

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 5 巻

最初のエーテル動力学的実験と技術

モスクワ 2010 年

В.А.Ацюковский

**НАЧАЛА
ЭФИРОДИНАМИЧЕСКОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Книга 5

**Первые эфиродинами-
ческие эксперименты
и технологии**

Startup of Etherdynamical Natural Science

Book 5. Initial etherdynamical experiments
and technologies

Москва
2010 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 5 巻 最初のエーテル動力学的実験と技術, モスクワ, «Petit», 2010, 全 320 頁.

本書では, その結果がエーテル動力学の諸命題を裏づけている実験——様々な方向性を持った物理実験, エーテル動力学に関する実験, エーテル風の探求に関連した実験——が紹介されている。本書ではエネルギー危機の問題も検討され, エーテルのポテンシャルエネルギーの電気エネルギーへの直接的変換に関する提案が示されている。

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, ロシア自然科学アカデミー会員, 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, ロシア電気工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
- 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的実験と技術 [本書]
- 第 6 巻 最新のエーテル動力学的実験と技術

ISBN 978-5-85101-035-4

© V.A. Atsukovsky, 2010

*****日本語版について*****

本訳書は«В.А. Ацюковский. Начала эфиродинамического естествознания. Книга 5. Первые эфиродинамические эксперименты и технологии. М.: «Петит», 2010. - 320 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 4 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

まえがき	5
第1章 エーテル風の研究	10
1.1. 小史と問題の現状	10
1.2. 不確定的または肯定的な結果を与えた実験	12
1.3. 肯定的な結果を与えた現代の実験	26
1.3.1. アツュコフスキー V.A. レーザーを用いたエーテル風の研究	26
1.3.2. ガラエフ Yu.M. 地球表面近傍空間の等方性研究用のミリ波 干渉計	29
1.3.3. ガラエフ Yu.M. 光速度の異方性測定用の光学干渉計	41
第2章 高周波電磁気現象に伴うジオパソジェニック場およびパソ ジェニック場の研究	56
2.1. 地球によるエーテルの吸収とジオパソジェニック放射	56
2.2. 地震および火山噴火予知のいくつかの可能性について	57
2.3. アツュコフスキー V.A., レオンチェフ A.G. レーザー測定装置と ワイヤー式中和器を用いたジオパソジェニックゾーンの研究	58
2.4. レオンチェフ A.G. B.P.ドドノフの「コルビオ」を用いた垂直 エーテル流の研究	61
2.5. アツュコフスキー V.A., レオンチェフ A.G. ジオパソジェ ニック放射が金属平面に及ぼす影響の研究	64
2.6. アツュコフスキー V.A. 電磁気現象におけるパソジェニック 放射の検出	66
第3章 植物による空気からの炭酸ガス吸収の研究	68
3.1. 問題の現状	68
3.2. ガルキン I.N. 光合成：実験は植物の空気からの栄養摂取と 呼吸の存在を裏づけていない	70
3.3. シェストパロフ A.V. 光合成の際に炭酸ガス吸収は生じて いないという説の検証	74
第4章 レプトン泡の研究	78
4.1. 共有結合が金属の帆に及ぼす力の影響	78
4.2. レプトン泡が印画紙の感光性に及ぼす影響	80
4.3. レプトン泡が誘電率に及ぼす影響	80
第5章 電磁気現象の領域における実験	82
5.1. 導体の相互誘導	82
5.2. アンペールの法則の検証	90
5.3. 変圧器中の巻線間におけるエネルギー伝達	92
5.4. 媒質中における電場の相殺	95
5.5. 電流の圧縮性	97
5.6. 電波の縦方向伝播	98
第6章 エネルギー危機の解決に対するエーテル動力的アプローチ	103
6.1. 一般的課題設定	103
6.2. ヒートポンプ	103
6.3. 曲線軌道に沿った物体の運動について	106
6.4. 気体渦のエネルギー論について	110

6.5. 渦式熱発生器	113
6.6. 通電導体の磁場エネルギー	115
6.7. テスラ変圧器の動作の特徴	117
6.8. ポジティブフィードバックの特徴とエネルギー流の制御	121
6.9. エーテル動力的エネルギー発生器	122
6.9.1. エーテル動力的エネルギー発生器模型の構成図	122
6.9.2. タリエル・カパナゼのエーテル動力的発電機	124
付録 1. V. A. アツェコフスキーの特許（特許第 2261521 号. 電気エネルギーを得るための装置）	126
付録 2. タリエル・カパナゼの発電機模型のデモンストレー ション用写真と特許	131
付録 3. 相対性理論の基礎に関する批判的分析	144
〔訳注〕訳文中の「物質*」について	193

まえがき

全6巻からなるシリーズ『エーテル動力学的自然科学の始動』のこの第5巻では、エーテル動力学的理解を裏づけている、様々な研究者によって行われた実験が紹介されている。それらのうち一部の実験は、エーテル動力学のいくつかの理論的命題を検証したいという実験者自身の願望によって行われたものである。他の実験者による実験は、エーテル動力学とは無関係に行われた。しかし、それらの結果は、エーテル動力学的理解を援用しなければ説明することが不可能であることが判明した。

しかし、実験結果と理論による予想との一致は、理論自体の正しさをまったく意味せず、ただ単に、理論がその実験と矛盾していないということを意味しているにすぎない。

エーテルを否定している特殊相対性理論によって予言されていた実験結果がその予言と一致していたとき、実際には、それらの結果は、最良の場合でも、自然界にエーテルは存在するという理解から出発しているローレンツ変換の正しさを（実験誤差と実験結果の処理方法の限界の範囲内で）裏づけていたにすぎない。肯定的な実験結果は、エーテルを否定しているアインシュタインの理論と、エーテルを肯定しているローレンツの理論のいったいどちらを裏づけていたのか？という疑問が生じてくる。

それゆえ、あらゆる実験の結果の解釈には、物事の実際の状態とはいかなる関係もない先入観が常に存在する。すなわち、各人は実験結果を自分に有利になるように解釈する——相対論者たちは自分に都合のいいように、エーテルの支持者も自分の都合のいいように。エーテル動力学の諸命題の検証を目的として設定された実験に対して同じことが当てはまる。

実際のところ、エーテル動力学の個々の命題の裏づけを目的として設定されたあらゆる実験の結果は、解釈者の哲学的志向と趣味に応じて、きわめて多様な仕方で解釈されることができる。しかし、エーテル動力学自体は、公準 [postulate]、**「原理」**、あるいは公理ではなく、自然科学の歩み全体によって検証された、広く知られている諸事実の分析と一般化にもとづいた厳密な論理の結果であるという特徴を持っている。そのような事実としては、何よりもまず、客観的に存在するあらゆる対象物と過程の物質*性という事実、すべての対象物がその中に配置されている空間の存在という事実、そしてすべての過程を包摂している時間の存在という事実が挙げられる。

空間と時間の中における物質*の運動という単一のカテゴリーに統合されたこれら3つのカテゴリーこそが、それらを普遍的物理不変量とみなす根拠を与えた。そして、このことから、エーテル動力学——すべての物質*的形成物のための構築材料であり、その運動がすべての自然過程と相互作用の本質をなしている気体状エーテルの理論——のそれ以外のすべての命題が論理的に導き出された。この理論におけるそれ以外のすべてのものは、各段階において唯一可能な解へと導く厳密な論理の結果である。

エーテル動力学にはいかなる公準も発明も存在しない以上、そしてエーテル動力学は全宇宙を包摂している以上、まさにエーテル動力学には、実在する世界の構造と一致する最大の可能性全体がある。このことが、他の理論ではなく、エーテル動力学的な世界像を選び取り、実験結果を、他ならぬエーテル動力学の基礎的命題を事実上裏づけている結果として認めるべきであることを決定づけている。

本書の第1章は、エーテル風——宇宙から地球に吹き付けているエーテルの流れ——の研究に関する実験をテーマとしている。この課題の設定は、空間中において絶対的に静止しているエーテルという理解（フレネル-ローレンツ理論）から出発していたJ.C.マクスウェルによって提案されたものであるということ、また、マイケルソンとモ

ーリー——彼らは地下室においてエーテル風を検出しようと試み、「ゼロ結果」を得た（実際には、それは「不確定」な結果であった）——の実験（1881~1887年）のいわゆる「ゼロ結果」が、A.アインシュタインによる特殊相対性理論の創出の土台としての役割を果たし、自然界にエーテルは存在しないという確信に物理学者たちを導いたということを想起するべきである。このことが相互作用エネルギーの物質*的担体を物理的な相互作用の場から奪い取り、物理学全体を袋小路に導き入れた。しかもそれは、自然界におけるエーテルの存在の必要性がそれより後に（1920年、1924年）アインシュタイン自身によって認められたにもかかわらず、また、統計的に有意な堂々たるエーテル風検出結果がケース応用科学学校（カリフォルニア）教授 D.C.ミラーによって得られたにもかかわらず、であった。

現在では、エーテル風の単純で効率的な研究方法が見出されている。それらの方法は前世紀末から今世紀初頭にかけて Yu.M.ガラエフによって現実化された。その研究結果は、1920年代末におけるミラーの結果と完全に相関している。Yu.M.ガラエフと筆者によって開発された1次精度のエーテル風検出方法は、感度が干渉計より4~5桁高い単純な装置を構築することを可能にした。それゆえ、エーテル風の研究が今後も継続され、体系的な性格を持つようになるであろうと予測する十分な根拠がある。

第2章は、ジオパソジェニック場 [geopathogenic field] および高周波電磁気現象に伴うパソジェニック場に関する研究をテーマとしている。ここでは、エーテル流の作用下におけるレーザービームの偏向に注意が払われている。このことが、ジオパソジェニック放射の作用下においてレーザービームが中立位置から偏向することにもとづいたジオパソジェニックゾーン検出用測定装置の模型を創出するとともに、ジオパソジェニック放射の単純な中和方法 [neutralization method] を見出すことを可能にした。

ここには、人間の健康に悪影響を及ぼすジオパソジェニックゾーンの装置による検出とその中和の可能性を裏づける実験の応用的意義だけでなく、そもそもあり得ないとみなされている、きわめて興味深い物理的效果も存在している。すなわち、レーザービーム、つまり光は、その軌道を曲げているのである。これは、普通の方法、例えばジオパソジェニックゾーンの領域中における空気の運動、あるいはその温度の変化による方法によってはけっして説明することができない。なぜなら、それらすべては自然の中だけでなく、閉鎖された室内においても生じている以上、空気の運動や温度の変化は存在しないからである。

この章では、水とインクを用いた単純な実験が紹介されている。その実験は、すべての天体と同様、地球は宇宙空間のエーテルを吸収しており、そのエーテルが第2宇宙速度で地球の内部に入り、地球の質量を増大させていることを確信することを可能にしている。

第3章は、植物の成長は、空気中の炭酸ガスの葉による吸収によって決定されているという正統派生物学の考え方に疑問を呈している。なぜなら、空気中の炭酸ガス含有量は、その過程を確保するためには明らかに不足しているからである。その過程を確保するというクロロフィルの役割が疑問視され、普通の条件下においては、太陽のスペクトルの赤色成分の作用の下で、クロロフィルによって水分子の酸素が炭素——あらゆる植物体の構築材料の重要な部分——に変換されているという仮説が提唱されている。互いにまったく独立に、また筆者ともまったく独立に同一の結論に達した I.N.ガルキン [I.N. Galkin] と A.V.シェストパロフ [A.V. Shestopalov] によって行われた実験は、少なくとも、植物はその葉が外部の空気から遮断された状態でも成長し続けるという他ならぬ事実を裏づけた。これらの実験の結果は、まだその承認と実際的応用を待っている。

第4章では、1960年代から1990年代までの期間、飛行研究所支部、次に航空機設

備研究所（モスクワ州ジュコーフスキー市）において筆者および筆者の助手によって行われた電気力学実験が紹介されている。これらの実験の目的は、エーテル動力学の諸命題から導き出される電磁気現象の物理的本質に関する理解の変化との関連において筆者が得た、理論的結論を検証することであった。

筆者は、有名なマクスウェル方程式を現代化することを余儀なくされた。その結果は、ただちに電磁気学の専門家たちの間で否定的な反応を引き起こした。専門家たちの大部分はマクスウェル方程式を理論的創造活動の極致とみなしている。ましてや、それらの方程式は、実践においてその正しさが完全に証明されている多数の方法の基礎に据えられているのだから、それはなおさらのことである。

しかし、あらゆる対象物と現象の性質の総数は無限大である以上、あらゆる方程式は対象物と現象を部分的にしか捉えていないことを忘れてはならない。個別の方程式によっても、方程式群によっても、全体を捉えることはできない。それゆえ、様々な要求が蓄積されてゆくにつれて、発展がなされなければならない。マクスウェル方程式もけっしてその例外ではない。

ここでは、縦電磁波の存在の裏づけが得られた。普通の電波におけるのとは異なり、縦電磁波中においては、伝播ベクトルの方向と電場強度ベクトルの方向が一致している。さらに、縦高周波は塩分を含んでいる海水中を伝播する可能性を持っているという筆者の予想が裏づけられた。しかし、縦高周波は海水中の深部まで透過する可能性を持っているという予想は裏づけられなかった。すなわち、縦高周波は海水の表層中のみを伝播すること、しかしその代わり、何十 km にも及ぶ大きな距離を伝播することが解明された。

電場の振動時における磁場の相殺に関する検証の結果は注目に値する。ここでは、導電性媒質中に一様に分布した交流電流中には、磁場は存在しないことが理論的に予想され、このことが実験によって裏づけられた。

普通の電気工学には回路の相互誘導という理解しか存在しないのに対し、導体の相互誘導という概念を利用することが可能であることが解明されたことを、特に指摘する必要がある。このことは、航空機搭載通信設備において伝送線路によって送られる信号の形態の決定および差動方式による発信・受信方式の優先的採用にとってきわめて有益であることが判明し、全世界の航空機において適用されている。

第5章は、エーテルからのエネルギー取得に関する実験をテーマとしている。

現在では、その入口で消費されたエネルギーより大きなエネルギーが出口において得られる装置が多数知られていることに注目すべきである。それらの考案者の大部分は、その事実をただ単に記録しているにとどまり、得られた結果の信頼性を疑っている人々からの批判から逃げている。商業的に重要な意味を持つ結果が一部の考案者によって得られている。それは主に、いわゆる熱発生器である。それらの装置では余剰エネルギーは低温熱の形で与えられているため、考案者たちは系を閉鎖系として構築することができなかった。

しかし、近年、ジョージア [=旧グルジア] の発明家タリエル・カパナゼの努力により、3.5 kW および 100 kW の電気エネルギー発生器の実働試作機が創出された。しかも後者の場合は 50 Hz, 220 V の三相電圧であるから、これは既に商業的に利用することが可能である。装置自体の始動は電圧 9 V の「Krona」型蓄電池によって行われ、始動後は蓄電池はオフになる。ここでは、系を閉鎖系として構築することを可能にする、ポジティブフィードバックが実現されている。

COP（成績係数）が 1 を超える装置の実現の方面において多数の考案者たちによって達成された成果にもかかわらず、彼らのうちの事実上誰一人として、自分が得た効果を説明することができていない。すなわち、エネルギーは創出することも、消滅さ

せることもできないことを考案者たちは知っているが、自分の実験においてエネルギーがどこから得られているのか、彼らは語るができないのである。

エーテル動力学は、独自の説明を提案し、すべてを解明している。すなわち、追加的エネルギーは、装置によってその周囲の空間中にエーテル渦を創出することにより、装置の周囲のエーテルから得られているのである。そのエーテル渦こそが、その追加的エネルギーを供給しているのである。

気体渦の周囲空間からのエネルギー集中過程が現実存在していることは、いわゆる「ウッ드의箱 [Wood's box]」が証明している。ウッ드의箱を用いると、トロイダル空気渦を得ることができる。それらの渦において、渦の飛行の第 1 段階における自発的圧縮という特徴が検出された。この事実に対しては、かつて、またそれより後になっても、誰も意義を与えたことがない。しかし、まさにこの過程こそが、エネルギーが拡散せず、逆に集中する反エントロピー過程が自然界に存在していることを示している。

空間中におけるエネルギー集中過程は、最も重要な物理的効果の一つである。宇宙の永遠の存在が確保されているのは、まさにこの効果のおかげであるからである。宇宙においては、ある形態から別の形態へと移行する物理的過程は決して終わることではない。すなわち、エネルギーは、熱力学第 2 法則に従って拡散し、他方においては上記の過程に従って集中しているのである。永遠のエネルギー循環が生じているのであって、その循環は決して減衰しない。

本書の付録 1 には、エーテルからエネルギーを得るための装置に関する筆者の特許が収載されている。この装置に込められている着想の妥当性を裏づける単発的な効果が筆者によって得られたにもかかわらず、この装置の完全な模型を創出することは、今のところ成功していない。そのような開発を行うためには、設備の整った実験室、機器、助手、そして時間が必要とされるが、それは今のところ存在しないからである。

付録 2 には、エーテルエネルギーの電気エネルギーへの変換に関して本格的な結果を達成したタリエル・カパナゼの発電機の模型のデモンストレーション用写真と特許が収載されている。

付録 3 においては、A.アインシュタインの特殊相対性理論が自然界におけるエーテルの存在を否定していることとの関連において、A.アインシュタインの相対性理論の基礎に関する批判的分析が与えられ、また、相対性理論を裏づけている実験とみなされているが、実際にはまったくそのようなものではない実験が示されている。この理論を一義的に裏づけている実験は昔も今も存在したことがなく、最も興味深いことに、そのようなものは存在することができない。なぜなら、それらすべての実験は、相対性理論の承認をまったく要求しない、無数の方法によって解釈することが可能であるからである。

本書を発表する目的は、本書に記述されている実験を再試行することをすべての希望者に推奨し、それにより、エーテル動力学にはまだ多数の未解決の問題が存在するにもかかわらず、A.アインシュタインの相対性理論とは異なり、理論物理学のこの領域は確固たる基礎の上に立っていること、そしてここには重大な未来があることを確信していただくことにある。

例えば電気工学におけるように、一部の既存技術はエーテル動力学の諸命題をはるか昔から利用している。しかしそれは経験的に、試行錯誤法によって行われており、技術者たちは、得られた結果が現代電磁気理論から逸脱していることにはひたすら目を閉じている。諸現象の物理的本質に関するエーテル動力学的理解の基礎においては、そのような矛盾を取り除く可能性が生まれている。

これまでに実施された研究は単純で、しかも比較的費用の安いものであったにもか

かわらず、それらは原理的な性格を持っている。なぜなら、それらの結果は、A.アインシュタインの相対性理論を現代理論物理学の基礎とみなしている既存物理理論と矛盾しているが、しかしエーテル動力学の諸命題と一致しているからである。究極的には、物理学の、つまりは自然科学全体の今後における発展方向を決定する際には、この事情が決定的な役割を演じることになるに違いない。

これまでに実施された実験は、新たな物理理論としてのエーテル動力学を完全に確立させるために行う必要のある実験のリストを満たしているわけではまったくない。それゆえ、ここには、自然科学のすべての領域の利益と関係している、この新たな、きわめて将来有望な領域における理論的・実験的探求のための広大な空間が開きつつある。

本書に掲げられている実験は単純であり、すべての希望者——最高学年の学校生徒でさえ、ましてや学生、技術者、研究者——が再試行することが可能なものである。その作業は、可能な限り幅広い人々の集団によって行われることが目的に適っている。自然科学全体の基礎をなしている理論物理学という重要な科学領域の発展は、まさにその作業に直接的に依存しているからである。

第1章 エーテル風の研究

1.1. 小史と問題の現状

マクスウェルの時代、すなわち 19 世紀末には、自然界にエーテルが存在することに疑いを持つ科学者はいなかった。しかし、エーテルの構造と性質に関する学説は多種多様であった。最も大きな承認を受けた学説の一つは、エーテルは空間中で絶対的に静止しているという、A.フレネルが唱え、後に H.ローレンツが発展させた構想であった。エーテルに関する他の多数の理論、仮説およびモデルの提唱者と同様、この構想の提唱者たちは、その構想の根拠づけをまったく行わず、それによって原理的な観念論的誤りを犯した。すなわち、彼らはエーテルの本性(物質*)を検討することなく、思弁的な命題(意識)を最上位に置き、次にその命題に合わせて諸事実をつじつま合わせした。そして彼らは、それらの事実が彼らの理解と一致しないときは、提唱者たちの大部分がそうしたように、それ以外のことは何も考えずに自分の理論を簡単に放棄してしまうか、あるいは諸事実の分類をし始め、自分の理論に一致する事実は採用するが、一致しない事実は投げ捨てた。アインシュタインの相対性理論のすべての支持者は、昔も今も、最後に挙げた者たちと同じ部類に属している。

地球にはエーテル風が吹き付けているはずであるということを最初に書いたのは J.C.マクスウェルである(1877 年にブリタニカ百科事典に収載された記事「エーテル」)。このエーテル構想によれば、地球は太陽の周りを回るその軌道運動の際に静止エーテルを通過しており、したがって地球表面上でエーテル風("ether drift")が観測されるはずであるから、それを測定する必要がある。

マクスウェルはその記事において、エーテル風の測定に関連する困難を指摘している。当時存在していた唯一の測定方法は、地球の運動速度の方向およびその反対方向に送られる光ビームを利用し、次に、往復するその光束から干渉像を構築するという方法であった。干渉縞のシフトがエーテル風の速度を示すに違いない。しかし、マクスウェルはやはりその記事で、シフト量はきわめて小さいものとなり、それを決定することはおそらくできないであろうと指摘している。

「光が地球表面上のある地点から別の地点まで通過するのに要する時間を観測することによって光の速度を決定することができるならば、互いに逆向きの方向における各運動の観測速度を比較することにより、我々はそれらの地点に対するエーテルの速度を決定することができるかもしれない。ただし、地球上における実験から光速度を発見するために適用することができるあらゆる方法は、ある地点から別の地点まで、およびその逆方向の往復行程に要する時間の測定が可能か否かにかかっている。しかも、エーテルの相対速度に起因するその時間の増加分(その増加分は軌道上における地球の速度に等しい)は、行程の全時間の約 1 億分の 1 にすぎないかもしれず、したがってまったく識別できないかもしれない」。

J. C. Maxwell 『エーテル. 論文と講演録』, モスクワ, Nauka, 1968, 199~200 頁.

マクスウェルの指摘にもかかわらず、1880 年、アメリカの若き科学者 A.マイケルソンはそのような計器を製作した。複雑でドラマチックなエーテル風探求の歴史はこの時に始まった。

エーテル風の探求の歴史は現代自然科学の歴史の中で最も込み入ったもののうちの一つである。エーテル風の研究意義は単なる一物理現象に関する研究の枠を大きく越えている。この方面における初期時代の研究結果は 20 世紀の自然科学全体に対して決定的な影響を及ぼした。1881 年と 1887 年にこれに関する実験を行った米国の研究者、A.マイケルソンと E.モーリーの初期の実験におけるいわゆる「ゼロ結果」は、

エーテル風は地球表面には存在しないという考え方だけでなく、エーテル——世界空間全体を満たす世界媒質——は自然界に存在しないという確信へと 20 世紀の物理学者を導いた。それより後の時期にこれらの研究者や他のエーテル風研究者たちによって得られたいかなる肯定的結果も、もはやその確信を揺るがすことはなかった。また、A.アインシュタイン本人が 1920 年および 1924 年の論文で「物理学はエーテルなしでは考えられない」ことを認め始めた時でさえ、このことは状況をいささかも変えなかった。

最近明らかになったように、エーテル風研究の分野においては、何人もの研究者によってきわめて幅広い研究がなされていた。そのうちのいくつかの研究はきわめて豊富な肯定的データを与えていた。そのような研究としてまず最初に挙げる必要があるのは、言うまでもなく、その人生の事実上すべてをエーテル研究に費やしたすぐれた米国人研究者、ケース応用科学学校教授デイトン・ミラーによって行われた研究である。彼とその研究グループによって得られた結果全体が同時代の学者たち、またそれより後の時代の理論物理学者によって「不承認」のカテゴリーに分類されたことは彼の罪ではないが、彼と我々にとって災厄であった。ミラーの研究が終了した 1933 年頃までの間に相対論者たち（特殊相対性理論の追随者たち）の学派は既にしっかりと地歩を固め、何ものもその基盤を揺るがすことができないよう、用心深く監視を行っていた。それに加えていくつかの実験の結果もそのような「不承認」を促した。それらの実験において、実験者らは、本人たちはそう願ったわけではないが誤りを犯してしまい、その結果、所要の効果を得ることができなかった。そのような結果が意図的なものであったという理由で彼らを責めることはできない。彼らはただ単に、エーテルの本性、性質、エーテルと物質の相互作用を理解していなかったために、実験を行う際に原理的な誤りを見逃してしまい、その結果として成功を収めることができなかったすぎない。そのような誤りとして特に挙げられるのは、金属製シールドによる干渉計（エーテル風の研究に使われる主要な計器）の遮蔽である。今では明らかになっているように、金属は電磁波だけでなく、あらゆるエーテル細流^{〔訳注〕}も反射させる。それゆえ、エーテル流の速度を閉鎖された金属箱の中で測定するのは、屋外で吹いている風の速度を密閉された室内に設置された風速計で測定しようとするのと同様である。この種の実験の全体的な不合理さと比べてみれば、まあ、これも仕方のないことではあったが。R.ケネディー、K.イリングワース、E.スタエル、A.ピカールの論文を読めば、読者はこのことを納得することができよう。別の誤りとして挙げられるのは、エーテル風が存在するとすれば互いに静止している電磁振動の発振源と受振側に生じるとされる、ドップラー効果を捉えようという試みである。そして何と、これは作り話ではないのだ。J.セダーホルムと Ch.タウンズのグループによる 1958~1962 年の実験は、まさにそのように設定されていたのである。この実験が肯定的結果を得るということとはあり得なかった。なぜなら、エーテル風は振動の位相シフトを生じさせるが、振動の周波数はまったく変化させず、それゆえ、振動の変化に対する計器のいかに高い感度も、ここでは何の役に立たないからである。

しかし、いずれにせよ、1905~1933 年に一連の研究者たち（ミラー、モーリーおよびマイケルソン自身）によって行われた正確な実験においてはエーテル風が検出され、その速度と方向の値が当時としては悪くない精度で決定されていたのである。当初予想されていたのは異なり、エーテル風の方法は地球の運動方向とはまったく一致せず、それに対してほぼ垂直であることが分かった。太陽系に対する宇宙論的大きさの

〔訳注〕 「細流」は英語の「stream」に相当するロシア語の仮訳である。この用語は 1 つの流れを構成している諸部分の細い流れを意味している。

エーテル吹付け速度を背景としたとき、地球の速度の軌道成分は事実上識別不能であることが明らかになった。地球表面からの高度が減少するにつれてエーテルと地球との相対速度が減少する理由と同様、その理由は当時は未解明のまま残された。しかし今日では、エーテル動力学（自然界には気体状エーテルが存在するという理解に依拠した物理学の新領域）の出現に伴い、理解不能であったこれらの問題は既に解決されている。粘性と圧縮性を持つ通常の気体に関する理解の場合と同様、このエーテル理解の観点に立てば、モーリー、ミラーおよびマイケルソンが得たエーテル風に関するあらゆるデータを先入観なしに評価するとともに、「ゼロ結果」を得た研究者たちが犯したあらゆる誤りについて評価を行うことも可能となる。

現在、エーテル動力学はまだ最初の数歩を歩み始めたばかりである。相対論者たちの支配的学派が相変わらずエーテルを無視し続けているため、その承認を求める闘争が行われている。この闘争は必ず成功に終わる。なぜなら、エーテルを認める道以外には、今日、自然科学の全領域が無条件に必要としている物理現象の内部メカニズムの解明、その本質の理解を可能とする道はないからである。エーテルを認めることなしに前進を遂げることは、応用分野の多くの方向において不可能となりつつあるからである。しかし、エーテルの承認の上には、マイケルソンの 1881 年と 1887 年の実験の「否定的結果」という警告板が今もなお垂れ下がっている。この警告板を取り除くため、エーテル風に関する実験者たちの原論文の翻訳集を出版することが必要となった。

今日必要とされているのは、エーテル風検出実験を新たにやり直すことである。ただし、その実験はかつて犯された誤りを考慮に入れて、最新の方法（測定結果の自動記録と自動処理、地球人工衛星への計器搭載を含めた各種高度における測定）で行わなければならない。測定には必ずしも干渉計を使わなくてもよい。それよりはるかに簡単なやり方、つまり、その平均位置からのレーザービームの偏向を決定する方法を採用することができる。普通の風が片持ち梁（一端だけが固定された梁）をその通常の位置から偏向させるのと同様、エーテル風がレーザービームを偏向させることが判明しているからである。

地球周辺の空間におけるエーテルの状態、密度、粘性、エーテル流の方向および速度を知る必要がある。宇宙は地球の諸過程に対し、他ならぬエーテルを通じてその影響を及ぼしているからである。エーテルの諸パラメーターに関する知識は、地球上の数多くの事象（気象事象、地質事象、生理事象その他多数の事象）について新たなやり方で予測を立てること、また、人工衛星の飛行、惑星間飛行や将来における恒星間飛行に関係する現象を含め、宇宙そのものにおける一連の現象を考慮に入れることを可能とするであろう。

しかし今のところ、マイケルソンによる初期の実験の「ゼロ結果」が自然界におけるエーテル風の存在だけでなく、エーテル自体の存在も承認されないという状態を招いていることとの関連から、ごく手短ではあるが、エーテルの探求の歴史について紹介することが有益と思われる。

この問題について関心を持たれた方には論文集『エーテル風』を参照するようお勧めすることができる。この論文集にはマイケルソン（1881 年）からタウンズ（1962 年）までのエーテル風研究者たちの原論文のロシア語訳が初めて発表されている。

1.2. 不確定的または肯定的な結果を与えた実験

1881 年、アメリカの科学者 A. マイケルソンがエーテル風検出の初めての試みを行った。彼はそのために十字型干渉計を製作した。そのスキームを図 1.1 に示す。

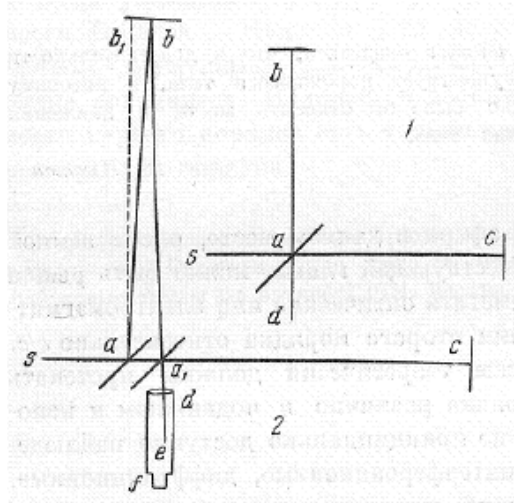


図 1.1. A. マイケルソンの干渉計のスキーム (Vavilov, 28 頁)

マイケルソンの装置は、その中に 2 つの光ビームが存在し、それらが互いに直角に配置された軌道に沿って進み、互いに干渉し合うように構築されている。地球の運動方向に進む光ビームは、実際には、地球が静止している場合にその光ビームが進む距離より、波長 δ だけ大きい距離を進む。運動方向に対して直角に進む 2 番目の光ビームは、その影響を受けない。

2 番目の光ビームが地球の運動方向に進むようになるように装置を 90° 方向転換させると、その光ビームの軌道は δ だけ増大する。干渉縞の位置の変化量の和は 2δ となる。当初、マイケルソンはこの量を容易に測定することができると考えていた。

干渉像を構築するためには、2 つの光ビームは必ず光源に戻らなければならないのだから、この実験は 2 次精度の実験である。この実験においては、求める効果は地球の軌道速度 v と光速 c の比の 2 乗によって決定される。すなわち、

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

となる。ここで、 D は光ビームの光路長であり、マイケルソンの装置では 1200 mm である。

この実験の基礎に置かれている前提条件、すなわち、エーテルは万物を透過し、物体や媒質、例えば地球の表面層（この実験はベルリン・フンボルト大学の地下室、次にポツダムの大学の地下室で行われた）を通過するときにはいかなる減速作用も受けないという条件、また光の本性は波動的なものであり、それゆえ光は運動するエーテルによって完全に捉えられるという条件に依拠し、さらに地球の軌道速度は約 30 km/s であることを考慮すると、干渉計を方向転換させたときの干渉像のずれの和は、光の波長の 0.04 となる、すなわち、干渉縞は、干渉縞のピッチの 0.04 だけシフトすることになる。しかしこれは、エーテルは大気、また計器を地球表面から隔てている地層を通過して伝播する際、いかなる妨害も受けないという条件が満たされた場合に限られる。

計器本体を図 1.2 に示す。この計器では、光学的部分の全体は回転する基部の上に配置されている。

マイケルソンは次のように書いている。

「1 回目の実験では、装置はベルリンの物理学研究所の地下室の石製の基台の上に据えられた。最初の観測は、振動に対する計器の感度がきわめて高いため、昼間はす

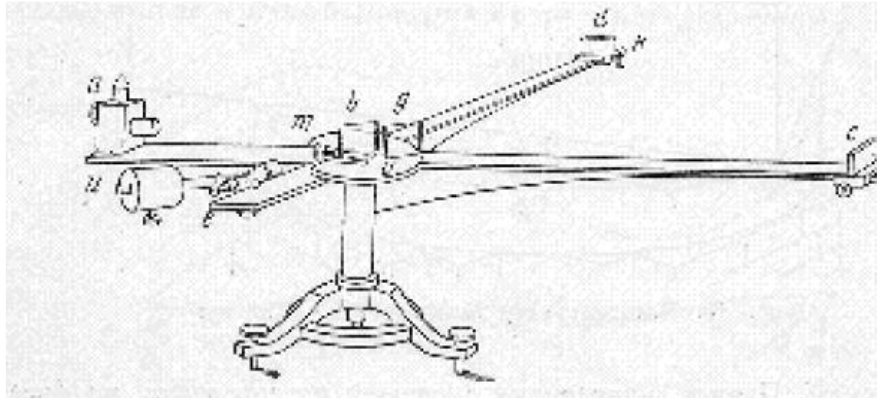


図 1.2. マイクエルソン干渉計 (1881 年)

っと作業を行うことができないことを示した。そこで、試しに夜間に実験を行ってみた。ミラーをアームの中間にセットしたとき、干渉縞が見え始めた。しかし、干渉縞の位置を測定することは夜の 12 時までできなかった。12 時以降は、若干の時間帯にのみ測定することができた。ミラーをアームの端に移動させたとき、干渉縞は散発的にのみ見られた。

こうして、実験をベルリンで行うことは不可能であることが判明した。そこで、装置をポツダムの宇宙物理学研究所に移した。しかしここでもまた、普通の石造りの土台では要件が満たされなかったのので、装置を再度、今度は研究所の地下室に移動させた。地下室の円形の壁が赤道儀（据付型望遠鏡——引用者）を支えるための基台の役割を果たした。

通常の条件下では干渉縞はきわめて不鮮明で、それを測定するのは困難であった。計器はあまりにも感度が高く、観測所から数百メートル離れた歩道の足音でさえ、干渉縞が完全に消滅する原因になったのだ！」。

測定値を処理した結果、干渉縞の小さいシフトが存在していることが判明した。マイケルソンはその先でこう書いている。

「 -0.004 と -0.015 という小さいシフトは、単なる実験誤差である。

しかし、もし理論が正しければ描かれるべき曲線と実際の曲線とを一緒に作図したところ、得られた結果はより明確に示されるようになった。それを図 1.4（ここでは図 1.3——引用者）に示す。



図 1.3. 測定結果：干渉計の測定値の処理によってマイケルソンが得た曲線（——）と理論曲線（----）。横軸は干渉計の方向転換の角度であり、干渉計の 1 回転は理論曲線の 2 周期に対応している。縦軸は干渉縞のシフト量であり、隣り合う干渉縞同士の間隔に対する割合で示されている。

破線は、期待されるシフト量は干渉縞同士の間隔の $1/10$ であるという仮定にもとづいて描かれている。しかし、もしそのシフト量がわずかに $1/100$ であるとした場合には、破線はさらに直線に近くなるであろう。

これらの結果は、干渉縞のシフトは存在していないと解釈することが可能である

(！——引用者)。こうして、静止エーテル仮説の結果は誤りであることが判明した。ここから次の結論が導き出される：この仮説は誤りである。

(略)我々は、エーテルは地球の固体バルクを通り抜けて自由に運動しているということを、明らかな裏づけなしに信じたいとは思わない」。

A. Michelson「光伝達エーテル中における地球の相対運動」(1881年)。ロシア語訳は論文集『エーテル風』(監修：工学博士 V. A. Atsukovsky, モスクワ, 1993.) 所収。英語からの翻訳：L. S. Knyazeva.

1887年、**A. マイケルソン**は協力を得るために **E. モーリー**教授を招聘した。干渉計は大理石板上に設置され、大理石板は水銀を満たした溝形容器中に浮かべられている木製の環状フロートに固定されていた(図 1.4)。

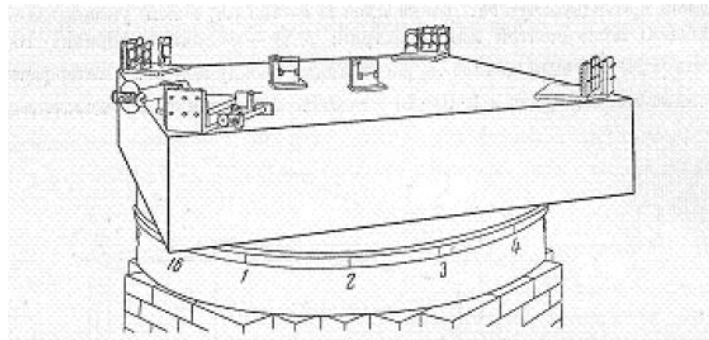


図 1.4. マイケルソン-モーリーの干渉計

すべての光学的要素がその上に配置されていた石の面積は 1.5 m^2 、厚さは 0.3 m であった。石は外径 1.5 m 、内径 0.7 m 、厚さ 0.3 m の木製の環状フロートの上に設置されていた。フロートは溝に満たされた水銀の上で静止している。溝は厚さ 1.5 cm の鋳鉄製で、その寸法はフロートの周りに 1 cm の間隔が残る大きさであった。鋳鉄製の型枠はセメント製の基台と、単純な 8 角形の形状の低いレンガ製の基礎の上で静止している。

干渉計のこのような配置が振動ノイズを排除し、また、これ以後、装置の回転は追加的な歪みを生じさせずに行うことができるようになった。さらに、ミラーからの繰り返し反射回数が増大し、このことが光路長を以前の装置の 10 倍に増大させることを可能にした。

マイケルソンとモーリーは、彼らが採用したミラーの調整方法(3 種類：高さと方位角の調整)と観測方法について詳しく記述している。

観測は次の方法で行われた。鋳鉄製のプラットフォームの周囲に沿って 16 個の目盛が等間隔に付けられていた。装置はきわめて緩慢に回転し(6 分間で 1 回転)、回転開始から数分後に、ある目盛を通過する瞬間、マイクロメーターの十字線が干渉縞の中で最も鮮明なものの上に合わせられた。装置の運動がきわめて緩慢であったため、観測は正確かつ精密に行うことができた。

装置の緩慢な等速度運動が維持される場合には、各回の観測ごとに石の回転が停止される場合と比べ、はるかに一様で連続的な結果が得られることが判明した。後者の場合には、石の回転が止まった後、さらに少なくとも半分間、装置の変形作用が見られることがある。これは、この時間の間に温度変化の影響が及び始めることに起因している。

その観測結果を図 1.5 にグラフの形で示す。上側の曲線は昼間の観測値、下側の曲線は夜間の観測値である。破線は理論上のシフト量の $1/8$ である。

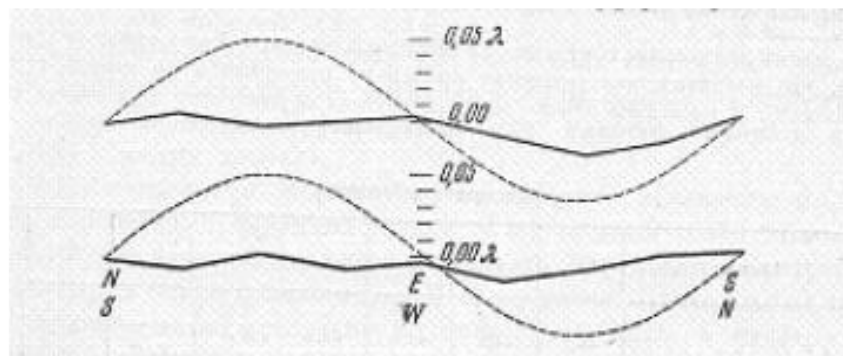


図 1.5. エーテル風の観測結果：横軸は干渉計の方向転換の角度、縦軸は光の波長における干渉縞のシフト量である。破線は理論曲線を示している。理論曲線の計算は、エーテル風は黄道面における地球の運動に対して反対の方向を持っているという予想にもとづいて行われた。

マイケルソンとモーリーは次のように書いている。

「地球と光伝達エーテルとの相対運動に起因する何らかのシフトが存在するとしても、そのシフト量は干渉縞同士の間隔の 0.01 を超えることはできないという結論をこの図から導き出すことは完全に妥当であると思われる。

(略) もし今、この実験作業にもとづき、エーテルは地球に対して静止しているという結論を下すことが完全に妥当であり得るとすれば、ローレンツによれば速度ポテンシャルは存在することができないのだから、ローレンツの理論自体も成立しないことが判明する」。

著者たちはその論文に次のように付記している。

「地球表面上における光学現象の観測によって太陽系の運動に関する問題を解決しようとする試みに見込みはないということは、上述したことから明らかである。しかし、本論文において述べられている実験で用いられたものと同様の装置を用いれば、中位の海拔高度において、例えば独立峰の頂上においてその相対運動を検出することは不可能ではない。いつの日か実験がそのような条件下で行われる際には、おそらく、装置のケーシングをガラスで製作するか、またはケーシングがまったく存在しない装置を用いなければならない」。

S.I. ヴァヴィロフ [S.I. Vavilov] の著書には、マイケルソンとモーリーによるエーテル風測定の結果を彼が処理して得たデータの表が掲げられている。ヴァヴィロフが計算したデータ表にもとづいてシフト量をグラフ化したものを図 1.6 に示す。

このグラフから分かるように、エーテル風に対応する第2高調波がきわめて明瞭に

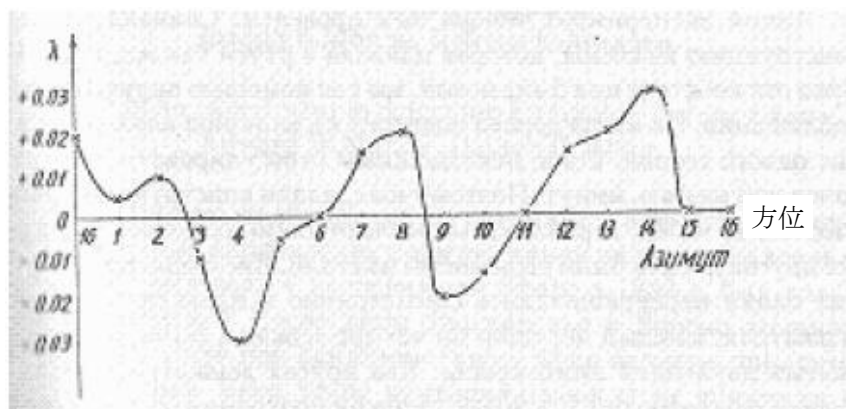


図 1.6. S. I. ヴァヴィロフによって計算された干渉縞シフト量のグラフ

見て取れる。干渉縞の最大シフト量が理論値の10分の1であることについて言えば、干渉縞のシフト量は光速に対するエーテルと地球の相対速度の比の2乗に比例しているという事実を考慮すると、ここで検討されているマイケルソン-モーリーの実験においては、エーテル風の存在が証明されていたと断定しなければならない。エーテル風の速度は3~6 km/sであった。これは速度30 km/sという理論値とは一致していなかったが、しかし、けっして「ゼロ結果」ではなかったのである。

A. Michelson and E. Morley「地球と光伝達エーテルの相対運動について」、論文集『エーテル風』, 17~32 頁. 英語からの翻訳: L.S. Knyazeva.

S.I. Vavilov「相対性理論の実験的根拠」,『著作集』, 第4巻, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1956, 33 頁.

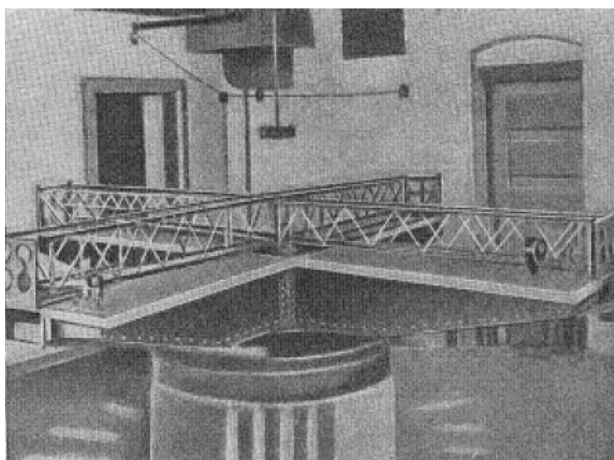
結果はエーテル風の速度は3 km/s であるという形で得られた。これは出発点となる命題と矛盾していた。それによれば、エーテル風の速度は30 km/s (地球の軌道速度) でなければならないと予想されていたからである。エーテル風的作用の下で干渉計のアームの長さが収縮し、このことが効果を打ち消している、あるいはまた、エーテル流の速度は高度の減少とともに減少するという推測が生まれた。干渉計を標高の大きい場所に上げて作業を継続することが決定された。

1904~1905 年に行われたエーテル風に関するさらなる研究作業には、マイケルソンは参加しなかった。作業は E. モーリー教授とケース応用科学学校教授 D. C. ミラーによって進められた。

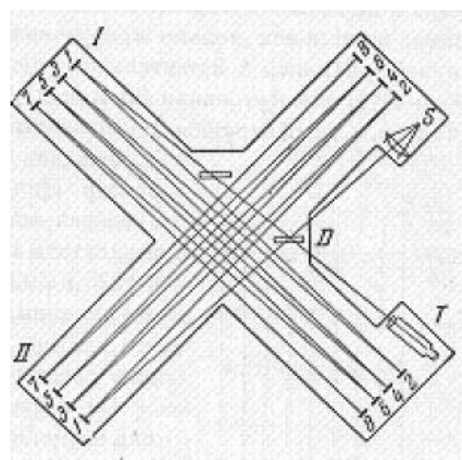
最初の研究は、エーテルを通過して運動するとき、装置の寸法が変化する可能性があるというフィッツジェラルドとローレンツの予想を検証するという目的を持っていた。

この問題を研究するため、2つの装置が製作された。第1の装置においては、1887年の実験で用いられていた砂岩が用いられていたが、今回は砂岩はシロマツの板で枠囲われていた。力が加わる交差部は、幅14インチ(355 mm)、厚さ2インチ(51 mm)、長さ14フィート(427 cm)の角材で構築されていた。これらの全体は環状フロートの上に配置された。フロートは水銀で満たされた樽の中に収められており、その中で回転することができる。この干渉計の光学的スキーム(縮尺不定)を図1.7に示す。

モーリーとミラーは実験の実施方法について次のように記述している。



(a)



(b)

図1.7. モーリー-ミラーの干渉計: (a)全体像; (b)光学的スキーム

「第1の観測者は運動している装置と一緒にその周りを歩いている。その目は常に望遠鏡に当てられている。それゆえ、彼は、装置のアームにいかなる応力も加わらないように固定されているロープを通じて不規則で穏やかな押す力を加えることより、装置の回転を維持している。部屋は暗くされている。第2の観測者も装置と一緒にその周りを歩いている。等間隔に配置された60個の目盛のうちの1つにポインターが来た瞬間、第2の観測者はその方位角を声で知らせるか、または別の何らかの信号を送る。第1の観測者はその方位角における示度を読み取り、それを第2の観測者が記録する。次の方位角が知らされ、示度が読み取られ……が繰り返される。ただし、時間の一部は、温度の変化によって生じた干渉縞の過大なシフトを校正するために費やされた。その間、観測は中断された。

ここでは忍耐と自制心が要求される。それらなくしてこの種の作業を遂行することはできない。320回または480回の読み取りを行いながら、20回転または30回転歩行するのは通常のことだった。30回転歩行するとは、1回転当たり、65秒または75秒の間に60回の読み取りを行わなければならない観測者は、半時間の間観測を途切れなしに行うため、苦労して自分の目を接眼レンズに押し当てながら、半マイルを歩くということを意味していた。無論、これは骨の折れる仕事だった。

(略)我々は、新たな装置の開発を計画し、我々の装置の鉄製部分の磁気引力の差は我々の観測に影響を与えないということは良く知っていたが、それを実際に確かめるため、何回か実験を行った。観測は以前と同じ結果を与えた。我々は、100gの鉄の錘の影響の下で干渉縞がどれだけの距離だけシフトするかについて研究し、地磁気は妨害要因ではないという、以前から知られていたことを再確認した。

2番目の装置においては、すべての光路は、やや橋梁ブロックを思わせる、鋼製の板材と角材で組み立てられた鋼製の架台に沿って進むようになっていた。その端部にミラーを保持するフレームが吊り下げられており、そのフレームによってマツ材製の測定棹が支持されている。測定棹の全体は真鍮管の中に収められている。そのため、ミラーの位置は測定棹の長さにも依存するようになっている。この構造は、軸を他の材料で作られた別の軸に簡単に交換することを可能にしている。したがって、相異なる材料の寸法はエーテル中を通過する運動に対して相異なる仕方で依存しているかどうかを検証する目的による実験を容易に行うことができる。

観測は以前の装置を利用していたときと同じスキームに従って行われた。

我々は、260回の完全な観測値を得た。そのそれぞれは、円の周りに配置されている、読み取られた16個の方位角からなっている。1年間の地球の運動の観測データから、太陽系の運動速度を合わせた地球の運動速度は33.5 km/sとすることができる。光速は300000 km/sであるから、それらの速度の比の2乗は $0.72 \cdot 10^8$ となる。我々の装置における光ビームの経路の長さは3224 cmであり、この距離にはナトリウム光の波が $5.5 \cdot 10^7$ 個収まる。期待される効果は90°方向転換させるときに2度発現するので、簡単な運動学理論により、干渉縞のシフトは $1.1 \cdot 10^8 - 0.72 \cdot 10^8$ となる。それは波長の1.5である。

観測データの平均値は波長の0.0076を与えた。それゆえ、我々は、実験は次のことを示したと宣言することができた：もし自然起源の何らかの効果が存在するとすれば、それは、計算値の100分の1以下である。

(略)行われた実験が示したのは、静穏な地下室内においては、エーテルは地下室とともに引きずられているということのみである。それゆえ、我々は、装置の設置場所を山の上に上昇させるとともに、何らかの効果が検出されるか否かを観察するため、装置を透明なカバーのみで覆うようにすることを望んでいる」。

E. Morley and D. Miller 「フィッツジェラルド-ローレンツ効果検出実験に関する報告書」、同

書, 35~42 頁.

1904~1905 年に行われたエーテル風の研究に関するモーリーとミラーの観測結果は 1905 年冬に発表された。

[1925 年に——訳者補足]ワシントン州科学アカデミーで読まれた報告書において, D.C. ミラー教授は次のように書いている。

「アインシュタインがこの問題に関心を持ち始めたのは, まさにこの時期であった。彼は 1905 年に「運動物体の電気力学について」という題の論文を発表した。この論文は, アインシュタインその他の現代相対性理論を発展させた研究者たちによる論文の長いリストの中で最初のものであった。アインシュタインはこの論文において光速不変の原理を提唱し, 運動している地球上の観測者にとっては, 地球の運動の方向と速度の如何にかかわらず, 測定される光速は不変でなければならないと主張している。相対性理論においては, エーテル風に関する実験が既に確定的な結果を与えたという仮定が重要な物理的ファクターをなしている。しかし, 筆者にとって, この実験のそのような解釈は受け入れることはできなかった (強調は引用者)。そこで, この問題を解決するため, さらなる観測に着手した」。

1905 年秋, モーリーとミラーは, クリーブランド近郊のエリー湖畔にあるユークリッド山 [Euclid Heights] の海拔標高約 300 フィートの地点に干渉計を移動させた。5 つのシリーズの観測 (1905~1906 年) が実施され, それらの観測は, 期待されるエーテル風のほぼ $1/10$ という, 確定的な肯定的効果を与えた。それは温度の影響によって引き起こされた可能性があるという疑いがあったが, そのことを示す直接的なデータは存在しなかった。

海拔 250 m (エリー湖畔のユークリッド山) において得られたエーテル風の速度は $3\sim 3.5\text{ km/s}$ であった。結果は確実ではあるが, 理解し難いものであった。いくつかの報告書と論文が書かれた。モーリーとミラーは作業の継続を望んでいたが, 実験施設の土地が取り上げられてしまったため, 作業は延期となった。

1905 年, A. アインシュタインが有名な論文「運動物体の電気力学について」を発表した。この論文には次のように書かれている。すなわち, 2 つの前提——第 1 に, 「それについて力学方程式が成立するすべての座標系について, 同一の電気力学的法則が成立する」という前提, 第 2 に, 光は真空中においては常に, 発光体の状態とは無関係な一定の速度で伝播するという前提——を導入すれば, 「光伝達エーテル」を導入することは不要となる。なぜなら, 提唱されているこの理論においては, 特別な性質を与えられた「絶対静止空間」は導入されず, また, 電磁氣的過程がその中で進行している空間のどの点についても, そこに何らかの速度ベクトルが存在するとはみなされないからである」。

A. Einstein 「運動物体の電気力学について」, 『科学論集』, モスクワ, Nauka, 1965, 7~8 頁.

1910 年, A. アインシュタインは論文「相対性原理とその帰結」において, 1851 年に行われた運動する流体 (水) による光の引きずりに関するフィゾーの実験に言及し, 次のように書いている。

「このように, 光は運動流体によって部分的にのみ引きずられる。この実験はエーテル完全引きずり仮説を覆している。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, 物体の運動には絶対的に関与していない。

2. エーテルは運動物体によって引きずられるが, 物体の運動速度とは異なる速度で運動している。

2 番目の仮説を発展させるためには、エーテルと運動物体との間の関係についての何らかの仮定が必要とされる。他方、1 番目の可能性はきわめて単純であり、マクスウェル理論にもとづいてこれを発展させる場合には、理論の基礎を複雑にする可能性のあるいかなる追加的仮説も必要とされない。

そしてさらに、次のように書いている。

「ここから、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いう結論が導き出される」。

まさにこれが、自然界にエーテルが存在しない根拠のすべてなのである。つまり、エーテルを相手にすると理論があまりにも複雑になるから、というのだ！

A. Einstein 「相対性原理とその帰結」、同書 140 頁, 145~146 頁.

1914 年, G. サニャックが回転台の回転速度測定実験の結果を発表した。回転台の上で、台上に設置された光源から出た光をいくつかの鏡を使って台の周縁に沿って時計回りおよび反時計回りに 1 周させる。干渉縞のシフトが検出され、その大きさは台の回転速度に比例していた。同様の試験が F. ハーレス [Franz Harress] (イエナ, 1912 年) によって行われた。現在、サニャック効果は工業的に何万台も製造されているレーザー角速度センサーに利用されている。

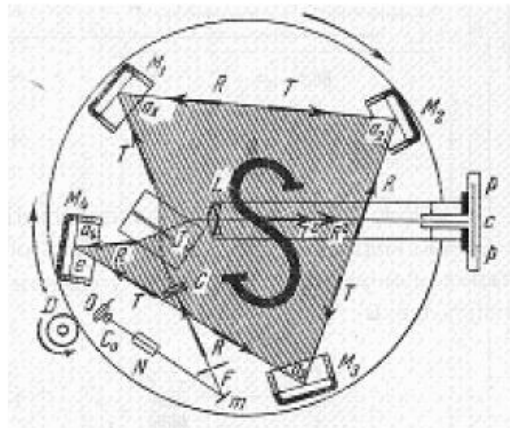


図 1.8. サニャックの干渉計

S. I. ヴァヴィロフはその著書『相対性理論の実験的根拠』で次のように書いている。

「もし二次精度の実験結果がゼロと判明するより前にサニャック現象が発見されていたとすれば、無論、この現象はエーテルの存在を示す輝かしい実験的証拠と見なされていたであろう。しかし、マイケルソンの実験後に理論物理学に生じた状況の下においては、サニャックの実験が解明した事柄は些少すぎた。サニャックの小型干渉計は「光渦 [optical vortex]」を検出している。したがって干渉計はエーテルを引きずっていない。エーテルについての理解にもとづいたこの実験の唯一可能な解釈は、このようなものである」。

S.I. Vavilov 「相対性理論の実験的根拠」(1928 年), 『著作集』, 第 4 巻, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1956, 52~57 頁.

1920 年, A. アインシュタインは論文「エーテルと相対性理論」で次のように書いている。「(略) 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。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

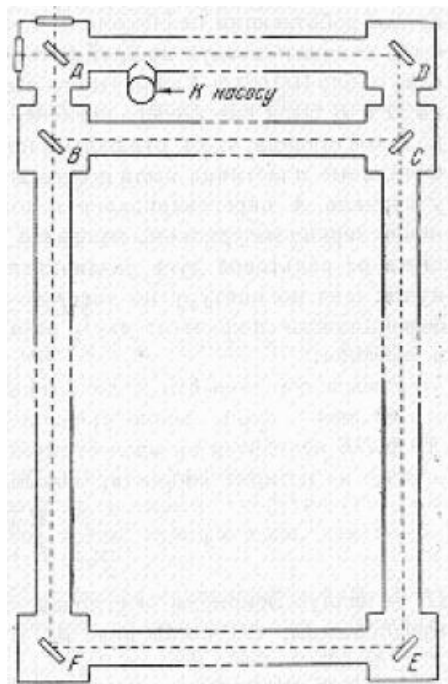
味におけるいかなる時空間隔もないであろう。しかし、このエーテルを、時間の中で追跡することが可能な諸部分の構成要素として脳裡に描いてはならない（諸部分は空間の中にあり、諸過程は時間の中にある！——引用者）。このような性質を持っているのは、質量を持つ物体のみである。まさにそれと同様に、エーテルに対して運動の概念を適用してはならない」。

A. Einstein 「エーテルと相対性理論」(1920 年), 同書 689 頁.[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。]

1924 年, A. アインシュタインは論文「エーテルについて」で次のように述べている。
「……理論物理学において、我々はエーテル、すなわち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」。

A. Einstein 「エーテルについて」、同書、第2巻、1966、160 頁。

1925 年, A. マイケルソンと H. ゲイルは論文「地球の自転が光速度に及ぼす影響」において、直径 305 mm の鉄管内での光速度測定実験の結果を発表した。鉄管はウィルソン山上の地面の上に 620×340 m の長方形の周に沿って配置され、管内の空気は完全に排除された。結果は地球の自転を明確に記録していた。このことを世界空間に対して静止しているエーテルの管内における存在以外の理由によって説明することは不可能であった。



←図中の「К насосу」は
「ポンプへ」

図 1.9. A. マイケルソンと H. ゲイルの実験のスキーム

A. Michelson and H. Gale 「地球の自転が光速度に及ぼす影響」、ロシア語訳は論文集『エーテル風』(監修：工学博士 V. A. Atsukovsky, モスクワ, Energoatomizdat, 1993) 22~61 頁所収. 英語からの翻訳：L.S. Knyazeva.

1925 年, D. C. ミラーはワシントン州科学アカデミーで「エーテル風」と題する報告

を行い、高度 6000 フィート (1860 m) のウィルソン山上におけるエーテル風検出実験から得られた肯定的結果の概要について述べた。

モーリー教授は 1906 年に活発な実験作業から身を引き、実験の継続は D.C.ミラーの手に移った。

ミラーは次のように書いている。

「1919 年の日食の観測結果の発表は相対性理論を裏づけるものと解釈され、エーテル風に関する実験への関心を再び呼び覚ました。実験は継続され、その場所はウィルソン山天文台に移された。装置は基本的に、モーリーとミラーが 1904 年、1905 年および 1906 年に使用したものと同一であった。観測は 1921 年末、また 1924 年と 1925 年に再度行われた。

ウィルソン山では、エーテル風の個別的測定は昼間と夜間の異なる時間に合計約 5000 回行われた。それらの観測結果は 204 の相異なるシリーズにまとめられた。なお、各シリーズは同一の時刻に関するものである。観測は 1 年の相異なる 4 つの季節に行われた。

1. 1921 年 4 月 15 日 — 117 観測シリーズ
2. 1921 年 12 月 8 日 — 42 シリーズ
3. 1924 年 9 月 5 日 — 10 シリーズ
4. 1925 年 4 月 1 日 — 35 シリーズ

1921 年 3 月に行われた最初の観測は、現実のエーテル風に対応する肯定的効果を与えた。その効果は、まるで地球とエーテルの速度約 10 km/s での相対運動によって引き起こされているかのように見えた。しかし、その結果を発表する前に、エーテル風と類似した効果を引き起こす可能性のあるすべてのあり得る原因を解明する必要があると思われた。そのようなあり得る原因は、干渉計の鋼製の架台の磁気による変形および放射熱の影響に帰着させることができるかもしれない。放射熱の影響を完全に除去するため、干渉計のすべての金属部分が厚さ約 1 インチのコルク層で完全に被覆された。この条件下で行われた 50 の観測シリーズは干渉縞の周期的シフトを検出し、そのシフトは以前の観測結果と一致していた。

1921 年夏、干渉計の鋼製の架台は撤去され、その場所に、真鍮棒で補強されたコンクリート製の基部が水銀式フロートの上に設置された。光学的部分に関してはアルミニウムと真鍮で作られた新たな支台が設置された。こうして、装置は磁気の影響をまったく受けなくなり、温度上昇の可能性は大幅に減少した。

1921 年 12 月 (4~11 日) には約 900 回の個別的観測が行われ、それらの観測値は 42 のシリーズにまとめられた。磁場の影響を排除したそのような干渉計を用いた観測の結果は、1921 年 4 月に得られたものと正確に同じ速度と方向を持ったエーテル風に対応する肯定的な効果を与えた。

実験条件の多数のバリエーションが様々なやり方で試された。干渉計を時計回りおよび反時計回りに回転させる； 高速度 (40 秒間に 1 回転) および低速度 (85 秒間に 1 回転) で回転させる； 重い錘を管の腕木に、次にランプの腕木に取り付ける； 環状フロートを水銀のレベルよりも高く持ち上げ、その結果、まず環状フロートのある 4 分の 1 の部分に負荷が掛かるようにし、次に別の部分に負荷が掛かるようにするといったように、条件を様々に変化させた。また、観測値を記録する助手は装置の周囲を歩き回ったり、実験室の様々な部分、装置から遠い場所あるいは近い場所に立ち止まったりしてみた。それらのバリエーションのどれ一つとして、観測結果にいかなる影響も及ぼさなかった。

その後、装置全体はクリーブランドに送り戻された。1922 年と 1923 年を通じて、制御し得る様々な条件の下で、また装置の諸部分の配置を様々に変化させながら多数

回の試験が行われた。

(略) 上記の実験が終了した後、干渉計は再びウィルソン山に戻された。1921年には、装置は深い峡谷の中に配置されていた。私は、峡谷内の気流と岩石の非対称的な分布が好ましくない妨害をもたらすことを危惧していた。1924年8月、峡谷から離れた場所にあるわずかに丸みを帯びた丘の上に新たな設置場所が選ばれた。干渉計用の建物は、その方位——屋根の棟の方向とドアの配置——が1921年に使われていた建物の方位に対して 90° になるように建造された。干渉計は、1924年7月にクリーブランドで用いられていたものとあらゆる細部にいたるまで同一であった。1924年9月(4日、5日および6日)に275回の干渉縞測定が行われ、それらの測定値は10のシリーズに分けられた。クリーブランドで得られた無視し得るほどの結果値とは異なり、その観測結果は確定的なシフトを検出した。そのシフトに対応するエーテル風は、速度と方向の点で、ウィルソン山で初めて観測されたものと完全に一致していた。測定の一部は、光ビームの経路が段ボールで包まれたガラス箱で遮蔽されている条件下で行われた。クリーブランドでの経験が示したように、段ボールは放射熱の影響を完全に排除した。しかし、それらの遮蔽物は結果をいささかも変化させなかった。このことから、そもそもそのような影響は存在しないという結論が導き出される。

ウィルソン山における観測は1925年3月27日に再開され、4月5日まで続けられた。この期間に1600回の観測が行われ、それらの観測値は35のシリーズにまとめられた。干渉計は1924年9月のものと同一であった。

この期間における観測条件はきわめて良好であった。建物の外側の窓ガラスには4つの精密温度計が吊り下げられていた。温度の変動幅は 0.1° 未満の場合も多数あったが、通常は 0.4° 未満であった。しかし、温度が数度変化したとしても、それは干渉縞の長期的なシフトを引き起こす可能性はあるが、シフトの大きさという点でも、方向

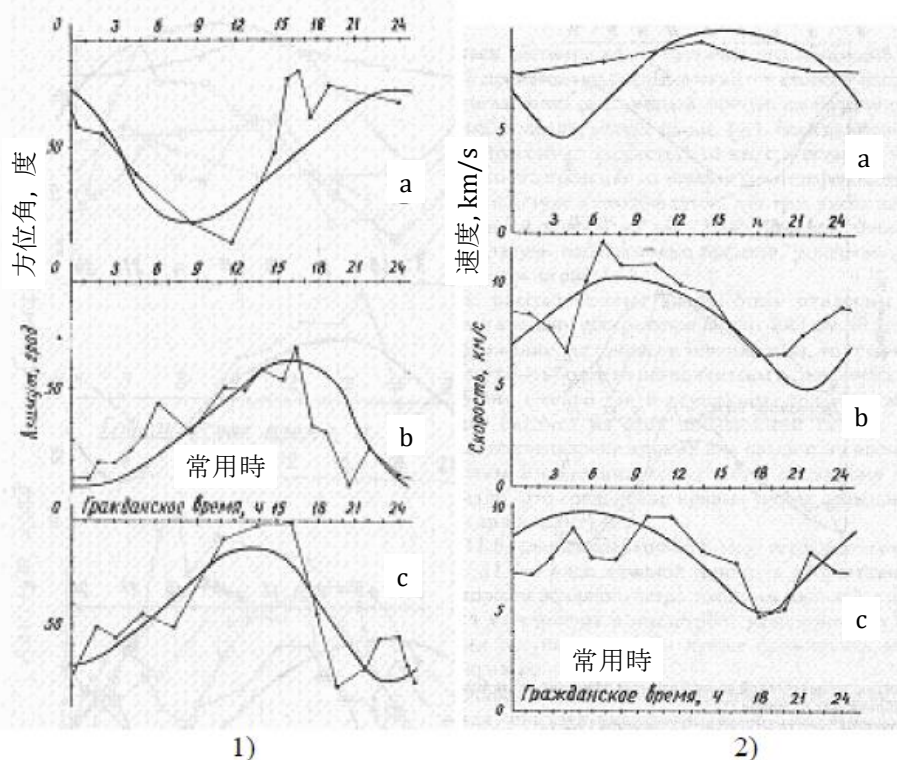


図 1.10. 理論曲線 (滑らかな曲線) と実験結果 (破線) の組み合わせ: (1) 方位角; (2) 速度; (a) 1925 年 4 月 1 日; (b) 1925 年 8 月 1 日; (c) 1925 年 9 月 1 日

という点でも、周期的なシフトを変化させることはできない。

干渉計が構築し直され、別の照明システムと観測方法が採用され、しかも干渉計が別の場所の、異なった方位を向いている建物の中に設置されていたにもかかわらず、1925年4月の観測は、1921年の結果と完全に同一の結果を与えた。

1921~1925年の期間にウィルソン山で行われた上記の実験は、干渉縞の確定的なシフトが存在しており、そのシフトは、この天文台における約 10 km/s 、すなわち地球の軌道速度の約 $\frac{1}{3}$ 分の1での地球とエーテルの相対運動によって引き起こされたものであるはずである、という結論に導く。

この結果をクリーブランドで得られた以前の結果と比較すると、高度とともに減少するエーテルの部分引きずりという考えが生まれてくる」。

D.C. Miller 「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)、英語からの翻訳：S. I. Vavilov, 同書 62~67 頁。

1926年、**D. C. ミラー**は「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」と題する浩瀚な論文を発表した。この論文では計器の仕様、実験の実施方法および結果の処理方法が詳しく述べられている。エーテル風の方法は軌道方向ではなく、銀河方向であり、その向点はりゅう座の ϵ 星(北緯 65° , 17時)にある。高度6000フィートにおけるエーテル風の速度は $8 \sim 10 \text{ km/s}$ である。

D.C. Miller 「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」、英語からの翻訳：V. M. Vakhnin, 同書 71~94 頁。

1926~1927年、まず**R. ケネディ**が、次に**K. イリングワース**がウィルソン山上におけるエーテル風の測定結果を発表した。測定は金属箱内にはんだ付けされた小型干渉計(光路長 1 m)を使って行われた。金属箱にはヘリウムが充填された。感度を上昇させるため、彼らはグレーデッドミラー[graded mirror]を利用した。結果は非確定的であったが、誤差の範囲内にあった。

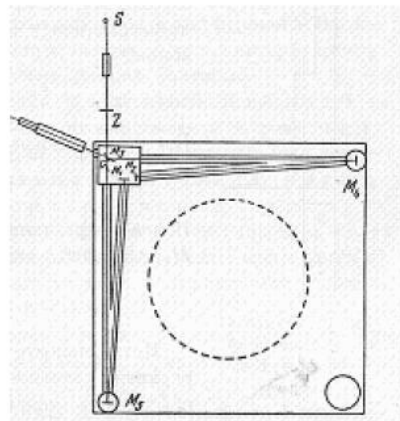


図 1.11. ケネディの干渉計のスキーム

R.J. Kennedy 「マイケルソン-モーリーの実験の改良」、英語からの翻訳：V. A. Atsukovsky, 同書 95~104 頁。

K.K. Illingworth 「ケネディーによる改良を利用したマイケルソン-モーリーの実験の再実施」、英語からの翻訳：L. S. Knyazeva, 同書 105~111 頁。

1927年2月4・5日、エーテル風に関する実験において様々な研究者が得た結果に関する検討会がウィルソン山天文台で開催された。当時の指導的な学者たちが意見を

述べた。ミラーとケネディーが報告を行った。ミラーは自分が得た結果について発表を行い、また、ケネディーはいかなる結果も得られなかったと述べた。この会議は、両人が興味深い報告を行ったことに感謝する旨を表明した後、いかなる結論も下すことなく閉会した。

「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」, 英語からの翻訳: V. A. Atsukovsky, L. S. Knyazeva, 同書 112~173 頁.

