あなたはアインシュタインの相対性理論を論駁し得るか？

沖縄科学防災環境学会論文集 (Physics), Vol.2, No.1, 1-7, 2017

あなたはアインシュタインの相対性理論を論駁し得るか？

仲座　栄三[1]

[1]正会員　琉球大学工学部環境建設工学科（〒903-0213 沖縄県西原町字千原１番地）
E-mail: enakaza@ tec.u-ryukyu.ac.jp

現代物理学界は，アインシュタインの相対性理論を正しいものとして認めている．その一方で，アインシュタインの相対性理論に疑義を投じる論文や解説書も数多く存在してきた．しかし，それらの多くは誤解にもとづくものであったがゆえに，現代物理学界においては，「アインシュタインの相対性理論に疑義を投じる者は，まともに取り扱われない」という風潮になっているのも事実である．それでは，何れが正しいのか？　本論は，読者自身がその成否を容易に確かめられるように，１つの思考実験を与え，読者自身がアインシュタインの論駁者となることを実体験する形にある．

Key Words : *relativity, new theory of relativity, length contraction, time dilation, motion equation*

1.　はじめに

話の内容は以下のとおりである．

我々の傍らに１本の棒がある．その棒の軸方向の長さを互いに静止した関係となって測定すると，その長さは l_0 (m) である．棒には正確な時計が埋め込んである．その時計の示す時間と我々の腕時計の示す時間とを比べたところ，正確に，同じテンポで時を刻んでいる．また両者の示す時刻もまったく同じである．さらに，棒には，その長さを測定する計測器も埋め込んであり，その計測器の示す棒軸方向の長さは，いま確かに l_0 (m)を示している．

さて，ここからが問題である．上で述べた長さや時間の確認が行われた後に，棒は我々に対して一定速度 v で運動しだし，その運動状態を保持している．運動方向と棒軸方向とは一致している．このように一定速度で運動している棒の長さ（棒軸方向の長さ）やその計測に要した時間，あるいは棒に埋め込まれている時計の時間を，静止している我々が測定すると，それは正しく計測されているか？[1)]

すなわち，この問は，運動している物体の運動や力学を，静止している我々は，正しく観測できているか？ということを問うている．

もし，我々のこの観測結果が正しくないとするのなら，ニュートンが観察した運動の実態も正しいものではなく，彼が打ち立てた運動の法則は否定されなけれならないという結論に至る．

すなわち，ここで行う議論の内容は，ニュートンの運動法則を正しいものとして認めて良いか？という問題をもはらんでいると言える．

2.　アインシュタイン及び現代物理学界による相対性理論の解釈の確認

アインシュタインは，1905年に発表した特殊相対性理論において，一定速度で運動している棒の長さの測定に関し，次のように述べている[2)]．

a)　観測者と，上に述べた物指が一体となって，長さを測ろうとしている問題の棒と一緒に動いているとする．この方法では，棒，観測者および物指の三者がすべて静止している場合とまったく同じように，物指を直接，棒の上にあてがうことによって，棒の長さを測ることができる．

b)　静止系に静座している観測者が，§１ の定義にしたがって互いに同一の時間を示すように調整された（静止系のいろいろの場所に固定されている）多数の時計の助けをかりて，それらが示すあるひとつの定まった時刻 t に，動いている棒の両端が，それぞれ静止系の中のどの点に合致するかを，まず見定める．このようにして見つかった２点の間の距離を，既に述べたような物指（ただしこの場合には静止系に静止している物指）を用いて測定した結果も，また同じように“棒の長さ”と呼ぶことのできるものである．

相対性原理によれば，操作 a)によって求められた長さ（これを“棒の伴走者から見た，その長さ”と名づけよう）は静止している物指の長さ l_0 に等しいはずである．

一方，操作 b)によって求めた長さ（これを“静止系に対して動いている棒の長さ”と呼ぼう）がいくらになるか，われわれは二つの原

理(相対性原理，光速度不変の原理)を用いてこれを求めてみよう．なおそれが l_0 とは異なった値となることが分かるであろう．

アインシュタインは，上に述べる２つの測定法を取り上げ，「それらの観測結果が異なるものとなる」と結論している．そのことは，後に式 (1) や (2) で示される．また，著書の中で次のように説明している[3]．

