

第 四 章

エ ー テ ル

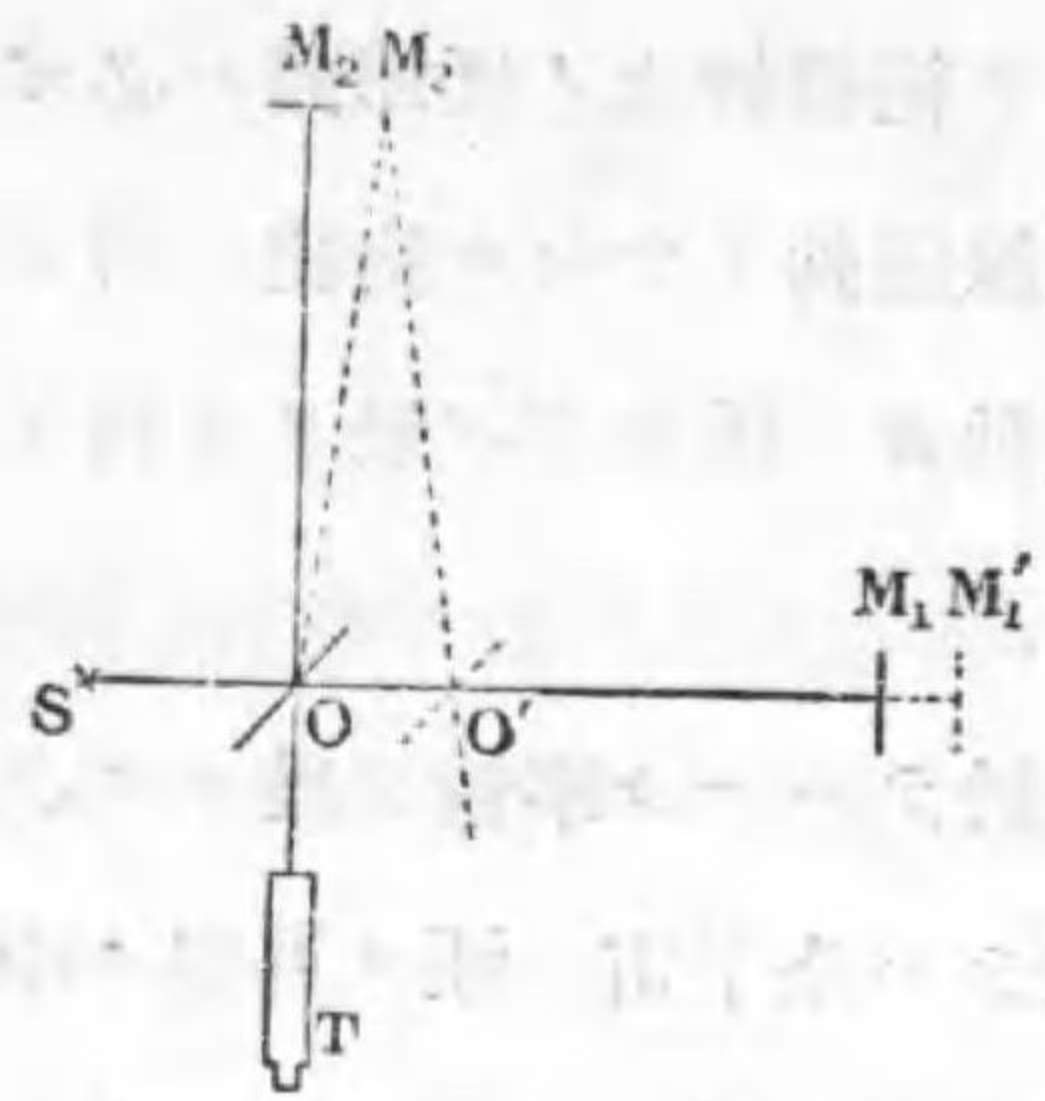
物體ノ運動ヲ論ズルニ通常ハ地球ヲ不動ト考ヘテ標準ニ取レド地球ハ太陽ノ周圍ニ公轉セルガ故ニ常ニ甚ダ大ナル速度ニテ運動セルコト勿論ナリ、天體觀測ノ結果ニヨレバ太陽モマタ大ナル速度ヲ以テ運動スト考ヘラル、吾人ハ絶對ニ靜止セルモノヲ知ラズ、マタ太陽若シクハ地球ガ如何ナル速度ヲ以テ運動セルカヲ知ルヲ得ズ。

サレド物體ノ運動ヲ論ズル上ニハコノ爲ニ困難ヲ生ズルコトナシ、今假ニ絶對靜止ノ標準體アリトシ且ツマタ假ニ地球ガ之ニ對シテ等速直線運動ヲナセリトセン、一ノ物體ガ標準體ニ對シテ或ル加速度ヲ以テ運動セルトキハ地球ニ對シテモマタ同一ノ加速度ヲ有ス、サレバ假令ヒ地球ガ絶對靜止ニハアラズト云ヘドモ地球上ニテニウトンノ運動ノ法則ハ成リ立ツベク地球ヲ標準ニ取リテ力學ヲ論ズルヲ得、地球ノ運動ガ等速直線運動ナラザレバ地球ニ對スル加速度ガ絶對靜止ノ標準體ニ對スル加速度ト異ルガ故ニニウトンノ運動ノ法則ハ嚴密ニハ成リ立タザレドモ地球ノ運動ノ速度ガ小ナレバ大體ニ於テ成リ立

