

目 次

論 叢

| | |
|----------------------|-----|
| 萩原雄祐：理論天文學序(II)..... | 181 |
|----------------------|-----|

綜 合 報 告

| | |
|-------------------------|-----|
| 虎尾正久：時刻測定と保時の現況(I)..... | 186 |
|-------------------------|-----|

抄 録 及 資 料

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 無線報時修正値..... | 196 |
| IX月に於ける太陽黒點概況..... | 196 |
| 太陽のウォルフ黒點數(1940年 VII, VIII, IX月)..... | 197 |
| 本會會員の太陽黒點觀測..... | 197 |
| 光電管に依る天體觀測に關する討論會..... | 197 |
| 月食の際の月面の熱輻射..... | 198 |
| 天文學談話會記事..... | 198 |
| 彗星だより..... | 198 |

天 象 欄

| | |
|---------------------------|-----|
| 流星群..... | 199 |
| 變光星..... | 199 |
| 東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(III月)..... | 200 |
| 太陽・月及び惑星..... | 200 |

理論天文學序 (II)

萩原 雄祐

二. 時間空間と天體力學

理論天文學の方法が漸近似法によるといふことを前節に述べたのであるが、天體力學の發達と時間空間の概念の變遷とは、この漸近似法のよい一例である。惑星の運動に関しては昔は天動説が唱へられてきたが、コペルニクスは地動説を唱へ、ついでケプレルの法則の發見となつた。しかしこれでもある近似における惑星の運動にしか適用されない。地上で林檎の落ちるのも、大砲の彈丸が飛ぶのも、乃至は地球のまはりに月が動くのも、太陽のまはりに惑星や地球が廻るのも、これ等をすべて同時に包含してニュートンの萬有引力則があらはれた。ニュートンの法則は微分法則であつて、ケプレルの法則はある近似においてそれを積分された形になつてゐる。微分法則になつたがために、初期条件は何であつてもそれに引き括められるから、その近似を一步進めることができたのである。云はゞニュートンが微分積分學を發明したことは近代の物理學に活を入れたことになる。ニュートンの法則によれば、月に及ぼす力は地球による引力のみではない。太陽も、他の惑星も、地球の形も、地球上の潮汐の影響も、すべてニュートンの法則に従つて、月の運動の方程式に入れられる。初期条件を觀測と比較して定めると、過去現在のどんな時の觀測にもあてはまるやうな解が得られる。又將來の位置を推算し、未來の日月食を豫報することができる。かく漸近似法によつて天動説、地動説、ケプラーの法則、ニュートンの法則と、おひおひ法則が普遍性を増し、内容が豊富になる、然も簡單になる。これが萬有引力といふ所以なのである。

この萬有引力から算出した結果と月の運動を觀測した値とがあはれないことがあつた。そこで距離

の二乗に逆比例する力のみではなく、その他に距離の四乗に逆比例する力もこれに加はつたものであると云つた人があつた。時の哲學者は、宇宙の法則は簡單であり雅美なるべき故に、逆二乗のみだといつた。これはニュートン則より演繹、即ちさきの月の運動方程式の解き方が拙かつたので、もつと正確に解くとニュートン則が觀測に合ふと云ふことがわかつた。このやうに運動法則より數學的に演繹して天體の運動を推論し、觀測で豫測すべき歸結を出す學科を天體力學といふ。月と地球と太陽との間にニュートン則を適用してその運動を推論する。これは三體問題の特別の場合である。一般に三體問題といふのは、三つの天體がニュートンの力學に従つて互に引きあつてゐる時に、その運動をば一つの任意に與へられた初期條件に従つてしらべることである。この特殊の場合である月の運動の解法が非常に難しいので今述べたやうな困難な事情が起つたのである。前世紀の末にヒルが三體問題の週期解を發見し、これに基いて月の運動論を立てた結果、その困難を克服することに成功したのである。ポアンカレーはこの考へを數學的に發展せしめたが、一般の三體問題は、非常に特別な場合を除いて、解くことは未だにできない。前世紀以來一流の數學者を累はした難問題であるので、トルストイの小説「復活」の中にもあらはれてゐる程にも有名である。數學的に云へば、運動の方程式の解の存在は證明されたけれども、有限な時間の後の運動状態を知ることはできない。普通の天體力學では收斂しない級數を使つてやつてゐて、これで太陽や惑星や月の位置を推算し、日月食を豫報したりしてゐる。近時この級數を異なる形に展開することによつて、特殊の小惑星や衛星の運動を論じようと試みられてゐる。

三體問題には、ある型の積分は存在しないといふ証明がある。それではどんな形の解があるのであろうか。今日迄使はれてゐる時間の一次式の三角函数をもつて展開された級数が収斂しないとすると、何か新しい超越函数を發明すると解けはしないだらうか。近頃研究されてゐる概週期函数とか、ウェーター函数とか、テーク函数などは役に立ちはしまいか。マトリックスがこれ等の計算に役立つことがわかつてきた。又、數學における函数論的に特異點の性質から展開に何等かの指針を得られはしないか。かくの如くこの問題の發展には數學と協力すべき點が多々ある。

二千個に垂んとしてゐる小惑星をその週期に従つて並べると、木星の週期と簡単な整数比に近い週期をもつ小惑星がない。そこに間隙がある。解を形式的に各項が三角函数である級数に展開した時、その一つの項の係数が非常に大きくなるといふことでこれを説明しようとした人があつた。しかし此級数は収斂しない故に、そんなに長時間に亘つて此級数が運動をあらはすとは考へられない。この小惑星の間隙は天體力學で未だに解く能はざる謎である。

少くとも我々が太陽系の始めや終りとも考へられる程度の長年月に亘つてだけでも正しい解答を得られないだらうか。かくして月がいつかは地球に衝突するのであるか或はいつかは遠ざかつて地球の周りを廻轉しなくなるのであろうか、太陽へ惑星が飛び込むか或は遠く他の恒星系に屬するやうになるのか、といふやうな興味ある問題が山積して解かれずにある。

ラプラスは第一歩をこの問題の解決に踏み入れたのであつたが、今一步だけこの問題に關する見解を近頃進めることができた。ある簡単な整数比の週期をもつ衛星系にも一次的にこの見解を進めることができた。更に、遅い變化と速い變化との混合した力學系についての研究はこの方面にある發展の餘地を指示する。

以上の如く問題を解くのに數値的に且つ量的に常に進んで行かうといふ慾を棄て、即ちニュートンの法則がどの位まで觀測と一致するかを見たいといふ數值的の慾を棄て、云はば定性的に運動の状態を知らうとする考へから、位相幾何學的的

三體問題の研究がポアンカレ以後始まつた。しかし此も特殊の力學系とか三體問題のごく簡単な場合にしか取扱ふことはできない。太陽系の安定とかいふやうな大問題には前途甚だ遼遠である。

かくの如く、尙廣汎なる領域は古典的天體力學においても未だ未踏である。新しい數學の武器を掲げて征服すべき處女地は眼前に展開してゐるのである。しかし行先は荆棘の道である。岌々たる斷崖絶壁である。安逸なる容易に遊ぶを止めて、不撓不屈艱難を克服してこそわが日本の眞の姿を具眼するものではあるまいか。

このニュートン力學、所謂古典的天文學の基礎をガリレイ體系の理論體系とよぶ。その基礎になる公理と云ふべきものは

- (イ) 點からなる絶對空間。こゝにはユークリッド幾何學をとる。
- (ロ) 瞬間からなる絶對時間。空間とはまつたく獨立で、無限の過去から無限の未來までつゞく。
- (ハ) 質點があつて、これがいつも存在してゐて、各瞬間には絶對空間の一點を占める。
- (ニ) 一つの質點は他の質點へ力を及ぼし、その影響は加速度を生じる。
- (ホ) 各質點には質量といふ量を聯想し、これは與へられた力によつて生じた加速度と逆比例する。

これはそれ自身一つの理論體系をなしてゐるがしかし認識論的立場からは不満足である。

- (イ) 絶對空間、絶對時間には意味がない。物質があつてはじめて空間時間を考へなくてはならない。これをマツハの原理とよぶ。
- (ロ) 遠隔作用はいけない。離れた質點へ他の質點が直接に何等の媒質なしに瞬間的に作用を及ぼすことは變だ。

共にマツハによつて擧げられた批難である。その二點からエーテルといふ絶對空間に固定した非物質的のものが考へられた。光がこのエーテルに對して毎秒三十萬軒の速度で直進するといふ。しかし此の批難が正しいか否かは一層の經驗に徴してのみ決せらるべきである。

取り敢へずガリレイ體系の古典的天文學を一見しよう。

天體の距離は三角測量ではかる。一定の正確に測定した長さを基線としてその両端から天體に向つて張る角を測り、それから三角法で距離を出す。天文学では地球上の遠い二點の距離を基線とする、即ち南北兩半球にある二人の觀測者から正確に同じ時刻に、求めんとする天體の角度を測定する。月はその表面の特殊の點を目標として行ふ。太陽には別の方法をとる。即ち、地球に近く來る微小天體、小惑星の距離を三角測量する。地球と太陽とその小惑星との測定の瞬間における位置は天體力學できまるから、それから太陽と地球との距離を出す。これが天文学に於いて基本になる長さである。精密にいへば、太陽と地球との距離はある値のまはりに週期的に變化し、なほごく微細な量だけ一樣にますので、この週期的に變化する部分を取り去つてある時期におけるその距離を基本にする。他の惑星についてはこれから天體力學で距離を推定する。恒星の距離の三角測量には、基線として地球の太陽のまはりの一年の軌道の直徑の兩端をとる。即ち今の基本の長さの倍をとる。近い恒星にはこれで充分定められるが、遠いものには別の方法を使ふ。一般に距離の知れた恒星とそのある特徴との間に相關關係を求めて、その關係を距離の知れない星に擴張して距離を定める。二重星でもニュートンの法則が當てはまるといふことは萬有引力則の勝利であるが、その星の質量を太陽の質量に等しいと假定すると距離がわかる。ある種の變光星からは距離がその變光の週期と見かけの明るさとから推算される。かくてユークリッド空間を光が直進するものとして、距離方向をきめる。

次に時間は、かゝる空間においてニュートンの力學が成立するやうなものとする。地球の自轉も振子の振動も共にニュートンの力學では一樣の週期をもつてゐる。天文觀測で遠方の星に關して地球の自轉を測り、振子の週期と比較して時を定める。近頃は水晶時計を振子の代りに使ふ。かゝる時間をとるとガリレイ體系が成立する。しかしガリレイ體系の天體力學で、月や惑星の運動を調べて、近頃の精密な觀測と太古の記録を漁ると、微細ではあるが、ニュートン力學では不明の點が生じた。一般に月や惑星の運動は種々の週期をも

つた三角函數の項の集りであらはされるのであるが、この不明の點の主なのは月の運動の加速度と稱して、月の運動に時間の二乗に比例する項を入れないと觀測と理論とがあはれないことが知れた。この他に大實驗項といつて約三百年の周期をもつらしい運動が理論にはないが觀測にあらはれてきた。加速度の方は一部分のみは地球上の潮汐の摩擦で説明がつく。ニウカム、ダーウキン、ブラウン等の研究の結果、これは地球の自轉が長年月の間に變化するといふことになつて、その原因を地球内の變異に歸することによつて、月や惑星や、衛星の運動の不整を説明されることになつた。こゝにも漸近似法があらはれてゐる。ガリレイの考へた振子から地球の自轉が時間を測る標準になつた。それから月や惑星になつた。即ちニュートン力學がそれである。勿論地球の自轉には種々の小さな影響が週期的に存在することは天體力學から算出されて、その補正は既に行つてある譯である。近頃では緯度變化も地球自轉より求める時間に影響のあることが知られた。緯度變化と云ふのは、地球の自轉軸が瞬間々々に地球に對して動くために生じるものである。空間において自轉軸のまはるのは歳差と云つて、章動といふそれに加はる同種の小さい週期をもつ振動と共に、地球の慣性能率が二つの方向で異なることから、月と太陽との作用で起るもので、ニュートン力學で計算される。獨樂の心棒が頭を振るのと同じ作用である。これ等は所謂春分點の移動を通じて時間に影響がある。

春分點の話の序であるが、我太陽系はニュートン力學から云つて、他の恒星系と力學的關係がないとすると、所謂太陽系全體の廻轉能率は常に一定の値をもち、その方向も恒星系に對して一定してゐるべきである。これを我太陽系の慣性系といふ。惑星、小惑星の運動は、太陽系の慣性系に關して、從つて恒星系に關して、ニュートン力學から演繹される位置をもつべきである。惑星、小惑星の位置は、恒星系といふ幾何學的坐標系に對して、觀測によつてきめるのであるから、若しニュートン力學から計算される恒星に對する位置と觀測した位置とに相違があれば、太陽系の慣性系が恒星系に對して移動をしてゐると考へられる。即

ち太陽系が他の恒星系から力を及ぼされてゐることになる。これは春分點及び黄道の移動となつてあらはれてくる。これには小惑星をつかつて研究するのが便である。このことは太陽系のみ天體力學から出發して、他の恒星系との力學的関係といふ新領域の開拓になるのであるから、小惑星の運動に關する理論的研究と相俟つて小惑星の精密なる位置測定が切に望ましいのである。この際、濃氣差といつて地球大氣が星の光を屈折せしめる度合ひ等の觀測の補正の研究とか、時計の研究とか、器械の誤差の研究は勿論焦眉の急である。

