

天文月報

日本天文學會發行

観測者の頁

時計の合せ方

水野良平*

6月10日の時の記念日を迎へるに當つて、又しても時の問題が話題に登る、殊に此頃アマチュア天文家の間にも掩蔽の観測が盛んになりつつあるので、此の際特に時計の合せ方について一言申し述べたいと思ふ。

一般に天文の観測には時刻の記述が大切であるが、特に掩蔽の観測などは時刻が生命である。如何に一生活命精密に観測しても、時計が正確に合つて居なかつたら、何んの役にも立たない。單に物理實驗の様に時間だけが必要な場合(特に此處で時間と云つたのは Time interval を意味して、時刻と區別しての意味である。)とは大分意味が異ふ。只時間を測定する爲めならば、その時計の進み(或は歩度とか日差とか云ふ意味)が一定であつて、それが知れてさへ居ればよいのであるが、掩蔽の観測の如き場合には、それだけではいけない、實際に時刻を求めなければならないのであるから、時間の誤差が精確にわかつて居なければならない。

精確にと云つても、實は精度が問題であつて、如何に求めやうとして今日の技術に於ては一秒の一萬分の一までも精確な時刻を求める事は不可能である、(此處でも注意して置きたい事は時間を求める場合に於てはもつと細い時間の記述も可能であらうけれども時刻ではそんなに細い事は云へないと云ふ事である)。

我國に於ては時刻を測定して居るのは三鷹町の東京天文臺であるが、その観測の精度は公算誤差 0.007 秒の程度であるから、それ以上の精度は求め得られないのである。しかし掩蔽の観測には勿論、そんな高い精度は必要としないのであつて、せいぜい 0.1 秒ほど測定出来れば充分である。

若し我々の持つて居る時計を一秒の程度まで精確に合せたいと思ふならばラヂオの時報を開けば充分である。放送局に於ては毎日東京天文臺より發する無線報時信號に合せて特殊な發信時計の歩度を調整し、それによつて毎時間自動的に時刻信號を放送して居る。懐中時計を合わせるのであつたらこれにてよい。ラヂオの時報が一秒以上の誤差を出す様な事は殆どないからである。

* 東京天文臺技官

此處で「合はす」と云ふ事は必ずしも自分の時計の秒針と正確な時刻を示すやうに合はすと云ふ必要はない。自分の時計が正確な時刻に對して何秒進んで居るか、或は何秒遅れて居るかを知ればそれでよいのである。

所が若し 0.1 秒までの正確さに於て自分の時計の誤差を求めやうとするならば、こんな事ではいけない。懐中時計で此の程度の精度を求める事は無理であつて少なくとも大形のデックウオッチかクロノメーターがほしいものである。標準とするにもラヂオだけを頼らないで、天文臺の無線報時を直接聞く事が望ましい。天文臺から發信する無線報時は中央電信局を経て戸塚及び検見川の送信所から放送されて居る。戸塚から出て居るものは、4630KC 及び 9260KC の二波長、検見川から出て居るものは、39KC 及び 4000KC の二波長である、これら 4 波長で毎日午前 10 時 55 分から 11 時 0 分までの 5 分間、及び午後 8 時 55 分から 9 時 0 分までの 5 分間に 306 個の所謂學用信號なるものが放送される。5 分間に 306 個の信號であるから 1 分間に 61 信號の割合であつて、時計の秒よりも 1 つ多い事になる。従つてどんな時計でも 1 分間の内に必ず 1 回は此の信號に追ひこされる爲めに合致する所が出來て來るはずである。もともと此の信號は丁度毎分 0 秒に於て正しい時刻に合致するやうに合はされて居て、その 0 秒に限つて約半秒の長符(ダツシュ)が送られて居るから直ぐ區別がつく。此の信號を聞きながら自分のクロノメーター或はデックウオッチの秒針を見て居るのである。そうして自分の時計の秒のきざみが無線報時信號の音とどこで合致するかを聞きとるのである。

若し 0 秒で合致したとすれば、自分の時計はよく合つて居た事を示すが、若し 30 秒のあたりで合致したとすれば 0.5 秒の差がある事がわかる。5 秒 6 秒あたりで合致したとすれば 0.1 秒自分の時計が遅れて居る事になる。以下同様比例的に誤差が求められる。