1927年6月20日午後10時, A. ピカールと E. スタエルはヘルヴェチア型気球に乗って干渉計を高度 2600 m まで上昇させた。小型干渉計が使用され, 96 回の回転が実行された。結果は非確定的であった。[この実験はベルギーで行われた。]

実験はリギ山 [スイス中央部の山] の海拔 1800 m 地点で再度行われた。計器の誤差 2.5 km/s において 1.4 km/s の値が得られた。エーテル風は存在しないという結論が下された。

E. Stahel 「自由気球上におけるマイケルソンの実験」, 英語からの翻訳: S. F. Ivanov, 同書 173~175 頁.

A. Piccard and E. Stahel 「リギ山の海拔 1800 m 地点で行われたマイケルソンの実験」, 英語からの翻訳: S. F. Ivanov, 同書 175~177 頁.

1929 年, A. マイケルソンは助手の F. ピーズおよび F. ピアソンとともにエーテル風検出実験を再度行った。今回の実験はこの目的のため特に建設されたウィルソン山上の堅固な建物の中で行われた。約 6 km/s の結果が得られた。

A.A. Michelson, F. G. Pease, F. Pearson 「マイケルソン-モーリーの実験の再実施」, 英語からの翻訳: V. A. Atsukovsky, 同書 177~178 頁.

F. G. Pease 「エーテル風に関する実験と地球の絶対運動の決定」, 英語からの翻訳: L. S. Knyazeva, 同書 179~185 頁. [この論文名には誤って次の段落の Miller 論文が記載されているようである。この時期における E. G. Pease の単独論文としては "Ether Drift Data" (1930) がある。]

1933 年, D. C. ミラーはその仕事に関する大部な総括的論文を発表した。この論文は学界においていかなる反響も呼ばなかった。

D. C. Miller 「エーテル風に関する実験と地球の絶対運動の決定」, 英語からの翻訳: V. A. Atsukovsky, 同書 185~259 頁.

1958 年, C. タウンズ (メーザーの発明者でノーベル賞受賞者) が率いる研究者グループがメーザーを用いた実験を行った。2 つのメーザーをその放射が互いに対向方向になるように回転台上に配置した。2 つの周波数のうなりはおよそ 20 kHz であった。エーテル風が存在する場合には、ドップラー効果によってキャッチされる周波数に変化が生じると予想されていた。これらの研究者の考えでは回転台の回転が周波数比を変化させるはずだとされていたが、その変化は観測されなかった。エーテル風は、またしたがってエーテルも自然界に存在しないという結論が下された。

J. P. Cedarholm, G. F. Bland, B. L. Havens, C. H. Townes 「特殊相対性理論の新たな実験的検証」, 英語からの翻訳: V. A. Atsukovsky, 同書 259~262 頁.

J. P. Cedarholm, C. H. Townes 「特殊相対性理論の新たな実験的検証」, 英語からの翻訳: V. A. Atsukovsky, 同書 262~262 頁.

1993 年, V. A. アツュコフスキーがエーテル風に関する実験者たちの主要論文を収集し、初めてロシア語に翻訳した。論文集『エーテル風』の巻末記事では、全体的な問題点、実験者たちによって犯された誤り、および今後におけるエーテル風研究

の課題が検討されている。この記事では、このような作業が自然科学の将来にとって持つ根本的な意義が示されている。なぜなら、地球表面におけるエーテル風の存在が立証されれば、そのことは自動的に、自然界にエーテルが存在することを意味し、このことが自然科学の理論的基礎全体を根底から変え、研究面および応用面における数多くの新たな方向性を切り開くことになるからである。さらに、この記事では、レーザーをベースとした一次精度の計器の創出の可能性も示されている。風荷重の作用を受ける弾性片持ち梁と同様、エーテル風の作用の下でレーザービームは直線方向から偏向することになる。エーテル風の速度を仮に 3 km/s とすると、光路長がおおよそ $5 \sim 10 \text{ m}$ の場合、レーザービームの $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ の偏向を予測することができる。この偏向は増幅器付ブリッジ型光検出器によって完全に記録することが可能である。

V.A. Atsukovsky 「エーテル風：問題点，誤謬，課題」，同書 268~288 頁。

2000 年，ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所（所在地：ハリコフ）の研究員，**Yu. M. ガラエフ** が電波領域における波長 8 mm ，基線長 13 km のエーテル風測定データを発表した。エーテル風の速度勾配と地球の自転が利用された。データは 1998 年に一定期間にわたって自動的に記録された後，統計的に処理された。地球表面近傍にエーテル風が存在し，ハリコフ地区におけるその速度は約 1500 m/s であることが判明した。これは 1925 年のミラーのデータと基本的に一致する。2 つのデータの間の差は実験実施場所の高度の違い，また現地の状況〔地形や人工的構築物〕の違いによって説明することができよう。

Yu.M. Galaev 「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，2000。

このように，地球に吹き付けているエーテル風の存在は，既に以前から，そして現在，実験的に裏付けられている。

1.3. 肯定的な結果を与えた現代の実験

1.3.1. レーザーを用いたエーテル風の研究

V. A. アツュコフスキー [V.A. Atsukovsky]

国立経営大学，モスクワ市

下記に示すのは，1990~2000 年，モスクワ州ジュコーフスキー市に所在する航空機設備研究所に勤務していた時期に筆者とその助手であったミハイル・エフィモヴィッチ・パヴレンコ [Mikhail Efimovich Pavlenko]（故人）によって行われた銀河系エーテル風の研究に関する実験の概要である。残念ながら，諸般の事情および筆者が当時取り組んでいた主要テーマに関する仕事の多忙さにより，この研究は単発的・挿話的なものとなったが，それでもなお，いくつかの予備的な結論を下すことを可能にした。それらの結論は，**A. マイケルソン** およびその後継者たちが用いていたものよりはるかに単純な方法を用いた，今後におけるエーテル風研究において利用することが可能である。そしてこのことは，近い将来，地球に吹き付けているエーテル風に関する研究は大規模で体系的なものになる可能性があるということの意味している。

19 世紀末と 20 世紀前半におけるエーテル風研究のうち，肯定的な結果を与えな

ったすべての研究は、エーテルの気体状構造を考慮せず、エーテルの性質を理想化していたため、方法論と実験装置に関する深刻な誤りを犯しており、その誤りが彼らの実験の否定的な結果をもたらしていた。

エーテル風の測定的基础には、普通の実在気体、すなわち粘性と圧縮性を持つ気体に関する普通の既知の法則に従う気体状媒質としてのエーテルという理解が据えられていなければならない。そのためには、次の一連の事情を考慮する必要がある。

1. 地球に吹き付けるエーテル流は大気によって減速されなければならない。したがって、測定地点の高度が減少するにつれて、エーテル流の相対速度——地球表面に対するエーテル風の速度——は減少しなければならず、それゆえ、地下室において地球表面に対するエーテル流の速度を測定することはできない。この事実は、1881年と1887年に地下室で行われたマイケルソンとモーリーの実験、その後1905年にユークリッド山（海拔高度250 m）で行われ、約3~3.5 km/sのエーテル流速度を得たモーリーとミラーの実験、特に1921~1925年に高度1860 mのウィルソン山天文台で行われ、約8~10 km/sの速度を得たD.C.ミラーの研究によって裏づけられた。

このことから、エーテル風の速度測定は、地球表面に対する高度が可能な限り大きく、かつその高度に存在する地物〔天然と人工にかかわらず、地上にあるすべての物〕からなるべく離れた場所において行う必要があるという結論が導き出される。

2. エーテル風の向点は天の極から26°であることがミラーによって突きとめられた。それゆえ、北の方向を実験で用いられるあらゆる装置のゼロ位置とみなす必要がある。そのとき、地球の1日の回転は、1日間におけるエーテル風の方角の対称的偏差をもたらす。

3. エーテルは実在気体であるから、あらゆる物体、特にフェルミ面を持っている金属物体によって減速されなければならない。それゆえ、エーテル風の速度測定が行われる建物の壁はできるだけ薄くする必要がある、金属製のものが用いられていない壁とすることが望ましい。金属製の箱に収納された干渉計を用いて行われ、その結果、大きな高度で行われたにもかかわらず、否定的な結果が得られたピカールとスタエルの実験（1926年）およびケネディとイリングワースの実験（1927年）が、その必要性を裏づけている。それだけでなく、それより後（1928~1929年）、ウィルソン山天文台の特別に建造された堅固な建物内でマイケルソン、ピースおよびピアソンによって行われた実験は肯定的な結果（6 km/s）を与えはしたものの、それはミラーが得た結果（8~10 km/s）よりも小さかった。これは、ミラーが測定装置（干渉計）を配置していたのは、エーテル流をわずかしき減速させない、軽い合板製の建物であったからである。

4. エーテル風の速度のバリエーションの詳細な構造を解明するためには、エーテル風の速度の日別測定と通年測定を5分間以下の周期で行う必要がある（連続測定でもよい）。

5. エーテル風を測定するための手段としては、それが気体状であることから導き出されるエーテルの性質——物体に対する圧力、粘性その他のパラメーター——を利用することができる。

エーテル風に関する研究の設定

エーテル風の速度測定の実施上における上に列挙した方法論上の特徴を考慮したことが、エーテル風の速度に関する研究を行った、ミラーを除くすべての研究者が犯した基礎的な方法論的誤謬を回避することを可能にした。

実験の目的は、自然界におけるエーテル風の存在を裏づけること、ならびに効果を

4~5桁増大させ、それによって測定装置に求められる要件を大幅に低下させ、しかも1次精度ではなく2次精度での測定を可能にする、非干渉法によるエーテル風の測定が可能であることを裏づけることであった。

実験の実施場所としては、グロモフ飛行研究所支部（後に航空機設備研究所）（モスクワ州ジュコーフスキー市）の敷地内にあるテストベッド棟9階にある独立した部屋が選ばれた。

測定装置としては、レーザービームに吹き付けるエーテル流は、普通の風が片持ち梁を曲げるのと同様にそのレーザービームを曲げるであろうという予測にもとづき、普通のレーザー（LG-65型）が選ばれた。中立位置からのレーザービームの偏向は、光点の位置を記録するフォトダイオードを用いて検出することができる。

設定された目的のために普通の光源を使用する案は排除された。なぜなら、普通の光源によって形成される光子は相対的に短く、それらはエーテル風によって簡単に運び去られてしまうからである。それに対し、レーザービームは単一の系をなしており、片持ち梁と完全に似ており、したがってレーザービームはエーテル風によって曲げられ、その偏向はその長さの2乗に比例することになる。

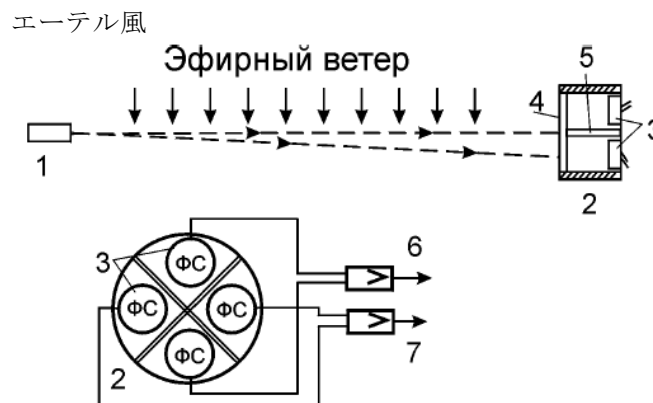


図1. レーザービームを用いたエーテル風の速度測定スキーム： 1—レーザー； 2—検出器； 3—フォトレジスタ； 4—曇りガラス； 5—不透明な仕切り板； 6—ビームの水平偏向の信号増幅器； 7—ビームの垂直偏向の信号増幅器

レーザービームの光点の非擾乱位置からの偏向は、それぞれ2つのブリッジ回路に含まれている2対のフォトダイオードまたはフォトレジスタによって記録される。フォトダイオード（フォトレジスタ）の1つの対は水平に配置され、水平面内におけるビームの偏向を記録し、2番目の対は垂直に配置され、垂直面内におけるビームの偏向を記録する。

レーザービームの長さを増大させることにより装置の感度を上昇させるため、ミラーからの表面反射による繰り返し反射を利用してもよい。

実験においては、長さ1.2 m、幅15 cm、厚さ8 cmの人造花崗岩製の光学ベンチを用いた。光学ベンチは2つの台架の上に置かれた2つのクッションの上に設置し、これにより、生じ得る振動の影響を防止した。実験室内では一定温度が維持された。

実験装置ではLG-65型レーザーを用いた。検出器では4つのFS-1型フォトレジスタを用い、それらのうち2つは垂直方向に、他の2つは水平方向に、十字型に配置した。光を散乱させるため、フォトレジスタの前に曇りガラスを配置した。外部からの光の照射を防止するため、検出器全体を内側から黒く塗った長さ15 cmのアルミニウム管の中に収めた。レーザービームの全長は7 mであった。

記録は、記録紙の幅が27 cmの標準的な工業用自記記録計によって行った。記録紙

の送り速度は 0.1 cm/min であった。中立位置からのレーザービームの水平偏向と垂直偏向を並行して記録した。

実験結果

実験実施期間全体を通じて、エーテル風の速度に関する体系的研究を行うことも、その大きさの評価を行うこともできなかったにもかかわらず、水平面内と垂直面内におけるレーザービームの1日間における周期的偏向が生じ、そのとき、水平面内における偏向は垂直面内における偏向より2~5倍大きかったことを認めなければならない。

最も重要な結果とみなすことができるのは、エーテル流の作用下におけるレーザービームの中立位置からの偏向という物理的效果を利用する可能性が裏づけられたことである。将来、1次精度のエーテル風速度測定器を創出することが可能であり、このことがエーテル風の大規模な体系的研究への移行を可能にするであろうということが、まさにこれによって裏づけられた。

第2の結果は、レーザービームの偏向の日変動という事実が明らかになったことである。この事実は、エーテル風の変化の日変動と解釈することができる。

第3の結果は、何分の1秒間単位から数時間単位までの周期を持ったレーザービームの周期的振動が出現したことである。これは、著者らが予想していなかったことである。この事実は、太陽によって噴出されているエーテル流の中に現れる、太陽の放射に起因する追加的な擾乱の影響と解釈することができる。

さらに、エーテル風に関する体系的研究を地球の様々な地点において、山の上や人工衛星を含む各種の飛行装置上など、様々な高度において1年間および1日間の相異なる時期と時刻に行えるようにするため、携帯式・移動式の計測装置を開発し、量産することが望ましいということも結論として挙げなければならない。

エーテル風の研究を継続して行わなければならない。

1.3.2. 地球表面近傍空間の等方性研究用のミリ波干渉計 [抜粋]

Yu. M. ガラエフ [Yu.M. Galaev]

ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所、ハリコフ市

本研究では、電波伝播速度の異方性を測定するための1次精度の方法と装置が提案されている。

この方法の有効性と装置の動作は、境界面近傍における粘性媒質の流れの法則性、ならびに見通し距離の範囲内の地表面近傍におけるミリ波の伝播の法則性 [23~26] にもとづいている。その動作原理は次のように説明することができる。地表面近傍に電波干渉計を配置してみよう。電波は地表面の上方の様々な高度を伝播した後、電波干渉計中において干渉像の観測点に近づいてゆく。次に、物理的真空の流れの中で電波干渉計を方向転換させると、出発点となる仮説の枠内では、上に挙げた物理的真空の性質の効果ならびに異方性と高度の効果の結果として、干渉像はその初期位置からシフトしなければならない。そのような電波干渉計は、電波干渉計のビームの配置高度における物理的真空の流れの運動速度の差に対する感受性を持っている。放射電波を出発点に戻す必要がないため、この測定方法は1次精度の方法となっている。

この測定方法は、見通し距離の範囲内の地表面近傍の電波経路を用いて実現された。

この電波経路においては、直接波と地表面からの反射波の干渉が受信地点における場の形成の基礎的メカニズムとなっている [25]。そのような干渉計はビームが垂直に配置された電波干渉計とみなすことができる。測定の正確性に対して等方性効果が及ぼす影響、例えば大気屈折率の垂直プロファイルのパラメーターの変動が及ぼす影響を排除するため、電気力学における相反定理の命題が利用された。相反定理によれば、ある地点から別の地点への電波の伝播条件は、その逆の方向における条件とまったく同一であり、この対称性は中間の空間の性質には依存せず、その空間は等方的であるとのみ想定される [27]。したがって、電波が対向方向に伝播する電波経路を用いれば、両方の地点における電波干渉の同時測定の結果同士を差し引くことによって等方性効果を排除し、それによって異方性効果を分離することが可能となる。電波が対向方向に伝播する電波経路および電波干渉測定装置は、地表面近傍における空間の等方性に関する研究のための電波干渉計とみなすことができる。

提案されている測定方法の実現における特徴について検討しよう。現場における電波経路のあり得る配置のスキームを図 1 に示す。この図において記号 A と B で表されているのは、電波経路上のそれらと同じ記号の地点に設置されている送受信アンテナである。 $F(\Delta\alpha)$ はアンテナの規格化された指向特性である。電波経路の長さは $AB = r$ である。平らな地表面からのアンテナ高は $Z_{up} \gg \lambda$ (ここで、 λ は電波の波長) である。電波経路において、アンテナ指向特性のダイアグラムの軸は、普通、線分 AB ($\alpha = 0$) と一致している。A と B の各地点には、高度 Z_{up} の軌道 AB に沿って到来する直接波と、地点 C で地表面から反射されて軌道 ACB に沿って到来する反射波の 2 つの電波が到来する。記号 Ψ で示されているのは俯角である。軌道 ACB の平均高度は Z_l である。直接波と地表面からの反射波の伝播方向の間の角度は $\Delta\alpha$ で表されている。矢印 W_{rup} と W_{rl} は物理的真空の運動速度の動径成分、すなわち電波経路に沿って作用する成分の方向を示している。矢印の長さは高度 Z_{up} と Z_l における物理的真空の運動速度に比例している。

現実の電波経路においては、角度 Ψ と $\Delta\alpha$ が小さく、何分の 1 度の単位で測定されるため、 $Z_{up} \ll r$ である。図 1 では、角度 Ψ と $\Delta\alpha$ は実際値を反映していないので、見やすくするために垂直方向の縮尺が引き伸ばされている。図 1 に示されている電波経路は、ビームが垂直に配置されている電波干渉計とみなすことができる。地球が 1 日に 1 回転しているので、このような電波干渉計は物理的真空の流れの中で方向転換していることになる。

電波の干渉パラメーターを測定するため、電波経路の各地点 (A と B) においては、論文 [28] で提案されている電波経路の特性測定方法が適用されている。このことが、

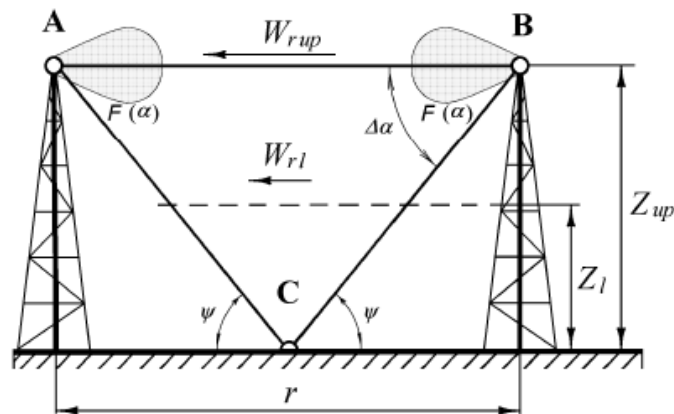


図 1. 実験のスキーム

電波経路の送受信装置の創出と運用に関する課題を著しく容易にすることを可能にした。[28]の方法は、位相測定の実施のためにコヒーレントな放射源を用いることを要求していないからである。

[28]の方法による装置の動作原理は次のとおりである。送信地点から、搬送周波数 f_0 、下側横方向成分 $f_1 = f_0 - F_m$ 、上側横方向成分 $f_2 = f_0 + F_m$ （ここで、 F_m は変調周波数）の被変調探測信号 I が放射される。伝播時に、信号 I の i 番目の成分は位相の増加 $\varphi_i = k_i L_p$ を得る。ここで、 k_i は波数、 L_p は伝播距離である（添え字 $i = 0, 1, 2$ は周波数 f_0, f_1, f_2 に対応する）。受信装置において、周波数 f_0 の受信信号の成分は各横方向成分と掛け合わされ、位相シフト $\Delta\varphi$ は差周波数を持っている乗算結果同士の間で測定される。 $\Delta\varphi$ に関する表式は次の形を持っている。

$$\Delta\varphi = (\varphi_0 - \varphi_1) - (\varphi_2 - \varphi_0) \quad (2)$$

位相のこのような組み合わせは時間のカウント開始時刻の変化に対して不変であり、論文 [29] において「位相不変量」という名称を与えられている。

（略）提案されている測定方法は、求める異方性電波伝播の効果に対する感受性を持っている。

実験用電波経路 提案されている測定方法の検証は、見通し距離 13 km の地表面近傍の電波経路を用いて行った。電波経路のプロファイルを図 2 に示す。土地の起伏の再現を見やすくするため、垂直方向の縮尺が引き伸ばされている。横軸には電波経路の距離の値が km 単位で示されており、縦軸には海拔高度が m 単位で示されている。この図における点 A と B は電波経路の終端の送受信地点である。A 地点はハリコフ市の北のはずれに、B 地点はルースキエ・チシキ村にある。電波経路の各地点には、幅 $\approx 0.5^\circ$ の指向性ダイアグラムを持つ同一の送受信用反射鏡アンテナが設置された。A 地点のアンテナはその配置場所において地表面から 30 m の高さにあり、B 地点は地表面から 12 m の高さにある。丘陵の頂部 D および C 地点の地区は草に覆われている。

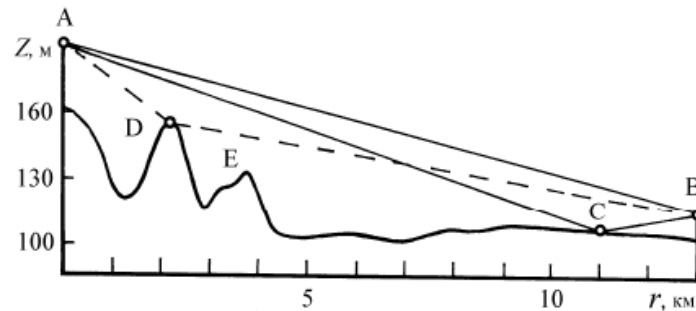


図 2. 実験用電波経路のプロファイル

丘陵の頂部 E は植林地で占められている。軌道 AB の地表面からの平均高度は $Z_{up} = 42$ m である。頂部 D の上方の空隙の大きさは $H_1 \approx 25.3$ m である。頂部 C の上方の空隙の大きさは $H_2 \approx 24$ m である。A 地点から頂部 D までの距離は $r_1 \approx 2200$ m である。A 地点で測定された電波経路の子午線に対する方位角は $a \approx 45^\circ$ である。電波経路における場の形成メカニズムを正確に捉えるため、場の垂直方向の構造を測定した。測定は夏期の 8 月に行った。放射は、B 地点のアンテナにより、その地点の探測信号搬送周波数 f_{0B} で行った。垂直探測は、相対的に幅広い指向性ダイアグラム ($\approx 10^\circ$) を持つアンテナが装備されている補助用受信装置を用いて行った。その測定結果を図 3 の

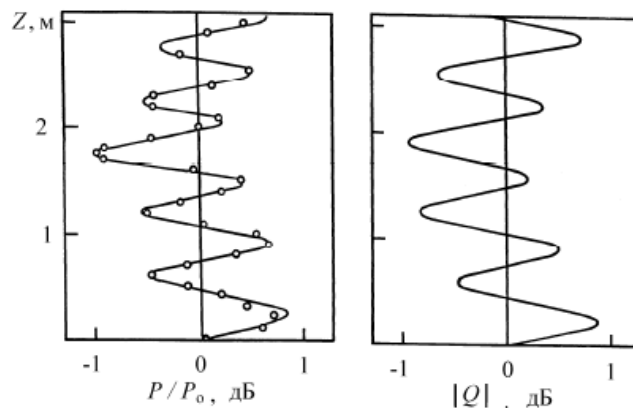


図3. 場の垂直構造 [横軸のdBはdB]

左図に点で示す。実線は測定された場の構造の形状を近似的に示している。横軸には、基準強度レベル P_0 に対する受信信号の強度 P の比がデシベル単位で示されている。縦軸には、A地点のアンテナの配置レベルから補助用受信装置までの上昇高度が示されている。図3から、場の垂直構造は2つの基本的成分を含んでいることが読み取れる。

第1の成分は複数の変化周期によって表されており、第2の成分はその周期の一部分のみによって表されている。測定された構造は、3つの波の干渉、すなわち、経路BAに沿って伝播する直接波、頂部Dから反射され、経路BDAに沿って伝播する反射波、およびC地点の周辺の地表面から反射され、経路BCAに沿って伝播する反射波の干渉によって記述することができる。複数の波の干渉に関する課題の解法は文献[25]において述べられている。(略)

装置 電波経路の各終端点(図2)には、同一の送受信装置と記録装置一式が装備されている。電波経路の各地点では、探測信号の送受信に同一の反射鏡アンテナが用いられた。両地点のアンテナは、反射鏡の直径が1.1mのまったく同型のものである。アンテナは構造用鋼製の支台の上に設置されている。支台には、方位角と設置場所の角度に合わせてアンテナの照準を調整するための方向転換装置が装備されている。A地点の送受信装置の外観を図4に示す。装置は建物の屋上に配置されている。

図4には相異なる直径のアンテナを備えた装置が示されている。現在、信号の送受信には直径のより大きい方のアンテナのみが使用されている。B地点には、それと同一の装置が図5において矢印で示されているような状態で設置されている。支台上に



図4. 測定地点A, ハリコフ市



図5. 測定地点 B, ルースキエ・チシキ村

は、アンテナの他に、送受信地点の超高周波ユニットが収納されているコンテナが配置されている。低周波ユニットと記録装置は建物の室内に配置されている。搬送周波数発生器の周波数は約 37 GHz、変調周波数発生器の周波数は約 0.5 GHz であった。送信信号と受信信号を分離するため、搬送周波数発生器と変調周波数発生器の周波数の公称値は相異なるものとした。搬送周波数の値は、A 地点では $f_{0A} = 36.95$ GHz、B 地点では $f_{0B} = 37$ GHz (差は 50 MHz) とした。変調周波数の値は、それぞれ $F_{mA} = 0.47$ GHz と $F_{mB} = 0.50$ GHz (差は 30 MHz) とした。

ガンダイオードで構成されている各送信装置の出力電力は約 70 mW であった。発生器の動作モードは連続モードとした。搬送周波数発生器と変調周波数発生器およびそれらの付属ユニットは恒温器に収納され、自動周波数制御システムによって制御された。測定装置一式は、周囲環境温度 $-25 \sim +35^{\circ}\text{C}$ の範囲内における、あらゆる角度からの室内試験とフィールド試験に合格した。試験は、相異なる気象条件下で 1 年のすべての季節に行った。

位相不変量 $\Delta\varphi_A$ と $\Delta\varphi_B$ の大きさの測定結果を記録するため、2 つの終端点で自記記録計が用いられた。A 地点では、それに追加して受信信号の振幅が記録された。この情報は、大気水象 (雨、雪) が落下していた時間間隔を特定することを可能にした (その時間を常時目視によって決定することは不可能であった)。振幅チャンネルは、測定システムの動作の連続監視の機能も果たした。装置の実際の特性とその試験結果の分析は、装置に起因する Φ 値に関する総合測定誤差は $\sigma_{\Phi} \leq 2.4^{\circ}$ を超えていないことを示した。下記において、電波伝播速度の異方性の大きさに対する製作された電波干渉計の感度は $W_{h\min} \approx 108$ m/sec であることが示される。

測定方法 探測信号 I_A と I_B を A 地点と B 地点から相互に対向方向に発射した。それと同時に、採用された測定方法に従って各地点において探測信号を受信し、その処理を行った。両地点において、 $\Delta\varphi_A$ と $\Delta\varphi_B$ の測定値を自記記録計の記録紙に記録した。A 地点において時間の目盛を作成し、それを I_A によって B 地点に伝達した。こうすることにより、時間の目盛は両地点において自記記録計によって同期的に記録された。測定は、日別測定においても連続的に行った。装置の校正とその動作状態の監視は、自律型装置を用いて行った。この装置は、監視パラメーターおよび探測信号のスペクトルと同様のスペクトルが含まれている試験信号を作成した。

測定結果 研究課題に従い、本研究の結果を [15, 16], [5~7, 14] および [13] の実験結果と並行して検討しよう。本実験を含むこれら 4 つの実験は、地球の相異なる地点において、3 つの相異なる測定方法を用いて相異なる電磁波領域で行われた。考察される本研究の結果 (ウクライナ) は、上記の 1 次精度の測定方法を用いて 1 年の

うち6カ月間(8月から1月まで),ミリ波領域で行われた試験シリーズに属するものである。このシリーズにおける連続測定の実時間は1288時間に達した。[15,16](ウクライナ)の実験は1次精度の光学的測定方法を用いて行われた。[5~7,14](アメリカ)および[13](アメリカ)の実験は2次精度の光学的測定方法を用いて行われ,測定装置としてはマイケルソンの十字型干渉計が利用されていた。本研究ならびに[15,16],[5~7,14]および[13]の実験において採用された測定方法の有効性は,電磁波は運動媒質中を伝播しており,その媒質の性質が電磁波の伝播速度を決定しているという理解にもとづいている。出発点となる仮説の枠内においては,このことが,これらの実験の結果を電磁波の伝播速度の異方性という用語を用いて解釈する可能性を与えている。

電磁波の伝播に関するこれらの実験における求める効果の発現について検討しよう。

図9に,[15,16]の実験(図9a),本研究(図9b)および[5~7]の実験(図9c)の平均結果を示す。これらの結果は相異なる年の元期8月に得られた。「元期」という用語は天文学から借用したものである。天文学では,同じ名前の月に行われた相異なる年の観測は,同一の元期の観測に分類される。[13]の実験結果は図9に示されていない。これは,その著者らが,彼らによって測定された異方性の大きさの最大値に関するデータ $W_h \approx 6000 \text{ m/sec}$ しか掲げていないためである。縦軸には異方性の大きさの値 W_h が m/sec 単位で,横軸には1日の太陽時 T_m が h 単位で示されている。信頼区間は縦線で表されている。図9の各図は,求める異方性効果が発現していることを示している。[15,16],[5~7,14]および[13]の実験においては,異方性効果は光学干渉計の方向転換によって検出されていたが,本研究においては,2つの電波の対向伝播法が適用された。検討されているこれらの実験の結果は,異方性の大きさが1日の間に变化しており,それらの変化は互いに類似した性格を持っていることを示した。

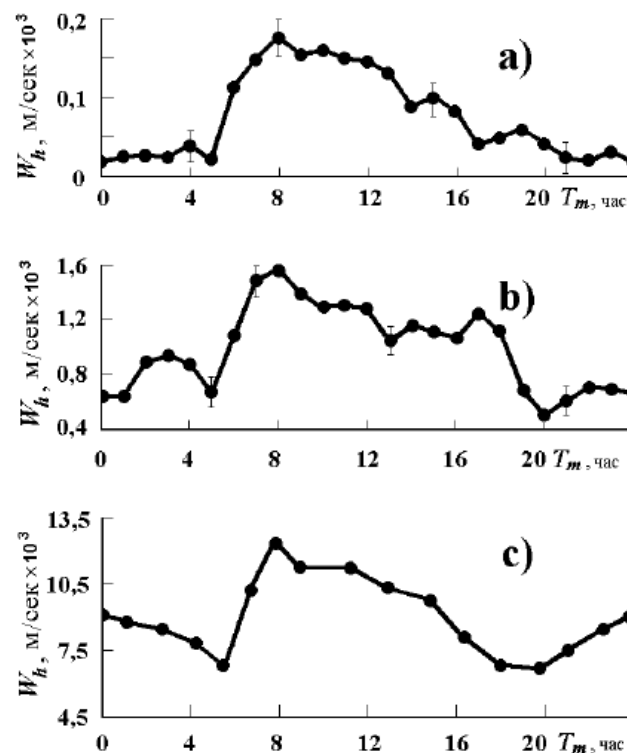


図9. 相異なる実験データによる元期8月における異方性の大きさの変化:

a) [15,16]の実験; b)本研究; c) [5~7]の実験 [図中の m/sec は m/sec , час は h]

例えば、依存関係 $W_h(T_m)$ の間で計算された相関係数 $\Re$ は、 $0.73 \leq \Re \leq 0.85$ の範囲内にある。

論文 [5~7, 14] においては、異方性の大きさの日変化は、黄道北極の座標に近い座標を持つ向点へ向かう太陽系の運動によって説明されている。この場合には、1 日間における地球の回転の結果、相対運動の速度ベクトルの測定装置の水平面への射影、したがってまた異方性の大きさ W_h は 1 日の間に変化することになる。このような説明は本研究の結果と矛盾しておらず、それゆえ、出発点をなす説明とすることができる。

本研究および [15, 16], [5~7, 14], [13] の実験結果は、それとは別の求める効果、すなわち高度効果も発現していることを示している。これらの 4 つの実験において、測定は 5 つの相異なる高度において行われた：[15, 16] の実験では 1.6 m と 4.75 m；本研究では 42 m；[5~7, 14] の実験では 265 m と 1830 m（それぞれクリーブランドとウィルソン山天文台）。[13] の実験においても、測定はウィルソン山天文台で行われた。高度効果の発現は、図 9 の各図において、例えば異方性の大きさ W_h の最大値に注目することによって、また図 10 において見て取ることができる。図 10 では、測定装置の配置場所の地表面からの高度 Z に対する異方性の大きさ W_h の依存性が示されている。

図 10 の作図に際しては、本研究および [15, 16], [5~7, 14], [13] の実験で測定された異方性の大きさの最大値の平均値が用いられた。横軸と縦軸には、それぞれ W_h/W_* 比と Z/Z_* 比の対数値が示されている。 W_* と Z_* の値は、それぞれ 1 m/sec と 1 m とした。見やすくするため、図 10 の上部と右部の各座標軸には、 W_h の値が m/sec 単位、 Z が m 単位で示されている。図 10 から、相異なる実験の結果は共通の法則性に従っており、直線の近傍に位置していることが分かる。高度 1.6 m から 1830 m までの範囲内において、異方性の大きさは 200 m/sec から 10000 m/sec まで増加している。これは、それぞれ光速の $6.7 \cdot 10^{-7}$ から $3.3 \cdot 10^{-5}$ までに相当する。

図 9 と図 10 に示されている実験結果は、相異なる実験の結果の間の高い相関性、電磁波伝播の異方性現象の観測可能性、相異なる観測条件下におけるこの現象の性質の反復性、相異なる実験的研究方法と相異なる電磁波領域を適用したときにおけるこの現象の性質の再現性を立証している。これらすべてのことは、検討されているこれ

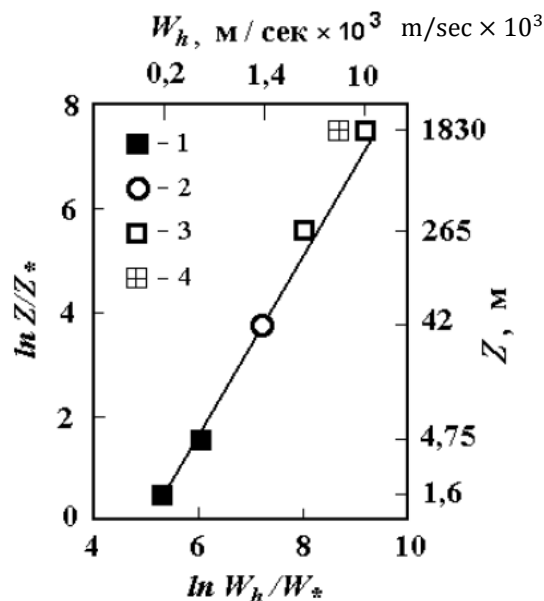


図 10. 相異なる実験のデータにもとづく地表面からの高度に対する異方性の大きさの依存性：1— [15, 16] の実験；2— 本研究；3— [5~7] の実験；4— [13] の実験

らの実験の結果の信頼性を肯定的に評価する根拠を与えている。異方性の測定値は相対的に小さく、多くの実際の場合には、それを無視し得ることに注目しなければならない。この意味において、地表面近傍の空間は、1 日間の時刻と地表面からの高度に依存する精度において、等方的とみなすことができる。図 9 と図 10 に示されているデータは、地表面近傍の空間の光学的等方性という理解の適用可能性の境界とみなすことができる。

本研究および [15, 16, 5~7, 13] の結果は、[20, 22] の実験の否定的結果は使用された干渉計の感度不足によって説明し得ることを示す可能性を与えている。例えば、地表面近傍においては、異方性の大きさは 200 m/sec を超えていないことが図 10 から読み取れる。したがって、地下室で行われた [20, 22] の実験においては、異方性の大きさに対する干渉計の感度 $W_{\min}$ は 200 m/sec 以上でなければならない。[20, 22] の実験における干渉計の感度を計算してみよう。 $W_{\min}$ の大きさに対しては、干渉縞のシフト $D_{\min} \approx 0.04$ が対応しているとみなそう。例えば [20] の実験においては、このようなシフトが観測されることが期待されていた。表式 (1) より、次式が得られる。

$$W_{\min} = c(D_{\min}\lambda l^{-1})^{1/2} \quad (36)$$

[20, 22] の実験において、光ビームの長さ l はそれぞれ 2.4 m と 22 m、波長は $\lambda \approx 6 \cdot 10^{-7}$ m であった。表式 (36) を用いると、[20] の実験では $W_{\min} \approx 30000$ m/sec、[22] の実験では $W_{\min} \approx 10000$ m/sec となるという結果が得られる。したがって、[20] と [22] の実験では、干渉計の感度が不足していた。今行った評価の結果は、光速度の異方性に対する感度が $W_{\min} \approx 200$ m/sec であるマイケルソンの十字型光学干渉計を構築するために必要とされる光ビームの長さ l を計算すると、より一目瞭然たる形で示すことができる。表式 (1) より、次式が得られる。

$$l = D\lambda c^2 W^{-2} \quad (37)$$

表式 (37) に各量の値 $D = 0.04$; $\lambda \approx 6 \cdot 10^{-7}$ m; $W = 200$ m/sec を代入すると、 $l \approx 54000$ m が得られる。光ビームの長さが $l \approx 54000$ m の十字型光学干渉計を構築という課題は技術的に非現実的である公算が大きいと推定することができる。したがって、[20] と [22] の実験においては、唯一つの装置上の原因、すなわち、これらの実験では感度不足の 2 次精度の干渉計が用いられていたという原因により、空間の異方性が検出されることは不可能であった。

論文 [15, 16] において提案されている 1 次精度の測定方法の優位性を再度強調することが適切であると思われる。地表面近傍において、異方性の大きさが ≈ 200 m/sec であり、その他の条件が等しい場合、提案されている 1 次精度の光学的方法は、2 次精度のマイケルソン干渉計の方法より感度が 150 万倍高いと計算することができる。この事情が、地表面近傍における光速度の異方性の解明を目的としたマイケルソン干渉計の適用の可能性を妨げている。行われた評価は、[8~11] の実験に対しても妥当する。それだけでなく、本研究および [16] の研究結果は、物理的真空の流れの性質は、障害物を迂回し、誘導管路系の中を流れるという、既知の気体の流れの性質に似ていると予想することを可能にしている。[8~11] の実験においては、この事情が、金属製密閉チャンバーに収納された測定装置を用いて空間の異方性を検出しようとする試みが失敗に終わった原因となっていた可能性がある。

本研究および [16] の研究結果は、空間の異方性を検出しようとした現代の実験的試み、例えば [37~40] の試みが否定的結果をもたらしたことの、あり得る原因を示すことを可能にした。[37] の研究で用いられている光学的測定装置のスキームと動作は、1868 年に M.ヘック [Martin Hoek] [41] が用いた装置と原理的に異ならない。

いずれの場合にも、それらの著者らは、光速度に対する異方性の大きさの比の1乗に比例した干渉縞シフトを観測することを期待していた。[37]と[41]は否定的結果を与えた(空間の異方性は観測されなかった)。ヘックの誤りに関する検討は、これまでに再行われている。例えば、[21]の研究では、フレネルの引きずり係数が、地球の運動によって引き起こされる可能性のある、[41]の実験で観測することが期待されていた1次精度の効果の相殺をもたらすことが、余すところなく示されている。[21]の研究のこの結論は、[37]の研究にも完全に当てはまる。それ以外の[38~40]の実験のような場合には、測定装置全体が金属製遮蔽物の中に収納されていた[8~11, 42]の実験の誤りが繰り返されている。その結果、[38~40]の実験結果は[8~11, 42]の実験結果と同一となった(求める異方性効果は観測されなかった)。このような実験において重厚な遮蔽物を使用してはならないことが最初に指摘されたのは、既に[22, 14]の研究においてであった。それに加えて、[38~40]の実験者らは、実験装置の内部の真空中における諸過程を外部の物理的真空中において進行している諸過程から遮蔽するための確実な方法を考案したと、付言しなければならない。しかし、周囲空間から分離された測定装置を用いて周囲空間の性質を解明することが可能とは思われない。[37~40]の実験の装置上の誤りは、共通の性格を持っていると推定することができる。これらの実験者らは、実験を設定する際、彼らが求めている空間の異方性をもたらしている、あり得る物理的原因について検討しようとはしなかった。もし検討していれば、彼らの探求における装置と方法の手法は異なったものになっていたかもしれない。

最後に、次の点を指摘しよう。本研究では、粘性気体状の物理的真空という作業仮説の枠内で研究結果を解釈する試みがなされた。[5~7, 14]の研究においては、実験結果は、観測者とエーテル——電磁波の伝播を担っている媒質——の相対運動の結果として説明されている。[15]の実験では、まさにこの目的により、[43]の研究において発展させられた粘性気体状エーテルモデルが利用されている。本研究および[5~7, 14], [15, 16]の研究結果は、粘性物理的真空仮説の基礎的命題とも、粘性気体状エーテル仮説の基礎的命題とも矛盾していないと認めることができる。このことは、一見したところ、これらの仮説は等価であるとみなす根拠を与えているように見える。しかし、それにもかかわらず、これら2つの仮説は競合している。実際、物理的真空の仮想粒子に関する場の量子論の理解は、真空中には既存理論によって想定されていない類の粒子の「構築」材料が存在するという追加的命題を導入することを要求している。エーテル仮説の枠内では、そのような問題は物質形成物の構築材料としてのエーテル粒子が存在するという理解によって除去されており、それゆえ、仮想的形成物が存在するという理解は余計であり、不要である。相互作用メカニズムの記述という課題は、現代流体力学の枠内で原理的に解決可能となりつつある。このことが、粘性気体状エーテル仮説を幅広い研究にとって魅力的なものとしている[43~50]。現状の打開は、新たな観測と実験を行うことによってのみ可能となる。そしてそれは、新たな測定方法と測定装置を適用することによってのみ可能となる。

結論 本研究では、次の主な結果が得られた。

空間の性質に関する作業仮説が提案された。その仮説の枠内においては、電波伝播速度の異方性は、観測者と粘性気体状の物理的真空の相対運動によって引き起こされるとされる。

ミリ波の伝播速度の異方性を直接測定するための1次精度の方法と装置が開発された。電波伝播速度の異方性に対する感度が108 m/secの電波干渉計が製作された。

作業仮説の枠内において、地表面近傍における電波伝播に関する実験において観測

することが可能な異方性効果が決定された。一連の実験的研究が行われた。予想されていた効果の発現が示された。次の事項が測定された：異方性の大きさ、異方性の大きさの日変化、地表面からの高度の増大に伴う異方性の大きさの増大。電波干渉計の配置場所の高度が地表面から ≈ 42 mのとき、電波伝播速度の異方性の大きさは 1400 m/sec を超えなかった。

本研究の結果と先行する光学的実験の結果との比較が行われた。相異なる年に、相異なる地理的条件下で、相異なる測定方法と相異なる電磁波領域を用いて行われた諸実験における異方性の大きさの日変化の観測可能性、反復性および再現可能性が示された。このことは、得られた結果の信頼性を肯定的に評価する根拠を与えている。

このように、本研究において、電波伝播速度の異方性に対して高い感度を持つ 1 次精度の測定方法と測定装置が開発された。それらの方法と装置の実験的検証は、地表面近傍における空間は、地表面からの高度と 1 日間の時刻に依存する精度において、等方的とみなすことができることを示した。この研究結果は、電波測定装置の開発と周囲空間の性質に関する理解の発展のために利用することができる。

文 献 [日本語に訳されている文献は原文ロシア語]

1. **Ragulsky V.V.** 「空間の光学的等方性に関する実験的研究」, 『物理科学の成果』, 1997, 第 167 巻, 第 9 号, 1022-1024 頁.
2. **Malykin G.B.** 「特殊相対性理論の第 2 公準の実験的検証の可能性について」, 『物理科学の成果』, 2004, 第 174 巻, 第 7 号, 801-804 頁.
3. **Ginzburg V.L.** 「超伝導と超流動について (私にできたこととできなかったこと) および 21 世紀初頭における “物理ミニマム” について」 (ノーベル賞受賞講演), 『物理科学の成果』, 2004, 第 174 巻, 第 11 号, 1240-1255 頁.
4. **Atsukovsky V.A.** 『現代自然科学の構想. 歴史. 現代. 問題. 見通し. 連続講義』, モスクワ, モスクワ社会経済研究所出版部, 2000, 全 446 頁.
5. **Miller D.C.** Ether drift experiments at Mount Wilson solar observatory // Phys. Rev. 1922. Vol. 19. P. 407-408.
6. **Miller D.C.** Ether-drift experiments at Mount Wilson // Proceedings. Nat. Acad. Sciences. 1925. Vol. 11. P. 306-314.
7. **Miller D.C.** Significance of the ether-drift experiments of 1925 at Mount Wilson // Science. 1926. Vol. 63. P. 433-443.
8. **Kennedy R.J.** A refinement of the Michelson - Morley experiment // Proc. Nat. Acad. Sci. of USA. 1926. Vol. 12. P. 621-629.
9. **Illingworth K.K.** A repetition of the Michelson - Morley experiment using Kennedy's refinement // Physical Review. 1927. Vol. 30. P. 692-696.
10. **Stahel E.** Das Michelson-Experiment, ausgeführt im Freiballon // Die Naturwissenschaften, Heft 41. 1926. B. 8, Nu. 10. S. 935-936. [自由気球内で行われたマイケルソンの実験]
11. **Joos G.** Die Jenaer Wiederholung des Michelsonversuchs. // Annalen der Physik. 1930. B. 7. S. 385-407. [マイケルソンの実験のイエナにおける再試行]
12. **Shankland R.S., McCuskey S.W., Leone F.C. and Kuerti G.** New Analysis of the Interferometer Observations of Dayton C. Miller // Reviews of Modern Physics. 1955. Vol. 27, No. 2. P. 167-178.
13. **Michelson A.A., Pease F.G., Pearson F.** Repetition of the Michelson - Morley experiment // Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments. 1929. Vol. 18, No. 3. P. 81-182.; also in Nature. 1929. 19 Jan. P. 88.
14. **Miller D.C.** The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the

- Earth // Reviews of Modern Physics. 1933. Vol. 5, No. 3. P. 203-242.
15. **Galaev Yu.M.** The measuring of ether-drift velocity and kinematic ether viscosity within optical waves band // Spacetime & Substance. Kharkov: Research and Technological Institute of Transcription, Translation and Replication. 2002. Vol. 3 No. 5(15). P.207-224. <<http://www.spacetime.narod.ru/0015-pdf.zip>>
 16. **Galaev Yu.M.** 「光速度の異方性測定用の光学干渉計」, 『計器製造技術』, ハリコフ, 計器製造技術研究所, 2006, 第2号, 8-21頁.
 17. 「場の量子論」, 『物理学百科事典』, モスクワ, ソビエト百科事典, 1990, 第2巻, 300-308頁.
 18. 「物理的真空」, 『ソビエト大百科事典』, モスクワ, ソビエト百科事典, 第3版, 1971, 第4巻, 241頁.
 19. 「フィゾーの実験」, 『物理学百科事典』, モスクワ, ロシア大百科事典, 1998, 第5巻, 322頁; **Fizeau H.** Sur les Hypothèses relatives à l'éther lumineux et sur un experiment qui paraît démontrer, que le mouvement des corps change la vitesse, avec laquelle la lumière se propage dans leur intérieur // Comptes Rendus. 1851. Vol.33. P. 349-355. [光エーテルに関する仮説ならびに物体がその内部における光の伝播速度を変化させることを示す実験について]
 20. **Michelson A.A.** The relative motion of the Earth and the Luminiferous ether // The American Journal of Science. 1881. III series, Vol.22, No. 128. P. 120-129. 「マイケルソンの実験」, 『物理学百科事典』, モスクワ, ロシア大百科事典, 1992, 第3巻, 27-28頁.
 21. **Frankfurt U.I., Frenk A.M.** 『運動媒質の光学』, モスクワ, Nauka, 1972, 全212頁.
 22. **Michelson A.A., Morley E.W.** The relative motion of the Earth and the luminiferous aether. The American Journal of Science. Third Series. 1887. Vol. 34. P. 333-345. Philosophical Magazine. 1887. Vol.24. P. 449-463.
 23. **Loitsyansky L.G.** 『液体と気体の力学』, モスクワ, Nauka, 1973, 全848頁. **Slezky N.A.** 『粘性非圧縮性流体の動力学』, モスクワ, 国営技術出版所, 1955, 全520頁.
 24. **Kalinin A.I., Cherenkova E.L.** 『電波の伝播と電波経路の働き』, モスクワ, Svyaz, 1971, 全440頁.
 25. **Kulemin G.P., Razskazovsky V.B.** 『地球表面によるミリ波の小角散乱』, キエフ, Nauk.dumka, 1987, 全232頁.
 26. **Nikolsky V.V., Nikolskaya T.I.** 『電気力学と電波の伝播』, モスクワ, Nauka, 1989, 全544頁.
 27. **Galaev Yu.M., Zhukov B.V.** 「ソビエト連邦発明者証 1337829, 国際発明分類 4 G01R29/00. 電波経路の特性の測定方法」, 『発明公報』, 1987, 第34号, 183頁.
 28. **Zverev V.A.** 「超音波の分散の変調測定方法」, 『ソ連科学アカデミー報告集』, 1953, 第91巻, 第4号, 91-794頁.
 29. **Vyaltseva E.E.** 「境界層における超短波に対する大気屈折率の変動性」, 『気象学と水文学』, 1972, 第2号, 8-14頁.
 30. **Vyaltseva E.E.** 「冬期における300メートル層中における超短波に対する空気屈折率の変動性」, 『実験気象学研究所紀要』, 1974, 第6(44)冊, 99-105頁.
 31. **Lipatov G.n., Aksakova O.Ya.** 「500メートル低層大気中における伝播屈折率の1日間の推移と垂直プロファイルのいくつかの特徴」, 『高層気象学中央研究所紀要』, 1977, 第9冊, 71-78頁.
 32. **Galaev Yu.M., Zhukov B.V., Kivva F.V.** 「地表面近傍のミリ波帯通信経路の通過帯域の変動性// ミリ波およびサブミリ波の研究用計器製造」, 『ハリコフ研究論集』, ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所, 1992, 63-72頁.
 33. **Kivva F.V., Galaev Yu.M.** Dispersion effects in frequency windows of mm wave range radio waves // Atmospheric Propagation Technical Exchange Proceedings: ARL, Orlando, FL, USA. 1993. P.

- 509-517.
34. **Galaev Yu.M.** Model of radio wave dispersion in atmosphere // Atmospheric Propagation and Remote Sensing III: Edited by Walter A.Flood and Walter B.Miller, Proc. SPIE 2222. 1994. P. 851-861.
 35. **Rumshinsky L.Z.** 『実験結果の数学的处理』, モスクワ, Nauka, 1971, 全 192 頁.
 36. **Ragulsky V.** Determination of light velocity dependence on direction of propagation // Physical letters A. 1997. Vol. 235, No. 2. P.125-128.
 37. **Herrman S., Senger A., Kovalchuk E., Müller H. and Peters A.** Test of the Isotropy of the Speed of Light Using a Continuously Rotating Optical Resonator // Physical review letters. 2005. Vol .95. P.150401.
 38. **Antonioni P., Okhapkin M., Goklu E. and Schiller S.** Test of Constancy of Speed of Light with Rotating Cryogenic Optical resonators // Physical Review. 2005. Vol. A72. P. 066102.
 39. **Stanwix P.L., Tobar M.E., Wolf P., Susli M., Locke C.R., Ivanov E.N., Winterflood J. and Kann F.** Test of Lorentz Invariance in Electrodynamics Using Cryogenic Sapphire Microwave Oscillators // Physical Review letters. 2005. Vol. 95. P. 040404.
 40. **Hoek M.** Détermination de la vitesse avec laquelle est entraînée une onde lumineuse traversant un milieu en mouvement // Arch. Neerl. 1868. Vol. 3. P. 180-185; 1869. Vol. 4. P. 443-450. [運動媒質を通過する光波が引きずられる速度の決定]
 41. **Essen L.** A new ether drift experiment // Nature. 1955. Vol. 175.P. 793-794.
 42. **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』, モスクワ, Energoatomizdat, 1993, 全 280 頁.
 43. **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, 全 584 頁.
 44. **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』, ハリコフ, ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所, 第 5 巻, 第 1 号, 119~132 頁.
 45. **Galaev Yu.M.** Etheral wind in experience of millimetric radiowaves propagation // Spacetime & Substance. Kharkov: Research and Technological Institute of Transcription, Translation and Replication. 2001. Vol. 2 No. 5(10). P. 211-225. < <http://www.spacetime.narod.ru/0010-pdf.zip> >.
 46. **Khoroshun L.P.** 「誘電体の電磁力学方程式と世界エーテルモデル」, 『ウクライナ国立科学アカデミー報告集』, 2003, 数学・自然科学・技術学, 第 10 号, 62-69 頁.
 47. **Khoroshun L.P.** 「電磁力学の基礎としての誘電体の 2 連続体力学」, 『応用力学』, キエフ, ウクライナ国立科学アカデミー, 2003, 第 39 巻, 第 8 号, 28-47 頁.
 48. **Khoroshun L.P.** 「2 連続体力学にもとづく誘電体と圧電体の動力学方程式の構築」, 『数理モデル化と情報技術. 科学論集』, リヴィウ, ウクライナ国立科学アカデミー応用力学・数学問題研究所数学的モデル化センター, 2006, 第 3 冊, 177-198 頁.
 49. **Khoroshun L.P.** 「誘電体と圧電体の電磁力学の一般動力学方程式」, 『応用力学』, キエフ, ウクライナ国立科学アカデミー力学研究所, 2006, 第 42 巻, 第 4 号, 46-61 頁.
 50. **Kupryaev N.V.** 「静止エーテルの観点から見た電気力学」, 『最高教育機関紀要. 物理学』, トムスク, シベリア物理工学研究所, 2006, 第 10 号, 8-18 頁.