終りに質量は天體が他の天體に及ぼす力を測つてニュートン力學によつて知る。力は直接には知れないが、質量の知れた天體をもとにして、知らうとする天體の加速度を觀測からきめて求める。更に加速度は直接に得られないから、天體の位置を刻々測定をしてニュートン力學によつて推論してきめるのである。二重星では距離がしれると質量がきまる。尙ほ他の特徴をしらべても星の質量を出すことができる。例へば星の内部構造論がこゝに應用されて、光度を知ると質量を知る如きものである。

天體力學における演繹法の最も著明な例は海王星の發見である。天王星や土星の運動に不明な點があつたので、それから逆に未知の惑星である海王星の位置を天體力學で推算して、その推算した位置に海王星が發見されたのである。これは古典的天文學の偉大な成果であつて、前世紀にあつては天體力學が演繹科學の粹とよばれた所以もここにある譯である。惑星プルートーについては多少の疑問の餘地はあるが、同じ過程で發見されたものである。

しかし觀測は日に日に精密へと進みつゝある。觀測の結果は刻々積まれてゐる。これ等を整理して推論すると、ガリレイ體系がもはや適用され得ない時がきた。ケプレルによると惑星は太陽のまはりに楕圓を畫いてゐる。太陽に最も近い點を近日點といふ。ケプレルの法則からは近日點は動かない。ニュートンの法則から、他の惑星の影響を考へるとごく少し動く。かく天體力學で推算したこの近日點の動くべき値と、觀測材料の蓄積したもののから計算して出した値とが、水星において特

に相異が大であつた。天文學者は太陽のまはりの抵抗物質を考へたり、太陽が扁平であると考へたり、水星の内側に未知の惑星とか流星群があると考へたりしたがうまくゆかなかつた。

こゝへアインシュタインの相對性理論といふ別の理論體系があらはれたのであつた。宇宙の法則はどの觀測者からみても同一であるべきものといふ認識論的な所謂相對性原理から理論を立てたものである。さきに述べたやうに、法則は微分方程式で書かれてゐる。運動の方程式も、電磁氣の方程式もさうである。光もこのうちに含まれてゐる。これ等の微分方程式が二人の觀測者からみて不變な形を持つべきであるといふ原理で始める。甲乙二人の一樣な直線運動をしてゐる觀測者から見ての場合を特別相對性理論といふ。先づ光の速度は甲乙二人からみて同じ値であるとする。これは畢竟エーテルといふ絶對空間なる考へを棄てることになる。このことは有名なマイケルソンの實驗で證された。此マイケルソンの實驗は一つの斷定實驗なのである。こゝに光の速度といふのは相對性理論においては時間と空間とを聯關する重大な要素であるので、相對性理論では實に重要な役割を演じてゐる。つまり時間空間についての考へが此の理論では古典的力學におけるものとは根本的に異つてくるので、始めから考へなほさなくてはならない。

まづ同時といふことを考へる。認識の過程には一致におくといふことを述べた。故に同時といふことから定めなくてはならない。甲乙二人の觀測者は夫々自分の時計をもつてゐる。甲から光の速さで乙に行きその着いた時の乙の時計を読む。すぐに引きかへして光の速さで甲へ歸る。甲を立つた時と歸つた時との甲の時計の讀みの和の半の甲の時刻と、乙に達した時の乙の時計の讀みの乙の時刻とが同時であるといふ。甲で測る距離は、その二つの甲の時計の讀みの差半に光の速度を乗じたものとする。この距離の定義は理想的剛體が存在しないといふ批難のため、物指をつかつて距離を定義することを避けて、光をつかつたのである。かゝる時間と距離のとり方をすると時間は、甲の時計は乙の時計から見ると遅れる。乙の時計は甲の時計から見ると遅れる。距離もさうである。進

む方向に収縮して見える。乙から見た球は甲から見ると進む方向に扁平に見え、甲から見た球は乙から見ると進む方向に扁平に見える。この関係は時間空間を融合した四次元の世界で考へられる。相対性原理に従つて、此四次元世界の甲と乙との間の光の進む状態を等しく見るといふことを數學的にあらはすと、光の進む状態をあらはす方程式がローレンツ變換といふ一種の變換をしても變らないことになる。この變換は四次元世界の一つの廻轉にすぎない。この變換で不變であるべきことから、今述べたやうな乙から見た乙の時間や距離と、甲から見た乙の時間や距離との相異があらはれてくる。光の速度より速いものは起らない。光の速さを限界として四次元の世界は一人の觀測者にとつて過去、未來、及び見えざる世界とに別れる。

これを運動の方程式や電磁氣の方程式に適用して、ローレンツ變換で不變なやうにおく。電荷は不變といふことは實驗で證されてゐる。そこで質量、電磁氣の場等の式が書き換へられる。質量が長さの單位であらはされるやうになり、エネルギーを光の速度の二乗であると質量と考へられる。光にも質量を與へることができることになる。スペクトル線の微細構造がこれから出て實驗とあふことが知れた。なほ最近になつてデイラックの量子力學にも使はれて、陽電子の發見や、宇宙線のやうな非常に強力な輻射線に関する實驗等で證明されてゐる。特別相対性理論は疑はしいところは今でもない。

これを任意の加速度をもつ二人の觀測者から見た場合に相対性原理をつかつた理論を一般相対性理論とよぶ。さきに述べたニュートンの運動の法則にあらはれる質量と、萬有引力にあらはれる質量とが同一のものと考へる。すると萬有引力が單に見かけの上の力に過ぎないことがわかつた。即ち、時間空間の融合した四次元の世界が曲率をもつてゐて、そこにある質量で曲率がきまる。球の表面は二次元であるが、この面の曲率は一定である。一般に二點間を最短距離で結ぶ線を測地線とよぶ。球面の測地線は、その考へる二點と球の中心とをむすぶ平面で球面を切つた場合にその交りの曲線である。此例は二次元であつて、判りやす

いために三次元の中にあると考へたが、二次元を考へる時はいつも考へるを二次元に限らねばならない。そこではピタゴラスの定理が成立しない。これを二次元から四次元に擴げると、もはや直感ではできないが、四次元は曲率をもつてゐることになる。これは四次元へ類推して擴張したピタゴラスの定理が成立しないと云ふ意味にとるべきである。その四次元の世界の測地線をゆく天體を、遠くにある他の天體にある觀測者から見ると、恰も萬有引力で引かれてゐるやうに思はれる。歪んだ眼鏡をかけて見ると何でも曲つて見えるやうなものである。かくて萬有引力とか遠隔作用とかの概念はいらない。エーテルといふ架空的非物質を考へる要はない。時間空間の四次元世界の曲率は物質の量できまるので空間時間は絶対ではない。即ちマツハの原理が成立して、マツハの批難はすべていらなくなつた。

此の理論は數學におけるリッチ微分幾何學を使用したものである。微分的の平行移動によつて一つのベクトルを動かすのに異つた道をとると異つた値になる。この幾何學の變換はローレンツ變換を特別の場合として含む。これから此變換によつて不變な萬有引力の場の方程式を出した。四次元の世界の曲率がきまると測地線がきまる。こんな論理演繹でもつて、水星の近日點の移動を觀測通り出すことができた。他の天體についても觀測の誤差の範圍で理論とあふ。次に質量の大きな天體の側を光が通る時に曲る。空間が曲つてゐるからである。これは日食の時に太陽の近くに見える星の位置がずれることから觀測で證された。近頃、星雲の近くをとほる時にも、星雲のむかふ側の天體の光が曲ることから、その星雲の質量を出さうとしてゐる人がある。次に重力の強い星の表面から出る光のスペクトルが赤の方へずれる。太陽については非常に厄介な太陽大氣の渦動によつて確證をなし難いが、次に述べる恒星内部構造論と共に、白色矮星のスペクトルにおいて證明された。これ等は三つの斷定實驗であつて、ニュートン力學でなく相対性理論をとるべきことを示すものである。その他の現象については、古典的天文學から來るものとの相違は小さいので、觀測の誤差の範圍になる。だから必要に應じて面倒な計算

をやつて相對性理論を使ふが、不必要の時には古典的で間にあふことが多い。これが漸近似法が成功した所以である。空間時間の根本概念については根本的の相違はあるが、觀測される量については相違が非常に小さいためである。二つの有限な質量の天體間の作用を相對性理論で計算するのはなかなか困難であつて、古典的力學のポテンシャル論が役立つ。さきに水星の近日點の移動の計算には太陽の質量は有限であるが水星の質量は無限に小さなものとして計算された。しかし近頃の研究では、有限な質量の場合でも、これ以外には觀測にあらはれる限りは何等の新しい運動状態の相違は見出されない。又光行差といつて、星が地球の進む方向にずれて見えるといふ現象も、エーテルを考へた時と相對性理論でローレンツ變換で論じたのとは、觀測の精度の範圍では同一に出る。又坐標系に對して觀測者が廻轉してゐる場合には、歳差現象のやうなものを生じる。廻轉する惑星のまはりの衛星に對する此影響は觀測の誤差の範圍内であるが、地球の場合には所謂春分點の移動を生じる。ごく少量ではあるが今日ではこれを計算に入れる。

更に相對性理論によると、一つの質點のまはりの萬有引力の場は、その質點の質量の二倍の半径の球面上では特異點を有する。即ち、その面上で

は光が無限に小さな速度をもつことになるので、その球の内外の世界が互に隔離されることになる。今日考へられてゐる質點間の力では、實際の星の場合にはこんなことの起り得ないことを證明することができた。相對性理論による質點の運動は、二體問題に於てすら、古典的力學では無かつたやうな面白い形の軌道が可能であることが判つた。

かく相對性原理とマツハの原理といふ、共に認識論的立場からの尤もらしい原理が、時間空間の概念と物理法則の樹立とに成功して、新天體力學を立てたことになる。かく新しい理論體系を作つて、それから演繹した斷定實驗もまづ成功したと見做されやう。しかし理論體系はこれのみでは足りない。さきに述べた理論體系の要求から、すべての物理現象に通じたものでなくてはならない。即ち、なほ量子現象もその中に包含したものでなくてはならない。ワイル、エツディントン及びアインシュタイン等の諸派の人々は、電磁氣をも一元的に相對性原理から出すために、微分幾何學を擴張したけれども、概念的に出来上つたものとしか云へまい。前途に猶幾多の困難が横たはつてゐて尙洋々たる未來を囑望されなくてはならないのである。追風が吹く。舟子よ。帆を張らうではないか。(未完)

綜 合 報 告

時刻測定と保時の現況 (I)

虎 尾 正 久

目 次

- 第一章 天 體 觀 測
- 第二章 天 文 時 計
- 第三章 地球自轉速度の變動

緒言 時刻測定と云ふ語は意味甚だ漠然としてゐる様だが、一般にこれは天文觀測に依る時計修正値の決定、天文時計に依る保時、無線報時及びその受信の四つの段階の互ひに密接に關聯せる機構を内容とするものと考へてよいと思はれる。こ

こに述べんとする問題はこれらの機構に含まれる各種各様の系統的誤差の検討であるが、併し本文に於ては主として、この内、前二者に就いてのみを考察する事とし、残る二者に就いては他日に譲りたいと思ふ。

元來この時刻測定と云ふ機構は天文觀測でも、最も古くから行はれて來たものゝ一つであつて、現在ではすでに整然と體系附けられ、形式化されて、他の部門の如く新しい理論の發展も少なく、

又その装置の劃期的な改革も極めて少ない。併し乍ら、それから得られる結果が社會生活上に重要な役割を占めてゐる事と、科學の他の部門の發展に従つて、益々精度の上昇を要求せられつゝある現状である。斯の如き際にこの問題に就いて検討を行ふと云ふ事は多少の意義なしとしないと信ずる。

第一章 天體觀測 (1) 子午儀 時計修正値決定の天體觀測は現今二三の例外を除いて、殆んど大部分の天文臺では子午環、子午儀を以て行つて居る。殊に小型の子午儀が最も多く用ひられ、測微鏡は例外なく手動又は電動機で驅動する自記測微鏡が利用されて居る。

一回觀測の Internal Probable Error は口径 10 糎程度の望遠鏡にて一個の星に對し約 $0^{\circ}.03$ 、一組約 10 個の星よりの觀測に對して約 $0^{\circ}.01$ 程度のもので、これは星の位置より來る偶然誤差、觀測者より生ずる偶然誤差、器械、記録装置等によつて生ずる偶然誤差及び氣象状態に依る誤差が含まれてゐるものである⁽¹⁾。更にこの結果を最も平滑された時計修正値曲線と較べて得られる External Error はやゝ大きく、時に $0^{\circ}.05$ 近くになる。これは上の Internal Error の外に各種の系統的誤差が加はる爲めである⁽²⁾。