理屈を云へば、ピッタリ何秒で合致したかがわかれば 61 分の 1 秒まで誤差が求められるわけであるが、仲々ピッタリ何秒で合致したかをくわしく讀みとる事は困難であつて 2~3 秒は同じやうにくついで聞えて正確な合致點が求められない。でも數秒のちがひがあつても 0.1 秒までの誤差は充分求められる。

更に高度の正確さに時計を合せたいとするならばクロノグラフを必要とするが、これはあまりに専門的になるから此處には記述を省略する。

虎 尾 正 久*

1. 時と天文 太陽と共に起き、日没と共に穴に歸る。生活のすべてが獸を追ひ、魚を取り、土を耕す、食がその全部であつたと思はれる古代人類には、時と云ふ觀念は殆ど無かつたであらう。そして今日、日本とアメリカを24時間で往來しようとする現代は、將に分秒を争ふ文明の世の中である。時の觀念と文化の進展とは比例すると云ふか、まことに現代では0.01秒と云ふ時が要求され、又それを満足してゐるのである。尤も現今の日本の状態は少し別の問題で、2時間、3時間の延着は保證付きの列車が走り、會合・集會と云へば30分遅れて行つて開會前の一服が楽しみ、官廳、會社の勤め人は1時間、2時間の遅刻で顔も赤くしないと云つた有様では、此の國の文化も何年昔へ逆行したのか見當もつかない譯である。

さて一般に自然科学に於けるもろもろの量の中には直接にか、間接にか時をその要素として含まないものは殆んどない。此等の量を測定し、研究し、實生活に織り込んで行く事に依つて文明社會が保たれてゐるのであるから、時を精密に測ると云ふ事は極めて大きい役割を持つてゐる。

此の時と云ふ要素が他の要素と違ふ最も特異な點を再び測り直す事が出来ない事であらう。過ぎ去つた時は再び歸つて來ない。人生のあらゆる惱みは此れから起つて來る。時の測定の難しさも亦此の點にある。

時の基準と云へば誰でも知る通り、地球の自轉運動がそれであつて、地球上の我々はそれを太陽、或ひは恒星の運行に頼つて測定してゐるのである。唯この尨大な自然物では扱ひが難しいので、物指として時計が發明された、時の測定の精密化は従つて時計の精密化で或る程度は満足される譯である。次章に述べる様に我々は水時計に始まつて3500年の後に現代の水晶時計に迄到達した。

併し乍ら如何に現代の時計が精巧を極めてゐようとも、一年、二年或ひは十年、二十年とその精度を保つ事は困難な事で、運轉そのものを保つ事さえ容易に出來相にもないのである。そこで時の測定の精密化と云ふ問題には、元の地球に返つて、その自轉の測定の精度を上げると云ふ方法も考えなくてはならなくなる。その爲めには天體觀測の機械の研究も一つの方法である。事實何の複雑な装置も無く、望遠鏡と觀測者だけして事が足りる耳目法と云ふ觀測から、光電管、寫眞を自由に驅使し、人がついてゐなくても器械だけで立派に測定して呉れると云つた現代に至る迄に僅か300年

* 文部技官

の間に器械、装置の發達も著しいものがある。

併し一方觀測の精度が増すに伴つて進展して行かなくてはならぬ重要な問題は地球の自轉運動を究明する事である。地球の運動は地球儀が廻る様な單純なものでは勿論無い。それをつきとめるには太陽、月の運動が究明されねばならず、すべての惑星の作用が問題となり、恒星の運動、分布までが研究の對照となつて來る。

時の測定と云ふ事が天文学の一つの分野であり、又天文学を離れては時の測定の精密化はあり得ないと云ふ譯は此處にあるのである。

2. 時計年譜 現存する世界最古の時計は影時計で西紀前1500年頃のエジプトのものとして云はれる。石造の垂直の柱と水平の受影の板から成る簡單なもの。水平の板には時刻を示めず點が刻まれてゐる。影の長さで時を測るのは今でも未開人の間で行はれてゐる相であるが、影の長さはむしろ多く季節を測るに用ひられたようである。この目的には割に精度が高く決める事が出来る。ヨーロッパに起つた古代曆が何れも春分を重要視して居るに對し、支那では冬至を曆年の起點として採つた。この冬至の實測は影の長さに依つたものである。