1.3.3. 光速度の異方性測定用の光学干渉計 [抜粋]

Yu. M. ガラエフ [Yu.M. Galaev]

ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所, ハリコフ市

粘性媒質中における光速度の異方性測定のための方法と装置が提案された。測定装置が製作され、その実験的検証が行われた。その試験結果が先行実験の結果と比較された。光の異方的伝播効果の観測可能性、再現性および反復性が示された。この装置は、管中における気体流に関する研究のために利用することができる。

本研究では、光の異方的伝播効果を直接測定するため、1次精度の方法と装置が提案されている。この方法の有効性と装置の動作は、流体力学において知られている、管中における粘性液体・気体媒質の流れの発達に関する法則 [22, 23] にもとづいている。その動作原理は次のように説明することができる。気体流の中に、管軸が流れの速度ベクトルに対して垂直になるように管のセグメントを置いてみよう。この場合、管の2つの開放端は、外部気体流に関して同一の条件の下にある。管の両端において気体の圧力降下は発生せず、管内の気体は静止している。次に、気体流の速度ベクトルが管軸に沿った方向を向くように管を方向転換しよう。この場合には、気体の速度ヘッドが管の両端において圧力降下を創出し、その作用の下で管中において気体流が発達してゆく。管中における気体流の発達時間および定常化した後の流れの速度は、気体の動粘性率、管の幾何学的寸法および外部気体流の速度によって決定される [22, 23]。流速値が定常化するまでの間における管中における気体流の発達は、最後の時間区間に進行することに注目するべきである。今述べた着想は、高速度の異方性に対して高い感度を持つ測定方法、ならびに物理的真空の異方性の大きさと動粘性率を測定するための装置のスキームを提案する可能性を与えている。例えば、出発点となる仮説によれば、物理的真空の性質が電磁波の伝播速度を決定している。このことは、観測者に対する電磁波の速度は、物理的真空に対する電磁波の速度ベクトルと観測者に対する物理的真空の速度ベクトルの和であるということを意味している。この場合、一方の光ビームが中空管の内部を進行し、他方の光ビームが管の外部において物理的真空の外部流中を進行するような光学干渉計を構築し、その干渉計を物理的真空の流れの中で方向転換させれば、管中における物理的真空の運動が定常化するまでの間、初期位置に対する干渉縞のシフトが観測されるに違いない。そのとき、干渉縞のシフト量は、物理的真空の外部流の速度、すなわち光速度の異方性の大きさに比例したものとなり、干渉縞の初期位置への復帰時間は物理的真空の動粘性率に比例したものとなる。光ビームを出発点に戻す必要がないため、提案されている測定方法と測定装置は1次精度の方法と装置となっている。

管中における物理的真空の運動を記述するため、[22, 23]の研究において発展させられた、亜音速の液体流と気体流に関する流体力学の数学的道具立てを利用しよう。

物理的真空の流れの中に存在している、金属製円筒管の長さ l_p のセグメントを図1に示す。流れの方向は矢印付の細い斜線で表されている。管の長手方向軸は水平に配置され、物理的真空の速度ベクトルとともに、図の平面である垂直面内に横たわっている。中空管の外側表面から作用する物理的真空の流れは、管中の物理的真空を運動させないものとみなそう。空間のその部分は金属製の管壁によって分離されているからである。(ここでは、干渉計の光路の金属製被覆による遮蔽作用に関する、前述したミラーの推測 [14] が考慮されている。) 管の開放端面から作用する物理的真空の流速の水平成分 W_h は、管中において物理的真空の速度 w_{pa} での運動を創出する。したがっ

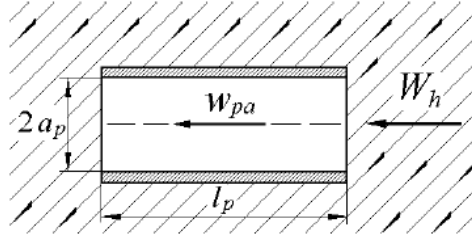


図1. 気体流中における管

て、金属管は、物理的真空の流れにとって誘導管路系となっている。管の長手方向軸が図1の垂直面、あるいはそれと同じことだが、物理的真空の速度ベクトルに対して垂直な平面を占めることになるように、管を水平面で方向転換させよう。この状態においては、管の2つの開放端面は物理的真空の流れに関して同一の条件の下にあり、管の長さ l_p のセグメント上における圧力降下 Δp は表式(5)に従ってゼロであり、管中における物理的真空の運動速度もゼロである。時刻 t_0 に管を方向転換させ、初期状態に戻そう。この場合、管の2つの開放端面は物理的真空の流れとの関係において相異なる条件の下にある。速度の水平成分 w_h が管のセグメント上において圧力降下 Δp を創出し、その作用の下で管中において物理的真空の運動が増大してゆく。

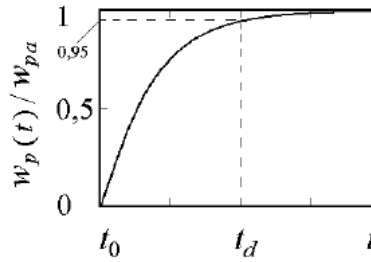


図2. 管中における流体の運動速度の経時的変化

管軸に沿って光ビームを通過させよう。

光波の位相が長さ l_p のセグメント上で大きさ φ だけ変化することを

$$\varphi = 2\pi f l_p V^{-1} \quad (11)$$

(ここで、 f は電磁波の周波数； V は管中における光速)と書くことができる。出発点となる仮説によれば、物理的真空の性質が電磁波の伝播速度を決定している。このことから、長さ l_p の管中に物理的真空の流れが存在している場合には、その速度は経時的に変化し、光波の位相もその管の長さ l_p のセグメント上において、物理的真空の運動速度の経時的変化 $w_p(t)$ に従って経時的に変化することになる。そのとき、表式(11)は次の形を取る。

$$\varphi(t) = 2\pi f l_p [c \pm w_p(t)]^{-1} \quad (12)$$

ここで、 c は観測者に対して静止している物理的真空中における光速である。表式(12)において、符号“+”は光の伝播方向が管中における物理的真空の運動方向と一致しているとき、符号“-”はそれらの方向が反対向きであるときとする。 $\varphi(t)$ の大きさは光学干渉計を用いて測定することができる。

本研究においては、ロジデストヴェンスキー干渉計[24]が用いられた。管付干渉計のスキームとその主要ユニット(1—光源；2—金属管のセグメント；3—スケール

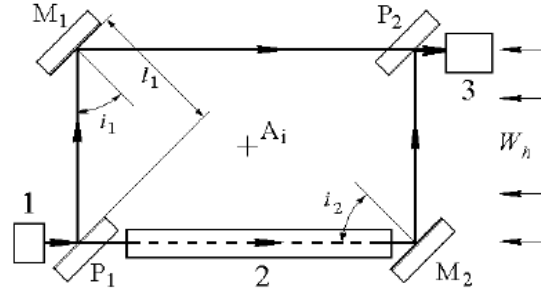


図3. 光学干渉計のスキーム

付接眼レンズ； P_1, P_2 —半透明の平行平板； M_1, M_2 —ミラー）を図3に示す。光ビームの進行経路は矢印付の太線で示されている。光ビームのうちの一方は管軸に沿って進み、図では破線で示されている。管長は $l_p \approx P_1M_2$ である。ユニット P_1, M_1 と P_2, M_2 は対ごとに平行に設置される。

M_1, M_2 は互いに対する角度が小さくなるように設置される。角度 i_1, i_2 はミラー M_1, M_2 の平面の法線とそれらに入射する光ビームの間の角度である。距離 $P_1M_1 = M_2P_2 = l_1$, $M_1P_2 = P_1M_2 \approx l_p$ である。古典的な場合には、物理的真空の運動を考慮しない場合、干渉計の動作は次のことに帰着する。波長 λ の光ビームは平行平板 P_1 によって2つのビームに分割され、それらのビームはミラー M_1 と M_2 から反射され、平行平板 P_2 を通過した後、位相差

$$\delta = 4\pi l_1 \lambda^{-1} (\cos i_1 - \cos i_2) \quad (13)$$

を持つ平行ビームになる。

角度 i_1, i_2 は、干渉計の調整時に、接眼レンズ3において干渉像が観測されるように設定される。（ここでは、図3のスキームに調整ユニットは示されていない。）調整後の干渉計においては、 $\delta = \text{const}$ である。図3の右側部分において、矢印群は速度 W_h での物理的真空の運動を表している。干渉計の各ユニットを水平な回転式基台の上に配置すれば、そのような装置は物理的真空の流れの中で方向転換させることができる。その回転軸はこの図の平面に対して垂直であり、 A_i として表されている。

物理的真空の流れの中における管付干渉計（図3）の動作について検討しよう。接眼レンズ3のスケールに対する干渉縞の位置は、経路 $P_1M_2P_2$ と $P_1M_1P_2$ に沿って伝播する光ビームの位相差によって決定される。

定常化した後の動作モードにおける管付干渉計の動作は、ロジデストヴェンスキー干渉計の動作と異ならない。いずれの干渉計においても、干渉縞の位置は初期位相差 δ によって決定される。定常動作モードにおける管付干渉計は、物理的真空の運動速度に対して感受性を持っていない。それゆえ、そのような装置を用いたのでは、物理的真空の運動に起因する空間の光学的異方性が存在するか否かを示すことはできない。

干渉計が動的動作モードにあるときには、規格化された干渉縞シフト量の経時的変化 $D(t)/D(t_0)$ は、図4に示されている形を持つようになる。図4は、動的動作モードにある管付干渉計は、物理的真空の外部流の運動速度 W_h に対する感受性を持っていることを示している。それゆえ、このような装置を用いれば、物理的真空の運動に起因する空間の光学的異方性が存在するか否かを示すことができる。図4および表式(22)より、時刻 t_0 に干渉計の接眼レンズのスケールにおける干渉縞の初期位置に対する干渉縞シフト量 $D(t_0)$ を測定すれば、物理的真空の運動速度 W_h を次式によって見出すことが可能であるという結論が導き出される。

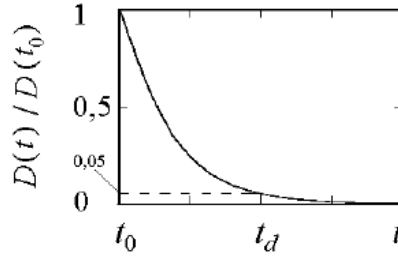


図4. 干渉計が動的動作モードにあるときの干渉縞のシフト

$$W_h = \pm D(t_0) c \lambda l_p^{-1} \quad (24)$$

表式 (22), (24) および図 4 は, マイケルソン干渉計におけるように光ビームを出発点に戻すことが必要とされない, 提案されている光速度の異方性の直接測定法が実現可能であることを示している。表式 (22) において, 被測定量 D は, 光速度に対する物理的真空の速度 (異方性の大きさ) の比 (W_h/c) の 1 乗に比例している。

したがって, 提案されている方法と装置は, 光速度の異方性の直接測定に関する 1 次精度の方法と装置である。

測定装置の構造スキーム

製作された干渉計のスキーム図を図 5 (上面図) に示す。この図では, 図 3 で使われた主要ユニットの記号がそのまま使われている。それに追加して次のものが示されている: 4,5—干渉計調整ユニット; 6,7—半透明板とミラーを固定するための支持具; 8—干渉計のフレーム; 9—光源の電源; 10—光源のスイッチ; 11—接眼レンズ固定ユニット; 12—断熱ケーシング (断面); 13—断熱ケーシングの接眼レンズ側の着脱式壁。フレーム 8 は溝形鋼で作られている。溝形鋼の肉厚は 0.007 m, 高さは 0.02 m である。フレームの長さは 0.7 m, 幅は 0.1 m である。干渉計の各ユニットはフレームの平面上に固定されている。支持具 6 と 7 は内側断面が 0.01 m × 0.023 m の長方形銅管で作られている。光ビームはその管の内部を進行する。光ビーム P_1M_2 と M_1P_2 の間の距離は 0.12 m である。支持具上の点 P_1, P_2 には半透明板が設置され, 点 M_1, M_2 にはミラーが設置されている。製作された干渉計においては, 半透明版として厚さ 0.007 m の平行平面ガラス板が用いられている。ガラス板とミラーはスプリングによって支持具 6 と 7 上に保持されている。ガラス板, ミラーおよびそれらの固定ユニットは図 5 には示されていない。調整ユニット 4 と 5 は支持具 6 と 7 の位置を互いに垂直な 2 つの平面内で変えることを可能にする。鋼管 2 の内側半径は $a_p = 0.0105$ m, 管長は $l_p = 0.48$ m である。固定ユニットはこの図には示されていない。光源としては波長 $\lambda \approx 6.5 \cdot 10^{-7}$ m の半導体レーザーが用いられている。スケール付接眼レンズ 3 は

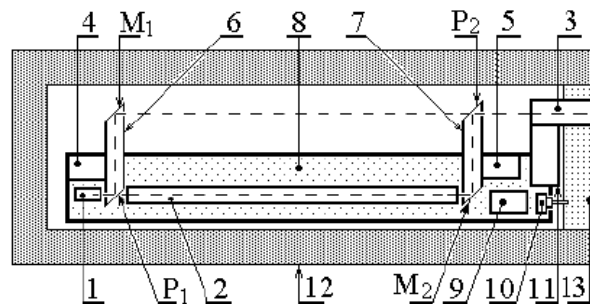


図5. 干渉計の構造

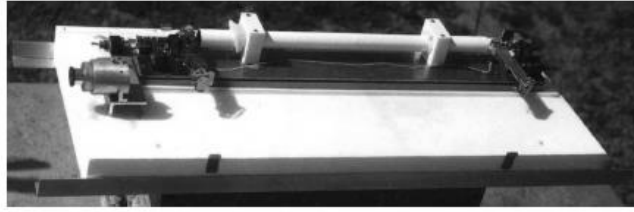


図 6. 干渉計の写真

大きさ $D_{\min} = 0.05$ の最小干渉縞シフトを測定することを可能にする。光路はフレームの平面と平行に配置されている。干渉計の写真を図 6 に示す。この写真では、保護ケーシングの上側と側面の部分は取り外されている。実働状態においては、干渉計はケーシング 12 によって完全に覆われた状態で、厚さ 0.02 m の誘電体材料製の架台の上に配置されている。干渉計の方向転換は、架台と支持脚の間に配置されている回転装置によって行われた。基部の構造は干渉計の設置の水平状態を確保できるようになっている。

ケーシング 12 は硬質発泡断熱材で作られており、その横方向断面においては長方形管となっている。横方向断面の内側寸法は幅 $b_c = 0.22 \text{ m}$ 、高さ $h_c = 0.11 \text{ m}$ 、長さ $l_c = 0.8 \text{ m}$ である。ケーシングの肉厚は 0.06 m である。壁 13 は軟質断熱材で作られている。測定地点における干渉計の写真を図 7 に示す。支持脚、円形の回転装置、架台および保護ケーシングに収められた干渉計が見える。



図 7. 測定地点における干渉計

製作された干渉計の動作の特徴を挙げよう。図 3 に示されているスキームとは異なり、実際の構造にはケーシング 12 が含まれており、これが干渉計の動作に対して本質的な影響を与える可能性がある。ケーシング 12 の材料を通過する物理的真空の運動を、多孔性媒質を通過する気体の運動として検討してみよう。こうすることにより、濾過理論 [25] の命題を適用することが可能になる。図 5 において、物理的真空の流れが右側から左側に向かって運動するとしよう。その流れの中において、暫定的に 3 つの部分に区別しよう。第 1 の部分は、ケーシング 12 の範囲外で運動する。第 2 の部分は、ケーシングの側面壁の内部で運動する。第 3 の部分は、ケーシングの 2 つの端面壁を通過し、ケーシングの内部空隙中で運動する。濾過速度 W_f は、ダルシーの法則 $W_f = k_f h_v L^{-1}$ (ここで、 k_f は経験的濾過係数； h_v は濾過経路長 L における損失ヘッド) によって決定されることが知られている。ダルシーの法則によれば、濾過時にお

ける流速は濾過経路長に反比例している。上記において区別された物理的真空の流れの3つの部分のうち、速度が最も小さいのはケーシングの側面壁の内部で運動する第2の部分であることが分かる。なぜなら、第2の部分は、ケーシングの長さと同じ最大の濾過経路長 L を持っているからである。ベルヌーイ方程式によれば、最小速度で運動している気体流部分では圧力が最大となる [22,23]。したがって、ケーシングの側面壁の層内で運動する物理的真空の流れの部分においては、それに隣り合う他の流れ部分におけるよりも圧力が高い。内部圧力が他より高いそのような流れ部分は管壁の役割を果たし、その管壁が、物理的真空の流れを干渉計のケーシングとの関係において内部流と外部流に分離する。このことから、製作された干渉計の動作に関する今後の分析にとって重要なのは、多孔性誘電体断熱材で作られている干渉計の保護ケーシングであり、これが物理的真空の流れとの関係において誘導管路系の役割を果たすという結論が導き出される。(この予想の実験的検証の結果は以下の「干渉計の試験」の節に示されている。) そのような場合、管2との関係において外側の物理的真空の流れとみなさなければならないのは、ケーシング12の内部空隙中における物理的真空の運動である。その内部空隙中においては、管2の内部におけるのと同様、時刻 t_0 以後、物理的真空の運動が発達してゆくことになる。

依存関係 $D(t)$ の計算結果を規格化された形で図8に示す。

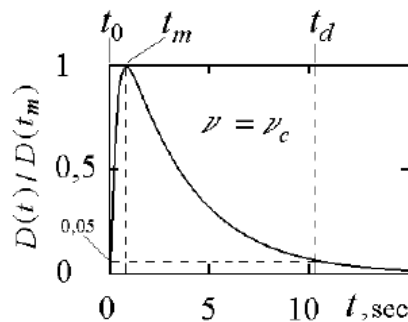


図8. 干渉縞のシフトの経時的変化

干渉計の動的動作モードの予想される継続時間は $t_d \approx 10.3 \text{ sec}$ である。提案されている測定方法における $D(t_m)$ と t_d の大きさは測定可能である。干渉縞シフト量 $D(t_m)$ の単回測定を行うためには、時間 $t_{SD} = t_m$ が必要とされることが図8から導き出される。したがって、干渉計の動的動作モードの継続時間の単回測定を行うためには、時間 $t_{SD} = t_d$ が必要とされる。 $D(t_m)$ と t_d の大きさの単回測定の継続時間の値が相対的に小さいことが、干渉計の熱的保護のパラメーターに求められる要件を著しく軽減する。図8によれば、その熱的保護は、 $D(t_m)$ の大きさを測定するときには、干渉縞の温度ドリフト速度 V_D は $V_D = D_{\min}/t_{SD}$ の値を超えない、すなわち $V_D < 0.06 \text{ fringe/sec}$ となり、干渉計の動的動作モードの継続時間 t_d を測定するときには、 V_D の大きさは $V_D = D_{\min}/t_{SD}$ の値を超えない、すなわち $V_D < 0.0048 \text{ fringe/sec}$ となるようなものでなければならない。

干渉計の試験 試験には、製作された干渉計の構造の剛性および熱作用に対する干渉計の安定性の静的試験と動的試験が含まれていた。試験の最終段階に物理的真空の動粘性率が測定され、これによって干渉計の気象学的性質を実験的に精緻化することが可能となった。

干渉計の剛性は2つの方法によって検証された。第1の方法では、干渉計を固い水平面上に設置した。フレームの一方の端部を、水平面に対するフレームの平面の角度

が $\approx 20^\circ$ に達するように持ち上げた。フレームがこのような状態にあるとき、干渉計の弾性変形に起因する干渉縞のシフトは 0.3 fringe を超えなかった ($D \leq 0.3$)。第2の方法では、干渉計が組み立てられ、動作している状態でその剛性を検証した。架台を傾斜させることにより、干渉計を 10° まで傾斜させた。干渉縞の検出可能なシフトは観測されなかった。したがって、製作された干渉計は、上記の範囲内において、その水平位置への設置誤差に対して感受性を持っていない。

衝撃負荷に対する干渉計の安定性を検証した。干渉計のフレーム、架台および支持脚に対する軽い衝撃は、何分の1秒かの間、干渉像の振動を引き起こした。そのとき、干渉像は乱れなかった。衝撃負荷が停止した後、干渉縞は初期位置を保っていた。

実験的研究のために選定された場所における干渉計の試験は次のことを示した。干渉計の設置場所から 20 m の所を通る歩行者や乗用車の運動、また設置場所の直近における観測者の移動は、干渉縞の検出可能なシフトや振動を引き起こさなかった。風速 6 m/sec 以下の風が吹いているとき、干渉像は安定していた。したがって、測定地点の配置のために選定された場所は、電磁波の光領域における体系的測定を実施するのに適していた。

現地の条件下における干渉計の熱試験は、夏期の無雲の天候時に行った。方位角に従って干渉計の相異なる方位が与えられた。静止状態において、干渉計は日射によって暖められた。 30 分間における干渉縞のシフトは $D = 0.35$ ($V_D \approx 0.0002 \text{ fringe/sec}$) を超えなかった。したがって、干渉計の構造およびその熱保護の質は、測定手順の継続時間が 250 秒以下である単回測定を現地の条件下で行うことを可能にしている。その時間は、単回測定手順の所要の継続時間 ($\approx 15 \text{ sec}$) を大幅に上回っている。

この測定方法の有効性の原理が、動作している状態にある干渉計の構造の剛性の動的試験を行うことを可能にした。この場合における試験手順は、採用されている測定方法の手順と異ならなかった。その試験の要点は次のとおりである。干渉計内において、等しい幾何学的寸法を持つ2つの管の軸に沿って各光ビームを進行させる。そのとき、干渉計が動的動作モードにある場合、それらの各管の内部における物理的真空の運動の安定化の過程は同一である。その場合、表式 (36) によれば、干渉縞シフト量 $D(t)$ はゼロにならないとすればならず、したがって構造が十分な剛性を持っているのならば、ゼロになるというその条件が満たされなければならない。試験は、現地の条件下において、1年の相異なる季節に1日の相異なる時刻に行った。単一または複数の種類の材料 (金属、不透明誘電体、ガラス) で製作された、等しい幾何学的寸法を持つ管が用いられた。すべての場合において、干渉計の方向転換後に干渉像の検出可能なシフトは観測されなかった。ただし、干渉計の構造の弾性変形効果を観測するため、特に規定されていないやり方で干渉計の回転を急激に停止させる試みを行った際に得られた結果は例外であった。そのような試みにおいては、何分の1秒かの間、 $D \leq 0.2$ の大きさの干渉縞のシフトが観測され、その後、干渉縞は初期位置に戻った。動的試験の結果は、製作された干渉計の構造は、測定実施方法で定められている手順を実行するのに十分な剛性を持っていることを示した。この試験段階における重要な結果は、物理的真空の流れにとって、誘電体で製作された管は金属管と同様の誘導管路系になり得るという理解が実験的に裏づけられたことであった。

同一寸法の2つの管を持つ干渉計の動的試験は、干渉計内部の温度効果が測定結果に影響を及ぼす可能性があるという予想を撤回することを可能にした。例えば、現地の条件下においては、装置の個々のユニットが相異なる温度を持つ可能性があるという予想することができる。その結果、動的動作モードにおいては、ケーシング内の空気流が、装置の相異なる部分において相異なる温度を持つようになる可能性があり、このことが測定誤差を生じさせる可能性がある。試験結果は、もしその予想が実際に生じ

たとしても、その影響は小さく、製作された干渉計の感度の閾値を超えたところにあることを示した。

干渉計の動的試験は、干渉計の光路中における一様な空気流は測定誤差を生じさせないという既知の結果 [20] を裏づけた。それにもかかわらず、そのような誤差のあり得る最大値の推定を行った。干渉計の一方の管のみの中で、屈折率 $n = 1.0004$ の空気が速度 $V = 10 \text{ m/sec}$ で運動すると仮定した (V の値は予想値よりはるかに大きく取られている)。フレネルの引きずり係数 $k = 1 - n^{-2}$ を考慮すると、空気のそのような運動に起因する干渉縞のシフトは $D \approx 3.5 \cdot 10^{-6}$ を超えないという結果を得ることができ。この値は、あり得る最小観測可能値 $D_{\min} = 0.05$ の 14000 分の 1 である。

最終試験段階は、干渉計の方法的性質を精緻化する目的で行われた一連の予備測定であった。干渉計の動的動作モードの終了後においては、初期位置に対する検出可能な干渉縞シフトは観測されないこと、すなわち干渉縞シフト量は $D(t)_{t \rightarrow \infty} \approx 0$ であることが実験的に確定された。このような結果は、干渉計の管中における物理的真空の運動に対する管の抵抗は小さいという (17) と (34) の予想と矛盾していない。この場合には、

$$w_p(t)_{t \rightarrow \infty} \approx W_c(t)_{t \rightarrow \infty} \approx W_h \quad (37)$$

とみなすことができる。

言い換えると、表式 (37) は、干渉計が定常動作モードにあるとき ($t \rightarrow \infty$ のとき)、管中における物理的真空の運動速度 $w_p(t)$ と $W_c(t)$ は、互いに、また外部流の速度 W_h ときわめてわずかしき違わないため、 D の値は干渉計の感度の閾値を超えたところにあることを示している。この実験結果は、関係式 (18) の導出の際に利用された。製作された干渉計の最終試験段階の結果は、測定された依存関係 $D(t)$ は、図 8 に示した測定方法の有効性に関する出発点となる理論的理解と矛盾していないことを示した。例えば、測定値は $t_m \approx 1 \text{ sec}$ であった。また、干渉計の動的動作モードの継続時間の値は $t_d \approx 10 \cdots 13 \text{ sec}$ の範囲内にあった。 t_d の測定値の非一義性は、何よりもまず、動的モードの最終段階、すなわち $t \rightarrow t_d$ のとき、ゆっくり変化する D の小さい値を目視で読み取ることが困難であることに起因している。

試験結果は、採用されている測定実施方法の枠内において、この干渉計は力学的作用と熱的作用に対して安定的であることを示した。

測定方法 測定地点はハリコフ市の北のはずれから 13 km の所に所在する。この測定地点には 2 つの設置場所が設けられている。干渉計は、設置場所 No.1 では地表面からの高度 1.6 m, No.2 では高度 4.75 m に設置されていた。設置場所がこのように 2 つ設けられたのは、「高度効果」を観測する必要があったからである。測定はサイクリックに行われた。1 サイクルの継続時間は 25~26 時間である。1 カ月間に 2~4 サイクルが実施された。各サイクルには次の手順が含まれていた。干渉計は、その回転面が水平になるように設置場所に設置された。設置後、干渉計は新たな温度条件下で 1 時間保持された (装置は建物内で保管されていた)。被測定量の各回の読み取りは、次のスキームに従って行われた。干渉計はその長手方向軸が子午線に沿うように設置され、したがって光源 1 は北を向いていた。そのような初期状態において、干渉計が定常動作モードにあるとき、観測者は接眼レンズのスケールに対する干渉縞の初期位置を記録した。干渉縞のその初期位置に対して $D = 0$ の値が与えられた。次に、観測者は自分の位置を変え、光源のそばの場所を占め、干渉計を 180° 方向転換させた。方向転換は約 3 秒間の間に行われた。方向転換の間、管中における物理的真空の運動は中断していた。干渉計は、表式 (36) によって記述されている動的動作モードに移行した。干

渉計が動的動作モードにあるとき、観測者は干渉縞シフト $D(t_m)$ の最大値および干渉縞の初期位置への復帰時間 t_d を読み取った。時間 t_d が経過した後、干渉計は定常動作モードに移行し、初期状態に戻された。1回の測定時間（10分間以下）の間に、被測定量の5~7回の読み取りが行われた。読み取り値の平均値が $D(T_m)$ （ここで、 T_m は測定の平均太陽時）と t_d の測定値として取られた。

測定結果の処理 測定結果は $D(T_m)$ 値の表の形で示された。そのデータが光速度の異方性の大きさ W_h の計算のために利用された。計算は表式（42）を用いて行われた。それ以降の処理には、実験結果の処理に適用される標準的な手順〔26〕が含まれていた。その手順では次の事項が計算された：1日間における異方性の大きさの変化；1年間の元期における異方性の大きさの平均的变化；異方性の大きさの平均値からの平均二乗偏差 σ_w ；相異なる実験の結果の間の相関係数 r 。平均値の信頼度評価の計算は信頼度 0.95 で行われた。

測定結果 研究課題に従い、本研究の結果を実験〔15〕、〔5~7, 14〕および〔13〕の結果と並行して検討しよう。これら4つの実験は、地球の相異なる地点において、3つの相異なる測定方法を用いて相異なる電磁波領域で行われた。考察される本研究の結果は、上記の1次精度の光学的測定方法を用いて2001年8月から2002年1月までの期間に行われた測定シリーズ（ウクライナ）に属するものである。このシリーズの期間に、被測定量の2322回の読み取りが行われた。〔15〕の実験（ウクライナ、1998~1999年）は1次精度の測定方法を用いてミリ波領域で行われた。〔5~7, 14〕（アメリカ、1921~1926年）および〔13〕（アメリカ、1929年）の実験は2次精度の光学的測定方法を用いて行われ、測定装置としてはマイケルソンのスキームに従って製作された十字型干渉計が利用されていた。以上に列挙した実験において採用された測定方法の有効性は、電磁波は運動媒質中を伝播しており、その媒質の性質が電磁波の伝播速度を決定しているという理解にもとづいている。出発点となる仮説の枠内においては、このことが、これらの実験の結果を光速度の異方性という用語を用いて解釈する可能性を与えている。電磁波の伝播に関するこれらの実験における、求める効果（異方性効果、高度効果および流体力学的効果）の発現について検討しよう。

図9に、本研究（図9a）、〔15〕の実験（図9b）および〔5~7, 14〕の実験（図9c）の平均結果を示す。これらの結果は相異なる年の元期8月に得られた。「元期」という用語は天文学から借用したものである。天文学では、同じ名前の月に行われた相異なる年の観測は、同一の元期の観測に分類される。〔13〕の実験結果は図9に示されていない。これは、その著者らが、彼らによって測定された異方性の大きさの最大値に関するデータ $W_h \approx 6000 \text{ m/sec}$ しか掲げていないためである。縦軸には異方性の大きさの値 W_h がm/sec単位で、横軸には1日の太陽時 T_m がhour単位で示されている。信頼区間は縦線で表されている。図9の各図は、求める異方性効果が発現していることを示している。本研究および〔5~7, 14〕、〔13〕の実験においては、異方性効果は光学干渉計の方向転換によって検出されていたが、〔15〕の実験においては、2つの電波の同時対向伝播法が適用された。

3つのすべての実験の結果は、異方性の大きさが1日の間に変化しており、それらの変化は互いに類似した性格を持っていることを示した。例えば、依存関係 $W_h(T_m)$ の間で計算された相関係数 r は、 $0.73 \leq r \leq 0.85$ の範囲内にある。論文〔5~7, 14〕においては、異方性の大きさの日変化は、黄道北極の座標に近い座標を持つ向点へ向かう太陽系の運動によって説明されている。この場合には、相対運動の速度ベクトルの測定

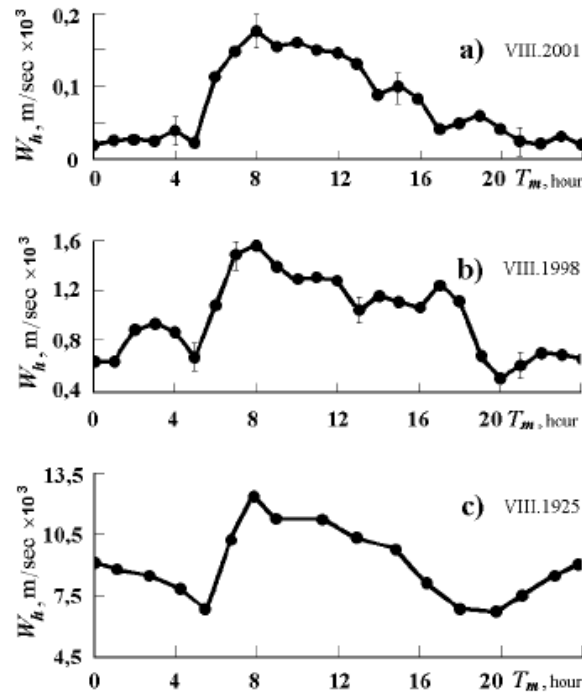


図9. 相異なる実験データによる元期8月における異方性の大きさの変化：
a)本研究； b) [15] の実験； c) [7] の実験

装置の水平面への射影，したがってまた異方性の大きさ W_h は1日の間に変化することになる。このような説明は本研究の結果と矛盾しておらず，それゆえ，出発点をなす説明とすることができる。本研究および[15]，[5~7,14]，[13]の実験結果は，それとは別の求める効果，すなわち高度効果も発現していることを示している。これらの4つの実験において，測定は5つの相異なる高度において行われた：本研究では1.6 mと4.75 m；[15]の実験では42 m；[5~7,14]の実験では265 mと1830 m（それぞれクリーブランドとウィルソン山天文台）。[13]の実験においても，測定はウィルソン山天文台で行われた。高度効果の発現は，図9の各図において，例えば異方性の大きさ W_h の最大値に注目することによって，また図10において見て取ることができる。図10では，測定装置の配置場所の地表面からの高度 Z に対する異方性の大きさ W_h の依存性が示されている。図10においては，本研究および[15]，[5~7,14]，[13]の実験で測定された異方性の大きさの最大値の平均値が用いられている。横軸と縦軸には，それぞれ W_h/W_* 比と Z/Z_* 比の対数値が示されている。 W_* と Z_* の値は，それぞれ1 m/secと1 mとした。見やすくするため，図10の上部と右部の各座標軸には， W_h の値がm/sec単位， Z がm単位で示されている。図10から，相異なる実験の結果は共通の法則性に従っており，直線の近傍に位置していることが分かる。高度1.6 mから1830 mまでの範囲内において，異方性の大きさは200 m/secから10000 m/secまで増加している。これは，それぞれ光速の $6.7 \cdot 10^{-7}$ から $3.3 \cdot 10^{-5}$ までに相当する。

求める流体力学的効果の存在は次のようにして示された。本研究においては，[22, 23]の研究で発展させられた管中における粘性媒質流の理論が利用されており，このことにより，出発点となる仮説の枠内で次の事項を提案することが可能となった：光速の異方性の直接測定のための1次精度の方法と装置；物理的真空の動粘性率の測定のための方法と装置；測定装置の構造パラメーターおよびその期待される方法論的性質の計算方法。製作された装置の試験結果は計算結果と矛盾していない。地表面からの相異なる高度において得られた測定結果は，流体力学において知られている

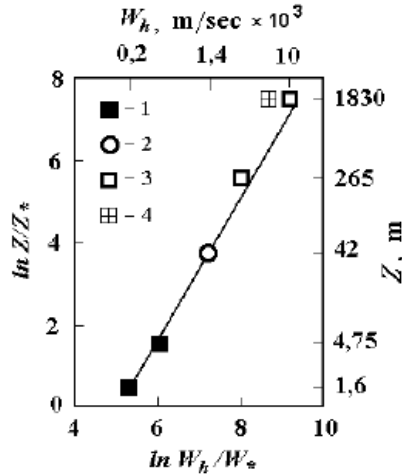


図 10. 地表面からの高度に対する異方性の大きさの依存性：1—本研究；2—[15]の実験；3—[5~7]の実験；4—[13]の実験

区分境界の近傍における粘性媒質流の法則性と矛盾していない。それゆえ、この測定方法の着想、測定装置の試験結果および実験的研究の結果は、流体力学的効果の発現が実験的に示されたとみなす根拠を与えている。

図 9 と図 10 に示されている実験結果は、電磁波伝播の異方性現象の観測可能性、相異なる観測条件下におけるこの現象の性質の反復性、相異なる実験的研究方法と相異なる電磁波領域を適用したときにおけるこの現象の性質の再現性を立証している。図 9 に示されている、相異なる実験の間の相関係数の高い値は、それらの実験の結果の信頼性を肯定的に評価する根拠を与えている。異方性の測定値は相対的に小さく、多くの実際の場合には、それを無視し得ることに注目しなければならない。この意味において、地表面近傍の空間は、1 日の時刻と地表面からの高度に依存する精度において、等方的とみなすことができる。図 9 と図 10 に示されているデータは、地表面近傍の空間の光学的等方性という理解の適用可能性の境界とみなすことができる。

本研究の結果は、[19, 21] の実験の否定的結果は使用された干渉計の感度不足によって説明し得ることを示す可能性を与えている。図 10 からは、地表面近傍においては、異方性の大きさは 200 m/sec を超えていないことが読み取れる。したがって、地下室で行われた [19, 21] の実験においては、異方性の大きさに対する干渉計の感度 $W_{\min}$ は 200 m/sec 以上でなければならない。[19, 21] の実験における干渉計の感度を計算してみよう。 $W_{\min}$ の大きさに対しては、干渉縞のシフト $D_{\min} \approx 0.04$ が対応しているとみなそう。[21] の実験においては、このようなシフトが観測されることが期待されていた。表式 (1) より、次式が得られる。

$$W_{\min} = c(D_{\min} \lambda l^{-1})^{1/2} \quad (43)$$

[19, 21] の実験において、光ビームの長さ l はそれぞれ 2.4 m と 22 m、波長は $\lambda \approx 6 \cdot 10^{-7}$ m であった。表式 (43) を用いると、[19] の実験では $W_{\min} \approx 30000$ m/sec、[21] の実験では $W_{\min} \approx 10000$ m/sec となるという結果が得られる。したがって、[19] と [21] の実験では、干渉計の感度が不足していた。今行った評価の結果は、光速度の異方性に対する感度が $W_{\min} \approx 200$ m/sec であるマイケルソンの十字型光学干渉計を構築するために必要とされる光ビームの長さ l を計算すると、より一目瞭然たる形で示すことができる。表式 (1) より、次式が得られる。

$$l = D\lambda c^2 W^{-2} \quad (44)$$

表式 (44) に各量の値 $D = 0.04$; $\lambda \approx 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$; $W = 200 \text{ m/sec}$ を代入すると, $l \approx 54000 \text{ m}$ が得られる。光ビームの長さが $l \approx 54000 \text{ m}$ の十字型光学干渉計を構築という課題は技術的に非現実的である公算が大きいと推定することができる。したがって, [19] と [21] の実験においては, 唯一つの装置上の原因, すなわち, これらの実験では感度不足の 2 次精度の干渉計が用いられていたという原因により, 空間の異方性が検出されることは不可能であった。本研究において提案されている 1 次精度の測定方法の優位性を再度強調することが適切であると思われる。地表面近傍において, 異方性の大きさが $\approx 200 \text{ m/sec}$ であり, その他の条件が等しい場合, この 1 次精度の光学的方法は, 2 次精度のマイケルソン干渉計の方法より感度が 150 万倍高いと計算することができる。この事情が, 地表面近傍における光速度の異方性の解明を目的としたマイケルソン干渉計の適用の可能性を妨げている。

行われた評価は, [8~11] といった実験に対しても妥当する。それだけでなく, 相異なる材料で作られた管を持つ干渉計の上記の試験結果ならびに物理的真空の動粘性率の計算値と測定値は, 物理的真空の流れの性質は, 障害物を迂回し, 誘導管路系の中を流れるという既知の気体の流れの性質に似ていると予想することを可能にしている。[8~11] の実験においては, この事情が, 金属製密閉チャンバーに収納された測定装置を用いて空間の異方性を検出しようとする試みが失敗に終わった原因となっていた可能性がある。

本研究の研究結果は, 空間の異方性を検出しようとした現代の実験的試み, 例えば [27~30] の試みが否定的結果をもたらした, あり得る原因を示すことを可能にした。[27] の研究で用いられている光学的測定装置のスキームと動作は, 1868 年に M.ヘック [31] が用いた装置と原理的に異ならない。いずれの場合にも, 著者らは, 光速度に対する異方性の大きさの比の 1 乗に比例した干渉縞シフトを観測することを期待していた。[27] と [31] は否定的結果を与えた (空間の異方性は観測されなかった)。ヘックの誤りに関する検討は, これまでに再三行われている。例えば, [20] の研究では, フレネルの引きずり係数が, 地球の運動によって引き起こされる可能性のある, [31] の実験で観測することが期待されていた 1 次精度の効果の相殺をもたらすことが, 余すところなく示されている。[20] の研究のこの結論は, [27] の研究にも完全に当てはまる。それ以外の [28~30] の実験のような場合には, 測定装置全体が金属製遮蔽物の中に収納されていた [8~11, 32] の実験の誤りが繰り返されている。その結果, [28~30] の実験結果は [8~11, 32] の実験結果と同一となった (求める異方性効果は観測されなかった)。このような実験において重厚な遮蔽物を使用してはならないことが最初に指摘されたのは, 既に [21, 14] の研究においてであった。それに加えて, [28~30] の実験者らは, 実験装置の内部の真空中における諸過程を外部の物理的真空において進行している諸過程から遮蔽するための確実な方法を考案したと, 付言しなければならない。しかし, 周囲空間から分離された測定装置を用いて周囲空間の性質を解明することが可能とは思われない。[27~30] の実験の装置上の誤りは, 共通の性格を持っていると推定することができる。これらの実験者らは, 実験を設定する際, 彼らが求めている空間の異方性をもたらしている, あり得る物理的原因について検討しようとはしなかった。もし検討していれば, 彼らの探求における装置と方法の手法は異なったものになっていたかもしれない。

最後に, 次の点を指摘しよう。本研究では, 粘性気体状の物理的真空という作業仮説の枠内で研究結果を解釈する試みがなされた。[5~7, 14] の研究においては, 実験結果は, 観測者とエーテル——電磁波の伝播を担っている媒質——の相対運動の結果

として説明されている。[15]の実験では、まさにこの目的により、[33]の研究において発展させられた粘性気体状エーテルモデルが利用されている。本研究および[5~7, 14], [15]の研究結果は、粘性物理的真空仮説の基礎的命題とも、粘性気体状エーテル仮説の基礎的命題とも矛盾していないと認めることができる。このことは、一見したところ、これらの仮説は等価であるとみなす根拠を与えているように見える。しかし、それにもかかわらず、これら2つの仮説は競合している。実際、物理的真空の仮想粒子に関する場の量子論の理解は、真空中には既存理論によって想定されていない類の粒子の「構築」材料が存在するという追加的命題を導入することを要求している。エーテル仮説の枠内では、そのような問題は物質形成物の構築材料としてのエーテル粒子が存在するという理解によって除去されており、それゆえ、仮想的形成物が存在するという理解は余計であり、不要である。相互作用メカニズムの記述という課題は、現代流体力学の枠内で原理的に解決可能となりつつある。このことが、粘性気体状エーテル仮説を幅広い研究にとって魅力的なものとしている[33~39]。現状の打開は、新たな観測と実験を行うことによってのみ可能となる。そしてそれは、新たな測定方法と測定装置を適用することによってのみ可能となる。

結論 本研究では、次の主な結果が得られた。

空間の光学的異方性に関する作業仮説が提案された。その仮説の枠内においては、光速度の異方性は、粘性気体状の物理的真空の運動によって引き起こされるとされる。真空の動粘性率は $\nu_c \approx 7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$ と計算された。

光速度の異方性と物理的真空の動粘性を直接測定するための1次精度の測定方法と装置のスキームが提案された。装置の構造パラメーターとその方法論的性質の計算方法が提案された。光速度の異方性の大きさに対する感度が 26 m/sec の測定装置が製作され、その試験が行われた。

作業仮説の枠内において、地表面近傍における実験において観測することが可能な異方性効果が決定された。一連の実験的研究が行われた。予想されていた効果の発現が示された。次の事項が測定された：異方性の大きさ、異方性の大きさの日変化、物理的真空の動粘性 ($\nu_e \approx 6.24 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$)、地表面からの高度の増大に伴う異方性の大きさの増大。

地表面からの高度が 2 m 以下の所では、光速度の異方性の大きさは 200 m/sec を超えず、したがってそのような条件下においては、2次精度の方法、例えばマイケルソン干渉計を用いて空間の性質を研究する実践的可能性は排除されていることが示された。

測定結果と先行実験の結果の比較が行われた。相異なる地理的条件下で、相異なる測定方法と相異なる電磁波領域を用いて行われた諸実験における光速度の異方性効果の観測可能性、再現可能性および反復性が示された。このことは、本研究の結果の信頼性を肯定的に評価する根拠を与えている。

提案されている1次精度の測定方法と測定装置は、粘性媒質中における光の伝播の特徴に関する研究、また誘導管路系中における粘性媒質流、例えば管中における液体流や気体流の研究のために適用することができる。

文 献 [日本語に訳されている文献は原文ロシア語]

1. Ragulsky V.V. 「空間の光学的等方性に関する実験的研究」, 『物理科学の成果』, 1997, 第 167 巻, 第 9 号, 1022-1024 頁.
2. Malykin G.B. 「特殊相対性理論の第 2 公準の実験的検証の可能性について」, 『物理科学の成果』, 2004, 第 174 巻, 第 7 号, 801-804 頁.

3. **Ginzburg V.L.** 「超伝導と超流動について（私にできたこととできなかったこと）および21世紀初頭における“物理ミニマム”について」（ノーベル賞受賞講演），『物理科学の成果』，2004，第174巻，第11号，1240-1255頁。
4. **Atsukovsky V.A.** 『現代自然科学の構想．歴史．現代．問題．見通し．連続講義』，モスクワ，モスクワ社会経済研究所出版部，2000，全446頁。
5. **Miller D.C.** Ether drift experiments at Mount Wilson solar observatory // *Phys. Rev.* 1922. Vol. 19. P. 407-408.
6. **Miller D.C.** Ether-drift experiments at Mount Wilson // *Proceedings. Nat. Acad. Sciences.* 1925. Vol. 11. P. 306-314.
7. **Miller D.C.** Significance of the ether-drift experiments of 1925 at Mount Wilson // *Science.* 1926. Vol. 63, No. 1635. P. 433-443.
8. **Kennedy R.J.** A refinement of the Michelson - Morley experiment // *Proc. Nat. Acad. Sci. of USA.* 1926. Vol. 12. P. 621-629.
9. **Illingworth K.K.** A repetition of the Michelson - Morley experiment using Kennedy's refinement // *Physical Review.* 1927. Vol. 30. P. 692-696.
10. **Stahel E.** Das Michelson-Experiment, ausgeführt im Freiballon // *Die Naturwissenschaften*, Heft 41. 1926. B. 8, Nu. 10. S. 935-936. [自由気球内で行われたマイケルソンの実験]
11. **Joos G.** Die Jenaer Wiederholung des Michelsonversuchs. // *Annalen der Physik.* 1930. B. 7. S. 385-407. [マイケルソンの実験のイェナにおける再試行]
12. **Shankland R.S., McCuskey S.W., Leone F.C. and Kuerti G.** New Analysis of the Interferometer Observations of Dayton C. Miller // *Reviews of Modern Physics.* 1955. Vol. 27, No. 2. P. 167-178.
13. **Michelson A.A., Pease F.G., Pearson F.** Repetition of the Michelson - Morley experiment // *Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments.* 1929. Vol. 18, No. 3. P. 81-182.: also in *Nature.* 1929. 19 Jan. P. 88.
14. **Miller D.C.** The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the Earth // *Reviews of Modern Physics.* 1933. Vol. 5, No. 3. P. 203-242.
15. **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』，ハリコフ，ウクライナ国立科学アカデミー電波物理学・電子工学研究所，第5巻，第1号，119～132頁。
16. 「場の量子論」，『物理学百科事典』，モスクワ，ソビエト百科事典，1990，第2巻，300-308頁。
17. 「物理的真空」，『ソビエト大百科事典』，モスクワ，ソビエト百科事典，第3版，1971，第4巻，241頁。
18. フィゾーの実験」，『物理学百科事典』，モスクワ，ロシア大百科事典，1998，第5巻，322頁。
19. **Michelson A.A.** The relative motion of the Earth and the Luminiferous ether // *The American Journal of Science.* 1881. III series, Vol. 22, No. 128. P. 120-129.
20. **Frankfurt U.I., Frenk A.M.** 『運動媒質の光学』，モスクワ，Nauka, 1972，全212頁。
21. **Michelson A.A., Morley E.W.** The relative motion of the Earth and the luminiferous aether. *The American Journal of Science.* Third Series. 1887. Vol. 34. P. 333-345.
22. **Loitsyansky L.G.** 『液体と気体の力学』，モスクワ，Nauka, 1973，全848頁。
23. **Slezky N.A.** 『粘性非圧縮性流体の動力学』，モスクワ，国営技術出版所，1955，全520頁。
24. **Rautian S.G.** 「ロジデストヴェンスキーの干渉計」，『物理学百科辞典』，モスクワ，ソビエト百科事典，1962，第2巻，203頁。
25. 「濾過」，『物理学百科事典』，モスクワ，ソビエト大百科事典，1998，第5巻，323頁。
26. **Rumshinsky L.Z.** 『実験結果の数学的処理』，モスクワ，Nauka, 1971，全192頁。

27. **Ragulsky V.** Determination of light velocity dependence on direction of propagation // Physical letters A. 1997. Vol. 235, No. 2. P.125-128.
28. **Herrman S., Senger A., Kovalchuk E., Müller H. and Peters A.** Test of the Isotropy of the Speed of Light Using a Continuously Rotating Optical Resonator // Physical review letters. 2005. Vol. 95. P.150401.
29. **Antonioni P., Okhapkin M., Goklu E. and Schiller S.** Test of Constancy of Speed of Light with Rotating Cryogenic Optical resonators // Physical Review. 2005. Vol. A72. P. 066102.
30. **Stanwix P.L., Tobar M.E., Wolf P., Susli M., Locke C.R., Ivanov E.N., Winterflood J. and Kann F.** Test of Lorentz Invariance in Electrodynamics Using Cryogenic Sapphire Microwave Oscillators // Physical Review letters. 2005. Vol. 95. P. 040404.
31. **Hoek M.** Détermination de la vitesse avec laquelle est entraînée une onde lumineuse traversant un milieu en mouvement // Arch. Neerl. 1868. Vol. 3. P. 180-185; 1869. Vol. 4. P. 443-450. [運動媒質を通過する光波が引きずられる速度の決定]
32. **Essen L.** A new ether drift experiment // Nature. 1955. Vol. 175. P. 793-794.
33. **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』, モスクワ, Energoatomizdat, 1993, 全 280 頁.
34. **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, 全 584 頁.
35. **Galaev Yu.M.** The measuring of ether-drift velocity and kinematic ether viscosity within optical waves band // Spacetime & Substance. Kharkov: Research and Technological Institute of Transcription, Translation and Replication. 2002. Vol. 3 No. 5(15). P.207-224. (<http://www.spacetime.narod.ru/0015-pdf.zip>)
36. **Khoroshun L.P.** 「誘電体の電磁力学方程式と世界エーテルモデル」, 『ウクライナ国立科学アカデミー報告集』, 2003, 数学・自然科学・技術学, 第 10 号, 62-69 頁.
37. **Khoroshun L.P.** 「電磁力学の基礎としての誘電体の 2 連続体力学」, 『応用力学』, キエフ, ウクライナ国立科学アカデミー, 2003, 第 39 巻, 第 8 号, 28-47 頁.
38. **Khoroshun L.P.** 「2 連続体力学にもとづく誘電体と圧電体の動力学方程式の構築」, 『数理モデル化と情報技術. 科学論集』, リヴィウ, ウクライナ国立科学アカデミー応用力学・数学問題研究所数学的モデル化センター, 2006, 第 3 冊, 177-198 頁.
39. **Khoroshun L.P.** 「誘電体と圧電体の電磁力学の一般動力学方程式」, 『応用力学』, キエフ, ウクライナ国立科学アカデミー力学研究所, 2006, 第 42 巻, 第 4 号, 46-61 頁.

第2章 高周波電磁気現象に伴うジオパソジェニック場 およびパソジェニック場の研究

2.1. 地球によるエーテルの吸収とジオパソジェニック放射 〔訳注〕

本シリーズ『エーテル動力学的自然科学の始動』第3巻第6.4節「重力と地球の膨張」に示されているように、すべての天体と同様、地球は絶えず周囲空間からエーテルを吸収している。これは、あらゆる気体渦と同様、陽子と電子殻は、それらの周囲の気体より低い温度を持っていることに起因している。温度差が圧力差をもたらし、その圧力差が天体の周囲のエーテルを天体のバルク全体の陽子の方へ移動させる。エーテルは陽子によって吸収され、陽子の質量を増大させ、その回転速度を減速させる。その結果、天体の物質の再編成と新たな物質の形成が生じる。新たな物質は、リフティングにより形成される海嶺系や島の形で地球表面に出る。

地球に入ったエーテル全体が地球の物質によって吸収されるわけではない。その一部は断熱変化を受け、らせん流の形で、あるいはエーテル噴出物の形で地球表面に噴出する。前者はジオパソジェニック放射として感受され、後者はトロイド——未来の彗星——を形成し、地表の岩石を宇宙に運び去り、地球表面にアストロブレム——環状の漏斗状の穴で、その底に丘が、また周縁部に環状の隆起がある——を残す。

彗星やアストロブレムの形成をもたらしほどの強力なエーテル噴出は頻度の高い現象ではない。しかし、ジオパソジェニックゾーンは地球上に多数あり、その数は数百万に達する。それらのゾーンは住居や業務用・生産用建物の敷地内、また自動車道路路上にも存在し、既存の方法論ではその原因を解明することが不可能な多数の事故や犠牲者を生じさせている。通常、それらの原因は、いわゆる「人的要因」、すなわち、輸送用機器の運転者が犯したミスに帰せられている。もちろん、そのようなミスそれ自体も生じているのではあるが。

ジオパソジェニックゾーンの既存の検出方法の要点は、強い固有の生体場 [biofield] を持っている人は、Γ状のワイヤースケームを使い、ゾーン上ではスケームがそのオペレーターの手の中で方向転換することにより、あるいはまた、振り子——糸に吊り下げられた金属製の物体——を使い、ゾーン上では振り子が円周に沿って運動し始めることにより、そのようなゾーンを検出することができる、ということに帰着する。これらの方法はある効果を与えているが、かなり主観的な性格を持っているため、周囲の人々の不信感を引き起こしている。それゆえ、そのようなゾーンの機器による検出方法を得る必要がある。しかし、何よりもまず、エーテル流が宇宙から実際に地球表面に入っていること、また、それらのエーテル流が、地球から出て行くエーテルらせん流を創出する能力を持っていることを確かめる必要がある。

エーテル流が宇宙から地球の深部に向かって運動していること、そしてそれらのエーテル流が垂直方向のらせん流を創出する能力を持っていることの決定に関する単純なラボ実験が、2009年にアレクセイ・ゲルマノヴィッチ・レオンチェフ [Aleksai Germanovich Leontiev] によって行われた。そのための野外測定装置が彼によって開発さ

〔訳注〕 ジオパソジェニック放射については、V.A.アツェコフスキー、V.G.ワシリエフ『地球のジオパソジェニック放射、その検出と中和』（2016）（サイト「物理の旅の道すがら」
<http://naturalscience.world.coocan.jp> に掲載）も参照されたい。（2020年2月追記）

れた。この装置では、ジオパソジェニックゾーンを横切るとき、レーザービームが屈曲するという着想が具体化されている。

2.2. 地震および火山噴火予知のいくつかの可能性について

現在、地震予知が現代の焦眉の課題の一つとなっている。地震は突然発生し、それに伴い、地滑り、津波、建物の下の地盤の液状化を引き起こし、それらが多数の人々が暮らす住宅群の破壊をもたらす。最近数十年間、地球上からの消滅の危機が発生している東京（日本）、シアトル（アメリカ）その他の大都市の何万、いや何百万もの人々の生命は、この問題の解決に直接的に依存している。

現在、地震予知のために広く用いられているのは統計的解析法である。この方法によって地震活動図、地震動予測地図および地震発生回数グラフが作成されており、これによって地震の発生を予測すべき地域を事前に特定することが可能になる。また、「前兆」——強い地震に先行する微振動——にもとづく地震予知方法も存在する。発生直前における地震予知を可能とする、機器を用いた方法が存在すれば、人々が建物から適時に避難し、それによって多数の犠牲者の発生を回避することが可能にできるはずであるが、そのような方法は事実上存在しない。

広いエリアにおける深部地下の岩石の応力増大を予知することができれば、その問題はある程度まで解決することができるはずである。地下において衝撃力が発生する数日前、動物や鳥が来たるべき地震の発生場所から逃げ去ろうとする事実が、それが可能であることを原理的な形で物語っている。この事実は、地震の直前に地球からある種のエネルギーが放射され、生体がそれを感じ取るということを意味している。

昔の日本には、垂直に立てられた板にひもで結び付けられた天然磁鉄鉱の一片からなる装置が存在した^{〔訳注〕}。磁石片の下の方には銅鍋が置かれている。磁石片は鉄斧を保持している。地震の直前、磁石は磁力を失い、鉄斧は銅鍋に落ちて音を立てる。それゆえ、そのシグナルに従い、人々はただちに屋外に避難しなければならない。このことは、その場所の地球内部から、天然磁鉄鉱を減磁させる能力を持つ、ある種のエネルギーが放射されたことを意味している。

筆者は、エーテル問題の研究に長い歳月を捧げ、特に、宇宙から地球に吹き付けているエーテル風はレーザービームをかなり大きな範囲（何十分の 1 mm）内で偏向させる能力を持っており、このことがエーテル流の速度を推定することを可能にしていることを解明した。いわゆるジオパソジェニックゾーンの場所では地球から垂直上方へのらせんエーテル流の流出が生じており、そのとき、その流れは多階建ての建物さえ突き抜けて流れることも、筆者によって解明された。そのような流れは人間の健康に悪影響を及ぼす。そのような流れは定常流である場合もあるが、迷走流となっている場合があり、これが住居や業務用建物の敷地内、特に道路上において説明困難な有害な現象を引き起こしている。そして、そのような場所でのその放射が多数の事故を引き起こしている。その放射の特徴は金属板さえ貫く高い透過能力であり、金属板もその放射を部分的にしか反射することができない。ジオパソジェニックゾーンが自動車道路を横切っているときには、そのようなゾーンは、オペレーターがワイヤーフレームを用いることによって容易に検出することができる。

現在では、ジオパソジェニックゾーンの上方にあるときにはレーザービームが屈曲するという物理的効果にもとづく、その種の放射の機器による単純な検出方法、なら

〔訳注〕 この装置については、キーワード「地震予知、磁石、安政見聞誌」でネット検索されたい。

びに無秩序に絡み合わせた細いワイヤーを用いた放射の中和（散乱）方法が見出されている。このことが、近い将来、建物や自動車道をある程度まで安全化することを可能にするであろう。

地震に先行して地球深部において機械的応力が増大すると、それと同時に地球内部かららせんエーテル流も放射され、その流れをレーザー測定装置を用いて記録することが可能であると考えらるあらゆる根拠が存在する。その測定装置は、上述したジオパソジェニックゾーン検出用の装置と類似している。必要な場合には、レーザー測定装置に、示度を中央観測所に伝送するためのテレメトリーシステムを装備することができる。その装置の整備については、いかなる特別の要件も求められていない。装置は安価であり、動作には信頼性があり、電池交換またはバッテリーの充電を除き、いかなるメンテナンスも事実上必要とされない。必要な場合には、その種の装置の量産体制を容易に構築することが可能であるので、その測定は著しく大きなエリアをカバーすることができる。筆者の提案が正しいことが判明した場合には、それが地震予知問題を解決に近づけることを可能にするであろう。

2.3. レーザー測定装置とワイヤー式中和器を用いたジオパソジェニックゾーンの研究 [抜粋]

V. A. アツコフスキー [V.A. Atsukovsky], A. G. レオンチェフ [A.G. Leontiev]

課題設定

地球表面全体には、いわゆるジオパソジェニックゾーン [geopathogenic zone, GPZ], すなわちエーテル動力学的放射が生じているゾーンが散在している。それらのゾーンの本性と構造は現在にいたるまで事実上解明されていない。それらのゾーンは、人間の健康 [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, 2007] および機器や設備の稼働に対して否定的な影響を及ぼしている。これまで、そのようなゾーンの検出は、2つのワイヤーフレーム——Γ字形に曲げられたフレームで、それらの両端は木製またはプラスチック製の取っ手に入れられており、各フレームは取っ手の中で自由に回転することができる——を用いて、オペレーターによって手動式で行われている。

オペレーターは、自分の前方において、2つのフレームを互いに平行に、自分から幾分傾き加減になるように保持する。ジオパソジェニックゾーンを通過すると、2つのフレームが交差し、ゾーンから出ると、それらは再び平行状態に戻る。

ジオパソジェニックゾーンの探索に際し、そのようなフレームの利用は有効であるにもかかわらず（中世には、この目的で、また地下水や鉱石の探索のために、木から切り取られたばかりのY字形の枝が利用されていた）、経験を積んだオペレーターがいなければ枝もフレームも機能しないという他ならぬ理由により、オペレーターの存在という事実そのもの、すなわち主観性が部外者である観測者たちの間にオペレーターの誠実性に対する疑念を生じさせている。それゆえ、ジオパソジェニックゾーンの検出は、今日にいたるまで体系性を持つことができていない。ジオパソジェニックゾーンの無害化方法も事実上導入されていない。

課題の定式化

ジオパソジェニックゾーンの検出と影響除去の機器的方法を見出すことが求められている。予想によれば、ジオパソジェニックゾーンにおける放射とは、地球内部から上方へ垂直に流出するらせんエーテル流であり、その流れは、レーザービームの初

期水平位置からの垂直方向への偏向を用いることによって検出することができる。その偏向は、普通の風が片持ち梁を中立位置から偏向させるのと同様に、レーザービームに対するエーテル流の力学的作用に起因している。したがって、レーザービームの位置の中立位置からの偏向を記録すれば、機器的方法によってジオパソジェニックゾーンを検出することが可能となる。

放射の中和について言えば、予想によれば、無秩序に絡み合わせたワイヤーの塊を用い、放射をその塊を通過させることで放射を散乱させる方法を利用することができる。すなわち、その塊の空所をエーテル流が通過することが多数の渦トロイド微細構造の出現をもたらし、それらの構造それ自体があらゆる方向に分散することにより、エーテル流全体が分散され、破壊され、中和される。

実験設定

ジオパソジェニックゾーン検出用の測定装置としては、波長約 $640\text{ m}\mu$ の赤色レーザーダイオードを、受光器としては、ある場合はフォトダイオード、別の場合はフォトレジスタを用いた。

ビームの光路長を大きくするため、レーザービームを2つの平行ミラーの間を通過させた。なぜなら、負荷（エーテル流）の作用下におけるビームの偏向は、ビーム（片持ち梁）の長さの2乗に比例するからである。

2つのフォトダイオードまたはフォトレジスタは、互いに上下になるように配置され、不透明な仕切り板で分離されている。それらの前にはレーザービームを散乱させる曇りガラスが置かれている。中立位置においては、ビームは2つのフォトダイオード（フォトレジスタ）を一様に感光させる。エーテル流の作用下でビームが偏向すると、ビームがシフトし、一方のフォトダイオード（フォトレジスタ）はより強く、他方はより弱く感光する。これによってブリッジのバランスが乱される。得られた信号は増幅器を通してマイクロアンペア計へ送られ、その指針の中立位置からのふれが、ジオパソジェニックゾーンの存在を示す。

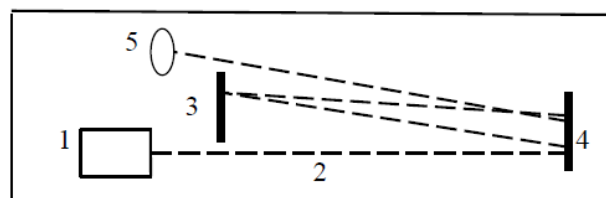


図2. 地球のジオパソジェニック放射検出用装置の光路のスキーム：1－レーザー；2－レーザービーム；3,4－ミラー；5－受光器

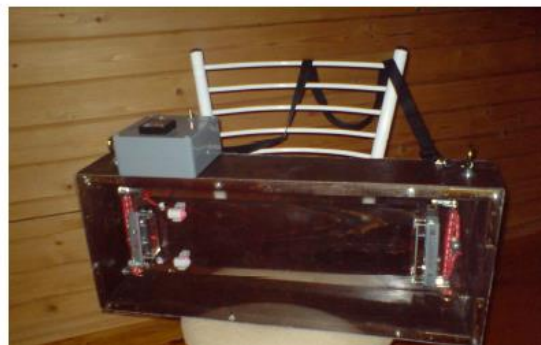


図3. ジオパソジェニックゾーンレーザー測定装置の実験用模型（開発者：A.G.レオンチェフ，モスクワ州ナロフォミンスク）



(a)



(b)

図 4. ジオパソジェニックゾーンレーザー測定装置の野外用模型（開発者：A.G.レオンチェフ，モスクワ州ナロフォミンスク）：(a)側面；(b)上面

ジオパソジェニックゾーン中和器としては，長さ約 100 m，直径 0.12~0.18 mm の無秩序に絡み合わせたラッカー被覆銅線の塊が用いられた。塊は直径約 80~100 mm の扁平な丸形になるように押しつぶされ，紙袋に収められた。

ジオパソジェニックゾーンの存在は，マイクロアンペア計の指針の中立位置からのふれによって記録され，ゾーンの中和は，ゾーン内にワイヤー式中和器[wire neutralizer]を設置した後，マイクロアンペア計の指針の中立位置への復帰によって記録される。

実験結果

ジオパソジェニックゾーンは，オペレーターがワイヤーフレームを用いて見出した。測定装置のゾーン内への搬入は，マイクロアンペア計の指針のふれを引き起こした。ワイヤー式中和器のゾーン内への搬入は，ゾーンの瞬時の破壊を実際に引き起こした。このことは，マイクロアンペア計の指針の中立位置への復帰によって記録された。

中和器をジオパソジェニックゾーンから撤去すると，マイクロアンペア計の指針はゆっくりと中立位置に戻っていった。このとき，ゾーンの復活時間は，中和器がゾーン内に存在していた時間に依存していることが検出された。すなわち，中和器のゾーン内滞在時間が 1~2 秒間以下のとき，ゾーンの復活は 15~20 秒間かけて生じた。滞在時間が 3~5 分間のとき，ゾーンの復活は 30~40 分間かけて生じた。滞在時間が例えば 1 日間の場合には，ゾーンの復活過程は数日間続く可能性がある。

さらに、ジオパソジェニック放射は実際に地球内部から来ていることが確定された。なぜなら、中和器のゾーン内滞在時間が短時間のとき、放射は、中和器の上方においては消滅するのに対し、中和器の下方においては存続するからである。このことは複数の住宅の階段において検証された。住宅や業務用建物内における最も効果的な中和方法は、中和器を建物の地階に配置することであることが判明した。この場合、放射は建物の全階において一度に中和される。

結 論

行われた実験は次の事柄を裏づけた。

1. ジオパソジェニック放射は地球内部から垂直上方に向かう渦状エーテル流であり、多階建ての建物を貫くほどの高い透過能力を持っている。
2. ジオパソジェニック放射は水平に配置されたレーザービームの位置に影響を及ぼし、普通の風が片持ち梁をたわませるのと同様、レーザービームを上方に偏向させる。この事実により、あらゆる起源のジオパソジェニックゾーンを検出するための測定装置を開発するための基礎が創出された。
3. 開発された地球のジオパソジェニック放射中和方法は、高い効果を示した。それゆえ、この方法は、少なくとも住宅や業務用建物内におけるジオパソジェニック放射の中和方法として推奨することができる。
4. ジオパソジェニックゾーンの検出と中和に関する研究を継続して行うべきである。これに関する研究を、人々の生命にとって危険な建物、ポルターガイスト現象、危険な自動車道路区間を対象として、そこに人々が所在する際の安全性を高める目的で、また、火山帯や地震帯を対象として、生じ得るそれらの活動の活性化を予知し（動物や鳥はそれらの活動の発生が近づいていることを感じ取り、そのような場所から事前に逃げ去る）、人々を救い、生じ得る損害を最小限にとどめるための必要な措置を適時に講じる目的で行わなければならない。
5. それ以外の領域における、またそれ以外の目的によるこの測定装置の利用の可能性を判定するべきである。すなわち、移動手段——陸上輸送機器、水上船、潜水艇、航空機、人工衛星——によってジオパソジェニックゾーンを通過する際の利用、地球に吹き付けるエーテル風の研究のための利用、また地震や火山噴火の予知を目的とした利用である。あらゆる動物は、事象が発生する数日前、来たるべき地震の発生場所から逃げ去ろうとする。これは、らせんエーテル流が既に地球内部から出ていることを意味している。このことは、それらの事象を事前に検出する原理的可能性があることを意味している。

2.4. B. P. ドドノフの「コルビオ」を用いた垂直エーテル流の研究

A. G. レオンチェフ [A.G. Leontiev]

医師であり生物学者であるボリス・ペトロヴィッチ・ドドノフ [Boris Petrovich Dodonov] とその息子ロマン・ボリスヴィッチ・ドドノフ [Roman Borisovich Dodonov] は、様々な物が人間の生体場に及ぼす影響に関する研究に多くの歳月を費やし、生体場矯正装置 [biofield corrector] を開発した。この装置は彼らによって「コルビオ [Korbio]」と名付けられた。この装置は木、金属またはその他の材料で作られた円柱であり、その中に深溝が掘り込まれている（図 1）。

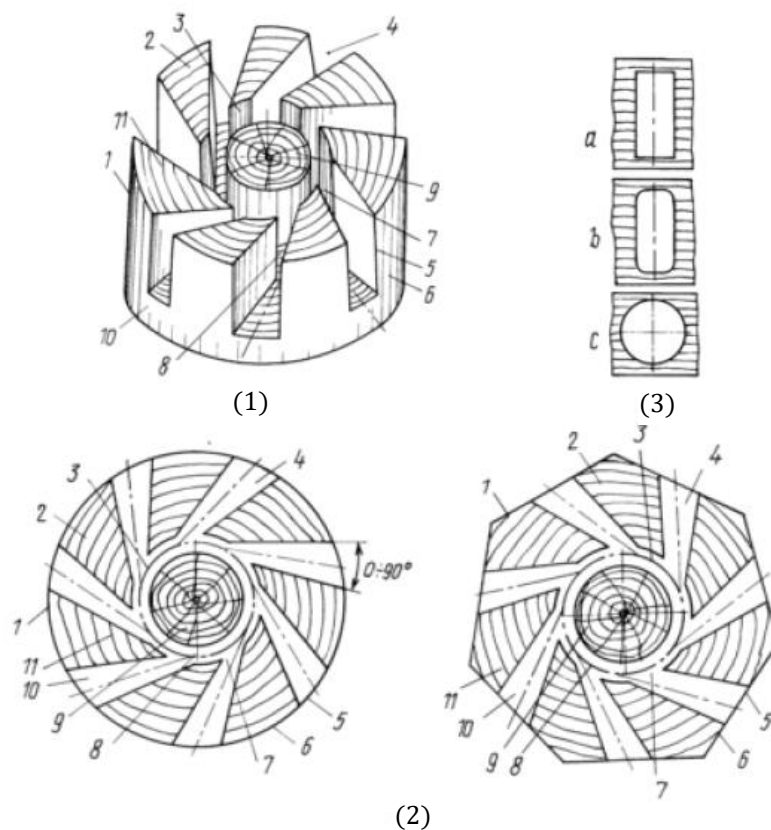


図1. ドドノフの生体場矯正装置の構造：(1)ードドノフの生体場矯正装置「コルビオ」；
(2)ー上面図（円柱と多面体の形状）； (3)ー図(1)と(2)における流路の横断面図

宇宙から地球にやって来たエーテル細流は、金属製モジュレーター（図2）に当たると金属表面から反射し、深溝によって旋回し、それと同時に圧縮されてゆく。木製モジュレーター（図3）に当たった場合には、エーテル細流はそれを通り抜けるが、やはり旋回する。いずれの場合にも、そのエーテル細流はエネルギー作用を持っており、一連の場合に人間の生体場のエネルギー補給と矯正のために利用することができる。これは医療目的で利用することが可能である。

