に対する推進力の役割を果たしていた、応用上の切迫した要求も満たされた。これこそが次なる物理学革命であった。

新たなレベルへの移行は、常に、固定化された理解の根底からの打破を意味し、次なる物理学革命となり、危機からの脱出をもたらした。

実験データが蓄積されるにつれて現象の内的本質に関する理解が変化し、それに対応してそれらの現象の物理モデルも変化した。モデルの変化は現象を記述する方程式に変化をもたらした。

構造の解明、内的メカニズムの理解は目的指向的な行動のための可能性を創出した。目的指向的な研究が設定され、新たな方法が出現し、より前のレベルの多様性の数の増大はもはや誰も驚かせなくなった。なぜなら、それらすべてがいかにも、なぜ生じるかが明らかになったからである。理論的および応用的研究とその適用のまったく新たな展望が開けた。次なる物理学革命はその質的に新たな可能性を世界に示した。それらの新たな可能性は直ちに応用科学者たちの財産となり、人類のために役立てられた。

すべての物理学革命は弁証法的唯物論のすべての命題と完全に一致していたことにも注意を向けるべきである。すなわち、それらの命題は、客観的事実から出発して、自然はその研究方法に依存しておらず、物質*の深奥を汲み尽くすことはできず、あらゆる過程と現象はユークリッド空間と一様に流れる時間の中において、創出すること

も消滅させることもできない物質*とともに生じると想定していた。

ところが 20 世紀初頭、物理学の方法論の原理的变化が生じた [4]。物理学における「物質素粒子」という理解を用いた物質*構造の深部への進入と並行して、物理学に続いて、事実上自然科学の全体において、自然研究における古典物理学の方法の放棄が生じたのである。古典物理学においては、複雑な現象は単純な構成要素の複合体に帰着され、現象の本質は検討されている現象より深いレベルにおける物質*の運動によって決定され、現象の本質の説明は現象の諸部分の間における因果関係の追究に帰着されていたのに対し、20 世紀初頭に誕生した理論物理学は、問題をそれとは原理的に異なったやり方で設定した [5]。

量子力学と相対性理論、さらにそれらに続いて自然科学のすべての基礎的領域が現象の内部過程の検討を放棄した。すべてが現象論——現象の外面的記述と数学的記述——に帰着されるようになった。いわゆる「公準」——その提唱者たちの意見によれば自然と一致しているとされる、恣意的な仮定——が研究の場に大量に導入され始めた。

自然現象の研究に対するそのようなアプローチは理論と現実の間のますます大きな乖離をもたらした。その結果は物理学、そして自然科学全体の危機であった。その危機は、社会発展から生まれる、より正確には社会的生産の必要性から生まれる多数の実践的問題を解決する必要があることと、一般に受け入れられている既存概念の枠内ではそれを解決することが不可能であることとの間の矛盾が蓄積されていることに、最も先鋭に現われている。

8.3. 第 6 次物理学革命の前夜とエーテル動力学の前提条件

20 世紀末は一連の危機によって特徴づけられ、そのそれぞれは人類の存続にとって脅威となっている [6]。

人口危機の要点は、地球上の人口があまりにも急速に増加していることにある。20 世紀末における約 70 億人の人口は、21 世紀中頃には 120 億ないし 160 億人に増加すると予想されている。人口増加はこの数字では止まらないであろうと推定されている。しかし、それは本当にそうなるのであろうか？ この惑星の住民にとって、食料だけでなく、飲料水も不足するようになるからである。

環境危機の要点は、多種多様な産業廃棄物が惑星を著しく汚染することにより、水も空気も生物による消費にあまり適さないものになるということである。新たな生産施設は新たな土地の開拓を必要とするが、その土地は残っている自然を破壊しなければ手に入れることができない。既に膨大な面積の森林が破壊され、海洋も汚染されている。数百種の動物と植物が絶滅した。オゾン層——有害な宇宙紫外線を遮蔽している層——は危険な状況にある。人間だけでなく、生物全体が全滅の危機の下にある。

資源危機の要点は、現代的生産のためのあらゆる種類の資源の破局的不足に現れている。石油は涸渇しつつあり、鉱物資源は涸渇しつつあるか、あるいは既に涸渇した。動物界と植物界は、形成された欠損^{〔訳注〕}を埋めることができない状態にある。

社会的・地政学的危機の要点は、北半球諸国——アメリカとヨーロッパ諸国——の豊かな住民に対する、主として赤道・南半球地域に暮らす発展途上国の膨大な数の貧しい住民の広がりつつある対立にある。それらの諸国の大衆を来たるべき社会的爆発

〔訳注〕 「欠損」とは生物群集における「種の欠損」のこと。例えばミツバチの集団失踪や大量死（蜂群崩壊症候群）が生態系と農業資源に及ぼす影響を想起されたい。

から引き留めることは可能とは思われない。かつて政治評論家のクジミッチ（A.K.ツィクノフ）が「今に貧乏人〔貧困国〕が金持ち〔富裕国〕を原子兵器と一緒に食ってしまうだろう」と指摘したことがあるが、ここにはいかなる誇張もない。

それだけでなく、さらに、アメリカの自動車メーカーで生じているように、生産物を販売することができなくなり、企業が活動を停止するという再生産の危機が存在する。また、豊かな諸国において人々が生きる目的を失い、自殺に解決策を見出すというイデオロギー危機、等々の危機もある。

こんなにも沢山の災厄がまとまって一度に生じているのは、いったいなぜなのであろうか？ これらすべての否定的現象には、一つの共通の根源、一つの主要原因が存在しているのではなかろうか？ これらすべての破局的状況の解決策はあるのであろうか？

そう、これらすべての否定的現象には、1つの共通の根源、1つの主要原因が存在しているのである。それらすべてがほぼ同時に現れたのは偶然ではない。そして現状の解決策には、2つのバリエーションしか存在しない。

20世紀末に人類を襲ったすべての災厄の原因は、**商品・貨幣関係の危機**、すなわち**資本主義的生産関係**、**資本主義的生産様式**がその可能性を使い果たしたことにある。