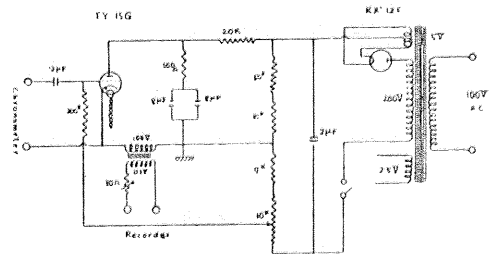
記録装置 最初に問題となるのは記録装置に於ける電氣的或ひは器械的に生ずる系統誤差であるが、これは使用せる自記測微鏡、繼電器、Chronograph の種類に依つて異り、その組合せ方に従つて相當違つた結果を生ずるものであるから、觀測者は自己の回路に就いてそれぞれ測定しなければならない⁽³⁾。一般に繼電器、Chronograph に於

ける遅れの現象は最大(使用)電流、最小(殘溜)電流、可動部を平衡せしめるバネの張力等の函數であり、又動作の調節にも依る事は多くの實驗で明らかとなつて居る。

現在 Chronograph には非常に多くの種類が存在するが、これを大別すれば二つの型に分ける事が出来る。即ち比較的強い電流を必要とし、大なる衝動にて可動部に作用するもの、及び數ミリアンペア又はそれ以下の微弱電流に依つて動作する可動部の極めて軽いものである。兩者何れも得失はあり、又何れにも時間的遅れは必ず伴ふものと見なければならぬ。尤もこの遅れが一定値を保つならば問題とするに當らないのであるが、實際の場合、電源電壓の微小變化、回路抵抗の變化、又振動、溫度變化等の外部の影響に對しても必ずしも安定と云ふ事は出来ない。これ等の不測の影響は一種の偶然誤差として觀測の精度に限界を與へる事になる。

東京天文臺では觀測に當たり自記測微鏡は理研製の特種繼電器を仲介として Cambridge Chronograph に記録せしめてゐる。この繼電器の遅れは電流の開閉共に $0^{\circ}.001$ 以下である⁽¹⁾。

第 1 圖



又これと併記せしめる Chronometer の記録はサイクロンの瞬間放電を利用し、途中繼電器を廢して直接 Chronograph を動作せしめてゐる(第1圖)。斯くすれば繼電器を省略出来ると同時に Chronometer の接點に電流を通ずる必要が無いと云ふ利點がある。又この Chronograph の遅れは電流の開閉共に大體 $0^{\circ}.001$ 程度のものである⁽²⁾。

特殊の記録装置 觀測又は時計比較に Chrono-

(1) N. Stoyko: Ann. Franc. de Chrono., 7, 27 (1937).

(2) 詳しい事は第 2 章にゆづる。

(3) 繼電器、Chronograph の遅れの測定法は Oscillograph を利用したり、或ひは特別の回路に依つて相對的に求めたり、種々の法が行はれてゐる。こゝには測定例の二三を次に列擧するに止める。

E. Treusein; H.C. Freisleben: A.N., 242, 233 (1931).

K. Schütte: A. N., 247, 173 (1932); 254, 249 (1934).

F. Renz: Bull. Poulkova, 10, 351 (1923).

F. Morreau; J. Verbandt: B. A. B., 2, No. 4 (1933).

(1) 宮地政司氏: 東京天文臺報, 5, 100 (1937).

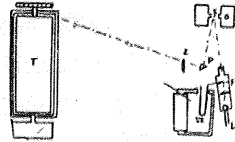
(2) この回路の設計並に測定は古賀逸策博士に依る。

graph を用ふるに當つては、その調節が簡單で且つ安定である事が必要缺く可からざる要素であるが、それ等を犠牲にして、その代り極めて高い精度を求めた記録装置も多數發表されて居る。こゝにはその内の二三について述べる。

所謂 Lejay の Chronograph は電磁オッシログラフを利用するもので⁽¹⁾、第2圖の如く、光源

第2圖

よりの光は壁下の中央の小孔を通り、オッシログラフの鏡に集り、反射されてプリズムPで全反射し、毎秒2回轉する記録圓筒Tの上に落ちる。



方恒温に保たれた 1000 Cycle の音叉 St の一端から棒 f が延びて、その尖端は F の中央の孔に達してゐる。即ち音叉の振動に伴ひ、それは穴を毎秒 1000 回遮蔽する譯である。斯くて圓筒 T の記録には 0⁰.001 迄の時計の記録が入る。比較せんとする 2 個の時計の電流を同時にオッシログラフに導けば、鏡はこれに従つて偏れ、時計の比較の記録が得られる。

時計比較のみに就ては Schütte が珍しい方法を提唱して居る⁽²⁾。元來人間が音源の方向を判定する手段は考へ得られる 4 種、即ち兩耳に對する音波形の差異（頭に當つて波は崩れる）、位相の差、強さの差、及び兩耳に達する時間差であるが、最後の時間差が最も有力である事が實驗的に明らかとなつて居る（例へば水中に於て音の方向を判定する實驗等）。この時間差は眞側方よりの音で $6 \cdot 10^{-4}$ 、又判別能力の極限は $3 \cdot 10^{-5}$ であると云ふ。

今比較せんとする兩時計よりの電流を別々に兩耳の受話器に導けば、兩者の秒の時間差がが近附いて $6 \cdot 10^{-4}$ に達すれば、側方に一音として聞え、音は次第に前面に移行し、正面を通過して他の側方に達し、時間差 $6 \cdot 10^{-4}$ を越えると再び 2 音に分離する。兩時計の日差 (Daily Rate) と一日中に生ずる一致の回数、2 音の一致してより分離する迄の時間は次の如くなる。

| 日差の差 | 一致の回数 | 移行時間 |
|------|-------|------|
| 1.0 | 1 | 104 |
| 2.0 | 2 | 52 |
| 3.0 | 3 | 35 |
| 5.0 | 5 | 21 |
| 10.0 | 10 | 10 |

この方法を用ふる爲めには特に比較用の日差大なる時計を用意しなければならない。恒星時、平均時の時計の比較では半数切りの Chronometer であつても、その歩度の差は $1^{\circ}.4 \cdot 10^{-3}$ 秒で移行時間短かく適當でない。この方法は繼電器、Chronograph 等の用意無くして極めて簡單に行へる點で大きな利得があるが、實際どの程度迄の精度があるかは實驗例が發表されて居ない。

Loomis⁽¹⁾ は 1928 年以來、最高級の時計、及び記録装置の研究に志し、結局前者としては Shortt の時計を選び、その長期に亙る連続比較を行つて後に述べる様な重要な結果を發表した。記録装置としては彼自ら特殊の Chronograph を案出した。この所謂 Loomis の Chronograph の構造を簡単に述べると、毎秒 10 回轉の同期電動機の回轉子の先端にベークライトの腕が附着けられ、その腕の先端には Tungsten が附けられてゐる。それは金屬製、ベークライト製の上下 2 段の環の間を廻る様になつてゐる。ベークライトには一周 100 個の等間隔の細い接點が埋込まれ、その各は導線に依り 100 本一列に並んだ針に連絡されて居る。記録紙はこの針の下を通過する。紙の下は金屬製の圓筒である。同期電動機は Bell Telephone Laboratory の 10000 Cycle の水晶時計に依つて制御されてゐる。今 Shortt の接點が閉じれば、高電壓が金屬環に懸かる。火花がこれと Tungsten の間に飛び、更らにそれとベークライト環の接點の近いものとの間に飛び、これから電氣的衝動は導かれて針から紙を徹して金屬圓筒の間に火花が飛ぶのである。斯くして水晶時計を仲介として Shortt の歩度が求められる。この Chronograph に依れば毎時間の平均歩度は Probable Error 0⁰.0001 以下にて決定出来ること云ふ。

この Chronograph に依る Shortt 3 個の比較

(1) R. Lejay: Zs. f. Instr., 50, 167 (1930).

(2) K. Schütte: A. N., 230, 211 (1927).

(1) A. L. Loomis: M. N., 91, 569 (1931).

から Brown, Brouwer は始めて振子に及ぼす月の影響を抽出して、この装置の優秀性を明らかにした⁽¹⁾。水晶時計を仲介にした Shortt の読みを C_1-Q とする。これは 30° に一回宛記録される。個々の記録は時々 $0^s.001$ 乃至 $0^s.002$ 位の不整が現はれるから、一時間毎に集めて平均し、これから一時間の歩度を 55 日間求める (材料 M)。又別に毎時間の始めの記録のみを拾つて求めた一時間の歩度 (材料 H) を 147 日間集める。月の影響を見る爲め月の子午線経過に最も近い太陽時を 0^h として 23^h 迄材料を並べ替へれば、こゝに明らかに半太陽日の週期が見出された。その係数は次の様な結果が發表されてゐる。

| | | |
|-------------|-------------------------------------|-------|
| (M) C_1-Q | $+0^s.000128\sin 2(\phi-0^h \ 0^m)$ | |
| (M) C_2-Q | 147 | +0 13 |
| (M) C_3-Q | 106 | -0 36 |
| (H) C_1-Q | 150 | -0 24 |
| (H) C_2-Q | 135 | -0 25 |
| (H) C_3-Q | 127 | -1 0 |

係数の Probable Error は $\pm 0^s.00001$ 乃至 $\pm 0^s.00002$ の間であると云ふ。

月が振子に及ぼす直接の影響は潮汐力に依り g の變化 Δg として⁽²⁾

$$-\frac{\Delta g}{g} = 2\frac{M}{E} \sin^3 \pi \left(\frac{3}{2} \cos^2 Z - \frac{1}{2} \right)$$

こゝに M, E は月、地球の質量、 π は月の視差、 Z は天頂距離、 2ϕ は Argument of Tide で月が子午線に在る時 0 となる。 P を振子の半週期とすれば、その變化 δP から時計の誤差は

$$-\int \delta P \cdot dt = \frac{1}{2} \int \frac{\Delta g}{g} dt = -0^s.000153 \sin 2\phi$$

尙これに間接の影響として地殻の潮汐力に依る變化があり、それはこの係数を約 90% 大きくするが⁽³⁾、別に局部的影響として、大西洋岸に於ける潮汐の影響が丁度これを打消して、結局理論値と實驗値との著しい一致を示して居る。

器械常数の誤差 現在の觀測の機構には多くの器械常数が含まれるが、それらの測定は種々の理由に依つて誤差を伴ひ、結果の精度に影響し、又系統的誤差として残り易い。

水準差は多くの場合氣泡水準器を用ひる。處がこの場合水準器個々の安定性に依つて結果に著しい差異が生ずる⁽¹⁾。又屈折型の子午儀の如く觀測者が水準器の一方側に在る時、熱の影響が著しい⁽²⁾。

接眼鏡が東、又は西に在る時の氣泡の読みを $E, e; W, w$, とすれば水準差 i は

$$i = \frac{W+w-(E+e)}{4}$$

實際に觀測の後に讀んだ値を $E', e'; W', w'$ とすれば

$$\begin{aligned} i_{we} &= \frac{W+w-(E'+e')}{4} \\ &= \frac{W+w-(E+e)}{4} + \frac{\Delta E + \Delta e}{4} = i + \Delta i \end{aligned}$$

$$i_{ew} = i - \Delta i$$

i は眞の水準差で Δi はその誤差、觀測者より遠去かる時、符號は正と取る。2 回の觀測から Δi は求められる。即ち

$$i_{we} - i_{ew} = 2\Delta i$$

Poulkova に於ける數年間の觀測から

$$2\Delta i = +0^s.0071 \pm 0^s.0007$$

となり、これは水準器自身及び支持部分をフェルトで蔽ふて熱を避ける事に依つて小さくせしめ得たと報告されて居る。

尙最近氣泡水準器に代り、一種の倒立振子を用ひて水準差を求めんとする試みがある⁽³⁾。眞鍮製長さ 9 糶の振子の尖端に長さ 2 糶、徑數ミクロンの金屬棒を取付けて、その動きを測微鏡で測定する装置で、全體を油を充した長方形の箱に納めてある。振子の垂直との間の角 θ_0 、平衡せる時の角 θ, l を半長、 m を質量とすれば

$$mgl \sin \theta = c(\theta - \theta_0)$$

$$\text{感度は } d\theta/d\theta_0 = \frac{c}{c - mgl} \approx 200$$

即ち $d\theta_0 = 0''.1$ に對し $d\theta = 20''$ の變化となつて現はれる。精度は甚だ高いが、併しこれも温度の影響が無視出来ない。彈性係數 c の變化は 1° に就き 10^{-4} の程度であるとして

(1) E. W. Brown; D. Brouwer: M. N., 91, 575 (1931).

(2) Helmert: Geodäsie. 2, 434 (1884).

(3) H. Jeffreys: The Earth, p. 237.

1) M. N., 99, 327 (1939).

(2) J. Beljajeff: Bull. Poulkova, 10, 413 (1926).