ツコト、ナル、力學ニ對シテ絶體靜止ノ標準體ハ必ズシモ必要ナク之ニ對シ等速直線運動ヲナセル物體ハ何レモ標準體ト取ルヲ得、船ノ運動ガ一樣ナラバ船ヲ不動ト考ヘテ力學ヲ論ズルモ可ナリ。

然ルニ光學ト電磁氣學ニ於テハマタ事情ヲ異ニス、既ニ述ベタルガ如ク之等ニ於テハ全宇宙ニ漲リ真空ノ中ニモナホ充滿セルエーテルヲ考フ、從テ必然ノ結果トシテエーテルガ物體ノ運動ニ伴フテ動クカ否カノ疑問ヲ生ズベキナリモシ物體ノ運動ニ伴フトセバ凡テノ電磁氣的現象ハソノマ、物體ト同一ノ速度ニテ移動スベク若シマタ物體ノ運動ニ伴ハズトセバ之ト異ル處アルベキナリ、之ニ關スル種々ノ研究ハ皆エーテルガ物體ノ運動ニ伴ハザルヲ示セリ、例ヘバ第八章ニ述ベタル光ノ錯行ヲ考フルニ光ノ進行方向ガ地球ノ運動ニヨツテ變化セザルコトヲ示スモノニシテエーテルハ地球ノ運動ニ關係ナク靜止スルモノナラザルベカラズ、且ツマタエーテルヲ全然靜止セリト假定シテ立テタルローレンツノ電子論ガヨク總テノ實驗ヲ説明シ得タルハ最モ有力ナル證明ナリシナリ。

コノ如クエーテルガ全ク靜止セルモノナリトセバエーテルヲ以テ運動ノ標準體ヲ取ルベキコト至當ニシテ之ニ



對シテ運動セルト静止セルトハ異レリ、適當ノ方法ヲ用フレバエーテルニ對スル地球ノ運動ヲ檢出シ得ベキ理ナリ、**マイケルソン** (A. Michelson) ハ之ヲ測定

セントシテ次ノ如キ實驗ヲ試ミタリ。

光源 S ヨリ出テタル光ヲ硝子板 O ニヨツテ一部ハ反射シ他ヲ通過セシメ互ニ直角ナル二途ニ分ツ、コノ光ヲ平面鏡 M₁ ト M₂ トニヨツテ反射シ再ビ舊ノ鏡ヲ取ツテ O ニ還ラシメ一方ノ O ヲ通過セルト他方 O ニテ反射セルトガ相合シテ望遠鏡 T ニ入ル如ク装置ス OM₁ ト OM₂ トガ長サ等シキトキハ双方同一ノ位相ヲ以テ T ニ到着スルガ故ニ互ニ助け合ヒテ望遠鏡ノ視野ノ中央ハ明ルシ。

然ルニコノ全體ノ装置ガ速度 v ヲ以テ右方ニ動クトキハ一方ノ光ノ徑路ハ OM₁O' トナリ之ヲ通過スル時間ハ

$$\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} \quad \text{即チ} \quad \frac{2cl}{c^2-v^2}$$

トナル、コノ l ハ OM₁ OM₂ ノ長サナリ、マタ他方ノ光ハ OM₂O' ナル斜ノ路ヲ取ル、コノ路ヲ光ノ進ム速度

ノ OM₂ 方向ノ分速度ハ $\sqrt{c^2-v^2}$ ニシテコノ路ヲ通過スルニ要スル時間ハ、

$$2 \frac{l}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

ナリ、兩途ニ要スル時間ハ等シカラザルガ故ニ之ニ相當シテ T ノ中ニ重ナリ合フ光ハ位相ヲ異ニス、コノ時間ノ差ガ光ノ振動ノ週期ノ半ナレバ互ニ消シ合ヒ一週期ナレバ再ビ助け合フ。

今コノ装置ヲ全體トシテ水平ニ回轉シ得ル臺ノ上ニ置キ OM₁ ヲ地週運動ノ方向ト考ヘラル、方向ニ向ハシメ望遠鏡ノ視野ヲ窺ヒツ、漸次ニ回轉スルニ遂ニハ OM₂ ガ地球運動ノ方向ニ向ヒ恰モ OM₁ ト OM₂ トハ地位ヲ轉換ス、サレバ T ニ於テ重ナリ合フ光ノ位相ノ差ノ變ズルニ從ヒ視野ノ明ルサノ變ズルヲ見ルベキナリ、コノ如クシテ地球ノ速度ヲ定メントセシニ實驗ノ結果ハ全ク否定的ニシテ視野ニ何等ノ變化ヲモ認メ得ザリキ、地球大ナル速度ヲ以テ運動セルコトト論ナキニ拘ラズコノ意外ノ結果ヲ生ジタリ。

茲ニ於テローレンツハノ假定ヲ設ケ總テ運動セル物體ハ速度ノ方向ニ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ ノ比ヲ以テ短縮セルモノト考ヘテ此ノ結果ヲ説明セリ、OM₁ ノ長サガコノ比ニ

短縮セバOM'O'ヲ通過スル時間ハ

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left(\frac{l}{c+v} + \frac{l}{c-v} \right) \quad \text{即チ} \quad 2 \frac{l}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