利潤追求にもとづく資本主義的生産様式がすべての世界的危機を創出した。豊かな資本主義諸国による発展途上諸国に対する収奪は、諸国民が自立し、人間たるに値する生活様式を獲得することを不可能にしている。急激な繁殖は半飢餓状態に対するあらゆる動物の自然な反応である。それらの諸国民が十分な食料を供給され、文化に親しむことができるようになれば、人口は増加を止めるだけでなく、減少し始めさえする（ヨーロッパのすべての国の国民がその例となっている）。環境危機は、高い利潤率の追求にもとづいた寄生的技術、すなわち自然から可能な限り多くのものを収奪し、それによって自然が被る損害を可能な限り補償しないようにする試みからの直接的な結果である。資源危機は、豊かな諸国による資源の略奪的利用、ありとあらゆる資源の過度の消費に直接的に起因している。社会的危機は、許すべからざる社会的不公平に対する、搾取され、困窮状態に追い込まれている大多数の人間の自然な反応である。

すべての焦眉の問題を解決する能力を持った多数の技術が、既に開発されているように思えるかもしれない。しかし、利潤追求がそれらの技術を無に帰し、それらのうち、資金の速い回転率、したがってまた高い利潤率を与えることのできる技術のみを促進する。それ以外の技術は凍結される。

それにもかかわらず、人類の危機的状态は多数の分野において深刻化しつつあり、それゆえ、人類を救うためには、利潤を犠牲にし、場合によってはそもそも社会関係そのものを再構築しなければならないかもしれない日が遠からずやって来る。しかし、その時までの間に、危機的状态を解決し、現在の技術的保守主義を克服する能力を持った技術が創出されなければならない。この問題を解決することができるのは、公準にもとづいた現在の観念論的方法論が追放され、それに代わって客観的な自然過程の解明にもとづいた唯物論的方法論が創出され、積極的に利用されるようになった場合に限られる。

自然科学が以前、20世紀初頭までの間、それに従って発展していたのと同じ道筋に従って進めば、そのような可能性が開ける。

現在、自然科学においては、次なる革命の前夜に特徴的な状態が生じている。

1960年代中頃に物質「素粒子」に関する多数の統計データが得られ、今ではそれらの粒子が何種類得られたのか、誰にも分からなくなっている。数え方によるが、それは200種類あるいは2000種類とされている。

それらの「素粒子」は多数得られたものの、それらの性質は今に至るまで不明であ

り、それらには質量、荷量および磁気モーメントが存在しているにもかかわらず、大きさすら存在しない。それらの構造も不明である。さらに、それらを得る方法さえ疑念を引き起こす。なにしろ、メンデレーエフの周期律表によれば、原子核中には陽子と中性子以外には何も存在しないのである。それらの不安定な中性粒子はいったいどこから現れたのか？ それらは原子核の崩壊生成物、簡単に言えば陽子、中性子および電子の衝突実験時に得られた破片ではないのか？ これに類する新たな実験は何か新たなものを与えることができるのか？ もしそのような実験がさらに新たな粒子を与えたとしても、それは結局のところ、問題全体をさらにややこしくするだけではないか？

このように、過去において先行する各物理学の前夜に存在していたのと同様の、知識の危機が生じている。しかし、そうであるなら、今こそ、物質「素粒子」の数が大きな数に達しており、それらは互いに転換し合う能力を持っていることを考慮に入れて、「原子と同様、電子は汲み尽くされ得ないものである。自然は無限である」[4]という V.I.レーニンの指摘を直接的な行動指示として受け入れ、より「素」な粒子が存在していること、そして実際には複雑な形成物であるいわゆる物質「素粒子」はそれらの粒子から構成されていることを認めるべきではないのか？ という疑問が生じてくる。

すべての物質「素粒子」は互いに転換し合う能力を持っており、真空中にそれに該当する場が存在している場合、真空は素粒子を「生み出す」能力を持っているという事実からは、それらの粒子も、すべての相互作用の場も、また真空自体もその中に何か共通の構築材料を含んでいるという結論が直接的に導き出される。そして真空の境界は何ものによっても制限されていないのだから、このことは、その構築材料が世界空間全体を満たしていることを意味している。したがって、我々は再び物理的世界媒質、エーテルという理解に立ち戻ることになる。エーテルの性質は、19 世紀になされていたように公準として設定されるのではなく、今度は自然の既知の事実の総体の分析から正確に見出されるのでなければならない。

古代から 20 世紀初めまでの自然科学のあらゆる発展には、世界空間全体を満たしている媒質としてのエーテルに関する理解が伴っていた。ミレトスのタレス、デモクリトス、アナクシマン드로ス、R.デカルト、I.ニュートン、M.V.ロモノソフ、L.ボルツマン、W.トムソン、M.ファラデー、J.C.マクスウェル、J.J.トムソン、D.I.メンデレーエフ、A.K.チミリャーゼフ、N.P.カステリン、ソ連科学アカデミー会員 V.F.ミトケーヴィッチ、その他多数の人々がこの問題に注意を払っていた。マクスウェルはその有名な方程式を、理想流体としてのエーテルの渦運動に依拠して導き出した。メンデレーエフはその表の最初（「ゼロ」）の行にエーテルを掲げた（その後、その行は表から削除された）。

上記の、そしてその他多数の研究者たちは、首尾一貫した矛盾のないエーテル理論を創出することができなかった。今日では、それは次の理由によって説明することができる。最古の知識はほとんど完全に失われ、一方、新たな自然科学は必要とされる諸段階をまだ通過していなかった。電磁気に関する研究が現われたのはやっと 19 世紀半ばになってからであり、「素粒子」が発見されたのは 20 世紀半ば近くになってからにすぎない。そのようなエーテル理論にとって不可欠であることが判明している気体力学、またその重要な一部をなしている境界層理論は航空学の創出との関連で、すなわち 20 世紀半ば近くになって初めて詳しく研究されるようになった。上に挙げた著者たちは不可欠な材料を手元にまったく持っていなかった。これが彼らを彼らのエーテルに関するモデル、仮説、理論における一連の誤りに導いた。そしてようやく不可欠な材料全体が現われたときには、科学者たちの意識においては、エーテルと取り組んではならないという考え方がより強固になっていた。アインシュタインの特殊相