(3) M. P. Lejay: C. R., 206, 398 (1938); 209, 740 (1939).

$$\frac{d\theta}{\theta} = \frac{dc}{c} \frac{mgl}{c - mgl}$$

に於て $mgl/(c-mgl)$ は約 200 となる。即ち 1° の變化に對し、 $1''$ に就き $0''.01$ の變化が生ずる。

自記測微鏡の接點の幅に對する補正 これは觀測に當り、星の子午線經過の直前望遠鏡の接眼鏡の位置を入れ替へる方式を採る時、その前後に於て接點の違つた端を記録に取る爲めにその幅の半分に相當する補正を入れる必要があるのであるがこの幅の測定それ自身が中々容易に高精度を得難いばかりでなく、それが種々の理由で變化する爲めに一層面倒になる⁽¹⁾。即ち(1)電氣火花の爲めに接點の端が破損する。(2)接點及び刷子の磨滅、(3)刷子に懸かる彈條の壓力の變化、等の原因が考へられる。幅 W の誤差 w とすれば、個々の星に對し $W \sec \delta$ なる形で影響し、時計修正値に對する影響 $\delta \Delta T$ は Meyer の式を採用する時次の如くである。

$$\delta \Delta T = \frac{1}{2} w \left\{ \frac{\sec \delta_N}{N} + \frac{\sec \delta_N - \sec \delta_S}{A_S - A_N} \sum \frac{A_Z}{N} \right\}$$

茲に $\delta_N, \delta_S, \delta_Z$ は夫々北、南の方位星、天頂星の赤緯、 A_N, A_S, A_Z はその方位係數、 N は天頂星の數である。第二項中 $\sum \frac{A_Z}{N}$ は大體 0 であるから實際には

$$\delta \Delta T = \frac{1}{2} w \frac{\sum \sec \delta_Z}{N}$$

で表はされると見てよい。

東京天文臺の時刻觀測では敏感な繼電器を使用して、この接點幅の補正を自働的に消去する方法を採つて居る。

廻轉軸の磨滅は子午儀、子午環にては避ける事の出来ないものである。これは觀測器械より生ずる系統的誤差の内最も量も大きく、變化も大きく取扱ひが厄介である。その影響は水準差、方位差の決定に及ぼし、直接、間接に複雑な結果を與へる。磨滅の形を直接測定する試みは多く行はれてゐるがミクロンに達せぬ程度の大きさであるから簡單には行ひ難い。現在迄には干涉計を利用する法、廻轉軸の端面に於ける一點の運動を測微鏡に

依つて測定して軸の形を推定する法⁽¹⁾。槓杆の一端を磨滅面に觸れしめ、その運動を他端に大きく擴大して測る法⁽²⁾。磨滅面に觸れた腕の微小運動で光の量を加減せしめ、光電管を動作せしめる方法⁽³⁾、水準器の一脚を磨滅面に乗せ、氣泡の動きより測定する方法⁽⁴⁾、等が擧げられる。又逆に觀測結果から星の赤緯に依る系統的誤差 $\Delta \alpha_0$ を分析しても、極く大體の不整の形は推定出来る⁽⁵⁾。

軸の不整が觀測結果に及ぼす影響に就いては多くの人が論じて居るが、それは軸を受ける軸承の形で異つて來る。

最も簡単な場合は軸承が 90° の場合で、この場合に就いては Ulink の方法がある⁽⁶⁾。

測定した磨滅の量 y_ν はある零點からの凹凸である。且つ $\sum y_\nu = 0$ 。知りたい量は各方向の半径の、平均半径よりの差である。これを x_ν とする。今 15° 毎に測定したものとす。

$$y_\nu = x_\nu + \frac{1}{2} \sqrt{2} (x_{\nu+9} + x_{\nu+15}), \quad \nu = 0, \dots, 23.$$

直徑の誤差 d_ν は

$$d_\nu = \frac{1}{2} \sqrt{2} (y_{\nu+3} + y_{\nu+9} + y_{\nu+15} + y_{\nu+21}) - y_{\nu+6} - y_{\nu+18}$$

第1近似値として

$$x'_\nu = x'_{\nu+12} = d_\nu/2 \quad \text{とおく}$$

$$y'_\nu = x'_\nu + \frac{1}{2} \sqrt{2} (x'_{\nu+9} + x'_{\nu+15})$$

第2近似値として

$$x''_\nu = x'_\nu + \frac{1}{2} (y_\nu - y'_\nu) = \frac{1}{4} \sqrt{2} (y_{\nu+3} + y_{\nu+9} + y_{\nu+15} + y_{\nu+21}) - \frac{1}{2} (y_{\nu+6} + y_{\nu+18})$$

を使へば充分である。

別の法として、調和解析を行つて

$$y_\nu = \sum A_\nu \cos \nu \frac{2\pi}{24} + \sum B_\nu \sin \nu \frac{2\pi}{24}$$

- (1) Challis: Memoirs R. A. S., **19**, 103 (1851); P. Labitzke: Zs. f. Instr., **54**, 396 (1934).
- (2) L. Zeidler: Warsaw uni. obs. Reprint No. 40, (1937).
- (3) H. Oehler: A. N., **268**, 97 (1939).
- (4) W. Ulink: Veröff. Gött. (1928); 東京天文臺報, **2**, 166 (1934).
- (5) 東京天文臺報, **2**, 205, 210 (1934); **5**, 214 (1938).
- (6) N. Ulink: A. N., **268**, 371 (1939).

(1) H.C. Freiesleben; E. Lange: A. N., **245**, 405 (1932).

$$a_v = \frac{A_v}{1 + \sqrt{2 \cos \nu \pi \cos \nu} \frac{\pi}{8}}$$

$$b_v = \frac{B_v}{1 + \sqrt{2 \cos \nu \pi \cos \nu} \frac{\pi}{8}}$$

を用ひて

$$x_v = \sum a_v \cos \nu \frac{2\pi}{24} + \sum b_v \sin \nu \frac{2\pi}{24}$$

にて求められる。

一般に軸承の形が $2(90^\circ - \alpha)$ で且つ軸に乗せた水準器の接點が天頂方向より角 γ 外れて居る場合に就いても調和解析に依つて求めて居るが⁽¹⁾、ここでは省略する。

個人差 過去の所謂眼耳法又は眼手法より現在の自記測微鏡に移つて個人差は格段に縮減せしめ得たが、それでも尙未だ百分の數秒と云ふ程度のもものが消去出来ない現状である。

個人差の分類は色々考へられて居るが Jones は次の 2 種とした⁽²⁾。

(i) Bisection Error これは可動糸を常に視野内の星の運動には無關係に、星の中心の右(上)又は左(下)に置くために生ずるもので、天頂で符號が變はる。但し屈折型の子午儀では天頂で不連続が生じない。

(ii) Following Error これは常に可動糸を星像の運動方向の前又は後におくための誤差で、(i) に較べて一般に小さいとされて居る。

Stoyko はこの兩者の他に次の如き 2 種を加へてゐる⁽³⁾。

(iii) Brightness Equation 星の進行方向にも又觀測者の位置にも依らず、唯視野の明るさのみ關係するもの。

(iv) Zenith Equation 星が南なるか北なるかに従つて、可動糸を前(+), 又は後(-)におくもの。

個人差は $e \sec \delta$ の形となる。e の符號は

(1) Zs. f. Instr., 54, 205 (1934).

(2) S. Jones: Report on Progress in Physics, 4.

(3) M. N. Stoyko: Sur la Mesure du Temps et les Problèmes qui s'y rattachent. (1931); C. R., 187, 413, 713 (1928). K. Schütte: A. N., 254, 250 (1934).

| | I | II | III | IV |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 南 | + - | + - | + - | + - |
| 北 | - + | + - | + - | - + |
| 下經過 | + - | + - | - + | - + |

屈折型の子午儀では II, III のみが存在する。今一般の場合に就き Stoyko に従つてその影響を調べて見る。

Bessel の式を採用すれば

$$\alpha - T_0 - (c \pm \kappa) \sec \delta - \Delta T - m = \pm e \sec \delta \pm n \tan \delta \begin{cases} \text{上經過} \\ \text{下經過} \end{cases}$$

簡單の爲めに

$$\alpha - T_0 - (c \pm \kappa) \sec \delta = B, \quad -\Delta T - m = c \text{ と置く。}$$

(i) Bisection Error に依るものは

$$B_h + c = e_1 \sec \delta_h + n \tan \delta_h,$$

$$B_{h'} + c = -e_1 \sec \delta_{h'} + n \tan \delta_{h'}$$

$$B_u + c = -e_1 \sec \delta_u + n \tan \delta_u$$

$$B_l + c = e_1 \sec \delta_l - n \tan \delta_l$$

こゝに h, h', u, l は南, 北の時刻星, 及び北の方位星の上經過, 下經過を示す。

$$n = \frac{1}{2} \left[\frac{B_u - B_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} + \frac{B_u - B_{h'}}{\tan \delta_u - \tan \delta_{h'}} \right] + \frac{e_1}{2} \left[\frac{\sec \delta_u + \sec \delta_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} + \frac{\sec \delta_u - \sec \delta_{h'}}{\tan \delta_u - \tan \delta_{h'}} \right] = n_u + e_1 S_1$$

$$n = \frac{1}{2} \left[\frac{B_h - B_l}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} + \frac{B_{h'} - B_l}{\tan \delta_l + \tan \delta_{h'}} \right] + \frac{e_1}{2} \left[\frac{\sec \delta_l - \sec \delta_h}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} + \frac{\sec \delta_l + \sec \delta_{h'}}{\tan \delta_l + \tan \delta_{h'}} \right] = n_s + e_1 I_1$$

n を赤道上の星及び北の方位星から求めれば $\delta_u = 0$ であるから近似的に

$$n = \frac{n_u + n_l}{2} + \frac{S_1 + I_1}{2} e_1 = n_m + \frac{1}{2} \left(\cot \frac{\delta_u}{2} + \tan \frac{\delta_l}{2} \right) e_1 = n_m + e_1 \operatorname{eosec} \delta_p = n_m + e_1$$

これが觀測結果 ΔT への影響は

$$\delta \Delta T = \left[\sum (\tan \varphi - \tan \delta) - \sum \sec \delta_h + \sum \sec \delta_{h'} \right] \frac{e_1}{N}$$

[] の中を 0 とする様な星の組合はせを選べばこ

の影響は小さくなる。大體 e_1 は $0^{\circ}.020$ の程度である。

(ii) Following Error から來るものは

$$\begin{aligned} B_h + c &= e_2 \sec \delta_h + n \tan \delta_h \\ B_u + c &= e_2 \sec \delta_u + n \tan \delta_u \\ B_l + c &= e_2 \sec \delta_l - n \tan \delta_l \\ n &= \frac{B_u - B_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} - e_2 \frac{\sec \delta_u - \sec \delta_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} = n_u - e_2 S_2 \\ n &= \frac{B_h - B_l}{\tan \delta_l - \tan \delta_h} + e_2 \frac{\sec \delta_l - \sec \delta_h}{\tan \delta_l - \tan \delta_h} = n_l + e_2 I_2 \\ n &= \frac{n_u + n_l}{2} - \frac{S_2 - I_2}{2} e_2 = n_m - (\text{const}) e_2 \end{aligned}$$

又

$$n_u - n_l = e_2 (S_2 + I_2)$$

これから e_2 が決められる。 ΔT への影響は

$$\begin{aligned} \delta \Delta T &= -\frac{Z \sec \delta_h}{N} e_2 + \frac{S_2 - I_2}{2} \left(\frac{\sum \tan \delta_h}{N} \right. \\ &\quad \left. - \tan \varphi \right) e_2 = -e_2 \sec \delta_m \end{aligned}$$

これを消去する爲めには $x = \frac{n_u - n_l}{S_2 + I_2}$ なる x を求めて $x \sec \delta$ を補正項として算入すればよい。 e_2 は大體 $0^{\circ}.001$ の程度のものである。

(iii) Brightness Equation から來るものは

$$\begin{aligned} B_h + c &= +e_3 \sec \delta_h + n \tan \delta_h \\ B_u + c &= +e_3 \sec \delta_u + n \tan \delta_u \\ B_l + c &= -e_3 \sec \delta_l - n \tan \delta_l \\ n &= \frac{B_u + B_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} - e_3 \frac{\sec \delta_u - \sec \delta_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} = n_s - e_3 S_2 \\ n &= \frac{B_h - B_l}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} - e_3 \frac{\sec \delta_l + \sec \delta_h}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} = n_l - e_3 I_3 \\ n &= n_m - e_3 \frac{S_2 + I_3}{2} = n_m - e_3 \\ n_u - n_l &= (\text{const}) \cdot e_3 \end{aligned}$$

これで求められる。 ΔT への影響は

$$\delta \Delta T = -\frac{e_3}{N} \sum (\sec \delta - \tan \delta + \tan \varphi)$$

e_3 の大きさは光源の位置で變はり、大體 $0^{\circ}.050$ 位になると云ふ。

(iv) Zenith Equation より來るものは

$$\begin{aligned} B_h + c &= e_4 \sec \delta_h + n \tan \delta_h \\ B_{h'} + c &= -e_4 \sec \delta_{h'} + n \tan \delta_{h'} \\ B_u + c &= -e_4 \sec \delta_u + n \tan \delta_u \\ B_l + c &= -e_4 \sec \delta_l - n \tan \delta_l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{2} \left[\frac{B_u - B_h}{\tan \delta_u - \tan \delta_h} + \frac{B_u - B_{h'}}{\tan \delta_u - \tan \delta_{h'}} \right] \\ &\quad + e_4 S_1 = n_u + e_4 S_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{2} \left[\frac{B_h - B_l}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} + \frac{B_{h'} - B_l}{\tan \delta_l + \tan \delta_{h'}} \right] \\ &\quad - \frac{e_4}{2} \left[\frac{\sec \delta_l + \sec \delta_h}{\tan \delta_l + \tan \delta_h} + \frac{\sec \delta_l - \sec \delta_{h'}}{\tan \delta_l - \tan \delta_{h'}} \right] \\ &= n_l - e_4 I_4 \end{aligned}$$

$$n = n_m + (\text{const}) \cdot e_4$$

$$n_u - n_l = -(S_1 + I_4) e_4$$

これで求められる。 ΔT への影響は

$$\begin{aligned} \delta \Delta T &= \frac{e_4}{N} (\sum \sec \delta_{h'} - \sum \sec \delta_h) \\ &\quad + \frac{S_1 - I_4}{2} (\tan \varphi - \tan \delta_m) e_4 \end{aligned}$$