考案者らは、医療技術においてこの生体場矯正装置を人間の生体場の矯正のために利用し、それによって人間の健康状態を決定している固有エネルギー場の調和化を促進することを推奨している。

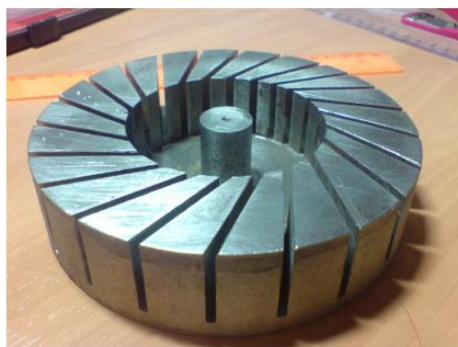


図2. 一定の方向を持ったらせんパソジェニック放射を創出する
B. P. ドドノフの鋼鉄製モジュレーター（コルビオ）



(a) (b)

図 3. 生体場矯正用の B. P. ドドノフの木製モジュレーター：

(a)左らせん；(b)右らせん

生体場矯正装置の構造から、この装置は直線状のエーテル流をらせん流に変換するように出来ていることが分かる。このことから、宇宙から地球に入ってくるエーテル流の渦形成を実例により証明する目的でこの装置を利用するという着想が生じた。

実験の目的

宇宙から地球に入ってくるエーテル流の渦形成を実例により証明するための装置の創出。

実験の本質

水の入った広口瓶の底に管を通じてインクを流し入れる。インクは広口瓶の底全体に広がる。次に、広口瓶の上にコルビオ——ドドノフの生体場矯正装置——を設置する。第2のバリエーションにおいては、金属製生体場矯正装置を広口瓶の下に設置する。そのとき、装置の深溝が上方を向くようにする。そうしなかった場合には、いかなる効果も生じない。

予想される効果：広口瓶内においてトロイダルエーテル渦が形成される結果、インクは広口瓶の底の上で集まって「厚い円盤」になるはずである。その「厚い円盤」はますます縮小し、トロイダルエーテル渦の構造に従って上方に伸びてゆくはずである。

実験の実施

実験を行うため、金属製と木製の生体場矯正装置（図2、図3）を製作した。第1の場合には、金属製装置を広口瓶の下に設置した。第2の場合には、木製装置を広口瓶の上に設置した。結果はほとんど同一であった。ただし、効果は、金属製装置を広口瓶の下に設置した場合の方が、木製装置を広口瓶の上に設置した場合より若干小さかった。

実験時間は、広口瓶の上にコルビオを設置した時点から1.5~2時間であった。その結果、予想されていた通り、インクは広口瓶の底の面積全体からその中心に向かって集まり、次に、インクの「厚い円盤」から上方に向かってインクの柱が伸びてゆき、「厚い円盤」自体は、上方に向かう部分が細くなっている漏斗形を持つようになった（図4）。

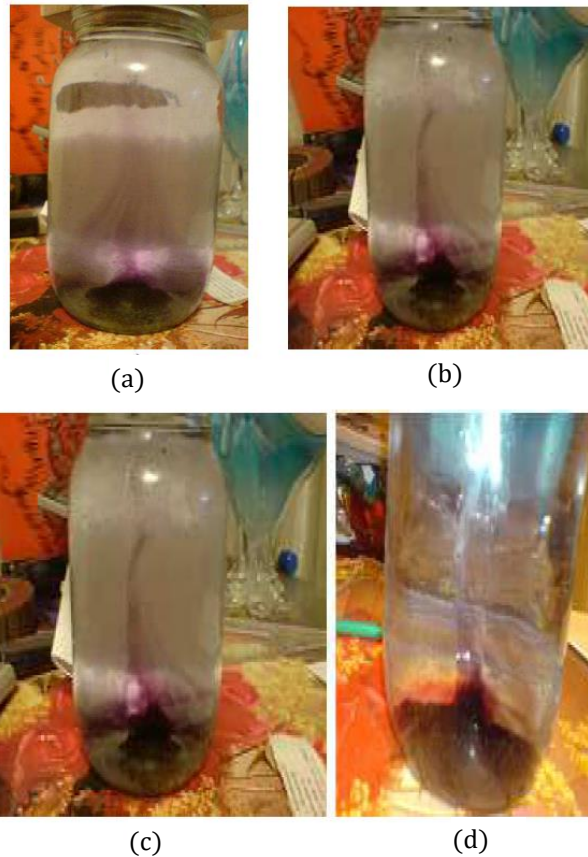


図 4. ドドノフ父子の木製生体場矯正装置がその上に設置されている水の入った広口瓶内におけるインク渦の形成： (a)設置から半時間後； (b)設置から 1 時間後； (c)設置から 1 時間半後； (d)広口瓶から装置を取り除いてから 15 分後

結 論

この実験は、宇宙から地球に入ってくるエーテル流の存在を裏づけたと考えるべきである。なぜなら、広口瓶内で渦が形成されるそれ以外のいかなる原因も存在しないからである。さらに、この実験は、ドドノフのコルビオタイプのらせん式モジュレーターを用いてエーテルの層細流を旋回させることが可能であることを裏づけた。

原理的には、このことから、将来的には、ドドノフのモジュレーターを、ジオパソジェニックゾーンの検出を用途とする測定装置の校正のための標準として利用することが可能であるという結論が導き出される。

2.5. ジオパソジェニック放射が金属平面に及ぼす影響の研究

V. A. アツコフスキー [V.A. Atsukovsky], A. G. レオンチェフ [A.G. Leontiev]

課題設定

気体流が板の平面に沿って滑るとき、気体の圧力が減少することとの関連において、この事実を検証することの有意義性が生じる。なぜなら、このことは、その板に対してその反対側からの圧力が作用し、その圧力が板をゾーンの方へ変位させることを意味しているからである。その検証は、ねじり秤とドドノフのモジュレーター（地球に

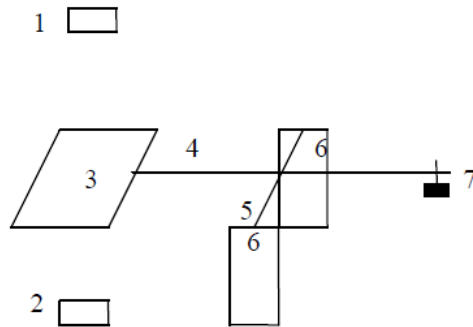


図 1. ドドノフのモジュレーターが金属板に及ぼす影響を測定するためのねじり秤のスキーム： 1—木製モジュレーター。これが金属板の上方に配置された場合には、金属板は上方へ変位するはずである； 2—金属製モジュレーター。これが金属板の下方に配置された場合には、金属板は下方へ変位するはずである； 3—30×30 cm, 厚さ 0.5 mm の薄い金属板。長さ約 1 m の天秤棒 4 の一方の端に取り付けられている； 5—細い鋼線。これに天秤棒が取り付けられている。鋼線はスタンド 6 の間でピンと張っている； 7—金属板 3 と釣り合う釣合おもり

吸収され、上方から下方へ垂直に運動するエーテル流を変換する装置）を用いて行うことができる。

金属製モジュレーターはエーテルの層流を反射し、それをらせん流に変換するはずである。木製モジュレーターはエーテルの層流を自分の中を通過させ、それをらせん流に変換するはずである。それゆえ、金属製モジュレーターはねじり秤の天秤棒に取り付けられている金属板の下方に配置し、木製モジュレーターはその上方に配置する必要がある。予想される効果： 金属製モジュレーターは金属板を下方に偏向させ、木製モジュレーターは金属板を上方に偏向させるはずである。

実験設定

上記の予想を検証するため、ねじり秤——スタンドの間に張られている鋼線に吊り下げられている長さ 1.2 m の木製天秤棒——が用いられた。

天秤棒の一方の端には、面積 0.1 m^2 のブリキ板が取り付けられている。天秤棒の反対側の端には、天秤棒が水平状態になるように選ばれた釣合おもりが取り付けられている。天秤棒にはレーザーポインターが取り付けられており、これが壁にビームを投射している。壁には、ビームの中立位置を示す目盛が付けられている。その目盛からの偏向が記録される。



図 2. ジオパソジェニック放射が金属平面に及ぼす影響を検証するためのねじり秤： 全体像



図 3. ジオパソジェニック放射が金属平面に及ぼす影響を検証するためのねじり秤：ドドノフのモジュレーターは、ねじり秤の天秤棒に取り付けられているブリキ板の下方に配置されている。

実験結果

取り付けられているブリキ板の下方に金属製モジュレーターを配置したとき、ねじり秤の平衡が乱れ、ブリキ板は加法におよそ $10\sim 15'$ の角度だけ下方のモジュレーターの方へ偏向した。ブリキ板の上方に木製モジュレーターを配置したとき、ブリキ板は上方へそれとほぼ同じ角度だけ偏向した。

結 論

1. 実験は次の事柄を裏づけた。

- ・エーテル流が地球内に向かって流れているというエーテル動力学の命題。
- ・ジオパソジェニック放射が金属表面に力の作用を及ぼしている可能性があるというエーテル動力学の命題。一部の場合には、このことが航空機や船舶の事故原因になっている可能性がある。
- ・ドドノフの金属製モジュレーターを用いて地球のジオパソジェニック放射のシミュレーションを創出する可能性。このことは、将来、ジオパソジェニック放射の検出を用途とする測定システムの校正のために利用することができる。

2. 事故防止を目的として、大型移動手段上に、それらの移動手段がジオパソジェニックゾーンに入ったことを検出し、記録する能力を持った装置を搭載することの有用性。

2. 6. 電磁気現象におけるパソジェニック放射の検出

V. A. アツコフスキー [V.A. Atsukovsky]

課題設定

高周波電流が生体に及ぼす様々な作用は、高周波磁場の影響の結果であるだけではないというより、むしろ、高周波磁場の影響の結果ではなく、高周波磁場を伴うパソジェニック放射の結果なのではないかという予想が生じた。原理的には、パソジェニック放射は各種の電磁気現象を伴っている可能性がある。このことを検証する必要がある。

実験設定

高周波電磁場中にはパソジェニック放射が存在する事実を解明するため、放電器付誘電コイルを用いた（図1）。

誘導コイルとは、その上に2つのコイル——巻数が相対的に少ない1次コイルと、巻数がそれより著しく多い2次コイル——が巻かれている鉄心である。1次コイルは直流電源から給電されており、回路を断続する断続器と直列に接続されている。回路が断続されると自己誘導起電力が生じ、2次回路に高電圧のピークが生じ、そのピークが2次コイルに接続されている放電器において火花を発生させる。この装置は、ありとあらゆる点火装置（例えば自動車エンジンの点火装置）において幅広く利用されている。しかし、誘導コイルの近傍においてパソジェニック放射が励起されている事実は今まで知られていなかった。

実験の実施

放電器付誘電コイルの上方におけるパソジェニック場の発生をワイヤーフレームを用いて検証した。オペレーターは、コイルの上方において、2つのフレームを互いに平行に、前方に幾分傾けて保持した。コイルがオンになった後、2つのフレームは若干の間（約5~7秒間）静止したままであったが、その後、互いに交差し合い、コイルがオンの状態になっている間は、常にそのような状態にとどまり続けた。

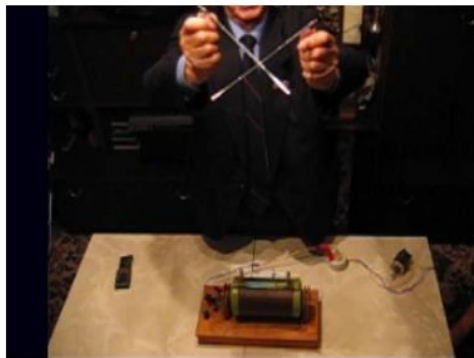


図1. 誘電コイルの近傍におけるパソジェニック放射のワイヤーフレームによる記録

誘導コイルがオフになった後、2つのワイヤーフレームは10~12秒間、交差して静止した状態にとどまっていたが、その後、ゆっくりと分かれてゆき、再び互いに平行な状態に戻った。

結 論

稼働中の放電器付誘導コイルによって創出される高周波電磁場は、パソジェニック場の発生をもたらす。そのパソジェニック場は、高周波放射に帰せられているいくつかの現象の原因である可能性がある。この実験によって得られた効果は、さらなる研究を要求している。

第3章 植物による空気からの炭酸ガス吸収の研究

3.1. 問題の現状

周知のように、生物学には、光合成とは、クロロフィルその他の光合成色素によって吸収される光エネルギーを利用した、高等植物、藻類、光合成細菌による、単純な化合物（例えば炭酸ガスや水）からの、植物自体およびその他すべての生体の生命にとって不可欠な複雑な有機物の生成であるという認識が存在する。これは、我々の惑星上において常時かつ大規模に行われている、最も重要な生物学的過程の一つである。

光合成の結果、地球の植物は、毎年、1000 億 t 以上の有機物を生成し（海洋における光合成の割合がこの量の約半分を占めている）、そのとき、約 2000 億 t の CO_2 を同化し、約 1450 億 t の遊離酸素を外部環境に放出している。大気の酸素全体は、光合成のおかげで生成されていると考えられている [Nichiporovich A.A. 「光合成」, 『ソ連大百科事典』, 第 3 版, 第 27 巻, 592~595 頁, モスクワ, ソ連大百科事典, 1977]。

自然界に上記の過程が存在する事実を疑問視するわけではないが、それでもなお、植物、藻類および光合成細菌の体の構築は、それらによる空気中炭酸ガスの同化によって行われており、それ以外の方法によっては行われていないという点については疑念を持つべきである。そのような疑念の根拠は、植物体中の炭素含有率（植物の質量の約 13%）と空気中の炭素含有率（空気中における炭酸ガス含有率を 0.03% とすると、炭素含有率は 0.01% 以下となる）が一致していないという事実である。したがって、空気 1 m^3 の重さが 1 kg であることを念頭に置くと、単位体積の空気中の炭酸ガス全部が植物によって同化されるという条件の下では、植物の質量 1 kg を生成するためには 1300 m^3 の空気を消費する必要があるということになるが、それはあり得ない。

I.N. ガルキン [Galkin I.N. 『植物の呼吸』] が計算したところによれば、大気中からの炭酸ガス吸収による炭素によって植物の成長を確保するためには、秒速数十万 km で吹く風が必要とされる。実際にはそのような風は存在しない。

その疑念は、風はないが、水が多量に存在し、日差しが明るい春にこそ、植物の成長が最も集中的に進むということとも関係している。それゆえ、この季節における空気中炭素の同化のみによる植物の成長などということは問題にすらならない。

空気に含まれる炭素によるのでないとするれば、植物のそれほどまでに集中的な成長はいかなるメカニズムによって生じ得るのか、という疑問が生じてくる。この疑問に対するあり得る答えを得るためには、炭素、窒素および酸素の原子核の構造に関するエーテル動力学的理解に答えを求めなければならない。

周知のように、炭素の主な同位体は同位体 ^{12}C である。その原子核は α 粒子 3 個——陽子 2 個と中性子 2 個からなる最も安定した粒子——から構成されている。窒素と酸素の原子核は、それぞれ、炭素原子核と、窒素原子の場合は炭素原子核に付加した陽子 1 個または重陽子（すなわち陽子 1 個と中性子 1 個）とから、酸素原子の場合は炭素原子核に付加した α 粒子 1 個とから構成されている。それらの付加部分は、あらゆる核子と同様、強い核相互作用によって炭素原子核と結合している。

周知のとおり、植物の成長の必要条件である水は、その分子中に酸素原子 1 個と水素原子 2 個を含んでいる。水の一般的な化学式は H_2O であるが、2 つの水素原子は酸素と結合しており、それら同士は結合していないので、水の構造式 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ で書き表した方がより正確であろう。植物細胞の基礎には $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 分子が横たわっている。この分子は、化学的方法によって別の炭素含有分子にも、別の水素含有分子にも変換するこ

とができる。したがって、水に含まれている酸素原子核から α 粒子1個を除去することがもし可能ならば、植物の構築材料の基礎となるのに適しているH-C-H鎖がただちに形成されるはずである。

植物の葉は緑色を持っているという事実が注目を引く。緑色を持っている理由は、太陽スペクトルにはより強い緑色、青色および紫色の成分が存在しているにもかかわらず、植物の葉は太陽スペクトルの赤色成分、すなわち太陽スペクトルの最も弱い部分を吸収しているからである。このことは、植物は、太陽スペクトルの組成全体のうち、植物の内部過程の共振と一致しているもののみを同化しているということを意味している。

赤色は約700 m μ の波長に相当し、周期が約 $2.5 \cdot 10^{-14}$ sのとき、周波数は約 $4 \cdot 10^{14}$ Hz、である。

強い核相互作用は、核子の平衡状態を約 10^{-16} mの核子間距離において確定する。任意の方向への核子の偏向は、核子をその平衡状態に引き戻す力を創出する。すなわち、強い核相互作用はばねの役割を果たしている。そのばねの力によって平衡状態に保持されている α 粒子は質量を持っている。したがって、この系は共振周波数を持っている。計算は、この場合における共振周波数は約 10^{38} Hzであることを示した。これは周期 10^{-38} sに相当する。

共振状態において、他よりも弱く他の α 粒子と結合している α 粒子が揺り動かされ、その振幅が次第に増加してゆくと、その振幅が、静電場の斥力が強い核相互作用の引力を上回ることになる距離を超える時点が到来する。すると、その α 粒子は原子核から飛び出し、その結果、今や炭素となった原子核の構成には、相互作用する3つの α 粒子が残される。

この共振は、必ず同一の励起周波数によって引き起こされなければならないというわけではけっしてない。その長さが共鳴周波数の半周期の長さを超えない撃力やインパルスによってそのような励起が引き起こされれば、それでまったく十分である。

エーテル動力学的理解によれば、原子の電子殻とはエーテルのトロイダルタイプの束縛渦である。束縛渦中におけるエーテル流の速度は、原子核近傍の内側部分で約 10^{21} m/s、外側部分で約 10^{11} m/sである。電子殻には、別の束縛渦であるファンデルワールス殻が隣接している。その中における諸速度の関係は、内側部分の速度が約 10^{11} m/sであるのに対し、外側部分の速度はわずか毎秒数十 m にすぎない。ファンデルワールス殻は、毎秒数十 m から毎秒何百億 m 以上にいたるまでの幅広い速度スペクトルを持っている。

エーテル動力学的理解によれば、光子は、多数の線状エーテル渦からなる構造を持っている。それらの渦は単一の系に統合されており、その構成の中に数百万個の渦を含んでいる（光学者たちのデータによれば、各光子は数百万個の振動からなっている [Godzhaev『光学』]）。しかし、光子を形成している線状渦（本シリーズ第4巻第2部第2.1節参照）は、その中心部にコア——直径約 10^{-16} mの狭い部分——を持っている。その部分における密度は他の部分より高く、速度は光速度の何倍も大きい。光子は、電子殻の束縛渦の上層に進入すると、その質量とエネルギーの一部を電子殻に与える。それらの質量とエネルギーは電子殻を変形させ、さらに、その電子殻のエーテル流の運動に関与する。電子は、原子の内側領域に向かって進んで行くにつれて、運動速度を増大させるとともに、原子核近傍ではエーテル流の密度が増大するため、自らの大きさを縮小させる。原子核近傍を通過するとき、核子間の間隙を通じた励起が原子核中においてそれと同じ励起を引き起こし、それにより、原子核の他の部分に弱く結合している α 粒子の振動を引き起こす。その α 粒子は揺れ動き始め、その後若干の時間が経過した後、核子間層の範囲外に出て、原子核から飛び出して行く。

このように、植物体のための基礎的な構築材料は、水分子の酸素の元素変換によって得られる炭素であると予想することができる。この過程からの帰結は、成長中のあらゆる植物、とりわけ開花中の植物によるヘリウムの放出であるはずであるが、この点はさらなる検証を受けなければならない。

この点に関する検証は、もしこの仮説が正しければ植物の葉から放出されるはずである、 α 粒子を検出する方法で行うことが可能であることに注目するべきである。

課題設定

炭素は水分子の酸素から形成されるという上記の予想の検証は、室内植物を用いて、それを空気から遮断し、しかし水と光の供給を確保する方法で行うことが適当である。植物の栽培は、可能な限り土の不純物の影響を受けないようにして、例えば純粋な砂に植えて行う必要がある。

実験設定

必要とされる実験は、I.N.ガルキン（ベルゴロド州アレクセエフカ市）によって、次にA.V.シェストパロフ（モスクワ市）によって行われていた。この2人は、互いにまったく独立に、また筆者とも独立に、事前に同一の結論に達した。

I.N.ガルキンによって開発された実験方法の要点は、各種の室内植物を透明フィルムで外部空気から遮断して、一部の場合には、フィルムの内側にボンベから窒素または不活性ガスを注入して栽培したというものである。

A.V.シェストパロフは植物をガラス容器内に収容した。数か月間における植物の成長の評価が行われた。外部空気からの植物の遮断は、その成長に対していかなる影響も及ぼさないことが判明した。

下記に掲げる I.N.ガルキンと A.V.シェストパロフの論文においては、植物の成長は空気中に含まれる炭酸ガスによって行われているのではないことを証明した、彼らによって行われた実験が記述されている。論文のテキストは、編集上の修正を除き、著者（I.N.ガルキンと A.V.シェストパロフ）の原文通りである。

3.2. 光合成: 実験は植物の空気からの栄養摂取と呼吸の存在を裏づけていない

I. N. ガルキン [I.N. Galkin]

周知のように、科学においては、植物は、大気中の炭酸ガスを同化することにより、その体の構築材料に含まれる炭素を空気から摂取しているという見解が古くから定着している。しかし、この命題を検証するために特別に行われた実験は、植物の空気からの栄養摂取と呼吸の存在を裏づけなかった。

栄養摂取と呼吸は生命の必要条件である。動物は、呼吸しなければ事実上即座に死に、食物がなければ数日後に死ぬか、あるいは共食いを始める。植物界では、水が生死にかかわる必要条件であることが知られている。植物の根を完全に露出させると、その植物の死は不可避となる。ところが、炭素飢餓あるいは窒息による植物の死については何も知られていない。研究文献や教育文献では、炭酸ガスあるいは酸素が欠如すると植物が死ぬことを裏づけている実験は一件も発表されていない。先史時代の岩面画以来、文字文化の歴史全体を通じて、そのような事例は一件も挙げられていない。「植物の炭素飢餓」および「植物の酸素飢餓」という用語は、植物科学でも、植物栽培の現場でも、日常生活でも使われていない。

大気からの植物の遮断について、特に述べる必要がある。植物は運動器と呼吸器を持っていない。新たな分量の炭酸ガスと酸素を得る唯一の方法は風である。それに必要とされる風速を計算しよう。植物は、葉の面積 1 m^2 当たり、1時間に $1\sim 2\text{ g}$ の乾物を蓄積する。乾物の45%は炭素からなっている。すなわち、植物は、葉の各 1 m^2 当たり、1時間に $0.45\sim 0.9\text{ g}$ の炭素を蓄積する。地表における空気 1 m^3 の重量は 1290 g である。その空気中の炭酸ガスは $0.03\sim 0.04\%$ である。炭素に換算すると、それは 0.01% である。したがって、 1 m^3 の空気の炭素含有量は 0.129 g であるから、植物は、正常に発育するためには、 3 m^3 以上の空気から炭素を摂取する必要がある。植物は空気を吸入することができない。もしかしたら、植物は、外部と接触するとき、今はまだ我々にとって未知の方法によって炭酸ガスを同化する能力を持っているのであろうか？頭の中で、 3 m^3 の空気を炭酸ガス1分子に相当する厚さを持つプレートに切り分けてみると、 1 m 四方のナノプレートが30億枚得られる。それらのナノプレート全部を 1 m^2 の葉に沿って1時間のうちに1枚1枚「千切り」にしてみよう。1時間で30億 m 。すなわち、必要とされる風速は毎時300万 km となる！非現実的な風であり、しかも、それは炭酸ガスが100%同化されるという条件の下においてなのである。これはあり得ない。この惑星上のすべての植物は、大気中炭素から遮断されているのである。なぜなら、そこには大気中炭素がない、あるとしても取るに足らぬほどの痕跡量しかないからである。

植物は空気中からの炭素吸収によって成長するという正統派光合成理論の主張の正しさに対する疑念が生じたこととの関連において、この命題を検証するためのいくつかの実験が筆者によって設定された。実験は次の種類の室内植物を用いて行われた。

- ・ゼラニウム (*Pelargonium*)
- ・アロエ (*Aloe*)
- ・カランコエ (*Kalanchoe*)
- ・カブトマル (*Astrophytum asterias*) [サボテンの一種]
- ・ヒメトウガラシ
- ・矮性チェリートマト
- ・セイヨウヒルガオ (*Convolvulus*)
- ・[一語意味不明]
- ・普通のトマトとキュウリ

実験 1. 現代光合成理論によれば、植物は空気を呼吸し、空気中の炭酸ガス（その含有量はわずか 0.03% である）を同化しており、空気を奪われた植物は死ななければならないとされている。

このシリーズの実験においては、植物の葉の部分、また一部の植物の場合は植物体の全体が、透明フィルムあるいはガラスで入念に遮断されるか、または新たな分量の空気が入り込まないことが100%保証されている広口瓶、試験管、フラスコ、水の入っていない水槽に収容された。被験植物は死ぬどころか、普通の条件下に置かれた対照群よりも良好に成長または結実し、あるいはまた、条件の変化に対してまったく反応しなかった。植物が死んだ事例はまったくなかった。各実験の期間は3か月間以上であった。

植物の遮断に関する試験においては、どこの家にもある熱帯起源の普通の室内植物を用いた。植物の大気からの遮断が結実に及ぼす影響に関する研究では、矮性種のトマト«malyutka»とトウガラシ«ogonyok»を用いた。実験では、良好な根系を持ち、栄養状態の良い健康な植物のみを用いた。実験用の植物は、窓台、バルコニー、別荘の温室と屋外の地面に配置された。遮断されている植物と並べて、それと同種の、ただし

遮断されていない対照用の植物を必ず配置した。実験では、破れていない透明なセロファンまたはポリエチレンの袋を利用し、植物が植えられている鉢または植物の葉の部分その中に収容した。この実験を行う上では飲料用のプラスチック瓶がきわめて便利である。瓶（容量 0.3 L 以上）の中に若干の土を入れ、そこへ任意の植物（キュウリ・トマトの種子、ジャガイモの芽、カシワの実、シラカバ・カエデ・花の種子）を落とし、瓶を横にして置き、湿り気を与えるために少量の水を注ぎ入れ、キャップをきつく締め、光の当たる場所、ただし温度が高くなり過ぎない場所に置く。このような実験のやり方全体はきわめて一目瞭然であり、説得力がある。私は、会議の場では、このような実験を行うことをいつも出席者たちに薦めている。懷疑論者たちは、この実験を行った後はもはや疑いを持たなくなる。

ガラス製容器としては、容量 0.3~10 L の広口瓶とガラスで上部が密閉された水槽を用いた。形成組織の細胞からの植物の成長に関する実験用には、普通の試験管とフラスコを用いた。組織培養は必ず密閉された小容量の透明容器中で行った。そうしないと乾燥して、植物が死んでしまうからである。

全世界において、科学者、品種改良家、事業者たちが形成組織の細胞を試験管に入れ、その細胞から成長した植物の大気中炭素と酸素からの遮断という何百万回もの行為の結果を毎日眺めている。そして彼らは、大気中炭素が植物の成長に及ぼす影響など、まったく見たことがないのである！

実験 2. 栄養の改善は植物/動物の成長と結実/受胎を増大させることが知られている。このことを検証するため、植物の葉の部分に透明な袋をかぶせ、袋を茎に巻いて縛り、袋の中にボンベから炭酸ガスを送り込んだ。正統派理論によれば、これによって植物の栄養が改善された。炭酸ガスの供給は様々な分量で行った。しかし、植物は成長と結実を改善させず、逆に悪化させた。次に、炭酸ガスの供給を停止することなく、植物が入っている袋の中に酸素ボンベから酸素を供給した。こうして、栄養と呼吸にとって理想的な条件が創出された。しかし、植物は成長と結実を改善させず、逆に悪化させた。これはおそらく、酸性環境が形成されたためと思われる。この実験の場合も、各実験の期間は 3 か月間以上であった。

実験 3. 周知のように、植物は酸素と二酸化炭素を放出している。植物は自分が放出するガスを利用しているか、それとも利用していないかについての疑問を解消するため、植物に窒素とアルゴン吹きかけの実験を行った。

植物の葉の部分にかぶせられている袋の中に、下側から窒素を送り込み、上側の穴から大気中に排出させた。同じ実験をアルゴンを用いて行った。いずれの場合にも、植物は死なず、生存条件の変化に対してまったく反応しなかった。

この実験では、土を密閉することができるよう野菜、矮性種のトマトとトウガラシを用いた。また、熱帯起源の植物も用いた。

各実験の期間は 4 か月間であった。窒素中に置かれている被験植物と並べて、フィルムで覆われていないそれと同種の対称群の野菜が空気中で栽培された。

すべての実験において、フィルムで覆われた窒素中の植物の発育と結実は、フィルムで覆われていない空気中の対称群の植物より劣っていないか、またはより良好であった。このことは、実験の最後に植物の重量を測定したところ、対照群の植物と比べ、窒素中の植物の方が同じ期間中により多くのバイオマスを増加させ、それらからの方がより多くの収穫が得られたことが判明した事実に見えていた。

窒素中における植物栽培実験は単純であり、あらゆる人が再現することができる。

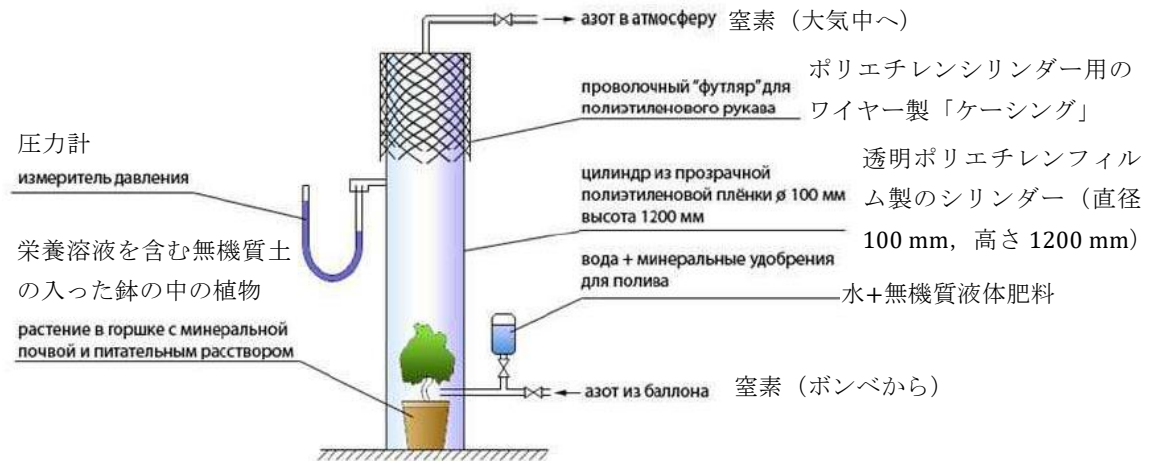


図1. 窒素中における植物栽培用装置

実験 4. 植物の葉の中の圧力を測定するため、植物を大気から気密遮断する実験を行った。

気密キャップ付のガラス瓶を用意し、その中に無機質土を入れ、その内部に栄養溶液入りの小瓶と灌水用の器具を置いた。植物をガラス瓶中に植えた（別の実験では種子を植えた）。

ガラス瓶の中には圧力計と温度計も収めた。次に、若干の消毒措置を行い、瓶内部に腐敗が生じないようにするため、瓶の内部に窒素を吹き流した後、ブリキキャップで瓶を密閉した。それと並べて、まったく同一の、ただし植物が入っていない密閉したガラス瓶を置いた。

植物が入っているガラス瓶の内部の圧力を大気圧より著しく高い値（1000 mmHg）まで段階的に上昇させたところ、その中の植物は、プロポーションが変化し始め、成長が加速し、結実量が増大した。

このように、葉の中の圧力は大気圧よりも大きいため、空気は葉の内部に入り込むことができないことが証明された。

種子には有機質は少量しか含まれていない。植物が成長し終え、結実したとき、有機質は多量となっていた。有機質は増殖したのである。すなわち、植物の葉においては、1日のうちの明るい時間に、水を材料とした有機物の増殖が生じているのである。これは、議論の余地のない事実である。植物の葉における合成は存在しないのである。

以上のすべての実験においては対照群の植物が用いられ、それらは普通の条件下に置かれた。各実験の期間は3か月間以上であった。最後に挙げた実験では、特に念入りに消毒を行わなければならなかった。そうしないと、無酸素環境中では植物が病気に罹患したからである。

結 論

以上のことから、正統派理論に反して、実際には、植物は空気から何も摂取していないという結論が導き出される。しかし、その内部に有機物を少量しか含んでいない種子が成長し、植物が結実するとき、有機物は増殖する。これは水によってのみ、かつ明るいときにのみ可能となる。現代農芸学が理解しているような形での合成は、植物には存在しない。そして、水から炭素がいかんして形成されるかについては、別途研究しなければならない。

行われた実験の結果は農芸学の実践全体によって裏づけられていることに注目すべきである。科学者、農業技師、農業者たちは、特に温室に入れることによって、あえて大気から植物を遮断する。それは彼らが、植物にとってはその方が良いということを知っているからに他ならない。

3.3. 光合成の際に炭酸ガス吸収は生じていないという説の検証

A. V. シェストパロフ [A.V. Shestopalov]

課題設定

1753 年、植物の空気からの栄養摂取という着想を初めて述べたのは M.V.ロモノソフ [M.V.Lomonosov] であった。彼は、栄養物質の乏しい砂地に生えるよく茂った木々は根を通じて必要量の栄養物質を摂取することができないことに注目し、植物は空気中から葉を通じて栄養を得ているという結論を下した [1]。

それに続くすべての研究は、この命題を裏づけ、発展させるもののみであった。光に照らされている植物は空気中の炭素を同化し、酸素を放出し、その結果、有機物を形成し、その中に太陽光エネルギーを蓄積していることが次第に明らかになった。19 世紀後半、K.A.チミリャーゼフ [K.A. Timiryazev] は、太陽光エネルギーは植物の緑色色素——クロロフィル——を通じて光合成変換の回路に取り込まれることを示した。すなわち、光合成の作用スペクトルはクロロフィルによる光の吸収スペクトルと一致し、光合成の強度は光の強度が増大するにつれて増大する。このことから、現代の教科書では、炭酸ガスと水から炭素を形成するという性質が植物に与えられている。その際、光の役割は微々たるものであると想定されている（短時間の光化学反応と長時間継続する暗反応）。暗反応は 1905 年に検出され、1937 年に証明された。1931 年、酸化還元過程としての光合成という理解の基礎が据えられた。その過程では、CO₂ の還元はドナーである水素の酸化と同時に進行される。1941 年、A.P.ヴィノグラードフ [A.P. Vinogradov] らにより、高等植物と藻類の光合成過程で放出される酸素の源は、それまで考えられていた CO₂ ではなく、水であることが突きとめられた。20 世紀中頃からは、新たな研究方法（ガス分析、同位体法、分光法、電子顕微鏡法、等々）の創出が光合成の解明を促進し、光合成におけるクロロフィルの関与の精細なメカニズムに関する理解を生み出すことを可能にした [2]。

植物生理学に関する上記の見方においては、大気の酸素全体は光合成のおかげで形成されているという誤った判断がなされている（地質学においては、酸素は深部に起源があることが知られている）。そこでは、光合成の結果、地球の植物は毎年、1000 億 t 以上の有機物を形成しており（この量の約半分を海洋植物の光合成の比率が占めている）、その際、約 2000 億 t の CO₂ を同化し、約 1450 億 t の遊離酸素を放出しているという印象的な数字が挙げられている。しかし、無風状態の天気のと看、炭酸ガスがどのようにして採集され、葉に輸送されるのか、また地球の大気中に炭酸ガスは「痕跡量しか」存在しないのだから、そもそも植物はどこでそれを摂取するのかは説明されていない。我々の大気は 2 成分系（窒素 80%と酸素 20%）であるが、もっと探せば 1%のアルゴンを見つけることができる。それ以外のガスは、炭酸ガスの 0.03~0.04%を含め、痕跡量しか存在しない。筆者の私見によれば、今日までのところ、すべての人々によって承認されている光合成メカニズムは存在しない。酸素の原子核は [4 個の] α 粒子から構成されており、そこから α 粒子 1 個を除去すると、水分子の酸素は細胞の炭素に変換されるという V.A.アツュコフスキーの研究 [3] が発表された

後、植物にとっての基礎的な必須成分は水と太陽光のみであることが明らかになりつつある。I.N.ガルキン [4] によって行われた炭酸ガスからの植物クローンの遮断に関する実験は、植物にとって炭酸ガスは必要ないらしいことを示した。しかし、その実験においては、植物が水中の炭酸ガスを根を通じて得ていた可能性があるという疑念が残る。この点を解明するため、アルカリで炭酸ガスを除去した空気が通気されているガラス鐘内における植物の栽培に関するいくつかの実験が筆者によって設定された。

2009 年の夏の 3 か月間（5 月と 9 月の一部を含む）、3 つのシリーズの実験が行われ、それらは仮に「実験 No.1, No.3, No.5」と名付けられた [5]。実験 No.1 の目的：そもそも、計画されている実験の条件下で植物が成長するかどうかを明らかにする；いかなる植物を用いた方が良いかを決定する；実験の実施方法を考案する。実験 No.3 の目的：得られた経験を考慮に入れて、底に排水孔のある鉢に植えられた丈の低い植物を空気が通気されているガラス鐘中で栽培する実験を実施する。実験 No.5 の目的：事実上、実験 No.3 の繰り返しであるが、ガラス鐘内への有害化学物質（フェノールフタレイン、水酸化カリウム、等々）の混入を最大限排除した上で行う。

実験 No. 1（2009 年 4 月 26 日～8 月 5 日） この実験は失敗に終わった。植物の選択が正しくなかった（エンドウとインゲンがガラス容器に収まらなかった）。鉢の底に排水孔がなかったために水がまったく流出せず、このことが菌類（カビ）の出現を助長した。本論文ではこの実験については詳述しない。なぜなら、この実験は上記の目的を達成するにとどまり、植物を炭酸ガスから遮断する段階には至らず、それ以上の発展は得られなかったからである。

実験 No. 3（2009 年 5 月 28 日～7 月 21 日） 実験装置は、槽内に注がれた水の中にその下部が浸かっているガラス鐘と、その中に収められた植物からなっていた。植物は底に排水孔のあるプラスチック鉢に植えられていた。鉢は、槽内の水と接触しないようにするため、少し高い台の上に置かれていた。ガラス鐘の上部から、灌水用の所定量の水を 1 日に 1 回、また通気用の空気を連続的に供給した。ガラス鐘は合計 4 個であり、そのうちの 2 個には炭酸ガスを化学的方法で除去した空気、他の 2 個には普通の空気を送り込んだ。各対のうち、一方のガラス鐘内の植物には沸騰して炭酸ガスを除去した水、他方のガラス鐘内の植物には汲み置きした普通の生水を与えた。植物は洗浄した川砂に植えた（播種した）。被験植物はそれぞれ同数のハウレンソウとギシギシであった。実験は住宅内において常温下で行われた。すべての植物は同量の水を与えられ、コンプレッサーによって同一流量（約 0.5 L/min）の空気が各ガラス鐘を通じて通気された。炭酸ガス除去用のバブラー中における気泡の行程は約 35~45 cm であった。装置の全体像を図 1 に示す。



図 1. 実験 No. 3 の全体像

炭酸ガス除去の時間は水酸化カリウムの濃度にもとづいて計算によって決定され、その計算時間の半分以上の値が採用された。実験では、205 g のアルカリを使用した。除去用バブラーを通じた通気速度が 1 L/min のとき、この分量は 38.5 日間の通気を行うのに十分な量である。すなわち、19~20 日間を使用期間の半分として採用することができる。KOH の濃度は、複数の方法（重量法、酸滴定法および pH 測定法）によって判定・再検証された。実験期間を通じて、その濃度の変動率は事実上 4~6% の範囲内にあった。実験の終了時に、空気を水酸化カリウム飽和溶液に通す方法により、空気からの炭酸ガス除去の質を検証した。普通の空気でバブリングしたときには、指示薬の混濁は開始から 15 分後に生じた。炭酸ガスが除去された空気でバブリングしたときには、1 時間以上のその実験時間中に混濁は 1 度も認められなかった。

実験 No. 5（2009 年 8 月 14 日~9 月 26 日） 実験 No.3 と同じであるが、次の点が異なっていた： 除去用バブラーの構造特性が、実験中に試薬を追加したり、試料を採取したりすることが可能なものになった； 幅広管に収められた多量（約 3 L）のコットンフィルターが存在するようになった； 除去用バブラーの構造が、任意の時間ごとに水を交換することが可能なものになった。被験植物の種類が減った（ギンギシのみ）； 通気スキームが相異なる、ともに汲み置きされた普通の水道水が灌水される 2 つの被験植物が用いられた。装置の全体像を図 2 に示す。



図 2. 実験 No. 5 の全体像

実験 No.3 と No.5 の違いはわずかであり、結果の全体像に影響するようなものではないことを考慮し、以下の記述は両方の実験に関するものとする。すべての実験はビデオと写真によって毎日記録された。それらのファイルがインターネットにアップロードされ、ブログ（日記）に体系的に掲載されている（サイトアドレス：

<http://www.shestopalov.org/fotosintez/>） [5]。

実験 No.3 と No.5 は、次の 2 つの植物試験段階からなっていた： 1) 播種時からの段階； 2) それまでしばらくの間（約 2 週間）ガラス鐘の外に置かれていた植物が発育してゆく段階。そのために種子が播かれている 8 個の鉢を取り、それらを「本役」と「代役」に同じ数ずつ、すなわち 4 鉢ずつに分けた。

実験の結果、次のことが明らかになった。通気される大気の違いおよび灌水用の水に含まれる炭酸ガスの含有量の違いにかかわらず、植物は最初の 1 週間は一樣に発芽し、成長する。いわゆる「加速的成長」という言葉は、大きな球根や種子を持つ植物、例えばエンドウやインゲンのような場合の挙動を説明することはできるが、種子が他とは比較しようがないほど小さいギンギシの場合には、まったく説得力がないように思われる（図 3）。



図3. ギシギシの種子

「加速的成長」の後、成長は減速し、2週間後、炭酸ガスを含まない空気を通気されている植物は死につつあることが明らかになり、3週間後、それらの植物は全滅した。被験植物の「本役」を「代役」に替えた後も、すべて同じことが繰り返された。2週間後、炭酸ガスを含まない空気を通気されている植物は死につつあることが明らかになり、3週間後、それらの植物は全滅した。その日数にはプラスマイナス2日間の幅があったが、ここでは記憶しやすくするため、1週間単位に丸めた。水中における炭酸ガスの存在は植物の寿命を若干延ばしたが、不調が存在することは歴然としていた（図4）。



図4. 炭酸ガスを除去した空気の通気開始から3週間後

行われた実験からは、炭酸ガスは植物にとって必要であるという結論が導き出される。しかし、それが何のために必要なのかは、人間にとって塩化ナトリウムがおそらく必要であり、それがなければ人間は死んでしまうのと同様に、今のところ知られていない。しかし、周知のとおり、人間は岩塩を栄養源とすることはできない。

このように、木や葉の質量は地球大気中にはほとんど存在しない炭酸ガスから形成されているとみなすことに、根拠はない。水分子の酸素原子核の炭素原子核への常温変換としての光合成メカニズムの実験的検証は、本研究において適用されたガラス鐘により植物を遮断する方法とは原理的に異なる、 α 粒子検出器を用いた方法によってのみ行うことが可能であると思われる。

文 献

1. Rubin B.A. — <http://www.help-rus-student.ru/text/83/961.htm>
2. Nichiporovich A.A. — <http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/117/264.htm>
3. Atsukovsky V.A. — <http://www.atsuk.dart.ru>
4. Galkin I.N. — <http://blogs.mail.ru/mail/oneeno50>
5. Shestopalov A.V. — <http://www.shestopalov.org/fotosintez>

第4章 レプトン泡の研究

4.1. 共有結合が金属の帆に及ぼす力の影響

課題設定

本シリーズ『エーテル動力学的自然科学の始動』第2巻第2部第3.2節「共有結合と化学動力学的相互作用」に示されているように、共有結合が形成されるとき、共通の束縛渦（原子の電子殻）の流線の全長は、個別原子の流線の長さの合計よりも短くなる。共有結合が形成された瞬間、らせん流になった高密度のエーテルの一部が分子から放出されたのである。そのような微小渦片はそれまでと同じ形態で存在することはできず、分子の分解反応が進行している別の場所で吸収されるか、または圧縮度の低いエーテルのトロイダル渦に変容する。その渦の質量は電子の質量よりも小さいので、その渦は暫定的に「レプトン」と呼ぶことができる。計算が示すところによれば、そのようなトロイドの質量は電子の質量のおよそ0.0001倍であるが、その直径はおよそ0.01 mmである。

共有結合反応の結果、目には見えない多数のレプトンからなるレプトン泡が形成されるはずである。レプトン泡は金属表面に作用する。なぜなら、レプトン泡と金属板のフェルミ面の間にエーテルの速度勾配が生じ、それが金属板表面におけるエーテルの圧力を低下させるはずであるからである。このことが共有結合反応が進行している場所へ金属板を接近させようとする力を生じさせる。そして次に、ある時間が経過すると、レプトン形成物は自己崩壊し、このことが共有結合反応が進行している場所から金属板を斥ける力の発現をもたらすはずである。その過程の終了後、その力は消滅するはずである。これらの全体は、高感度のねじり秤を用いて検証することが可能である。

実験設定

この事実を検証するため、ビームの一方のアームにアルミニウム板（帆 [sail]）が取り付けられた、特殊なねじり秤が組み立てられた。生じる可能性のある静電気の影響を避けるため、ねじり秤は10 M Ω の抵抗を通じてねじり秤の金属製本体に結ばれている。本体は蒸気暖房装置の放熱器に接地されている。

ねじり秤のビームの中央には寸法が2×2 mmの小さい鏡が貼り付けられており、その鏡にレーザーポインターが投射されている。そこからの反射ビームが、ビームの位置を追跡している自記記録計の回転円筒に当たるようになっている。

プラスチック製ビーカーを帆と向かい合わせに、帆から10 cmの距離の所に置いた。そのビーカーの中で乾燥したアルカリ KOH と濃硫酸または濃塩酸を反応させた。

実験結果

最初、反応が進行しているとき、帆は反応物質の方に引き寄せられていたが、反応が終わると反応物質から最大限の距離（それ以上動かなくなる所）まで遠ざかり、1.5~2時間後に元の位置に戻った。

ねじり秤から離れた所に置いた木製または発泡プラスチック製の立方体の台の上に乗せた上記と同じビーカー中で反応が行われた場合にも、上記と同じ結果が得られた。次に、その台をねじり秤のそばまで近づけたときにも、上記と同じ結果が得られた。帆のすべての振れは自記記録計によって自動的に記録された。

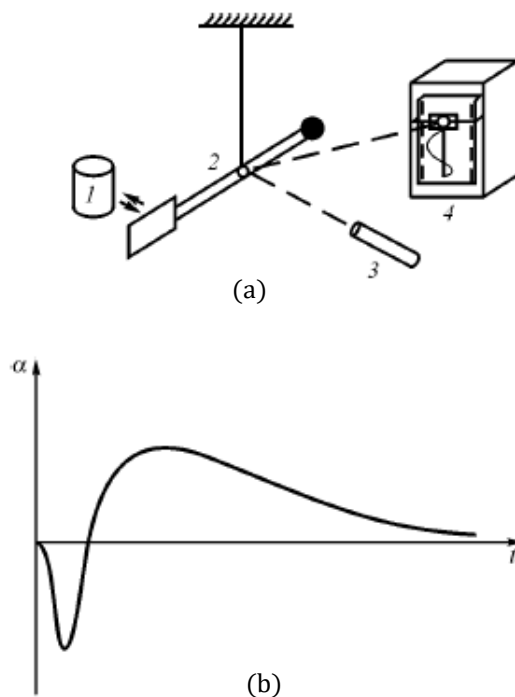


図 4.1. (a) 共有結合形成時におけるレプトン泡の検出に関する実験室実験のスキームと (b) 化学反応進行時におけるねじり秤の帆の振れのグラフ：1—試薬を入れたビーカー；2—ねじり秤；3—レーザー；4—自記記録計

実験結果は次のように説明される。化学反応が進行し、レプトン泡が形成されているときには、レプトンが帆に触れている。レプトンの表面におけるエーテルの運動は、レプトンがいかなる方位を向いているときにも常に帆の平面に対して平行であるので、圧力が低下したエーテルの速度勾配が形成される。その結果、帆は反応中の物質の方に引き寄せられ始める。

反応が終了すると、レプトン泡は拡散し始める。その際、まず最初に消失するのは、レプトン泡の表層中にあるレプトンである。これは、それらのレプトンの表面における速度勾配はレプトン泡の内部にいるレプトンのそれよりも小さく、したがって表層のレプトンの粘性はより高く、生存時間はより短いためである。しかし、あらゆる渦と同様、レプトンは自由空間中のエーテル密度よりも高いエーテル密度を持っていた。それゆえ、エーテルの圧力が増大し、その結果、帆は遠ざかる。すべてのレプトンが拡散し終わると、エーテル中の圧力が均等になり、ねじり秤のビームはばねの力で初期状態に戻る。相異なる物質はそれぞれ相異なる振れを与えるが、ねじり秤の挙動の性格はいずれも同じままである。

結 論

共有結合反応時には、レプトン泡が放出され、それが金属板に対して力の作用を及ぼす。共有結合反応を行っている化学物質と金属板の間のこの相互作用は、化学動力学的相互作用 [chemodynamic interaction] と名付けることができる。この相互作用は、既存の基本相互作用——核の強い相互作用と弱い相互作用、電磁相互作用、重力相互作用——のいずれにも帰着させることができない。この現象の諸パラメーターの定量値を決定するため、研究を継続して行うべきである。

4.2. レプトン泡が印画紙の感光性に及ぼす影響

課題設定

「レプトン泡」に関する実験は、モスクワ国立大学化学部1年生のYu.D.ロバレフ [Yu.D. Lobarev] と同大学物理学部1年生のV.A.セレブリヤンニコフ [V.A. Serebryannikov] によって2000年に行われた。彼らは、レプトン泡は印画紙の感光性に影響を及ぼすはずであるという予想を述べた。これがこの実験を行う動機となった。

実験設定

感光を避けるために黒い厚紙製の封筒に収められている印画紙1枚の上に、水酸化ナトリウムが入っているプラスチックビーカーを置いた。水酸化ナトリウムを酢酸と反応させた。次に、暗室内で印画紙を封筒から取り出し、弱い白色光で感光させてから現像した。

実験結果

印画紙を現像したところ、試薬の入ったビーカーが立っていた区域を除き、印画紙の全領域が黒くなっていたが、その区域は、あたかも感光しなかったかのように白いままであったことが判明した。こうして、次のことが発見された。

1. 共有結合反応が進行するときには、そこには「レプトン泡」、あるいはこれまで知られていない何らかの放射が存在している。
2. その放射は感光乳剤の化学組成の性質に影響を及ぼす能力を持ち、その感光性の低下をもたらす。

結 論

この実験は、共有結合反応に伴い、レプトン泡という形で放射が放出されるという予想を裏づけた。レプトン泡は厚紙を透過し、印画紙の感光性の著しい低下をもたらす。すなわち、レプトン泡は感光乳剤の構造に影響を及ぼし、その化学組成にも影響を及ぼす可能性がある。この方向性における実験を継続するべきである。

4.3. レプトン泡が誘電率に及ぼす影響

課題設定

あらゆる気体渦構造は自由空間中に存在する同種の気体より常に高い密度を持っており、誘電率とは気体状エーテルの密度であることから、進行中の共有結合反応の近傍の空間中における誘電率は、普通の誘電率より高い可能性がある。この予想の検証は、共有結合反応に関与する試薬の近傍に配置された空気コンデンサーの容量を測定する方法で行うことができる。

実験設定

この実験は、モスクワ国立大学化学部1年生のYu.D.ロバレフ [Yu.D. Lobarev] と同大学物理学部1年生のV.A.セレブリヤンニコフ [V.A. Serebryannikov] によって2000年に行われた。実験では、プラスチックビーカーに入れられた炭酸水素ナトリウムを用い、ピペットからビーカーに酢酸を注ぎ込んだ。容量3000 pFのセラミックコンデンサーを実験室用容量測定器に接続し、コンデンサー自体は試薬の入ったビーカーのすぐ近傍に配置した。

実験結果

コンデンサーの容量は, 反応開始から数秒間で約1%増大し, 反応が進行している間, その一定値を保った。反応の終了後, 容量値は2.5時間の間に初期状態に戻った。

結 論

この実験は, 共有結合反応のすぐ近傍において, 空間の誘電率が増大することを示した。このことは, 共有結合反応に伴ってレプトン泡タイプの放射が放出され, その放射が誘電率を増大させるという, 出発点となる予想を裏づけている。

第5章 電磁気現象の領域における実験

5.1. 導体の相互誘導

課題設定

現在、何十、何百もの電子デバイスやアクチュエーターから構成されている電気機器の情報測定複合システム、例えば飛行機・船舶の操縦・航法複合システム、産業用自動化ライン等々のデータ測定複合システムが幅広く利用されている。それらすべての複合システムでは、それらを構成しているシステム間において、様々な物理的パラメーターに関する情報を担う信号の伝送が通信線によって行われている。複合システムが正確かつ確実に機能するためには、通信線による信号の搬送が所要の高速動作と高い信頼度で行われることが不可欠である。そして、電力線、すなわち何らかの電源に接続されている動力線が通信線において誘起する電磁ノイズが、それらの要件に対する主な妨害要因の一つとなっている。他ならぬそれらの動力線において、電力消費機器の転流、特に、ありとあらゆるインダクタンス——リレーやコンタクターの巻線——に起因する強いパルスが発生する。それらのパルスは、容量性結合を通じて（電気力学的誘起）、また相互インダクタンス（電磁的誘起）を通じて通信線に侵入する。

その種のノイズに対する様々な対策方法が存在する。広く普及している方法は、リレーやコンタクターの巻線を火花消去回路——ダイオードやコンデンサー-抵抗器回路——によって分路する方法であるが、しかし火花の消去は完全には行われず、しかも、数十 μH にも達する給電導線のインダクタンスが考慮されていない。

電気力学的ノイズは、共通のワイヤーハーネスに含まれている動力線と通信線の間の相互容量を通じて通信線に侵入する。電圧振幅が600 V以下で時間的長さが0.1~10 μs のパルスキックに起因する電気力学的ノイズの除去は、通信線にシールドを施し、シールド間のすべての継ぎ目箇所を接地する方法で十分首尾よく行うことができる。しかし、シールドは、電流の脈動によって引き起こされる磁場がシールドを貫いて侵入することに起因する電磁ノイズからの防護には事実上役に立たない。ノイズの誘起が情報信号に対して持つ危険性は、まさにここに潜んでいる。ノイズレベルを許容値まで低下させられるだけの距離まで導線同士の間隔を広げることは、大部分の場合、特に移動式機器の場合には可能とは思われない。

誘起される電磁ノイズのレベルを決定するためには、相互容量とのアナロジーに従い、ノイズ源の導線と通信線の間の相互誘導という概念、すなわち導線の相互誘導という概念を導入することが論理的であるはずであるが、電気力学にはそのような概念は存在しない。電気力学に存在するのは回路の相互誘導という概念である。物事の論理に従えば、各回路は複数の導体から構成されているのだから、回路の相互誘導は、それらの回路を構成している導体の相互誘導を通じて計算されなければならないはずであるにもかかわらず、回路の相互誘導に関する表式そのものには、導体の相互誘導という概念は含まれていない。まさにこの事情により、筆者は、電磁波の伝播に関するエーテル動力学的理解に依拠したしかるべき研究を行うことを余儀なくされた。

課題の定式化

周知のように、電気工学には回路の相互誘導という概念はあるが、導体の相互誘導という概念は存在しない。ファラデーの法則によれば、平面 x - y 内に横たわっている回路中における起電力 e_{xy} は次式によって決定される。

$$e_{xy} = -S \frac{\partial B_z}{\partial t} \quad (1.1)$$

ここで、 S は回路の面積； B_z は磁束密度であり、 $B_z = \mu H_z$ ； μ は透磁率； H_z は磁場強度である（図1.1）。

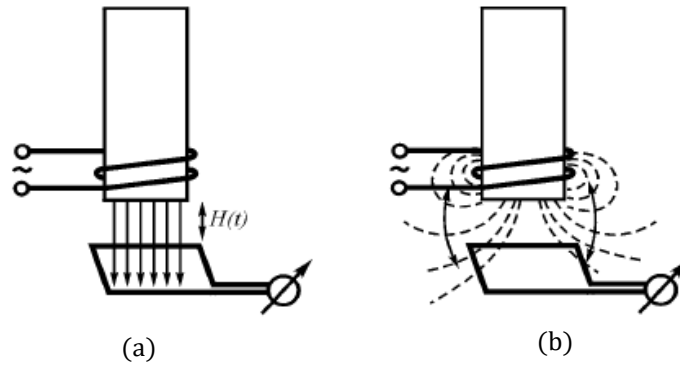


図 1.1. 回路中における起電力の誘導： (a)ファラデーとマクスウェルによる誘導； (b)実際の誘導

この表式からは、磁場は、空間中におけるその位置を変えることなく、その強度を変化させるということ、また誘起される起電力は磁場の周縁に沿って形成され、そのとき、磁場自体は回路の導体を横切らないということが導き出される。

2つの回路が同一の平面内にあり（図1.2），1番目の回路に交流電流が流れている場合には，2番目の回路に侵入する磁場の強度はアンペールの法則に従って次のように決定される。

$$i = \int H dl, \quad H = i/2\pi r \quad (1.2)$$

ここで、 i は電流の大きさ； r は導線の中心からの距離である。

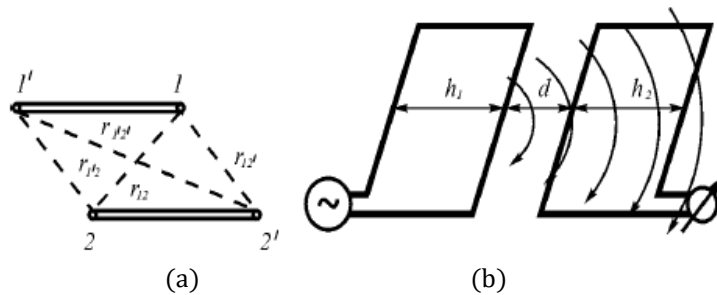


図 1.2. 1 番目の回路によって創出される磁場の 2 番目の回路への侵入

この場合，2番目の回路において誘起される起電力は次のように決定される。

$$e_{xy} = -S \frac{\partial B_z}{\partial t} \quad (1.3)$$

$$\begin{aligned} e_1 &= \frac{\mu l \partial i}{2\pi \partial t} \left(\int_d^{d+h} \frac{dr}{r} - \int_{d+h}^{d+2h} \frac{dr}{r} \right) = \frac{\mu i}{2\pi} (\ln r|_d^{d+h} - \ln r|_{d+h}^{d+2h}) \\ &= \frac{\mu l \partial i}{2\pi \partial t} \ln \frac{(d+h)^2}{d(d+2h)} = \frac{\mu l \partial i}{2\pi \partial t} f_1(h/d) \end{aligned} \quad (1.4)$$

$h \gg d$ のときは次式を得る。

$$e_1 = \frac{\mu l \partial i}{2\pi \partial t} \ln \frac{(d+h)^2}{d(d+2h)} = \frac{\mu l \partial i}{2\pi \partial t} \ln \frac{h}{2d} \quad (1.5)$$

関数 $f_1(h/d)$ を図1.3に示す。

エーテル動力学的理解によれば、この過程はそれとは異なった仕方で進展する。通電導体によって創出される磁波は、まず最初に2番目の回路のより近い方の導体を横切り、次に、既に弱化した形で2番目の回路の2番目の導体を横切り、その中に反対方向のより小さい起電力を創出する。それと同じことが1番目の回路の他方の導体からも生じる。この場合、2番目の回路における起電力は次の大きさになる。

$$e_2 = \frac{\mu l l_0 \partial i}{2\pi d \partial t} \left(1 - \frac{2d}{d+h} + \frac{d}{d+2h}\right) = \frac{\mu l l_0 \partial i}{2\pi d \partial t} f_2(h/d) \quad (1.6)$$

ここで、 $l_0 = 1 \text{ m}$ （国際単位系による）は換算係数である。

関数 f_2 も図1.3に示す。

グラフから見て取れるように、関数 f_1 と f_2 は著しく異なっている。前者は対数無限大へ向かって遠ざかっていくのに対し、後者は飽和している。 $h/d = 10$ のとき、2つの関数値の比は4以上となっている。

行われた実験は、 f_2 の依存関係を裏づけた。

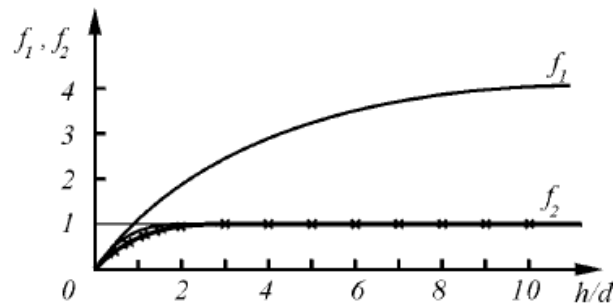


図 1.3. 平面回路において誘導された起電力の測定結果： 依存関係 $f_1(h/d) \sim M_1$ と依存関係 $f_2(h/d) \sim M_2$

実験設定

得られた依存関係を検証する際は、直径約0.5~1 mmの無絶縁銅線を用いることが適当である。回路の1辺の長さ l は0.5 m以上とし、距離 d を2~3 mmから数十cmまで変化させる。測定は可聴周波領域で行う必要がある。実験のスキームは図1.2に従って構築される。

結 論

以上に述べたことから、導体の相互誘導係数という概念を電気工学に導入することが有益であるという結論が導き出される。平行に配置された導体の場合、相互誘導係数は次の値となる。

$$M = \frac{e_2}{\partial i_1 / \partial t} = \frac{\mu l l_0}{2\pi d} \quad (1.7)$$

得られた結果にもとづき、導体の相互誘導係数という概念を電気工学に導入する可能性が出現した。

結果の応用的適用

相互作用する導体の直径に対する相互誘導係数の依存性を検証するため、一方の導体によって他方の導体において誘起される起電力の大きさの決定に関する実験を行った。その際、各導体は直径が著しく異なり（0.5 mmと5 mm）、そのうちの一方は塩化ビニルと布の絶縁体（絶縁体を含めた導体の外径は6.5 mm）、他方はエナメル絶縁体で被覆されていた。軸間距離は3.5 mmであった。2つの導体は密に接触していた。2番目の（被測定）導体における負荷を10 Ωから1/3 Ωまで変化させた。誘起の容量成分を除去するためには、これほどまでに小さな負荷抵抗が必要であったが、その除去を完全に行うことはできなかった。次に、回路上における両導線の配置を入れ換えた。

500 Hz から 4000 Hz までの周波数を用い、3 A の電流を流した。すべての測定は熱電対形可動コイル形計器を用いて行った。測定結果を表 1.1 と表 1.2 に示す。

表 1.1. 1 次導線の電流 3 A, 導線の長さ 1.7 m のときの 2 次導線における起電力

1 次導線の 直径, mm	2 次導線の 直径, mm	周波数, Hz				
		500	1000	2000	3000	4000
0.5	6.5	10 mV	19	44	83	122
6.5	0.5	15	32	64	99	125
k_{2tr}/k_{1tr} 〔訳注〕		1.5	1.68	1.45	1.08	1.025

表 1.2. 1 次導線の電流 1 A, 導線の長さ 1 m のときの 2 次導線における起電力

1 次導線の 直径, mm	2 次導線の 直径, mm	周波数, Hz				
		500	1000	2000	3000	4000
0.5	6.5	2 mV	3.8	8.8	16.6	24.4
6.5	0.5	3	6.4	12.8	19.8	25
k_{2tr}/k_{1tr}		1.5	1.68	1.45	1.08	1.025

これらの表から、導体の相互誘導係数は、それらの導体のうちいずれが1次導体であり、いずれが2次導体であるかに実際に依存していることが分かる。1000 Hzの場合、直径がより小さい導体によって直径がより大きい導体において誘起される起電力の計算値は、単純な比例関係に従えば、わずか0.09 mVとならなければならない、両導体の配置を入れ換えたときは1.16 mVとならなければならない。それゆえ、得られた比は相異なっているにもかかわらず——それらの比が相異なっている理由は、例えば、導体同士がこのように隣接している場合には、もはや電流全体がそれらの導体の軸線に集中しているとみなしてはならないこと、また、それらの導体間には容量性結合（電気力学的結合）が存在していることによって説明することができる——、相互誘導係数が導体の導線の直径の比に依存していることが定性的レベルにおいて裏づけられたとみなすことができる。

こうして、導体の相互誘導に関する理解を電気工学に導入すること、また、その理解にもとづき、しかるべき積分を行うことによって今度は回路の相互誘導も決定することが可能であり、有益であることが裏づけられた。

相互関係を、マクスウェル方程式とファラデーの法則から導き出されるように回路間の相互関係としてではなく、導線間の相互関係として検討する際には、電気力学的

〔訳注〕 表 1.1 と表 1.2 の k_{2tr}/k_{1tr} の添え字の tr は transformation。すなわち、 k_{tr} は変圧比で、 k_{1tr} は「1 回目の試行時の変圧比」、 $2tr$ は両導線の配置を入れ換えた後の「2 回目の試行時の変圧比」。

ノイズと電磁ノイズを区別しなければならない。電気力学的ノイズは、1次動力線中の電圧の大きさの変化と関係しており、1次導線中の電流が無視し得るほど小さい場合でも存在する。それに対し、電磁ノイズは、1次導線中の電流の大きさの変化と関係しており、1次導線中の電圧が無視し得るほど小さい場合でも存在する。