対性理論がエーテルを否定したからである。

今日では、既に 20 世紀に各種実験の実施の過程で自然科学が獲得した知識にもとづき、物質の任意の構造と任意の物理現象に対し、それらには物質*の内部運動と内部メカニズムが存在しており、それらの構造と現象はそのおかげで存在しているという観点からアプローチすることが可能になっている。そしてこのことが質的に新たな地平を切り開いている。しかし、そのためには、今日現代理論物理学に存在しているものとはまったく異なる方法論、すなわちあらゆる物質*的形成物における内部構造の存在、つまり諸部分とそれらの相互関係——内部メカニズム——の存在を想定した動力学的アプローチが必要とされる。

しかし、もしかしたら、科学においてはそのような移行のための前提条件が今はまだ創出されていないのではないかと。実は、そのような前提条件は存在しており、しかも、それは物質*の深奥へのそのような移行を行うのに完全に十分だけ存在している。

物質*のあらゆる階層的組織化レベルにおいては同一の物理法則が働いているという事実からは、世界空間全体を満たしている媒質は、普通の巨視的媒質のあらゆる性質を持った普通の媒質として決定されなければならないという結論が導き出される。

世界空間中には何らかの物理的媒質が存在するという事は、世界空間中には相互作用の力場が広がっているという事実から直接的に導き出される。空虚な空間はいかなる相互作用の舞台にもなることができない。

普通の媒質の中から選ばなければならないのだから、そのような媒質の役割を自らのものとして要求することができるのは、固体、液体または気体のみである。それらの性質を現実の世界と対比してみると、固体も液体もそのような媒質になることができないことが分かる。なぜなら、固体中においては著しい損失を伴わない物体の移動は生じることができず、液体は無重量状態では集まって球にならなければならないからである。また、固体中でも液体中でも転位や間隙が生じる。残るのは気体である。気体は世界空間全体を自然な仕方で満たし、著しく大きな内部エネルギーを持つことができ、しかも物体の運動に対してわずかな抵抗しか与えない。それゆえ、エーテル——世界媒質——は気体であり、しかも実在気体、すなわち粘性と圧縮性を持つ気体である。エーテルの分子は「アーメル」(尺度を持たないもの)と名づけられるべきである。デモクリトスがそれをまさにそう呼んでいたからである。

今日では、エーテルおよびそれから形成された構造の基本的性質を記述する理論が既に構築されている。この理論は「エーテル動力学」という名称を与えられた [7]。

エーテル動力学は何ものも公準として定めない。その基礎には、普遍的物理不変量——あらゆる物体、現象および過程に存在しているカテゴリー——に関する理解が横たわっている。**物質*、空間、時間およびそれらの総体である運動が普遍的物理不変量であることが判明した。**

エーテル動力学は、それが存在し始めてから短い期間の間に著しい成果を達成した。何よりもまず、普通の気体力学のあらゆる法則をエーテルに適用することの正当性を証明することができた。そしてこのことが直ちに、必要とされる数学的道具立て、また液体力学と気体力学に関する多数の実験結果をそのまま利用する可能性をエーテル動力学に与えた。これにもとづき、次のことを行うことができた。

- ・気体媒質としてのエーテルの地球近傍空間におけるパラメーター——密度、圧力、エネルギー容量その他一連のパラメーター——、ならびにエーテルの分子であるアーメルのパラメーター——大きさ、質量、熱速度、自由行程、単位体積当たりの個数——を決定すること。

- ・主要な安定微粒子——陽子、中性子、電子、陽電子、光子——の構造を解明すること。

・相互作用——強い核相互作用，弱い核相互作用，電磁相互作用および重力相互作用——の力場の物理的本質を解明するとともに，新たな種類の相互作用——化学動力的相互作用——を発見すること。

・宇宙論のパラドックス——熱力学的，光学的および重力的パラドックス——をユークリッド空間と無限宇宙の枠内で解決すること。

・渦巻銀河と二重銀河を含む主要なタイプの銀河のエーテル動力的構造を決定し，銀河の機能的分類を初めて創出すること。

・太陽系の主要パラドックス——軌道モーメントと質量分布の比の不一致，彗星の起源と構造，隕石の起源，太陽黒点の起源と構造——を解決すること。

・地球膨張の物理的原因，火山活動と地震の原因，地球のジオイド形状の原因，地球のジオパソジェニック放射[geopathogenic radiation]の発生原因と本性を解明すること。

・電場，磁場および重力場の構造を解明し，それらの記述の若干の精緻化を提案すること。

・次の一連の実験を設定し，実施すること。

・エーテル風に関する実験 [8]。この実験はマイケルソンの後継者であるケース応用科学学校教授 D.C.ミラーの研究結果を裏づけた。

・地球のジオパソジェニック放射の中和に関する実験 [9]

・電磁氣的・電気力学的依存関係の精緻化に関する実験 [10]

・その他一連の理論的，計算的および実験的な作業を実施するとともに，それに關する幅広い研究を展開することが利益をもたらすような，自然科学における一連の新たな方向性を提案すること。

エーテル動力学は，「良い理論より応用的なものは存在しない」という命題の正しさを実証している。エーテル動力学においては，質的に新たな技術の理論から実践的利用への転移という目標が明確に定められている。

いかなる場合にも，エーテル動力学を完成したものとみなしてはならない。結局のところ，それは宇宙に関するモデルにすぎず，あらゆるモデルと同様，絶えず拡張され，補足され，精緻化されなければならない。この点において，未来の研究者たちの前にはきわめて多様な自然科学領域における様々な研究の果てしない大洋が現われつつある。