次に現れた時計は水時計である。現存のものはエジプトのアメンフイス三世(西紀前1415—1380年)の頃のものとしてされてゐる。支那では黄帝漏水制器を創ると云ふ記録がある。黄帝即ち傳説時代であるが、兎に角古い頃から水時計は用ひられてゐたものと見える。我國の天智天皇十年四月(西紀802年)に始めて水時計が朝廷に設けられ、時を司る役人の制度が出來た、これが即ち時の記念日の由來である。

日時計の記録は割に新しい。最古のもの、アテネの窓の塔は西紀前100年頃のものとして云ふ。この塔は六角形で、その三面に垂直の日時計が刻まれ、塔内には水時計があつたものと云はれる。

日時計と云つても、その原理から色々の種類がある。影を受ける面は水平のもの、垂直のもの、平面のみならず球面のものもあり、影を投ずる棒、グノモン、は地軸に平行に北極に向けられてゐるのが大部分である。これを極日時計と假りに呼ぶ。それに對し方位日時計、等速日時計などが全く別の原理で考えられてゐる。日時計の精度はこれ等の各種のものを組合はせれば割に高くなり、誤差2分程度までには到着出来る。

次は振り時計である。この偉大な發明の時も人も傳はつてはゐない。イギリスであつた事は疑えないが、西紀1300年頃にはイギリス各地の寺院に巨大な所謂塔時計が動いてゐたと云はれる。その内のあるものは今に現形を保つて残されてゐる。史書に始めて載せられた時計師の名はフランスのド・グイックで1370年頃の

ことである。

西紀1500年頃、ヘンラインと云ふ人が懐中時計を發明した。その形からニュールンベルグの卵と呼ばれるものである。時あたかもヨーロッパは暗黒時代を抜け切つて、アフリカへアメリカへ、東インドへ、東洋へと探検と植民とに血を湧かせてゐた時である。

この持ち運びの出来る器械時計が如何に航海に役立つたかは想像に餘るものがある。尚彼のフランシス・ザビエルが來朝して大内氏に時計を贈つたのが1541年の事である。尾張の津田助左衛門が此れを修理を承り、その原理を會得し、直ちに自ら時計を作り上げたのはその直後のことである。斯くて時計に關する限り我國はスタートを殆んど等しくしてゐたのに拘らず、後續が無かつた。一般の科學水準が低いと此の様な結果となる。

この懐中時計は後に改良を重ね、ハリソンに始るクロノメーターとなり、幾多の變遷の後、現代のクロノメーターに迄至つたのである。

時計の主な部分は振動装置と脱進装置である。振子の振動週期はその長さ丈けに關係し、重錘の重さ、振りの角には關係がない。センマイを歪ませて離すと本來の位置を中心に振動を行ふが、その振動週期は始めに歪ませた量に關係がない。この様な性質を等時性と云ふ。但しセンマイ自身では都合が悪いので、これに所謂天府と稱する輪を取着ける。前者が振子時計で後者が懐中時計である。この振動装置に力を供給してその振幅を持続させ、同時に振動装置から等時性を貰つて針に傳える役目をするのが脱進装置である。

現在迄に脱進装置の考案は200種に上ると云ふ。1675年フックに依るアングル。1715年のグラハム。1765年マツチに依るレバー等の脱進機が特に優秀で現在の大部分の時計を支配してゐる。

今から約百年前。リーフラー脱進機時計が發明された。更に今世紀初頭ショルト振子時計が現はれた。此の兩者は特に優れたものとして、世界各國その大部分が標準天文時計として採用し、時の基準として學術上實生活上に大きな役割を果たしてゐるのである。兩者共その特長は構造、原理の簡明、素樸で、振動が自由無碍な事である。近年は併し新たに水晶時計が登場して來た。そのあらゆる部分の構造、原理が複雑、難澁で、扱ひに細心の注意と技術を要する點は振子時計と對照的だが、その精度は驚くべきものがある。近い將來にはこれが各國の標準時計の王座を占める事は疑ふ事は出来ない。