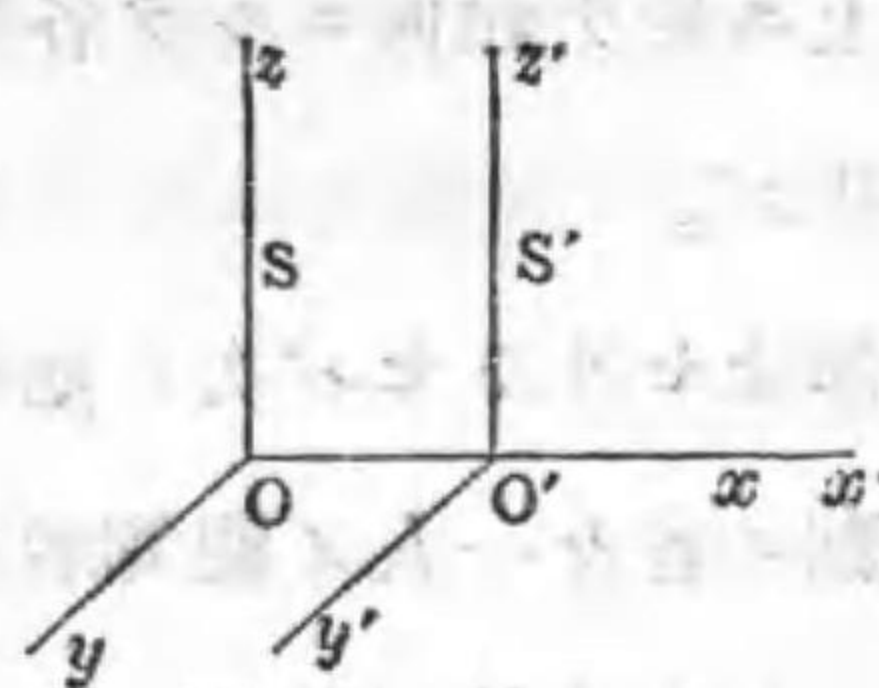
ニシテ恰モ兩途ノ往復時間ガ全ク一致シテ前記ノ如キ結果ヲ得ベキコトナル、コノ假定ニ於テハ物質ノ如何ニ拘ラズコノ如キ短縮ヲ生ズト考フルモノニシテ甚ダ大膽ナルガ如ケレド物質ガ總テ電氣的構造ヲ有ストスレバ正ニコノ如キ短縮ノ生ズベキコトヲ電子論ニヨツテ豫想スルヲ得ルモノニシテ必ズシモ奇異ナルモノニハアラス、實際ニ於テコノ收縮ハ甚ダ小ナルモノニシテ地球ノ公轉ノ速度ヲ $3 \times 10^6 \frac{\text{厘米}}{\text{秒}}$ ト考フルモ僅ニ $\frac{1}{200000000}$ ノ短縮ヲ生ズルニ過ギズ、且ツ地球上ニ於テハ尺度モマタコノ比ニテ短縮スルガ故ニ直接ノ測定ニテ之ヲ檢出スルヲ得ズ、ナホマタ地球上ノ時計ガ少シク進ミ遅ク單位時間ニ對シテ $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ナル進ミヲ示ストセバコノ時計ニヨツテ測レル兩途往復ノ時間ガ

$$2 \frac{l}{\sqrt{c^2 - v^2}} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{即チ} \quad \frac{2l}{c}$$

トナリ恰モ光ノ見懸ケノ速度ガ c ナルコトナル。

假ニエーテルニ静止セル一ノ坐標軸 S (xyz)ヲ考ヘソ

ノ x ノ方向ハ地方ノ運動ノ方向ニ取ル、マタ地球ト共ニ運動スル坐標軸 S' ($x'y'z'$)ヲ考ヘソノ方向ハ xyz ト平行シ且ツ時刻 $t=0$ ニ於テ S' ノ原點 O'ガ S ノ原點 Oヲ過ル



トス、從テ時刻 t ニ於テ O'トハ vt ダケ離レタリ、地球ト共ニ運動セルモノハ尺度モマタローレンツ收縮ヲナセルガ故ニ x' ノ方向ニ測レル長サハ過大ニ現ル、Sニ對シ xyz ナル一點 Pノ S'ニ對スル坐標 $x'y'z'$ ヲ求ムルニ x' ハ $x-vt$ ニアラスシテ、

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

ヲ得、マタ $y'z'$ ノ方向ニハ尺度ノ收縮ナキガ故ニ、

$$y' = y \quad z' = z$$

ナリ、之レ兩坐標軸ニ對スル一點ノ坐標ノ間ノ關係ナリ。

更ニマタローレンツハ時刻ノ測定ニツキ次ノ如キ考察ヲ施セリ、物體ノ速度加速度等ヲ測定セントスルニ最も基本的ノ方法ハ空間ノ各點ニ豫メ時計ヲ配置シ之ニヨツテ發着ノ時刻ヲ測リ徑路ノ長サト比較スルナリ、コフト

キ各點ノ時計ハ凡テ同一ノ時刻ヲ指スガ如クニヨク調整セラル、コトヲ要ス、若シコノ調整ヲ誤リテ各々ノ時計ノ指ス時刻ガ一致セザルトキハ確實ナル測トヲナシ能ハザルコト勿論ナリ、然ルニ地球上ニ於テ如何ニシテ各點ノ時計ヲ調整スベキカノ疑問ヲ生ズ。

若シ地球ガエーテルニ對シテ静止セリトセバ次ノ如クシテ時計ノ調整ヲ行フヲ得、各點ニ各々一人ノ觀測者アリテ互ニ光ヲ以テ信號ヲ交換ス、Aノ時計ガ0時ヲ指セルトキAヲ出發ヨル光ガBノ時計ノ1時ヲ指セルトキBニ着シ逆ニマタBノ時計ガ0時ヲ指セルトキBヲ出發セル光ガAノ時計ノ1時ヲ指セルトキAニ着スル如ケレバ双方ノ時計ノ一致セルヲ知ル、コノ如クシテ各點ノ時計ガ悉ク一致セルカ否カヲ檢スルコトヲ得ベシ。