今日の物理学の正統派的な潮流との関係という点においては，エーテル動力学の研究者たちは，何も議論すべきことはないのだから，そのような潮流との間では議論を始めないという単純な態度を取っている。それらすべての「世界の科学界によって認められている」潮流は，完全に不毛な，誰にも必要のないものとして自然消滅の道を辿りつつあり，それゆえ，そんなもののために労力を費やすことには何の意味もない。科学と宗教の統合についても同じことが言える。そのようないかなる統合もあり得ないのだから，それをなし遂げようとし，何とかして根拠づけようと試みるあらゆる者は，実は偽科学者であり，正真正銘の科学の敵である。

エーテル動力学自体は歴史的に予め決定づけられたものである。それは，物質*の組織化の次のより深い階層レベルへの次なる移行段階にすぎないからである。そしてこの点において，エーテル動力学に対する代替案は今のところ存在しない。エーテル動力学は既に今日，物理学およびそれに隣接する知識領域における問題が生じたすべての人々に対し，方法論的な支援を与えることができる。これに関する決定は，彼ら自身が下さなければならない。

今日の理論物理学によって導き入れられた袋小路からの自然科学の脱出策の要点は，科学の発展の唯物論的な道筋に立ち戻り，19世紀における自然科学の発展の経験を考慮に入れ，「原子と同様，電子は汲み尽くされ得ないものである」ことを理解する

ということである。このことが科学の前に原理的に新たなきわめて豊かな可能性を開く。

このように、自然科学は**第6次革命**の前夜にある。この革命は自然科学のきわめて強力な新たな発展のきっかけを与えるであろう。今はただ、この革命がもたらす結果を予想することしかできない。それは、エネルギー問題、資源問題、環境問題、あるいはさらに健康問題その他多数の問題の完全な解決となる可能性があると思像される。

これまでのすべての自然科学革命におけるのと同様、物質*の組織化の新たな階層レベルへの次なる6度目の移行は、既存自然科学の見直し、新たな課題と一致するあらゆるものの保存、そして物理現象の客観的本性と一致しない皮相的なもの、人工的なものの放棄を要求する。

結 論

1. 自然科学の発展の基本方向は、常に物質*の深部への進入であった。物質*の組織化の次のより深い階層レベルへの移行こそが、新たな知識を与えるだけでなく、新たな科学領域と新たな技術を切り開く物理学革命である。

2. 20世紀末には、物質*の組織化の次のより深い新たなレベルへの移行、すなわち素粒子の構築材料——世界空間全体を満たし、あらゆる種類の物質と相互作用の力場のための構築材料となっている世界媒質であるエーテル——への移行のための状況が完全に形成された。しかしその移行は、エーテル——世界空間全体を満たし、あらゆる種類の物質と相互作用の力場のための構築材料となっている世界媒質——の研究に関連する方向性の開拓を禁止している正統派科学の指令によって人為的に阻止されている。

3. 現在では、唯物論的方法論を土台として、理論物理学の新たな領域——エーテルの気体としての物理的本質、地球近傍空間中におけるエーテルのパラメーター、基本的な運動形態、その他一連の事項を既に決定したエーテル動力学——が創出されている。エーテル動力学は抽象的な哲学的論議の領域から脱出し、物理過程の具体的なモデル化、具体的な計算、そして具体的技術の創出の領域に入った。未来はエーテル動力学のものである。

あとがき 科学と疑似科学

V.I.レーニンの著書『唯物論と経験批判論』は、経験批判論的な発展の道筋を進んだ場合にいったい何が生じるかについての、物理学者たちに対するタイムリーな警告であった。V.I.レーニンのこの著書は、かつて我が国のすべての大学で学習が義務づけられていた。したがって、高等教育を受けたすべての人々はこの本を知っている。また、我が国だけでなく、世界中のすべての理論物理学者もこの本を知っていることはまったく疑いない。もちろん、自然科学哲学の領域で研究を行っているすべての哲学者もこの本を知っている。

現代の傑出した思想家の一人である弁証法的唯物論者のこれほどまでに深遠な哲学的著作はそうのように広く知られているのだから、この著作の観点に同調し、この著作を引用さえしているすべての者は、彼の警告と忠告に従っているに違いないと思えるかもしれない。ところが、そんなことはない！ 学習は学習として行われ、引用は引用として行われているのであって、物理理論の開拓の領域における現実の活動は、V.I.レーニンの観点とはまったく無関係に行われているのである！

理論物理学者たちは V.I.レーニンの警告を聞き入れなかった。彼らはアインシュタインの相対性理論から一種の宗教を創出し、その上（しかも今なお）、相対性理論をあえて脅かそうとする勇気を持つ、あらゆる者を蔑視している。つい最近、ロシアでは V.L.ギンズブルク（彼はその後ノーベル賞受賞者となった）の事実上の指揮の下でロシア科学アカデミーの枠内に「疑似科学・科学研究捏造対策委員会」が創設された。この委員会は、大胆にも、何が科学的で何が非科学的かの判定を行っている。この委員会において科学性の主要な判定基準とされているのは、相対性理論と量子力学の公準に対する新理論の一致である。ところが、この委員会は科学と宗教の統合という理念に対しては完全に寛容な態度を取っている……。

現代物理理論とそれを擁護している「科学者」たちは、観念論という泥沼にはまり込んで身動きが取れない状態になっている。これは同情に値する。物理理論を含む自然科学の哲学の領域を専門とする哲学者たちがそのような状態を正当化する方向に進み始めたこともまた、さらにそれ以上に同情に値する。彼らは、相対性理論と量子力学は唯物論的思想の最新の成果であると宣言し、「ビッグバン」や「宇宙の始まり」に賛同し、理論からエネルギーの物質*的担体を追放し、エネルギーと質量は同一のものである等々といったことを認めることにより、理論物理学者たちの支配的な観念論的学派に気に入ってもらえさえすればいいという心構えを持った者たちなのである。

