

この訳文は, "Артеха С.Н., **Критика некоторых аспектов теории относительности: Пространство. Время. Тяготение.** Материалы IX Международной научной конференции 7-11 августа 2006, С-Пб: "Тесса", 2007, с.7-17." (S.N.アルテハ「相対性理論のいくつかの側面に対する批判」, 『空間・時間・引力. 第9回国際科学会議(2006年8月7~11日)資料』(サンクトペテルブルク, Tessa, 2007), 7~17頁所収) のロシア語原文からの全訳である。  
 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: 2015年8月

---

## 相対性理論のいくつかの側面に対する批判

S.N.アルテハ

ロシア科学アカデミー宇宙科学研究所  
 ロシア, 117997, モスクワ市プロフソユーズナヤ通り 84/32  
 E-mail: arteha@mx.iki.rssi.ru

本論文は相対性理論の一連の命題に対する批判的分析, ならびにこの研究対象に関連する諸問題をテーマとするものであり, この理論の論理的矛盾に大きな注意が払われる。

*Arteha S.N. Criticism of some aspects of the relativity theory.* The paper is devoted to the critical analysis of some positions of the special relativity theory (SRT) and to the questions connected with this subject. Significant attention is given to logic contradictions of the SRT.

### はじめに

概して相対論者たちは「自分の殻に閉じこもる」ことを好み, 相対性理論に対する批判的な意見には耳を傾けず, 自分に反対する者の論文は読もうともしない。彼らはある明確な目的に従い, 相対性理論にはあたかもそれを裏付ける数多くの実験があり, 彼らの推論の論理は無矛盾であるかのような神話を創り出した。あるアカデミー会員は相対性理論を九九表になぞらえさせた。おそらく, そのアカデミー会員は, 誰かが明らかなたわごとを書いたとしても, 段落と段落の間に九九表が置かれていさえすれば, その「計算」を検証してその「理論」を支持するよう皆に要求するに違いない。実際には, 彼らの「防御線」のごく稀にしかないお手本は, 次に示す「アネクドートからなる軍操典」の原理に従って構築されているのである。すなわち,

第1条 相対論的教義こそは, 唯一正しきものである。

第2条 すべての手順は, 指示された相対論的アルゴリズムに厳格に従って遂行せよ。「余計な」質問を発するな。注: 相対論的解釈に何らかの困難が生じたときは, 相対性理論にとってより都合の良い別のスキーム, ただし, 従来のもとのどこか似通ったスキームをでっち上げよ。

第3条 最初に戻って第1条を読め。

このような「論理」の欠陥は容易に見て取ることができる。第1に, もっぱらある1つ

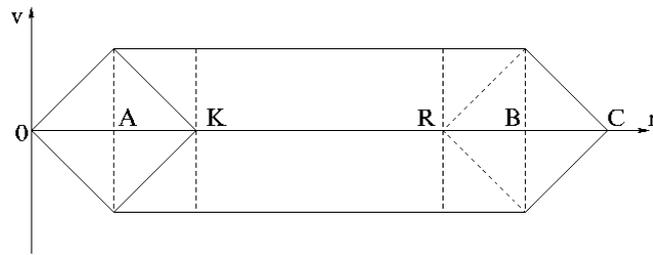


図1. 双子のパラドックスにおける加速の「役割」

の閉じた数学的アルゴリズムの枠組みの内に身を置いていれば、それ以外の物理的諸性質や数学的アルゴリズムに対するその矛盾性に気付かずにいることができる（ゲーデルの不完全性定理、あるいはもっと簡単な例として、28を7で割ったら13が得られ、さらにこの「等式」が3種類の方法で「検証」されたという、子供向けシリーズ番組『エラーシュ』で放映された有名な小話<sup>〔訳注〕</sup>を思い出していただきたい）。第2に、相対論者たちは反対者たちの批判に対してもっと注意深い態度を取る必要があるということは、有名なフェルマーの大定理を例に取れば、きわめて簡単に理解することができる。次数 $n$ の様々な指数に関して確認された何十万もの事例、そして検証された何百万もの $x, y, z$ は、350年間、この定理を証明することができなかつたが、もし誰かが偶然、たった1つでも反証例を見つけたとしたら、この定理は覆されたはずである。すなわち、無限個(!)の裏付けは、たった1つの反証に優ることはできないのである。相対論者たちは、彼らによってその矛盾が意図的に隠蔽されている事例の数を競うのではなく、反対者たちによって見出されたまさにその矛盾について考えてみるべきであるという理由は、まさにここにある（もちろん、相対論者たちが関心を持っているものが自分の権力ではなくて、真理であるならば、の話であるが）。そしてその矛盾は、相対性理論のすべての重要な側面において発見されているのである [1]。