電気力学的ノイズは、動力線の周りで電場（電束密度）が伝播することの結果として、相互容量を通じて侵入する（図1.4）。それに対し、電磁ノイズは、動力線の周りで磁場（磁束密度）が伝播することの結果として、相互インダクタンスを通じて侵入する（図1.5）。それらに対する対策もまた、それぞれ異なったものとなる。

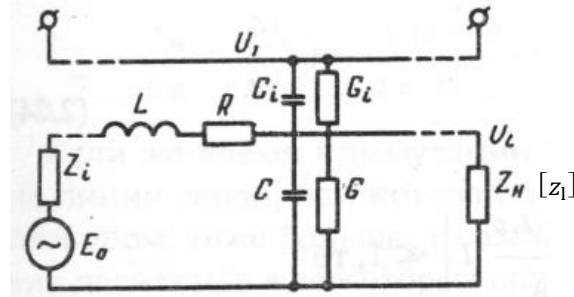


図 1.4. 諸回路間の電気力学的結合の等価回路： U_1 —1 次回路の電圧； U_2 —有効信号の電圧； U_n —2 次回路のノイズ電圧； C_i, G_i —1 次回路と 2 次回路の比分布相互容量と比分布相互導電率； L, R, C, G —2 次回路の比分布インダクタンス，比分布抵抗，比分布容量，導電率； E_0 —有効信号； z_i —有効信号源の内部抵抗； z_l —負荷抵抗

1次近似では、誘起される電気力学的ノイズの値は次式によって決定される。

$$U_n = \frac{C_1}{C + C_1} \cdot \frac{z_l}{z_l + z_w}; \quad z_w = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1.8)$$

ここで、 z_w は通信線の波動抵抗である。[U_n の添え字nはノイズ（noise）； z_l のlは負荷（load）； z_w のwは波動（wave）である。]

この表式は、遮蔽されていない導体に対してのみ妥当する。通信線がシールドを施されており、回路のすべての継ぎ目箇所（例えばコネクターやアダプター）においてシールドの両端が接地されている場合には、ノイズは大地へ放流される。ただし、このことは、接地の誘導抵抗を無視することができることを条件とする。1 mの長さの導線のインダクタンスは平均して0.5 $\mu\text{H}/\text{m}$ から2 $\mu\text{H}/\text{m}$ までの間で変動することを忘れてはならない。1次回路の転流時におけるパルス電圧は、パルスの時間的長さが何分の1 μs ないし数十 μs のときには数百Vに達する可能性があるため、通信線、特に動力線と共通のワイヤーハーネスに含まれている通信線にはシールドを施し、その際にはシールドの接地の品質に注意を払わなければならない。また、同じワイヤーハーネス内に存在する他の導線はノイズを遮蔽するどころか、逆にその侵入を助長するという点にも注目すべきである。

動力線から通信線への電磁ノイズの侵入は、相互インダクタンスを通じて行われる（図1.5）。

電磁ノイズの電圧は次式によって決定される。

$$U_n = M \frac{\partial i_1}{\partial t} \quad (1.9)$$

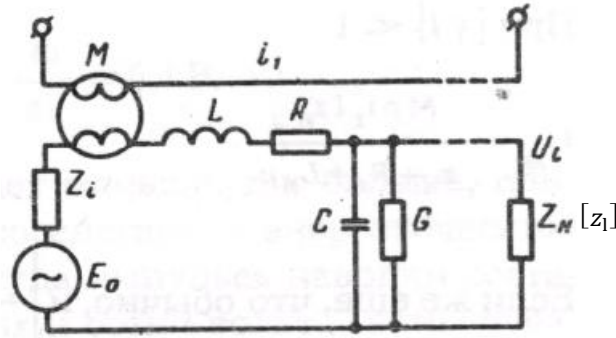


図 1.5. 諸回路間の電磁的結合の等価回路： M —相互インダクタンス係数； i_1 —1 次回路の電流； U_n —2 次回路のノイズの電圧； L, R —2 次回路の比分布インダクタンス，比分布抵抗； C, G —2 次回路の容量，導電率； E_0 —有効信号； z_1 —有効信号源の内部抵抗； z_1 —負荷抵抗

ここで， M はノイズを創出する動力線とノイズを受け取る通信線の相互誘導係数である。正弦波電流の場合は次式によって決定される。

$$U_n = k_M f i_1 l; \quad k_M = 2\pi M, V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1} \quad (1.10)$$

航空機搭載機器用の導線に関して測定された結合係数 k_M は次のとおりである。

- ・断面積 $0.35 \sim 1 \text{ mm}^2$ の BPVL 型導線の場合： $k_M = (5.65 \sim 5.25) \cdot 10^{-6}, V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}$
- ・上記と同じ断面積の BPVL-BPVLE 型ペア導線の場合： $k_M = (4.5 \sim 4) \cdot 10^{-6}, V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}$
- ・上記と同じ断面積の BPVLE 型ペア導線の場合： $k_M = (3.8 \sim 3.5) \cdot 10^{-6}, V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}$

その他の断面積の導線の場合には， k_M の大きさは次式によって決定することができる。

$$k_M = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{d}, V \cdot s \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}; \quad d = \frac{D_1 + D_2}{4} \quad (1.11)$$

ここで， d, cm は動力線と通信線の軸間距離； D_1 と D_2 はそれらの導線の外径（絶縁を含む）である。

1 次導線の電流の周波数が相異なるときにおける，2 次導線に生じるノイズ電圧の測定値を図 1.6 に示す。

例えば，周波数 400 Hz，導線の長さ 20 m，BPVLE 型シールド導線の断面積 0.35 mm^2 のとき，誘起されたノイズの値は 30.3 mV となる。この値は，正弦波・余弦波トランスの場合，12 秒角の大きさの追加的なシャフト回転角測定誤差を与える。これはコンバーターの固有誤差よりはるかに大きい。これと同じ条件下で，ただしパルスノイズで，等価周波数 1 mHz のとき，誘起されたノイズの値は，非シールド導線中では約 600~800 V であるが，シールド導線中ではそれより著しく小さく，わずか数 V となる。しかし，これもまた，搬送されるデジタル情報の破損を生じさせるのに十分な大きさである。

2 次導線の負荷を相対的に小さい抵抗に負わせることによってノイズを減少させることができるという誤った意見が存在する。しかし，それは間違っている。2 次導線の負荷の大きさに対するノイズ電圧の変化の依存性を図 1.7 に示す。

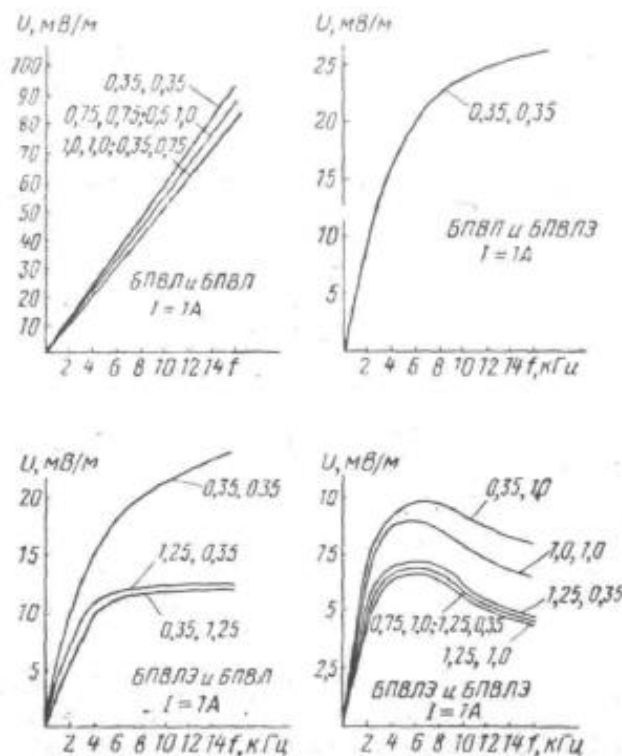


図 1.6. 各種断面積の BPVL 型および BPVLE 型導線の相互関係の実験的決定の結果
(導線の断面積は mm^2 で与えられている。)

[図中の $U, \text{mB/M}$ は $U, \text{mV/m}$; f, kHz は f, kHz ; БПВЛ は BPVL; БПВЛЭ は BPVLE]

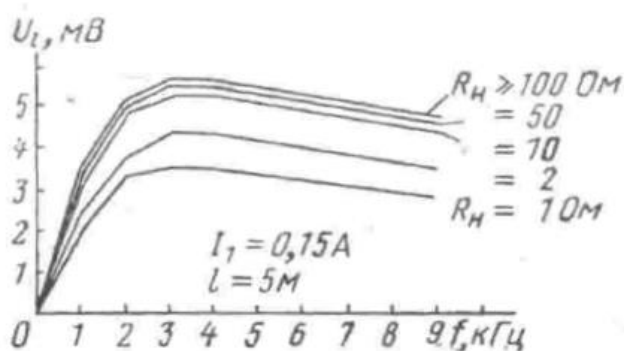


図 1.7. BPVL-0,5 型シールド導線間の電磁的結合の場合における相異なる負荷のときの周波数に対する 2 次導線のノイズ電圧の依存性

[図中の U_1, mB は U_1, mV ; Ω は Ω ; f, kHz は f, kHz]

図 1.7 から分かるように、 1Ω にいたるまで、ノイズの値は負荷に対して事実上依存していない。そのような方法によってノイズを除去することはできない。

電磁ノイズおよび電気力学的ノイズの残余部分を除去するための事実上唯一の方法は、差動法による情報の伝送と受信である (図 1.8, 図 1.9)。

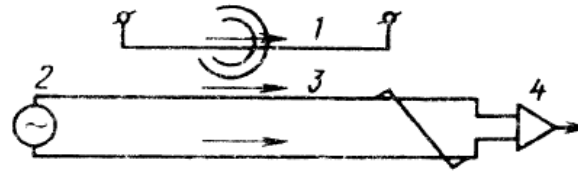


図 1.8. 電磁誘導と 2 線式導線の相互作用： 1—誘導源； 2—信号源； 3—通信線； 4—差動式受信器

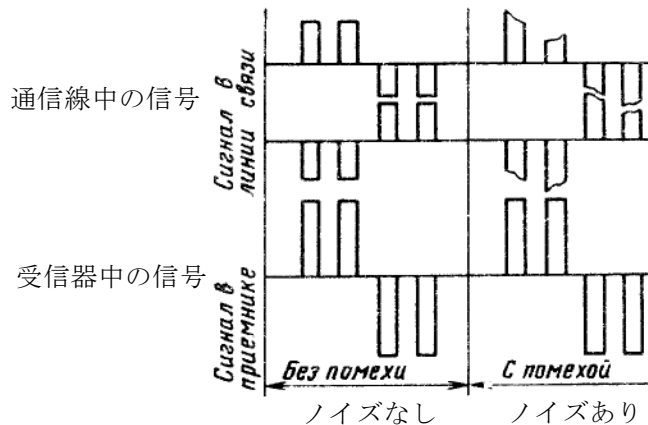


図 1.9. 差動式受信器における RZ コード (Return to Zero Code) を用いたノイズからの有効信号の分離

デジタル情報とアナログ情報の伝送は、すべての継ぎ目箇所が接地されている共通のシールドに収められている撚り対線によって行われる。撚りピッチは 2~3 cm である。撚りは、誘起されたノイズを対称化するために必要とされる。既存の出力側信号コンディショナーは $5 \pm 0.5 \text{ V}$ のパルス振幅、負荷の許容抵抗 400Ω 、受振器の入力抵抗 $40 \text{ k}\Omega$ を可能にする。すなわち、1 個の信号コンディショナーで 100 個までの受信器に信号を供給することができる。ここには受信器のガルバニック絶縁は存在しない。その必要はないからである。

ここでは任意の断面積の導線が用いられていて、パルスの波形が台形の場合、**負荷との間で整合されていない**（両端に整合用抵抗器を持っていない）その種の 2 線式通信線のスループットはおよそ $50 \text{ Mbit}\cdot\text{m/s}$ であるという事情が考慮されている。導線の平均長さが 10 m のとき（大型飛行機の場合）、スループットは 5 Mbit/s であるのに対し、操縦・航法複合システムの信号全体の情報量は 1 kbit/s 以下である。このことは、12.5, 50, 100, 250, 500, 1000 kbit/s の列の中で相対的に低い搬送周波数を適用したシーケンシャルコードのピンポン伝送を利用することを可能にする。より望ましい周波数は 100 kbit/s であり、これこそが将来性のある飛行体における基礎的周波数として確定されるものと予想される。伝送はいわゆる RZ コード (Return to Zero Code) によって行われる。このコードでは、各ビット («1» または «0») は、それぞれ正極性または負極性の個別のパルスによって表され、パルス間にはポーズが置かれる。パルスの伝送と受信は差動法によって行われ、これによってノイズが受信情報の質に及ぼす影響が排除される。

情報の伝送は、搬送されるパラメーターのダイナミクスによって決定される周波数で循環的に行われる。受信器の入口では、一連の特徴に関する情報チェック（情報到着の循環性のチェック、コードワード中の 1 の数のチェック [=パリティチェック], 等々）

が行われる。このような通信によって何らかのウイルスがあるシステムから別のシステムに伝送されることは、原理的に不可能である。

言うまでもなく、これは、膨大な量の情報が搬送される個別の通信線に関する話ではない。しかし、普通、そのような通信線は少ないので、それらに対しては別のアプローチを取らなければならない。

航空機搭載設備に関して言えば、情報に高い耐ノイズ性をもたらすこの情報伝送方法はソ連で開発されたものであり [1~4]、それ以来、全世界で幅広く適用されている [5]。テストベッドにおける試験時にも [4]、また機上デジタル設備を搭載した航空機の運用期間 (20 年間以上) 全体を通じて、情報の破損は 1 件も記録されていない。[6] に掲げられている文献では、この通信方法の実現に必要とされるすべての技術的詳細が述べられている。

航空機においてその優位性を十分に示した上記の情報伝送方法は、エネルギー産業、鉱工業、輸送分野等で利用されている設備のそれ以外の情報測定システムや制御システムにおいても有益なものとなり得る。

通信線の耐ノイズ性を検証する際には、標準ノイズを運ぶ導線を検証される通信線に巻くという単純な方法を用いることができる。そのとき、戻り線は、結果に影響しない線として、任意の距離の所に置くことができる。これは、ファラデーとマクスウェルの法則にもとづいた場合には行うことができないはずである。なぜなら、それらの法則によれば、誘起されるノイズは回路の面積、すなわち戻り線の配置に直接的に依存するからである。

文 献

1. **Atsukovsky V.A.** 『飛行体設備複合システムの通信システム構築』, モスクワ, Mashinostroenie, 1976.
2. **国家規格 GOST 18977-79 (73)** 「飛行機およびヘリコプターの搭載設備の複合システム. 機能的通信のタイプ. 電気信号の種類およびレベル」.
3. **技術マニュアル RTM1495-75** 「航空機器の技術マニュアル. 飛行体設備における 2 極性コードによる情報交換」, モスクワ, 標準化・統一化研究所, 1975.
4. **国家規格 GOST 26807-86** 「飛行機およびヘリコプターの機上デジタル機器. 電磁的作用の条件下における動作性能に関するテストベッド試験の方法」, モスクワ, 規格出版所, 1986.
5. **ARINC-429. MARK 33.** Digital Information Transfer System - DITS. AEEC. 1977.
6. **Atsukovsky V.A.** 『複雑な情報測定複合システムにおけるデジタル通信システムの組織化の基礎』, モスクワ, Energoatomizdat, 2001.

5.2. アンペールの法則の検証

課題設定

周知のように、任意の動力装置——電動機や発電機——の出力は、固定子の部分のエアギャップ内に蓄えられたエネルギーによって決定される。電動機においても、発電機においても、いたるところで利用されているのは磁場であり、電場ではない。このことは、磁場中においては電場中におけるよりも著しく大きな蓄積エネルギーを得ることができること、しかも電場より磁場を取り扱う方が比較にならないほど安全であることと関係している。

実際、厚さ 1 mm のエアギャップ中に収まる電場のエネルギーは、エアギャップの

面積が 1 m^2 、電場の最大許容強が $E = 1\text{ kV/mm}$ （これ以降、エアギャップの破壊が始まる）のとき、次のようになる。

$$w_e = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^6}{2} = 4.43 \cdot 10^{-6} \text{ J/m} \cdot \text{mm} \quad (2.1)$$

これに対し、磁場の場合には、強度が $H = 10\text{ A/m}$ という完全に適度な値で、磁気導体の相対透磁率が $\mu = 400$ のとき、それと同じエアギャップ中のエネルギーは

$$w_e = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot H^2}{2} = \frac{400 \cdot 1.25 \cdot 10^{-6} \cdot 10^2}{2} = 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ J/m} \cdot \text{mm} \quad (2.2)$$

となる。すなわち、磁場は電場の $5.6 \cdot 10^3$ 倍であり、しかもそこではいかなる危険も生じない。ただし、ここで、磁場強度の計算が正しく行われているかどうかを確かめなければならない。

この事情を検証するため、しかるべき実験が行われた。

課題の定式化

周知のように、アンペールの法則

$$i = \int H dl, \quad H = i/2\pi r \quad (2.3)$$

は、導体中を流れる電流の大きさ i, A と、導体軸からの距離 r, m において電流によって創出される磁場強度 $H, \text{A/m}$ との間の依存関係を表している。この式から見て取れるように、ここでは、磁場強度が距離の増大とともに減少する双曲線法則が生じている。導体軸から相異なる距離における同一の磁場の強度は、次の関係を持つことになる。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (2.4)$$

この法則の妥当性に関する実験的検証が文献に存在しないこととの関連において、また、エーテルは圧縮性を持っており、したがってまた磁場も圧縮性を持っているにもかかわらず、このことがアンペールの法則では考慮されておらず、その結果、この公式は不正確なものになっているという予想との関連において、しかるべき実験を設定する必要性が生じた。

実験設定

本実験は、本章第 5.1 節の図 1.2 の実験スキームに従って行われる。回路と周波数のパラメーターはその実験スキームと同一である。ただし、本実験は、電流値および回路の最も近い導体間の距離 d のパラメーターを相異なるものにして行われる。

2 次回路において誘起される起電力は磁場の変化に比例しており、また表式 2.4 において比 H_1/H_2 は比 e_1/e_2 に置き換えることができるので、次式が得られる。

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (2.5)$$

回路の遠い方の導体を、それらの導体の影響が測定結果に目に見える影響を及ぼさない距離まで遠ざける（ $0.5 \sim 1\text{ m}$ の距離で十分である）。次に、回路の最も近い導体間の距離を $2 \sim 20\text{ mm}$ の範囲内で変化させる。測定において用いられるすべての周波数において、1 次導体中の電流値を 0.1 A 、 1.0 A および 10 A に設定する（入口に降圧変圧器を持つ標準信号発生器を利用する）。

予想される依存関係を図 2.1（下側の曲線）に示す。

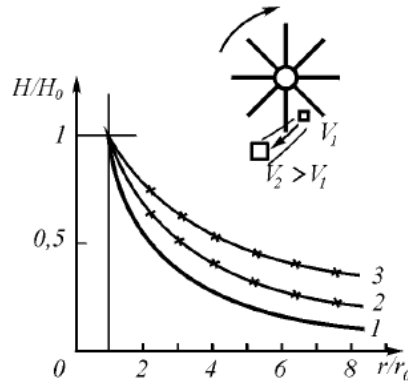


図 2.1. アンペールの法則に関する実験的研究： (a)力学的アナロジー： 回転羽根によって運動に引き入れられる圧縮性流体の流速の変化； (b)導体軸からの距離に依存する磁場強度の変化； 1： 磁場の循環が一定不変という条件にもとづいて計算された理論曲線； 2： 電流 $I = 1 \text{ A}$ のときの実験結果； 3： 電流 $I = 10 \text{ A}$ のときの実験結果。測定は周波数 50 Hz 、 400 Hz および 1000 Hz で行われた。

実験結果

アンペールの法則にもとづいて予想される依存関係が満たされるのは、電流が小さく、したがってまた磁場強度が小さいときに限られることを実験結果は示した。既に 0.1 A の電流のときからその差は顕著であり、 1 A 以上の電流のときでさえ、実験値は計算値の 2 倍以上となっている。このことは、動力装置の磁場に関するあらゆる計算には、しかるべき修正が加えられなければならないことを示している。

結 論

アンペールの法則の実験的検証は、磁場の圧縮度という新たなパラメーターを電気力学に導入する必要があること、また、それに対応して、磁場強度または磁束密度が様々な形で関与する依存関係をより精緻化する必要があることを示した。

5.3. 変圧器中の巻線間におけるエネルギー伝達 〔訳注〕

課題設定

鉄心変圧器中における 1 次巻線から 2 次巻線へのエネルギー伝達メカニズムは十分明瞭に記述されていない。そのメカニズムにおいては、変圧器の 2 次巻線中の負荷抵抗の低下が 1 次巻線中の電流の増大を引き起こす原因は十分明らかにされていない。普通の説明は、1 次巻線の電流によって創出される磁場が 2 次巻線の電流によって創出される磁場によって相殺され、その相殺がそのような作用を生み出す、というものである。しかし、そうであるとする、実際に生じているように、1 次巻線のインダクタンスが減少しなければならないはずであり、また、1 次巻線の電流の有効分ではなく、無効分が増大しなければならないはずである。

そのエネルギー伝達は、1 次巻線中を流れる電流によって創出される磁場を通じて

〔訳注〕 この問題についてのより詳しい検討が本シリーズ第 4 巻第 1 部第 4 章第 4.3 節でなされている。

のみ行われる可能性があるのだから、この現象は、2次巻線中の電流の増大に伴って磁場の強度勾配が変化し、このことが1次巻線中の電流の増大を引き起こすことによって生じるという予想が生まれた。磁場は1次巻線から遠ざかるにつれて減衰しなければならないのだから、変圧比は、鉄心の透磁率とは事実上無関係に、1次巻線と2次巻線の巻線の相互配置に依存していなければならない。

第1の実験の設定

第1の実験のスキームを図3.1に示す。

2次回路中の起電力は、鉄心を通じてではなく、鉄心の内部に広がる磁場によって誘起されると予想される。磁場強度は1次巻線からの距離の増大とともに減少するのだから、窓の空間中では磁場の強度勾配が生じることになる。その勾配は、2次巻線の磁場エネルギーが消費されるにつれて増大してゆく。このことを、測定用巻線における起電力の出現によって記録することができる。その起電力は2次巻線中の電流値に比例していなければならない。

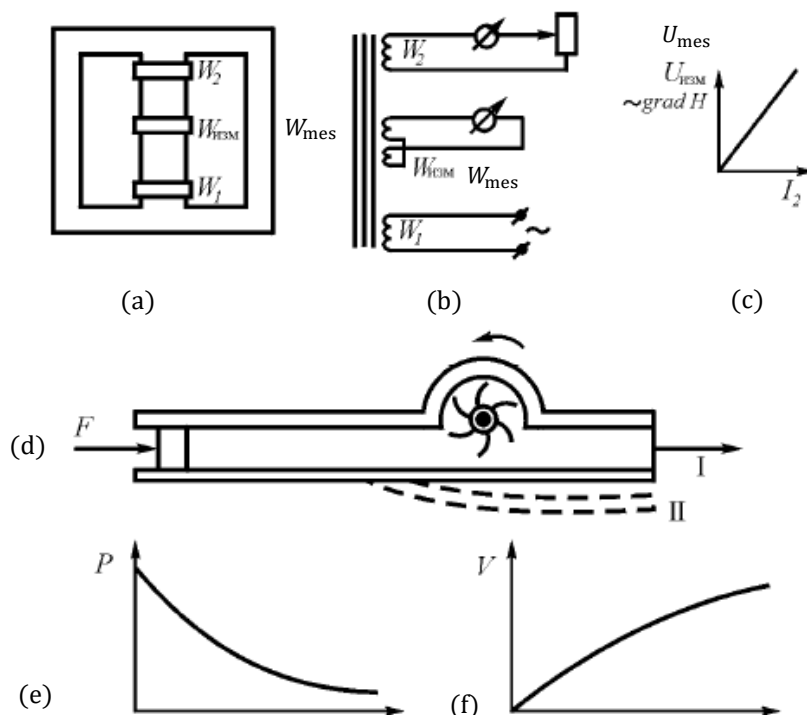


図3.1. 2次コイルにおける負荷が変化したときの変圧器中の磁場の強度勾配の変化：(a)実験におけるコイルの配置図；(b)実験の電気回路図；(c)2次コイルにおける負荷が変化したときの測定用巻線における起電力の変化；(d)ガス導管中におけるエネルギー伝達の等価な力学的スキーム；I—低圧力時の弾性管壁の位置；II—高圧力時の弾性管壁の位置；(e)ガス導管中における圧力のダイアグラム；(f)ガス導管中における速度のダイアグラム〔図中の W_{mes} および U_{mes} の添え字mesは測定用巻線。なお、(d)~(f)の「ガス導管」の意味については、本シリーズ第4巻第1部第4章第4.3節を参照されたい。〕

したがって、変圧器の鉄心に、3つの巻線——最大距離まで間隔をあけて配置された1次巻線および2次巻線と、第3の巻線（互いに対向方向に接続されている2つの同一の半分からなる測定用巻線）——を巻き付ける必要がある。測定用巻線は測定用電圧計に接続される。

実験の実施

Sh-40 種の変圧器用の鉄で作られている変圧器鉄心に、1 次および 2 次多層巻線（それぞれ巻数 100、幅 5 mm）を巻き付けた。これらの巻線は鉄心の中央部分の両端に巻き付けた。それらの巻線の間に、2 つの巻線からなる第 3 の巻線を配置した。その 2 つの巻線は互いに対向方向に接続され、1 列に配置されている。この巻線は測定用である。2 次巻線には可変抵抗器の負荷が掛かり、その回路には電流測定用のアンペア計が接続されている。測定用巻線はミリボルト計に接続されている。

予想したとおり、2 次回路の負荷抵抗が減少し、2 次回路の電流がそれに対応して増大したとき、2 次回路の測定用巻線における電圧が電流値に比例して増大した。このことは、1 次巻線から 2 次巻線へのエネルギー伝達は、鉄心を通じてではなく、1 次巻線中を流れる電流によって創出される磁場の強度勾配の変化を通じて行われるという上記の予想を裏づけている。

結 論

行われた実験は、電流によって創出される磁場によるエネルギー伝達過程の物理をより良く理解することを可能にしているとともに、1 次巻線からの距離の増大に伴う磁場強度の減少との関連において、変圧比は 1 次巻線と 2 次巻線の相互配置に依存することになるであろうという予想を述べることを可能にしている。

第 2 の実験. 巻線の配置に対する変圧比の依存性の検証

課題設定

現在、変圧器上における巻線の配置の順序は本質的な役割を演じていないと、暗黙のうちに理解されている。にもかかわらず、実際には、常に 1 次巻線が最初に配置され、その上方に 2 次巻線が配置されている。それでもやはり、そのような配置は浮遊磁場を減少させるので、その方が良いとみなされているからである。しかし、変圧器用の鉄の相対透磁率が 400 のとき、浮遊磁場は磁場全体の値の 0.5~1%を超えないはずであり、相対透磁率の値がもっと大きいときには、その比率はさらに減少するはずである。もしそうであるとすれば、一連の場合において、各巻線を互いに独立したコイルに巻いてから、それらを共通の鉄心に取り付けた方がはるかに好都合なはずである。しかし、変圧器のパラメーターの悪化、しかも占積率の悪化だけでなく、計算値に対する変圧比の不一致をも理由として、そのようなやり方は定着しなかった。それゆえ、巻線の配置に対する変圧比の依存性の検証という課題が生まれた。

実験設定

相対透磁率が 5000 のフェライトリングに、各 100 回巻の細い導線（直径 0.1~0.2 mm）の 2 つの巻線を取り付けた。一方の巻線は固定されており、他方の巻線は可動であり、鉄心に沿って移動することができる（図 3.2(a)）。巻線の幅は約 8~10 mm である。2 つの巻線の中心間の距離、および 1 次巻線における電圧に対する 2 次巻線の出口における起電力の比を測定した。交流電圧発生器としては標準信号発生器を利用した。相異なる周波数と電圧で測定を行った。実験のスキームを図 3.2 に示す。

実験結果

変圧比——1 次巻線における起電力に対する 2 次巻線において誘起される起電力の比——の測定値の依存性を図 3.2(b)に示す。ここから読み取れるように、変圧比は、変圧器の 1 次巻線と 2 次巻線の相互配置に対して顕著に依存している。

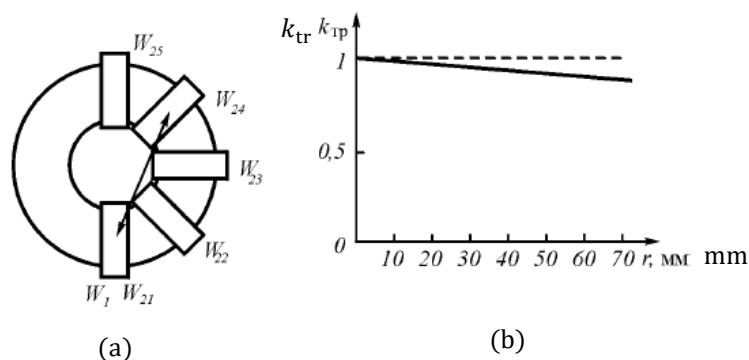


図 3.2. コイルの相互配置に対する変圧比相対値の依存性： (a) 実験実施時の環状鉄心上におけるコイルの配置スキーム； (b) コイル間の距離が変化したときの変圧比の変化

結 論

行われた実験は、巻線間の距離に対する変圧比の顕著な依存性を示した（その差は 11% に達している）。このことは、2 次巻線における起電力は磁心を通じてではなく、その中に磁場が広がっている窓の空間を通じて誘起されるという理解と一致している。

それと同時に、行われた実験は、回路間の相互誘導ではなく、導体間の相互誘導という理解を用いることが適切であるという第 1 の実験の結論を裏づけている。実際上においては、例えば高圧変圧器において巻線間の間隔を広げる必要がある場合には、2 次巻線の巻数を、普通の方法で計算された巻数よりも大きくする必要がある。

5.4. 媒質中における電場の相殺

課題設定

ファラデーの法則によれば、平面 x - y 内に横たわる回路における起電力 e_{xy} は次式によって決定される。

$$e_{xy} = -S \frac{\partial B_z}{\partial t} \quad (4.1)$$

ここで、 S は回路の面積； B_z は磁束密度であり、 $B_z = \mu H_z$ ； μ は透磁率； H_z は磁場強度である。

この法則から、磁場強度の経時的変化は、磁場の周縁部においてそれに相当する起電力を引き起こすことが分かる。このことにもとづき、磁場強度が変化するときには常に起電力が出現するという確固たる確信が生まれた。しかし、ここで、ファラデーの法則は回路の外部に存在する磁場の影響をまったく考慮していない。

ところが実際には、それは常にそうなるわけではけっしてない。なぜなら、連続媒質中においては、回路の内部と外部に存在する磁場の影響の相殺が必ず生じることになるからである。これは、隣り合っている同一方向の各エーテル渦が、その周縁部の隣接領域にそれとは反対方向の媒質流——エーテル流——を持っているために、相互間における場の相殺を創出していることの結果として生じる（図 4.1）。

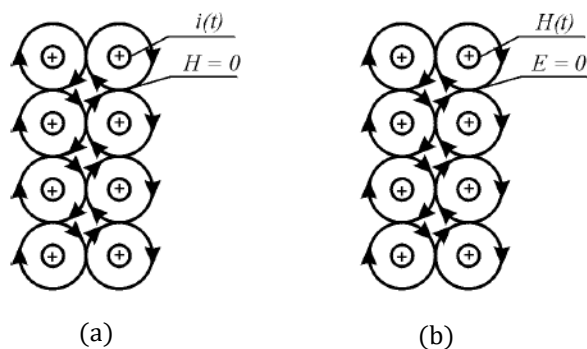


図 4.1. 場の相殺： (a)電流の分布系中における磁場の相殺； (b)磁束の分布系中における電場の相殺

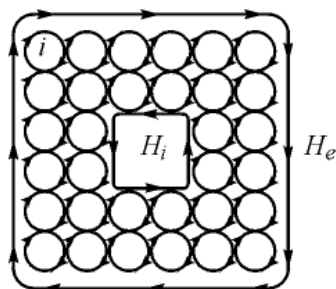


図 4.2. 媒質中に絶縁体バルクを入れたときの媒質の境界上と内部における磁場の発生

したがって、回路の外側の場を考慮することは原理的な意味を持つことになる。

課題の定式化

場源が測定用フレームのエリア外に存在する脈動磁場が測定用フレーム内で誘起される起電力に及ぼす影響を検証する必要がある。

実験設定

絶縁材料製の平板上に複数の導線回路を配置し、それらの回路に交流電流を流すと、交流電流は交番磁場を創出する。それらの回路は、それらの回路が互いに同心の列を形成し、スイッチがオンになったとき、それらの列の回路が順番にオン状態になるように接続される。これにより、フレームの内部の場源と外部の場源によって誘起される磁場の位相の一致が確保される。

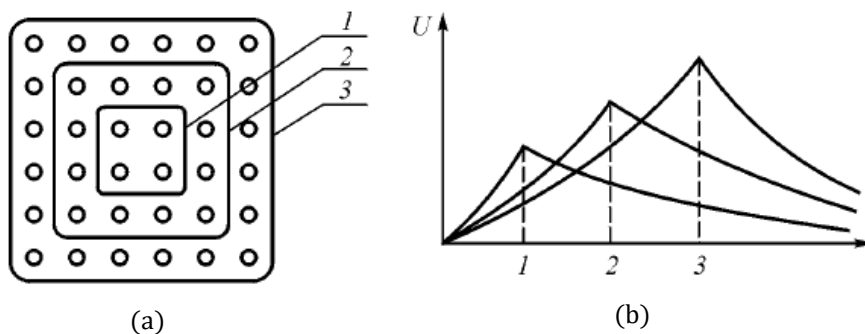


図 4.3. オンにされる通電回路数の増大に伴う測定回路上の起電力の変化： (a)磁場を創出する通電コイルが置かれている平板の上における測定回路の配置； (b)通電コイルを順番にオンにしたときの測定回路上の起電力

それらの回路の上方に相異なる大きさの測定用フレームを配置する。この実験では、測定用回路の内側と外側に存在する通電回路の相異なる列がオンになったときにおける測定回路上の起電力が測定される。

実験結果

実験は、測定用フレームに対して内側の各通電回路を順番にオンにしてゆくにつれて、測定用回路における起電力が増大してゆき、次に、測定用フレームに対して外側の各回路を順番にオンにしてゆくと、測定用回路における起電力が減少することを示した（図 4.3）。このことにより、場源がフレームの外部に存在する磁場が、場源がフレームの内部に存在する磁場の影響を相殺していることが裏づけられた。

結 論

実験結果は、磁場が変化すると、いかなる場合にも空間中において交番電場が発生するという定着している見方は誤りであることを示した。その見方が正しいのは、測定用フレームに対して外側の磁場の影響を無視することが許される範囲内においてのみ妥当する、個別的な場合にすぎない。一般的な場合には、そのような磁場が考慮されなければならない。このことから、マクスウェル方程式の第 1 式および第 2 式では、電磁波の表面における過程しか考慮されておらず、電磁波の深部において進行している過程が考慮されていないという結論も導き出される。

5.5. 電流の圧縮性

課題設定

周知のように、電気伝導率 σ 、誘電率 ϵ 、透磁率 μ を持つ媒質中における電流密度 γ は、電場強度 E によって次のように決定される。

$$\gamma = (\sigma + \epsilon \partial/\partial t)/E \quad (5.1)$$

具体的な媒質中における電場強度と電流密度は、単純な比例係数によって結び付いている。次節において示されるように、電場強度の伝播は縦方向に生じることができるのだから、電流密度の伝播も波動性を持っている可能性がある。

しかし、任意の擾乱の波動性は、その擾乱の物質*的担体が圧縮される性質を持ち、そのことによって密度勾配を形成し、その密度勾配がその場所において過程のさらなる進行の原因となる場合にのみ生じることができる。

課題の定式化

導体中における電流の圧縮および波動的伝播の事実を検証する必要がある。

実験設定

電流の圧縮の事実を検証するためには、スイッチング回路を利用することができる。回路の継ぎ目の接触器上に電位差が生じるので、接触器が閉路された後には、その電位差がゼロ抵抗の回路区間に接続された状態となり、このことがそのゼロ抵抗区間において電流のバーストを引き起こすはずである。次に、そのバーストは回路に沿って広がってゆく。実験のスキームを図 5.1(a)に示す。

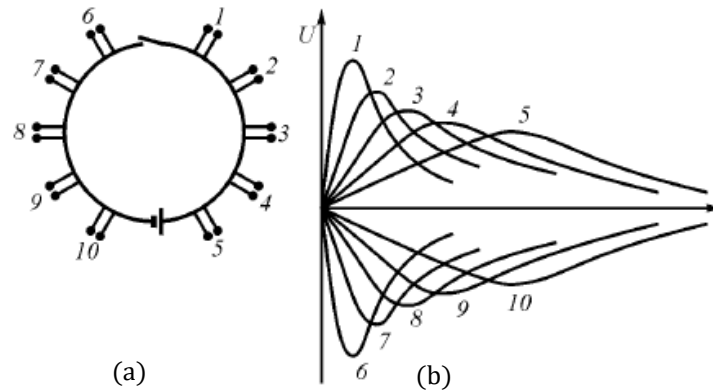


図 5.1. 電流の圧縮性の事実の決定に関する実験： (a) 導体からの分岐のスキーム；
(b) 分岐上に発生するパルス

この電気回路は長さ数 m の 2 本の導線からなっている。各導線は、一端が蓄電池に接続され、他端が周期的に開閉される接触器に接続されている。各導線からは、主回路の導線にはんだ付けされた複数の分岐が互いに $1m$ の距離をおいて出ている。接触器が閉路されると、回路中にパルスが発生する。そのパルスはオシログラフで記録することができる。接触器が閉路されると、各対の分岐において短いパルスが発生する。そのとき、接触器から離れた所に位置する分岐では、パルスの振幅は減少しており、持続時間は増大している事実が究明される。そのことは、電流が導体に沿って最初に圧縮され、次に伸長することを意味する。原理的には、このことは、初期過渡転流モード [subtransient commutation mode] として特徴づけることができる。

実験結果

実験結果を図 5.1(b) に示す。ここから見て取れるように、回路を周期的に開閉する接触器の近傍に位置する導体区間上において発生しているパルスは、接触器から離れた所に位置する区間と比べ、振幅がより大きく、持続時間がより短い。

結 論

この実験は、電流が圧縮性を持ち、導体に沿ったその伝播が波動性を持っている事実を裏づけている。この過程は初期過渡過程として特徴づけることができる。この実験結果は、さらに、電気力学の方程式はこの部分においても精緻化を必要としていることを裏づけている。

5.6. 電波の縦方向伝播

1) 樹脂製導波管内の半導電性媒質中における縦電波の伝播の可能性の検証

課題設定

マクスウェル方程式の第 3 式

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho \quad (6.1)$$

(ここで、 $\mathbf{D}$ は電気変位であり、 $\mathbf{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E}$ ； ε は相対誘電率； $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ； $\mathbf{E}$ は電場強度、 V/m ； ρ は電荷密度) より、電荷が存在しないときには

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = 0 \quad (6.2)$$

であること、すなわち

$$\frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = 0 \quad (6.3)$$

であることが導き出される。

方程式 (6.3) は純粹に静的な性格を持ち、そこではいかなる時間的過程も想定されていない。このことは、真空中においては

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (6.4)$$

(ここで、 ϵ_0 は真空の誘電率； μ_0 は真空の透磁率)として定義される光速度でしか伝播することのできない電場の本性と完全に矛盾している。

このように、理論と現実の間には矛盾が存在している。

マクスウェル方程式の第3方程式の導出の不完全さが注目を引く (図 6.1)。

電束密度の成分 D_x , D_y , D_z が x 軸, y 軸および z 軸に沿って体積 $dx dy dz$ に入ってくる。その体積の出口では、それぞれ次の値が得られる。

$$D_x + \frac{\partial D_x}{\partial x} dx; \quad D_y + \frac{\partial D_y}{\partial y} dy; \quad D_z + \frac{\partial D_z}{\partial z} dz \quad (6.5)$$

これらから入力成分を差し引くと方程式 (6.3) が、次に方程式 (6.2) も得られる。

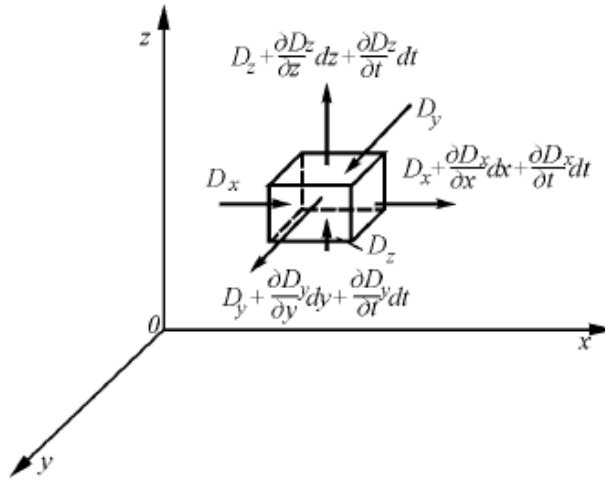


図 6.1. 電束密度伝播方程式の導出に関する参考図

そのような導出においては電気変位の経時的变化が考慮されていないこととの関連において、マクスウェル方程式の第3式を完全と認めることはけっしてできない。

実際には、その体積からの出口における電束密度ベクトルの各成分は次のようになる。

$$D_x + \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_x}{\partial t}; \quad D_y + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_y}{\partial t}; \quad D_z + \frac{\partial D_z}{\partial z} + \frac{\partial D_z}{\partial t} \quad (6.6)$$

これに対応して、マクスウェル方程式の第3式は次の形を取る。

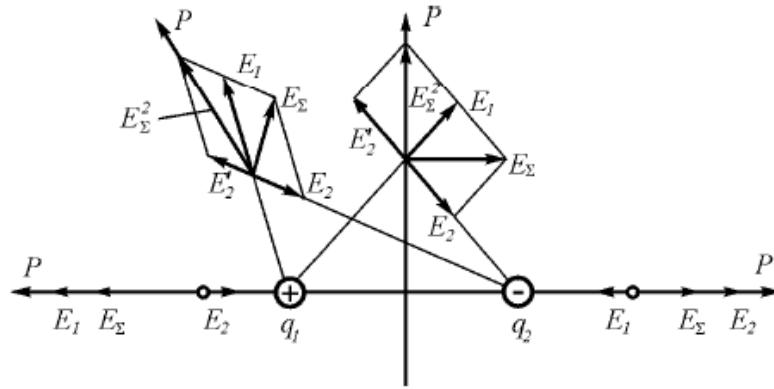
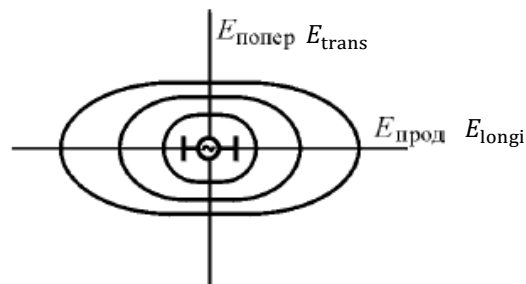


図 6.2. 集中定数双極子によるエネルギーの放射

図 6.3. 半導電性媒質の薄層中における集中定数双極子の電場の伝播：電場の縦成分 $[E_{\text{longi}}]$ は横成分 $[E_{\text{trans}}]$ より大きい。

$$\text{div } \mathbf{D} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = 0 \quad (6.7)$$

ここで、波面の伝播速度 $\mathbf{c}$ は各座標軸への射影と次式によって関係づけられる。

$$\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_x^2} + \frac{1}{c_y^2} + \frac{1}{c_z^2} \quad (6.8)$$

得られた方程式は 1 次波動方程式である。この方程式は、電束密度 $\mathbf{D}$ がベクトル $\mathbf{D}$ の方向、すなわち横方向ではなく、縦方向に伝播していることを示している。ベクトル $\mathbf{D}$ を速度ベクトル $\mathbf{c}$ で割るということは、これらのベクトルが共線系であること、すなわち互いに平行であることを物語っている。方程式 (6.7) の解は波動関数

$$\mathbf{D}(\mathbf{r} - \mathbf{c}t) = 0 \quad (6.9)$$

となる。

このことから、集中定数双極子はエネルギーをすべての方向へ放射するという結論が導き出される (図 6.2)。このとき、脈動電荷 (電極) 間の距離が波長の半分と等しい場合には、双極子の軸に沿ったエネルギーは、双極子に対して横方向のエネルギーより著しく強く放射されることになる (図 6.3)。

課題の定式化

電磁波が集中定数双極子の軸に沿って伝播する事実、および電磁波が双極子の軸に対して垂直方向に伝播する可能性が制限されている場合には、受け取られる起電力値が距離に依存しない事実を検証する必要がある。

実験設定

縦電磁波の存在に関して提唱された命題を検証するため、集中定数双極子、すなわち2つの電極からなり、それらの電極に対して交流電流発生器から逆位相で電圧が供給される構造物を製作した。塩水を充填した園芸用ゴムホースを導波管を創出するために利用した（図6.4）。

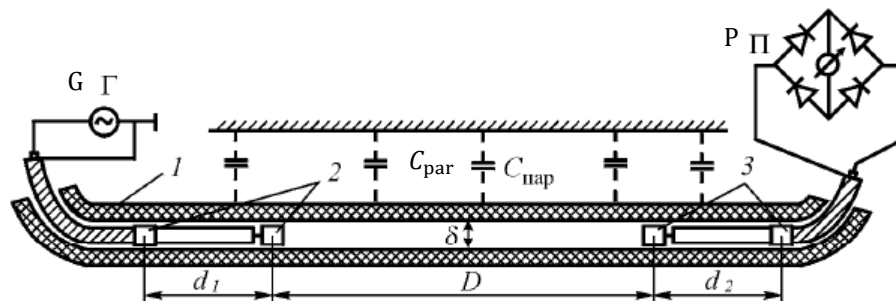


図 6.4. 集中定数双極子の放射の縦方向伝播の検証に関する実験のスキーム： 1—塩水を充填したゴムホース； 2—放射側双極子の電極； 3—受信側双極子の電極； G—発生器； P—受信器； C_{par} —寄生容量の記号

放射側双極子と受信側双極子は同一の仕様で製作した。同軸ケーブルの一部から編組を除去したが、絶縁状態は維持された。残った編組の端部に、ホースの内径より若干小さい直径を持つ金属製円板をはんだ付けした。芯線の端部にも同様の円板をはんだ付けした。各双極子における2つの円板間の距離は15 cm、円板の直径は20 mmである。

発生器としては普通の標準信号発生器を、受振器としてはマイクロアンペア計付のダイオードブリッジを用いた。

ホースの内部に通した細紐を使い、双極子同士の間隔を伸縮させることができた。測定は周波数10 kHz から10 mHz までの範囲で行った。

実験結果

10 kHz から10 mHz までの範囲のすべての周波数において、縦電波の伝播が観測された。

双極子間の距離の変化に伴う信号の変化を図6.5に示す。

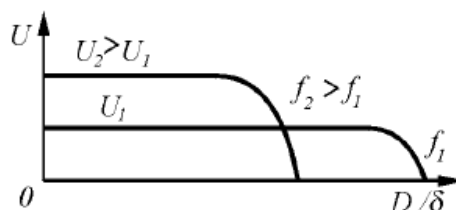


図 6.5. 縦方向のエネルギー放射時における双極子間の距離に対する受信器の信号の依存性

双極子間の距離を変化させたとき、受信信号は、最初のうちはある一定の大きさであったが、ある距離の所から減衰し始めた。双極子間の距離が小さい場合には、信号は、周波数の増大に伴って増大した。しかし、その距離が大きい場合には、高周波数における信号は、低周波数における信号よりも急速に減衰した。水の塩分濃度を増大（電気伝導率の増大）させたとき、信号の振幅は放射側電極の近傍で増大した。しかし、信号の減衰はより短い距離の所で生じた。

結 論

実験結果は、水中における縦方向の電気放射の発生と受信の可能性、および半導電性媒質——塩水——中における縦電波の伝播に関する依存性を裏づけた。

縦方向放射の存在が裏づけられたことは、電磁気過程の本質を不完全にしか反映していないすべてのマクスウェル方程式と同様、マクスウェル方程式の第3式はまったく不完全であることを意味している。電磁気学の数学的道具立て全体の見直しを開始する必要がある、今こそそれを行うべき時であることが、事実上これによって裏づけられている。縦方向放射の存在が裏づけられたことは、実践上においても有益なものとなる可能性がある。しかし、応用上の結果を得るためには、本論に示されている方向性における実験的研究を継続して行う必要がある。

2) 海水媒質中における縦電波の伝播の検証

課題の定式化

海水媒質中における縦電磁波の伝播を検証する。

実験設定

この実験は黒海の沿岸海域において様々な条件下で行われた。

銀・鉛蓄電池から給電される特別に製作された発生器を用いて、周波数 1 mHz、電圧 400 V 以下の電気振動を発生させた。その周波数はミアンダーコイルによって 1 kHz に変調された。放射器本体は、面積が各 1 m² のステンレス鋼製の 2 つの電極である。それらの電極を特別に製作されたケーブルを通じて発生器に接続し、水中に降ろした。伝送用の電極間の距離は 9 m であった。ケーブルの分布インダクタンスを相殺するため、追加的なインダクタンスとキャパシタンスを接続し、共振するようにそれらを調整した。

受信器は普通の受信器である。受信器は 1 mHz の周波数を受信し、それを可動コイル計器とヘッドホンに出力した。受信器は蓄電池から給電された。

さらに、長さが各 3 m の板に取り付けられた 2 つの双極子間における信号伝送方法に関する研究も行われた。

実験結果

20 km の距離の地点において安定した信号が受信された。特別に創設された委員会によって 10 km の距離の地点において安定した信号が記録され、その事実に関する当該証明書が作成された。信号は、水深 2.5 m 以下の表水層中のみを伝播していた。信号は空中にはまったく存在していなかった。

狭い指向性図が記録された。すなわち、双極子の軸は間違いなく受信地点に照準が合っていたのでなければならない。

結 論

行われた実験は、高周波電気振動は海水中を伝播することができることを裏づけた。ただし、それは表水層中のみに限られる。この方法は高周波電気振動を深部へ伝播させるためには不適當であることが判明した。

これらの実験は定性的な性格を持ったものであり、完璧なものともみなすことはできない。しかし、これらの実験は、海水の表水層中において縦電波を発生させ、受信することが可能であることを裏づけた。

第6章 エネルギー危機の解決に対するエーテル動力学的アプローチ

6.1. 一般的課題設定

エーテル動力学によって示されているように、あらゆる物理現象とあらゆる物理的相互作用におけるあらゆるエネルギーは、その根底にアーメル——エーテルの分子——の熱運動エネルギーを持っている。エーテルは気体状媒質であり、アーメルの運動エネルギーはエーテルの内部ポテンシャルエネルギーである。そのエネルギーはきわめて大きく、それを電気エネルギーの形で現実化させれば、環境に対して無害なエネルギーを人類全体に永遠に供給することが可能となるに違いない。来たるべきエネルギー危機を考慮すると、エーテルからの電気エネルギーの直接的取得方法の開発がきわめて喫緊の課題となりつつある。

現在では、その COP [coefficient of performance] (成績係数)、すなわち消費エネルギーに対する放出エネルギーの比が 1 を超える装置が多数発明されている。それらの多くは特許化され、多数の装置が実働試作品の形で実現されている。しかし、それらの装置の事実上すべての発明者は、その装置がどこから追加的エネルギーを取っているのかを説明することができない。彼らは、自分が利用している過程の物理的本質を理解していないので、既存の物理法則、例の熱力学の原理に疑いをかけようと試みている。これは誤っている。そのような道は袋小路である。なぜなら、第 1 に、それらの法則は正しいからであり、第 2 に、彼らは、自分が利用している過程を究明しなかったことにより、自分の装置に改良を加える可能性を自分から奪っているからである。

実際、彼らは、自分が得た効果を説明しようとするとき、あらゆる事情を考慮に入っていない。最も多くの場合、彼らは、彼らの装置を取り囲んでいるエーテルの存在を考慮していない。それらの装置は、エーテルから追加的エネルギーを汲み取っているのである。装置の周囲空間中におけるエーテル渦の形成、そして次にそれらのエーテル渦の吸収こそが、それらの装置が入口において得たエネルギーと比べ、それらの出口におけるエネルギーの方が大きくなることに関係している、すべての効果を説明することを可能にする。それゆえ、ここではいわゆるヒートポンプが原理的な意味を持っている。ヒートポンプにおいては、その出口におけるエネルギーは装置の稼働に費やされたエネルギーを常に上回っており、したがってその COP は常に 1 よりも大きい。

6.2. ヒートポンプ

ヒートポンプとは、より低温の物体から強制的に熱を奪い、その熱をより高温の物体に伝達する装置である。冷蔵庫が発明される以前には、ヒートポンプという着想自体が、熱はより高温の物体からより低温の物体へのみ移行することができるとする、熱力学の第 2 法則と矛盾しているとみなされていた。ドイツの科学者 R.クラウジウスが 1865 年に熱力学の第 2 法則にもとづいて定式化したこの原理は、宇宙の「熱的死」という理解に導いた。宇宙内のすべての物体のすべての温度は次第に均等化し、すべての過程は停止するのだから、宇宙には不可避免的に「熱的死」が訪れる。この命題は即座にすべての物理学者たちからの抗議を引き起こした。しかし、彼らは具体的なこ

とは何も語るができなかった。なぜなら、その頃に知られていたすべての熱力学的過程は第2法則を裏づけており、当時、それに対置し得るものはまったく存在しなかったからである。

既に19世紀初頭にイギリスのJ.レスリー [John Leslie] によって発明され、その後フランスのF.カレ [Ferdinand Philippe Carré] とドイツのF.ヴィントハウゼン [Franz Windhausen] によって改良された冷却機、あるいは単なる冷蔵庫は熱力学の諸原理の普遍的妥当性に対して影を投げかけた。それは、それらの原理には妥当性がないという意味においてではなく、永久機関の創出は原理的に不可能であるという、それらから導き出される主張には妥当性がないという意味においてである。

周知のように、それぞれの冷蔵庫には冷蔵室あるいは冷凍室さえあり、熱はそこから強制的に奪われ、より温度の高い周囲媒質中に渡される。熱は、より低温の物体から奪われ、高温の物体へ渡されることになる。それは、低温の物体との間を循環する冷媒——蒸気に転化し、それによって熱を奪い、次の別の場所で再び液体に戻り、それによって熱を与える能力を持っている液体——によって行われる。実は、その液体は、特殊な循環ポンプを用いて強制的に送る必要がある。それゆえ、第2法則の定式化に存在する「自発的に」という言葉は、ここでは何の関係もない。いずれにせよ、それは自発的にではなく、強制的に状態を変化させるのである。

冷蔵庫の構成図を図6.1に示す。

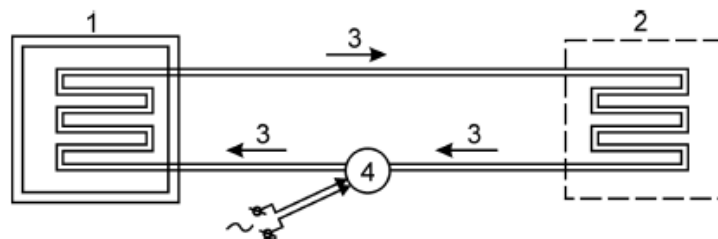


図6.1. 冷蔵庫の構成図： 1—冷凍室； 2—熱エネルギーを周囲媒質中に放出する熱交換器； 3—冷凍室と熱交換器の間を循環する冷媒； 4—冷媒を循環させるポンプ

既に [本シリーズの他の巻において] 示したように、物質*の運動は、いかなる方法によっても創出することも消滅させることもできない。ここに引用した例においては、冷蔵庫は、冷媒を圧送するポンプを駆動させ、そのエネルギー、プラス冷蔵室とそこにある食品から強制的に奪うエネルギーを熱交換器において放出するのに必要とされる量のエネルギーを回路網から取って消費する。全体的なエネルギー収支は守られているが、しかし、ここでの COP は、熱放出の観点から見ると、常に1よりも大きい。目的が、冷蔵庫を用いて部屋を暖めることではなく、庫内に保存されている食品の温度を低下させることである場合には、冷凍室内の温度が低下し、熱が奪われているのだから、COP は負になる。このことは、COP——（設定された目的にとって）有効な作用の係数^{〔訳注〕}——の概念自体の精緻化の必要性を再度示している。

このように、冷却機の出口である熱交換器においては、冷媒を循環させるために消費されたエネルギーよりも大きなエネルギーが放出される。そしてこのことは、任意の冷蔵庫の COP は1よりも大きいということを意味している。ある場合には、それは3~4、さらには5にもなる。これはきわめて有益なことである。なぜなら、冷凍室を川、湖あるいは海の水の中に入れ、熱交換器を家の中に配置すれば、普通のストーブで

〔訳注〕 ロシア語では、COP は「有効作用係数」（英訳すると coefficient of effective action）と言う。

直接部屋を暖める場合と比べ、その3~4倍大きなエネルギーを水から取ることができるからである。これは、だいぶ前から既に世界中で応用されており、「ヒートポンプ」という名称を与えられ、それに関する理論も開発されている。ヒートポンプは熱力学の原理にいささかも反することなく、その理論に従って動いている。

しかしここで、冷却機の系を閉じ、冷却機にエネルギーを人為的に供給することなく、それを永久に働かせたいという誘惑が生じる。

そうしてはならない理由などあろうか？ 何しろ、冷凍室より高い温度を持っている熱交換器において放出されるエネルギーの余剰分を、ポンプを始動させるために利用することが可能なのだから（図6.2）。

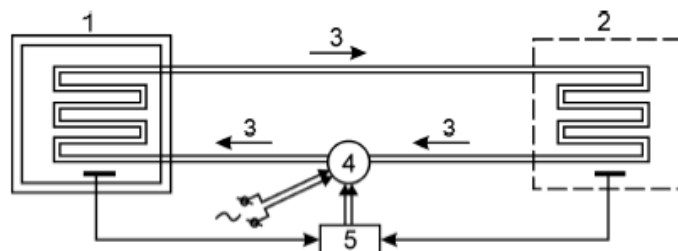


図6.2. 冷蔵庫を永久機関に変える、閉鎖系を持つ冷蔵庫の近代化版スキーム： 1—冷凍室； 2—熱エネルギーを周囲媒質中に放出する熱交換器； 3—冷凍室と熱交換器の間を循環する冷媒； 4—冷媒を循環させるポンプ； 5—熱変換器のエネルギーを冷媒ポンプのためのエネルギーに転換するフィードバック装置

その場合、最初の一突きが加えられた後は、系全体が運動状態に入り、冷媒を管に沿って送り始めるだけでなく、フリーエネルギーを暖房のために供給し始める。しかしそのためには、エネルギーの余剰分が大きく、その余剰分にポンプのCOPを掛けた積が1より大きくなければならない。手短かに言えば、ポンプが消費するエネルギーより大きなエネルギーが放出される必要があるのである。ところがそれは、今のところ実現されていない。

それゆえ、世界中できわめて多様な構造を持った多数のヒートポンプが考案されており、そのこと自体はエネルギー産業関係者にとってきわめて有益なことではあるが、永久に働くように系を閉じることは、今のところ誰も成功していない。

ただし、熱をより低温の川からより高温の部屋へ移送するという課題を実現する目的で冷却系を閉鎖し、言うなれば、それを自給方式に転換することが原理的に不可能であることを証明した理論は、現在にいたるまでまだ発見されていない。それゆえ、そのような閉鎖系を創出する試みは続けられており、もしかしたら、それは成功を収めるかもしれない。それは十分に期待できる。なぜなら、成功を勝ち得るのは、それができないことを知っている者ではなく、それを知らず、それゆえ、それをやってみる者であるからである。発明の歴史はこのことを何度も裏づけている。

しかし、ある種のエネルギー源から消費機器へエネルギーを移送するためのさらにもう一つの方法が存在している。

次のようなバリエーションをイメージしてみよう。川に築かれたダムに大量の水が蓄積されている。しかし、その水が持っている重力エネルギーは出口を見出すことができない。しかし、ダムのゲートが開くと、水は流れ落ちてタービンに入ってゆく。タービンは回転し始め、我々が必要とする電気エネルギーを作り出す。我々が部屋の中で明かりをつけるときにも、それと類似した過程が生じる。スイッチのボタンを押すことにより、我々は発電機から来たエネルギーをランプに通す。ここで疑問が生じ

る。その COP はいかなる大きさなのか？ 我々は、タービン、あるいはランプによって作り出されるエネルギーを、ゲートを上昇させる、あるいはボタンを押すためのエネルギー消費に分類することができるのだろうか？ できないことは明らかである。できるとしたら、その COP を何万、何百万とみなさなければならなくなってしまう。実際には、それはエネルギー過程ではあるが、まったく別の過程なのである。

6.3. 曲線軌道に沿った物体の運動について

ある形態から別の形態へのエネルギーの変換方法は多数存在する。それは、熱エネルギー装置、例えば蒸気機関車や汽船における熱エネルギーの力学的運動への変換であり、水力タービンや風力発電機における水流や気流の電気エネルギーへの変換であり、太陽電池における太陽エネルギーの電気エネルギーへの変換、等々である。しかし、物体の並進運動エネルギーの、その同じ物体の回転運動への純粹に力学的な変換という、もう一つの方法が存在する。この方法は、ある面から見ると、誰もが知っている方法であるが、別の面から見ると、これまで、しかるべき注意が払われたことのない方法である。この方法が特別の注意に値する理由を理解するためには、力学には3つの運動保存則が存在することを思い出さなければならない。

第1の保存則は**運動量保存則**である。その公式は

$$K = mv = \text{const} \quad (6.1)$$

(ここで、 m は物体の質量； v は物体の運動速度)である。

以前、この法則は活力 [vis viva, living force] 保存則と呼ばれていた。しかし後に、物理学者たちはこれを力積保存則と改称した^{〔訳注〕}。なぜなら、次の関係が存在するからである。

$$K = mv = FT = P \text{ (力積)} \quad (6.2)$$

ここで、 F は質量に作用する力、または質量が他の物体に作用する力； T は作用する時間である。ここでは、このように改称したことの妥当性には疑問がある。なぜなら、飛行している物体には、質量と速度は存在するが、力も、質量が他の物体と相互作用する時間も存在しておらず、それらがいつ発現するかは、誰にも知られていないからである。それゆえ、「力積」という表現は、空間中を飛行しているその質量が存在するという事実自体は、その質量が何かと相互作用することが可能である限りにおいてのみ生じることができる、という理解に対応している。ところが、観測可能なそのような相互作用が存在しない場合には、質量が現実存在するのか、それとも存在しないかは重要ではなくなる。なぜなら、その質量を観測することができないからである。そしてこのことは、とてつもなく大きな哲学上の帰結をもたらす。

しかし、運動量保存則は、実際、たしかに物体が相互作用するときに発現するが、

〔訳注〕 物理学用語としての「運動量」(英語: momentum)に相当する用語は、ロシア語では(1)impulse (力積)に相当する用語と(2) quantity of motion に相当する用語の2つが使われており、むしろ(1)の方がより一般的に使われている(例えば、ロシア語版 Wikipedia の「運動量保存則」の記事では、(1)が記事名として使われており、(2)は本文の冒頭でその同義語として挙げられているにすぎない)。「運動量」は、ドイツ語では(1)に相当する Impuls, フランス語では(2)に相当する quantité de mouvement であるから、「物理学者たちはこれを力積保存則と改称した」というこの一節は、ドイツ語圏とロシア語圏の物理学者にのみ当てはまるのかもしれない(他の言語については未確認)。

ただしそれは、それらが弾性衝突する場合に限られる。それらの物体は運動量、つまり力積を交換して互いに飛び去るが、そのとき、それぞれの物体は自分の運動量の持ち分を持ち去る。その際、運動量の和は、衝突の前後において変化しない。運動量保存則の本質はまさにここにある。力積保存則とはこれなのである。

第2の保存則は**エネルギー保存則**である。その公式は

$$W = \frac{mv^2}{2} = \text{const} \quad (6.3)$$

である。エネルギー保存則は、運動量保存則とは、主に、物体の運動量が2乗されている点が異なっている。この法則は、弾性相互作用と非弾性相互作用の両方の、すべての種類の相互作用において守られる。

19世紀中頃、運動は、いかなるタイプの「活力」によって測定しなければならないか——質量に速度を掛けた積によって測定するのか、それとも、多種多様な場合があるのだから、エネルギー、すなわち質量の2分の1に速度の2乗を掛けた積によって測定するのか——に関する長年にわたる激しい論争が自然科学者たちの間で行われた。相異なる科学者は、「活力」という同じ言葉で、相異なる運動の尺度を理解していた。当時、物理学者たちはこの論争を解決することができなかった。そこで、哲学者フリードリヒ・エンゲルスがこの件について仲裁に入った。彼はその有名な著書『自然の弁証法』の「運動の尺度。——仕事」の章において、2つの尺度は両方とも正しいこと、ただし、そのうちの一方——運動量——は消滅させ得ない運動の場合に対して妥当するのに対し、他方——エネルギー——は消滅させ得る運動、すなわち熱に移行する運動の場合に対して妥当することを示した。

エンゲルスはこう書いている。「要約すれば、 mv とは、力学的運動を尺度として測定される力学的運動であり、 $mv^2/2$ とは、それと同じ力学的運動ではあるが、ただし、それが持つ、ある特定の量の別の形態の運動に転化する能力を尺度として測定される力学的運動なのである。こうして我々は、それにもかかわらず、これら2つの尺度は、それらは相異なる性格を持ったものであるがゆえに、互いに矛盾しないということを理解した」。