物理学のお産の廃棄物〔本書 15 頁参照〕が豪華な花を咲かせ、それによって物理学自体を追い払った。それゆえ、前方には、物理理論における唯物論の陣地を回復するための大きな闘いが待ち受けている。しかし、現代理論物理学の諸学派が世界的学派となっているにもかかわらず、そしてそれらは様々な研究・教育機関と研究・教育コース、教師と学生を持ち、十分な資金を供与され、社会によって認められているにもかかわらず、それらの諸学派は滅亡を運命づけられている。なぜなら、いつまでも嘘によって生き、抽象の世界で遊び続けることはできないからである。物理学における唯物論の勝利は不可避であり、しかもそれは目前に迫っている。

今日、物理学の前には次の 3 つの課題が立ちまわっている。

1. 世界には運動する物質*以外の何ものも存在しないというエンゲルスとレーニンの命題にもとづいた科学発展に関する現代的な唯物論的方法論を創出すること。
2. 虚構や先入観から真の成果を分離するため、自然科学によって達成されたすべてのものの見直しを行うこと。

3. あらゆる物質*的形成物の内部構造とあらゆる物理現象の内部メカニズムを理解すること。

現段階においては、それは、物質素粒子に続く物質*の組織化のより深いレベル——エーテル、すなわち世界空間全体を満たし、あらゆる種類の物質のための構築材料となっており、その運動があらゆる種類の力場と相互作用の場の本質をなしている物理的媒質——への移行によって達成することが可能である。

文 献

まえがき

1. **Lenin V.I.**「唯物論と経験批判論. ある反動哲学についての批判的覚え書」,『全集』(第 5 版), 第 18 巻, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1961.
2. **Atsukovsky V.A.**『唯物論と相対論. 現代理論物理学の方法論に対する批判』(V.I. レーニン『唯物論と経験批判論』出版 100 周年に寄せて), ロシア自然科学アカデミー, モスクワ, Petit, 2009.

第 1 章

1. **Solodkov M.B.**「物質*的生産」,『ソビエト大百科事典』(第 3 版), モスクワ, 第 21 巻, 36 頁, ソビエト百科事典, 1975.
2. **Atsukovsky V.A.**「社会的生産の構造と分業」, **Atsukovsky V.A.**『共産主義イデオロギーの基礎と現代』所収, モスクワ, IDSP, 2004, 18~21 頁.
3. **Marx K.**「経済学批判」,『マルクス=エンゲルス全集』(第 2 版), 第 13 巻, 7 頁.
4. **Atsukovsky V.A.**『現代自然科学の哲学と方法論. 連続講義』, モスクワ, Petit, 2005.
5. **Lenin V.I.**「唯物論と経験批判論」,『全集』, 第 18 巻.
6. **Atsukovsky V.A.**『唯物論と相対論. 現代理論物理学の方法論に対する批判』(V.I. レーニン『唯物論と経験批判論』出版 100 周年に寄せて), ロシア自然科学アカデミー, モスクワ, Petit, 2008.
7. **Einstein A.**「相対性原理とその帰結」(1910),『科学論集』, モスクワ, Nauka, 1965, 第 1 巻.
8. **Atsukovsky V.A.**『相対性理論の論理的・実験的基礎』, モスクワ, MPI, 1990 ; 同『相対性理論の基礎に関する批判的分析』, モスクワ, Petit, 1996.
9. **Lenin V.I.**「戦闘的唯物論の意義について」『全集』, 第 45 巻, 23~33 頁.
10. **Engels F.**『自然の弁証法』, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1969 ; 同『反デューリング論』, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1983.
11. 『20 世紀物理学における唯物論と観念論』, 論文集, 編者 : V.N. Ignatovich, 監修 : V.A.Atsukovsky, モスクワ・キエフ, Petit, 2008.

第 2 章

1. **Bazilevsky S.A., Varin M.P.**「アインシュタインの誤謬」, 論集『現代自然科学における空間と時間の諸問題』, サンクトペテルブルク科学アカデミー, サンクトペテルブルク, 「自然と我々」協会, 1991.
2. **Herneck F.**『アルベルト・アインシュタイン』, モスクワ, Mir, 1979, 112 頁.
3. **Vavilov S.I.**「相対性理論の実験的基礎」(1928),『S.I. ヴァヴィロフ論文集』所収, モスクワ, Nauka, 1965, 第 4 巻, 61 頁.
4. **Einstein A.**「運動物体の電気力学」,『科学論集』, モスクワ, Nauka, 1965, 第 1 巻, 7 頁.
5. **Khvolson O.D.**『相対性原理』, サンクトペテルブルク, 1914, 8 頁.
6. **Mandelshtam L.I.**『光学・相対性理論・量子力学講義』, モスクワ, Nauka, 1972, 134 頁.
7. **Kobzarev I.Yu.**「相対性理論」,『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 18 巻, 623~628 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1974.
8. **Einstein A.**「相対性原理とその帰結」,『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965.
9. **Tsarev V.A.**「電磁相互作用」,『物理学百科事典』, モスクワ, ソビエト百科事典, 1966, 467

頁.