距離を測るには1つの基準体が必要であることはすでに知られている．いちばん簡単なのは，列車自体を基準体(座標系)として用いる方法である．列車に乗っている観測者は，列車に沿って印を付けた1点からもう一つの点に達するまで測量棒を繰り返し動かしていけば，それら2点間の距離を測量できる．しかし，レールの側(軌道堤)から列車上のその2点間の距離を割り出す段になると，事情はまったく別である．そこでは次のような方法が示されよう．

距離を測ろうとする車内の2点を A'B'とする．この2点は，軌道堤に沿って速度 v で動いている．さて，われわれが第一に問題にするのは，列車上の2つの点 A'B'が一定時刻 t に，ちょうど通り過ぎて行くときの軌道堤上の A および B の点である．軌道堤上のこれら2点間の距離は，メートル尺を軌道堤に沿って繰り返し動かしていくことによって得られる．

この第二の測定が，第一の測定と同じ結果を与えるにちがいない，とまったくア・プリオリに決めつけてしまうことはできない．軌道堤から測ることのできる列車の長さは，列車そのものから測定したものと違っていることがありうるのである．このような事情から，次の異議が生じてくる．すなわち，ある単位時間内に(**列車から測って**)車中の距離が w(m) を行くとするなら，(**軌道堤から測って**)同じく w(m) である必要はない．・・・

座標系 K'の x' に沿って，メートル棒を始点が点 $x' = 0$ に，終点が点 $x' = 1$ に重なるように置く．では，座標系(静止系)K に対して相対的なメートル棒の長さはどれほどになるか？ これを知るには，座標系 K に対して相対的な測量棒の始点と終点が，ある一定の時間 t に座標系 K のどこにあるか，を問いさえすればよい．ローレンツ変換の式からこれら2点を求めることができる．

x(測量棒の始点) = 0.0 x 1/ γ ,

x(測量棒の終点) = 1.0 x 1/ γ

この2点間の距離は，1/ γ である．

静止系 K に関して棒は速度 v で動かされる．したがって，速度 v で長さ方向に動く剛体のメートル棒の長さは 1/ γ (m)となることがわかる．それゆえ，運動する剛体棒は同じ静止状態にあるときの棒よりも短くなり，その運動状態が速くなればなるほど，それだけ短くなるのである．

速度 $v = c$ となると 1/ γ = 0 となり，さらに速度が大きくなると平方根は虚数になる．そのことから，相対性理論では，速度 c は現実の物体にとって，到達できずまた越えられない一つの限界速度の役をつとめている，と結論される．・・・

もしもガリレイ変換にもとづいたならば，運動にともなって測量棒が短縮するとはいえなかったであろう．・・・

さて，K'の原点($x' = 0$)に持続的に静止している秒時計が1つあると考えよう．この時計がつづけて刻む2つのカチカチを，$t' = 0$ と $t' = 1$ とせよ．この2つのカチカチに対し，ローレンツ変換の式によって， $t = 0$ および $t = \gamma$ ． K から判断して，時計は速度 v で動かされている．すなわち，この基準系から判断すると，その時計の 2 つのカチカチの間に1秒が通過するのではなくて γ 秒であり，したがっていくらか長い時間になる．時計の進みは，静止状態よりも運動中のほうがゆるやかになるのである．ここでまた，光速度 c が到達不能な限界速度の役を演じている．

注：以上において， γ はローレンツ係数，すなわち $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ を表す．詳しくは後に式 (1) 及び (2) で示される．

以上によれば，そして現代物理学界が正しいと認める解釈によれば，アインシュタインの相対性理論による運動系（列車）の運動方向の長さ及び時間は，数式を用い，次のようにまとめられる[4]．

$$l = \sqrt{1-v^2/c^2}\, l' \tag{1}$$

$$t = t'/\sqrt{1-v^2/c^2} \tag{2}$$

ここに， l は静止系（軌道堤上）の観測者が測る運動物体（列車）の運動方向の長さ， l' は運動系（列車内）の観測者が互いに静止した関係となって測る物体（列車）の長さ， t は静止系の観測者の時計の示す時間， t' は運動系の観測者の時計の示す時間を表す．また， c は光の速さ， v は静止系に対する運動系の相対速度を表す．運動方向は x 軸（棒軸）方向にある．