サレド地球ガエーテルニ對シテ運動セルトキハコノ方法ヲ用フルヲ得ズ、地球ニ對スル光ノ速度ハ方向ニヨツテ異ル、地球ノ運動ノ方向ニ傳ハル光ハ遅ク反對ニ傳ハル光ハ速シ、ABガ地球ノ速度ニ平行ニ位置セリトスルニAヨリBニ至ル時間ハ $\frac{l}{c-v}$ ニシテBヨリAニ至ル時間ハ $\frac{l}{c+v}$ ナリ、故ニ若シABノ觀測者ガ地球ノ運動ヲ知ラズシテ上記ノ如ク時計ヲ調整セリトセバBノ時計ハ

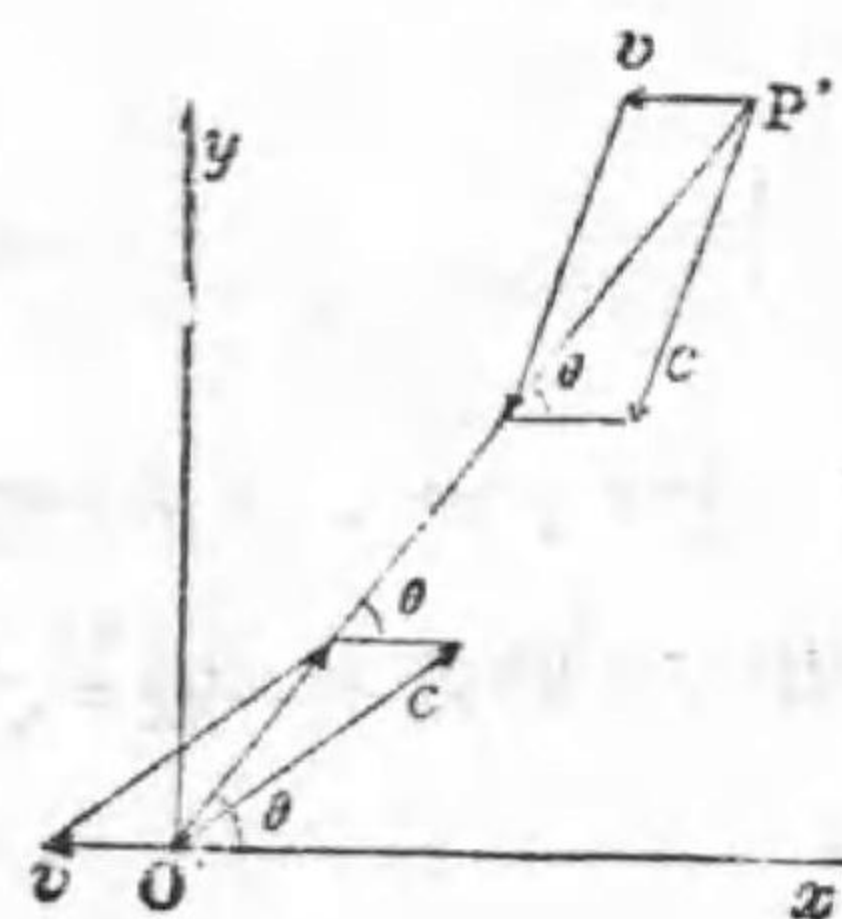
遅レAノ時計ハ進ム、兩者ノ間ニハ

$$\frac{1}{2} \left(\frac{l}{c+v} - \frac{l}{c-v} \right) \quad \text{即チ} \quad -\frac{vl}{c^2-v^2}$$

ナル時差ヲ生ズ、モシ x' 軸上ノ觀測者ガ時刻 $t=0$ ニ於テコノ如キ調整ヲ行ヒ O' 點ニアル時計ヲ標準トシテ合ハセタリトセバ各點ノ時計ガ示ス時刻ハ $-\frac{vx}{c^2-v^2}$ ナリ、コノニハ x' 軸上ノ諸點ヲ考ヘタルモ一般ニ他ノ諸點ニ於テモ地球上ノ時計ノ指ス時刻ハコノ如ク表ハサル⁽¹⁾、更ニ t ナル時間ヲ經タル後ハ原點ガ vt ダケ移動スル故ニ、

(1) 今一般ニ地球上ノ O' 點ト P' 點トニ於テ光ノ信號ヲ交換スル場合ヲ考フルニ $O'P'$ ノ上ヲ光ノ傳ハル相對

的速度ハ光ノエーテルニ對スル速度 c ト地球ニ對スルエーテルノ速度 v トノ合成セラレタル V_1V_2 ナリ、圖ハ $O'x'P'$ ノ平面ヲ示ス、之ヨリ明カナル如ク V_1V_2 ハ次ノ式ニテ定マル—— V_1 ハ O'