そこで $\sum \sec \delta_{h'} = \sum \sec \delta_{h'}$ ならば消えると考へられる。

全部を加へれば近似的に

$$\begin{aligned} \delta \Delta T &= -\sec \delta_m (e_2 + e_3) \\ &\quad + (\tan \varphi - \tan \delta_m) (e_1 - e_3) \\ &\quad + \frac{1}{N} (\sum \sec \delta_{h'} - \sum \sec \delta_h) (e_1 + e_4) \end{aligned}$$

$$\tan \varphi = \tan \delta_m, \quad \sum \sec \delta_{h'} = \sum \sec \delta_h$$

ならば $\delta \Delta T = -\sec \delta_m (e_2 + e_3)$

實際問題として個人差の測定は困難なものである。殊に器械的にその絶対値を求めると云ふ事は不可能と云ふ可きて、普通は観測の結果から相對的に決めて、それを補正項として修正するのである。

東京天文臺では 1938 年の 11 月 10 日より 12 月 10 日に至る迄に Bamberg 子午儀 No. 73323 及び No. 73324 の 2 臺を並べて観測を行ひ、總計 14 回の観測より個人差並びに器械差を求めた⁽¹⁾。観測者は 5 名、記録装置は同一のものを共用し、その他観測方式はすべて同じ状態の下で行つた。その結果は相對的個人差を a, b, c, d, e 器械差を I とする時、最小自乗法に依つてその値は次の様になつた。(單位 $0^{\circ}.001$)

$$a; b; c; d; e; I = -3, +13, +1, -22, +12, -15$$

この Probable Error は ± 16 。

尙この際奇妙な事に第 2 観測者の b が最初異常

(1) この結果は未發表。

に大きかつたので特に b のみは b' と他に q なる未知数を導入したものである。茲に $q = -54$ 。

この q の意味については全然解決が着かない。兎に角個人差を決定するには餘りに観測材料が少な過ぎるので、これ等の解決はすべて後日に適當な機會を待つ事となつた。

個人差を積極的に除去する事は最も望ましい事で、その目的のために光電管の利用、寫眞觀測其他の工夫が種々行はれてゐる。

(2) 光電管の利用 光電管の利用は個人差除去と云ふ目的に最初に着眼せられるものであるが實際には技術的の困難が仲々多く、充分の成功を納めてゐる處は無い。その最も難關は暗い星に對して動作し難くなる點と、電氣的遅れの現象の大きい事である。

實驗的には古くはすでに 1925 年 Strömgren が Copenhagen 天文臺で試みて居る⁽¹⁾。これは 120 耗子午環の接眼部に光電管を取着けたもので、焦點面に 16 本の格子のある荒い格子を置き光をこれで遮ぎる。この時の光電流は 3 等星にて 10^{-12} A。これを擴大して記録用の電磁繼電器を動作せしめるために、遅れなく 10^9 乃至 10^{10} 倍増幅せしめねばならない。この増幅部は特別に Rahbeck が設計せる 4 段の抵抗増幅を利用して居る。光電流の變化を先づ特別に作つた真空管の電壓變化とし、これを増幅の入力とする。遅れは (1) 光電管、(2) この特別の真空管、(3) 増幅管の 3 部分から生ずるが、(1) は 0.001 の程度、(3) は 10^{-6} 秒の程度で問題は無く、結局 (2) が問題である。それはこの真空管の見懸の抵抗 R 及び容量 C に關係して来る。 R は $10^{10} \Omega$ 程度、 C は $10 \mu\mu F$ 程度であつた。要はこれ等の値の一定な事と、繼電器の動作し始める電流最小の點が一定であればよいので、その爲めにある法則の光の分布を持つた光球を作つて、これを格子の前に動かして遅れの測定を行つてゐる。最後の實驗では 5 等星迄成功したと云ふ。

別に最近では Poulkova で Parlow が試みてゐる⁽²⁾。これは口径 83 耗焦點距離 93 厘の Bam-

berg 子午儀に光電管を取着けたもので、5 等星で得られる光電流 $6 \cdot 10^{-15}$ A の電流を 5 段の増幅にて $3 \cdot 10^{11}$ 倍擴大する。1937 年迄の實驗では星の光度に依る差異が大きく現はれ、又星の赤緯に依つて遅れに變化が生じ、且つ重い裝置全部を焦點に着ける爲め非對稱の軸の撓みが起つて失敗した。後にこれ等を改良し⁽¹⁾、先づ 3.5 厘に半減し得たと云ふ。遅れは半秒を越えるが變化は少ない。

星の明るさに依る差異も回路の改良に依つて著しく減少せしめ得たと云ふ。觀測の時にはネオン管に依る人工星で各等級の明るさに相當した距離で光電管を働かせしめ、ネオン管直接及び光電管經由の兩記録を同時に記録せしめて遅れを測る。又觀測に當り星の像の中心が格子の端に達した瞬間を、電流變化曲線の最も急な位置に持つて來得る様に調整しなければならない。多くの抵抗真空管等の熱平衡に達する時間を考慮して觀測前 3 時間早く電源電池を點火しなければならない。

斯うした結果は一個の星の子午線經過で Probable Error ± 0.0109 を得て居る。現在の自記測微鏡に依る結果に比較すれば可成り精度が高い譯である。1939 年の始めには Stibium-Cesium 光電管を用ひて 8.1 等迄記録せしめ得たと云ふ。

以上の如く光電管の利用は現在の觀測に比して遙かに繁雜な操作と、多大の注意が必要で、且つ系統的誤差の入り込む可能性が頗る多い。

(3) Danjon の子午儀⁽²⁾ Strasbourg に於て Danjon は從來の子午儀と全然原理の違つた子午儀を作つた。對物レンズの前に圖の様な形のプリズムを置く時、對物レンズに直接入る光、及びプリズムで屈折されて入る光は運動が逆になる。この像を通常自記測微鏡で追ひ、子午線經過前は直接光を、經過後は屈折光を追ふ。經過の瞬間は兩光は一致する。この裝置に依つて個人差は著しく減少し、且つ觀測精度は通常の子午儀に依るものよりも高く、時計の曲線よりの殘差が大體 0.005 位になつてゐる。

(1) N. N. Parlow: Poulk. Obs. Circ., No. 26, 64 (1939).

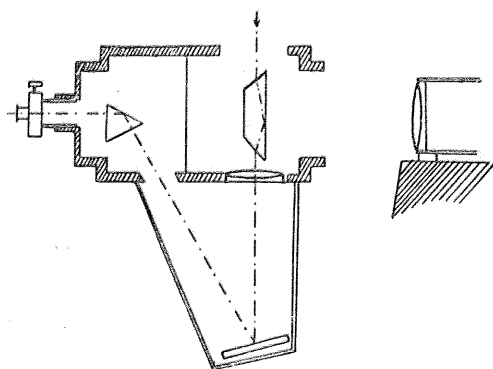
(2) M. A. Danjon: Bull. Astr. Ser., II, 9, 131, (1933).

S. Jones: Report on Progress in Physics, 4.

(1) B. Strömgren: A. N., 226, 81 (1925); Vjs. A. G., 68, 365 (1933).

(2) N. N. Parlow: Poulk. Obs. Circ., No. 24, 53 (1938).

第 3 圖



對物レンズは口径 60 糎，焦點距離 78 糎のものを用ひ，南方 110 米の處に Miré をおく。自記測微鏡には水平，垂直の 2 本の糸があり，これで測つて Collimator の光軸の方向を $N(a, b)$ ，水平軸の方向を $E(a_0 b_0)$ とすれば，觀測時刻 T より時計修正値は次の如く求められる。

$$t' = T - (c - c) \sec \delta + a \cos \varphi (\tan \varphi - \tan \delta) + (b - b_0) \sin \varphi (\cot \varphi + \tan \delta)$$

とおくとき

$$\Delta T = \alpha - t' + a_0 (\tan \varphi - \tan \delta) \cos \varphi$$

c はプリズムの傾き， c, a, b 等の諸定数は水銀盤，Collimator, Miré に依つて決められる。

この方法に依る最大の缺點は直接像と反射像とが廻折に依つて全然異つた形になつて現はれる點である。

(4) 等高度觀測⁽¹⁾。等高度觀測は子午線觀測と違つた原理に立ち，種々の利點があるので，しばしば時刻測定に用ひられる。特にこの目的に作られた優秀な器械を次に挙げる。

Prismatic Astrolabe は大型のものは口径 60 糎，焦點距離 55 糎，これで精度は約 $\pm 0^{\circ}.01$ ，普通の子午儀と同じ程度である⁽²⁾。La Baume Pluvinel の Bent Telescope では $\pm 0^{\circ}.01$ 乃至 $0^{\circ}.03$ 位。

Baillaud は寫眞觀測式の Astrolabe を作つて個人差の消去を試みた。これは $\pm 0^{\circ}.01$ の精度があるが，併し他の器械の觀測に較べて大きい系統的差異がある⁽³⁾。

(5) 寫眞觀測 時刻測定に寫眞觀測を用ひる試みは古くより行はれてゐる。我が平山信先生が考案せられたのは最も古く，下つて 1910 年には Trumpler が試みた⁽⁴⁾。これは單に普通の型の子午儀の接眼部に寫眞乾板を装置したもので，光の通路に硝子板を置き，これを時計の秒と同期せしめて赤緯の方向を軸として廻轉し得る様にし，寫眞像に時計の秒を與へる様にしてゐる⁽²⁾。Trumpler 自身は之を以て Pleiades, Hyades 等を寫したに過ぎないが，後に Uhink がこの装置を用ひて 153 個の基礎恒星の赤經の決定を試みてゐる⁽³⁾。その結果に依れば個人差は勿論消去する事が出來た。又星の光度に依る差異も無い。但し大氣状態に依る影響は肉眼觀測よりも却つて著しい。

その精度は乾板上に於ける星像の良さに依るが平均に於て 1 回の記録より $\pm 0^{\circ}.0416 \sec \delta$ となつてゐる。一つの星に就き 36~40 個の讀取りを行ひ，結局 $\pm 0^{\circ}.007 \sec \delta$ が觀測の精度となる。この方法の缺點は普通の型の子午儀を用ひる爲めに軸の不整の影響が免れない。その爲めに彼は水準器を用ひてこの不整を測つてその形を決めて懸つた。尙水準差，視準差等の誤差も當然入つて來る譯である。

米國では 1915 年以來 Ross の設計した所謂寫眞天頂儀なる特殊の装置で緯度觀測を行つてゐるが⁽⁴⁾，同年 Littel 及び Wills はこれを用ひて時刻觀測を行ふ事を提唱した⁽⁵⁾。この方法は現在に至る迄數次の改良を加へられつゝ續けられてゐる⁽⁶⁾。

この装置は，レンズは口径 8 吋，焦點距離 203 吋，筒は垂直に天頂に向けて固定し，レンズと寫眞の乾板は相互に固定した儘，筒とは獨立に光軸の周りに 180° 廻轉し得る様になつて居る。筒の底部に水銀に浮かした反射鏡を置き，その反射像

(1) R. Trumpler: Diss. Gött., (1910).
 (2) R. Trumpler: Zs. f. Instr., **31**, 297 (1911); **35**, 234 (1915).
 (3) W. Uhink: Veröff. Gött. (1928).
 (4) Special Pub. of U.S. Coast and Geodetic Survey, No. 27, (1915).
 (5) F. B. Littel; J. E. Wills: A. J., **40**, 9 (1929).
 (6) A. J., **43**, 9 (1933); **45**, 117 (1936); **46**, 119 (1937).

(1) E. Chandon; A. Gougenheim: Hydr. Rev., **12**, 45 (1935).
 (2) N. Stoyko: C. R., **186**, 41 (1928).
 (3) R. Baillaud: Revue d'opt., (1924).