それ以来、これら2つの尺度が利用されているが、実は、その際には、エネルギーとは、熱に転化する能力を持っている運動の余裕量の尺度であることがしばしば忘れられている。

エンゲルスはこう書いている。「(略) mv という尺度で測定されるのは、“力学的装置によって伝達され、変容される運動”である。このように、この尺度は、てこおよびてこから派生するあらゆる形態の装置、車輪、ねじ、等々、要するに運動を伝達するすべての力学的装置に対して適用することができる。ところが、ここでは、 mv が有効であるならば、それと同じ程度において mv^2 もまた有効であることを、ある単純な、まったく目新しくもない考察が示してくれる。ある力学的装置を取り、その装置においては両側の腕の長さが4:1の関係にあり、したがってその装置においては1kgの錘が4kgの錘と釣り合っているものとしよう。ごくわずかな追加的な力を一方の腕に加えれば、我々は1kgを20mだけ持ち上げることができる。次に、他方の腕に加えられたそれと同じ大きさの追加的な力は4kgを5mだけ持ち上げ、そのとき、超過重量〔訳注〕を受け取った側の錘は、他方の錘が上昇するのに要する時間と同じ時間で下降する。ここでは、質量と速度とは反比例している。すなわち、 $mv, 1 \times 20 = m'v', 4 \times 5$ で

〔訳注〕 誤読でなければ、「超過重量」は「ごくわずかな追加的な力」を意味しているものと思われる。つまり、その追加的な力 α によって、1kgの錘が $(1+\alpha)$ kgの「重量」の錘になるということであろう。

ある。ところが、それぞれの錘を持ち上げてから、その錘を最初の高さまで自由落下させた場合には、1 kg の錘は、20 m の距離を進んだとき、20 m/s の速度を得る（ここでは、重力の加速度を9.81 m/s²ではなく、丸めた数字で10 m/s²とする）。また、他方の4 kg の錘は、5 m の距離を進んだとき、10 m/s の速度を得ることになる。

$$mv^2 = 1 \times 20 \times 20 = 400 = m'v'^2 = 4 \times 10 \times 10 = 400$$

それとは逆に、ここでの落下時間は相異なっている。すなわち、4 kg はその5 m を1秒間で進み、1 kg はその20 m を2秒間で進む。ここではもちろん、摩擦や空気抵抗の影響は無視している。

しかし、2つの物体のそれぞれがその高さから落下した後においては、その運動は停止する。したがって、ここには、 mv は、ただ単に伝達された力学的運動、すなわち持続する力学的運動を測定する尺度であり、 mv^2 は、消滅した力学的運動を測定する尺度であることが示されている」[前掲書]。

しかし、第3の保存則も存在する。それは角運動量保存則であり、

$$L = mvR = \text{const} \quad (6.4)$$

と表される。この法則は、質量が可変半径 R を持つ軌道に沿って運動する場合に対して妥当する。

しかし、そこでは若干の困難が生じる。物体が、半径が変化している曲線に沿って運動しているところ、例えば、曲率が増えている樋に沿って運動している球を思い浮かべてみよう（図6.3）。

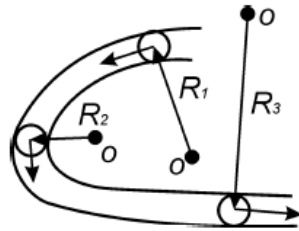


図 6.3. 曲線状の樋に沿った球の慣性運動

軌道半径が減少する場合には、角運動量保存則によれば、運動速度は半径に反比例して増大しなければならない。すなわち、

$$v_2 = v_1 \frac{R_1}{R_2} \quad (6.5)$$

しかし、そのとき、運動量保存則とエネルギー保存則が破られる。なぜなら、運動物体にエネルギーが投入されるなど、見ることができないからである。

運動速度が一定のまま維持されるとすると、それら2つの保存則は守られるが、今度は角運動量保存則が破られる。さてどうすればよいのか？

しかし、曲線軌道に沿った運動は2つの仕方によって行われ得ることが判明した。それは、エネルギーの投入を伴って行われる運動と、エネルギーの投入なしに行われる運動であり、それらはまったく相異なるケースなのである（図6.4）。

物体が、糸によって引き留められている状態で円筒の周りを運動しており、糸が円筒に巻き付いてゆく場合には、円の中心は円筒に沿って移動し、半径は減少してゆく（図6.4(a)）。この場合には、糸は常にぴんと張っており、物体は、円筒の表面上にある中心の周りを回転する。ここで、物体の運動軌道と糸の間の角度は90°であるから、

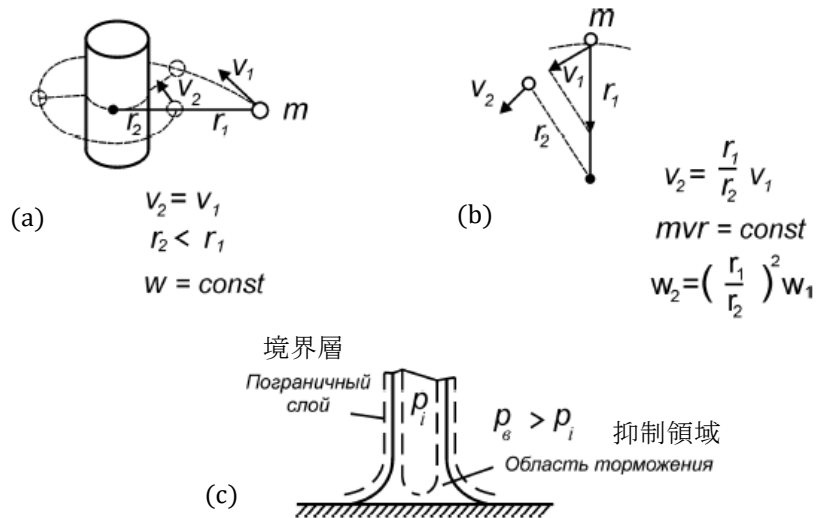


図 6.4. 曲線軌道に沿った物体の運動： (a)円筒の周りの運動； (b)静止中心の周りの運動； (c)竜巻下部の断面 [図中の P_i は P_{int} （内部圧力）， P_s は P_{ext} （外部圧力）]

ここには糸の張力の軌道への射影は存在せず、そのため、軌道半径が変化しているにもかかわらず、物体の加速度は存在しない！ それとまったく同様に、曲率が変化している樋に沿って球が転がるときも、球の移動速度は、その方向は変化するが、その大きさは変わらない。なぜなら、球に対して追加的エネルギーが投入されないからである。

物体が一定の回転中心の周りを運動する場合には、運動は、一定の半径を持った曲線に沿って生じることになる。この場合、物体の運動軌道は円である。なぜなら、一定の半径を持った曲線は円のみであり、それ以外のものは存在しないからである。このとき、物体の軌道と糸の間の角度は 90° であるから、糸を引き留めている力は、軌道に対していかなる射影も与えない。そしてこのとき、いかなるエネルギー損失も存在せず、物体が既に運動している場合には、物体は中心の周りをいくらかでも長い間回転することができ、そのときの物体の速度は一定不変となる（図 6.4(b)）。

さて、質量が静止中心の周りを運動しているとき、その糸を引き寄せ始めると、半径は減少し始め、軌道と糸の間の角度は 90° ではなく、それより小さくなる。すると、糸を引き寄せる力が軌道に対して射影を与え、質量は加速し始める。こうして、糸を引き寄せるものが質量の中心への移動に投入するエネルギーにより、質量の加速度が生じる。両腕を両側に投げ出して氷上を回転していたスケーターが、次に両腕を自分の方へ引き寄せる運動が、その「糸を引き寄せるもの」の例となっている。

半径の減少がこのような方法によって行われる場合には、角運動保存則だけでなく、運動量保存則とエネルギー保存則も正確に守られることを計算は示している。なぜなら、糸を引き寄せる外部エネルギー源により、エネルギーが付け加えられるからである。

このように、糸の張力のエネルギーを物体の回転エネルギーに変換することが可能であることが判明した。今日では、まさにこのようなメカニズムが気体渦のエネルギー論の基礎に横たわっていることが解明されている（図 6.4(c)）。ここには、エネルギー論にとって大きな展望がある〔訳注〕。

〔訳注〕 気体渦のエネルギー論の詳細については、本シリーズ第2巻第1部第4.3節を参照されたい。

6.4. 気体渦のエネルギー論について

気体渦の圧縮性という事実を検証するため、いわゆるウツの箱 [Wood's box] を製作した (図 6.5)。

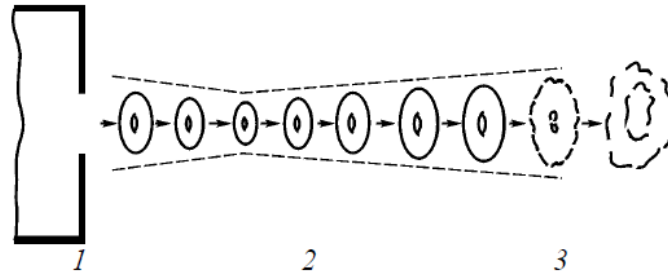


図 6.5. ウツの箱を用いた気体トロイダル渦の形成： 1: トロイダル渦の圧縮段階； 2: トロイダル渦の膨張段階（拡散）； 3: トロイダル渦の崩壊段階

ウツの箱とは、小包を梱包するのに使われるようなタイプの普通の箱であるが、蓋の代わりに弾性膜が取り付けられており、箱の底には直径 5~6 cm の穴が開けられている。箱の内部には「発煙弾」、例えば燃えている燭が入れている。

膜に鋭い衝撃を加えると、穴から煙の環状渦が噴出する。渦形成の特性をはっきり捉えるためには、縞模様が描かれている壁に沿って渦を放出するとよい。渦が壁に沿って進んでゆくと、その運動が 3 つの段階からなっていることがそこから見て取れる。

第 1 段階： 穴から飛び出た後、トロイダル渦はその大きさを減少させる。この過程は基礎的な過程である。渦の収縮過程において、そのエネルギーは上昇する。

第 2 段階： 渦はその大きさを増大させ、速度を減少させる。ここでは、トロイダル渦によって蓄積されたエネルギーが消費される。

第 3 段階： 渦は停止し、崩壊（拡散）する。ここでは、弱化した境界層はもはや遠心力に逆らえる状態ではなく、渦の拡散が生じる。

このように、どんな学校生徒にも行うことのできるこの実験は、渦は最初の段階において周囲大気によって圧縮され、したがってエネルギーを蓄積することを裏づけている。すなわち、大気圧が渦の運動エネルギーに変換されるのである。予想が裏づけられた。

周知のように、地球上においては時折、空気の渦である竜巻や台風が起こっている。竜巻はその進路上にあるすべてのもの——森林、町や村——を破壊し、湖沼の水を吸い上げ、牛やカエルを空に巻き上げる。やはり空気の渦であるサイクロン——低気圧領域——もしばしば発生している。サイクロンは暴風、雨、吹雪を伴いながら地球の表面に沿って移動する。注意を引くのは、サイクロン、特に竜巻と台風は大きな力を持っており、したがってその内部に大量のエネルギーを蓄えているという事実である。それらはそのエネルギーをどこから取るのか、という疑問が生じてくる。

自然の空気渦に関係したいくつかの事情が確認されている。それらはみな、高密度化した渦壁と中心部における低下した気圧（サイクロンの場合、周囲より 10~20% 低い気圧）を持っている。渦中における空気塊の移動速度の音速に対する比率は著しく大きく、音速の半分、すなわち、およそ 150 m/s、さらには 200 m/s に達する。実は、それは竜巻や台風においてのみであるが、サイクロンにおいても風速は 20~30 m/s になることがある。これは既に暴風である。サイクロン自体は地球表面を 50~60 km/h、

ときには 100 km/h の速度で移動する。これは、サイクロン自体の移動速度はサイクロンの内部における空気の運動速度に匹敵していることを意味している。そして、それらすべての形成物——竜巻，台風，サイクロン——の内部における気流はらせん軌道に沿って運動している。

空気渦の研究が示すところによれば，それらすべての渦は管状構造を持ち，その渦壁は高密度，中心部は希薄になっており，大速度で回転している渦壁は境界層によって周囲媒質から仕切られている（図 6.6）。

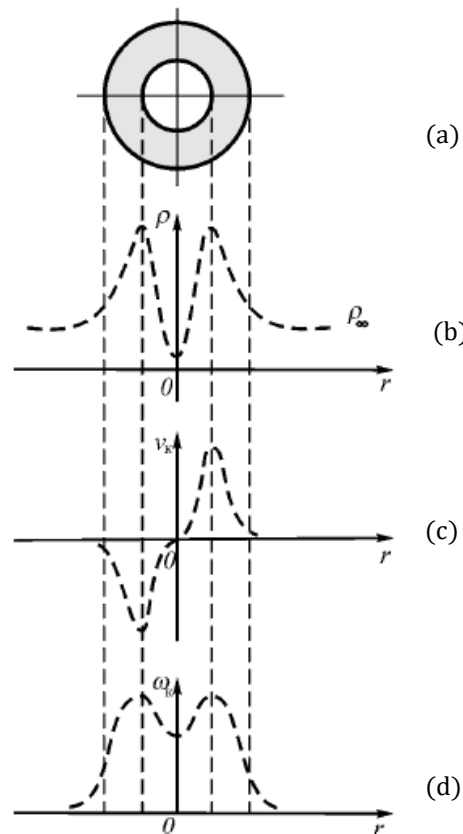


図 6.6. 円筒形気体渦：(a)渦の横断面；(b)気体の密度分布；(c)接線速度の正射投影図；(d)渦中における回転角速度の半径に対する気体の依存性 [図中の v_{κ} は v_c ； ω_{κ} は ω_c 。添え字の c は渦環を意味する。]

境界層中においては，渦の周囲空間中における相対的に小さい空気密度から，渦中におけるそれより著しく大きい空気密度への移行が生じている。境界層中においては，周囲媒質中における相対的に高い温度から，渦中におけるそれより低い温度への移行も生じている。

気体力学によれば，気体流の速度勾配，すなわち気体流同士の間距離に対するそれらの速度差の比は，境界層内部における気体の圧力の再分配をももたらす。

中心部の気流が旋回するにつれて，遠心力が空気分子を中心部から周縁部に追いやり始め，渦の中心部の圧力は低下し始める。圧力が低下するにつれて，外部圧力が渦を圧迫し始め，その直径は減少し始める。そのとき，角運動量保存則に従って回転速度が増加し始め，中心部の圧力はさらに大きく低下することになる。渦の直径の雪崩的な減少が生じ，それに対応して，渦の周縁部に沿った空気塊の移動の周速度の増大が生じる。その増大は，過程の初期と終期におけるそれぞれの渦径の比に反比例して

いる。それゆえ、最初の渦径が 1 km であったとすると、過程の終期にはわずか 10 m となる。すなわち、直径は 100 分の 1 に減少し、気体流の速度は 100 倍に増大し、エネルギーは 1 万倍となる。横方向からの風の初期速度がわずか 1 m/s であった場合にも、過程の終期における渦壁の運動速度は 100 m/s となる。これは既に暴風の速度である。

地球大気の高気圧の形成は自発的に生じ、そのとき、気圧のポテンシャルエネルギーは渦の回転運動エネルギーに変換されるという結果が得られる。自然界に疑いもなく存在するこの過程は、それを局所的な領域内で検討した場合には、熱力学の原理による理解と完全に矛盾している。

しかし、これで終わりではない。

高密度化した気体を局所空間中に保持することが可能なのは、気体の温度が低下した場合に限られる。空気渦中において、また一般的に空気の勾配流中において温度が低下する事実は、幅広い種類の事象によって裏づけられている。それは、飛行中の飛行機の機体やジェット機の吸気口への着氷が生じたり、竜巻中で雹が形成され、雹が水平方向に幅広い範囲へ扇形に撒き散らされるといった事象である。しかしそうだとすると、竜巻を形成する気体の熱運動エネルギーはどこへ消えてしまうのか、という疑問が生じてくる。答えはこうである。そのエネルギーは、熱エネルギーから、竜巻の渦壁の気体流の並進運動エネルギーに変換されるのである。各気体分子の速度は、その大きさを保存するが、しかし方向別に再配分される。すなわち、その速度は、渦壁中における気体の運動方向（接線方向）においては増大し、それに対応して、横方向成分（法線方向）においては減少するのである。それゆえ、渦壁の運動速度は、半径比から導き出される増分よりも大きく増大することになる。上に挙げた例の場合、速度はもはや 100 m/s ではなく、 150 m/s 、あるいは 200 m/s となる。

このように、あらゆる気体渦と同様、空気渦は、全体として見ると、空気渦の外部の空気の圧力——その圧力は空気分子の熱運動に起因する——のポテンシャルエネルギーを渦の回転運動エネルギーに変換する、天然の機械なのである。それゆえ、圧力勾配が存在しないため、ポテンシャルエネルギーを利用することが事実上不可能である場合、あるいは少なくともきわめて困難な場合には、例えば渦の中にタービンを設置することによって運動エネルギーを利用することが可能である。実は、その際には、渦の安定性という問題が生じるのではあるが。

上に述べたことから、気体渦は、渦自体の分子および渦の周囲の気体分子の無秩序運動として理解される熱エネルギーを秩序運動に変換する能力を持っているという結論が導き出される。これは熱力学の既知のすべての基本命題と矛盾している。しかし、完全に矛盾しているわけではない。なぜなら、渦の内部ではなく、そこでは気体の運動が完全に穏やかに進行している他の領域も含めた周囲空間全体中に存在する、この過程のあらゆる構成要素を検討すると、平均的には、熱力学のいかなる法則も乱されていないことが判明するからである。渦は無限ではないから、渦の他の部分における気体流は収縮せず、逆に膨張している。そこでは、過程は逆方向に進んでいる。それに加えて、この過程を経時的に平均して検討すると、熱力学の法則に対するいかなる背反も存在しないことがますます明らかになる。なぜなら、エネルギーは創出することも消滅させることもできないからである。運動は永遠である。しかし、純粋に力学的であるような変換の後においては、熱エネルギーを渦壁の並進運動エネルギーに変換することにより、熱エネルギーを利用する可能性が見えてくる。

6.5. 渦式熱発生器

現在では、消費された仕事率に対する出口における仕事率の比が1を上回る、いわゆる熱発生器が多数発明され、量産さえされている。

それらすべての熱発生器——渦式、キャビテーション式、遠心式、等々の熱発生器——の特徴は、その内部において、あれこれの方法によって水渦が回転していることである。他ならぬ水渦の存在が水の温度を上昇させ、その結果、装置の出口における水熱のエネルギーは、その渦の形成のために消費されたエネルギーよりも大きくなる。

周知のように、エネルギーは創出することも消滅させることもできない。それゆえ、装置の出口におけるエネルギーが入口におけるよりも大きいということは、それはすなわち、その装置はヒートポンプの原理に従って稼働しており、そこにはエネルギー蓄積源が存在し、そこから追加的エネルギーが汲み取られているということである。エーテル動力学的観点から見ると、そのようなエネルギー蓄積源となっているのは装置の周囲のエーテルである。

周知のように、水の相対誘電率は81である。このことは、水はエーテルを蓄積し、高密度化させる能力を持っているということを意味している。水によって蓄積されたエーテルは水分子と相対的に弱く結合しているため、水が回転すると、そこから放出される。

水渦の内部におけるエーテルの圧力の低下は、渦軸に沿ったエーテルの吸込みをもたらす。こうして、エーテルのダブレット——渦の周縁部に沿ったエーテルの放出と渦軸に沿ったエーテルの吸込み——が形成され、このことがエーテル流の閉鎖をもたらす。すなわち、水渦の周りに2つのトロイダル渦が形成される（図6.7）。

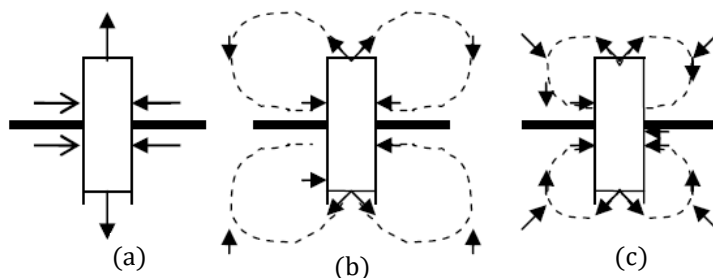


図 6.7. エーテル渦トロイドの形成：(a)初期段階；(b)エーテルトロイドの形成；(c)エーテルの外部圧力によるエーテルトロイドの圧縮

エーテル細流が閉じるやいなや、エーテルの外部圧力が、形成されたエーテル渦を圧縮し、それらのエーテル渦を水中に追い戻し、そうすることによって水に自分のエネルギーを渡す。これこそが、水の温度がそれによって上昇する、あの追加的エネルギーなのである。おそらく、このような過程は周期的に繰り返されているものと思われる。このことは、原理的には、フレーム、すなわち、レーザービームの通常的位置からの偏光効果にもとづいた特殊な測定装置を用いて検出し、光電式検知器によって記録することができる。

外見的には単純な渦効果は、実際には、粘性圧縮性気体の空間的な乱流中において進行する複雑な気体力学的過程をその内を含んでいる。課題の解析的解を見出そうとする多数の試みが失敗に終わった理由は、おそらく、その複雑性によって説明される。しかし、行われた研究にもとづき、渦効果自体、またいくつかの種類の渦式装置に関

する半実験的な計算方法が考案された。これを基礎として、渦式装置の開発と生産への導入の時代が始まった。それは主として、渦式冷却加熱装置、渦式冷却室、渦式サーモスタット、渦式真空ポンプの開発に用いられている。

渦効果、あるいはランク [Georges Joseph Ranque] 効果は粘性圧縮性気体の旋回流中において発現し、渦チューブと呼ばれるきわめて単純な装置内で実現される。その概略構造を図 6.8 に示す。

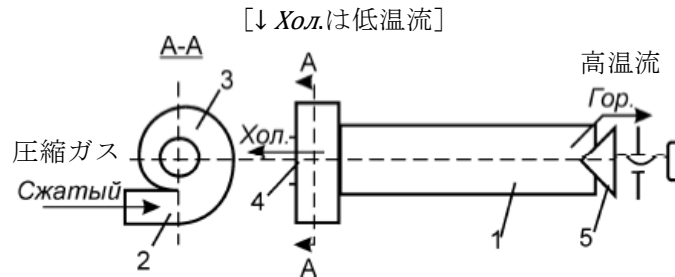


図 6.8. ランクの渦チューブの概略図

渦チューブは、接線方向ノズル 2、渦室 3、軸穴付きダイアフラム 4 および絞り弁 5 が取り付けられた、滑らかな円筒形チューブ 1 である。

ガスがノズルを通して流入すると、強い環状流が形成され、その軸近傍の層は冷却され、ダイアフラムの穴を通して低温流として流出し、周縁層は加熱され、絞り弁を通して高温流として流出する。絞り弁を絞るにつれて、渦チューブ内の全体的な圧力レベルが上昇し、ダイアフラムの穴を通る低温流の流量は増大し、その分だけ高温流の流量が減少する。そのとき、低温流と高温流の温度も変化する。チューブの様々な設計においては、チューブの特性を具体的な目的に合わせて向上させることを可能とする改良が加えられている。

ランクの渦チューブ内の全体的なエネルギー収支は維持されている点に、特に注意を払うべきである。

ポタポフ [Yuriy Semenovich Potapov, Yury Semyonovich Potapov] はランクの渦チューブにおいて空気の代わりに水、すなわち非圧縮性流体を利用しようと試み、予想外の効果を得た。軸線に沿って流出したのは冷水ではなくて温水、そして周縁に沿って流出したのは熱水であったのである。熱量測定を行ったところ、熱エネルギーの流出量は、流入量のおよそ 1.3~1.5 倍であることが判明した。

エネルギーの創出も消滅も原理的にあり得ず、あり得るのは、ある場所から別の場所へのエネルギーの移動のみであることは誰にとっても明らかなことであるから、検出された追加的エネルギーの隠れた源がどこかに存在しなければならない。その説明として、一部の科学者は、若干変更を加えられた相対性理論に従い、ポタポフの熱発生器内では質量のエネルギーへの変換が生じているという推測、また、そこでは常温核融合が行われているという推測を述べた。しかし、そのような推測はまったく不自然なものに思われる。

ランクの渦チューブの渦室内における水温上昇をもたらしているメカニズムは、既に述べたとおりである。それは周期的に生じている可能性がある。しかし、外部に出たエーテルが、次にチューブの両端部から吸い込まれるという、別のバリエーションもあり得る。その場合、この過程は連続的に進行する。いずれの場合においても、形成されたエーテル渦のエーテルの外部圧力による追加的な圧縮が生じ、それによって追加的エネルギーの流入が生じ、そのエネルギーが水に渡される。エーテルの渦形成を容易にするためには、渦チューブの本体およびその他の部品を金属ではなく、任意

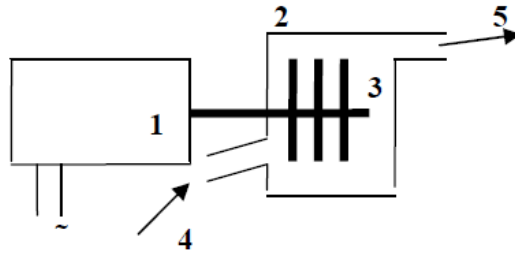


図 6.9. 水渦式熱発生器の概略図： 1－電動機； 2－水シリンダー； 3－電動機の軸に取り付けられた円板； 4－水の入口； 5－水の出口

の絶縁性材料で作ればよい。

キャビテーション気泡が利用されている、あるいは自発的に発生する装置においても、それと類似した現象が検出されている。原理的には、気泡が形成されるためには、その後気泡が圧壊するときに放出されるのと同量のエネルギーが消費されなければならない。しかし、この場合にもやはり追加的な熱放出が検出されており、ここでもまた、何か類似した過程が生じていると推測することができる。すなわち、エーテルの捕獲、次にエーテルの渦形成、周囲のエーテルによるエーテル渦の圧縮とそれによるエーテル渦中への追加的なエネルギーの吸込み、次に水によるエーテル渦の吸収と蓄積エネルギーの水への移動、それによる水の追加的な加熱という過程である。

現在では、ロシアと世界各国において何種類かの様々な出力の渦式熱発生器が創出されている。それらのバリエーションの一つの概略図を図 6.9 に示す。

この概略図に示されている熱発生器は、肉厚シリンダー内に収められているローターと連結されている普通の非同期電動機であり、そのシリンダー中に水が流入する。ローターは回転軸であり、そこに平らな円板が取り付けられている。電動機による円板の回転により、電動機が消費したエネルギーよりも大きい追加的な熱エネルギーを得ることが可能になる。増大してゆく圧力は数十気圧に達する。行われた測定は、総合 COP がおよそ 1.6（いくつかのサンプルでは 1.8）のとき、余剰エネルギーの存在を裏づけた。

この熱発生器は、ノイズ効果および生じる可能性のあるエーテル動力学的放射を避けるため、個別の部屋に設置される。

そのような熱発生器、またそれ以外の何らかの熱発生器の創出は有益であることを認めつつも、それが幅広く適用されたとしても、それがエネルギー問題の解決を可能にするかという点については疑問を呈さざるを得ない。熱発生率が 1.3~1.5 のとき、省エネルギーの総量はそれほど大きくない。仮に世界中のすべての熱装置や原動機のコピーが向上したとしても、エネルギー問題は解決されないであろう。

6.6. 通電導体の磁場エネルギー

既に示したように、気体渦が圧縮されると、気体渦の周囲の気体のポテンシャルエネルギー（気体の圧力）の、気体の回転の運動エネルギーへの移行が生じる。これは空気とエーテルの任意の気体渦に対して当てはまる。

気体渦の圧縮性という事実の検証は、ウッドの箱を用いて行われた。磁場の圧縮性という事実の検証は、2つの導線フレームを用いた実験によって行われた。

すべての種類の力場の中で、実際利用を目的としてエーテルのポテンシャルエネルギーを電気エネルギーに変換する上で最も好都合なのは、磁場である。磁場はエネルギー量が大きく、安全で、容易に創出され、各種の物体間における力の相互作用をもたらす能力を持っている。まさにこのような事情が、きわめて多様な構造を持った発電機や電動機を含め、ありとあらゆる電気装置において磁場を適用することを可能にした。

磁場の構造は渦状であるので、エーテルのポテンシャルエネルギー——その圧力——を利用することにより、相対的に弱い磁場をより強い磁場に変換する試みを行う可能性が現われる。

周知のように、磁場に含まれるエネルギーは次式によって決定される。

$$w = \int \frac{\mu_0 H^2}{2} dV, W \quad (6.6)$$

ここで、 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}, \text{H/m}$ は真空の透磁率； $H, \text{A/m}$ は磁場強度； V, m^3 は磁場によって満たされている空間の体積である。

通電導体の周りにおける磁場強度の分布はアンペールの法則によって決定される。すなわち、

$$\int H dl = i \quad (6.7)$$

ここで、 l, m は通電導体の周りにおける磁場の力線の線分の長さ； i, A は導体に沿って流れる電流の大きさである。

アンペールの法則から、導体から距離 R の所における磁場強度の大きさは

$$H = \frac{i}{2\pi R} \quad (6.8)$$

であることが導き出される。相異なる距離における 2 つの電場強度の比は双曲線法則、すなわち

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad (6.9)$$

に従わなければならない、相対座標では双曲線として描くことができる。しかし、それは必ずしもそうではないことを直接的測定は示した。既に 0.1 A のとき、磁場強度比は上記の分布とは著しく異なっており、しかも電流の絶対値の増大とともに、その逸脱はますます大きく増大している（図 6.10）。

磁場強度の現実の分布は双曲線法則から明らかに逸脱しており、そのとき、相対座標で示したその法則からの逸脱は、導体中の電流の絶対値の増大とともに増大している（図 6.10、曲線 2 と 3）。

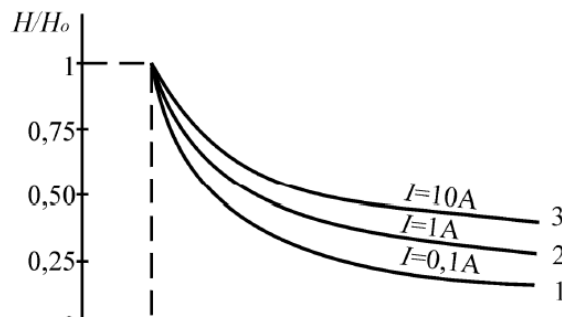


図 6.10. 通電導体の周りにおける磁場強度の分布

実験において得られた逸脱は、エーテルの圧縮性、またその結果としての、磁場を含むあらゆる構造の圧縮性を考慮することによって説明することができる。アンペールの法則が妥当するのは、その圧縮性を無視することのできる、限界まで小さい磁場強度に対してのみなのである。しかし、それは、 0.1 A の場合でさえ、大電流に関しては完全に正しいわけではない。このことは、単位体積中の現実の磁場は、アンペールの法則や既存の計算方法から導き出される値より大きなエネルギーをその内に含んでいるということを意味している。

上述したことから、高 Q 値のコイルを含む共振回路は、既存の計算から導き出される値より著しく大きなエネルギーをその内に蓄積しなければならないという結論が導き出される。なぜなら、そのエネルギーは、磁場をなしているエーテルらせん流の速度だけでなく、その質量密度によっても決定されているからである。もしかしたら、ニコラ・テスラがその高周波電力変圧器を構築した際、この事情が考慮されていたのかもしれない。それらの変圧器では必ず共振が利用され、その結果、何百万 V もの高電圧が得られていたのである。

6.7. テスラ変圧器の動作の特徴

テスラ変圧器のいくつかの試作品のうちの一つ、また 2 次（内側）巻線の一部から出る放射を図 6.11 に示す。

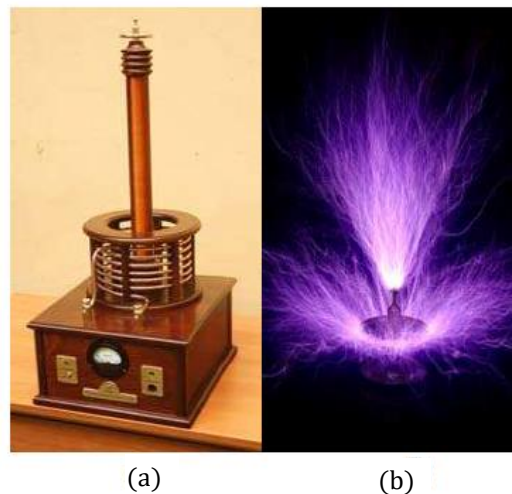


図 6.11. テスラ変圧器： (a)実験用試作品の全体像； (b)変圧器の 2 次（内側）巻線の出口における放電の様子

テスラ変圧器の特徴は、その 1 次巻線が外側にあり、太い導線がわずか 4~6 巻というきわめて小さい巻数であるのに対し、2 次巻線は 1 次巻線の内側にあり、細い導線の相対的に大きな大きな巻数（100 以上）を持っていることである。それだけでなく、2 次巻線の高さは 1 次巻線の高さよりも著しく大きく、2~5 倍となっている。2 次巻線の直径は 1 次巻線の直径の 4~5 分の 1 である。

テスラ変圧器が利用されている回路において必ず存在する部分は、放電器である。多分、その放電器が、エーテルからのエネルギー取得過程において独自の寄与をしているのであろう。

高圧コンデンサーを数千Vの電圧まで充電し、次にそれをガラス製無線機用真空管の互いに独立した2つの電極に放電してみると、真空中における放電が大きなエネルギーを持っていることを容易に確かめることができる。コンデンサーを真空管の電極に接続し、電圧およびコンデンサーの容量を100 pFから段階的に引き上げてゆくと、ある値から真空管の内部の電極が爆発し始め、その結果、電極からはぼろぼろの屑だけが残ることを確かめることができる。そのとき、真空管のガラス球は無傷のままである。このことから、真空放電は、電極に放電されるコンデンサー中のエネルギーを上回る、高いエネルギーをそれ自体が持っているという結論が導き出される。

テスラ変圧器は、その基礎的過程において、1次巻線によって創出される空間磁場によるエネルギー蓄積を利用しており、次に、そのエネルギーが2次巻線に伝達されていると予想することができる。

インダクター L , H に電流 i , A が流れると、磁場中に蓄積されるエネルギー w_L は次の大きさとなる。

$$w_L = L \frac{i^2}{2}, J \quad (6.10)$$

次の事実が注意を引く。すなわち、電圧 U , V によって充電されたコンデンサー C , F に蓄積されたエネルギー w_C , J の大きさは

$$w_C = C \frac{U^2}{2}, J \quad (6.11)$$

であり、このエネルギーは保存され、損失がなければいくらかでも長い間保存されることができる。それとは異なり、インダクターにおいては、電流が止まるやいなや、エネルギーは消滅し、磁場中に蓄積されたエネルギーは、磁場を創出した回路に戻る。しかし、そのエネルギーが、磁場を創出した回路にではなく、例えばコンデンサーにエネルギーが蓄積されることのできる別の回路に入った場合には、全エネルギー量はパルス数 N に比例する大きさとなる。すなわち、

$$w_L = NL \frac{i^2}{2}, J \quad (6.12)$$

ここでは、電流の値は、各パルスにおいて経過する小さい時間の間に定まることが仮定されている。各パルスにおいて経過する小さい時間とは、パルス自体の長さとは比較にならないほど小さいパルス波面の長さ、すなわちパルスの長さのほぼ10分の1の長さとして仮定することができる。この場合、2番目の回路に接続されているコンデンサーに蓄積されるエネルギーは、時間とともに無限に増大することになる。

長さ T の各パルスの瞬時電力は

$$P_L = \frac{Li^2}{2T}, W \quad (6.13)$$

となる。また、パルスの形状がミアンダーに相当している場合、すなわちパルスの長さと休止の長さが等しい場合には、全電力は次のようになる。

$$P_L = \frac{FLi^2}{4}, W \quad (6.14)$$

1次巻線の半径 r_1 と2次巻線の半径 r_2 が等しくない場合には、全電力は次のようになる。

$$P_L = \frac{r_1^2 F L i^2}{4 r_2^2}, W \quad (6.15)$$

ここでは、2つの半径の比は大きくてはならないことを考慮すべきである。なぜなら、ここでの依存性は非線形であり、その依存性の確定はまだなされていないからである。

この変圧器のスイッチー1次巻線回路の時定数は次のようになる。

$$T_{LR} = L/R \quad (6.16)$$

ここで、 L は1次巻線のインダクタンス、 H ； R は開放状態におけるスイッチの抵抗である。

パルスの長さが変圧器のスイッチー1次巻線回路の時定数と等しい場合には、回路に直流が給電されているとき、回路中の電流は、パルスの長さの時間の間にアンペールの0.632の値まで増大する。このときに得ることが可能な限界全電力は次のようになる。

$$P_L = \frac{0.6322 R r_1^2 i^2}{4 r_2^2} = 0.1 R i^2 \frac{r_1^2}{r_2^2}, W \quad (6.17)$$

半径比が $r_1/r_2 = 2$ の場合には、次の限界電力値が得られる。

$$P_L = 0.4 R i^2, W \quad (6.18)$$

半径比が $r_1/r_2 = 3$ の場合には、次の限界電力値が得られる。

$$P_L = 0.9 R i^2, W \quad (6.19)$$

給電電圧が $U = 100 V$ 、開放状態のスイッチの抵抗が 100Ω のとき、電流の大きさは $1 A$ となるので、得られる限界電力は、第1の場合は $40 W$ 、第2の場合は $90 W$ となる。通電能力が $10 A$ のスイッチが用いられるときには、限界電力は、第1の場合は $4 kW$ 、第2の場合は $9 kW$ となる。この過程を保持するために消費される電力は、いずれの場合も $0.1 R i^2$ 、すなわち電流が $1 A$ のときは $10 W$ 、 $10 A$ のときは $1 kW$ となる。この電力がスイッチ上で放出されるので、スイッチを冷却するための厳重な措置を講じる必要がある。

1次巻線のインダクタンス値が $100 \mu H$ のとき、回路の時定数は $10^{-4}/100 = 10^{-6} s$ となる。したがってスイッチング周波数は $500 kHz$ となり、パルス波面の必要とされる峻度を考慮すると、スイッチの周波数特性は $5 mHz$ よりも良くなければならない。

1次巻線のインダクタンスが $100 \mu H = 10^{-4} H$ で、パルス繰り返し周波数が $1 mHz = 10^{-3} Hz$ の場合において、パルス中の電流が $1 A$ のとき、磁場の電力は $100 W$ となる。周波数がこれより大きい場合には、1次巻線中の電流がパルスの長さの時間の間に完全値まで達することができるならば、磁場の電力はその分だけ大きくなる。このとき、前方波面と後方波面の長さは、それぞれ、パルス自体の長さの 0.1 以下でなければならない。

上に述べたことから、出力電力を上昇させるためには、1次巻線と2次巻線の直径の最適比を見出すとともに、スイッチによる電流のスイッチング周波数を上昇させるよう努力しなければならない。これが可能なのは、スイッチの抵抗が上昇したとき、すなわち、給電電圧が、したがってまたスイッチ上で放出される電力が上昇したときに限られる。

行われた測定は、導線の断面積の増大とともに導線の比インダクタンスが減少する

ことを示した。導線断面積の増大時におけるその比インダクタンスは、次のように、対数関数的に低下している（表 6.1）。

表 6.1.

導線の断面積, mm ²	比インダクタンス, μH/m
0.35	1.65
0.5	1.45
0.75	1.2
1.0	0.97

インダクタンスを計算する際には、普通、導線自体の断面積は考慮されないが、これは正しくない。ましてや、短い波面を得るためにインダクタンス値を低減させる方法の一つはコイルの導線の断面積の増大であるのだから、なおさらのことである。

第2の方法もある。それは、回路の時定数を減少させるため、回路の有効抵抗を増大させるという方法である。しかし、そのような方法は有益ではない。パルスの電力を増大させる必要があるからである。それだけでなく、高周波においては、表皮効果がその役割を演じなければならない。この効果により、1次インダクターにおいては、その導線の断面積全体ではなく、表面層しか利用されないようになる。そしてこのことが回路の有効抵抗の増大をもたらす。

このように、1次巻線の導線断面積の増大がパルス波面の長さの縮小のための最良の方法であり、テスラ変圧器では、まさにこのことがなされている。すなわち、その1次巻線は、数十ないし数百mm²の断面積を持つ、太い導線で作られているのである。

スイッチの給電電圧が $U = 1000 \text{ V}$ 、 $R = 100 \Omega$ 、電流が 10 A のとき、スイッチ上で放出される電力は 10 kW となり、逆電力への損失を考慮に入れた出力電力は、第1の場合は 30 kW 、第2の場合は 80 kW となる。

テスラはその変圧器においておよそ 200 kHz の周波数を採用していた。そのような周波数が、少なくとも動作の初期段階にとって最適であると推定することができる。

電子回路の給電回路を分路する充電容量の計算を行おう。充電に関する関係式

$$Q = CU = iT \quad (6.20)$$

より、次式を得る。

$$C = \frac{iT}{U} \quad (6.21)$$

電子回路全体が 100 V の電圧を供給されているとすると、電流が $i = 1 \text{ A}$ 、パルスの長さが $T = 10^{-6} \text{ s}$ ($F = 0.5 \text{ mHz}$) のときは次の値が得られる。

$$C = 0.01 \mu\text{F}$$

しかし、ここでは容量の完全放電が想定されている。これは不適當である。容量が給電電圧を 1% 以下の変動範囲内で保持するためには、容量を上 の値の 100 倍に増大させる必要がある。したがって、この例の場合には、使用電圧が 100 V 、周波数特性が $1 \sim 2 \text{ mHz}$ のときには、分路容量の値は $1 \mu\text{F}$ とすれば十分である。

使用電圧が 1000 V でパルスの電流が 10 A のときには、使用電圧が 1000 V で同じ周波数のときと同じ $1 \mu\text{F}$ の容量のコンデンサーが必要とされる。

こうして、エーテルからのエネルギー取得のための装置の、次のような動作原理が描き出される。

短い波面を持つ電流パルスが、可能な限り高い繰り返し周波数を持つ変圧器の 1 次

巻線（外側の巻線）に入る。1次巻線より大きな巻数を持つ2次巻線からパルスが取り出され、整流ダイオードを経由して、パルス発生器の給電回路を分路するコンデンサーに入り、このことにより、過程全体を保持する役割を与えられている、ポジティブフィードバックが行われる。このスキーム全体の最初の始動はスターター——パルス発生器の個別電源（給電網、電池、蓄電池）——を用いて行われ、装置が動作可能状態に入った後は、スターターのスイッチは切られる。

外部消費機器用のエネルギーは、2次巻線と同様に1次巻線の内部に収められている3次巻線から取り出される。その3次巻線にも整流ダイオード、その後に平滑コンデンサーが接続される。得られた直流電圧は、直接利用することも、あるいは直流電流を消費機器が必要とする種類のエネルギーに変換する、しかるべき変換器を経由して利用することもできる。

6.8. ポジティブフィードバックの特徴とエネルギー流の制御

いかなるスキームにおいても、周囲媒質からのエネルギー抽出過程の自己保持は、得られたエネルギーの一部が装置の入口に送られる場合にのみ可能である。このことは、系はポジティブフィードバックにより制御されなければならない、また、閉回路の増幅率は1でなければならないことを意味している（図6.12）。

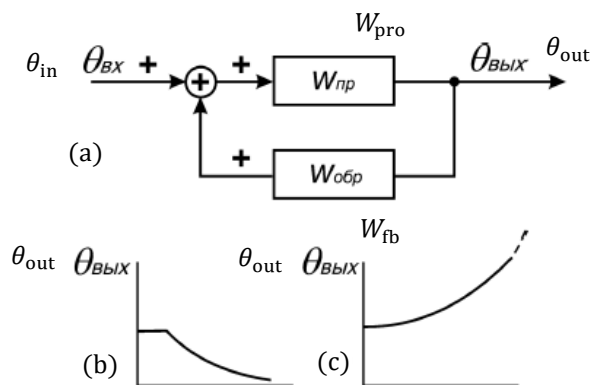


図 6.12. ポジティブフィードバックにより制御されるエネルギー装置： (a)構造； (b)減衰移行過程； (c)発散移行過程 [図中の W_{pro} は過程の W ; W_{fb} はフィードバックの W]

系の入口に帰還するエネルギーが、動作過程の保持のために必要なエネルギーより小さい場合には、その過程は不可避免的に減衰する。過程の減衰は、その過程が振動的性格を持っている場合であっても、普通、指数関数的に進行し、そのとき、指数は負符号を持っている。

閉回路の増幅率が1より大きい場合には、系はエネルギーを蓄積し始め、過程は指数関数的に進展する。しかし指数は正符号を持ち、系は崩壊に向かって行く。

その場合、系の内部には何らかの最も脆弱な部分が存在し、それが故障して過程を中断させる。そのような事象の様々なバリエーションの一つは爆発である。

制御なしで閉回路の増幅率を正確に1に保つことは、実際上においては可能とは思われない。そのような系の動作はいかなる場合にも不安定なものとなり、系は停止するか、崩壊に向かって行く。

それが起きないようにするためには、ポジティブフィードバックにより制御される

系の内部に、必ず制御器が含まなければならない。制御器が果たすべき機能は、エネルギーのうち、フィードバック回路を通じて系の入口に帰還する部分を制限することである。そのような制御器はいくつかの方法で作ることができる。

第1の方法は、何らかの飽和要素 [saturation element] により、系の入口に帰還するエネルギーの大きさを単純に制限する方法である。そのような要素となることができるのは、鉄の磁気飽和または定電圧ダイオードのタイプの非線形特性を持つ、任意の要素である。鉄心変圧器を用いる場合には、1次巻線における電圧の増大は、鉄心が磁気飽和した後は、1次巻線における電圧の増大をもたらさなくなる。定電圧ダイオードを用いる場合には、余剰エネルギーはフィードバック回路のバイパスに送られ、これによって系の入口へのエネルギーの流入が制限される。

第2の方法は、非線形ネガティブフィードバックの適用である。そのネガティブフィードバック回路に沿って系の入口に流入するのは、ポジティブフィードバック回路に沿ってそれと同じ入口に流入するエネルギー流とは反対の符号を持つ、第2のエネルギー流でなければならない。過程が振動的なものである場合には、帰還エネルギー流はポジティブ側のエネルギー流に対して逆位相で入口に流入しなければならない。フィードバックが正極性電圧の形で作られている場合には、それと同じ地点に、ネガティブフィードバック回路に沿って負極性電圧の形のエネルギーが流入しなければならない。ポジティブフィードバック回路とネガティブフィードバック回路において利用されるエネルギーの種類は、それぞれの具体的な場合ごとに、系の動作原理に従って具体的に定められる。

ネガティブフィードバックの機能のバリエーションもまた、多様なものであり得る。そのパラメーターは、例えば、ポジティブフィードバックにおけるエネルギーレベルが一定の閾値に達しない間はまったくオンにならず、閾値に達した後にのみ過程に関与し始めるように選択することができる。過程の制御のそのような、またそれ以外のバリエーションは自動制御理論によって十分詳細に記述されている。すべての原理的ソリューションが既に見出されている場合であっても、ここで検討されている系を自動制御理論を利用せずに構築することは困難である。

6.9. エーテル動力学的エネルギー発生器

6.9.1. エーテル動力学的エネルギー発生器模型の構成図

前節において述べた考え方にもとづき、エーテル動力学的エネルギー発生器の模型の原理図を提案することができる。

装置全体は次の2つのユニットから構成されている (図 6.13)。

- ・外部電源。これは装置を始動させるスターターとしての役割を果たす。
- ・テスラ変圧器を含んでいるパルス発生器。テスラ変圧器は3つの巻線——1次 (外側) 巻線と2つの2次 (内側) 巻線——を持っている。2次巻線のうちの一方はポジティブフィードバック回路を創出するために用いられ、他方の2次巻線は出力巻線であり、整流器ブリッジを経由して負荷に接続されている。

この模型の場合、コイルは次のバリエーションに従って製作することが適切である。

1. 1次コイル: 直径 6~8 mm の導線 4~5 巻、または平型ブスバー (銅製またはアルミニウム製)。コイルの直径は約 15~20 cm。導線間の内側距離は約 4~6 mm。

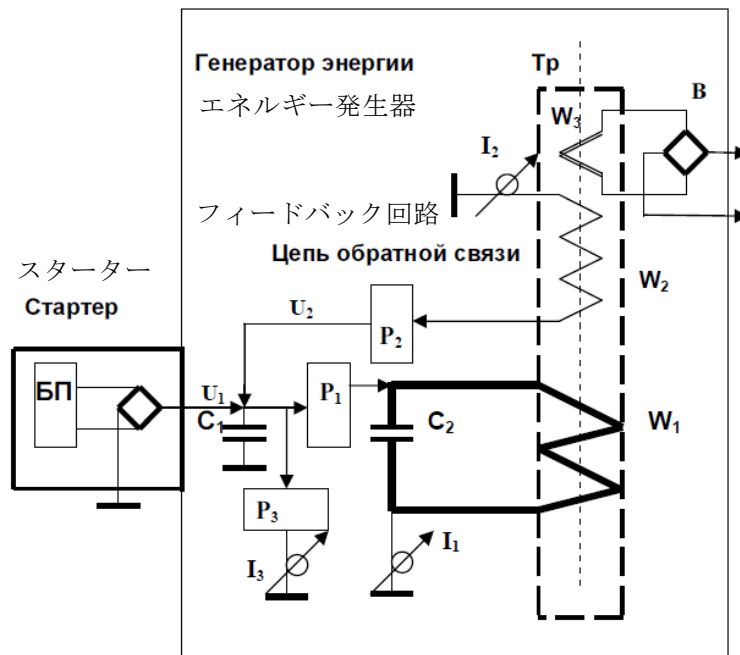


図 6.13. エーテルからエネルギーを取得するための装置模型の構成図のバリエーションの一つ： БП—給電ユニット； T_p —変圧器； W_1 —変圧器の1次コイル； W_2 —フィードバックコイル； W_3 —変圧器の出力コイル； C_1 —給電充電容量； C_2 —回路容量（これが必要か否かは定められていない）； P_1 —フィードフォワード放電器（破壊電圧 U_1 は約 1 kV/mm ）； P_2 —フィードバック放電器（またはダイオード）（ $U_2 > U_1$ ）； P_3 —電圧制限放電器（または回路）（ $U_3 > U_2$ ）； I_1 —変圧器の1次巻線回路内の電流； I_2 —フィードバック回路内の電流； B—出口

2. 2次コイル（フィードバックコイル）： 直径 $1.5 \sim 2 \text{ mm}$ の導線 $10 \sim 20$ 巻。コイルの直径は約 $4 \sim 5 \text{ cm}$ 。導線間の内側距離は約 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 。

3. 3次コイル（出力コイル）： 巻線は、負荷において得られる出力電圧の大きさに応じて選択されるが、それは多分、直径 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ の導線数十巻のみとなるであろう。

2次コイルと3次コイルは1次コイルの内部に同軸に配置される。鉄心は必要ない。フィードバックの2次コイルの巻数は調整の過程で選択されなければならない。

適用されるすべての要素は高周波用の性能を十分に持ち、使用電圧に関する余裕を持っていなければならない。回路のすべての要素に関して計算される限界周波数は、波面の長さから出発して算出し、それに若干の余裕を加えなければならない。例えば、 $0.1 \mu\text{s}$ の波面長を確保するためには、すべてのマイクロサーキット、トランジスタ、コンデンサおよびダイオードも含め、すべての要素が 5 MHz 以上の周波数の使用モードで動作することができるようにする必要がある。装置の調整は、回路全体の中におけるそれ以降の各回路に掛かる各ユニットの負荷を考慮に入れて、各ユニットごとに個別に行わなければならない。

変圧器の巻線のパラメータを選択する際には、次の2つの命題を確保する必要性から出発して判断を下すべきである。

1. 2次巻線の出口における出力電圧が、パルス発生器の給電電圧を上回ること。
2. 出力電力値が、パルス発生器によって消費される電力値を上回ること。

これら2つの命題が開路モードにおいて実現されなければならない、もしそれらが実現されなければ、ポジティブフィードバックの閉路は無意味となる。

パラメータ（容量値 C_1 と C_2 、1次コイルと2次コイルの直径比および巻数比、電圧値 U_1 、 U_2 、 U_3 ）の選択に関する課題の要点は、電流 I_1 が減少したとき、フィードバ

ック電流 I_2 がそれに対応して可能な限り大きくなるようにするということである。この課題は、電流 I_2 が流れているとき、電流 I_1 が完全に止まるようにすることで解決される。制限回路における電流 I_3 の発生が、余剰エネルギーが得られたことを示す。

1 次巻線の給電回路中の放電器の前に、直列に接続した 2 つのインダクター（1 番目は約 10 mH, 2 番目は約 1~2 mH）を設置することが適切である。2 つのインダクターの接続箇所には、コンデンサー（容量は、1 番目は 10000 pF, 2 番目（放電器の前の出口側）は 1000 pF）を接続する。整流器の後、1 番目のインダクターの前に設置されるフィルターコンデンサーはおよそ 0.1~10 μ F 程度の任意のものにすることができるが、それに対応する電圧、おそらく 3 kV 程度の電圧に対応したものとなる。以上に挙げたすべてのパラメーターは概算値である。

安全技術に関して警告を行わなければならない。稼働中の回路の近傍に長時間留まっていたはならない。脈動する高周波磁場は有害な作用を及ぼすからである。それゆえ、次の単純な規則に従わなければならない：回路に加えるあらゆる変更作業は、給電をオフにした状態でのみ行うこと。調整作業時には、常に、給電のオン状態は、計器の示度を読み取る間だけの短時間に留めるようにしなければならない。

この種の試みはこれまでにいくつか行われたにもかかわらず、この装置は、模型の形ですらまだ製作されたことがない。この現象自体が存在することは、2 次巻線の導線が破壊され、高さ約 1 cm の緑色の炎を上げて燃えたという事例の発生によって裏づけられている。しかし、その事例の結果を再現することはできなかった。ただし、この研究全体は計画的な作業を必要としていることが明らかになった。当時、そのような作業を実施することはついにできなかった。

6.9.2. タリエル・カパナゼのエーテル動力学的発電機

チャルトゥボ（ジョージア）のジョージア人発明家タリエル・カパナゼ [Tariel Kapanadze] は、エーテルからエネルギーを取得するための装置の独自のスキームを開発した。カパナゼはその発明に対する特許をロシアでは取得することができず、しかもジョージアにおける特許取得を望まなかったため、トルコにおいてその特許を取得した（2008 年 8 月 28 日付特許第 WO 2008/103129 A1 号）。2007 年、彼は装置の模型試作品のデモンストレーションを行った。試作品は自動車の蓄電池によって始動され、過程の始動後、蓄電池は取り除かれた。その先、装置は完全に自立的に、エーテル中のエネルギーを消費することにより自続しながら稼働した。カパナゼの装置によって生産された総出力は 5 kW であった。出力各 1 kW の 5 個の白熱電球が完全な白熱光を発して光った。デモンストレーションの終了後、装置は分解された。

カパナゼは、自分は出力 200 kW のそれと類似したタイプの装置の試運転を行った、こうして、原理的にはエネルギー問題は解決されたと主張していた。

2009 年、カパナゼは、3 kW の電気エネルギーを生産する 2 番目の模型のデモンストレーションを行った。この模型の始動は蓄電池ではなく、「Krona」型電池を用いて行われ、始動後は、やはり自立的に稼働する。この発生器はプレキシグラス製のケースの内部で組み立てられているので、その内部の装置全体を見ることができた。

それと同じ年、カパナゼは今度はトルコにおいて、商用周波数・電圧の 3 相交流の形で 100 kW の電気エネルギーを生産する装置を開発した。

T.カパナゼの模型およびそのデモンストレーションの写真を付録 2 に示す。そこには T.カパナゼの特許も掲げられている。

文 献

1. **Atsukovsky V.A.** 『一般エーテル動力学. 気体状エーテルに関する理解にもとづく物質と場の構造のモデル化』, 第2版, モスクワ, **Energoatomizdat**, 2003.
2. **Atsukovsky V.A.** 『電磁気と電磁気現象の物理学的基礎. エーテル動力的解釈』, モスクワ, **URSS**, 2001.
3. **Atsukovsky V.A.** 『我々の周りのエネルギー』, モスクワ, **Petit**, 2009.
4. **Atsukovsky V.A.** 「電気エネルギーを取得するための装置」. 発明特許第 2261521 号. 優先日 2003 年 5 月 12 日.

付録 1. V. A. アツェコフスキーの特許

(特許第 2261521 号. 電気エネルギーを得るための装置)



ロシア連邦

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 261 521 ⁽¹³⁾ C2(51) IPC⁷ H 02 N 11/00, H 03 K 3/53

連邦知的財産特許商標庁

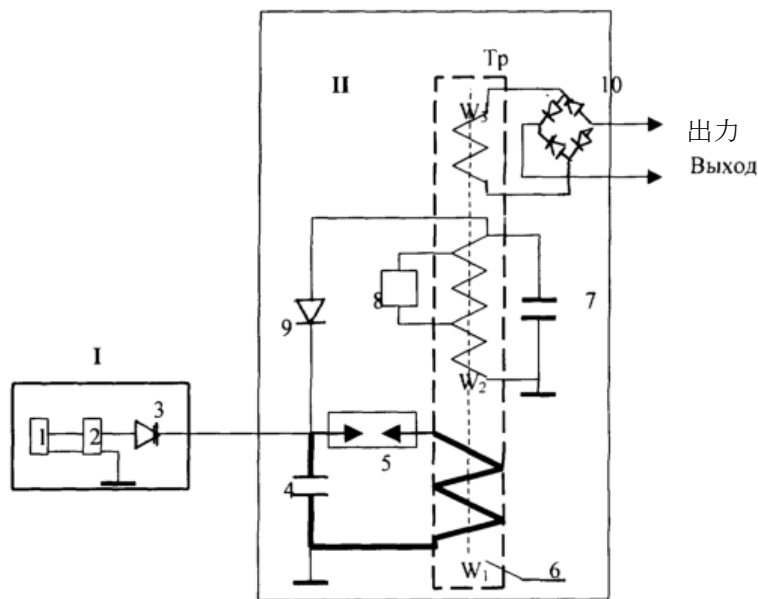
(12)特許発明明細書

(21),(22)出願 : 2003113351/09, 12.05.2003	(71)出願人 :
(24)特許有効期間起算日 : 12.05.2003	(72)発明者 :
(43)出願公開日 : 20.11.2004	アツュコフスキー V.A.(RU)
(45)発行日 : 27.09.2005	(73)特許所有者 :
(56)検索報告書における援用文書一覧 : Eikhenvald A.A.『電気』, モスクワ, I.M. クシネロフ印刷所, 1918, 434~436 頁. SU 1530047 A1, 09.07.1995. SU 852149 A, 07.04.1983. SU 790150 A, 23.12.1980. TW 419882 A, 21.01.2001.	アツュコフスキー, ウラジーミル・ アキモヴィッチ
連絡先住所 : 140187, モスクワ州ジュコ ーフスキー市ドゥーギン通り 6 番地 14 号室, V.A.アツュコフスキー	

(54) 電気エネルギーを取得するための装置

(57)要約 :

本発明は、電気エネルギーに関するもので、国民経済の各種分野の電力供給システムにおいて利用することができる。技術的効果は、成績係数の向上である。電気エネルギーを取得するための装置は、外部電源に接続されている低電圧から高電圧への変圧器から構成されている。高電圧は、ダイオードを経由して放電用コンデンサーに送られる。蓄積された電荷は、放電用コンデンサーから放電器を経由して 1 番目のインダクターに周期的に送られる。1 番目のインダクターの内部には、それと同軸に、それより巻数が大きい 2 番目のインダクターが設置されている。2 番目のインダクターは、コンデンサーを有し、放電器の放電周期と共振するように調整されている。電圧は、2 番目のインダクターからダイオードを経由して放電用コンデンサーに送られる。外部消費機器への電気エネルギーの出力は、3 番目のインダクターを用いて行われる。3 番目のインダクターは、最初の 2 つのインダクターと同軸に設置され、それらとの間で相互インダクタンスによって結び付いており、整流器と接続されている。図面 1 葉。



本発明は、電気エネルギーに関するもので、国民経済の各種分野、すなわち鉱工業、農業、国防施設、輸送施設および生活施設の電力供給システムにおいて利用することができる。

高密度放電を用いた電気エネルギー取得装置 [1] が既に知られている。この装置の欠点は、それが有するエネルギー出力が小さいため、それを商業目的で利用することができないことである。

出願された電気エネルギー取得装置に最も近似しているのは、変圧器タイプの電気装置であるテスラ変圧器である。テスラ変圧器は、高周波振動を励起するために用いられる装置であり、互いにはめ込まれた 2 つのインダクター、放電器、コンデンサーおよび高電圧源から構成されている [2]。その欠点は、成績係数が低いことである。

出願された発明の技術的効果は、出力エネルギーの向上である。

出願された発明の技術的効果は、電気エネルギーを取得するための装置において、この装置が外部電源に接続されている低電圧から高電圧への変圧器から構成されており、高電圧がダイオードを経由して放電用コンデンサーに周期的に送られ、蓄積された電荷が放電用コンデンサーから放電器を経由して 1 番目のインダクターに周期的に送られ、1 番目のインダクターの内部に、それと同軸に、それより巻数が大きい 2 番目のインダクターが設置されており、2 番目のインダクターがコンデンサーを有し、放電器の放電周期と共振するように調整されており、電圧が 2 番目のインダクターからダイオードを経由して放電用コンデンサーに送られ、外部消費機器への電気エネルギーの出力が 3 番目のインダクターを用いて行われ、3 番目のインダクターが最初の 2 つのインダクターと同軸に設置され、それらとの間で相互インダクタンスによって結び付いており、整流器と接続されていることによって達成される。

出願された発明において、出力エネルギーの向上の条件となっているのは、インダクターの外側表面および内側表面上における磁場強度の高い空間的勾配である。このことは、急峻な前方波面と後方波面を有する電流パルスをもつ 1 番目のインダクターを貫いて通過させることによって達成される。

電流パルスの急峻な波面は、電圧源から給電されるコンデンサーに接続された高速スイッチ——放電器または電気スイッチ——を適用することによって達成される。自発放電が行われているときには、コンデンサー上において高い電位差が達成されたと

き、電流パルスが発生し、そのコンデンサー上における電位差が一定の値以下まで低下した後には、放電は停止する。

電気スイッチを利用する場合には、その周期的な開閉は制御回路によって行われる。

図面には、スターター部分 I と電気エネルギー発生器本体 II から構成されている電気エネルギー取得装置の構成図が示されている。

スターター部分 I は、電気エネルギー取得装置全体を始動させる役割を果たし、最初の瞬間にのみ利用されるものであり、外部電源 1 に接続されている低電圧から高電圧への変換器 2 およびダイオード 3 から構成されている。外部電源 1 としては、給電回路、蓄電池または電池を利用することができる。電圧は、ダイオード 3 を経由して電気エネルギー発生器本体 II の放電用コンデンサー 4 に送られる。

電気エネルギー発生器本体 II は、放電用コンデンサー 4、高速スイッチ 5、インダクター 6 (W_1, W_2, W_3)、インダクター W_2 における振幅を制限する制限素子 7、フィードバック回路のダイオード 9 およびブリッジダイオード整流器 10 から構成されている。高速スイッチ 5 としては、放電器または電気スイッチを利用することができる。制限素子 7 としては、バリスター、スタビロトロン [stabilotron] または放電器を利用することができる。

電気エネルギー取得装置の動作は次のとおりである。

スターター部分 I から送られ、放電用コンデンサー 4 によって蓄積された電荷は、高速スイッチ 5 を経由して 1 番目のインダクター W_1 に送られ、これにより、周囲空間中において磁場強度の高い空間的勾配を有する磁場が励起される。放電が終わると、磁場は 2 番目のインダクター W_2 に送られる。インダクター W_2 の電圧は、ダイオード 9 が含まれているフィードバック回路に沿って出口側の放電用コンデンサー 4 に送られ、これにより、ポジティブフィードバックが行われる。電気エネルギー発生器を作動させるために必要とされる時間が経過した後は、スターター部分 I はオフになる。

エネルギーが無制限に発生することを防止するため、2 番目のインダクター W_2 の巻線の一部は制限素子 8 によって分路されている。

放電用コンデンサー 4 に蓄積される電荷は、高速スイッチ 5 を経由して 1 番目のインダクター W_1 に放出され、インダクター W_1 の周囲において高エネルギーの脈動磁場が形成される。

脈動磁場のエネルギーを電気エネルギーに変換するため、1 番目のインダクター W_1 の内部には、それより大きい巻数を有する 2 番目のインダクター W_2 が設置されている。インダクター W_2 は磁場の受容体であり、1 番目のインダクター W_1 によって創出された磁場を受容する結果、その中において脈動起電力が発生する。2 番目のインダクター W_2 における磁場の連続的な受容を確保するため、2 番目のインダクター W_2 および放電用コンデンサー 4 に接続されたダイオード 9 を用いてポジティブフィードバックが設定されている。2 番目のインダクター W_2 において起電力の所要の振動振幅が達成されると、放電用コンデンサー 4 は、2 番目のインダクター W_2 において発生した起電力から充電され始める。それが終了すると、過程を開始させ終わった外部電源はオフになる。

外部消費機器へのエネルギーの出力は、最初の 2 つのインダクター W_1 および W_2 と同軸に設置され、それらと相互インダクタンスによって結び付いている、3 番目のインダクター W_3 を用いて行われる。3 番目のインダクター W_3 から採取される電気エネルギーは高い周波数を有しており、このことは一般的な消費機器にとって不都合であるので、インダクター W_3 には高周波電流を直流電流に変換するブリッジダイオード整流器 10 が接続されている。その直流電流は、そのまま直接、またはしかるべき変換器を経由して利用することができる。

1 番目のインダクター W_1 は、高速スイッチ 5—放電用コンデンサー4 の回路と接続されている。さらに、ポジティブフィードバックを構成するため、2 番目のインダクター W_2 の出口は、ダイオード 9 を経由して放電用コンデンサー4 に接続されている。

その結果、磁場エネルギーの電気エネルギーへの変換が行われる。

外部機器へのエネルギーの引き渡しには、高周波電気エネルギー振動を直流電圧に変換するブリッジダイオード整流器 10 に接続されている、3 番目のインダクター W_3 が用いられる。

情報源

1. 米国特許第 5018189 号.
2. Eikhenvald A.A. 『電気』, モスクワ, I.M.クシネロフ印刷所, 1918, 434~436 頁.