ヨリ $P' \leftarrow V_2$ ハ $P' \rightarrow O' \leftarrow$

$$V_1^2 + v^2 + 2vV_1\cos\theta = c^2$$

$$V_2^2 + v^2 - 2vV_2 \cos\theta = c^2$$

即チ

$$V_1 = -v \cos\theta + \sqrt{v^2 \cos^2\theta - v^2 + c^2}$$

$$= -v \cos\theta + \sqrt{c^2 - v^2 \sin^2\theta}$$

$$V_2 = +v \cos\theta + \sqrt{v^2 \cos^2\theta - v^2 + c^2}$$

$$= +v \cos\theta + \sqrt{c^2 - v^2 \sin^2\theta}$$

但シ θ は x' 軸ト $O'P'$ ノ間ノ角ナリ。

光ガ O' ヨリ P' ニ至ルニ要スル時間ト P' ヨリ O' ニ至ルニ要スル時間トハ

$$\frac{O'P'}{\sqrt{c^2 - v^2 \sin^2\theta} + v \cos\theta} \quad \frac{O'P'}{\sqrt{c^2 - v^2 \sin^2\theta} - v \cos\theta}$$

ニシテ其ノ差ハ

$$-O'P' \left(\frac{2v \cos\theta}{c^2 - v^2 \sin^2\theta - v^2 \cos^2\theta} \right) = -\frac{2v}{c^2 - v^2} O'P' \cos\theta$$

ナリ $O'P' \cos\theta$ ハ P' 點ノ坐標 x' ナリ、サレバコノ信號ニヨツテ時計ヲ調整スルトキ生ズル時差ハ一般ニ、

$$-\frac{vx}{c^2 - v^2}$$

ナリ。

$$-\frac{v}{c^2 - v^2} (x - vt) + t \quad \text{即チ} \quad \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left(t - \frac{v}{c^2} x \right)$$

ナル時刻ヲ指スコト、ナル。

コノ計算ニハ地球上ノ時計ガエーテルニ静止セル理想的ノ時計ト同ジ率ヲ以テ進ムモノト考ヘタリ、モシ地球ノ速度ガ時計ノ構造ニ影響シテソノ進ミノ率ガ $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 倍ニ遅ル、トキハ地球上ノ時計ハ、

$$t' = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \left(t - \frac{v}{c^2} x \right) \quad \text{即チ} \quad = \frac{t - \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

ヲ指スベキナリ。

ローレンツハ運動ノ速度ニヨツテ物體ニ收縮ノ生ズルト共ニ時計ノ進ミニモコノ如キ影響アリト假定シ地球上ニテ實驗ヲナセル吾人ハ不識ノ間ニコノ如キ尺度ト時計トヲ採用セルモノト考ヘタリ、マタローレンツハコノ如キ尺度ト時計トヲ以テ實驗觀測ヲ行フトキ凡テノ電磁氣的現象ガ恰モエーテルニ静止シテ觀測スルト全ク同様ニ見ユベキコトヲ證明スルヲ得タリ。

例ヘバ光ガ真空中ヲ傳播スル速度ハ地球上ノ觀測者ガ見ルモエーテルニ静止シテ見ルト異ラズ、何トナレバ今

C'がOヲ過レルトキコノ點ヨリ光ヲ發シ之ガシナル時間
ノ後Sニ對スル坐標 xy^2z ナルP點ニ達シタリトスレバ

$$\frac{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}{t} = c$$

ナルベシ、コノトキP點ノS'ニ對スル坐標ガ $x'y'z'$ ニシテ
ソノ位置ニ於ケル地球上ノ時計ノ示セル時刻ガ t' ナリシ
トスルニ光ノ見懸ケノ速度ハ

$$\frac{\sqrt{x'^2+y'^2+z'^2}}{t'} = c'$$

ナリ、然ルニ、

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad y' = y \quad z' = z \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

ナルニヨリ、

$$c' = \frac{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{t - \frac{v}{c^2}x} \sqrt{\frac{(x-vt)^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} + y^2 + z^2 + \frac{(t - \frac{v}{c^2}x)^2}{1-\frac{v^2}{c^2}}} = c$$

ナルヲ知ル。

ローレンツハエーテルニ靜止セル理想的ノ時計ノ示ス
時刻 t ヲ眞ノ時刻ト考ヘ運動セル地球ノ上ニテ上ノ如ク

シテ定マル假ノ時刻ヲ局處時ト稱ヘタリ。

地球上ノ觀測者ガ自己ト共ニ運動セル尺度ト時刻トニ
ヨリテ觀測スルトキハ靜止セル時計ハ次第ニ遅ル、如ク
靜止セル物體ハ收縮セルガ如ク見ユルコト恰モ靜止セル
觀測者ヨリ見ルトキ地球上ノ時計ハ次第ニ遅レ物體ハ收
縮セルニ同ジ、上記ノ如ク地球上ノ時計ノ示ス局處時ハ

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

ニシテ地球ノ進ム前方ニ於テ眞ノ時刻 t ヨリモ遅レ後方
ニ於テハ之ヨリモ先ダテリ、從テ靜止セル一ノ時計ノ傍
ヲ通過スル地球上ノ時計ハ漸次ニ進ミタル時刻ヲ指スベ
シ、之ト比較セラル、ガ故ニ靜止セル時計ハ次第ニ遅ル
、ガ如ク見ユ、例ヘバO點ニ靜止セル時計ニツキテ考フ
ルニコノ點ニテハ $x=0$ ニシテ $t=0$ ニテハ $t'=0$ マタ
 t ナル時刻ニテハ $t' = \frac{t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ナルガ故ニ t ハ t' ニ比
シテ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 倍ニ小ナリ、即チ局處時ヲ標準ニ取レバ靜
止セル時計ノ進ミハ $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 倍ニ小ナリ。