## いくつかのパラドックス

伝統的な双子のパラドックスから始めよう。多くの相対論者たちはこのパラドックスを「説明」するため、双子の一方の加速度を引き合いに出している。特殊相対性理論に従えば、加速がない場合には、それぞれの兄弟の意見によれば、他の兄弟はより若くなければならないということを思い出そう。しかし、図1からわかるように、加速度を伴う区間 $|OA|$ および $|BC|$ は同じ大きさのものとして記録することができる。ところが、絶対値が一定である大速度での飛行区間 $|AB|_i$ の距離は、相異なる場合 $i$ について、任意に変えることが可能である。すなわち、例えば、この距離を最初の距離の3.5倍、等々というように選択することが可能なのである。

それらの相異なるすべての場合について、双子の年齢における相異なる差 $\Delta T_i$ を同じ加

〔訳注〕 『エラーシュ "Ералаш"』 はロシアの子供向け人気テレビ番組。ここで引用されている『算数 "Арифметика"』というタイトルの寸劇は youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=FUeb1s-9FoA>) で見る事ができる。なお、タイトルの「算数」の正しい綴りは"Арифметика"である。

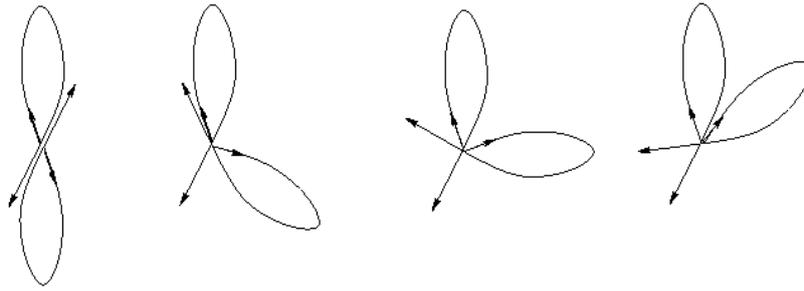


図 2. 等方空間において加速が時間に及ぼす「影響」

速度によって説明することはできないことは明らかである。それだけでなく、家に残っている方の兄弟は、家で怠けていないで、区間/OA|および/AK|における加速運動にのみ「参加」することが可能である（[2] 参照）。それらの区間は、宇宙飛行士である兄弟におけるのと完全に同じである（家に残っている方の兄弟は、宇宙飛行士である兄弟が R 地点を通過する予定時刻にスタートする）。したがって、アインシュタイン、パウリ、ボルンらがしがみついていた双子のパラドックスの元々の「説明」、すなわち加速度を用いた「説明」は、科学的価値のない説明として、埃だらけの古文書保管庫に放り込んでしまってもよい。

宇宙飛行士たちの相互加速が時間の進行の差をもたらさず得ないことは、容易に証明される。その証明は、図 2 に描かれている 2 つの同じループを使えば最も簡単に行なうことができる。宇宙飛行士たちは同一地点からスタートし、それらのループ上で同じ大速度に達するまで加速した後、再び同一地点を同時に通過する。当然、課題の対称性から、加速時間の間における彼らの年齢の変化は同じになり、このことはスタート地点にいる観測者によって確認される。

加速度はベクトル量であることを思い出そう。我々はループのうち的一方を、その形状を変えることなく、スタート地点に対して任意の角度だけ方向転換させることができる。そしてその場合、宇宙飛行士たちの相対加速度は相異なったものとなるにもかかわらず、どの場合にも、彼らの年齢は同じ大きさだけ変化することになる。これは、空間の等方性という性質の発現である。

さらに、我々はこれら 2 つのループに、同じ一定速度で運動するための同じ直線区間を接合することができる。これらの区間の各端には、同じ方向転換ループを接合することができる。したがって、宇宙飛行士たちは同じように加速し、加速の停止後に同一地点を通過し、方向転換した後、一定速度で反対方向に飛行し、先ほどの加速ループに沿って同じように減速する。課題の対称性から、双子の宇宙飛行士たちの年齢は明らかに同一となる。