請求の範囲

外部電源に接続されている低電圧から高電圧への変圧器から構成されており、高電圧は、ダイオードを経由して放電用コンデンサーに送られ、蓄積された電荷は、放電用コンデンサーから放電器を経由して 1 番目のインダクターに周期的に送られ、1 番目のインダクターの内部には、それと同軸に、それより巻数が大きい 2 番目のインダクターが設置されており、2 番目のインダクターは、コンデンサーを有し、放電器の放電周期と共振するように調整されており、電圧は、2 番目のインダクターからダイオードを経由して放電用コンデンサーに送られ、外部消費機器への電気エネルギーの出力は、3 番目のインダクターを用いて行われ、3 番目のインダクターは、最初の 2 つのインダクターと同軸に設置され、それらとの間で相互インダクタンスによって結び付いており、整流器と接続されている、電気エネルギーを取得するための装置。

付録 2. タリエル・カパナゼの発電機模型のデモンストレーション 用写真と特許



図 1. 2007 年. 発電機の動作のデモンストレーション



図 2. 地元新聞の記者によるカパナゼへのインタビュー



図 3. 模型の外観



図 4. 空心変圧器



図 5. 接地放射器



図 6. 水道を接地として利用



図 7. 放電器



図 8. 負荷の 1 kW 電球



図 9. 負荷の 5 個の 1 kW 電球



図 10. スターター（蓄電池）がオフ状態の自立モードにおける 5 kW の電気エネルギーの発電



図 11. 2009 年. 組み立てられた状態の 3 kW 発電機



図 12. 発電機の設置



図 13. 発電機の端面



図 14. 同左



図 15. 発電機の上面



図 16. 負荷のバリエーション — 総出力 3 kW の白熱電球



図 17. 発電機の動作 — 発電出力 3 kW, «Krona»型電池により始動

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
28 August 2008 (28.08.2008)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2008/103129 A1

(51) International Patent Classification:

H02M 11/00 (2006.01) H02N 11/00 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/TR2007/000050

(22) International Filing Date: 8 June 2007 (08.06.2007)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:

u 2007/00996 20 February 2007 (20.02.2007) TR

(71) Applicant (for all designated States except US): **TURK, Metin** [TR/TR]; Ayten Sokak 30/4 Mebusevleri, Tandoğan, 06510 Ankara (TR).

(71) Applicant and

(72) Inventor: **KAPANADZE, Tariel** [GE/GE]; Tzkalutubo Sokak, No:9, Tbilisi (GE).(74) Agent: **YALCINER, Ugur G. (YALCINER DANIS-MANLIK VE DIS TICARET LTD. STL)**; Tunus Caddesi No:85/8, Kavaklıdere, 06680 Ankara (TR).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

(54) Title: INDEPENDENT ENERGY DEVICE

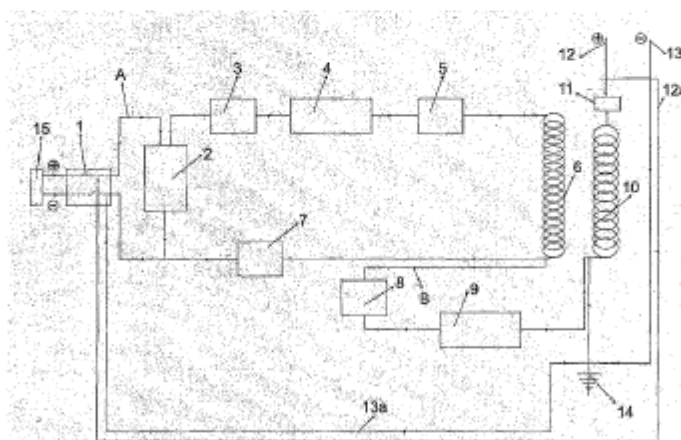


Figure -1

(57) Abstract: The independent energy device improved with this invention, starts operation with the initial electric energy received from the initial energy supply (15) and afterwards generates energy consistently and is characterized to include power switch (1), capacitor (2), points (3), high frequency generator (4), first filter (5), first bobbin (6), first frequency adjuster (7), second filter (8), frequency stabilizer (adjuster) (9), second bobbin (10), second frequency adjuster (11), exit (phase) (positive) (12), positive self feeding cable (12a), exit (neutral) (13), negative self feeding cable (13a), neutral (grounding) (14), initial power supply (15).

WO 2008/103129

PCT/TR2007/000050

INDEPENDENT ENERGY DEVICE

The present invention is a device both self sufficient (self feeding) and producing ready to use electric energy, starts to operate with the initial electrical energy received from accumulator or similar source of energy, transferring the magnetic field generated in first bobbin to second bobbin through a frequency stabilizer, after rhythmically stabilizing the magnetic field occurred between the bobbins; converts the independent energy -received by the second bobbin from the air- to electric energy.

Today electric energy can be generated by using various kinds of technologies. In order to summarize some of them; electric energy can be generated through dams, from the motion of waves, by nuclear power plants, by using solar energy, fuel oil, hydroelectric power plants and similar areas through using various technologies. There are different advantages and disadvantages among these various techniques used for generating electric energy. The general purpose of all these techniques is to generate energy cheaper and faster by providing high efficiency.

The present invention is improved through using different technologies of today, by less costly way and without harming the nature, and using a very different technique from the above mentioned (present techniques used today).

The present invention receives energy externally only at first starting phase. This mentioned energy can be easily generated from a small accumulator or chargeable battery or similar sources. 1 -2 seconds after the device is started, the power switch at the energy input of the device cuts the external electric (from accumulator or similar source of energy) off by generating electric energy. A very few part of this electric energy generated is used by the device to feed itself and the most part is discharged ready to be used. As long as the device is not shut down or no problem occurred inside, the device generates energy consistently. By recent technology, there is no device similar to the present invention producing energy consistently by feeding itself.

In order to maintain the device to generate electric energy consistently, two circuits are designed inside the device.

First circuit; consists of time relay switch, capacitor, points, high frequency generator, first filter, first bobbin, first frequency adjuster (this circuit is displayed with bold line on the figure)

WO 2008/103129

PCT/TR2007/000050

Second circuit; consists of second filter, frequency stabilizer, second bobbin, second frequency adjuster.

First circuit is designed for generating electricity by transferring the electro magnetic field occurred at the first bobbin with the electric energy received from the independent initial power supply, to second bobbin. And as the second circuit; Due to the high magnetic field received from the first bobbin, there occurs a magnetic field difference between the bobbins. The magnetic field difference occurred between the second bobbin and first bobbin stabilized by the help of frequency stabilizer within this circuit line. As stabilizing the magnetic field difference by the help of frequency stabilizer, this circuit line also converts the energy which is moving independently in the air at the second bobbin designed within this line to electric energy. This electric energy formed by the second bobbin adjusts the necessary frequency (220 V - 50 Hz or 110 V - 60 Hz) for use, by the help of second frequency adjuster designed at the bobbin output. This generated electric energy is transferred to the intended usage area via exit points. Through the circuit cables connected to the exit points, the device feeds itself with the generated electric energy. This mentioned process eventuates 1 -2 seconds after the device is got started. After this process, the time relay power switch designed at the input of the device breaks the initial energy supply. After this stage, the device generates the energy independently.

The present invention is designed as single phase and as the phase number is desired to be increased, the bobbin number shall also be increased for each phase. Depending on the number of bobbins, the capacities of other parts used in the device are increased symmetrically.

It is possible to obtain energy in desired amounts of KW from the device. It is necessary to increase the capacity of the parts depending on the value of the electric energy.

The figures related to the invention are given enclosed; from the related figures:

Figure 1- Schematic view of the present invention

The parts related to the invention are given numbers and the explanations responding these numbers are as follows:

1- Power switch

2 - Capacitor

3- Points (as distributor of an engine)

WO 2008/103129

PCT/TR2007/000050

- 4- High frequency generator
- 5- First filter
- 6- First bobbin
- 7- First frequency adjuster
- 5 8- Second filter
- 9- Frequency stabilizer (adjuster)
- 10- Second bobbin
- 11- Second frequency adjuster
- 12- Exit (phase) (positive)
- 10 12a- Positive transformation cable
- 13- Exit (neutral)
- 13a- Negative transformation cable
- 14- Neutral (grounding)
- 15- Initial power supply
- 15 A- First circuit cable
- B- Second circuit cable

The operation of the present device is explained as below, giving reference to the parts' numbers through the figure enclosed.

Energy and frequency circuit on the first circuit (A)

- 20 Opening the power switch, the user gives the electric energy received from the initial energy supply (15) to the first circuit cable (A). Being loaded with the electric energy received from the energy supply (15) the capacitor (2) serves as a pump, and provides the points (3) to give electric to the high frequency generator (4). High frequency generator (4) transfers the high amount of frequency it generated to the first filter (5). First filter (5)
- 25 stabilizes the frequency received from the high frequency generator (4) and regularly transfers to the first bobbin (6). Creating a magnetic field around itself with the high frequency regularly received from the first filter (5); first bobbin (6) transfers it to the second bobbin (10). Subsequently, following the first circuit cable (A), the high frequency passing from the

WO 2008/103129

PCT/TR2007/000050

first bobbin (6) passes to the first frequency adjuster (7). The first frequency adjuster (7) stabilizes the received high frequency in accordance with the need and arranges without causing any harm to the parts at its exit.

5 Energy and frequency circuit on the second circuit (B)

The high frequency risen from the first bobbin (6) enters to the second filter through the second circuit (B). Second filter (8) transfers the frequency received from the first bobbin (6) to the frequency stabilizer (9). The electromagnetic fields occurred at the bobbins (6, 10) are different and the magnetic field at the first bobbin (6) is higher than the second bobbin (10). At this stage the frequency stabilizer (9) stabilizes the different electromagnetic fields occurred at the first and the second bobbins (6, 10). This stabilized high frequency exits from the second bobbin (10) and is adjusted for the required (necessary for the use) frequency degree by the help of the second frequency adjuster (11). The user uses the electric energy generated in the device by the help of exit (phase) (positive) (12) and exit (neutral) cable (13).

The positive transformation cable (12a) at the exit of the device and the negative transformation cable (13a) are connected to the power switch. 1-2 seconds after the device starts to generate electric, the electric energy generated is transmitted to the power switch (1) via positive transformation cable (12a) and negative transformation cable (13a). The time relay at the power switch (1) breaks the energy received from the initial power supply (15). After this stage, the device continues to generate electric energy feeding itself with the self generated energy and independently without depending to any energy from outside. The device continues to generate unlimited energy as long as it is not closed via the power switch (1) or no problem occurred within the system.

25

CLAIMS

- 1- An independent energy device, starting to operate with the initial electric energy received from the independent initial power supply (15), transferring the electro magnetic field occurred at the first bobbin (6) to second bobbin (10), stabilizing the magnetic field
5 occurred between the bobbins (6, 10) with the help of frequency stabilizer (9), afterwards converting the independent energy received from the air by the second bobbin (10) to electric energy, both self feeding and generating ready to use electric energy; composed of following parts; power switch (1), capacitor (2), points (3), high frequency generator (4), first filter(5), first bobbin (6), first frequency adjuster (7), second filter (8), frequency
10 stabilizer (adjuster) (9), second bobbin (10), second frequency adjuster (11), Exit (phase) (positive) (12), positive self feeding cable (12a), exit (neutral) (13), negative self feeding cable (13a), neutral (grounding) (14), initial power supply (15).
- 2- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include capacitor (2) to transfer the electric received from the initial power supply (15) to points (3).
- 15 3- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include points (3) to transfer the frequency that the high frequency generator (4) needs.
- 4- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the high frequency generator (4) to transfer the high frequency occurred within itself to the first filter (5).
- 20 5- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the first filter (5) to order the frequency received from the high frequency generator (4) and transfer to the first bobbin (6).
- 6- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the first bobbin (5); providing a high electro magnetic field around itself to transfer the high and
25 regular frequency received from the first filter (5) to the second bobbin (10) and the electric energy received from the initial power supply (15) both to the first circuit cable (A) and to the second circuit cable (B).
- 7- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include first frequency adjuster (7) to stabilize the normal frequency received from the initial power supply (15)
30 with the high frequency received from the first bobbin (6).

WO 2008/103129

PCT/TR2007/000050

- 8- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the second filter (8) to order the high frequency received from the first bobbin (6) and transfer to the frequency stabilizer (adjuster) (9).
- 5 9- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include frequency stabilizer (adjuster) (9) to stabilize the electro magnetic field differences occurred between the first bobbin (6) and second bobbin (10).
- 10- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the second bobbin (10) to generate electric energy combining the electro magnetic field received from the first bobbin (6) and the independent energy received from the air, after the frequency stabilizer (adjuster) (9) orders the electro magnetic field between the bobbins (6, 10).
- 10 11- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the second frequency adjuster (11) to stabilize the high frequency received from the second bobbin (10) in accordance with the need to be used.
- 15 12- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include Exit (phase) (positive) (12) and Exit (neutral) (13) designed in order to enable the device to use the electric energy generated.
- 13- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include positive transformation cable (12a) and negative transformation cable (13a) designed in order to enable the device to feed itself with the electric energy generated.
- 20 14- An independent energy device of Claim 1 wherein characterized to include the initial power supply (15) to provide the device operates at the first time.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/TR2007/000050
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02M11/00 H02N11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02N H02K H02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 758 159 A2 (NIPPON ELECTRIC CO [JP]) 12 February 1997 (1997-02-12) page 5, line 21 - page 6, line 39; figures 5,11	1-12
X	----- GEORGAKIS D ET AL: "Operation of a prototype nucrogrid system based on micro-sources equipped with fast-acting power electronics interfaces" POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, 2004. PESC 04. 2004 IEEE 35TH ANNUAL AACHEN, GERMANY 20-25 JUNE 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 20 June 2004 (2004-06-20), pages 3521-3526, XP010739478 ISBN: 0-7803-8399-0 the whole document ----- -/--	1-12
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 August 2007		Date of mailing of the international search report 13/09/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer von Rauch, Marianne

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/TR2007/000050
C(Continuation), DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/038612 A1 (KUTKUT NASSER H [US]) - 27 February 2003 (2003-02-27) page 4, paragraph 44 - page 6, paragraph 56	1-12
X	----- ANGRIST S W: "PERPETUAL MOTION MACHINES" SCIENTIFIC AMERICAN, SCIENTIFIC AMERICAN INC., NEW YORK, NY, US, vol. 218, no. 1, January 1968 (1968-01), pages 114-122, XP002036811 ISSN: 0036-8733 the whole document	1-14
X	----- BEDINI J C ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "THE BEDINI FREE ENERGY GENERATOR" PROCEEDINGS OF THE INTERSOCIETY ENERGY CONVERSION ENGINEERING CONFERENCE (IECEC). BOSTON, AUG. 4 - 9, 1991, NEW YORK, IEEE, US, vol. VOL. 4 CONF. 26, 4 August 1991 (1991-08-04), pages 451-456, XP000312844 ISBN: 0-89448-163-0 the whole document	1-14

付録 3. 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』^{〔訳注〕}

目 次

まえがき	145
第 1 章 相対性理論の論理的根拠	147
1.1. 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	147
1.2. 特殊相対性理論の論理	150
1.3. 一般相対性理論の論理	154
第 2 章 実験設定の方法論的特徴と実験結果の解釈	157
2.1. 実験の設定および実施のいくつかの方法論的特徴	157
2.2. 実験結果の解釈のいくつかの特徴	159
第 3 章 特殊相対性理論に関する実験	161
3.1. 光路長 10 m 超の干渉計によるエーテル風の研究	161
3.2. 光路長 5 m 未満の干渉計によるエーテル風の研究	164
3.3. 部分真空中におけるエーテル風の研究	165
3.4. メーザーによるエーテル風の研究	165
3.5. エーテル中における回転効果に関する研究	167
3.6. 荷電粒子を用いた質量の速度依存性に関する研究	169
3.7. 時間の流れの速度依存性に関する研究	172
第 4 章 一般相対性理論に関する実験	174
4.1. 等価原理の検証	174
4.2. スペクトルの重力偏移に関する研究	175
4.3. 遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」に関する研究	176
4.4. 水星軌道の近日点移動に関する研究	177
4.5. 太陽の質量による光の偏向に関する研究	179
4.6. 重力波検出実験	184
結 論	186
文 献	187

〔訳注〕 この「付録 3」のロシア語原文としては、2010 年に出版された本書のテキストではなく、2012 年に Nauchny mir 出版社から出版された 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』に収載されているより新しいテキストを用いた。

まえがき

A.A.マイケルソンがその有名なエーテル風検証実験の結果を発表した時から 100 年以上が過ぎた。エーテル風の速度は太陽の周りを回る地球の運動の軌道速度 (30 km/s) と一致しているはずであると予想されていたにもかかわらず、地球表面のレベルにはエーテル風は存在しないことを示したその結果は、多くの人々にとって予期せぬものであった。A.A.マイケルソンと E.W.モーリーによる再実験 (1886~1887 年) は得られた結果を裏付けた。A.アインシュタインによる特殊相対性理論の形成 (1905~1910 年)、そして一般相対性理論の形成 (1915~1916 年) にとって、その土台としての役割を果たしたのは、まさにこのような状況であった。

運動物体の電気力学の分野、そしてほぼ光速での運動の分野における相対性理論の輝かしい成功が、良く知られている理論上・実践上の肯定的結果と相まって、いくつかの哲学的解釈を生み出した。これらの哲学的解釈は、相対性理論の公準 [postulate, 「要請」とも]、方法、結論を、それらが検証されている領域の範囲を越えて適用しており、そのため、一般哲学的な面において粗雑さをもたらしている。これらの解釈においては、相対性理論の論理構成は「絶対的真理」の力を持ち、その実験的裏付けは完全性と網羅性を備えているとみなされている。1960 年代後半以降になると、それ以前には学術雑誌上で幅広く展開されていた相対性理論に対する批判はほとんど姿を消してしまった。

しかし、相対性理論によって提唱されている一連の命題は依然として疑念を呼び起こしており、「実験的裏付け」も必ずしも説得力があるわけではない。相対性理論の公準から導き出される結論そのものに、容認限度を越えた極端な帰結が含まれている。例えば、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結論に従えば、自然界の物質的*担体にはエネルギーはないということになる。「特殊な種類の物質*たる場」という概念は、ある面から見れば用語をすり替えようとする試みであり、別の面から見れば場の構造形成メカニズムに洞察を加えることを放棄し、場の作用がもたらす結果の数学的記述をもってそのメカニズムに代えることである。これによって場についての人間の認識の可能性に制約が課せられ、このことが自然諸力を実践活動のために利用する可能性に制約を加えることになる。

上記の命題以外にも、基本性を自負している一連の命題が存在する。しかし、それらは相対性理論の出発点をなす公準と論理の適用範囲の不当な拡大から生じた結論であるにすぎず、それらが真の現実と合致しているかどうかはまったく明らかではない。

アインシュタインは 1933 年に行った「理論物理学の方法について」と題するハーバート・スペンサー記念講義 [2, 184 頁] において、理論物理学をいかに構築する必要があるかについて、自らの考え方を次のように述べている。

「……理論物理学の公理的基礎は実験から抽出することができない。それは自由に発明されなければならない……。実験はしかるべき数学的概念を我々に示唆することができる。しかし、数学的概念はけっして実験から導き出すことはできない。ところが、創造の真の根源はまさに数学に固有のものである。そえゆえ私は、純粋な思惟は真実を捉えることができるという古代人の信念は、かなりの程度まで正しいと認められると考えている。」

「……理論の基礎的概念および基本的仮説の実験に対する「近似性」が理論の重要な長所であり、無論、そのような理論に対してより大きな信頼を寄せるのが正しいということに同意するべきである。そのような場合は大きく横道にそれる危険性がより

小さい。なぜなら、とりわけ、実験でそのような理論を覆すのに要する時間と労力をはるかに少なく済むからである。しかし、我々の認識が深まれば深まるほどますます、物理理論の論理的単純性と統一性に向けた我々の努力において、我々はこの長所を放棄しなければならなくなる。」[3, 726 頁]

このような所説を弁証法的唯物論の有名な命題、すなわち「現実・実践の観点が認識論の第一の基本的観点でなければならない」[1, 145 頁]、また「自然の客観的法則性を認め、この法則性が人間の頭脳に近似的に正しく反映されることを認めること、それが唯物論である」[1, 159 頁]といった命題と比較してみると、自然法則の認識における実践の役割の評価という点で、これらの間には著しい違いがあることを確かめることができる。

自然科学の一般的諸命題の厳密な裏付けの必要性がますます強く感じられつつあることとの関連から、相対性理論の結論の適用範囲を世界観に関する基本的カテゴリーにまで広げることの妥当性を再度評価しなおすとともに、現代理論物理学によってしかるべき根拠もなく否定されてしまった別の考え方も導入することがより正しいのかどうかについて検討するため、相対性理論の出発点をなす公準、論理構成および実験的裏付けが持つ意味を、再度批判的に解明することが望まれる。

現在、アインシュタインの相対性理論の各種の現代化版も含め、総括的科学理論としての役割を自任する新たな諸理論が出現しているだけになおさらのこと、相対性理論の論理的基礎が持つ意味の批判的解明を行うことが不可欠となっている。それらの理論は、相対性理論に含まれる個々の、しばしば非本質的な過誤を批判しているにもかかわらず、恣意的に選ばれた不変量や恣意的な公準に依拠し、それぞれの物理現象ごとに具体的に現れる物質*の現実の多種多様な運動全体を時空のゆがみに帰着させているため、相対性理論の基本的な方法論的誤謬を繰り返す結果となっている。

この分析的概観には、最近 100 年間に出版物として発表された相対性理論の論理的・実験的裏付けに関連する資料が含まれている。この概観は完全性を自負するものではけっしてないが、ここには、その主要部分が特殊および一般相対性理論の多数の信奉者たちによって引用あるいは言及されている、様々な資料が反映されている。

相対性理論に関連する方法論上の問題に関する筆者の見解は文献 [29, 30, 173] で述べられている。

第1章 相対性理論の論理的根拠

1.1. 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

周知のように、アインシュタインによって完成された特殊相対性理論の公準は、

1. 任意の慣性参照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）の進行の一様性，

2. 真空中における光伝播速度の光源の運動に対する非依存性およびすべての方向における光伝播速度の一様性

である [4, 10 頁 ; 5, 152 頁]。

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。これらは両者ともに、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、このことは直ちに、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付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、光子の移動時における移行過程について検討することを可能とする。そしてこのことは、任意の気体媒質または液体媒質について当てはまるかもしれない。

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。

周知のように、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、その根拠となったのは1851年のフィゾーの実験 [6]、またマイケルソンが最初は1880~1881年に単独で、その後1886~1887年にモーリーと共同で行った実験 [7~9] の結果の分析であった。

フィゾーによって行われた実験は、光の伝播方向に沿って運動する水の中における光速度を決定することを目的としていた。実験データの処理結果においては、水中における光速度の大きさは

$$u = \frac{c}{n} \pm \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)v$$

であることが示された。ここに c は真空中における光速度、 n は媒質の屈折率、 v は媒質（水）の運動速度である。

このように、フィゾーの実験は、光が運動する媒質によって部分的に引きずられることを証明した。

マイケルソンーモーリーの実験は「エーテル風」の大きさを決定する目的で行われた。これは、エーテルは地球によって引きずられないと想定されていたからである（ローレンツのエーテル非引きずり仮説）。実験結果は、少なくとも、行われた実験の精度の範囲内では地球表面上に「エーテル風」は存在せず、したがってエーテルが存在するとすれば、エーテルは地球により完全に引きずられていることを示した。

アインシュタインは論文「相対性原理とその帰結」（1910年）[5, 140頁]においてフィゾーの実験結果を分析し、次の結論に至っている。すなわち、運動する流体による光の部分引きずりは、「……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。

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（強調は筆者）、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付けられなかった、このように、ここには矛盾があると指摘した上で、次のように述べている。

「……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。」

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、上記の2つの実験から導き出される結論の間における矛盾の存在という事実の物理学的説明を放棄することができると考えていたことが分かる。媒質——エーテル——の否定を必要としていないのは、アインシュタインによって指摘された他ならぬ第2の可能性であるにもかかわらず、こちらの可能性は著名な物理学者たちの誰によってもまったく発展させられなかった。

擾乱エネルギーの物理的担体（エーテルがそれである）の役割を考慮する必要性を否定するということは、まず第1に、現象の物理的本質の解明の必要性を否定するということである。それは、提案されている関数依存性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・数学的記述を選んだ上で、現象というものを、その現象の形式的・数学的記述の範囲内に閉じ込めようとする試みである。このようなアプローチが不適切であることは、当時、いわゆる物質*の運動論を発展させていた一連の研究者らによって指摘されていた[10~12]。

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[13, 253頁]）において、エネルギーが物質*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) [14, 689 頁] 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) [15, 160 頁] 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、我々はエーテル、すなわち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 (?!——筆者) 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、次のような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、しかも両者の創始者は同一人物なのである。

エーテル風の検出作業が E. モーリーと D. ミラー (1904~1905 年)、さらに D. ミラー (1921~1925 年)、そして最後に A. 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。これらの実験は肯定的結果を与えた。すなわち、エーテル風が検出されたのである。このことは自然界におけるエーテルの存在を一義的に裏付けており、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 [16~19] が現れ始めたのは、最近のことである。これらの文献では、特に、当時相対性の問題が他の研究者たち、とりわけ H. A. 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 [20]。得られた変換は「ローレンツ変換」として世界中に知られることとなり、アインシュタインの特殊相対性理論においても自然界にエーテルが存在しない証拠の一つとして利用された。相対性の問題はフランスの数学者ポアンカレ [21] その他一連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、どの量が他の量に依存しない不変量であるか、または不変量として取られるかに応じて、残りの量が関数となる。他の量に依存しない量は物理不変量である。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現象との関係で検討され、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。

しかし、普遍的物理不変量であり得るのは、物質*の組織化のすべてのレベルにおけるすべての物理現象に絶対的に現れる物理的カテゴリーのみであることは明らかである。そのような不変量であるのは、運動、物質*、空間および時間のカテゴリーである。個別的な物理現象のいかなる個別的な性質も、不変量として登場することはできない。例えば重力現象や核現象のように、物理現象の大部分は光放射を伴っておらず、電磁気とは無関係であることを念頭においてみるならば、光速度を普遍的な不変量とみなし、この量を物理学という建物全体のためにその土台となる量として適用することには、いかなる根拠もない。以上述べたことから、相対性理論の公準の選択に際しては、その創始者であるアインシュタインによってある乱暴な仮定がなされたと断定せざるを得ない。彼の推論においては、光速度（個別的現象である光の個別的性質である速度）が事実上、普遍的な不変量となっているからである。

1.2. 特殊相対性理論の論理

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。

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 [4, 8 頁] 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推論にもとづき、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、普遍的物理不変量、すなわち核過程や重力過程を含

め、任意の過程において一定であり、変化することのない量として宣言されている——このインターバルの構成要素の一つである光速は、核過程や重力過程とまったく無関係であるにもかかわらず。

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。

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

ここに $\beta = v/c$ 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。

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

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

が導き出される。ここから、特に $v < c$ が、また $u = c$ かつ $v = c$ の場合に限り $v = c$ 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の限界性という次の結論は興味深い。

「信号伝達のために利用することができ、真空中で光より速く伝播することができ

るような相互作用は存在し得ない。」[51]

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いう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 u が可能であり、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、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、そうだとすると、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だろう。

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、同時性概念も明確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登場す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（図 1.1）。

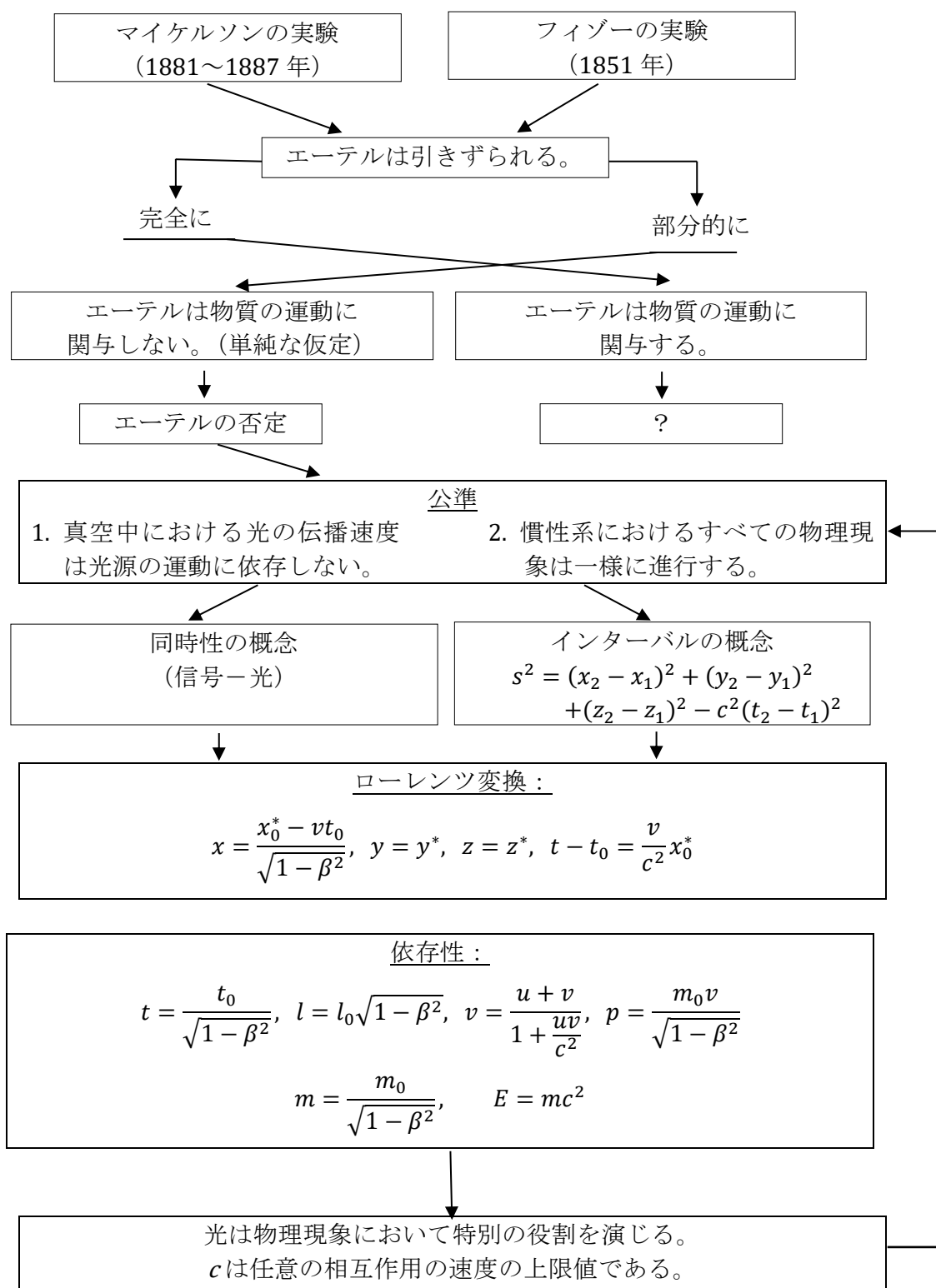


図 1.1. 特殊相対性理論の論理

1.3. 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，

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

の概念である。

ここで、インターバルの概念には、電磁気的な量，すなわち、一般相対性理論の主題である重力とはまったく無関係な光速が含まれている。重力相互作用は電磁相互作用とは異なる基本的相互作用であり、相互作用エネルギーの点で電磁相互作用とは42桁(!)もの違いがあることを思い出すとよい。

$$ds^2 = (dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2 - (dx^0)^2$$

あるいは縮約形で

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

であるから，

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

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。ここに $g_{ik}^1 = g_{lm} \frac{\partial x^l}{\partial x^{1i}} \cdot \frac{\partial x^m}{\partial x^{1k}}$ は新たな非慣性参照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の性質が導き出され、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、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（図 1.2）。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であるから、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 [heuristic value, さらなる発見を促す力] 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。

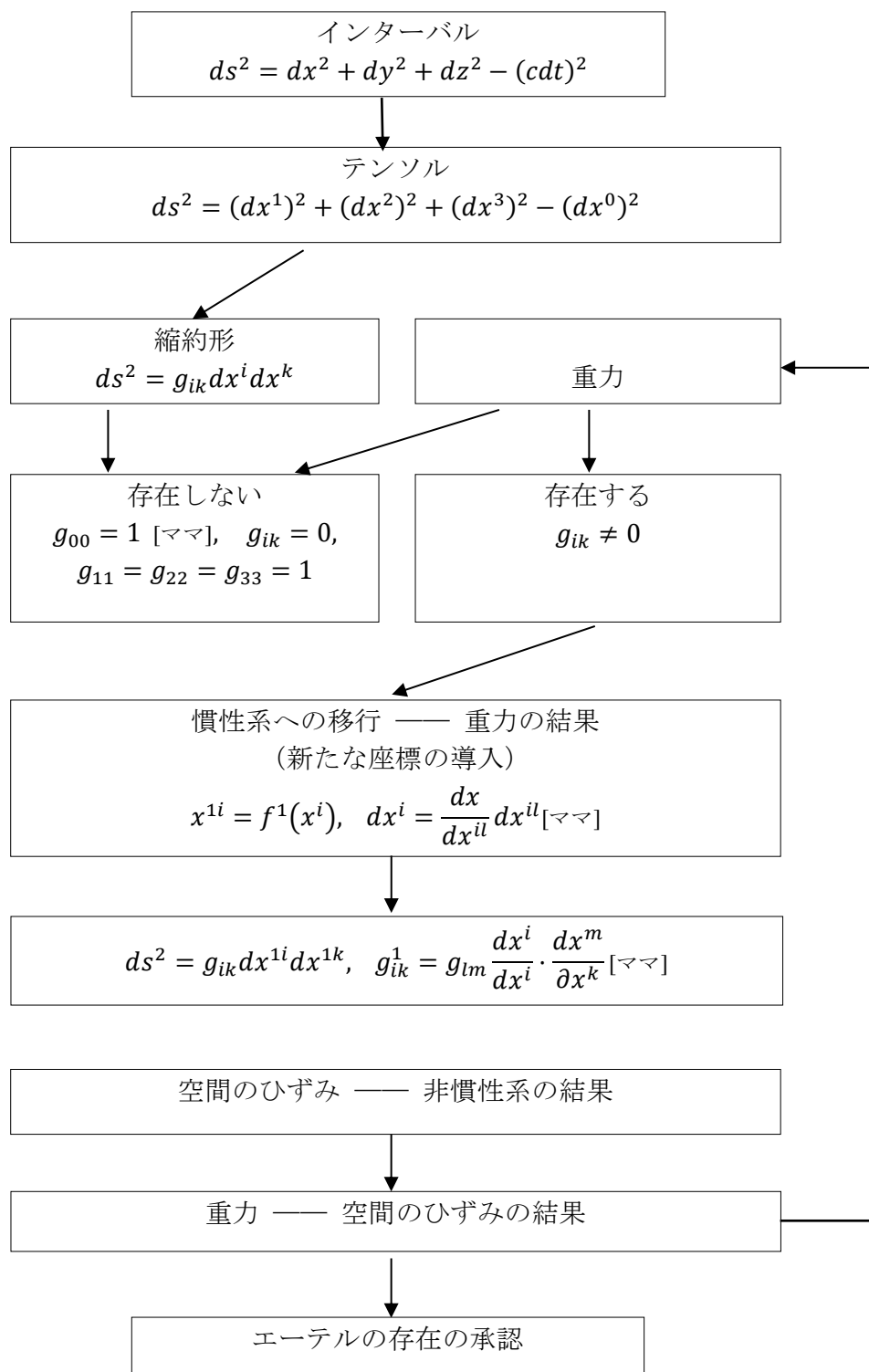


図 1.2. 一般相対性理論の論理

第 2 章 実験設定の方法論的特徴と実験結果の解釈

2.1. 実験の設定および実施のいくつかの方法論的特徴

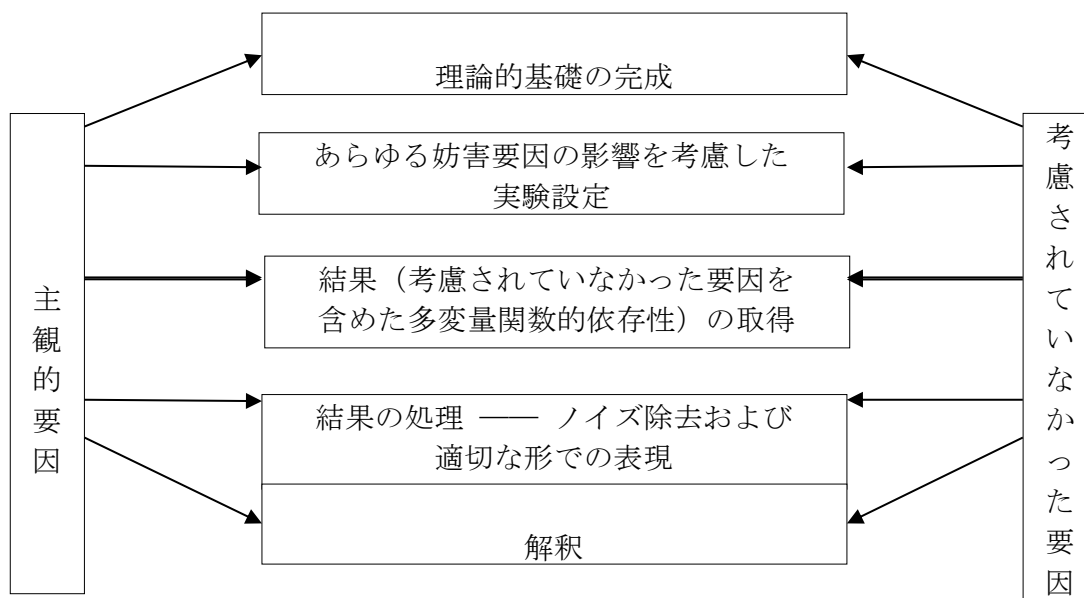


図 2.1. 実験データ取得の順序

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あらかじめ条件付けており、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付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。

これが現実に行き起きていることを示す、多数の例をあげることができる。

1919 年、A.エディントンは、太陽の近傍における星の光線の偏向を日食時に測定す

る最初の実験を行った。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。このことは直ちに、アインシュタインの一般相対性理論を裏付けるものと解釈された。総じて言えば、この方面における一連の実験はすべて、その結果の処理が、実験が裏付けるべき当該の理論に従って行われている、すなわちきわめて非客観的なやり方で行われているという特徴を持っている。

マイケルソンの実験では一定の肯定的結果が得られていたにもかかわらず、その結果は「否定的」または「ゼロ」と解釈されている。

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にもかかわらず、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付けるものと解釈されている。

等々、である。

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（図2.1）。

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。

あれこれのモデルを利用することにより、実験の実施過程でその間の相互関係が探求されるべき、しかるべき諸パラメーターが明らかになるのと同時に、あらゆる実験に常につきまとう妨害要因も発現する。実験者はその要因を考慮しなければならない。さもないと、その妨害要因が作用した結果が、実験の主な結果として解釈される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あげることができる。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。

2.2. 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付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ということだけなのである。

ここで問題とされているのは、任意の有限な数の要因が任意の（無限な）数の理論と合致し得るのと同様、得られた実験結果は任意の（無限な）数の理論の枠内に収まり、それによってそれらの理論を「裏付ける」ことが可能であり、しかもそれらの理論が相容れない理論である場合でさえ、それが可能であるということである。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付けに関する一連の実験である。それらが裏付けているものは、通常言われているように特殊相対性理論それ自体なのではなくて、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にすぎない。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案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アイデア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付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付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、そして実験者の一般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、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 [27, 175 頁]。

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、質量の変異性という結論が導き出される。しかし、ブッシュ [28] が指摘しているように、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ことに筆者は注意を向けたことがある [29, 159 頁]。最後の解釈には、それを裏付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、現象モデルやあれこれの付随要因の重要性についての理解、不変量の選択、その他一連の事柄を含めた全体的設定に対して本質的に依存しているが、実験の設定や実験結果の評価に際し、これらの事柄が常に考慮されているとはとても言い難い。

特殊および一般相対性理論の裏付けに関する実験結果の評価は、以上の点を考慮に入れて行うべきである。

第 3 章 特殊相対性理論に関する実験

3.1. 光路長 10 m 超の干渉計によるエーテル風の研究

現象の本質および実験目的

静止エーテルに関する H. A. ローレンツの仮説が検証される。この仮説によれば、太陽の周りを回る地球の軌道運動に伴い、地球表面上においてエーテル風が観測され、その速度は 30 km/s であるはずである。実験の目的はエーテル風の存在の事実およびその速度の解明である。

実験のスキームおよび実施方法

この実験では、相互に垂直な 2 つのアームを持つ干渉計（図 3.1）が用いられる。

計器を 90° 回転させた時の干渉計の干渉縞のシフトを観測する。予想されるシフト量は $\delta = 2D \frac{v^2}{c^2}$ である。ここに D は光路長、 v はエーテル風の速度である。

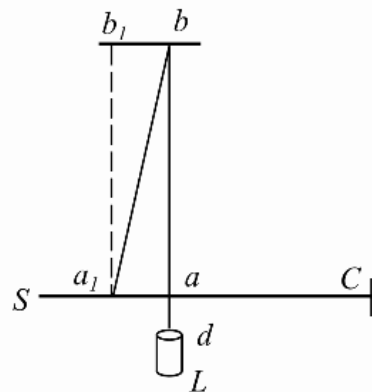


図 3.1. 干渉計によるエーテル風検出実験のスキーム

実験の実施時期および場所

- ・ 1880 年, ベルリン, 海拔 $H \leq 0 \text{ m}$ (マイケルソン)
- ・ 1881~1882 年, ポツダム, $H \leq 0 \text{ m}$ (マイケルソン)
- ・ 1887 年, 米国, クリーブランド, $H \leq 0 \text{ m}$ (マイケルソンとモーリー)
- ・ 1904~1905 年, 米国, クリーブランド, $H = 250 \text{ m}$ (モーリーとミラー)
- ・ 1921~1925 年, 米国, ウィルソン山, $H = 1860 \text{ m}$ (ミラー)
- ・ 1929 年, 米国, ウィルソン山, $H = 1860 \text{ m}$ (マイケルソン, ピーズ, ピアソン)

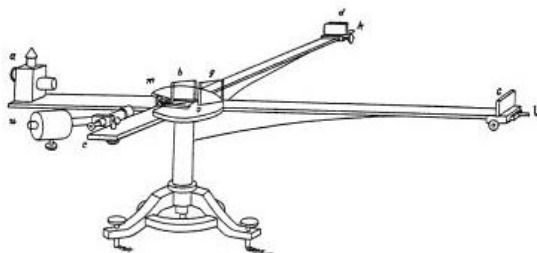
表 3.1. 計器のパラメーター, 測定結果および実験者らによる結果の処理

[31, 27~52 頁, 32~46 頁]

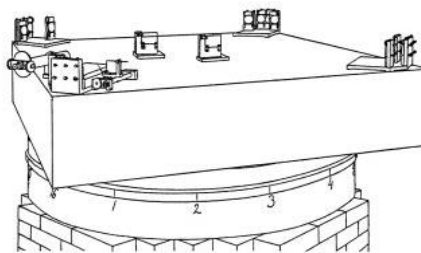
年	実験者	D, m	$n / \text{km/s}$	H, m	$v, \text{km/s}$
1880	マイケルソン	1.2	0.0013	0	≤ 18
1881~1882	マイケルソン	1.2	0.0013	0	≤ 18
1887	マイケルソン, モーリー	11	0.013	0	≈ 3.5
1904	モーリー, ミラー	32	0.04	0	≈ 3
1905	モーリー, ミラー	32	0.04	250	$\approx 3 \sim 3.5$
1921~1925	ミラー	32	0.04	1860	$\approx 8 \sim 10$
1929	マイケルソン	25.9	0.03	1860	≈ 6

実験者らの結論

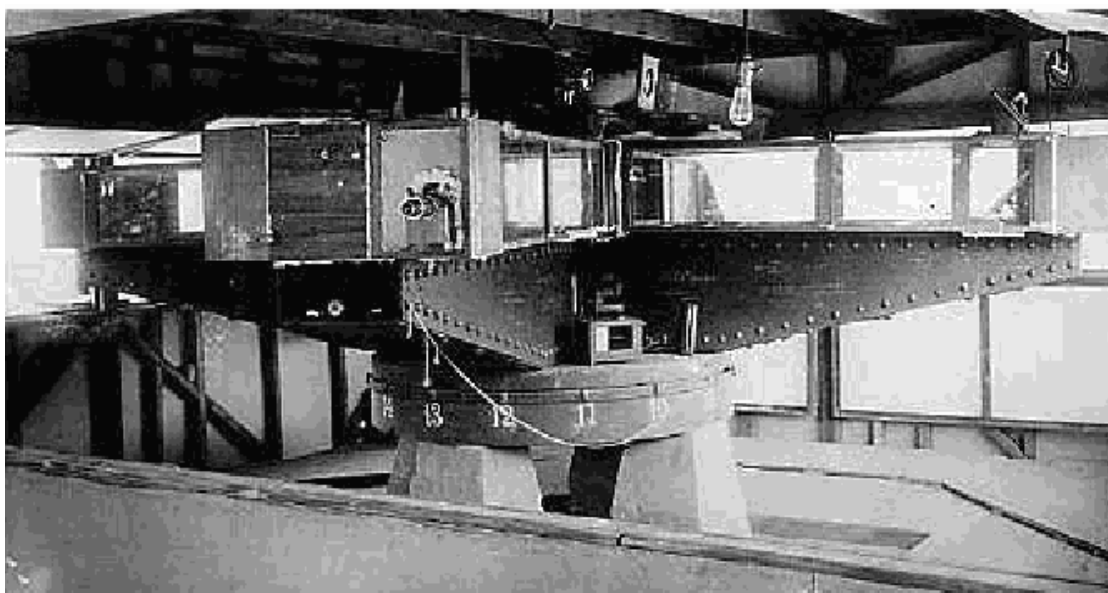
地球表面上にエーテル風は存在しない。エーテル風の速度値は高度とともに増加する。



A. マイケルソンの干渉計, 1881 年



A. マイケルソンと E. モーリーの干渉計, 1887 年



D. C. ミラーが 1924~1926 年にウィルソン山天文台（米国カリフォルニア州パサデナ）で使用したエーテル風探索用干渉計

1. S. I. ヴァヴィロフは 1887 年のマイケルソン-モーリーの実験の一次データを処理し、次の干渉縞シフト表を得た [31, 33 頁]。

表 3.2.

方位	16	1	2	3	4	5	6	7	8
シフト	+0.02	+0.005	+0.01	-0.01	-0.03	-0.005	0.000	+0.015	+0.02
方位	9	10	11	12	13	14	15	16	—
シフト	-0.02	-0.01	0.000	+0.01	+0.02	+0.03	0.000	0.000	—
		5		5	0	0			

この表から分かるように干渉縞シフト量の最大差は 0.06 であるが、30 km/s という速度の計算値は干渉縞の 0.4 のシフトに相当するから、この数値は 4.5 km/s というエーテル風の速度値を与える。ただし、ここではさらにエーテル風の方角を考慮する必要がある、この点は後にミラーによって確定された。彼のデータによれば、エーテル風の方角はりゅう座の γ 星から地球に向かっており、これは天の極から 26° である。実験の実施場所がクリーブランド（北緯 41° ）であることを考慮すると、干渉計の平

面はエーテル風の方角に対し、地球の 1 日の自転の間に $+15.5^\circ$ から -67.5° まで方向転換することになる。ここから、2 つのコサインの次の和が得られる。

$$\cos 15.5^\circ + \cos (-67.5^\circ) = 1.34$$

したがって、マイケルソンとモーリーは 1886~1887 年の実験でエーテル風の速度として $v_0 = \frac{4.5}{1.34} = 3.4 \text{ km/s}$ という値を得ていたのであって、通常断言されているようにゼロ値を得たのではけっしてない。

これらの結果は、1904~1905 年におけるモーリーとミラーのデータと良く（測定誤差および計算誤差の範囲内で）相関している。1904~1905 年には海拔 250 m において 3 km/s というエーテル風速度値が彼らによって得られた。しかし、その時には実験結果の処理の際、地球近傍の空間内におけるエーテル風の方角はまだ考慮されていなかった。その実験で得られたエーテル風速度値は不完全なものであり、その値の射影でしかなかったことを考慮すると、エーテル風速度値を

$$v_{250 \text{ min}} = \frac{3}{\cos 15.5^\circ} = 3.1 \text{ km/s から}$$

$$v_{250 \text{ max}} = \frac{3}{\cos (-67.5^\circ)} = 7.8 \text{ km/s まで}$$

の範囲内にあるとみなした上で、得られた結果をそれぞれのコサインに分配する必要がある。

こうして結局、海拔 1860 m においてエーテル風の速度値は 8 ないし 10 km/s であったということになる（1925 年のミラーのデータによる）。地球の自転と公転を考慮したこの実験でミラーにより得られたエーテル風速度値の差にもとづき、地球近傍の空間内における銀河全体の中でのエーテルの移動方向を決定することも可能である。

1929 年には、上記と同じ海拔において若干低すぎるエーテル風速度値、すなわち 6 km/s がマイケルソンにより得られた。この低さは実験の実施条件によって容易に説明される。ミラーが実験用として建てたのは「軽量の小屋」であった。彼は建物が軽量であることを重視し、特にこのことに言及している。これに対し、マイケルソンが実験用に建てたのは、彼自身が言及しているように、堅固な建物であった。ミラーの小屋と比べ、マイケルソンの建物の壁が持つエーテル動力学的抵抗のほうが大きくならなければならないのは当然であり、このことが得られたデータにおける差を説明している。

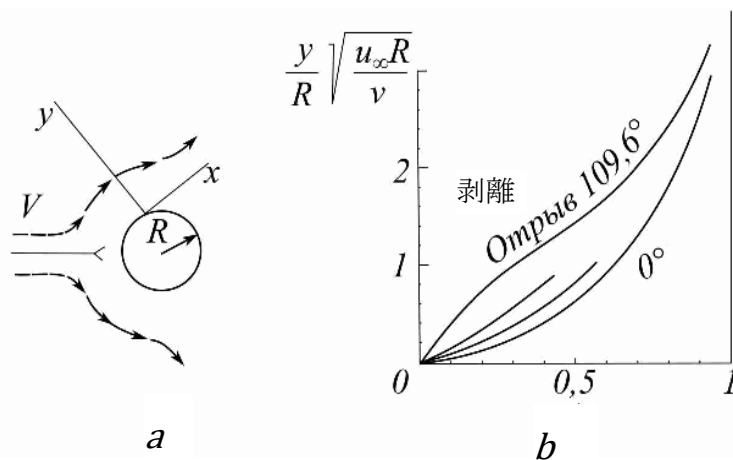


図 3.2. 球への気体流の吹き付け

2. 得られたデータは、球に吹き付ける気体の境界層理論と良く整合しており（図 3.2）[47, 227~232 頁]、このことはエーテルが気体状の構造を持っていることを示している。V.A.アツュコフスキー [29, 285 頁] が証明したように、地球は第二宇宙速度（11.18 km/s）で地球内に入って来るエーテルを吸収する。これは、エーテル風の水平成分が地球表面上ではなく、ある深度において減衰することを意味している。

3. 上記より次の結論が導き出される。

- a) エーテルは存在する。
- b) エーテルは気体状の構造を持っている。
- c) ミラーのデータによれば、エーテル風の方角はりゅう座の ζ 星から地球に向かっている（26°, 17 時 10 分）。
- d) エーテル風の速度には、太陽系内における地球の運動のすべての成分、銀河内における太陽系の運動、および銀河内におけるエーテルの運動が合計されている。地球に対するエーテル風の全速度は、おそらく 300~600 km/s 程度と思われる。

3.2. 光路長 5 m 未満の干渉計によるエーテル風の研究

現象の本質および実験目的

第 3.1 節と同じ。

実験のスキームおよび実施方法

第 3.1 節と同様。

実験の実施時期および場所

- ・ 1926 年、パサデナ, $H = 1860$ m（ケネディー）
- ・ 1926 年、ブリュッセル, $H = 2500$ m（ピカールとスタエル [Piccard and Stahel]）
- ・ 1927 年、パサデナ, $H = 1860$ m（イリングワース [Illingworth]）

実験者らの結論

ケネディーおよびイリングワース——エーテル風は存在しない。ピカールとスタエル——結論および結果は非確定的である。

表 3.1. 計器のパラメーター、測定結果および結果の処理
[31, 42~47 頁； 43, 267~373 頁； 48~53]

年	実験者	D, m	$n / \text{km/s}$	H, m	$v, \text{km/s}$
1926	ケネディー	2	$2 \cdot 10^{-3}$	1860	0
1926	ピカールとスタエル	2.8	$4 \cdot 10^{-3}$	2500	7
1927	イリングワース	2	$2 \cdot 10^{-3}$	1860	1

コメント（筆者）

干渉縞の端部の 10 ないし 15 %にぼやけが生じる場合には、 $(2\sim 4) \cdot 10^{-3}$ の干渉縞で計器の感度を確保することは不可能である。上記の実験のためにこのような計器を使用することは許容されない。これらの実験は不正確である。結果にはいかなる価値もない。

3.3. 部分真空中におけるエーテル風の研究

現象の本質および実験目的

真空中における光速の測定，およびエーテル風が光速に及ぼす影響の決定。

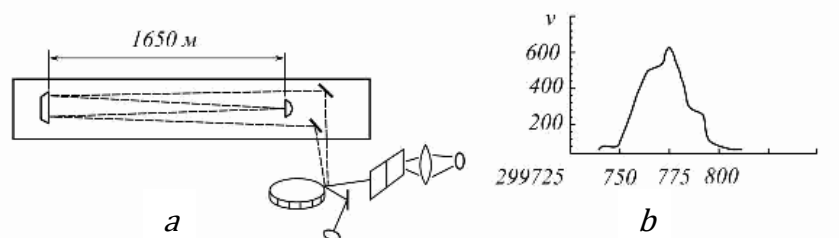


図 3.3. 部分真空の管内におけるエーテル風の測定：
a—実験のスキーム，b—得られたデータの処理結果

実験のスキームおよび実施方法

直径 1 m の鉄管内部の空気を圧力 0.5~5 mmHg まで部分的に排除する。光が所定距離 (1650 m) 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。鉄管は海拔 1860 m (ウィルソン山天文台) に設置された (図 3.3)。

実験結果 [54, 55]

平均光速は一定であり，エーテル風の直接的影響は認められなかった。

実験者らの結論

エーテル風は存在しない。これに先行する実験の結論は，おそらく誤りである。最終意見はない。

コメント (筆者)

実験者らは，きわめて大きなエーテル動学的抵抗を持つ管壁金属の遮蔽効果を考慮していない。管内部のエーテルは外部のエーテルから遮断されており，ミラーはこの点に注意を払っていた。犯されたこの方法論上の誤りは，マイケルソン自身，そして実験を実行した共同研究者 F.ピーズおよび F.ピアソンがエーテルの本性を理解していなかったことを物語っている。

結論

この実験は方法論的に誤っており，その結果にはいかなる価値もない。ただし，もし管が非遮断性の材料で作られていたならば，このような実験は成功を収めていたかもしれない。

3.4. メーザーによるエーテル風の研究

現象の本質および実験目的

第 3.1 節と同じ。

実験のスキームおよび実施方法

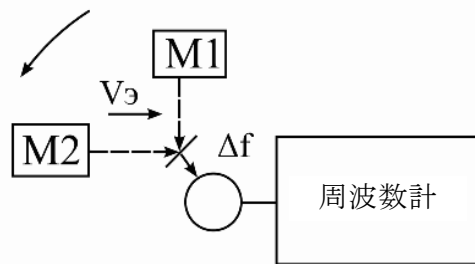


図 3.4. メーザーによるエーテル風検出実験のスキーム

2つのメーザー（高周波放射発生器） M_1 および M_2 を、メーザー M_1 からの放射がエーテル風の方向に沿って発射され、メーザー M_2 からの放射がエーテル風の方向に対して垂直に発射されるように配置する。2つの放射はプレートにより受け止められ、そのプレート上に干渉縞画像が形成され、干渉縞は2つのメーザーの周波数の差に等しい周波数だけシフトする。差分周波数は受光器で捉えられ、周波数計によって 10^{-11} に達する高い精度で測定される（図 3.4）。

実験者らは、プレート上で受け取られる信号の周波数はエーテル風の速度に依存し、周波数計により測定される周波数の差はエーテル風の速度に依存していると予想している。それゆえ、エーテル風の大きさを決定するため、エーテル風の方向に対する装置全体の位置関係が相異なる（ 90° 間隔）場合について、それらの差分周波数が比較される。

実験の実施時期および場所

・1958~1962年、米国、コロンビア大学（Ch.タウンズ [Townes] 研究グループ）

実験結果

すべての実験において $\Delta f = 0$ 。

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（筆者）

Ch.タウンズとその共同研究者らによって行われた実験は、方法論的に誤っている。なぜなら、高周波振動の発振源と受振点が相互に静止している場合には、発信される信号と受信される信号は常に相互に等しい、すなわち常に $\Delta f = 0$ であるからである。

エーテル風の速度の大きさに依存するのは、受信される信号の位相差のみである。この位相差を 1° 未満、すなわち 0.3% 未満の誤差で計測するのはおそらく可能ではなかろう。しかも、移動する干渉縞の画像の場合には、この誤差を達成することすらできない（この実験では、2つのメーザーの初期周波数差により、干渉縞は周波数 25 kHz で移動していた）。

結論

この実験は方法論的に誤った設定のされ方をしており、もし実際にエーテル風が存在していたとしても、その検出を可能とすることが原理的にできない。その結果はいかなる価値もなく、ただ単に、実験者らがドップラー効果の本質を誤って理解していたことを物語っているにすぎない。

3.5. エーテル中における回転効果に関する研究

現象の本質および実験目的 [56~58]

その内部で光ビームが一定の面積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。ここに 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。

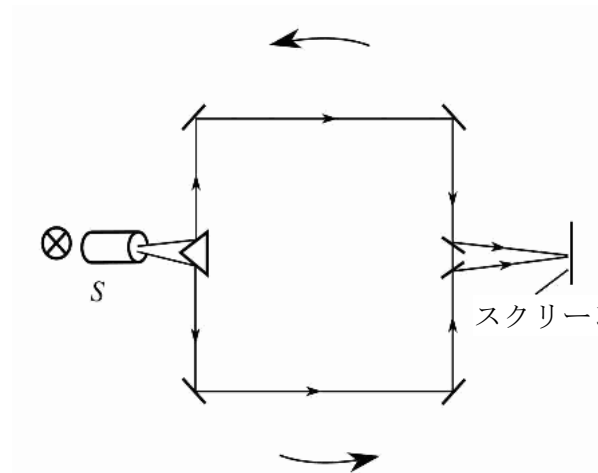


図 3.5. サニャック渦効果検出実験のスキーム

装置全体をのせる台の上に、光源から出た最初の 1 本の光ビームが 2 本に分けられた後、各光ビームが閉じたループに沿って進み、次に再び 1 本にまとめられ、干渉画像を形成するようにミラーを設置する（図 3.5）。台が回転した時の干渉縞のシフトを観察する。この効果は「サニャック効果」と呼ばれるようになった。

実験の実施時期および場所 [31, 53~61 頁； 108]

- ・ 1912 年，ドイツ，イエーナ（ハーレス [Franz Harress]）
- ・ 1913 年，フランス，パリ（サニャック [Georges Sagnac]）
- ・ 1925~1926 年，ドイツ，イエーナ（ポガニー [Bel Pogany]）
- ・ 1925 年，米国，イリノイ州（マイケルソンとゲイル [Henry G. Gale]）

表 3.4. 計器のパラメーターおよび実験結果

年	実験者	S	n	$\Delta\lambda$ 計算	$\Delta\lambda$ 実験	備考
1912	ハーレス	0.1 m^2	12.5	正の効果が得られた。		回転台。光路はガラス中。
1913	サニャック	863 cm^2	0.86	0.0297	0.0264	回転台。光路は空气中。
		866 cm^2	2.35	0.079	0.077	
1925~1926	ポガニー	0.125 m^2	20~33	0.906	0.920	同上
1925	マイケルソンとゲイル	$2 \cdot 10^4 \text{ m}^2$	$7.5 \cdot 10^{-6}$	0.236	0.230	地球。光路は部分真空中。

実験者らの結論

エーテルは疑いなく存在する。地球の自転を含め、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 (筆者)

1. S.I. ヴァヴィロフの意見によれば、「もし二次精度の実験結果がゼロと判明するより前にサニャック現象が発見されていたとすれば、無論、この現象はエーテルの存在を示す輝かしい実験的証拠と見なされていたであろう」[31, 57 頁]。

ヴァヴィロフはマイケルソン-ゲイルの実験について次のように書いている [31, 60 頁]。

「このように、正の効果が再び我々の前に現れた。この効果は、エーテルは地球の自転時にそのまま残り、地球によって引きずられることはないという予想を驚くべき精度で裏付けている。」

2. ヴァヴィロフを含む何人かの研究者は、二次精度の実験の「ゼロ」結果と本節における実験の肯定的結果との間の矛盾を指摘しているが、それと同時に、相対性理論は回転運動について検討していない以上、回転効果は相対性理論と矛盾しないと述べている。その際、ヴァヴィロフは次のように指摘している。

「ところが、エーテルが同時に静止し、かつ運動しているということは力学的に考え得ることである。例えば、月は地球により、太陽の周りを回るその運動に引きずり込まれているが、しかし地球の自転にはまったく関与していない。」[31, 60 頁]

回転実験の結果と特殊相対性理論の間に矛盾はないという主張には、次の 2 つの理由によって同意することができない。

第 1 に、特殊相対性理論はその原理においてエーテルを受け容れない。他方、回転実験は、回転を通じてではあるが、自然界におけるエーテルの存在を示している。

第 2 に、大きさがゼロではない回転する物体の周辺上におけるあらゆる運動と同様、台の周辺に沿った光の運動は並進運動である。この並進運動にはさらに光ビームの方向転換をも伴っていることは別の問題であるが、しかしこのことは事の本質を変えるものではない。

3. エーテルの粘性 (内部摩擦) の小ささを考慮すれば、回転実験の結果は容易に説明することができる。回転台は、その回転によってエーテルを捕捉するのに間に合わないのである。その捕捉が確保されるためには、台内部のエーテルが外部のエーテルから遮断されていること、そして台が一方向に十分長い時間 (数日間、あるいは数か月間ということがあり得る) 回転することが必要である。この事態の度合いは、エーテルが地球によって吸収される [29, 285 頁] ことによってさらに強まる。それゆえ、地球の自転 (マイケルソン-ゲイルの実験) および台の回転によるエーテルの捕捉はわずかしき感じ取られないのである。それでもなお、マイケルソン-ゲイルの実験における計器の示度と理論的計算値との間に小さな差 (0.236 に対して 0.230) が存在するということは、地球の自転 (公算が最も大きいのは地球大気) によるエーテルの部分引きずりを裏付ける証拠となっている。

4. 現在、サニャック効果は台を使わないレーザー慣性航法システムに実用目的で幅広く導入されている。このシステムでは高精度の角速度センサーにサニャック効果が利用されている。このように、この効果の存在については、現在ではいかなる疑念も持たれていない。

5. 回転実験の肯定的結果、ならびにマイケルソンとモーリー (1886~1887 年)、モーリーとミラー (1904~1905 年)、ミラー (1921~1925 年) およびマイケルソン (1929 年) の二次精度の実験の肯定的結果を考慮すると、世界空間を満たす媒質であるエー

テルが自然界に存在し、その構造は気体状で、粘性はきわめて小さいと一義的に判断せざるを得ない。

3.6. 荷電粒子を用いた質量の速度依存性に関する研究

現象の本質および実験目的

特殊相対性理論の命題によれば、粒子の速度が増加すると、その質量は

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

という法則に従って増加するはずである。

実験の目的は、粒子質量の現実の増加量を決定し、その結果を上記の公式と比較することである。

実験のスキームおよび実施方法

コンデンサーの電界中および永久磁石の磁界中において、加速された荷電粒子を通過させ、粒子の痕跡を写真乾板に記録する。磁界の方向はコンデンサーの電界と同じ方向を向いている。粒子は電荷を帯びているため、電界中では電界の力線の方に偏向し、その先では磁界の力線に対して垂直の方向に偏向する。その結果、写真乾板上における痕跡の座標は粒子の速度および電荷の関数となる（図 3.6）。

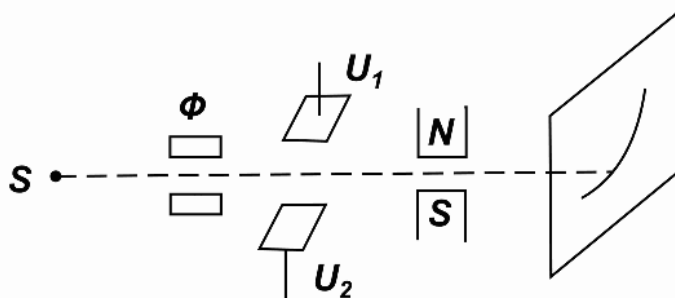


図 3.6. 質量の速度依存性の研究に関する実験スキーム

放出された粒子は自然に（放射性同位元素を利用する場合）、または強制的に（加速器を使用する場合）加速され、写真乾板上に曲線が記録される。その曲線を分析することによって依存性 $\frac{e}{m} = f_1(v)$ を、また電荷の大きさは既知とみなされるから $m = f_2(v)$ を見出すことができる。