式 (1) の右辺に示す長さ l' の解釈については，現代物理学界の認識は二分しているようである．その一つは，静止系（軌道堤上）の観測者と運動系（列車内）の観測者とが互いに静止しているときに（すなわち，列車が軌道堤に静止しているときに）測定される長さ l_0 と同じとする解釈であり，もう一つは，運動系の長さ l' は，それが静止していた時の長さ l_0 よりも伸びていて，実際に物体には引張力が作用しているとする解釈である．前者によれば，静止系から観測される運動物体の長さ l は，それが静止時に見せた長さ l_0 に比較して短縮しているとされ，後者によれば，静止系から観測される運動系の長さ l はそれが静止時に見せた長さ l_0 と同じであるが，運動している物体の長さ l' は実際には静止時の長さ l_0 に比較して伸びているとされる．アインシュタイン自身は前者の説明を行っている．調べてみると，多くの物理学者も前者の説明となっている．後者については，松田・木下 (2001)[5]，松田 (2005)[6] による解説がある．

時間については，「静止系の時間 t に比較して，運動系の時間 t' が短縮している」とする解釈[2]と「両者は実際には同じであるが，運動系の時間は静止系の観測者には短縮して観測される」とする解釈が存在する[7]．アインシュタインは，時間について前者の意を用いている．

相対性理論を論じる教科書の多くも前者の意を用いている．しかし，前者の意では系間の対称性（相対性原理）が破綻してしまうため，後者の意を用いるものもある[4]．対称性が破綻するという意見に対して，一般相対性理論は非対称性を認めるので，この種の問題は，一般相対性理論を以て論じるべきである，とする意見もある．

ここまでに述べるように，長さや時間に対する相対性理論の結論は，すっきりしていない．そのために，アインシュタインの相対性理論は誤りであるとする主張が散見される．また，双子のパラドックス，ガレージと車，橋と列車，等など，相対性理論にまつわる各種のパラドックスが存在する[4]．こうしたことに関し，現代物理学界の認識は揺るいでいない．「数多くの物理学的実験結果は，式 (1) 及び (2) ，すなわちアインシュタインの相対性理論の正しさを支持している」と説明している．

3. 問題設定と思考実験

ここでは，２つの問題を実際に解くことで，アインシュタインの相対性理論を論駁することを体験して頂きたい．問１は，アインシュタインの相対性理論の説明に関する確認となっている．問２は，アインシュタインの相対性理論の論駁を体験することにある．

問１．　アインシュタインの特殊相対性理論（1905）[2] について以下の問に答えよ．

（１）　いま軌道堤に列車が静止しており，列車内の観測者Bが車内からその列車の長さを測定し，それが長さ l_0 であることを確認した．同時に，軌道堤上にいる観測者Aも，列車の外側から，その長さを測定し，観測者Bと同じく，列車の長さが l_0 であることを確認した．

（２）　列車が静止している間に，列車内の時計及び軌道堤上の時計の刻むテンポ及び時刻を確認したところ，それらはまったく同じであった．このようなとき，両時計が 0 s を指したと同時に，列車は出発した．その列車は，一直線の軌道に沿って，一定速度 v で移動し，その状態が続いている．

（３）　第2章で説明したアインシュタインの説明に則るとき，軌道堤上の観測者Aの測る列車長 l 及び列車内の観測者Bの測る列車長 l_0 の関係はいかようになるか？

あなたの答え (　　　　　　　　　　)　　　(3)

問２．　以下の設問に答えよ．適宜，**図**１を用いよ．

（１）　上の問１において，列車の両端を●印で示し，その２つの●印のみに注目していると問１の問題設定は，軌道堤上の観測者Aによれば，「●印で示す2台のロケットが縦列して，一定速度で鉛直方向に飛行している」というような問題設定に置きかえることができる．さて，以下の内容は，2台のロケットに関する思考実験である．**図1**を参考に，以下の問に答えよ．

（２）　あなたの目前に2台のロケットが鉛直方向に長さ l_0（**図**１において，縦５格子分の長さ）の間隔をあけて縦列に並んで静止している．この状態をグラフに示せ．すなわち，ロケットの位置（重心位置）を図に●印で示せ．時間はゼロ時である．図の縦軸は距離とし，横軸は経過時間と明示せよ．

（３）　いま，あなたが見上げている空間に，一寸の隙も無い状態で正確な時計を並べてある．このようなとき，あなたの目前を2台のロケットの内の1台が一定速度で鉛直に飛び立った．第2章に示すアインシュタインの方法によって，時間とこのロケットの位置との関係を，○印を用いて図示せよ．