を撮影する。乾板の大きさ 45 平方、視野の廣さに直して約 40 平方である。この装置に依る特長を Littel は次の様に擧げてゐる、(1) 従來の方法と獨立なる事、(2) 器械の安定性が著しくよい事、(3) 記録を残し得る事、(4) 焦點距離大なる事、(5) 個人差なき事、(6) 器械誤差即ち方位差、水準差等に含まれる誤差が効かず、軸の不整も効かない事。

最初彼等は乾板を東西方向には固定し置き、南北方向に僅か 0.01 吋許り移動せしめ得る様に装置し、南北方向の一端を弾條にて引き、他側に電磁石を置いて常には電流を通じて引きつけ、時計よりの各秒に應じて、この回路を開く。即ち星像は毎秒一回飛躍しつゝ東西に尾を引く。子午線經過の直前、乾板、レンズを 180° 廻轉せしめる。測定は簡單で往、復一點宛を選びその相當する時刻 T_1, T_2 、その坐標(假想子午線より測る) X_1, X_2 とすれば子午線經過時刻 T_0 は

$$T_0 = T_1 + \frac{X_1}{v} = T_2 - \frac{X_2}{v}$$

故に
$$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} + \frac{(X_1 - X_2)}{v}$$

即ち坐標の差を測定すればよい。Orientation の影響があるが、それは天頂距離の函數で、南北符號が變る、これは星毎に垂直方向の距離を測定して決める。

この方法では微光星は寫らない。そこで後に第 2 の方法を探つた。これは乾板を星の運動に合はせて東西に引かしめる。乾板が特定の位置に來た時、記録器に電流を送る様にしておけば測定の要領は大體同様となる。

星はこの方法では明るいものはむしろ好ましくなく、7.5 等以下を採り、斯くて決めた結果の精度は Shortt Clock の運行の曲線からの殘差及び Internal Probable Error で表はせば次の様にな

る。

| | 平均殘差 | 最大殘差 | I. P. Error |
|------------|---------|-------|-------------|
| 寫真天頂儀 | ±0.0063 | 0.017 | ±0.0068 |
| Prin No. 1 | ± 116 | 37 | 199 |
| " No. 2 | ± 114 | 34 | 156 |

現在ではこの方法にて一年 72 個の星を選び、これを 9 星宛 8 群に分け(一群は約 3 時間に互る)一夜に 2 群を觀測してゐる。

この結果から Sollenberger は時計に及ぼす月の影響を抽出した⁽¹⁾。1932~1937 年の 5 年間の材料を用ふ。毎夜一群より ΔT を作り一夜に $\overline{\Delta T_e}$, $\overline{\Delta T_l}$ が出来る。その差 Δ を 5 年間集め月の時角 h に應じ、且月の赤緯毎に分類する。

$$\Delta = a(\sin h_e - \sin h_l) + b(\cos h_e - \cos h_l) + c(\sin 2h_e - \sin 2h_l) + d(\cos 2h_e - \cos 2h_l)$$

係數は

| δa | $\sin h$ | $\cos h$ | $\sin 2h$ | $\cos 2h$ |
|------------|----------|----------|-----------|-----------|
| +21° | +0.0015 | +0.0005 | +0.0013 | +0.0009 |
| 0° | + 04 | - 8 | + 10 | + 3 |
| -2.° | - 06 | - 6 | + 11 | - 8 |

理論から月の重力 g に與へる影響は前にも記した通りで⁽²⁾、これを $\sin h, \sin 2h$ の項に展開して係數を比較すると、 $O-C$ は 0.0005 以下に於て一致する。

これで Δ に月の影響を明らかに認め得たが、尙 Δ 中の \cos の項は理論には出て來ない。地球が月との重心の周りを廻る運動の影響は計算して見ると $\Delta t = +0.0007 \cos h$ となつて觀測との差はやゝ大きい。又この Δ を 24 時に互つて通計する時、零とはならず Closing Error が殘る。5 年間に -5, +6, +10, +5, +13(單位 0.001)である。これに就いての説明も未だ充分では無い様である。

(未完)(東京天文臺, 天文學文獻抄第 9 冊別刷)

(1) P. Sollenberger: A. J., 48, 78 (1939).

(2) Helmert: 前出

抄録及資料

無線報時修正値 東京無線電信所(船橋)を経て東京天文臺より放送した今年IX月中の報時修正値は次の通りである。

學用報時は報時定刻(毎日11時及び21時)の5分前即ち55分より0分までの5分間に306個の等間隔の信號を發信するが、此の修正値はそれら306個の信號

の内約30個の信號を測定し平均したもので、全信號の中央に於ける修正値に相當したものである。

分報時は1分より3分まで毎分0秒より半秒間の信號を發信するが、此の修正値はそれら3回の信號の起端に對する修正値を平均したものである。次の表中(+)は遅れすぎ(-)は早すぎを示す。(東京天文臺)

| 1940 Sept. | 11 ^h | | 21 ^h | | 1940 July | 11 ^h | | 21 ^h | |
|---------------|-----------------|------|-----------------|------|--------------|-----------------|------|-----------------|------|
| | 學用報時 | 分報時 | 學用報時 | 分報時 | | 學用報時 | 分報時 | 學用報時 | 分報時 |
| 1 | -.020 | .00 | -.015 | .00 | 16 | -.015 | +.01 | +.041 | +.07 |
| 2 | -.046 | -.04 | -.029 | -.01 | 17 | +.012 | +.03 | +.006 | +.02 |
| 3 | -.009 | +.02 | -.065 | -.05 | 18 | -.063 | -.05 | -.083 | -.07 |
| 4 | +.184 | +.20 | +.039 | +.03 | 19 | +.055 | +.07 | +.072 | +.09 |
| 5 | +.066 | +.02 | +.032 | +.05 | 20 | +.062 | +.09 | +.099 | +.09 |
| 6 | +.056 | +.07 | +.032 | +.06 | 21 | +.041 | +.04 | +.059 | +.08 |
| 7 | +.053 | +.07 | +.048 | +.06 | 22 | +.076 | +.09 | +.033 | +.04 |
| 8 | +.070 | +.09 | +.004 | +.01 | 23 | -.012 | .00 | -.018 | .00 |
| 9 | +.060 | +.08 | +.048 | +.06 | 24 | -.177 | -.17 | -.177 | -.16 |
| 10 | +.095 | +.11 | +.086 | +.10 | 25 | -.211 | -.19 | -.214 | -.19 |
| 11 | +.032 | +.04 | +.001 | +.01 | 26 | +.025 | +.04 | -.003 | +.01 |
| 12 | +.001 | +.02 | +.060 | +.08 | 27 | -.039 | -.02 | -.003 | .00 |
| 13 | +.063 | +.08 | +.049 | +.06 | 28 | +.007 | +.03 | +.028 | +.04 |
| 14 | +.053 | +.07 | +.037 | +.06 | 29 | +.006 | +.03 | +.031 | +.05 |
| 15 | +.095 | +.12 | — | — | 30 | +.051 | +.06 | +.041 | +.06 |

IX月に於ける太陽黒點概況

| 日 | 黒點群 | 黒點數 | 黒點概況 | 日 | 黒點群 | 黒點數 | 黒點概況 |
|----|-----|-----|----------------------|----|-----|-----|--------------------|
| 1 | 7 | 121 | 中央部に數多き群(I) | 16 | 4 | 53 | 小群散在 |
| 2 | 7 | 104 | I最も優勢、東に小群(II) | 17 | — | — | 曇、觀測なし |
| 3 | 8 | 126 | I依然數多し、小群散在 | 18 | — | — | 雨、觀測なし |
| 4 | 7 | 127 | I多少減少、他は小群 | 19 | — | — | 曇、觀測なし |
| 5 | 7 | 96 | I減少、先行黒點圓形の半影を持つ | 20 | 5 | 145 | 西部(IV)及中央部(V)に數多き群 |
| 6 | 6 | 85 | I益々減少、中央南部に數多き群(III) | 21 | 6 | 133 | Vの先行黒點アメーバ状の半影あり |
| 7 | — | — | 雨、觀測なし | 22 | 6 | 110 | IV西端にかゝる、V依然數多し |
| 8 | 6 | 52 | I西端にかゝる、小群あるのみ | 23 | 6 | 63 | V數多し、他に小群 |
| 9 | — | — | 雨、觀測なし | 24 | 5 | 40 | V減少、小群散在 |
| 10 | 5 | 36 | 小群散在するのみ | 25 | 6 | 47 | 小群散在するのみ |
| 11 | 5 | 43 | 全く寂寞 | 26 | 5 | 32 | 著しきものなし |
| 12 | 3 | 24 | 著しきものなし | 27 | 3 | 21 | 中央部に圓形の半影を持つ黒點あり |
| 13 | 4 | 36 | 中央部及東部に小群あるのみ | 28 | 5 | 28 | 著しきものなし |
| 14 | 4 | 40 | 中央部のもの稍數多きのみ | 29 | — | — | 曇、觀測なし |
| 15 | 4 | 38 | 著しきものなし | 30 | — | — | 曇、觀測なし |

使用器械、觀測方法等については本誌第31卷第4號第77頁参照(東京天文臺)

太陽のウォルフ黒点数 (1940年 VII, VIII, IX 月) (表 A)
 黒点数はツァイス 20cm 屈折鏡による實視観測の結果で實驗的に $k=0.60$ と決定したものである。(東京天文臺發表)

本會會員の太陽黒點観測 本會會員の観測は天文臺の観測のある日について互に比較して下記各観測者の k を決定し、この値から日々のウォルフ黒点数を出し平均したものである。(表 B)

| 観 測 者 | 観測日数 | 比較日数 | k |
|------------|------|------|------|
| 大石辰次 | 47 | 44 | 1.49 |
| 香取眞一 | 29 | 23 | 1.05 |
| 草地重次 | 56 | 44 | 1.52 |
| 坂上 務 | 35 | 29 | 1.01 |
| 東京府立化学工業學校 | 56 | 55 | 1.11 |
| 津留繁雄 | 10 | 8 | 1.57 |
| 堀田泰生 | 15 | 15 | 1.10 |
| 森久保茂 | 32 | 32 | 1.23 |

表 A

表 B

| 日 | 表 A | | | 日 | 表 B | | |
|----|------|-------|------|----|------|-------|------|
| | VII | VIII | IX | | VII | VIII | IX |
| 1 | 104 | 79 | 115 | 1 | 93 | 94 | 147 |
| 2 | 97 | 83 | 104 | 2 | 68 | 91 | 123 |
| 3 | 74 | 77 | 123 | 3 | 93 | 73 | 126 |
| 4 | 77 | — | 118 | 4 | 112 | 77 | 114 |
| 5 | 73 | 89 | 100 | 5 | 74 | 123 | 111 |
| 6 | 43 | 108 | 87 | 6 | 69 | 120 | — |
| 7 | 59 | 103 | — | 7 | 60 | 123 | 84 |
| 8 | — | 122 | 67 | 8 | — | 107 | 69 |
| 9 | — | — | — | 9 | 43 | 128 | 68 |
| 10 | — | — | 52 | 10 | 117 | 132 | 61 |
| 11 | 134 | — | 56 | 11 | 155 | — | 56 |
| 12 | 126 | 126 | 32 | 12 | 177 | 148 | 52 |
| 13 | 101 | — | 46 | 13 | — | 143 | 49 |
| 14 | 67 | — | 48 | 14 | 106 | 159 | 67 |
| 15 | 71 | 104 | 47 | 15 | — | 153 | 62 |
| 16 | 79 | 96 | 56 | 16 | 67 | 123 | 66 |
| 17 | 83 | 160 | — | 17 | 69 | 148 | 111 |
| 18 | 74 | 124 | — | 18 | 62 | 129 | 112 |
| 19 | 58 | 111 | — | 19 | 53 | 111 | 101 |
| 20 | 76 | 105 | 117 | 20 | 61 | 113 | 100 |
| 21 | 61 | 136 | 116 | 21 | 56 | 177 | 124 |
| 22 | 83 | 158 | 102 | 22 | 53 | 155 | 121 |
| 23 | 73 | 139 | 74 | 23 | 49 | 139 | 91 |
| 24 | 37 | 119 | 56 | 24 | 45 | 132 | 78 |
| 25 | 62 | 136 | 64 | 25 | 48 | 99 | 73 |
| 26 | 58 | 107 | 49 | 26 | 51 | 47 | 61 |
| 27 | 45 | 91 | 31 | 27 | 62 | 68 | 32 |
| 28 | 43 | 89 | 47 | 28 | 73 | 104 | 58 |
| 29 | 46 | 88 | — | 29 | 69 | 116 | 45 |
| 30 | 56 | 101 | — | 30 | 64 | 126 | 55 |
| 31 | 96 | 101 | — | 31 | 85 | 137 | — |
| 平均 | 73.4 | 110.1 | 74.2 | 平均 | 76.1 | 119.8 | 83.3 |

光電管に依る天體観測に関する討論會 (Publ. A. S. P., 52(1940), 235) Astronomical Society of the Pacific