この最後の依存性が次の依存性

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

と比較される。

実験の実施時期および場所 [31, 62~73 頁 ; 78, 59~77 頁 ; 79~81 ; 262~272 [ママ]]

・1901~1906年, カウフマン[59~61] : ラジウムの放射能を利用し, 計算にもとづいて $\beta = 1.034$ (?) までの速度が研究された。

・1907~1909年, ブッヘラー [62, 63, 64, 70, 71] : ラジウムの放射能を利用, $\beta \leq 0.687$

・1914年, ノイマン [72] : 放射能を利用, $\beta \leq 0.85$

・1916年, ギュイとラヴァンシー [73, 74] : 陰極線を利用, $0.22 \leq \beta \leq 0.49$

・1933年, ゲルラッハ [75]

・1935年, ナッケン [76] : 陰極線を利用, $\beta \leq 0.7$

磁場中における荷電重粒子 (陽子, 重陽子, α 粒子) の加速方法の開発に際しては, 粒子の質量の大きさの変化を粒子の移動速度と関連付ける特殊相対性理論の公式にもとづいた計算結果が利用される [78, 272 頁]。質量の増加を考慮しない場合には, 加速場と荷電粒子の運動の間における同期化が失われることになる。

実験者らの結論

・カウフマン : 結論は非確定的である。

・ブッヘラー : 相対性原理が裏付けられた。 $0.3173 \leq \beta \leq 0.687$ の時, $1.752 \cdot 10^7 \leq (e/m) \leq 1.767 \cdot 10^7$ が得られた。

・ノイマン : $0.3915 \leq \beta \leq 0.85$ の時, $1.767 \cdot 10^7 \leq (e/m) \leq 1.771 \cdot 10^7$ が得られた。このことは, $\beta = 0.85$ の時, 質量がほぼ3倍に増加すると, 電荷も3倍 (?) に増加するということを意味する。

・ギュイとラヴァンシ : 相対性原理が裏付けられた。 $0.2581 \leq \beta \leq 0.4829$ の時, $1.041 \cdot 10^7 \leq (e/m) \leq 1.139 \cdot 10^7$ が得られた。

加速器の開発者たち, また加速器を使用して研究を行っている実験家たちの意見によれば, 加速器の設計の際, 相対論的効果に補正を加える必要があるということは, 特殊相対性理論の正しさを一義的に裏付けている。

コメント (筆者)

1. 得られた実験データに関する一連の不審点は, 現在に至るまで解明されていない。不審点としては, 特に次の点があげられる。

a) N.P.カステリン [70] により行われ, N.N.シャポチニコフ [71] により再検証された計算は, ブッヘラーの曲線は特殊相対性理論に従って行われた計算と合致していないことを示している。

b) もし粒子の質量が速度の増加とともに増加するのであれば, ノイマンの結果からは, 粒子の電荷は自発的に増加するという結論が導き出される。

c) カウフマンの結果からは, 粒子の一部は原子核から超光速で飛び出すという結論が導き出される。

2. 既に上記において指摘したように, 得られた結果は, 粒子の質量は速度の増加に伴って変化しないという理解にもとづいて, 次のように解釈することも可能である。

a) 粒子の電荷の変化として [27, 28]。

b) 電場および磁場と粒子の電荷の間の相互作用係数の変化として。なぜなら, その相互作用の大きさは粒子に対する場の滑り量によって決定され, その滑り量は粒子速度の増加とともに減少する [29] からである。すると, 実効電圧は

$$E = E_0 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

と等しい。すなわち, 電場から粒子に作用する力は速度の増加とともに減少するのであり, すべての効果はこのことによって説明される。

c) エーテルが気体動力学の法則に従っていることの結果として。これに関しては次の3つの表式を比較することが適切な検討の進め方となる。

$$P_1 = \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \approx 1 + 0.5\beta^2 + 0.375\beta^4 + \dots$$

$$P_2 = \frac{P_{\text{総圧}}}{P_{\text{静圧}}} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2}M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

$$P_3 = \frac{P_{\text{総圧}}}{P_{\text{静圧}}} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2}M^2\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

ここに $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ は気体の比熱比であり、単原子気体の場合は $\gamma = 1.67$ 、二原子気体の場合は $\gamma = 1.34$ 、温度上昇時はすべての気体について $\gamma \rightarrow 1$ である。
 $\gamma = 1.67$ のときは

$$P_2 = \left(1 + \frac{1}{3}M^2\right)^{2.5} = 1 + 0.833M^2 + 0.208M^4 + \dots$$

$$P_3 = \left(1 + \frac{1}{3}M^2\right)^{1.5} = 1 + 0.5M^2 + 0.041M^4 + \dots$$

($M = 1$, $P_2 = 2.05$, $P_3 = 1.54$ のとき)

を得る。

$\gamma = 1.4$ のときは

$$P_2 = (1 + 0.2M^2)^{3.5} = 1 + 0.7M^2 + 0.175M^4 + \dots$$

$$P_3 = (1 + 0.2M^2)^{2.5} = 1 + 0.5M^2 + 0.175M^4 + \dots$$

($M = 1$, $P_2 = 1.893$, $P_3 = 1.577$ のとき)

を得る。

$\gamma = 1$ のときは

$$P_2 = 1 + 0.5M^2 + 0.175M^4 + 0.0208M^6 \dots$$

$$P_3 = 1 + 0.5M^2 + 0.175M^4 + 0.0208M^6 \dots$$

($M = 1$, $P_2 = P_3 = 1.7$ のとき)

を得る。

$\beta = M = 0.8$ のとき、上記のすべての依存性は相互にきわめて良い近似値となることに注目したい。顕著な不一致が始まるのは0.85~0.9の値からであり、これらの依存性の間で選択を行うことができるのは、この値以降のみである。

d) 周囲のエーテルの質量が付け加わることによる質量増加の結果として。このことには何人かの研究者が注意を向けていた [69]。

あらゆる解釈の可能性が上記のバリエーションによって列挙し尽くされたわけではけっしてない。粒子速度の増加に伴う粒子質量の増加効果として現在解釈されている効果については、上記以外にも多数の解釈がある。もちろん、実際には、現実の状況下では1つではなく複数の原因が同時に生じている。しかし、これまでこれらについて分析を行った者は事実上一人もいない。

したがって、諸実験において得られた結果を特殊相対性理論を裏付けるものと一義的にみなすことには根拠がない。すなわち、それらの結果のうち、粒子速度の増加に伴う粒子質量の増加に関する特殊相対性理論の公式の枠内に収まるものは、相異なった解釈をすることが可能であり、他方、その枠内に収まらないものは、例えばそれらの結果と矛盾しないエーテル動力学の立場から再検証され、別の解釈が加えられなければならない。

3.7. 時間の流れの速度依存性に関する研究

現象の本質および実験目的

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

$$\tau = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad \beta = \frac{v}{c}$$

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。

実験の目的は、運動物体の場合における現実の時間を測定し、上記の依存性を裏付けることである。

実験のスキームおよび実施方法 [78, 266 頁 ; 82~91]

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次のとおりである。

・ μ 中間子 (ミューオン) : $\tau_0 = 2.2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$, $l_0 = 600 \text{ m}$

・ π 中間子 (パイオン) : $\tau_0 = 2.56 \cdot 10^{-6} \text{ s}$, $l_0 = 7.68 \text{ m}$

大気上層 (ミューオンは高さ $H \approx 18000 \text{ m}$, パイオンは $H \approx 46200 \text{ m}$) で生じた中間子が大気下層に存在する事実を確定する。このことにより、上記の公式にもとづく計算を行うことが可能となる。

実験のパラメーターおよび結果

・ 1940~1941 年, ウィリアムスとロバーツ [82] : ウィルソンの霧箱内における中間子の自然崩壊を観測。

・ 1940~1941 年, オージェとメイズ [83], メイズとシャミナード [84], シャミナード, フレオン, メイズ [85] : カウンターにより自然崩壊を観測。

・ 1941 年, ロッシとホール [86] : $\beta \approx 0.99$ 未満の一定のエネルギーを持つ中間子が通過した行程を測定。

・ 1938~1941 年, アイヴスとスティルウェル [89, 90] : $\beta \approx 0.004$ で陰極線管により観測。

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おり、特殊相対性理論にもとづく計算と合致している。

コメント (筆者)

1. 大気下層における中間子の検出に関して示されている飛程それ自体が、上に引用した時間に関する相対論的公式にもとづいて算出されたものである。例えば、パイオンの場合の 46.2 km という飛程は、大気中におけるパイオンの速度は光速より 10^{-8} しか小さくないという仮定にもとづいて得られている。しかし、大気中におけるそのような光速はそれよりも大幅に減少して $0.99973c$ となるのだから、 π 中間子は光を追い越すはずであるということになってしまう。このように、計算は不正確であり、したがって中間子の場合、現象の定性的描像しか議論の対象となり得ない。

2. 大気中における不安定粒子の飛程の増加はいくつかの原因を持っている。例えば、

・ 大気中への突入の初期速度が大きくなるにつれて、粒子が空気分子と相互作用する時間が短くなり、その結果、不安定化要因の作用が減少する。

- ・気体状エーテル中における粒子の運動速度が大きくなるにつれて、中間子の周囲のエーテル境界層内における速度勾配が増加し、境界層内における粘性が減少し、中間子の安定性が増加する。これは、周囲のエーテルへのエネルギーの排出が減少するためである。

このように、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付けではなく、現象の内部メカニズムの存在について物語っている。そのメカニズムこそが解明されるべきである。

第 4 章 一般相対性理論に関する実験

4.1. 等価原理の検証

現象の本質および実験目的 [93~109]

慣性質量と重力質量の比を調べる。一般相対性理論によれば、その比はあらゆる種類の材料と参照系について一様であるはずである。

実験方法

1. ねじり秤の向かい合う腕の上に、相異なる材料からなる、同じ大きさの 2 つの質量を載せる。もし慣性質量と重力質量の比が 2 つの質量において異なっているとすれば、地球の自転の遠心力によるモーメントと重力によるモーメントとの差の結果により、その差に起因するモーメントが生まれ、そのモーメントが糸をねじれさせるはずである。
2. 落下の違いを検出するため、地球重力場内において、最初は水平方向、次に垂直方向のスピンの持つ中性子のビームの落下を調べる。

実験結果

- ・1890~1922 年, エトヴェッシュ [93~96]: 2 つの質量の等価性が 10^{-8} 以下の誤差で裏付けられた。
- ・1910 年, サウゼリス [97]: 放射性物質の場合について 2 つの質量の等価性が裏付けられた。
- ・1917 年, ゼーマン [98]: 2 つの質量の等価性が定性的に裏付けられた。
- ・1957~1963 年, ディッケ [99, 100]: 金およびアルミニウムの質量の等価性が 10^{-11} 以下の誤差で立証された。
- ・1965 年, ダブス [106]: 中性子ビームの場合について 2 つの質量の等価性が 10^{-3} 以下の誤差で立証された。

実験者らの結論

上記の実験は、重力質量と慣性質量の等価性に関する一般相対性理論の結論を一義的に裏付けている。このことは、あらゆる慣性参照系が等価であることを意味している。まさにこのことにより、一般相対性理論は実験的裏付けを得た。

コメント (筆者)

1. 重力質量と慣性質量の等価原理はガリレイとニュートンの力学から直接導き出される。これらの力学において、重力質量と慣性質量の比は物体の本性とは常に無関係であり、等速運動および直線運動をしているすべての参照系において一様である。したがって、上に列挙したすべての実験は、単に、普通の古典力学を裏付けているにすぎない。これらの命題の裏付けを一般相対性理論の裏付けと考えることには根拠がない。
2. 上記にもかかわらず、重力と慣性の相異なる本性を指摘することができる。これはエーテル動力学的世界像から導き出される [29]。すなわち、重力がエーテル中における熱拡散過程の発現であるのに対して、慣性質量は物質*が持つ本来の性質である。

これが意味するのは、地球表面におけるのとは異なった条件下、例えば、エーテル動力的熱拡散過程が数値的に地球表面とはいくらか異なっている大重力質量の近傍、あるいは大重力質量の深部においては重力定数はより小さいものとなり、これに応じて重力質量もより小さいものとなるのに対して、他方、慣性質量はあらゆる条件下で変化しない、ということである。このような実験は地球上の深い立坑内で行うことが原理的に可能である。その際に比較されるのは、地球表面から等しいレベルに置かれている相異なる材料ではなく、最初は地球表面あるいは高所に、次に立坑内に降ろされた同一の試料のデータとしなければならない。

4.2. スペクトルの重力偏移に関する研究

現象の本質および実験目的 [22~25; 110]

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。このことは、あらゆる過程も同様に遅くなることを意味する。実験の目的はこの事実を裏付けることにある。

実験方法 [111~116]

1. 太陽スペクトルの相対偏移が一般相対性理論による $2.12 \cdot 10^{-6}$ と等しいかどうかを調べる。
2. 地球上において放射線源の配置高度を変化させた時の原子放射線の周波数偏移を調べる。

実験結果

・1960 年、パウンド、レブカ（米国）[111~113]（ジェファーソン物理学研究所）：高度が 21 m 変化した時の Fe^{57} スペクトルの相対偏移の予測値が $4.92 \cdot 10^{-15}$ であるのに対して、 $(5.13 \pm 0.51) \cdot 10^{-15}$ の実験値が得られた。

・1960 年、克蘭ショー、シッフアー、ホワイトヘッド（米国）[114]：高度変化時の Fe^{57} スペクトルの偏移を研究し、実験結果と一般相対性理論の予測値との定性的一致を得た。

・1964 年、メリニコフ（プルコヴォ）[115]：太陽スペクトルの偏移を研究し、実験結果と一般相対性理論の予測値との定性的一致を得た。

実験者らの結論

重力場中での時間の遅れに関する一般相対性理論の命題が裏付けられた。

コメント（筆者）

1. スペクトルの重力偏移という同一の結果は、重力ポテンシャルが変化した時の複雑な分子中における電磁気力による原子間結合の弾性の減少、核子の結合エネルギーの減少、および原子の励起状態のエネルギーの減少によって説明することができる。

2. 気体状エーテル仮説 [29] によれば、重力とはエーテル中における熱拡散過程の発現である。重力ポテンシャルの増加はエーテルの固有温度の低下と、したがってまたエーテル中の圧力の低下と関係している。その結果、あらゆる種類の結合は弾性を減少させ、質量は同じであっても固有振動周波数は減少する。

3. これらの実験の正確さはある種の疑念を生じさせる。この点は一連の著者によっ

て指摘されている。

クランショーとその研究グループによって行われた実験は R. パウンドと G. レブカの論文で次のように批判されている。

「我々の研究は、クランショーの実験からはいかなる結論も下すことができないことを示している。」[113, 482 頁]

しかし、パウンドとレブカの実験も疑問の対象とすることができる。放射装置の検出器が 1° の温度差を捉えそこねただけで、探索されている効果と同一の効果が生じるのである。実験が行われた際、温度は補正值の導入という方法でたしかに考慮されていたが、その補正值は決定されるべき値の 5.5 倍の大きさに達していた。補正值の導入の正確性に保障はない。

O. A. メリニコフによって得られた結果は定性的なものでしかない [116, 219 頁]。しかも、あらゆる妨害要因を考慮に入れた効果の正確な計算はきわめて複雑であり、そもそも実行することすらできないだろうと指摘されている。

このように、重力ポテンシャルの存在の結果による時間の流れの遅れという一般相対性理論の命題を裏付ける一義的な確証のための根拠は存在しない。

4.3. 遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」に関する研究

現象の本質および実験目的

一般相対性理論の結論によれば、宇宙は膨張しており、このことは遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」にもとづいて判定することができる。一般相対性理論によれば、「赤方偏移」はドップラー偏移の結果である。実験では偏移の大きさが評価される。

研究結果 [117~120]

1929 年、ハッブルは「赤方偏移」の事実を確定し、対象までの距離に対する「偏移」の依存性

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = H \frac{R}{c}$$

を導き出した。ここに $H = 3 \cdot 10^{-18} \text{c}^{-1}$ (ハッブル定数) である。

ハッブルの法則は様々な天文学者たちによって何回も検証され [121]、真の現実と一致している。実験では星々 (銀河) のスペクトルが通常のスペクトルと比較される。特徴的なスペクトル線の相互の位置関係にもとづいて z の大きさが決定され、輝度にもとづいて距離 R が決定される。ここから H の値が見出され、その大きさは多数の測定についてほぼ同一である。

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、すなわち銀河は互いに遠ざかっている。これは宇宙が膨張していることを意味しており、このことは一般相対性理論の結論および理論自体の正しさを裏付けている。

コメント (筆者)

1. ハッブルの法則にプランクの法則の表式

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

を代入すると,

$$z = \frac{E_0 - E}{E} = \frac{\Delta E}{E} = -H \frac{\Delta R}{c} \text{ または } \frac{dE}{E} = -H \frac{dR}{c}$$

を得る。ここから,

$$E = E_0 e^{-\frac{H}{c}R} = E_0 e^{-\frac{R}{R_0}}, \quad R_0 = 10^{26} \text{ m または}$$

$$E = E_0 e^{-Ht} = E_0 e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad T_0 = 10^{10} \text{ 年}$$

を得る。

したがって,「赤方偏移」は「宇宙の膨張」ではなく,光子のエネルギー損失,例えば世界空間を満たしているエーテルの粘性によるエネルギー損失 [29] を証明しているのである。

2. ドップラー効果については,通常の古典物理学のレベルにおけるかなり多数のきわめて多様な説明が存在する [122]。したがって,遠方銀河のスペクトルの「赤方偏移」は一般相対性理論を裏付けているとみなす根拠はない。「赤方偏移」は他の多数の仮説や理論の枠内に収まっている。

4.4. 水星軌道の近日点移動に関する研究

現象の本質および研究目的

一般相対性理論の結論によれば,水星軌道の近日点は 100 年間に 42.9" 移動するはずである。研究の目的は実際の近日点移動を確定し,観測結果を一般相対性理論の予測と比較することである。

研究結果 [31, 91~92 頁; 123~137]

- ・ 1889 年, ルヴェリエ [Le Verrier], [31]
- ・ 1898 年, ニューコム [Newcomb] [123]: 計算によって 43.49" の値を得た。グロスマン [Grossmann]: 計算によって 29" ないし 38" の値を得た。
- ・ 1926 年, シャジィー [124, 125]: 34.96"
- ・ 1943 年, クレメンス [126, 127]: $42.56'' \pm 0.94''$
- ・ 1956~1958 年, ディンコンブル [128, 129]: $43.11'' + 0.45''$
- ・ 1973 年, モリソン [136]: $41.9'' \pm 0.5''$

実験者らの結論

実施された観測にもとづいて行われた計算の結果は,水星の実際の近日点移動は一般相対性理論の予測と一致していることを示している。

コメント (筆者)

1. 何よりもまず,実験データはニューコムによって決定された 43.49" ではなく,それよりも小さい数字を与えていることに注目する必要がある。その大きさはグロスマンによれば 40", シャジィーによれば 35" であった。クレメンス, ディンコンブルおよびモリソンの計算はもっと近い結果を与えているが,一部の文献でも述べられているように,いずれの場合も 0.1" 以下の誤差で一致していると言うことはできない。キー

ンレ[Kienle][31, 91 頁]は様々な惑星の近日点の回転値について次の表を与えている。

表 4.1.

No.	惑星	Ω	アインシュタイン	ゼーリガー [Seeliger]
1	水星	+6.18 "±0.50 " +8.62 "±0.50 "	+8.82 "	+8.42 "
2	金星	-0.08 "±0.26 "	+0.06 "	+0.05 "
3	地球	+0.21 "±0.13 "	+0.06 "	+0.07 "
4	火星	+0.86 "±0.36 "	+0.13 "	+0.59 "

この表の第 3 列では近日点の回転値にその惑星の軌道の離心率を掛けた値が比較されている。

S.I.ヴァヴィロフ [31, 91 頁] が指摘しているように、この値は水星についてさえ間違いなく確定した値とみなすことはできず、それ以外の惑星については非確定性の度合いはさらに大きい。近日点が惑星の他の諸要素による擾乱とは別個に考察されている近日点回転の通常の計算は、実を言えば正確ではないとキーンレは指摘している。すべての諸要素の間の結びつきは切り離すことができず、そのため、ある要素の変化には他の要素の変化が伴う。しかし、この課題を完全かつ正確に解決することは克服しがたいほど困難である。このように、軌道の近日点回転値に関する問題は観測精度の点で、また計算精度の点で、依然としてかなり非確定的な状態にある [31, 91~92 頁]。したがって既知の擾乱が考慮されている場合でさえ、惑星軌道の状態の測定結果も計算結果も信頼し得るものとみなすことはできない。

2. 水星の近日点移動の真の大きさは43"や34"どころではなく、他の惑星からの擾乱によって引き起こされている 532"である（地球の場合、この大きさは 100 年間に 1154"である）ことに、何人かの研究者が注意を向けている [138, 119 頁]。

近日点の固有の回転値全体 [26, 253~254 頁] は $5599.74'' \pm 0.41''$ であり、算出された理論値は $5557.18'' \pm 0.85''$ であるから、その差分のみが $42.56'' \pm 0.94''$ 、すなわち差分全体である。ニュートン理論の立場から容易に説明される近日点回転値は、その差分よりも 100 倍大きい。J.シング [Synge] [26, 254 頁] が正しく指摘しているように、「ニュートン理論とアインシュタイン理論のこのような混合物は心理的に受け入れ難い。なぜなら、これらの理論が依拠するそれぞれの基本的な着想があまりにも異なっているからである」。しかし、このような混合物はそもそも許容され得るものではないと確信をもって考えることができる。

ある著者は、水星の近日点の観測値の成分は 5024~5027"であると指摘した上で、「一般相対性理論の帰結である、ただでさえなかなか見分けられないこの効果は、それに加えて、この効果とはまったく無関係な他の多数の惑星軌道の回転によって汚染されている」と述べている [31]。

3. 水星の近日点移動の原因については、様々な研究者によって述べられている多数の推測が存在する。もし近日点移動という現象が実際に存在するのであれば、そのそれぞれの推測は個々独立にこの現象を説明するのに十分な内容を持っている。ただし、この現象が本当に存在するかどうかはまた、上記の理由によって明白ではない。それらの推測のうちのいくつかをあげてみよう。

a) 太陽の自転に起因する太陽の扁平性。これに注意を向けているのは M.-A.トンヌラ [78, 286 頁] および R.ディッケ [132] である。近日点移動を完全に説明するためには、わずか $5 \cdot 10^{-5}$ の扁平率があれば十分である（比較のためあげると、地球は

1: $298.25 \approx 3.3 \cdot 10^{-3}$ の扁平率を持っている)。

b) 太陽の自転。これは水星の近日点移動のあり得る原因としてロクスバーク [Roxburgh] によって示された。

c) 光球, フレア, プロミネンス, 粒子および微粒子の形で太陽が噴出する質量。

d) 太陽風。太陽風の速度は太陽から遠ざかるにつれて減少し, このことが太陽からの距離に応じた重力定数の不安定性と同等の効果を与える (0.07 % の効果があれば十分である)。等々。

したがって, 水星の近日点移動を相対性理論の帰結とみなす理由はない。

4.5. 太陽の質量による光の偏向に関する研究

現象の本質および実験目的

一般相対性理論が示すところによれば, 重力質量の領域内において空間は「ゆがむ」。このことの帰結として, 重力質量の近傍を通過する光線は曲がるはずである。光線が太陽近傍を通過する場合, 見かけ上の星像の変位量は

$$\delta_{\text{実験}} = 1.75'' \frac{R_{\odot}}{R}$$

となるはずである。ここに $R_{\odot}$ は太陽の半径である。ニュートンによれば, $R = R_{\odot}$ のとき, 光線の偏向は $\delta_{\text{ニュートン}} = 0.84''$ のみである。

実験の目的は, 太陽円盤の周縁部上における星像の位置の差が

$$\Delta\delta = \delta_{\text{実験}} - \delta_{\text{ニュートン}} = 1.75'' - 0.84'' = 0.91''$$

となるか否かを解明することである。

実験のスキームおよび実施方法

天空の同じ領域を 2 回写真撮影する。

a) 日食時

b) 天空のその領域に太陽が存在しない時 (時間差は半年間とする) (図 4.1)

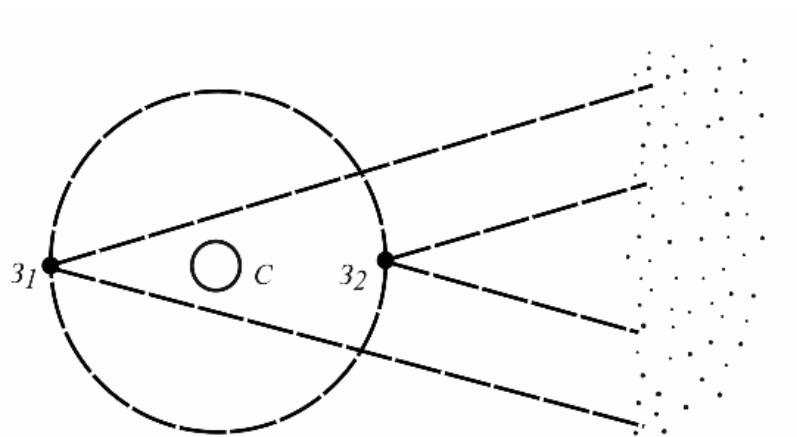


図 4.1. 光線が太陽近傍を通過した時の星像偏向検出実験のスキーム
(C : 太陽, $3_1, 3_2$: 地球)

得られた写真を比較する。星像の変位量を測定し、統計的に処理した後、一般的結果を太陽円盤の周縁部に補外する（太陽コロナが存在するため、太陽周縁部では直接観測を行うことができない）。

備考。太陽の視直径は $1919''$ 、月の視直径は $1985''$ 、すなわち、解明すべき量の 2000 倍である。

実験結果 [31, 79~89 頁 ; 109, 30~35 頁 ; 139~149]

太陽の質量による光の偏向に関する実験結果を表 4.2 に示す。

実験者らの結論

測定値の処理結果は一般相対性理論の計算の正しさを無条件に裏付けている。

コメント（筆者）

1. 測定結果の処理に際し、測定結果が直接的に依存している一連の本質的付随要因が見逃されている。ミッチェルのデータ [149, 415 頁] によれば、そのような要因は次のとおりである。

- a) 装置の光学的部分における星像のゆがみ
- b) 太陽コロナによる写真乾板の感光に関連する星像測定における妨害効果
- c) 写真の系統的なゆがみ。コロナの黒化部分はその他の部分よりも速く乾燥するはずであり、フィルムのコロナの画像内で収縮が生じている可能性があることをロス [Ross] が明らかにしている。写真乾板上のわずか 0.01 mm のずれは星像の $1''$ の偏向に相当し、そのゆがみ量がそれと同じ、あるいはそれより大きなオーダーの量を持つ可能性があることに注目すべきである。
- d) 月がつくる円錐形の影の内部の冷たい空気による地球大気中における異常屈折
- e) 太陽大気中における屈折
- f) クルボアジェ [Courvoisier] によって予想された年周屈折 [annual refraction]

2. 太陽近傍領域は太陽コロナによって感光しているため、データの補外が、星像が 1 つもない領域で行われている。その際、補外はアインシュタイン理論から導き出されるように双曲線補外法に従って行われている。なぜなら、この理論によれば、

$$\delta_{\text{実験}} = 1.75'' \frac{R_{\odot}}{R}$$

であるからである。

表 4.2.

年月日	観測地	補外結果	観測者	再計算
1919 年 5 月 22 日	ソブラル I [Sobral]	1.98 "±0.12 "	クロンメリン [Crommelin]	ダンジョン [Danjon] 2.05 "±0.2 "
	ソブラル II	0.93 "±0.3 "	デヴィッドソン [Davidson]	ホックマン [Hockman] 2.16 "±0.14 "
1922 年	プリンシペ [Principe]	1.61 "±0.3 "	コッティンガム [Cottingham], エディントン [Eddington]	
	ワラル I [Wallal]	1.74 "±0.3 "	チャング [Chang], ヤング [Young]	
	ワラル II	1.72 "±0.11 "	キャンベル [Campbell], トランプラー [Trumpler]	ダンジョン 2.05 "±0.13 " ドレインドリク [?] 2.07 "±? ホックマン 2.14 "±0.18 " ジャクソン 2.12 "±?
	ワラル III	1.82 "±0.15 "	キャンベル, トランプラー	ダンジョン 2.07 "±?
	カルディオ-ダウ ンス [Cardillo- Downes]	1.77 "±0.3 "	デ ヴ ィ ッ ド ソ ン, ロ ヴ ェ ル [Lovell]	
1929 年	タケゴン [Takegon]	2.24 "±0.10 "	フロイントリヒ [Freundlich], ブルーイン [Bruin], クリューバー [Klüber]	ダンジョン 2.04 "±0.27 " ジャクソン 1.98 "±0.14 " トランプラー 1.75 "±0.19 "
1936 年 6 月 19 日	クイブイシェフ カ [Kuibyshevka]	2.71 "±0.26 "	ミハイロフ [Mikhailov]	
	小清水 〔訳注〕 [Koshimizu]	2.13 "±1.15 " 1.28 "±2.67 "	松隈 〔訳注〕 [Matsukuma]	
1947 年 5 月 20 日	ボカイウバ [Bocaiuva]	2.01 "±0.27 "		
1952 年 2 月 25 日	ハルツーム [Khartoum]	1.70 "±0.10 "	ファン・ビース ブルック [Van Biesbroeck]	

* 〔訳注〕 表中の「小清水」は北海道斜里郡小清水町, 「松隈」は東北帝国大学教授松隈健彦 (1890~1950)。

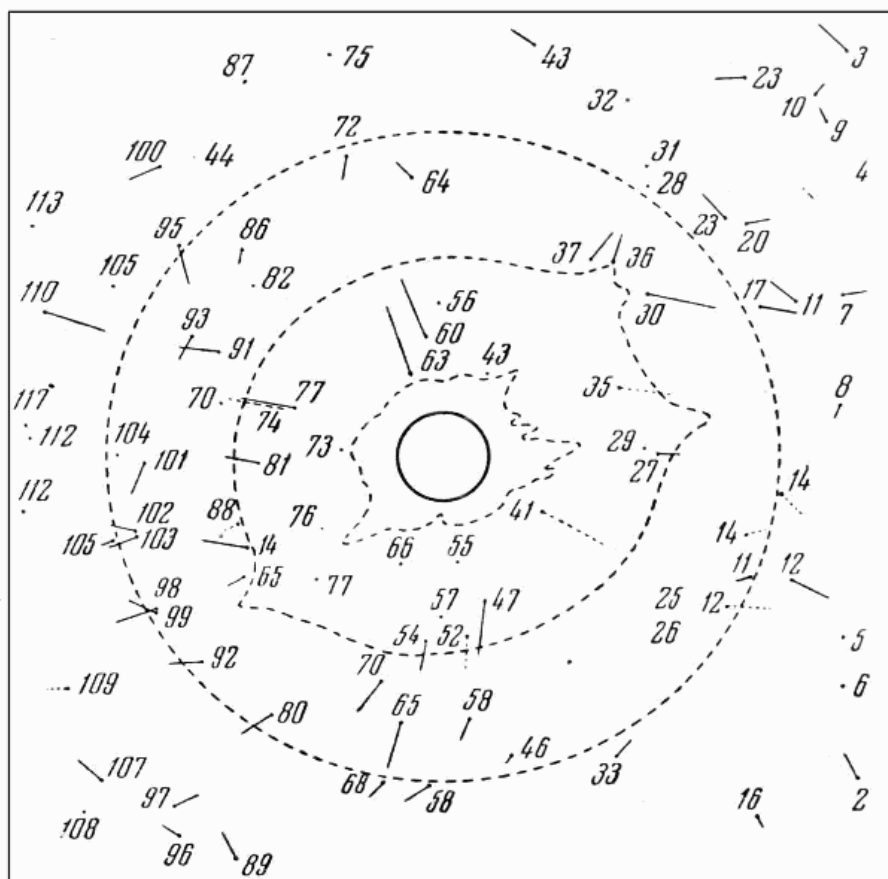


図 4.2. 写真乾板上における星像変位量

星像のすべての偏向の平均値にもとづく通常の補外は、ニュートン理論にもとづく計算値のほうにより著しく近い結果を与える。例えば 1922 年の実験の場合、その結果は $0.91''$ であるが、これはアインシュタインによる $1.75''$ よりニュートンによる $0.84''$ のほうにはるかに近い。

3. 示度のばらつきは、星の当該の位置に関する計算値から両側に 2~3 となっている。このことは読み取りの信頼性に疑念を生じさせる。読み取りはそれぞれの星像につき、半年間の間隔をおいて撮影された 2 枚の写真と比較する方法で行われるが、大きさが小さいため、顕微鏡を使って行う必要がある。

今述べたことの正当性を示す例として、1922 年の日食に関して S.I. ヴァヴィロフの本に引用されているデータ（キャンベルとトランプラーのデータ）を吟味することが適切である。

得られた写真上における星の変位量を図 4.2 に示す [31, 83 頁, 図 34]。変位量の統計的処理の結果を図 4.3 に示す [31, 89 頁, 図 36]。図から分かるように、太陽周縁部から 1 太陽半径以内の領域には星像はなく、算術平均偏差が突き当たっているのはおよそ $0.91''$ の値であって、アインシュタイン理論によればそうなるはずの $1.75''$ ではけっしてない。

少なくとも、双曲線によるデータの補外は疑わしい。なぜなら、その補外は極端に離れた領域に進んで行くからである。

4. 接線方向星像変位量の処理は、太陽から $1 \sim 1.5^\circ$ の距離の領域で時計方向の系統的変位（渦）が生じていることを示している。この渦は月の円錐影の存在によって容

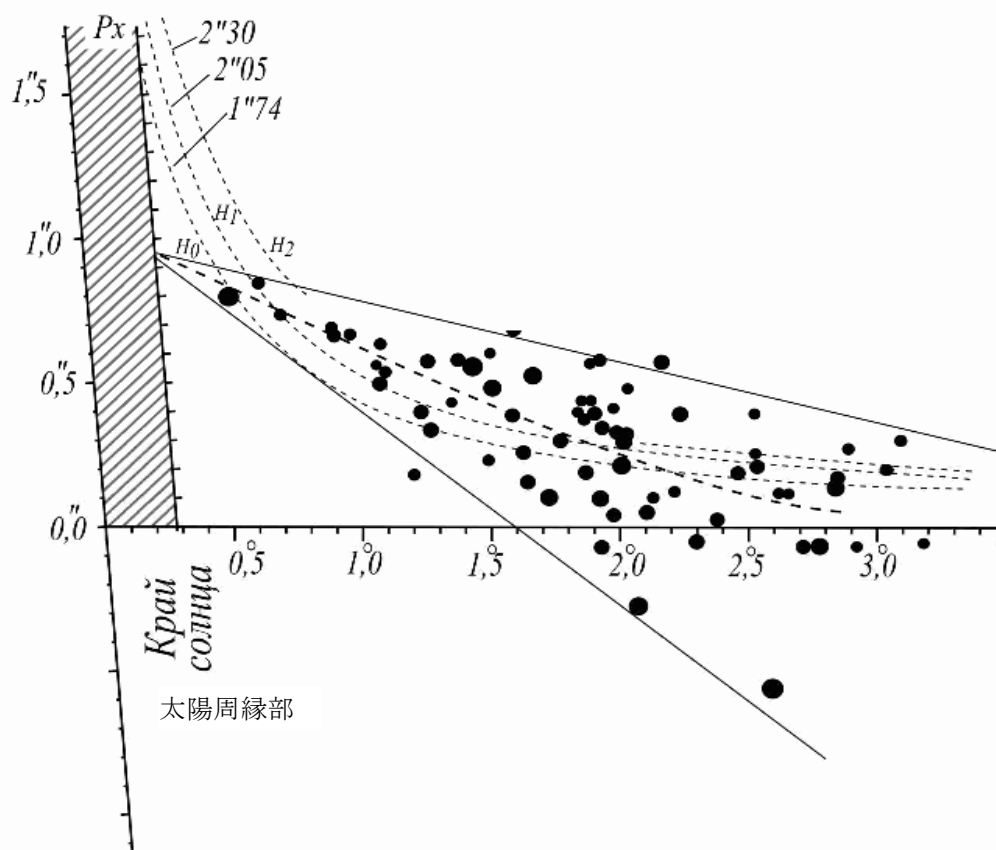


図 4.3. 星像変位量の処理結果

易に説明される。より低温の領域に空気が流れ込み、排水時に浴槽で生じるのと同様、漏斗状に回転し始める。フィゾー効果によって円錐の中心に向かって行く空気流が星像をさらに変位させる。このような変位は予測されている「空間のゆがみ」による変位と同じ方向に生じることになる。写真上で得られたわずか $0.05'' = 0.91'' - 0.84''$ の追加的変位は、このことによっても説明することができる。

5. 以前には、太陽大気の影響は考慮されていなかった。地球大気中における総屈折量は $70''$ である。仮に様々な効果が実際に生じているとした場合、それらすべての効果を完全に説明するためには、太陽大気中での屈折による星像の追加変位量は $1''$ 未満でなければならない。得られているデータによれば、わずか $0.1''$ の追加屈折量があれば十分である。このことは、太陽大気の密度が地球大気の密度の 40000 分の 1 の場合でも可能である。無論、そのような大気は完全に透明なはずである。それゆえ、太陽大気の不透明性という推定に関連した異議申し立ては意味を失うことになる。今日では、太陽大気が存在すること、そしてそれがかなり希薄なものであることが知られている。したがってその密度の数値的評価は事実上存在しないとは言うものの、それでもなお、太陽大気は上記の密度を持っている可能性があることを否定することにもやはり根拠はない。

以上述べた推論全体は、表 4.2 に列挙したすべての実験に対して当てはまる。それらの実験のうちどの 1 つにおいても、そのそれぞれが最終結果に著しい影響を与えるあらゆる本質的付随要因について、評価は行われなかった。このように、以上検討した実験結果をアインシュタインの相対性理論の裏付けとみなすことにはいかなる根拠もない。

4.6. 重力波検出実験

現象の本質および実験目的

一般相対性理論が示すところによれば、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。実験の目的はその重力波の検出である。

実験方法 [102, 161~169]

長さ 1.5 m、質量 1.5 t の 2 つのアルミニウム製円筒を互いに数百（数千）km 離れた場所に設置する。円筒はゴム製緩衝材（振動吸収フィルター）をほどこした鋼鉄製フレームに細い糸で吊り下げる。円筒とフレームは真空室に入れる。装置全体は産業ノイズから離れた場所に配置する。

円筒の機械的振動を水晶センサーまたは静電容量型センサーで電氣的振動に変換する。記録されると予想される円筒端部における振幅は $2 \cdot 10^{-16} \text{m}$ ($2 \cdot 10^{-10} \mu\text{m}$) であり、これは $10^4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1}$ のエネルギー流に相当するが、センサー自体においてはそれよりさらに小さい量となる。

実験結果

重力波検出実験は米国の J. ウェーバー [165] およびソ連の V. B. ブラギンスキー [161~164] によって行われた。ウェーバーの意見によれば、宇宙からやって来る重力波を円筒が記録していることを物語る、円筒の振動の一致が存在する。ブラギンスキーの意見によれば、結果については何も言うことはできない。少なくとも、多年にわたるセンサー示度の記録にもかかわらず、彼は現在にいたるまで肯定的結果を示すデータを提示していない。

実験者らの結論

実験結果についての実験者らの評価はかなり非確定的なものであり、いかなる事実データによっても裏付けられていない。

コメント（筆者）

1. Yu. S. ウラジミロフ [169] は、おそらくウェーバーはノイズ、例えば広帯域の宇宙線シャワー、誘導領域における動的重力場の作用といったノイズを遮断し損なったのではないかと指摘している。R. A. アダミャンツ、A. D. アレクセエフおよび N. N. コロスニツィン [170] は、ウェーバーが考慮していなかった磁気ノイズの存在を指摘している。

2. 変位センサーに対する要求事項がきわめて不適切であるため（自由電子の大きさが 10^{-15}m であるにもかかわらず、 $2 \cdot 10^{-16} \text{m}$ の感度が要求されている）、バックグラウンドにノイズや騒音が存在する状態で有効信号を分離することが可能であると確信することはまったくできない。これは、到来する信号が短時間であることとの関連から、信号の統計的処理の可能性が事実上排除されているだけになおさらのことである。

3. 文献 [171] には、ある著者ら（同上文献における [1~4]）の主張によれば、重力波はエネルギー運動量を持っていないとされているが、別の著者ら（同上文献 [15~18]）の主張によれば、負のエネルギーの重力波による輸送という結論が下され、第三の著者ら（同上文献 [5~14]）の主張によれば、重力波によって輸送されるのは正のエネルギーであるとされていることが示されている。この研究自体においては、

アインシュタインによって初めて得られた重力波放射によるエネルギー損失の計算のための公式が一般相対性理論からの帰結ではないということ、また、任意のエネルギー・運動量偽テンソルを利用した系の「エネルギー」と「運動量」の計算が物理的意味を持たないことが示されている [171, 7 頁]。

4. 一般相対性理論が示すところによれば、重力波の伝播速度は光速度に等しい。しかし、P.S.ラプラスが既に 1787 年に示したように [172]、月の永年加速を説明するためには、重力伝播速度を光速度の $5 \cdot 10^7$ 倍（文献 [29] に引用されている計算によれば 10^{13} 倍）以上と想定する必要がある。

現代の天体力学全体は、重力伝播速度は無限大であるという理解から出発している。これは、天体力学においては、遅延ポテンシャルを考慮していないニュートンとケプラーの静力学的公式しか利用されていないという事実から導き出されることである。

[もし遅延ポテンシャルが存在するとすれば、——訳者補足] 速度の不一致が太陽系諸惑星の位置の計算における本質的な誤りを不可避免的にもたらしたはずである。それゆえ、重力伝播速度は光速度よりも何倍も大きい。速度がこのようなものであるとすれば、検出器上の重力波信号は必然的にきわめて小さいものとなるはずである。なぜなら、空間中における勾配の減少は速度の増加に比例しているからである。重力波が存在し、その速度が光速度の $5 \cdot 10^7$ 倍または 10^{13} 倍であるとした場合、重力波信号は計算値のそれぞれ $5 \cdot 10^7$ 分の 1 または 10^{13} 分の 1 となる。そのため、現在の測定技術によってそのような信号を検出する望みはまったくくない。

このように、天体力学の経験は特殊および一般相対性理論の結論と矛盾しており、ウェーバーおよびブラギンスキーの実験の否定的結果がこのことを間接的に裏付けている。彼らの実験が相対性理論の正しさを何らかの形で裏付けているとみなす根拠はない。

結 論

1. 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次のことを示した。すなわち、理論のいずれの部分も

a) 恣意的に選ばれた、十分な裏付けのない公準に依拠している。

b) 普遍的物理不変量として、個別的な物理現象の個別的な性質、すなわち光速度をその構成部分とするインターバルという概念を不当な仕方を利用している。

c) 結論が出発点をなす命題へと導く、それ自体の内部で閉じた論理を持っている。

d) これらの理論にとって原理的かつ本質的な問題、すなわちエーテルの存在という問題において、相互の間で矛盾している。

2. アインシュタインの特殊および一般相対性理論の命題の検証を目的として様々な研究者によって行われた実験結果の分析は、**特殊および一般相対性理論の命題と結論を裏付ける、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ている。**

文 献

1. **Lenin V. I.** 「唯物論と経験批判論」, 『全集』(第 5 版), 第 18 巻, 1961, 全 423 頁。
2. **Einstein A.** 「理論物理学の方法について」, 『科学論集』, 第 4 巻, モスクワ, Nauka, 1967, 184 頁。
3. **Einstein A.** 「一般化された重力理論について」, 『科学論集』, 第 2 巻, モスクワ, Nauka, 1966, 719~731 頁。
4. **Einstein A.** 「運動物体の電気力学に寄せて」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 7~35 頁。
5. **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, 135~164 頁。
6. **Giozzi A.** 『物理学の歴史』, イタリア語からの翻訳: E. L. Burshtein, モスクワ, Mir, 1970, 全 463 頁。
7. **Michelson A. A.** Amer. J. Phys., 1981, 22. — P. 120-129.
8. **Michelson A. A.** Compt. Rend., 1882, 94. S. 520-523.
9. **Michelson A. A., Morley E. W.** Amer. J. Sci., 1887, 34. — P. 334.
10. **Tseitlin, Z. A.** 「物質の渦理論, その発展と意義」, J. J. Thomson 『電気と物質』所収, モスクワ, 1928。
11. **Mitkevich V. F.** 『主要な物理学的諸見地』, レニングラード, 合同科学技術出版所, 1934, 全 59 頁。
12. **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, 全 218 頁。
13. **Maxwell J. C.** 「電磁場の動力学的理論」, 『電磁場理論選集』, モスクワ, 国営技術理論文献出版所, 1952, 249~288 頁。
14. **Einstein A.** 「エーテルと相対性理論」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 682~689 頁。
15. **Einstein A.** 「エーテルについて」, 『科学論集』, 第 2 巻, モスクワ, Nauka, 1966, 160 頁。
16. **Duffy M. C.** Misconception about ether. Indian J. of Theor. Phys. 1980, 2.
17. **Denisov V. I., Logunov A. A.** 『一般相対性理論で定義されている慣性質量は物理的意味を持たない』, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1981, 全 10 頁。
18. **Brillouin L.** 『相対性理論の新たな見方』, モスクワ, Mir, 1972, 全 142 頁。[邦訳: レオン・ブリュアン『相対性理論の再検討—アインシュタインの盲点』(室岡義広訳, 講談社ブルーバックス, 1980)]
19. **Tyapkin A. A.** 『相対性原理』, モスクワ, Atomizdat, 1973, 全 332 頁
20. **Lorentz H. A.** Collected papers. V. 1-9. Hague. 1934-1939.
21. **Poincaré H.** 『科学と方法』, フランス語からの翻訳, 監修: V. F. Kagan, オデッサ, 1910, 全 384 頁。
22. **Einstein A.** 「重力が光の伝播に及ぼす影響について」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 165~174 頁。
23. **Einstein A.** 「一般化された相対性理論と重力理論の構想」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 227~266 頁。
24. **Einstein A.** 「一般相対性理論の形式的基礎」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 326~384 頁。
25. **Einstein A.** 「一般相対性理論の基礎」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 452~504 頁。

26. **Synge J.** 『一般相対性理論』, 英語からの翻訳, 監修: Z. A. Petrov, モスクワ, 外国語文献出版所, 1963, 全 432 頁。
27. **Jammer M.** 『現代物理学と古典物理学における質量概念』, 英語からの翻訳: N. F. Ovchinnikov, モスクワ, Progress, 1968, 全 254 頁。
28. **Bush V.** The force between moving charges // J. of Math. and Phys. 1925–1926, 5. — P. 192.
29. **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』, モスクワ, Energoatomizdat, 1990。
30. 『エーテル風——1881~1959 年の論文集』, 監修: 工学博士 V. A. Atsukovsky, モスクワ, Energoatomizdat, 1993。
31. **Vavilov S. I.** 「相対性理論の実験的根拠」(1929), 『著作集』, 第 4 巻, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1956, 9~110 頁。
32. **Frankfurt U. I., Frenk A. M.** 『運動物体の光学』, モスクワ, Nauka, 1972, 全 212 頁。
33. **Michelson A. A.** Amer. J. Phys. 1881, 22. — P. 120–129.
34. **Michelson A. A.** Compt. Rend. 1886, 94. — P. 520–523.
35. **Michelson A. A., Morley E. W.** Phil. Mag. 1887, 24. — P. 334–345.
36. **Michelson A. A., Morley E. W.** Phil. Mag. 1887, 24. — P. 446–463.
37. **Michelson A. A.** Phil. Mag. 1904, 8 (6). — P. 716–719.
38. **Morley E., Miller D.** Phil. Mag. 1905, 9. — P. 680–685.
39. **Miller D. C.** Phys. Rev. 1922, 19. — P. 407–408
40. **Miller D. C.** Proc. Nat. Acad. Amer. 1925, 11, 6. — P. 306–314.
41. **Miller D. C.** Science. 1925, 61, 1590. — P. 617–625.
42. **Miller D. C.** Significance of the ether-drift experiment of 1925 at Mount Wilson. Science, 1926, 68, 1635. — P. 433–443.
43. Conference on the Michelson–Morley experiment // The astroph. J. 1928, 68, 5. — P. 341–402.
44. **Michelson A. A., Pease F. C., Pearson F.** Repetition of the Michelson — Morley experiment // J. of t. Opt. Soc. of Am. 1929, 18, 3. — P. 181.
45. **Miller D. C.** The ether-drift experiment and the determination of the absolute motion of the earth // Rev. Mod. Phys. 1933, 5. — P. 203–204.
46. **Miller D. C.** 「エーテル風」, 『物理科学の成果』, 第 5 巻, 1925, 177~185 頁。
47. **Schlichting H.** 『境界層の理論』, ドイツ語からの翻訳: L. T. Loitsyansky, モスクワ, Nauka, 1974, 全 711 頁。
48. **Kennedy R. J.** A refinement of the Michelson–Morley experiment // Proc. Nat. Ac. of USA. 1926, 12. — P. 621.
49. **Guadet G.** Rev. d'Optique. 1926, 5. — P. 363.
50. **Piccard A. et Stahel E.** Compt. Rend. 1926, 183. S. 420.
51. **Piccard A. und Stahel E.** Naturwissenschaften, 1927, 15. S. 140.
52. **Piccard A., Stahel E.** Compt. Rend. 1927, 184. S. 451.
53. **Illingworth K. K.** A repetition of the Michelson–Morley experiment using Kennedy's refinement. / Phys. Rev. 1927, 30. — P. 692–696.
54. **Frankfurt U. I.** 「運動媒質の光学と特殊相対性理論」, 『アインシュタイン論集: 1977 年』, モスクワ, Nauka, 編纂: U. I. Frankfurt, モスクワ, Nauka, 1980, 257~326 頁。
55. **Michelson A. A., Pease F. G., Pearson F.** Measurement of the velocity of Light in a partial vacuum // Astroph. J. 1935, 82. — P. 26–61.
56. **Gaseja T., Javan A., Marray J., Townes C.** Test of special relativity or of the isotropy of space by use of infrared maser // Phys. Rev. 1964, 133A. — P. 1221–1225.
57. **Cedarholm J., Bland G., Havens L., Townes C.** New experimental test of Special relativity //

- Phys. Rev. Let. 1958, 1. — P. 342–343.
58. **Tarasov N. K.** 「マイケルソンの実験」, 『ソビエト大百科事典』(第3版), 第15巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1974, 218頁。
59. **Kaufmann W.** Gött. Nachr. Math. Nat. Klasse. 1901. S. 143.
60. **Kaufmann W.** Nachr. K. Gesel. d. Wiss. zu Göttingen. 1903. S. 98.
61. **Kaufmann W.** Ann. d. phys. 1906, 19. S. 487.
62. **Bucherer A. H.** Phil. Mag. April 1907. P. 413.
63. **Bucherer A. H.** Vern. Deutsch. Phys. Ges. 1908, 6. S. 688.
64. **Bucherer A. H.** Die experimentale Bestätigung des Relativitätsprinzips (相対性原理の実験的証明). 1909, 28. S. 513–536.
65. **Wolz K.** Die Bestimmung von I/Mo (I/Mo の決定) // Ann. d. Phys. B. 30. Leipzig, 1909. S. 273–288.
66. **Hupka.** Ann. d. phys. 1910, 31. S. 169.
67. **Heil.** Ann. d. Phys. 1910, 31. S. 523–530.
68. **Laub.** Jahrb. d. Rad. u. Elektr. 1910. S. 405.
69. **Comstock D. F.** The Relation of Mass to Energy // Phil. Mag. Jan 1908, 15(6). — P. 1–21.
70. **Kasterin N. P.** 『A. アインシュタインの相対性原理の不整合性について』, オデッサ, 1919, 全11頁。
71. **Shaposhnikov N. I.** 「N. Kasterin の論文 "Sur la non concordance du principe de relativité d'Einstein (アインシュタインの相対性原理の不整合性について)" に寄せて」, イワノヴォ・ヴォズネセンスク工業大学紀要, 抜き刷り, 1919, 第1冊, 1~5頁。
72. **Neumann G.** Ann. d. Phys. 1914, 45. S. 529.
73. **Guye Ch. E., Lavansky C.** Arch. de Geneve. 1916, 41. S. 286.
74. **Guye Ch. E., Lavansky C.** Arch. Sc. Phys. Nat. Geneve. 1916, 41. S. 363–441.
75. **Gerlach W.** Handbuch d. Phys. 1933, 22. S. 11.
76. **Nacken M.** Ann. d. Phys. 1935, 25. S. 313. 77.
77. **Lokk U.** 『高エネルギー粒子の核物理学』, モスクワ, 外国語文献出版所, 1962, 全232頁。
78. **Tonnelat M.-A.** 『電磁気学と相対性理論の基礎』, フランス語からの翻訳: G. A. Zaitsev, モスクワ, 外国語文献出版所, 1962, 全483頁。
79. **Blokhintsev D. I.** 「高エネルギー物理学分野における実験による特殊相対性理論の裏付け」, 『物理学の成果』, 第89巻, 第2冊, 1966, 185~199頁。
80. **Shmidt-Ott V. D.** 「特殊相対性理論の正当性の証拠に関連する若干の新たな測定」, 『物理学の成果』, 第96巻, 第3冊, 1968, 519~527頁。
81. **Sokolov A. A., Ternov I. M.** 『相対論的電子』, モスクワ, Nauka, 1983, 全320頁。
82. **Williams, Roberts.** Nature 1940, 145. — P. 102.
83. **Auger P., Maze.** Compt. Rend. 1941, 213. — P. 381.
84. **Maze, Chaminade.** Compt. Rend. 1942, 214. — P. 266.
85. **Rossi, Hall.** Phys. Rev. 1941, 59. — P. 223.
86. **Nereson, Rossi.** Phys. Rev. 1943, 64. — P. 199.
87. **Caccipuoti, Riccioni.** Ricerca Sci. 1941, 12. — P. 873.
88. **Leprince-Rikgnet L., Gorodetzky S.** Compt. Rend. 1941, 213. — P. 756.
89. **Ives H. E., Stillwell G. R.** JOSA, 1938, 28. — P. 215.
90. **Ives H. E., Stillwell G. R.** JOSA, 1941, 31. — P. 369.
91. **Putilov K. A., Fabrikant V. A.** 『物理学教程』, 第3巻, モスクワ, Fizmatgiz, 1960, 全634頁。
92. **Mostepanenko M. V.** 『A. アインシュタインの相対性理論の唯物論的本質』, モスクワ,

- Sotsekgiz, 1962, 全 227 頁。
93. **Eötvös R. V.** Math. u. Naturwiss. Ber. Ungarn. 1890; 8. S. 65.
 94. **Eötvös R. V.** Beibl. Ann. Phys. 1891, 15. S. 688.
 95. **Eötvös R. V.** Ann. d. Phys. 1896, 59. S. 354.
 96. **Eötvös R. V.** Ann. d. Phys. 1922, 68. S. 11.
 97. **Southerus L.** Proc. Roy. Soc. 1910, 84. — P. 325.
 98. **Zeemann P.** Proc. Amsterdam Acad. 1917, 20. — P. 542.
 99. **Dicke R. H.** Rev. Mod. Phys. 1957, 29, 3.—P. 355.
 100. **Dicke R. H.** Sci. Am. 1951, 205. — P. 84.
 101. **Poll P. G., Kyotkov R., Dicke R. H.** Ann. Phys. 1964, 29. S. 442.
 102. **Weber J.** 『一般相対性理論と重力波』, 英語からの翻訳, 監修: D. D. Ivanenko, モスクワ, 外国語文献出版所, 1962, 全 271 頁。
 103. **Dukkerlei P. A.** Nature (England), 1966, 217. — P. 5123—5166.
 104. **Linets A. M.** 「慣性質量と重力質量の相等性の実験的検証に関する問題に寄せて」, 『実験・理論物理学雑誌』, 第 54 巻, 1968, 第 6 冊, 1772~1774 頁。
 105. **Stephenson L. M.** Proc. Phys. Soc. 1967, 90. — P. 601.
 106. **Dabbs I. W., Harvay I. A., Paya D. Horstam.** Phys. Rev. 1965, 139, 3B. — P. 756.
 107. **Braginsky V. B.** 『プルーファマス (試験質量) を用いた物理実験』, モスクワ, Nauka, 1970, 全 136 頁。
 108. **Braginsky V. B.** 『物理実験における微小力測定』, モスクワ, Nauka, 1974, 65~91 頁。
 109. **Piragas K. A.** 『一般相対性理論の実験的基礎——概論』, キエフ, ウクライナ共和国科学アカデミー理論物理学研究所出版部, 1971, 20 頁。
 110. **Petrov A. Z., Kaigorodov V. R., Abdulin M. I.** 「運動類型に基づく一般的種類の重力場の分類」, 『高等教育機関紀要』, Matematika, 1959, 第 6 号。
 111. **Paund R. O.** 「光子の重量について」, 『物理科学の成果』, 第 72 巻, 1960, 第 4 冊, 674~683 頁。
 112. **Pound R., Rebka G. G.** 「原子核共鳴における重力偏移」, 『論集 重力の最新問題』, 監修: D. D. Ivanenko, モスクワ, 外国語文献出版所, 1961, 469 頁。
 113. **Pound R., Rebka G.** 「光子の有効重量」, 『論集 重力の最新問題』, 監修: D. D. Ivanenko, モスクワ, 外国語文献出版所, 1961, 474 頁。
 114. **Cranshaw T. E., Schiffer I. P., Whitehead A. B.** Phys. Rev. Lett. 1960, 4. — P. 163.
 115. **Mel'nikov S. A.** 「太陽中央部におけるフラウンホーファー Fe 線の重力赤方偏移」, 『中央天文台紀要』, 第 175 号, 第 23 巻, 第 5 冊, プルコヴォ, 1964, 3~20 頁。
 116. **Baranov G. A.** 「重力偏移」, 『アインシュタイン論集』, 1967, モスクワ, Nauka, 1967, 215~232 頁。
 117. **Hubble E. P.** A general study of diffuse galactic nebulae // T. Astrophys. J. 1922, 56. — P.3.
 118. **Hubble E. P.** Proc. Nat. Acad. Sci. 1929, 15, 3. — P. 168.
 119. **Hubble E. P.** The realm of the nebulae. N. Haven, London, 1936.
 120. **Hubble E. P.** The observation approach to cosmology. Oxf. 1937.
 121. 『宇宙進化論の観測的基礎——論集』, 英語からの翻訳, 監修 Yu. P. Pskovsky /G. B. Sholomitsky, モスクワ, Mir, 1965, 全 369 頁。
 122. **Mel'nikov O. A., Popov V. S.** 「遠方銀河のスペクトルにおける「赤色偏移」の非ドップラー的説明」, 『論集 宇宙物理学のいくつかの問題』, レニングラード, 全連邦天文学・測地学協会レニングラード支部出版部, 1974, 第 2 号, 9~32 頁。
 123. **Einstein A.** 「サイモン・ニューコム [Simon Newcomb] の研究の評価」, 『科学論集』, 第 4 巻, モスクワ, Nauka, 1967, 112 頁。

124. **Chazy J.** C. R. Acad. Sci. Paris. 1926, 182. — P. 1134,
125. **Chazy J.** Compt. Rend. 1925, 181. S. 1053; 1926, 182. S. 1134.
126. **Clemence G. M.** Astron. Papers. Amer. Ephemer. 1943, 2. — P. 1.
127. **Clemence G. M.** Rev. Mod. Phys. 1947, 19. — P. 361.
128. **Dincomble R. L.** Astron. J. 1956, 61. — P. 174.
129. **Dincomble R. L.** Astron. Papers. Amer. Ephemeris. 1958, 16.
130. **Beftotti B., Brill., Krotkov R.** Gravitation. N. Y. 1962.
131. **Dicke R. H.** Nature, 1964, 202. — P. 432.
132. **Dicke R. H., Goldenberg M. H.** Phys. Rev. Let. 1967, 18. — P. 313.
133. **Shapiro J. J., Ash M. E., Smith W. B.** Phys. Rev. Let. 1968, 20. — P. 1517.
134. **Shapiro J. J.** Proc. of the Conference on Exper. Tests of Gravitaion Theories. NASA-IRL Techn. Memorandum.1971, 33. — P.199.
135. **Shapiro J. J.** Phs. Rev. Let. 1972,28. — P.1594.
136. **Morrison L. V., Ward C. C.** Mon. Nat. R. Astr. Soc., 1975, 173. — P.183.
137. **Kostyukovich N. N., Ivanitskaya O. S.** 『一般相対性理論により予測されている重力効果の体系化』, ミンスク, ベラルーシ共和国科学アカデミー物理学研究所出版部, 1978, 24~25 頁。
138. 『アインシュタインと数理物理学的思惟の発展：論文集』, 監修：A. T. Grigoryan, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1962, 全 239 頁。
139. **Frenkel' Ya. I.** 「光原子（量子）の力学的・電磁的性質」, 『物理科学の成果』, 第 7 巻, 1927, 108 頁。
140. **Hopmann J.** Phys. Zs., 1924, 24, S.476.
141. **Kienle H.** Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften（精密自然科学の成果）, 1924, 3, S.55.
142. **Kleinert H.** Die Prüfungsmöglichkeiten der Einsteinnischen Relativitätstheorie（アインシュタインの相対性理論の検証可能性）, 1923.
143. **Esclakgon E.** Compt. Rend., 1924, 178, P.196.
144. **Fesenkov V.** 「相対性原理の天文学的証拠」, 『共産主義アカデミー通報』, 1925, 第 13 巻, 200 頁。
145. **Crote P.** Rev. gen. d. Sci., 1926,37, — P.389, 421.
146. **Kienle H.** Phys. Zs., 1924, 25, S.1.
147. **Koppf.** Phys. Zs., 1924, 25, S.95.
148. **Van Biesbroecd G.** The einsteinshift at the eclipse of May 20. 1927 in Brasil. The Astrophys. J. 1950, 55, 1182. — P. 49-53.
149. **Mitchell S.A.** Eclipses of the Sun // J. Col. Univ. Press, 1951, 18.
150. **Anderson A.** Astroph. J.1920, 52. — P. 98.
151. **Anderson A.** Nature, 1919—1920, 184.
152. **Poor.** Science, 1923, 57. — P. 613.
153. **Newall H.F.** Monthly Netics, 1919, 80. — P.22.
154. **Steum.** Beob. Ergebn., Berlin, 1919. S. 5; 1920. S. 205-211.
155. **Sciebstadt G.A., Srammer R.A., Weiter K.N.** Measurement of the Reflection of 9.602 – GH Radiation from 3C279 in the Solar gravitation field // Phys. Rev. Let. 1970, 24. — P.1377.
156. **Campbell W.W., Trumpler R.** Univ. Calif. Publish. Astr. Lick. Obs. Bull. 1923, 11.— P.41; 1928, 13. — P.130.
157. **Møller C.** 『相対性理論』（第 2 版）, 英語からの翻訳：V. G. Lapchinsky, モスクワ, Atomizdat, 1984, 354~356 頁。
158. **Einstein A. , Rosen N.J.** Franklin Inst., 223 (1937) 43.

159. **Einstein A.** 「重力場方程式の近似的積分」, 『科学論集』, 第 1 巻, モスクワ, Nauka, 1965, 631~646 頁 ; 「重力波について」, 同書 631~646 頁 [ママ]。
160. **Sudakov V. V.** 「重力波」, 『物理学百科事典』, 第 1 巻, ソビエト百科事典, 1960, 488 頁。
161. **Braginsky V. B.** 「重力波とその検出の試み」, 『地球と宇宙』, 1965, 第 5 号。
162. **Braginsky V. B.** 「重力放射」, 『ソビエト大百科事典』 (第 3 版), 第 7 巻, モスクワ, ソビエト百科事典, 1972, 200~201 頁。
163. **Braginsky V. B.** 「重力放射とその実験による検出の見通し」, 『物理科学の成果』, 第 86 巻, 1965 年, 第 3 冊, 433~446 頁。
164. **Braginsky V. B., Rudenko V. N.** 「相対論的重力実験」, 『物理科学の成果』, 第 100 巻, 1970, 第 3 冊, 395 頁。
165. **Weber J., Wheeler J.** 「アインシュタイン-ローゼンの円筒対称重力波の現実性」, 『論集 重力の最新問題』, モスクワ, 外国語文献出版所, 1961, 289~308 頁 ; 同書 446~468 頁。
166. **Rosen N.** Bull. Res. Council Israel, 1953, 3, — P. 326.
167. **Scheidegger A.E.** Rev. Mod. Phys., 1953, 25, — P. 451.
168. **Misner C., Thorne E., Wheeler J.** Gravitation. Fr. & Co. 1973.
169. **Vladimirov O. S.** 「量子重力理論」, 『アインシュタイン論集 : 1972 年』, モスクワ, Nauka, 1972。
170. **Adamyants R. A., Alekseev A. D., Kolosnitsyn N. N.** 「ウェーバーの実験における「重力信号」と太陽および地球の磁気活動との相関関係」, 『実験・理論物理学雑誌』 レター, 1972, 15 (5). P.277.
171. **Denisov V. I., Logunov A. A.** 『一般相対性理論に重力放射は存在するか?』, モスクワ, ソ連科学アカデミー出版部, 1980, 全 13 頁。
172. **Laplace P. S.** 『宇宙体系解説』, 第 1 巻, 第 2 巻, サンクトペテルブルク, 合名会社「公共の利益」, 1861。
173. **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, Energoizdat, 1992 ; モスクワ, Injener, 1993。

[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**（ライブニッツに始まり、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*の対象物 —— 暗黒物質*、暗黒エネルギー」