3. 時の測定 時の基準は地球の自轉にある。それを見るためには先ず太陽を據える。天の赤道に時計の目盛をつけて、太陽が針の尖端にあると考えればよい。處が太陽の運動たるや始末に悪く、赤道に對し23

度何がしの傾きを持つ黄道上を、しかも不等速に運動するので、此の針は絶えず震えてゐる譯である。そこで眞の太陽と餘り離れず赤道を等速で動く太陽を假想して、その動きから時を決める、これが平均太陽時で、我々常用のものである。

實際の時の觀測に當つては太陽は精變が非常に悪いので恒星時を用ふる。これはつまり春分點を針の先につけた天の時計の示時である。位置の分つた星、云ひ更えれば春分點からの距離の分つてゐる星を觀測すれば春分點つまり針の先の場所が分り、恒星時が知られる。

處が困つた事にこの春分點も不規則に移動するのである。針の先がブルブル震えるので中々時が決まり難い。それは月や太陽が橢圓形の地球に引力を及ぼすため、地球自轉軸の方向が變つて行く。つまり赤道が動いて行くばかりでなく、黄道も亦他の木星や土星など惑星の作用で變つて行く。この兩道の交點たる春分點が勢ひブルブル震えるのは止むを得まい。

この様な不安定な春分點の位置を如何にして決めるか。先ず觀測の方面からは經度緯度の分つてゐる地點で太陽を觀測する。これで時計が正される。この時計で恒星を觀測する。これで春分點が大體決まる。次にそれを基として太陽を觀測し、時計を正し、これで星を觀測してその位置を定める。それから春分點が定まり、地球の經緯度もよく決まつて來る。更に太陽を觀測し、……と云ふ風にこれは複雑に入組んだたちごつこである。このいたちごつこを我々は250年も繰返して來た。現存ではどうやらやつと満足される程度に迄春分點の動きは分つて來たが、併し決して充分満足される程度ではない。一體恒星とは名の如く恒久不動の星ではなく、何れも秒速數十軒と云ふ物凄いスピードで勝手に動き廻つてゐるのである。従つて前後二つの時期の恒星、位置の違いは春分點の動きと、星の固有の運動とを明確に區別しなければならぬ。我々太陽系も亦我々地球を始め惑星衛星一切を引連れて空間を直進してゐる。これが星の位置に變化を與える。これも抜き出さなくてはならない。

一方理論の方からは地球の運動が説明されねばならない。又月、惑星の運動、質量、距離が知られねばならない。それは直接月、惑星の位置觀測ばかりでなく月に依る掩蔽の觀測、彗星、小惑星の觀測等が重要な手懸りとなる。緯度變化の觀測、經度變化の觀測も亦一つの主要な手懸りである。この様に觀測結果と理論の成果と組合はせて始めて合理的な一連の體系が實を結ぶ、即ち春分點の位置とその動きと、そのあらゆる方面への影響とが、即ち殆んど天文の大半の分野が擧つてこの一つの目標に向つて血みどろの戦ひを行つてゐるのである。昔も今もそして將來も、月を眺め、星と語り、およそ實生活とは縁の無いと思はれる様な天文の仕事が、實は時と云ふ實生活上に最も關係深い目的に向つて動いてゐると云ふ事は面白い事である。

惑星 木星が脊に東天から昇つて来て、終夜観望される様になつた。水星は17日の離隔の後数日間には脊の西天によく見ることが出来る。

流星群 今月はあまり著しい流星群はない。月末龍座・星附近を輻射点とする群はウキネツケ彗星と關聯したものである。

變光星 右のアルゴル種變光星の表は観測に都合のよい極小を2回だけ示したものである。Dは變光時間である。長周期變光星の中で、今月中に極大に達する筈の主な星は V Cas(17日) V CrB(30日), R Crv(2日)。W Cyg(26日), RU Cyg(2日), x Cyg(21日), U Her(15日), R Hya(22日), R Leo(6日), R LMi(21日), R Vul(15日), 等である。この内 W Cyg, x Cyg, R Hya, R Leo は極大時には肉眼でも見える位の明るさになる事がある。