10. **Einstein A.** 「エーテルと相対性理論」(1920), 『科学論集』, 第 1 巻, 682~689 頁, モスクワ, Nauka, 1965 ; 同「エーテルについて」, 同書, 第 2 巻, 154~160 頁.
11. **Atsukovsky V.A.** 『相対性理論の論理的・実験的基礎』, モスクワ, MPI, 1990 ; 同『相対性理論の基礎に関する批判的分析』, モスクワ, Petit, 1996.
12. **Morley E.W., Miller D.C.** 「フィッツジェラルド-ローレンツ効果の検出実験に関する報告」, 論文集『エーテル風』所収, 監修: 工学博士 V.A. Atsukovsky, モスクワ, Energoatomizdat, 1993, 35~42 頁; **Miller D.C.** 「エーテル風」(ワシントン州科学アカデミーで行われた報告), 『物理科学の成果』, 1925, 第 5 巻, 177~185 頁, 同書所収, 62~71 頁; 同「ウィルソン山における 1925 年のエーテル風検出実験の意義」, 同書所収, 71~95 頁; 同「1927 年 2 月 4・5 日にカリフォルニア州パサデナ市ウィルソン山天文台で開催されたマイケルソン-モーリーの実験に関する会議」, 同書所収, 112~173 頁; 同「エーテル風に関する実験と地球の絶対運動の決定」, 同書所収, 185~259 頁; **Michelson A.A., Pease F.G., Pearson F.** 「マイケルソン-モーリーの実験の再実施」, 同書所収, 177~178 頁; **Pease F.G.** 「エーテルの運動に関するデータ」, 同書所収, 179~185 頁.
13. 『マルクス主義の旗の下に』, 1938, 第 1 号.
14. **Sonin A.S.** 『「物理学的観念論」. あるイデオロギー的キャンペーンの歴史』, モスクワ, 国営物理数学文献出版所, 1994.
15. **Vizgin V.P.** 「現代物理学理論に対する非常識な批判との物理学者たちの“30 年戦争”における核の盾」, 『物理科学の成果』, 第 12 号, 1999, 1263~1389 頁.
16. **Frenkel' Ya.I.** 『新物理学の夜明けに』, レニングラード, Nauka, 1970, 136-146 頁, 169-171 頁.
17. **Zisman G.A.** 「ローレンツ変換」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 15 巻, 26 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1974 ; **Lorentz H.A.** Collected papers. Vol. 1-9. Hague, 1934-1939.

第 3 章

1. **Rutherford E.** 「原子の構造と人工元素変換」, 英語からの翻訳/監修: G.I. Flerov, 『科学論文選集』, 第 2 巻, モスクワ, Nauka, 1972.
2. **Heisenberg W.** 『量子力学の物理的原理』, ドイツ語からの翻訳, レニングラード・モスクワ, 国営技術理論文献出版所, 1932.
3. **Berestetsky V.B.** 「量子力学」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 11 巻, 572~582 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973.
4. **Timiryazev A.K.** 『物質*の運動論』, モスクワ, モスクワ国立大学出版部, 1954 ; 同『理論物理学入門』, モスクワ, 国営技術理論文献出版所, 1933.
5. **Bohr N.** 『スペクトルと原子構造に関する 3 つの論文』, モスクワ, 国営出版所, 1923 ; **Bohr N.** Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik. // Naturwissenschaft 1928. H. 15. S. 245. [量子公準と原子論の新たな展開]
6. **Madelung E.** Quantentheorie in hydrodynamischer Form // Zeitschr. f. Phys. 1926. Vol. 40, No. 3, 4, S. 322. [流体力学的形式での量子論]
7. **Eddington A.** A new derivation of the quadratic equation for the masses of proton and electron // Proc. of t. Royal Soc. 1940. Vol. 174, p. 16.
8. **Ioffe A.F.** 『現代物理学の基礎的理解』, レニングラード・モスクワ, 国営技術理論文献出版所, 1949.
9. **Lebedev T.A.** 『微視的世界と巨視的世界の諸現象の間の連続性について』, モスクワ, 国立エネルギー研究所出版部, 1976.

10. **Shipitsin L.A.** 『ド・ブロイ波かカルマン波か?』, モスクワ, 海洋流体物理学研究所, 1984 ; 同『電気力学と量子力学の流体力学的解釈』, モスクワ, MPI 出版所, 1990 ; **Tartakovsky P.S.** 『物質*波理論の実験的根拠』, モスクワ・レニングラード, 国営技術理論文献出版所, 1932 ; **Ramsey N.F.** 『分子ビーム』, 英語からの翻訳, モスクワ, 外国語文献出版所, 1960 ; **Goodman F.O., Wachman H.Y.** 『表面による気体散乱の動力学』, 英語からの翻訳, モスクワ, Mir, 1980 ; **Williams B.** // J. Chem. a. Phys. 1971. Vol. 55, p. 135; **Roshko A.** // J. Fluid. Mech. 1961. Vol. 10, P. 345; **Stern O.** // Zts. F. phys. 1926. Vol. 53, p. 766; Vol 61, p.95; **Zahl H.** // Phys. Rev. 1931. Vol. 38. P. 977.
11. **Jammer M.** 『古典物理学と現代物理学における質量の概念』, モスクワ, Progress, 1967.

第 4 章

1. 第 3 章の [1~4, 8~25] 参照 ; **Zhdanov Yu.A., Kedrov B.M.** 「化学」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 28 巻, 279~284 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1978 ; **Linus Pauling** 「化学結合」, 同書, 261~266 頁 ; **Boreskov G.K.** 「触媒反応」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 11 巻, 516~517 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1974 ; **Boreskov G.K., Samakhov A.A.** 「触媒」, 同書, 517~519 頁 ; **Balandin A.A.** 『触媒作用の多重項理論』, 第 1 部~第 3 部, モスクワ国立大学出版部, 1963~1970 ; **Kuznetsov S.P.** 「原子物理学」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 2 巻, 398~403 頁, ソビエト百科事典, 1970 ; **Elyashevich M.A.** 「原子」, 同書, 389~394 頁 ; **Shapiro I.S.** 「原子核」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 30 巻, 456~461 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1978 ; **Barit I.Ya.** 「原子核反応」, 同書, 442~444 頁 ; **Komar A.A.** 「素粒子」, 同書, 130~137 頁.
2. **Myakishev G.Ya.** 「電気」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 30 巻, 48 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1978 ; **Maxwell J.C.** 『電磁場理論に関する著作選集』, モスクワ, 国営技術理論文献出版所, 1952 ; **Maxwell J.C.** A treatise on electricity and magnetism. Vol. 1-2. Oxford, 1983; **Ampere A.M.** Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience. Paris, 1826. [実験のみから推論された電気力学現象の数学的理論]
3. **Naan G.I.** 「宇宙論」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 13 巻, 256~258, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973 ; **Pikel'ner S.B.** 「宇宙進化論」, 同書, 251~254 頁 ; **Einstein A.** 「宇宙論の諸問題と一般相対性理論」, 『科学論集』 (第 1 巻) 601~612 頁, モスクワ, Nauka, 1965 ; 同「宇宙論的構造について」, 同書 (第 2 巻), 407~415 頁 ; 同「宇宙論の問題について」, 同書, 597~613 頁.
4. **Naan G.I.** 「宇宙論のパラドックス」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 13 巻, 256 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973.