の Seattle Meeting の際光電管を長らく研究して、今日一の有力な観測手段にまで改良せしめた専門家の記録を輯めたもので、内容は次の如くである。

J. Stebbins: The Electric Photometry of Stars (此の方面の開拓者である Stebbins は主として、初期の測光が如何に發達したかを述べた。)

A. E. Whitford: Advantages and Limitations of the Photoelectric Cell in Astronomy (増幅管を利用する装置の構造及有効性を寫真法と比較したもの)

G. E. Kron: Recent Methods and Technique of Photoelectric Photometry (現在使用される装置の機能及光電技術の誤差に就いて吟味せるもの)

J. S. Hall: Spectrophotometry of Bright Stars with a Photoelectric Cell (著者が光電管を測定手段として、極く明い星の分光測定を行つた結果を豫備的に報告したもの)

C. S. Beals: The Photoelectric Cell as the Sensitive Element in Microphotometry (代表的マイクロフォトメーターの性能及特徴を比較したもの)

Stebbins に依れば、前世紀末に年代は詳でないが、Pickering 及び Hale 等は光電池及び光電管を天體観測に試みた由である。Stebbins が研究に指を染めたのは、1906 年で其の後 1913 年頃迄は selenium cell を以て、月、木星、一二等級の變光星の光度變化を求めたが結果は従來の値と能く一致した。1913 年頃より光電管が發明されたのでずつと暗い變光星の測光が出来る様になつた。次いで 1932 年に Whitford の努力に依り増幅管 FP-54 が完成し、光電管の力にははかに擴大せられて花々しい成果をもたらした。Whitford に依れば、光電測光法の特長は輻射の廣範囲の積分値が求められ其の精度は寫真法より高い。例へば、100 時の反射鏡では 16 等まで精密に測れる。又光電流は光の強さに比例するから寫真法より好都合である。更に普通のセシウムを主體とする光電管では感光範圍は $2200\text{\AA} \sim 12000\text{\AA}$ に互るから赤外域の測定も困難でない。従つて色の違ふ星の光度の比較にも宜しい。測光時間は甚だ短かくて出来るから急速に變化する現象例へば變光星、星の掩蔽の測定等に都合がよい。光電測光の缺陷としては著しく微光の星は測定困難であり、同時に二個以上の天體を観測出来ない事である。扱て Kron に依れば光電流は極微弱なものであるから装置は極度に緻密に構成し、消去し得る攪亂は可及的に消去する必要がある。然し乍ら光電管及装置には不可避的な誤差を伴ふから誤差は極限より小さく出来ない。又大氣に基く "seeing" の浮動は之亦精度の限界を規定する。例へば Hamilton 山の 36 吋では、如何に苦心しても 1% 程度の誤差は免れない。現在活用されてゐる装置は上記の理論上の限界まで誤差を縮小してゐる。光電管を使ふには場合によつて例へば、一つの星を測る場合、二個の星を交互に比較する場合、急激に變光する天體の場合等に應じ、適當な露光装置例へば回轉

プリズム等を手際よく驅使することが必要である。今日の光電管で可能な測定は最大値迄實行されてゐるから、更に高度の精度を得るには現在の光電管より遙に鋭敏な光電管を發明するより途はない相である。最後に Hall は Sproul Observatory の 24 吋望遠鏡に Cs-O-Ag 型光電管を取付けて 1937-38 年に 48 個の明い恒星の分光測光を行つた。(Ap. J., 84, 372; 85, 145) 對物線格子を用ひ略 4550 Å より 9830 Å 迄の範圍をスペクトル上 480 Å 間隔毎にエネルギーを測定した。之に種々の修正を施して出した値は probable error は 0^m.02 乃至 0^m.05 程度であつた。而して有效波長の probable error は 5~10 Å の程度である。之と並行して同一星を Amherst College Observatory で再測定してゐるが兩者の詳細な検討は追て公表せられる由である。この結果には將來の研究に俟つ多くの問題が含まれてゐる様である。

(松丸)

月食の際の月面の熱輻射 (E. Pettit; Ap. J., 91 (1940), 408) 熱電對を用ひて月食中の月面の溫度を測定することは 1927 年以來二三度行はれてゐるが 1939 年 X 月 27 日の月食の時には諸種の條件が揃つてゐた爲に優れた觀測が行はれた。先づ第一に反射望遠鏡の明るさが注目される(口径 50.5 糎, F 2.0)。熱電對は眞空中で金箔に蒼鉛を付けて黒くしたもので、照射後 2 秒以内に熱平衡に達することができると言ふ。低温の星の觀測に用ひても有効であらうと想像される。

月面の溫度は cover glass と water cell とを用ひて夫々獨立に測定したが、兩者は非常によく一致してゐる。月食前は 371°K (水の沸點に近い) であつたのが、皆既の時は 200°K になり、その後も毎時 30° 乃至 7° の rate で冷却し、5 時間近くの後には 156°K まで下つた。生光になると溫度曲線は鋭い屈曲をして昇り始めた。かくの如き微細な點が判つたのは coating の熱傳導度の大きい熱電對を用ひたお蔭である。

最後に月面の熱輻射にあづかる厚さは大體 2.6 糎ほどであらうと見積つてある。(大澤)

天文學談話會記事

第 403 回 昭和 15 年 IX 月 19 日 (木)

1. 1930-40 年までのエロスの光度觀測
1930-31, 1937-38, 1940 年に於けるエロスの光度觀測の結果。 下 保 茂君

2. 太陽系近傍の恒星の空間運動 10 パーセク
以内の近距離星の空間運動は二つの異つた平面に沿つて動く二群よりなり、運動星團に就いても亦夫々異なる上記の恒星群に分れるらしく思はれる。 清水 彥君

3. 小惑星の軌道の調査報告(XI) 小惑星 112, 1178, 1183, 1330, 1438, 1938 FD の改良軌道要素につきて述べる。 神田 茂君

4. I. Koga & W. Yamamoto: Beat-Frequency Crystal Oscillator (Electrotechnical Journal, June, 1940) (中絶) 辻 光之助君

彗星だより 本年初頭の Kulin 彗星以來しばらく出現を見なかつたが、後半年になつて俄然多くの彗星が發見された。先づ

Whipple 週期彗星 (1940b=1933f) が IX 月 1 日に Harvard の Cunningham により再び見出された。光度 15^m で、近日點通過は來年 I 月 22 日となる。續いて IX 月 18 日に受取つた天文電報は

Cunningham 新彗星 (1940c) の發見を報じた。IX 月 5 日に Oak Ridge で撮つた寫眞より見出したもので、13^m であつた。尙 VIII 月 25 日より IX 月 15 日に至る Harvard の天空監視寫眞の中の 11 枚に寫つてゐる事が判つた。發見當時衝の近くであつて、以來徐々に明るくなりつつ西方に進行してゐるがまだ宵夜相當高く見られる。

| 1940 U.T. | α 1940.0 | δ | mg. | |
|--------------|---|-----------|----------------|------------|
| VIII 25.0955 | 21 ^h 45 ^m 24 ^s | +53°41'5" | - ^m | Harvard |
| IX 5.0859 | 21 15 36 | +54 30.5 | 13 | " |
| | 20.4673 | 20 31 3 | +53 32.8 | — 東京(廣瀬) |
| X 6.5722 | 19 51 29 | +49 58.0 | — | 島田(清水) |
| | 21.4646 | 19 27 46 | +45 4.9 | 9.2 東京(神田) |
| XI 5.4264 | 19 16 19 | +39 31.8 | 10 | 東京(廣瀬) |

上記の IX 20, X 6, 21 の位置より神田氏計算の拋物線要素は次の様になり、漸次地球太陽へ共に接近する事

| | | | | |
|--------------------------|----------|----------|------|---|
| $T=1941$ | I | 16.074 | U.T. | がわかる。場合によつて |
| $\omega=199^{\circ}.654$ | } 1940.0 | | | は光度も負になる事も考へられ、近來稀なる明るいものになるであらう。但し XI 月初旬の寫眞では未だ彗星體はよく發達しないが、非常に小さな恒星狀の核が見られる。 |
| $\Omega=295.396$ | | | | |
| $i=49.723$ | | | | |
| $q=0.36954$ | | | | |

Whipple 新彗星(1940d)續いて IX 月 30 日附の Harvard の葉書回報は Whipple が VIII 月 8 日の Harvard の寫眞より一新彗星を發見した事を告げた。同天文臺の寫眞には VII 月 29 日より VIII 月 10 日に至る期間に少くも 16 枚寫つてゐる事がわかつた。但し殆んど短焦點の寫眞である。

| 1940 U.T. | α 1940.0 | δ | mg. | 場所 |
|-------------|--|-------------|---------|-----------|
| VII 29.1628 | 20 ^h 23 ^m 25. ^s 6 | +7° 45' 45" | 10-11 | Har. |
| VIII 5.1580 | 20 9 15.6 | -1 14 52 | | " |
| | 10.1479 | 19 56 28.9 | -9 56.2 | " |
| X 4.0499 | 12 59 0.9 | -78 5 14 | 11 | Cord. |
| | 8.75 | 12 13.5 | -77.9 | 10 Bloem. |

急激に南進したので發見は既に北半球天文臺の視界を去つた後であつたが、幸ひ X 月 4 日に Cordoba 天文臺で Bobone が觀測し得た。尙 Bloemfontein の Harvard 出張所で J. S. Paraskevopoulos は X 月 8 日に獨立に發見した。獨逸天文計算局の E. Rabe が上記の Harvard の位置より決定した要素は左の様になるが、X 月の Cordoba の觀測をよく表はしてゐる。X 月初旬が最も南に

| | | | | |
|--------------------------|----------|---------|------|--|
| $T=1940$ | X | 7.860 | U.T. | Harvard の位置より決定した要素は左の様になるが、X 月の Cordoba の觀測をよく表はしてゐる。X 月初旬が最も南に |
| $\omega=235^{\circ}.352$ | } 1940.0 | | | |
| $\Omega=134.177$ | | | | |
| $i=55.034$ | | | | |
| $q=1.0858$ | | | | |

ある時で、次いで漸次北上するが、日本で再び見える頃は來年であり、光度も 16^m 以下となつてしまふ。

岡林・本田新彗星 (1940e) X 月 4 日倉敷天文臺よりの電報は岡林、本田の二氏觀測の新彗星を報じた。其後の詳報によれば倉敷の岡林茂樹氏は X 月 1 日午前 $4^h 20^m$ 頃三吋望遠鏡により 9^m の核のない星雲状の天體を見出したが運動確認に至らず、X 月 4 日の晴夜を待つて彗星なる事を確認した。一方瀬戸黄道光觀測所の本田實氏も X 月 4 日午前 $3^h 50^m$ 頃獨立に之を發見、北方への運動を認め、念の爲倉敷へ通話した結果岡林氏の發見を知り、二人連名で東京へ報告されたのであつた。幸ひ 5 日朝は晴天で、三鷹でも觀測する事が出來たが、いくら核らしいものを認めた。殆んど正北に移動し続け、最初獅子座 γ 星附近にあつたものが小獅子を過ぎ XI 月 10 日には大熊座 β 星附近に達し、次いで周極星のまゝ XII 月中旬北極に最も近づく。

| 1940 U.T. | α | 1940.0 | δ | mg. |
|-----------|--------------|-------------------|----------|---------|
| IX 30.816 | $10^h 5.0^m$ | $s + 23^\circ 0'$ | 9^m | 倉敷(岡林) |
| X 3.785 | $10 6 50$ | $+ 24 39$ | 9 | 瀬戸(本田) |
| 4.7840 | $10 7 31$ | $+ 25 13.0$ | 11 | 東京(廣瀬) |
| 6.7812 | $10 8 46$ | $+ 26 23.7$ | 12 | " (") |
| 26.7636 | $10 20 18$ | $+ 41 3.5$ | $-$ | " (神田) |
| XI 3.803 | $10 23 40$ | $+ 48 50.7$ | $-$ | " (") |

上記觀測位置中、X 4, 6, 26 より神田氏決定の要素は次の様になり、今後次第に薄れ行く事を示してゐる。XI 月 11 日曉の東京の寫眞では 13^m よりも暗かつた。然し位置は好都合である故、猶相當の期間觀測し得るであらう。

$$\left. \begin{aligned} T &= 1940 \text{ VIII } 15.546 \text{ U.T.} \\ \omega &= 329^\circ.211 \\ \Omega &= 127.146 \\ i &= 133.042 \end{aligned} \right\} 1940.0$$

$$q = 1.0571$$

Schwassmann-Wachmann 週期彗星 (1925 II) 本年の衝に對する位置豫報は外國側の發表はなかつた。然し筆者は神田氏より位置推算表を得。去る VII 月 4 日に寫眞により見出したが、其後續いた悪天候等の爲、再び撮影する機会を失つた。光度 13^m で擴散したものであつた。

$$\text{VII } 4.6635 \text{ U.T. } 20^h 4^m 47^s - 25^\circ 44'.4$$

筆者への私信によれば Van Biesbroeck は McDonald 天文臺の $82''$ 反射鏡により IX 月下旬 4 回觀測するに成功したさうである。(廣瀬)