星の掩蔽 東京に於ける潜人の時刻を中央標準時で示した。

VI 2^h 20^m 12^m ♉ Lib 5.0 方向角 (V) 170°

ケンタウルスの星團 脊の南の空にこの大星團を見るのは VI 月初が好期である。東京での南中の高度は7度餘、xピカの眞南に當つて肉眼でも充分見られる。月初では 20^h 30^m 頃南中するから、南の低い空が障えざられない様な場所に望遠鏡を持ち出して、充分その偉容をうかがうことが出来る。

観測部の新設 去る4月19日の本會春季總會及講演會の席に於いて、萩原新理事長は天文観測分野に於いて本邦が有する地域的特性を指摘され、その特性を生かす様な目標を選んで観測研究をなす事が戦後日本の天文学界に第1に重要である事を強調された。そして戦後5年和平日本が世界の國々の間に伍して存在の意義を主張し得るのは學問研究の如き文化的貢献と措いて他にないことを述べて吾々を鼓舞激勵された。地域的特性とは申すまでもなく日本が歐米より離れてゐる爲に、観測時刻、條件等が相違するので太陽、變光星其他急速に變化する天文現象観測に日本の占める位置が重要なことを指すのである。

この新理事長の方針もあり、又戦後諸君の間にホーハイとして高よつて来た天文観測熱に答えて、本會は

VI 月初				VI 月末			
出沒順位	星 座	記 事		出沒順位	星 座	記 事	
1	太陽星	牡牛	12日入梅	1	太陽星	双子座	22日夏至
2	天王星	牡牛	14日合	2	水星	双子座	17日東離隔
3	水星	牡牛	脊の星	3	土星	かに	脊に西天
4	土星	かに	脊に西天	4	冥王星	かに	
5	冥王星	かに	光度15等	5	海王星	乙女	30日上弦
6	海王星	乙女	3月號参照	6	木星	天枰	秤秤
7	(月)	乙女	4日満月	7	(月)	天枰	19日新月
8	木星	天枰	脊に東天	8	火星	牡牛	曉の星
9	火星	牡羊	} 曉の星	9	金星	牡牛	} 太陽に近い
10	金星	牡羊		10	天王星	牡牛	

アルゴル種變光星

星 名	範 圍	周 期	極小(中央標準時)	D
U Cep	6.9—9.2	2 11.8	17 2, 22 2	9.1
RX Her	7.2—7.9	1 18.7	17 22, 25 0	4.6
♁ Lib	4.8—5.9	2 7.9	11 20, 18 19	13
RR Lyn	5.6—6.0	9 22.7	12 3, 22 2	10
U Oph	5.7—6.4	1 16.3	16 19, 21 20	7.7
U Sge	6.5—9.4	3 9.1	13 19, 23 23	12.5
V505 Sgr	6.4—7.5	1 4.4	20 0, 25 22	5.8
Z Vul	7.0—8.6	2 10.9	15 21, 20 19	5.5

今度観測部を設置することに決定した。

観測部は先づ太陽、流星、變光星の三課を置きたい。これら以外黄道光、掩蔽、惑星等の観測は観測部に於いて直接取扱い、観測者が多くなれば別に獨立した課を作る事にする。現に観測をされてゐる方々は積極的に参加されて、観測結果を送つて頂きたい。又観測を始める希望の方は直ちに學會宛申込んで頂きたい。部及び各課の規約は部員が相違數まとまり次第合議決定する。部及び各課には観測上の連絡の爲速報的な印刷物を刊行し、観測結果は日本天文学會要報に發表の豫定である。(下保)

・天文学會及講座 (會及東京科學博物館共同主催)

VI 月 21日(土) 午後1時半—4時、會費1圓

「夏の星座」 野尻抱影氏
「時刻観測の基礎となるもの」

東京天文臺技官 理博 辻光之助氏
(上野公園内 東京科學博物館にて)

昭和22年5月25日印刷 定價金 3圓
昭和22年6月1日發行 (送料120錢)
編輯兼發行人 廣 瀬 秀 雄
印刷人 東京都神田區仲町一ノ無番地 加 藤 新
印刷所 東京都神田區仲町一ノ無番地 文化印刷株式會社
發行所 東京都北多摩郡三鷹町東京天文臺内 社團 日本天文学會
振替口座東京 13595
配給元 東京都神田區淡路町2丁目9 日本出版配給株式會社