次ニ地球上ノ觀測者ガ靜止セル物體ノ長ヲ測定スル

操作ヲ考フルニ先ヅ観測者ハ一ノ尺度ヲ備 之ヲ物體ト
平行ニ置キ物體ノ兩端ガ尺度ノ何レノ點ト一致スルカヲ
見ルナリ、サレドコノ場合ニ尺度ハ運動セルガ故ニ兩
端ニテ目盛リヲ讀ミ取ル時刻ニ注意セザルベカラズ、同
一ノ瞬間ニ於テスルニアラザレバ正シキ結果ヲ得ル能ハ
ズ、然ルニ地球上ノ局處時ハ前方ニ於テ真ノ時刻ヨリモ
後レ後方ニ於テ先ダテルガ故ニ局處時ニヨリテ測定ヲ行
フトキ後方ノ目盛リヲ讀ムハ早キニ失シ前方ノ目盛リヲ
讀ムハ遅キニ失ス、其ノ間ニ尺度ハ前進スルガ故ニ物體
ノ兩端ニ相當スト見タル尺度ノ長サハ物體ノ長サヨリモ
小ナリ、即チ物體ハ短キガ如ク見ユ。

今假ニ地球上ノ尺度ノ x ナル長サヲ考フルニ其ノ兩端
ニ於ケル局處時ニハ $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $\frac{v}{c^2} x$ ナル差アリ、即チ後
端ノ時計ガ或ル時刻ヲ指セルヨリ之ダケノ時間ヲ經タル
後前端ノ時計ガ同ジ時刻ヲ指ス、但シ地球上ノ時計ハ進
ミガ $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 倍ニ緩カナルガ故ニ實際ニコノ時間ハ

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} x \quad \text{即チ} \quad \frac{v}{c^2 - v^2} x$$

ナリ、コノ時間ニ尺度ノ前端ハ $\frac{v}{c^2 - v^2} xv$ ダケ前進ス
ベキガ故ニ測ラレタル物體ノ長サハ

$$x + \frac{v^2}{c^2 - v^2} x \quad \text{即チ} \quad \frac{x}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

ナリ、然ルニマタ地球上ノ尺度ハローレンツ收縮ニヨリ
テ $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ノ比ニ短キガ故ニ實際ニ x ナル長サハ

$$\frac{x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ナル長サトシテ現ル、實際ニハ} \frac{x}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ナル長}$$

サガ $\frac{x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ナル如ク見ユルコト、ナル、即チ

$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ノ比ニ收縮セル如ク見ユ。

第 五 章

相 對 論

上記ノ如クシテローレンツハマイケルソンノ實驗ヲ説明スルニローレンツ收縮ヲ假定シ且ツマタ局處時ヲ採レバ地球ノ運動ガ電磁的現象ノ何レニモ現レザルコトヲ證明セシモ根本ニ於テエーテルト絶對時刻トヲ肯定セリ、然ルニアインスタインハ全ク別種ノ考察ニヨツテローレンツ收縮ト局處時トガ正ニ當然ナルヲ示セリ、其ノ考フル處ニヨレバ互ニ等速直線運動ヲナセル觀測者ハ全ク對等ノ地位ニアルモノニシテ何レヲ靜止セリト云ヒ何レヲ運動セリト云フベキモノニアラズ、一切ノ物理的現象ノ法則ハ何レノ觀測者ニ對シテモ同一ナリ、之ヲ一ノ根本原則ト考ヘ相對性原理ト名ヅケタリ。

互ニ等速運動ニアル SS' ガ何レモ眞空ニ對シテ對等ノ性質ヲ帶ブトスレバ S' ヨリ見タル光ノ傳播ハ S ヨリ見タル光ノ傳播ト同ジカラザルベカラズ、マイケルソンノ實驗ニ於テ光ガ兩路ヲ往復スル時間ニ差異ノナキハ當然ノコトナリ之ガ爲ニローレンツ收縮ハ必然的ニ要求セラル。且ツ S ト S' トニ於テコノ如キ尺度ヲ使用シテ光ノ速

度ヲ同ジト見ルベキ爲ニハ速度ニヨツテ時計ノ進ミ變化アルベキモマタ必然的ニ要求セラル、マタ各々ノ觀測者ハ自ラ靜止スト考フベキガ故ニ自然ニ採用セラル、時刻ハローレンツノ局處時ナリ。

コノ原理ニヨツテ考フレバエーテルニ靜止セルモノモ等速直線運動ヲナセルモノモ物理學的ニハ全ク對等ニシテ何等ノ區別ナシ、然ラバ即チエーテルハタゞ假定セラル、ノミニシテ之ヲ認ムル能ハザルモノナリ、之ヲ假想スルハ寧ロ不合理ト云フテ可ナリ、コノ故ニ相對論ニ於テハ曾テ考ヘラレタル如キ物質的ノエーテルヲ考フルコトナシ、電場磁場等ノ傳播ハ物理的空間ノ根本性質ナリト考フ。

各々ノ觀測者ハソノ局處時ヲ標準トスベク時刻ノ規定モ絶對的ニ定マレルモノニアラズ、處ヲ異ニシテ生ゼルニツノ事象ハ或ル觀測者ニ同時ト認メラル、トモ之ニ對シテ運動セル他ノ觀測者ニ、前後シテ生ゼリト認メラル、時刻ガ全宇宙ヲ通ジテ先天的ニ定マレリト考フル舊來ノ素樸ナル思想ハ相對性原理ト相容レザルモノナリ。