今度もまた、双子の一方 (II) の軌跡を、双子 I に対してスタート地点の周りに任意の角度だけ方向転換させることができ（図 3 参照）、速度のベクトル性により、彼らの相対速度は変化する。つまり、特殊相対性理論によれば、年齢は変化しなければならないということになるが、これは明らかに馬鹿げている（空間の等方性と矛盾している）。

次に、実在すると称される棒の相対論的方向転換に関連する、空間のパラドックスについて検討しよう。ある長さ  $L$  の細い棒が  $X$  軸に沿って速度  $v$  で飛んでおり、同じ寸法  $L$  の開口部を持つ板が、古典的な場合には棒がきっかりとその開口部に入り込むことになる

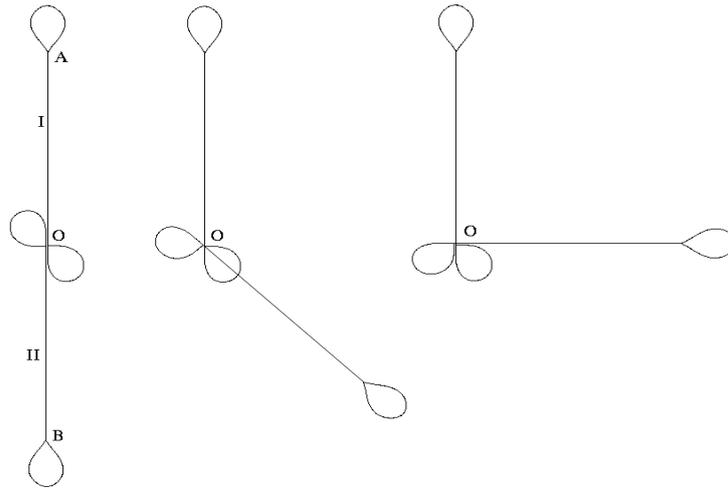


図 3. 飛行方向に対する双子の年齢の非依存性

ような仕方で、 $Z$  軸の方向に棒へ向かって速度  $\mathbf{V}$  で飛んで来るという課題を思い出そう (図 4)。相対論者たちは、棒の相対論的方向転換を導入する方法により、相異なる観測者たちの示度における矛盾を「取り除こう」としている [3]。しかし、棒の方向転換の相対論的角度をめぐる状況は、ごく初歩的なやり方でドラマチックなものにすることができる。なぜなら、その角度は速度比に一意的に依存しているからである。我々の棒に沿って、それより小さい別の棒  $l$  がある速度で滑動しているとしよう。両方の棒上の観測者たちは、2 つの棒の間に隙間はないと主張するだろう。ところが、特殊相対性理論によれば、2 つの棒の相異なる速度 ( $\mathbf{v}$  と  $\mathbf{v}_l$ ) の結果として、板上の観測者にとっては、大きい棒  $L$  と小さい棒  $l$  は板に対して相異なる角度だけ方向転換していなければならない。すなわち、特殊相対性理論においては、小さい棒は大きい棒に対して上方に方向転換していることになり、したがって 2 つの棒の間には隙間が出現する。明らかな矛盾が得られる。

統一体をいくつかの部分に分割するというアイデアを利用すれば、この矛盾をさらに鮮明なものにすることができる (このアイデアは、ガリレイが落下物体の質量に対する自由落下加速度の非依存性を証明する際に初めて適用したものである。特殊相対性理論へのその輝かしい適用については、例えば [2] を参照のこと)。その場合、棒  $l$  を単一の統一体とみなすとすると、なんと、その棒の 2 番目の半分が、それに沿って滑動が行なわれている大きい棒の上方のある高さまで持ち上げられているという、ある 1 つの状況が得られるのである (図 4 参照)。しかし、小さい棒が現実の 2 つの半分からなっているとみなすとす