（４）　しかし，あなたの目前を，実はもう一台のロケットも同時に鉛直に飛び立っていた．すなわち，あなたの目前にあった2台のロケットは，まったく同じ速度で，同時に，縦列をなし，飛び立ったのである．このとき，2台目のロケットの位置と時間の関係をアインシュタインの方法によって先の図に△印を用いて示せ．飛行速度の大きさは適宜設定せよ．しかし，それは本議論に対して本質とはならない．

（５）　あなたが同時に観測した2台のロケット間の距離は，ロケットが静止時，そして運動時においていかような長さとなっているか？あなたが作図した図から読み取れ．またその根拠となる長さを3個所ほど図に示せ．

（６）　一方，眠りから覚めた2台のロケット内の飛行士は，それぞれに自分は未だ飛び立ってなく，静止したままであると考えている．逆に，ロケットの窓から見える静止系の観測者が，一定速度で移動して見える．よって，2台のロケットの長さ（飛行士が互いに静止した関係となって測定する飛行士間の距離）は，終始，同じ長さに測定されている．そのことは相対性原理[2]が保証する．この説明にあなたは納得するか？

（７）　飛行士らが測定するロケット間長の測定は，問１に議論した列車内の観測者Bによる列車長の測定と同じと言える．この説明にあなたは納得するか？

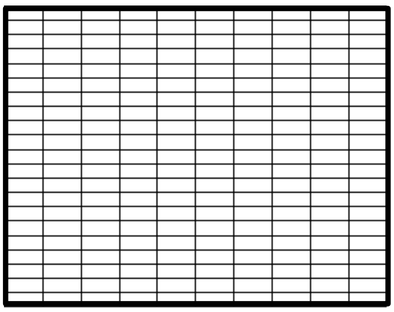

図1 ロケット位置と時間の関係

（8） あなたの作成した図を参考にすると，軌道堤上から測る列車の運動方向の長さに関して，問１のアインシュタインの説明のように，それが静止時に見せた長さ（あるいは，列車内の観測者Bに観測されている列車長）とに違いは見いだせるか？すなわち，この設問は，アインシュタインの相対性理論（問１にみる相対的長さの説明）は正しいか？あなたは，アインシュタインの相対性理論を論駁しているか？と問うている．

4. 問２に対する議論

問２で取り上げた問題は，松田・木下 (2001) [5]，松田 (2005) [6] が議論している．しかし，それよりも以前に，CERNにおける量子力学の大家として名を馳せたJ. S. Bell (1987) が同様な問題を提示し，CERN内の物理学者らの意見を集約していたことがインターネット上で紹介されている．この問題は，ベルの宇宙船パラドックス（Bell's spaceship paradox）として紹介されている[8),9)]．それらの結論は，いずれも，アインシュタインの相対性理論，式（1）及び（2）の正しさを主張する内容となっている．

しかし，ここに注意が必要である．Bell[9)] も松田ら[5), 6)] も，共通していることは，「運動している物の長さ l' は，その運動方向に実際に伸びている」という点にある．「伸びている」とは，物が運動しだすと，その運動方向の長さ l' が，それが静止時の長さ l_0 よりも伸びることを意味する．また，それが静止系の観測者には，式（1）で示す関係式に則って計測されるため，「短縮して観測される」と説明している．その結果，図式解法が示すように，静止系の観測者には終始一定の長さ（$l=l_0$）が測定されると説明されている．

アインシュタインは，「運動系の観測者の測る長さ」と「それが静止系から測られるときの長さ」とを比較している．その際，運動系の観測者の測る長さとは何を意味するかを説明している．これに関して，第2章のアインシュタインの説明文に著者が下線を引いておいた．アインシュタインの論文や著書に見られる説明においては，列車が軌道堤上に静止している際に測定される長さ l_0 と，それが一定速度で運動している際に，列車内の観測者に測られる長さ l' とは，一致している．

また，アインシュタイン[2)] は，特殊相対性理論の論文の序に当たる部分において，「電磁現象について説明し，静止系から眺める現象と運動系から眺める現象とは全く同じである」と述べ，そうであることを一歩進め，そのことを相対性原理と位置付けようと述べている．

アインシュタインの導入した相対性原理に従えば，問2の設問（6）で問うように，運動系の観測者が互いに静止した関係となって測定する2点間の距離に変化があってはならない．すなわち，Bellや松田らの主張「運動系はその運動方向に伸びる」は，相対性原理に背くことになる．