天 象 欄

流星群 XII 月の主な流星群の輻射點は次の様である。双子座 θ 流星群は光度が弱いけれども澤山現はれることが度々ある。

| | 赤經 | 赤緯 | 輻射點 | 性質 |
|--------|-------------|--------------|--------------|----------|
| 上旬 | $10^h 24^m$ | $+ 37^\circ$ | μ UMa | 速 |
| 11-15日 | 7 12 | + 33 | θ Gem | 速, 短, 顯著 |
| 上旬-中旬 | 7 56 | + 29 | β Gem | 稍速 |

$$23 \text{ 日 頃 } 14^h 44^m + 77^\circ \beta \text{ UMi 綏}$$

變光星 次の表は XII 月中に起る主なアルゴル種變光星の極小の中 2 回を示したものである。長週期變光星の極大の月日は本誌本卷第 15 頁参照。本月中に極大に達する筈の星で觀測の望ましいものは T Cam, R Cet, U Cet, R Dra, T Her, R Peg, S UMa, T UMa, S Vir 等である。

| アルゴル種 | 範 圍 | 第二極小 | 週 期 | 極 小 | | | | D | d | |
|--------|---------------|-------------|-----|-------|------|-----|--------|-----|------|-----|
| | | | | 中央標準時 | | | | | | |
| 062532 | WW Aur | $5.6 - 6.2$ | 6.1 | d | h | d | h | h | h | |
| 023969 | RZ Cas | $6.3 - 7.8$ | — | 2 | 12.6 | 2 | 21, 7 | 22 | 6.4 | 0 |
| 071416 | R CMa | $5.3 - 5.9$ | 5.4 | 1 | 4.7 | 5 | 19, 24 | 22 | 4.8 | 0 |
| 005381 | U Cep | $6.9 - 9.2$ | 7.0 | 1 | 3.3 | 10 | 0, 27 | 1 | 4 | 0 |
| 220445 | AR Lac | $6.3 - 7.1$ | 6.5 | 2 | 11.8 | 1 | 20, 21 | 19 | 9.1 | 1.9 |
| 030140 | β Per | $2.2 - 3.5$ | — | 1 | 23.6 | 22 | 20, 24 | 20 | 8.5 | 1.6 |
| 035512 | λ Tau | $3.8 - 4.2$ | — | 2 | 20.8 | 19 | 22, 22 | 19 | 9.8 | 0 |
| 103946 | TX UMa | $6.9 - 9.1$ | — | 3 | 23.9 | 7 | 0, 22 | 19 | 14 | 0 |
| 191725 | Z Vul | $7.0 - 8.6$ | 7.1 | 3 | 1.5 | 21 | 22, 25 | 0 | 8.2 | 0 |
| | | | | 2 | 10.9 | 19 | 21, 24 | 19 | 11.0 | 0 |

D—變光時間 d—極小繼續時間

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(XII月)

(東京天文臺回報第 117 號に據る。表の説明に關しては本誌 I 月號参照)

| 日附 | 星名 | 光度 | 現象 | 月齡 | 中央標準時 | | | | 方向角 | | 日附 | 星名 | 光度 | 現象 | 月齡 | 中央標準時 | | | | 方向角 | |
|----|--------------|-----|----|-----|-------|----|---|---|-----|-----|----|--------------|-----|----|------|-------|------|------|------|-----|-----|
| | | | | | a | b | P | V | a | b | | | | | | P | V | a | b | P | V |
| | | | | | ° | ' | " | ° | ' | " | | | | | | ° | ' | " | ° | ' | " |
| 2 | B.D.-17°5604 | 8.0 | D | 3.0 | 17 | 18 | — | — | 50 | 12 | 4 | B.D.-12°5950 | 8.9 | D | 5.1 | 20 | 20 | — | — | 65 | 16 |
| 2 | B.D.-17°5608 | 9.0 | D | 3.0 | 17 | 33 | — | — | 80 | 40 | 5 | B.D.-9°5896 | 8.9 | D | 6.0 | 18 | 14 | — | — | 115 | 91 |
| 2 | B.D.-18°5346 | 8.8 | D | 3.0 | 18 | 0 | — | — | 140 | 96 | 5 | B.D.-9°5899 | 9.0 | D | 6.1 | 18 | 55 | — | — | 40 | 8 |
| 2 | B.D.-17°5618 | 8.9 | D | 3.0 | 18 | 20 | — | — | 120 | 74 | 5 | B.D.-9°5908 | 7.2 | D | 6.1 | 20 | 7.9 | -0.9 | +0.3 | 52 | 9 |
| 3 | B.D.-15°5617 | 9.0 | D | 4.0 | 17 | 57 | — | — | 100 | 63 | 6 | B.D.-6°6075 | 8.7 | R | 7.0 | 18 | 19 | — | — | 330 | 315 |
| 3 | B.D.-15°5628 | 8.0 | D | 4.0 | 18 | 50 | — | — | 115 | 71 | 6 | B.D.-5°5880 | 7.3 | R | 7.2 | 22 | 3 | — | — | 345 | 294 |
| 4 | B.D.-13°5874 | 8.9 | D | 5.0 | 18 | 35 | — | — | 110 | 74 | 6 | B.D.-5°5885 | 5.9 | D | 7.2 | 22 | 16.4 | -0.9 | -3.0 | 120 | 68 |
| 4 | B.D.-13°5881 | 8.0 | D | 5.1 | 19 | 31 | — | — | 125 | 81 | 12 | B.D.+14°586 | 6.5 | D | 13.2 | 23 | 39.7 | -2.1 | +0.2 | 70 | 25 |
| 4 | B.D.-13°5879 | 8.9 | D | 5.1 | 19 | 40 | — | — | 155 | 110 | 20 | B.D.+9°2262 | 5.9 | R | 20.3 | 1 | 11.6 | -1.4 | -1.1 | 316 | 2 |
| 4 | B.D.-12°5941 | 8.9 | D | 5.1 | 19 | 43 | — | — | 35 | 350 | 22 | B.D.+0°2843 | 6.2 | R | 22.5 | 5 | 1.9 | -1.9 | -0.8 | 296 | 305 |

太陽・月及び惑星

主として東京天文臺編纂理科年表に據る。時刻は凡て中央標準時。出入、南中は東京に於けるもの。
表中 15 日毎の赤經、赤緯、時差、黃經、距離、視半徑、視差は凡て 12^h に於ける値。

太陽

| 月 | 日 | 赤經 | 赤緯 | 時差 |
|-----|----|------------|-----------|---------|
| ° | ' | ° | ' | ° |
| XII | 1 | 16 28 15.7 | -21 46 14 | +11 1.4 |
| | 16 | 17 33 57.4 | -23 18 34 | +4 28.0 |
| | 31 | 18 40 30.1 | -23 7 3 | -2 56.3 |

時差=眞太陽時-平均太陽時

| 月 | 日 | 黃經 | 地球からの距離 | 視半徑 |
|-----|----|-----------|------------|---------|
| ° | ' | ° | km | ' |
| XII | 1 | 248 46 36 | 0.985 9271 | 16 14.9 |
| | 16 | 264 0 52 | 0.984 0189 | 16 16.8 |
| | 31 | 279 17 45 | 0.983 3151 | 16 17.5 |

黃經は年初の平均分點に對するもので、光行差は含まれてゐない。距離は其の平均値即ち天文單位(149 504 201 km) で表してある。

冬至(黃經 270°) XII 月 22 日 8^h 55^m

| 月 | 日 | 出 | 南中 | 入 | 出入方位 | 南中高度 |
|-----|----|------|----------|-------|--------|------|
| ° | ' | ° | ' | ° | ' | ' |
| XII | 1 | 6 32 | 11 29 59 | 16 28 | 南 26.5 | 32.6 |
| | 16 | 6 44 | 11 36 33 | 16 29 | 南 28.4 | 31.1 |
| | 31 | 6 50 | 11 43 57 | 16 38 | 南 28.2 | 31.3 |

出入方位は東又は西より測りたるもの。

月

| 月 | 日 | 地平視差 | 出 | 南中 | 入 |
|-----|----|----------|------|-------|-------|
| ° | ' | ° | ' | ' | ' |
| XII | 1 | 58 57.93 | 8 0 | 13 15 | 18 30 |
| | 16 | 56 30.43 | 18 4 | 0 18 | 7 26 |
| | 31 | 57 1.82 | 8 17 | 13 43 | 19 13 |

| 上弦 | 望 | 下弦 | 朔 |
|-------------|---------|----------|---------|
| 月 日 | 月 日 | 月 日 | 月 日 |
| XII 7 1 | 15 4 38 | 22 10 45 | 29 5 56 |
| 最南 | 赤道通過 | 最北 | 赤道通過 |
| XII 1 3 43 | 8 3 55 | 15 14 29 | 22 7 32 |
| 最南 | 赤道通過 | 最南 | 赤道通過 |
| XII 28 15 5 | | | |

| 最遠 | 最近 |
|-------------|----------|
| 月 日 | 月 日 |
| XII 9 16 55 | 25 15 28 |
| 地球からの距離 | " |
| 1.05327 | 0.95613 |

距離は其の平均値(384 403 km) を單位として表してある。

惑星

| 距離 | 視半徑 | XII 月 1 日 | | | |
|-----|---------|-----------|-------|-------|-------|
| | | 出 | 南中 | 入 | |
| ° | ' | ° | ' | ° | ' |
| 水星 | 1.0588 | 3.2 | 4 51 | 10 9 | 15 27 |
| 金星 | 1.3010 | 6.5 | 3 48 | 9 18 | 14 47 |
| 火星 | 2.3714 | 2.0 | 3 57 | 9 21 | 14 45 |
| 木星 | 4.1115 | 22.4 | 14 42 | 21 42 | 4 5 |
| 土星 | 8.3324 | 8.9 | 14 54 | 21 31 | 4 12 |
| 天王星 | 18.6041 | 1.8 | 15 28 | 22 25 | 5 26 |
| 海王星 | 30.5349 | 1.2 | 0 47 | 6 55 | 13 3 |

XII 月 16 日

| | | | | | |
|-----|---------|------|-------|-------|-------|
| 水星 | 1.3188 | 2.5 | 5 37 | 10 35 | 15 33 |
| 金星 | 1.3817 | 6.1 | 4 19 | 9 31 | 14 43 |
| 火星 | 2.2760 | 2.1 | 3 47 | 9 1 | 14 15 |
| 木星 | 4.2679 | 21.5 | 13 40 | 20 18 | 3 0 |
| 土星 | 8.4840 | 8.8 | 13 52 | 20 29 | 3 10 |
| 天王星 | 18.7049 | 1.8 | 14 27 | 21 24 | 4 24 |
| 海王星 | 30.2802 | 1.2 | 23 45 | 5 57 | 12 5 |

XII 月 31 日

| | | | | | |
|-----|---------|------|-------|-------|-------|
| 水星 | 1.4289 | 2.3 | 6 28 | 11 15 | 16 3 |
| 金星 | 1.4545 | 5.8 | 4 51 | 9 49 | 14 48 |
| 火星 | 2.1711 | 2.2 | 3 37 | 8 42 | 13 47 |
| 木星 | 4.4683 | 20.6 | 12 39 | 19 17 | 2 59 |
| 土星 | 8.6836 | 8.6 | 12 51 | 19 28 | 2 8 |
| 天王星 | 18.8655 | 1.8 | 13 27 | 20 23 | 3 23 |
| 海王星 | 30.0213 | 1.2 | 22 46 | 4 58 | 11 6 |

距離は地球からのもので、天文單位で表してある。

惑星現象

| 月 日 | 金星, 火星と合 | 月 日 | 火星, 月と合 |
|-------|------------|--------|-----------|
| XII 2 | 金星, 火星と合 | XII 26 | 火星, 月と合 |
| 11 | 木星, 月と合 | 27 | 金星, 月と合 |
| 11 | 土星, 月と合 | 28 | 水星, 月と合 |
| 12 | 天王星, 月と合 | 30 | 水星, 遠日點通過 |
| 20 | 海王星, 太陽と下矩 | 30 | 海王星, 留 |
| 20 | 水星, 降交點通過 | 31 | 木星, 留 |
| 22 | 海王星, 月と合 | | |

急 告

本會々費（通常會員金三四、特別會員金五四）本月報同封の
振替用紙御利用其他便宜の方法にて御拂込願ひます。

昭和15年11月25日印刷
昭和15年12月1日發行

定價金30錢
(郵税5厘)

編輯兼發行人

東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内
福 見 尙 文

印刷人

東京市神田區美土代町16番地
島 連 太 郎

印刷所

東京市神田區美土代町16番地
三 秀 舍

發行所 東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内

社団法人 日本天文學會

振替口座 東京 13595

東京市神田區須賀保町 堂
東 京
東京市神田區南神保町 書 店
岩 波 書 店
東京市京區區役所3丁目3番地
北 隆 館 書 店
東京市芝區南佐久間町2/4
恒 星 社
東京市日本橋區通2丁目6番地
丸 善 株 式 會 社

目 次

論 叢

| | |
|----------------------|-----|
| 萩原雄祐：理論天文學序(II)..... | 181 |
|----------------------|-----|

綜 合 報 告

| | |
|-------------------------|-----|
| 虎尾正久：時刻測定と保時の現況(I)..... | 186 |
|-------------------------|-----|

抄 録 及 資 料

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 無線報時修正値..... | 196 |
| IX月に於ける太陽黒點概況..... | 196 |
| 太陽のウォルフ黒點數(1940年 VII, VIII, IX月)..... | 197 |
| 本會會員の太陽黒點觀測..... | 197 |
| 光電管に依る天體觀測に關する討論會..... | 197 |
| 月食の際の月面の熱輻射..... | 198 |
| 天文學談話會記事..... | 198 |
| 彗星だより..... | 198 |

天 象 欄

| | |
|---------------------------|-----|
| 流星群..... | 199 |
| 變光星..... | 199 |
| 東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(III月)..... | 200 |
| 太陽・月及び惑星..... | 200 |