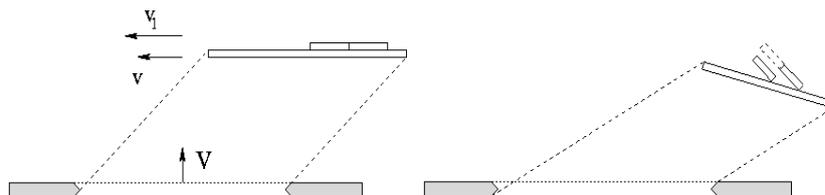


図 4. 棒の「方向転換」と空間の一様性

ると、この状況は、棒の2番目の半分にとっては、座標原点が移動した場合とまったく同じ状況となる。そしてこれら2つの半分はそれぞれの後端が大きい棒の上に乗った状態となるが、2つは空間的に切り離されている(図4参照)。後者の状況はとりわけ奇妙である。なぜなら、寸法がゼロの断面は、いかなる方向転換が生じようと、あるいは相対論的係数が乗じられようと、ゼロのままではなければならないからである。我々は大きい棒の上方で小さい棒たちを方向転換させたわけだが、それは、特殊相対性理論に調子を合わせ、この理論にさらに少々おもねってそうしたのだということに留意しよう。実際には、相互によって透過不能な現実の固体は、特殊相対性理論にはまったく存在しないのである。特殊相対性理論のすべての公式は閃光に関して得られたものであり(閃光モデル)、閃光は互いを通過する性質を持っている。その結果として、小さい棒の中央にいる観測者の証言と整合させるためには、1つの棒は別の棒を通過するなどと仮定するより他はない(現実のモデルとの不条理な不一致)。

このように、相対性理論の考え方は、空間の一様性(座標原点の平行移動の可能性)とといった、相対性概念の検証済みの重要要素との間でも矛盾をきたしているのである。

## ローレンツ変換

特殊相対性理論は単に新たな幾何学なのであり、まさにそれゆえにこの理論は無矛盾であるという、一部の相対論者たちによって流布されている決まり文句は、まったく奇妙に思われる。彼らは、物理学とは、研究対象となる現象に直接影響を及ぼす諸現象の原因および具体的な諸メカニズムの研究に取り組む学問であることを思い出さなければならない。もちろん、物理学においては数学的解を得るために座標変換(例えば共形変換)がしばしば利用されている。本質的には、それは初歩的な代入計算(学校生徒や学生の数学の問題の中に「山ほど」あるような)にすぎない。しかし、もし無名の誰かが「いったん正しい解が得られたということは、それはすなわち、全宇宙が円の外部領域から内部領域に「変換された」ということだ」と主張したとしたら、すべての物理学者は、そのような言明はどこに位置付けられるべきかを理解するだろう。ところが別の人間、今度はとても偉大な相対論学者が「私は、隣りのパン屋に入りながら全宇宙を圧縮した」と言うと、「太鼓持ち」の群れが、そのたわ言の正しさを証明し始めるのである(どうやら、彼らはかわいそうに、子供時代に童話の『裸の王様』を読んだことがないらしい)。そしてこの場合、ローレンツ変換の存在は何の関係も持たない。

第1に、ローレンツ変換は波動方程式の数学的不変量のうちの1つであるにすぎないのであって、唯一の不変量ではない。ローレンツ変換以前にも、例えば、やはり波動方程式の不変量であるフォークト変換が発見されていた。

第2に、数学そのものからは、いかなる物理学的原理も導き出されない。すなわち、不変性という性質は、方程式における演算と文字の組み合わせによって完全に決定される。特に、光速 $c$ ではなく、音速が含まれているローレンツ変換は音響学上の若干の課題のために利用することが可能であるが、それはまさに、その変換が不変量になるという理由によっている。

第3に、ローレンツ変換は真空中での光の伝播過程から得られたものである。これはき

わめて個別的な物理現象であり、したがってその一般性を過大評価してはならない。ある数式が、ある定数  $c$  を持つローレンツ型変換に対して不変であることが分かったとしても、それはせいぜいのところ、その方程式のいくつかの特殊解の中に、速度  $c$  で伝播する性質を持つ波動タイプの「表面」が存在することを意味しているにすぎない。しかも、それ以外の方程式については言うに及ばず、選ばれたその方程式にさえ、独自の不変変換を持つさらに別の特殊解が存在する可能性がある。つまり、数学の場合、不変性という事実からは、いかなる一般的な数学的結論も導き出されないのである。特殊現象から「シャボン玉をふくらませよう」と試みているのは、相対論者たちだけである。すべての原子はその構成のうちに電子を持っている、そして原子核は陽子を持っているという根拠だけにもとづき、水素の場合の熱伝導率、あるいは水素プラズマの性質に関する方程式の不変量から、全世界に共通する結論を導き出す者は誰もいない。光の場合にも、1つのスカラー定数  $c$  にもとづいて現実の物質中における光の速度を決定することはできない。