このような考えに立てば，列車内の観測者の測る列車長 l' は終始一定値 l_0 を示し，静止系の観測者は，それを式（1）に則って，短縮して観測する．すなわち，静止系の観測者の観測する列車長 l は，それが静止して計測される時の長さ l_0 よりも短縮して観測されることになる．

著者は長年，アインシュタインの説明をこうして納得してきた．また，文献４）にもそのように説明した．松田[6)] も多くの物理学者が著者と同様な考え方にあることを指摘している．著者は，松田[6)] が主張する図式解法を実際にやってみて，軌道堤から測定する列車長は終始一定値をとることを確認し，衝撃を受けた．著者のこれまでの解釈，すなわちアインシュタインの相対性理論に対する著者の理解は，誤っていたのである．

「静止系による観測値は，静止時の長さに比較して短縮していない」，このことは第2章で説明したアインシュタインの相対性理論を論駁していることになる．しかしながら，Bell[9)] や松田ら[5),6)] は，「アインシュタインの相対性理論を論駁している」と考えるのではなく，逆に，アインシュタインの提示した式（1）の関係を満たすために，「運動物体はその運動方向に実際に伸びる．それが静止系からは短縮して観測され，元の長さに観測される」と結論づけた．

確かに，図式解法が示す結果と式（1）とを両立させるには，そのような結論へと導かれる必要がある．しかし，そのことは，先に述べたように，相対性理論構築の大前提である相対性原理に背くことになる．

長い格闘の末に，著者が見出したことは，次に示す関係式である[1)]．

$$l = \frac{1}{1-v^2/c^2} l_0 \tag{4}$$

この関係式が以降，すべての問題を解決する鍵となる．

式（4）は，静止系の観測者が，運動している物の運動方向の長さを光測量している状況を想定すると容易に得られる．すなわち，この式は，相対性理論とは無関係に得られる．この結果によれば，静止系の観測者の観測する運動系の長さは，それが静止系の観測者に静止して観測されるときの長さ l_0 よりも伸びて計測されている．この結論は，第2章で説明したアインシュタインの観測結果とまったく逆となっている．「短縮」でなく，「伸びて」計測されている．

松田らは，運動系の長さは実際に伸びており，それが静止系の観測者には「短縮して観測される」と主張している．対して，式（4）は，松田らの説明とは逆に，静止系から観測される運動物体の長さは「実際の長さよりも伸びて観測される」ことを示している．式（4）は，相対性理論とは無関係に導かれている．しかし，それは相対性理論がいかようにあるべきかをすでに示唆している．

式（4）に対して数学的にローレンツ変換を施すと，

$$l' = \sqrt{1-v^2/c^2}\, l = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} l_0 \tag{5}$$

が与えられる．この変換は単に数学的変換であり，運動系の観測者が設定する時空とは物理的意味においてまったく異なる[4)]．従来の相対性理論では，式（5）の示す長さを，運動系の観測者が互いに静止した関係となって測

る運動系の長さと位置付けている[1),2)].

式 (5) で与えられる長さに対し，さらにローレンツ変換を施すと，次なる関係式を得る．

$$l'' = \sqrt{1 - v^2 / c^2}\, l' \tag{6}$$

すなわち，最終的に次なる関係を得る．

$$l'' = l_0 \tag{7}$$

一方，運動方向と直方向の長さの観測については，次なる関係を得る．

$$l = \frac{1}{1 - v^2 / c^2}\left(\sqrt{1 - v^2 / c^2}\, l_0\right) \tag{8}$$

$$l' = \sqrt{1 - v^2 / c^2}\, l = l_0 \tag{9}$$

$$l'' = \sqrt{1 - v^2 / c^2}\, l' = \sqrt{1 - v^2 / c^2}\, l_0 \tag{10}$$

ここに，l_0 は実際に光が進んだ方向に測った正しい距離を表す．式 (8) の導出は式 (4) と同様に，相対性理論とは無関係に導かれ，実際の観測値を与える．

驚くべきことに，式 (8) は，運動方向と直方向の長さの測定に関しても，我々は実際の長さよりも伸びた長さを計測していたことを教えている．この事実は，アインシュタインの相対性理論では全く触れられていない．いやむしろ，アインシュタインはこのことに関し，次のような説明を与えている．