時刻ノ規定ノ複雑トナリ尺度ニローレンツ收縮ノアル結果トシテ速度ト加速度ニモ種々ノ複雑ナル關係ヲ生

ズ、例へば地球ニ對シテ v ナル速度ニテ進行セル船ノ中ニ人アリテ船首ニ向ヒ船ニ對シテ v' ナル速度ニテ歩ムトス、ソノ人ノ地球ニ對スル速度ハ通常ノ考ヘニヨレバ $v+v'$ ナリ、サレド船ノ中ニテ人ノ速度ヲ測定スル際ノ時刻ト尺度トハ地球ニ對スル船ノ速度ヲ測定スル際ノ時刻及ビ尺度ト異ルガ故ニ直チニ v ト v' トヲ加ヘ合ハスヲ得ズシテ更ニ複雑ナル換算ヲ要ス、計算ノ結果ニヨレバ人ノ地球ニ對スル速度ハ

$$\frac{v+v'}{1+\frac{vv'}{c^2}}$$

トナル、即チ船ヨリ見テ v' ナル速度ハ地球ヨリ見テ、

$$\frac{v+v'}{1+\frac{vv'}{c^2}} - v$$

ナル速度ニ當ル。

マタコノ人ガ船ニ對シ始メ静止シタリシモノガ加速度ヲ以テ進行シ暫時ノ後 v' ナル速度ヲ得タリトスルニ速度ノ増如及ビ其ノ間ノ時間ハ上記ノ如ク船ヨリ見タルト地球ヨリ見タルト等シカラズ、從テ加速度ノ大サモ船ヨリ見ルルト地球ヨリ見タルト異レリ。

速度加速度ノ複雑ナル關係ト共ニ在來ノ力學ニモ修正

ヲ要スルコト、ナル、在來ノ力學ノ法則ハ互ニ等速運動ヲナセル觀測者ニ對シテ同一ナル如キモコレ各觀測者ガ同一ノ時刻ヲ用ヒ尺度ノ長サモ同一ナル場合ナリ、各觀測者ノ採用スル時刻ト尺度トガ上ノ如ク異ルトキ在來ノ力學ノ法則ニ對シテハ各觀測者ノ地位ガ對等ナルヲ得ズ、之等ニ關スル研究ハコ、ニ詳述スルヲ得ザレドモ相對論ニヨツテ力學ヲ修正セル結果ハ總テ物體ノ慣性ガ速度ニ管係シ速度ノ方向ニ加速セラル、場合ニハ、

$$\frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{縱質量}$$

速度ト直角ノ方向ニ加速セラル、場合ニハ、

$$\frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{横質量}$$

ナル質量ヲ呈スルコト、ナル、コ、ニ m ハ速度 v ガ小ナル場合ノ質量ナリ、之ヲ其ノ物體ノ靜質量ト云フ、速度ノ増スニ從ヒ慣性ハ増加シ光ノ速度ニ近ヅクト、モニ無限大トナル、物體ニ絶エズ力ヲ作用セシムルモノノ速度ハ光ノ速度ヲ超ユルコトナシ。

コノ結果ハローレンツガ電子ノ電磁的質量ヲ計算シテ得タル結果ト一致セリ、相對論ニヨレバ電磁的質量ノミ

ナラズ凡テノ質量ガスクアルベキモノナリ、サレドモ通常ノ場合ニハ如何ナル物體ノ速度モ光ノ速度ニ比スレバ甚シク小ナル爲 $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ ハ殆ンド1ニシテコノ如キ影響ハナシト見テ可ナリ、タゞ放射物質ヨリ出ヅル β 線ノ電子ハ速度極メテ大ニシテ光ノ速度ニ近シ、之ガ爲ニ其ノ質量ハ静止セル電子ノ質量ニ比シテ大ナルベシ、實際ノ測定ニヨツテモコノ如キコト確メラル。

物體ノ運動ニ限ラズ凡テ物理的作用ノ傳播スルハ光ヨリ速カナルヲ得ズト考ヘラル、光ノ速度ハ恰モ無限大ノ速度ノ如シ。

マタ相對論ニヨレバ凡テエネルギーアレバ必ズ慣性アリ E ナルエネルギーハソノ種類ノ如何ニ拘ハラズ $\frac{E}{c^2}$ ナル質量ヲ有スベキコト、ナル、物體ガ慣性ヲ有スルコトハ物體ノ中ニ種々ノ形ニテ含マル、エネルギーニヨルモノト考ヘラル、質量不變ノ法則ハエネルギー不滅ノ法則ノ一面ニ過ギズ。

上記ノ理論ニ於テハ相對的ニ等速運動ヲナセル系統ニツキテノミ考ヘ加速度ヲ有スルモノハ除外セリ、アインシュタインハ更ニコノ推論ヲ加速度ヲ以テ運動セル系統ニモ擴張シ其ノ結果トシテ萬有引力ニツキ種々ノ結論ヲ得