第 5 章

1. **Logunov A.A.** 『相対性理論と重力に関する講義. 問題の現代的分析』 (第 3 版), モスクワ国立大学出版部, 1985.
2. **Logunov A.A.** 『相対論的重力理論と空間と時間に関する新たな理解』, モスクワ国立大学出版部, 1986.
3. **Rodimov B.N.** 『共役量子力学または自励振動量子力学とその相対論的基礎』, トムスク, トムスク国立大学出版部, 1965.
4. **Rodimov B.N.** 『自励振動量子力学』 (第 2 版), トムスク国立大学出版部, 1976.
5. **Kozyrev N.A.** 『線形近似における因果的力学または非対称的力学』, レニングラード, ブルコヴォ天文台出版部, 1958.
6. **Kozyrev N.A., Nasonov V.V.** 「天体観測によって検出された時間のいくつかの性質について」,

『地球と星における宇宙因子の発現』, モスクワ・レニングラード, ソ連科学アカデミー全連邦天文学・測地学協会出版部, 1980.

7. **Kozyrev N.A.** 「物質に対する時間の作用について」, 『現代天文学の物理学的側面』, レニングラード, ソ連科学アカデミー全連邦天文学・測地学協会出版部, 1985.
8. **Dadaev A.N.** 「月の火山活動の第一発見者. N.A.コズイレフ生誕 75 周年に寄せて」. [7] 参照.
9. **Shipov G.B.** 『物理的真空理論』, モスクワ, 1992.

第 6 章

1. **Marx K. and Engels F.** 『全集』(第 2 版), 第 21 巻, 306 頁, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1962; **Bohm D.** 『現代物理学における因果性と偶然性』, 英語からの翻訳/監修: Ya.P.Terletsky, モスクワ, 外国語文献出版所, 1959.
2. **Gastev Yu.A., Esenin-Vol'pin A.S.** 「公理的方法」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 1 巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973; 同「公準」, 同書, 第 20 巻, 423 頁; **Aleksandrov A.D.** 「ロバチェフスキー幾何学」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 14 巻, 586~588 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973; **Petrov A.Z.** 『重力に関する学説の現状』, キエフ, ウクライナ共和国科学アカデミー出版部, 1971.
3. **Akulov V.L.** 「わずかに妊娠しているということはあるか?」, 『経済学・哲学新聞』, 第 52 号, 2006 年 12 月, 4 面.
4. **Lenin V.I.** 「唯物論と経験批判論. ある反動哲学についての批判的覚え書」, 『全集』(第 5 版), 第 18 巻, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1961; **Rey A.** 『絶対的実証主義に寄せて』, サンクトペテルブルク, 1910; *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains.* Paris, 1907 [現代物理学者における物理理論]; **Medvedev B.V., Spirov D.V.** 「A.M.ディラックと場の量子論の基礎的理解の成立」, 『物理科学の成果』, 第 153 巻, 第 1 冊, 59 頁; **Rouzé M.** 「アインシュタインの理論は時代遅れになったのではないか?」, 『平和を守るために』, 1968, 第 84 号.
5. **Ogurtsov A.P.** 「現象論」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 27 巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973; **Motroshilova N.V.** 『現象論的哲学の原理と矛盾』, モスクワ, Vysshaya shkola, 1968.
6. **Heisenberg W.** 『素粒子の統一場理論序説』, モスクワ, Mir, 1968; **Timiryazev A.K.** 『物質*の運動論』(第 2 版), モスクワ, モスクワ国立大学出版部, 1954, 3~8 頁.
7. **Atsukovsky V.A.** 『現代自然科学の哲学と方法論』, モスクワ, Petit, 2005.
8. **Alekseev I.S.** 「科学」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 17 巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1974.

第 7 章

1. **Engels F.** 『自然の弁証法』, モスクワ, 国営政治文献出版所, 1969; **Marx K. and Engels F.** 『全集』(第 2 版), 第 20 巻, 1961.
2. **Atsukovsky V.A.** 『唯物論と相対論. 現代理論物理学の方法論に対する批判』, モスクワ, Energoatomizdat, 1993; 同『弁証法のおよび史的唯物論と現代』, モスクワ, Petit, 2005; **Spirkin A.G.** 「哲学」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 27 巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1973, 412~417 頁; 同『哲学史』(第 1 巻~第 6 巻), モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1957~1965.
3. **Gastev Yu.A., Esenin-Vol'pin A.S.** 「公準」, 『ソビエト大百科事典』(第 3 版), 第 20 巻, 423 頁, モスクワ, ソビエト百科事典, 1975.