「静止状態では球（半径 R）の形をしている剛体でも，走っている状態では，静止系から眺めて，3軸の長さが，$\gamma R, R, R$という回転楕円体の形になる[2)]」

すなわち，静止系の観測者に対して，運動方向に直方向の運動物体の長さは，それが静止している場合も，一定速度で運動している場合も変化しないと解される．

光測量による我々の観測値，式 (4) や (8) は，正しい長さを与えていない．これに相対性理論を適用することで，正しい列車長や幅が求められる．式 (5) と (9) の関係が従来の相対性理論の関係式に対応する．また，松田[6)]が運動物体は運動方向に伸びるとする判断を与えたのは，式 (5) の関係に対応させられるが，その判断は誤っている．

式 (4) 〜 (10) に至る過程は，第2章で述べたアインシュタインの相対性理論や現代物理学界の解釈とは全く異なる．多数の時計の助けを借りて測定される運動系の長さ（アインシュタインの相対性理論による説明）は，松田の図式解法（読者自らが作図した**図1**）が示すように，光の速度とは何らも関係せず，また終始，それが静止していた時の長さと同じ長さを示す．すなわち，アインシュタインが説明する測定法は，相対性理論とは無関係の観測法であったことが結論される[1)].

光（電磁波）を用いた観測による測定長が，相対性理論とは無関係に，式 (4) や (8) で与えられることは論を俟たない．しかし，それらは，相対性理論がなぜ光速度と関係するものとなるべきかを現している．一方，従来の物理学が，これを，式 (1) の関係で表してきたことに鑑みれば，いま「我々はアインシュタインの呪縛から解き放された」といってよかろう．

加速度や重力が存在する場合についても，式 (4) から (10) に示すと同様な変換過程（この場合，一般座標系の導入）を取ることが必要となる．そのことについては，文献 1) を参考にしていただきたい．

式 (4) から式 (10) に至る過程，すなわち新相対性理論は，静止系の観測による情報のみで運動系の長さや時間が求められるとするところに特徴を有する．

以上の議論にもとづいて，我々はここに，「アインシュタインの相対性理論は誤っている」「現代物理学界の解釈は誤っていた」と結論づけなければならない．我々は，いわば，100年間にも亘りアインシュタインの神通力によって呪縛されてきた．我々は今，その呪縛から解き放されたと言えよう．

5. 静止状態からの運動量獲得法則

式 (4) で示すように，我々は，運動物体の長さやその計測に必要となる時間の計測を正しく行えていない．このことはすなわち，我々の観測する運動物体の力学が正しく計測されていないことを意味する．したがって，ニュートンが与えた運動法則は，相対性理論が確定していない時代にあって，いささかフライング的な設定であったと結論される[4)].

相対性理論を経ていない観測値は，厳密にいうと，観測者に対して静止している物の力学のみに適用される．したがって，ニュートンの運動法則は，静止した物体が動き出す瞬間，すなわち運動量獲得の法則として位置付けられなければならない[4)].

相対速度の存在，加速度の存在，あるいは重力の存在する場における我々の力学の観測値は，例えば，式 (4) が示すように，正しい値を示さない．相対速度や重力に依存した観測結果を与える．正しい値を得るためには，我々は，相対性理論を必要とする．しかし，それはアインシュタインの与えた相対性理論ではない．著者の与えた相対性理論によらなければならない[1),4)].

我々は，一定速度で運動している物体の力学，あるいは重力場における物体の力学を観測したとしてもそれは正しい値を示さないことが明らかとなった．一定速度や重力を消し去るための数学的変換がローレンツ変換であり，また一般座標系の導入である．こうした変換を通じて，理論上，我々は運動物体を静止した関係となって観測でき，また重力や加速度を消し去って物体を静止した関係となって観測が可能となる[1)]．したがって，加速度や重力が存在する場合であっても，系間の対称性は成立し，相対性原理が破綻することはない．ただし，こうした空間は数学的に与える座標系であり，実際の座標系ではない．

ニュートンの運動法則は，数学的に設定される移動座標系でただ一つ存在すればよく，しかも静止力学，そして静止状態から新たに運動量を獲得することを表す物理法則であればよい．そのように与えられる唯一の物理法則を逆変換することで，我々が観測している場における力学を支配する物理法則が得られる．電磁力学において

もこのことはまったく同様である[1),4)].