我々の世界においては電磁現象が大きな役割を果たしているにもかかわらず、媒質中における擾乱は音速で伝播する。そしてその速度もまた、1つの定数  $c$  によっては決定されず、具体的な物質に依存している（例えば、結晶中ではその速度は異方的である）。

### マクスウェル方程式の不変性について

特殊相対性理論で幅広く利用されているマクスウェル方程式の不変性に関する「原理的」問題についてより詳しく吟味してみよう。教科書 [4] においては、電気力学の基礎方程式系には次の（微分形式で）4つの方程式が含まれている。

$$\begin{aligned} \operatorname{rot}\mathbf{H} &= \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}, & \operatorname{rot}\mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \operatorname{div}\mathbf{D} &= 4\pi\rho, & \operatorname{div}\mathbf{B} &= 0 \end{aligned}$$

しかし、この（座標形式で）8つの方程式の系は、 $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{j}$  および  $\rho$  の（すべての成分を考慮に入れた）16個の量を決定するためには明らかに不十分である。また、媒質の特性も方程式に導入する必要がある。非線形的、非一様、あるいは非等方的な媒質の存在を考慮すると、一般的な形でこれを行なうことは可能とは思われない。線形依存性に関する個別のモデル的理解、すなわち

$$\mathbf{D} = \epsilon\mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu\mathbf{H}, \quad \mathbf{j} = \lambda\mathbf{E}$$

を導入し、3つの新たな未知関数  $\epsilon$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$ （または、モデル的課題の場合は媒質を特徴付ける定数）を含んださらに9つの方程式を追加することが可能であるのは、一定の範囲内に限られる。その3つの関数の単一の不変性については、話題にすることすらできない。例えば、強磁性体や強誘電体の存在を思い出そう。これらにおいてはヒステリシス現象が見られる。すなわち、過程の進行はその履歴に依存している。これらの場合、その挙動はそもそも微分方程式によって記述することはできない。方程式系の一部の不変性のみにもとづいて、「特殊相対性理論のシャボン玉をふくらませ」てもよいのだろうか？ 例えば、任意の方程式から恣意的な断片を分離し、それらの被加数の不変性を悪用することは可能だとしても、明らかに否である！ それだけでなく、ローレンツ変換（双曲的回転）は角度と

角度の間の相関関係を変化させるから、運動参照系（基準系）同士の間での移行に際しては、複雑な境界の形状の変化が考慮されなければならない。したがって、任意の媒質中のマクスウェル方程式系は、どの一つの物理的変換に対しても不変とはなり得ない。

最初の4つの方程式は、真空中の場について考察を行なう際に限り、独立した関心を引く可能性がある。しかし、真空中のマクスウェル方程式のローレンツ変換に対する不変性は、それ以外の諸現象に関してはまったく何も意味していない。第1に、空虚な空間においては、我々は線分の半分を切り取り、それを2倍に拡大し、元と同じ線分を得ることができる。それゆえ、空虚な数学的空間においては、任意の参照系、任意の無矛盾な幾何学、あるいは任意の換算係数を利用することが可能である。これは、数学的記述の便宜のみにもとづいて決定することができる。しかし、空間内における現実の物理的な物体と場の存在は、自然な基準点、固有の尺度、および対象物との相互関係を指定する。これら全体が、現実の物理的空間と空虚な数学的空間との違いを決定付ける。第2に、いくつかの種類の相互作用を持つ、真空中を光速で伝播するという性質は、相互作用の媒質中における伝播速度を決定しない。電磁相互作用が果たしている大きな役割にもかかわらず、媒質中における擾乱は音速で伝播する。（我々の「電磁的」世界の場合には）真空中における定数である定数  $c$  のみにもとづいて気体、液体および固体中における音速や光速を決定することはできない。例えば、あらゆる周波数の光が物質中を伝播できるわけではない（散乱、吸収、減衰、反射を思い出そう）。等方的な空間の中で現実の固体の異方性がどのようにして生じ得るのかは、明らかではない。これらの性質、またその他数多くの性質すべては、真空中のマクスウェル方程式の適用可能範囲を超えている（特殊相対性理論はと言えば、真空中における点状閃光の球対称性を、物質である物体や媒質のすべての性質に対してクローン化することを提案している）。したがって、世界全体の諸性質を真空中のマクスウェル方程式の不変性に合わせてつじつま合わせすること、——それは、特殊相対性理論のあまりにも過大な要求である。第3に、その作用という点で単一なものである場の電気的部分と磁気的部分への分割は、かなり暫定的な約束事であるのだから、これらの人為的に分離された諸部分の不変性は決定的な意義を持ち得ない。