タリ。

今コノ一ノ大ナル箱アリテ何等ノ外力ヲモ受クルコトナク空間ニ浮ベリトス、其ノ中ニアル觀測者ハ總テノ物體ガ或ハ静止シ或ハ等速直線運動ヲ續クルヲ見ルベシ、然ルニコノ箱ノ一方ニ外ヨリ糸ヲツケテ一定ノ力ヲ以テ引クモノアレバ箱ハ等加速運動ヲ始ム、箱ノ内ニ静止セシ物體ハ其ノ位置ニ止マルニヨリ遂ニハ箱ノ底部ニ衝突ス、箱ト共ニ運動セル觀測者ガ之ヲ見ルトキハ恰モ物體ガ加速度ヲ以テ箱ノ底ニ落下セルガ如シ、始メニ等速直線運動ヲナセシモノモマタ加速度ヲ以テ底ニ向フガ如ク見ユ、箱ノ底ガ物體ニ達シタルトキハ物體ヲ押シテ自己ト等シキ加速度ヲ物體ニ與ヘザルベカラザルガ故ニ反作用トシテ物體ハ底面ニ壓力ヲ及ボス、箱ノ中ナル觀測者ニハ凡テノ物體ガ其ノ質量ニ比例セル力ヲ以テ底ニ向ヒテ引カル、ガ如ク見ユ、觀測者ガ箱ノ外ヲ見ザルトキハ箱ガ或ル加速度ヲ以テ上方ニ動ケルカ或ハ箱ガ静止シテ重力ガ下方ニ作用セルカヲ判定スル能ハズ。

アインシュタインハ凡テノ現象ニ於テコノ如キ運動セル觀測者ヨリ見タル結果ガ恰モ重力場ノ作用ノ下ニ生ズル現象ヲ静止セル觀測者が見タル結果ト同一ナリト考ヘク

リ、萬有引力ノ作用ガ物體ノ構造組成等ニ關係ナクタマ
慣性ニ比例セル力ヲ及ボスコトモコノ如ク考フレバヨク
了解スルヲ得、萬有引力ノ作用ナキ場合ノ法則ガ知ラレ
タルトキハ加速度アル觀測者ヨリ見タル現象ハタマ計算
ニヨツテ推論スルヲ得、次ニ之ヲ萬有引力ノ下ニアル靜
止觀測者ガ認ムル現象ト考フレバ萬有引力ノ影響ヲ數理
的ニ導クヲ得ルナリ。

今二ツノ坐標軸 SS' アリテ S ハ靜止シ S' ハ加速運動ヲ
ナシ加速度ノ方向ハ x 即チ x' ノ方向ニ向ヘリトス、 O' ガ
 O ト一致セシ瞬間ニ O 點ヨリ x 方向ニ光ヲ發スレバコノ
光ハ常ニ x 軸ノ上ニアリ、然ルニ S' ハ次第ニ右方ニ進ム
ガ故ニ光ハ漸次ニ後方ニ遺サレ S' ノ速度ノ大トナルニ從
ツテ其ノ度益々大ナリ、サレバ S' ヨリ見ルトキ光ノ徑路
ハ後方ニ曲レル曲線ヲナス、之レヲ S' ガ靜止シテ x' ノ
方向ニ重力ノ作用セル場合ニ等シト考フルガ故ニ光ハ重
力ノ作用ヲ受ケテ方向ヲ變ズ、地球ノ重力ニヨル方向ノ
變化ハ小ナルベキモ太陽ノ周邊ニ於テハ其ノ大ナル引力
ニヨツテ觀測シ得ベキ程度ニ達ス、精密ナル天文觀測ノ
結果ハ之ヲ確證スルモノ、如シ。

運動セル觀測者ノ時刻ハ後方ホド進ミ前方ホド後レタ

ルコト已ニ述べタル如シ、 S' ガ O ト O' トノ一致セル瞬間
ヨリ等加速運動ヲ始メタリトス、最初未ダ速度ノ大ナラ
ザルトキ時計ヲ調整セバ正ニ S ノ時刻ト一致スベシ、然
ルニ暫時ヲ經テ大ナル速度ヲ得タル後ニ再ビ時計ノ正否
ヲ檢スルニコノトキ前方ノ時計ガ遅レ後方ノ時計ガ進ミ
居ルニアラザレバ其ノ速度ニ對スル時刻ヲ示サズ、然ル
ニ S' ノ時計ハ何レモ區別ナキガ故ニコノトキマデノ進ミ
ハ同一ナリ、サレバ S' ノ觀測者ハ後ノ調整ニ際シテ前方
ノ時計ガ進ミ過ギ後方ノ時計ガ遅レ居ルモノト見ルベ
シ、之ニ相當シテ重力ノ影響ヲ受クルトキ下方ニ位置セ
ル時計ハ進ミ遅ク上方ニ位置セル時計ハ進ミ速シ、ナホ
時計ノ進ミニ限ラズ一切ノ現象ニコノ如キ遲速ヲ生ズ。

原子ハ自然ノ時計ニシテ其ノ發スル光ノ波長ハ内部ニ
行ハル、現象ノ週期ヲ示ス、太陽ノ如キ大ナル重力ノ下
ニアル原子ヨリ發スル光ノスペクトルハ上記ノ理論ニ從
ヒテ週期ノ小ナル側即チ赤色ノ側ニ變位スベキナリ。

更ニアインスタインガ物質ニヨツテ生ズル萬有引力場
ヲ相對論ヨリ考察セル結果ハ從來說明シ得ザリシ水星ノ
運行等ヲモヨク説明スルヲ得タリ。

昭和三年三月廿五日印刷
昭和三年三月卅一日發行

複		不
製		許

物 理 學
【定價金貳圓七拾錢】

東京高等工商學校編

編輯兼發行者 北 村 一 郎
東京市本所區柳島橫川町一五九

印刷者 松 澤 玨 三
東京市麴町區下六番町十七番地

印刷所 同 勞 舍 活 版 所
東京市麴町區下六番町十七番地

發行所 (東京市本所區柳島橫川町一五九) 有 文 閣

發賣所 (大阪市西區阿波堀四ノ二地ノ一) 登美屋書店

特216

660

終