無重力下で，ニュートンの運動法則にしたがい，静止状態の物体が新たに運動量を獲得することに関しては，次のように表される[4)]（v 方向のみを示す）．

$$m_0' dv' = f' dt' \tag{11}$$

ここに，$m_0' dv'$ は新たな運動量獲得量，m_0' は静止慣性質量，f' は作用力，dt' は力の作用時間を表す．これらすべての物理量は，数学的に設定される慣性座標系において定義される．

我々が実際に観測する力学現象は，式（11）に示す物理法則に対して，逆変換を施すことによって得られ，ローレンツ変換に対しては，次式を得る[4)].

$$\frac{m_0}{1-v^2/c^2} dv = f\sqrt{1-v^2/c^2}\, dt \tag{12}$$

ここに，m_0 は静止慣性質量，f は作用力を表す．

式（12）は，次式を与える．

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right) = f \tag{13}$$

これは，Max Planck (1906)[10)]の与えた相対論的運動方程式である．

6. アインシュタインの相対性理論から新相対性理論へ

一定速度で運動する物体を観測する際に必要となる相対性理論としてアインシュタインが与えた基礎式は，次のように表される[2)].

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \tag{14}$$

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}(x - vt) \tag{15}$$

$$y' = y \quad , \quad z' = z \tag{16}$$

ここに，時間 t' 及び空間座標 (x',y',z') は，運動系の時空を表す．時間 t 及び空間座標 (x,y,z) は，静止系の時空を表す．c は光の速さ，v は静止系に対する運動系の相対速度を表す．運動方向は x 軸（すなわち，x' 軸）方向にある．

これに対して，著者の提示する新相対性理論は，次のように表される[4)].

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \tag{17}$$

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}(x - vt) \tag{18}$$

$$y' = y \quad , \quad z' = z \tag{19}$$

ここに，時間 t' 及び空間座標 (x',y',z') は，静止系の観測者が設定する相対論的移動座標系（運動系の時空を互いに静止した関係となって観測するために，静止系の観測者が，数学的に設定する移動座標系）の時空を表す．時間 t 及び空間座標 (x,y,z) は，静止系の時空を表す．c は光の速さ，v は静止系に対する運動系の相対速度を表す．運動方向は x 軸（すなわち，x' 軸）方向にある．

これらを比較して分かるように，新相対性理論では，変換後の時空を，数学的かつ相対論的移動座標系の時空と置くところに従来の相対性理論との違いを見る[4),11)].

式（19）は式（9）に対応する．式（18）からは，式（5）の関係が与えられる．式（17）からは，次式が与えられる．

$$t' = \sqrt{1-v^2/c^2}\, t \tag{20}$$

式（20）の左辺に示す時間 t' は，数学的に設定した相対論的座標系における時間を表し，運動系の時間とは無関係である．相対性原理により，運動系の時間は，終始，静止系の時間 t と同一である．それがゆえに，redshiftやblueshiftが観測されるのである．

アインシュタインの相対性理論は，式（20）の左辺に示す時間 t' を運動系の観測者の時計の示す時間と見なしている．その結果，運動系の観測者に対する時間経過は，静止系のそれよりも遅れるとする判断をもたらせた．すなわち，「運動系の観測者は，静止系の観測者よりも歳をとらない」と解された．そのことが，双子のパラドックスを派生させたのである[4),11)].

Rossi & Hall（1941）[12)]は，地上で観測される宇宙線ミューオンの観測結果に式（2）を適用し，「運動物体の寿命は延びる（時間は遅れる）」と説明した．しかし，その解釈も誤りであったことはすでに説明されている[4),11)]. Rossi & Hallの与えた観測結果は，運動物体の運動量の獲得による慣性質量の増大〔式（21）〕あるいは相対的エネルギーの増大（22）で説明される[4),11)].

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \tag{21}$$

$$E^2 = m_0 c^2 + c^2 p^2 \tag{22}$$

ここに，m 及び E は，それぞれ静止系の観測者の観測する運動物体の相対論的慣性質量及び相対論的エネルギーを表す．p は静止系の観測者に観測される運動物体の運動量を表す．

当然ながら，アインシュタインの与えた一般相対性理論も同様に書き換える必要がある．アインシュタインは，重力や加速度が存在する場の時空を一般座標系で表し，重力や加速度の存在で実際に時空が歪むと説明した．しかし，それも誤っていた．正しくは，一般座標系の導入