重要なコメント。マクスウェル方程式それ自体は、導入された諸場の諸特性の物理学的測定方法が示された後に初めて、物理学的な意味を獲得することができる。今日までのところ、そのような「閉じた方程式」となっているのは、ローレンツ力の下における荷電粒子の運動方程式である。

### 諸力および現代的形態の電気力学に関するコメント

しばらくの間、本題から脱線した話をしよう。諸力はいかなる量に依存している可能性があるのか（そして一般的な立場から見て、アリストテレスとニュートンのアプローチの違いはどこにあるのか）？ 物体の相互作用は物体の状態に変化をもたらす。その変化の指標を選ぶ必要がある。アリストテレスは静止状態を基本状態とみなし、指標として物体の運動速度を観測することを選んだ（アリストテレスは運動速度の大きさを、運動を引き起こす力と関連付けていた）。観想のみで満足できるなら、そのような  $\mathbf{v} = \mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  の選択だけで十分事は足りる。

しかし、運動の動力学の創出が試みられるようになると、ガリレイの思考実験の後、アリストテレス的な力の概念は現実の認識と合致しないことが明らかとなった。ただし、完全に正確な見方をすると、この結論は、空虚な空間の存在に対する「第一波相対論者」たち——ガリレイの追従者たち——の信念と関連付けられている（ガリレイ自身は互いに同一な諸孤立系についてのみ検討を行なったのであって、彼の「似非追従者たち」とは異なり、自らの原理を相互浸透的な参照系に適用することはしなかった）。エーテルが存在するとした場合、アリストテレス的な静止状態は局所的にエーテルと関連付けられるが、そのエーテル全体は「一様に不動」である必要はまったくなく、それどころか複雑な渦巻き運動をしている可能性があり、力は、平衡運動とは異なる運動の維持のためにのみ必要とされる。

物体の相互作用の記述方法に関するニュートンの選択はそれとは異なっており、物体の状態変化の指標としては物体の加速度が取られている。ニュートンの第二法則は本質的には「力」の概念の定義なのであって、関数依存性 [functional dependency] の観点から見ると、力と加速度は次元因子（質量）にいたるまで正確に一致している。理想的には、この運動記述方法は（我々になじみのある形式では） $m\mathbf{a} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v})$ と書かれる。しかし、自然は我々に対してその秘密をいつもやすやすと開示してくれるわけではない。すなわち、力に関する理想的な表式の代わりに、実験から見出したものを利用する他はない。諸力の源と媒質の配置および運動が任意の場合について、例えば諸力に関する静力学的表式の知識から出発してそのような「理想的な」諸力のあからさまな表式を見出す問題は、今のところ解決されていない。

いくつかの表式をひとまとめにした表式、 $\mathbf{F} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \dots, \ddot{\mathbf{r}}, \dots)$ から分かるように、すべての導関数はいかなるものによっても特定されておらず、したがって自然の中で現実化している多種多様な諸力を決定することができるのは実験のみである。しかし、ローレンツ力  $\mathbf{F}$  を含んだ相対論的運動方程式は、それとは別のある力  $\mathbf{F}'$  を含んだ古典的なニュートンの第二法則としても書き表すことができる。そのためには、相対論的方程式  $\frac{d\mathbf{p}}{dt} = \mathbf{F}$  の左辺において導関数をあからさまな形で見出し、方程式の左辺と右辺に  $\mathbf{v}$  をスカラー的に掛ける必要がある。すると、次の関係式が得られる。

$$\frac{m(\mathbf{v}\mathbf{v})}{(1 - v^2/c^2)^{3/2}} = (\mathbf{F}\mathbf{v})$$

この式を最初の相対論的方程式に代入すると、力を含んだニュートンの第二法則

$$m\mathbf{v} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left( \mathbf{F} - \frac{\mathbf{v}(\mathbf{F}\mathbf{v})}{c^2} \right)$$