4. **Laptev B.L.**「ロバチェフスキー N.I.」,『ソビエト大百科事典』(第3版),第14巻,585頁,モスクワ,ソビエト百科事典,1975; **Aleksandrov A.D.**「ロバチェフスキー幾何学」,同書,587~588頁; **Lobachevsky N.I.**『幾何学選集』,モスクワ,ソ連科学アカデミー出版部,1956.
5. **Lenin V.I.**「哲学ノート」,『全集』(第5版),第29巻,193~195頁,135頁.
6. **Biryukov B.V., Novoselov M.M.**「仮説」,『ソビエト大百科事典』(第3版),第5巻,544頁,モスクワ,ソビエト百科事典,1971.
7. **Mendeleev D.I.**『化学の基礎』,モスクワ・レニングラード,国営化学文献出版所,1947,第1巻.
8. **Shvyrev V.S.**「理論」,『ソビエト大百科事典』(第3版),第25巻,434頁,モスクワ,ソビエト百科事典,1976.
9. **Oshchepkov P.K.**『人生と夢想』,Moskovsky rabochy,1984,151~176頁.
10. **Lenin V.I.**「唯物論と経験批判論. ある反動哲学についての批判的覚え書」,『全集』(第5版),モスクワ,国営政治文献出版所,第18巻,1961.
11. **Heisenberg W.** Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. Zeitschrift für Physik, 1925, **33**. S. 879. [運動論的および力学的関係式の量子論的再解釈について]
12. **Timiryazev A.K.**『物質*の運動論』,モスクワ,モスクワ国立大学出版部,1956.
13. **Maxwell J.C.**「エーテル」,選集『ジェームズ・クラーク・マクスウェル. 論文と演説』所収,モスクワ, Nauka, 1968.
14. **Dirac P.**『量子力学の諸原理』,英語からの翻訳/監修: V.A. Fok, モスクワ, 国営物理数学文献出版所, 1979.
15. **Maxwell J.C.**「数学と物理学の関係について. 英国科学協会数学・物理学部門の報告. リバプール, 1870年9月15日」, 論集『ジェームズ・クラーク・マクスウェル. 論文と演説』所収, モスクワ, Nauka, 1968.

第8章

1. **Vavilov S.I.**「ニュートン物理学におけるエーテル, 光および物質」,『アイザック・ニュートン. 生誕300周年記念論文集』, 監修: S.I.Vavilov, モスクワ・レニングラード, ソ連科学アカデミー出版部, 1953.
2. **Atsukovsky V.A.**「自然科学の発展における主要段階としての物理学革命」,『現代自然科学の哲学と方法論』所収, モスクワ, Petit, 2005.
3. **Kedrov B.M.**「自然科学」,『ソビエト大百科事典』(第3版),第9巻,103~107頁,モスクワ,ソビエト百科事典,1972.
4. **Lenin V.I.**「唯物論と経験批判論. ある反動哲学についての批判的覚え書」,『全集』(第5版),第18巻,モスクワ,国営政治文献出版所,1961.
5. **Atsukovsky V.A.**『唯物論と相対論. 現代理論物理学の方法論に対する批判』(V.I. レーニン『唯物論と経験批判論』出版100周年に寄せて),モスクワ, Petit, 2009.
6. **Atsukovsky V.A.**『共産主義イデオロギーの基礎と現代』所収,モスクワ, IDSP, 2004; 同書第2版,モスクワ, Petit, 2009.
7. **Atsukovsky V. A.**『一般エーテル動力学. 気体状エーテルの理解にもとづく物質構造および場のモデル化』(第2版),モスクワ, Energoatomizdat, 2003; 同『分かりやすいエーテル動力学』,モスクワ, Znanie, 2006.
8. **Galaev Yu.M.**「電波伝播実験におけるエーテル風の効果」,『電波物理学と電子工学』,第5巻,第1号,119~132頁,ハリコフ,ウクライナ国立科学アカデミー出版部,2000.
9. **Atsukovsky V.A., Vasilyev V.G.**『地球のジオパソジェニック放射の検出と中和』,モスクワ,

Petit, 2006.

10. **Atsukovsky V.A.** 『電磁気と電磁気現象の物理学的基礎』, モスクワ, URSS, 2001 ; 同『電磁気現象の物理学的基礎』 (平明に叙述されたバージョン), モスクワ, Petit, 2007.

[訳注] 訳文中の「物質*」について

他の欧米諸語と同様、ロシア語には「物質」を意味する複数の単語がある。物理学で主に使われている用語は「**материя** [materia]」と「**вещество** [veshchestvo]」である。本来、この2つの単語の日常的用法における概念は大きく重なっており、両者の違いを文脈から切り離して定義することは事実上不可能である。しかし、ロシアの物理学界ではこれらの用語の使い分けについてある程度の合意が成立しているように思われる（当然のことながら、両者の概念の具体的な内容は論者の立場によって異なる）。

したがって、ロシア語文献からの訳文の理解に混乱を生じさせないためには、両者を訳し分けなければならない。しかし、訳者の知る限り、これらの用語に対応する日本語の物理学用語は「物質」の1語しか存在しないため、異なる用語によって訳し分けることはできない。そこで訳者は、多少煩わしさを感じさせるかもしれないが、「материя」は「物質*」、「вещество」は単に「物質」と表記することで両者の違いが分かるようにしている。

かなり大まかな括り方をすると、「**материя** (物質*)」は「**вещество** (物質)」の上位概念であり、「**материя** は **вещество** および場などからなる」と言うことができる。おそらく、日常的な語感では、日本語の「物質」から思い浮かぶのは「**вещество**」のほうであろう。

ロシア語版 Wikipedia の記事「Материя」は次のように説明している（一部のみ抜粋）。

「**материя** —— 客観的現実、空間の内容物、科学および哲学の主要カテゴリーの一つ、物理学の研究対象。

物理学は、空間と時間（時空）の中に存在する何ものかとしての **материя**（ニュートンに始まる理解——空間は事物の入れ物、時間は事象の入れ物）、または空間と時間の性質をそれ自体が与える何ものかとしての **материя**（ライプニッツに始まり、後にアインシュタインの一般相対性理論において表現された理解）を記述する。時間の中で様々な形態の **материя** とともに生じる変化が物理的現象をなす。物理学の主な課題は、あれこれの種類の **материя** およびその相互作用の性質を記述することにある。

主な種類の **материя**

現時点では3つの形態の **материя** が存在する。

・ **вещество** —— ハドロン物質、バリオン物質／古典的理解における物質、反物質／中性子物質／その他の種類の物質／クォークグルーオンプラズマ／仮説上のプレクォーク超高密度物質*形成物

вещество とは異なり、場の内部に空虚はなく、場は絶対的な稠密性を持っている。

・ 場（古典的意味での） —— 電磁場、重力場／量子場

・ 物理的本性が不明な物質*的对象物 —— 暗黒物質*、暗黒エネルギー」