は，重力などエネルギー・運動量の効果を消し去るために数学的に導入する座標変換であり，実際の時空が歪んでいることをなんら表すものでない[1]．重力が存在する場で，力学現象を観測すると，それは正しい観測値を成さない．式（4）～（10）に至る過程で示されたように，相対速度が存在する場合に対する我々の観測値は正しい時空を与えていない．これと同様に，重力が存在する場における時空の観測も正しい時空を与えていない．正しい時空を得るためには，一般座標系を導入し，それらの効果を消し去る必要がある．詳しくは，文献1)を参照頂きたい．

LIGOプロジェクトが観測したと発表した時空の歪み[13]は，実際に時空の歪みを観測したのではなく，重力の影響が，我々の時空の観測値にいかように影響を与えるものであるかを教えられたのである．質量の大きいブラックホールからいかような重力の影響があろうと，相対性理論を適用することで，我々は正しい時空の観測が可能となるのである．

7. おわりに

アインシュタインの導入した相対性理論は正しくなかった．これまでの議論を通じて，読者は自らアインシュタインの相対性理論の論駁を実体験したのではなかろうか．

アインシュタインの相対性理論が誤っていたことの要因は，その相対性理論の前身であるガリレイの相対性理論にまでもさかのぼる[11]．ガリレイは，「ガリレイ変換を経て，静止系の観測者の視点は運動系の時空による視点へと移る」と考えた．その考えは，アインシュタインによってそのまま彼の相対性理論に引き継がれた．この誤った設定による歪みは，相対性理論にパラドックスという形でその片鱗を今日まで現しつづけてきた[4]．

以上に拠って，相対性理論に対するこれまでの我々の解釈の誤りが正され，ここに特殊相対性理論と一般相対性理論が統一されたと結論されよう．統一場の時空は，我々が観測する測定値に2度の相対論的変換を経て与えられる．この2度の変換の必要性は，我々がこれまで，動くものの長さや見上げる空の広がりを正しく計測していなかったことを意味する．2度の変換を経た後に現れる正しい時空は，独立した時間と3次元直交座標を以て表されている．

式（4）の測定値においては，相対速度の極限値が光の速度となっている．しかし，これは光を用いた測定法の限界であって当然の帰結と言える．しかしながら，このことを以て，相対速度が光の速度を越えられないという理由にはならない．したがって，相対性理論からは，光の速度を超える伝播体や物質の存在を否定することはできない．

謝辞

本論を作成するに当たり，琉球大学大学院博士課程後期生産エネルギー工学専攻の稲垣賢人君との議論は大変有意義であった．また，講義等を通じて積極的に議論に参加してくださった琉球大学の学部学生諸子に感謝の意を表します．

参考文献

1) 仲座栄三（2017）：長さと時間の相対論，沖縄科学防災環境学会，Vol.1， No.1， Physics，pp.1-8.
2) 内山龍雄訳・解説（1988）：*アインシュタイン相対性理論*，岩波文庫，187p.
3) 金子務訳（2004）: *アインシュタイン著・特殊および一般相対性理論について*，白揚社，216p.
4) 仲座栄三（2015）：新・相対性理論，ボーダーインク，180p.
5) 松田卓也・木下篤哉（2001）：*相対論の正しい間違え方*，丸善，229p.
6) 松田卓也（2005）：特殊相対性理論のパラドックス，2 台のロケットのパラドックスを巡って，*別冊・数理科学「相対論の歩み」*， pp.45-52.
7) L. Essen (1971): The special theory of relativity, oxford Science Research Paper 5, pp.1-27.
8) WIKIPEDIA (2017): Bell’s spaceship paradox, https://en.wikipedia.org/wiki/Bell%27s_spaceship_paradox
9) J.S. Bell (1987): *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-52338-9.
10) Max Planck (1906): Das Prinzip der Relativität und die Grundgleichungen der Mechanik, Verhandlungen Deutsche Physikalische Gesellschaft, 8, pp. 136–141.
11) Eizo NAKAZA (2015): Resolving our erroneous interpretation of the Galilean Transformation, Physics Essays, Vol. 28, N. 4, pp. 503-506.
12) B. Rossi and D.B. Hall (1941): Variation of the rate of decay of mesotrons with momentum, Phys. Rev., 59, 3, pp.2223-228.
13) B.P. Abbott et al.(2016): Observation of gravitational waves from a binary black hole Merger, Physical Review Letters, 116, 061102, pp.1-16.

(2017. 2. 23 受付)