が得られる。

形式的には、この表式においては任意の力を文字  $\mathbf{F}$  として置くことが可能である。しかし、ローレンツ力の作用の下にある荷電粒子以外の何ものかに対して相対論的運動方程式が適用可能であることを示す証拠は、まったく存在しない。ここでは、諸力は、ある系から別の系への移行に伴って変換されるとみなされている。

概して言えば、ある観測系から別の観測系への移行時における諸力の変換というアイデア自体が、実験物理学全体にとってナンセンスである。実際、動力計上のアラビア数字の表示は観測者の運動には依存しない、つまり、力を記録する動力計の示度は観測者の運動によって変化しない。力は、その力の「源」と、その力が加わる具体的な「対象」との間で作用するのであって、ここでは局外者のいかなる目の運動もまったく無関係である（つまり、力は源と対象の性質、およびこれらのものの相互運動のみによって決定することができる）。

ローレンツ力は、様々な時代すべてを通じて電磁力として唯一のものであったわけではない、ということをおぼろげに思い出そう。電磁力の最も有名な表式としては、アンペール力、ウェーバー力、等々があった。もし現代電気力学が自己整合的なものであるとすれば、電場・磁場はそれらの力の作用によって発現するのだから、電磁力の表式は、人為的に導入されるのではなく、マクスウェル方程式から導出されなければならないはずである。そのような表式が I. I. スムリスキー [5] によって得られたが、その表式はローレンツ力の表式とは異なったものとなっている。

ローレンツ力に関する表式は、電磁力として原理的に厳密で無矛盾とみなすことができるだろうか？ 明らかに否である！ 現代電気力学の成果は周知のとおりではあるが、いくつかの批判すべき側面にも留意する必要がある。第1に、現代電気力学においてさえも放射の反作用が補足的に導入されているが、この放射の反作用は無意味な電荷の自己加速をもたらす（この自己加速は、電場・磁場の大きさに条件を課する方法を用いた、公準的な仕方ではしか制限することができない）。第2に、量子力学の誕生それ自体が、ローレンツ力は原子スケールにおける電荷の挙動を適切に記述していないことを物語っている。第3に、粒子ドリフトという有名な現象にとって、ドリフト速度  $\mathbf{v} = c[\mathbf{E} \times \mathbf{H}] / H^2$  が電荷、質量および電場・磁場の大きさ自体には依存せず、電場と磁場の比  $E/H$  にのみ依存しているということは、いささか奇妙である。

このように、現代電気力学の微分方程式系およびその考え方は、原理的に厳密で完全に自己整合的であり、物理学の他の諸分野に対して制限を加え得るだけの能力を持っている、とみなすことはできない。

総括的結論：古典的な空間、時間、そしてあらゆる派生的諸量の古典的概念に回帰する必要がある。これらの古典的概念は実験データの総体の上に基礎を置いており、いかなる個別的理論あるいは方程式系よりもはるかに大きな普遍性を持っている。

## 文 献

1. S. N. Arteha 『相対性理論の基礎に対する批判』、モスクワ、Editorial URSS, 2004.  
<http://www.antidogma.ru>（邦訳：サイト「物理の旅の道すがら」  
<http://naturalscience.world.coocan.jp/>に掲載）
2. O. E. Akimov 『自然科学：連続講義』、モスクワ、UNITY-DANA, 2001.
3. E. Taylor, J. Wheeler 『時空の物理学』、モスクワ、Mir, 1968.（邦訳：E. テイラー, J. ホイーラー 『時空の物理学—相対性理論への招待』、曾我見郁夫, 林浩一訳, 現代数学社, 1991.)

4. D. V. Sivukhin 『電気』, モスクワ, Nauka, 1977.

5. J. J. Smulsky 『相互作用理論』, ノヴォシビルスク大学出版部, ロシア科学アカデミーシベリア支部地質学・地球物理学・鉱物学合同研究所学術出版センター, ノヴォシビルスク, 1999.