

目 次

宇宙線望遠鏡……………関戸 彌太郎	35
雑報—宇宙線メキシコ会議、かに星雲の掩蔽について、 オルバース彗星(1956a)の発見……………	39
窓—光電子午儀……………虎尾 正久	40
名著遍歴(3)エディントン「星の内部構造」…柳 寿	42
新刊紹介—萩原雄祐著 天文学……………畑 中 武 夫	46
月報アルバム—台湾で見られた金環食、 水沢緯度観測所をたずねて……………	47
2月の天文暦……………	48

表紙写真 関戸教授による宇宙線望遠鏡 第2号

(35 頁の記事参照)

春季年会のお知らせ

日時 5月1日(火)、2日、3日
場所 東京大学(本郷)および国立科学博物館(上野)

講演申込 講演希望者は下記の注意を参照の上、3月末日迄に三鷹市東京天文台内学会年会係までお申込み下さい。

◇講演者は本年度会費払込済みの本会会員であること

◇申込用紙には、題目、所属、氏名、講演時間(15分以内)および講演アブストラクト(400字以内)を記載のこと。幻燈使用の場合はその旨書き添えること。

五 藤 式

天 体 望 遠 鏡

- ★理振法適格品
- ★アマチュア用
- ★専門家観測用



製作品目

屈折式経緯台・赤道儀
反射式南天赤道儀
網光用望遠鏡
教育用光学機械
特殊写真鏡主
大口径レンズ・反射鏡
特殊非球面光学系
観測用附設備
太陽熱利用装置



カタログ
本誌名付記こ
請求次第進呈

五 藤 光 学 研 究 所

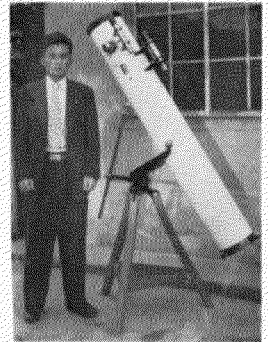
東京・世田谷・新町・1-115
電話 (42) 3044, 4320, 8326



カンコー天体反射望遠鏡

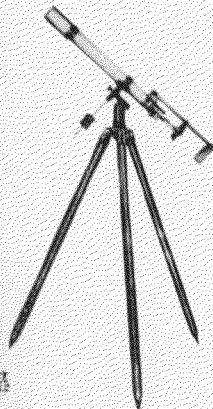
本年9月に火星が15年ぶりに大接近となります。観測の準備は今から始めて下さい。それには15cm以上の望遠鏡が必要です。
☆ 経緯台、赤道儀
☆ 完成品各種
☆ 高級自作用部品
☆ 各種鏡皿、アイピース
☆ 望遠鏡修理

20cm 反射望遠鏡
(カタログ要
30円郵券)



京都 東山區 山科
關西光學工業株式会社
TEL 山科 57

2吋・2¹/₂吋
天 体 望 遠 鏡
赤 道 儀 式

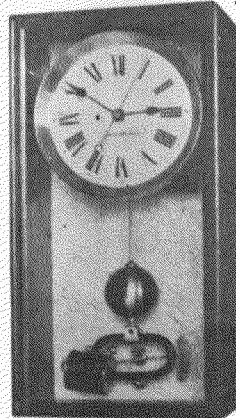


型 録 贈 呈

日 本 光 學 工 業 株 式 會 社

東京都品川区大井森前町
電話大森(76) 2111-5, 3111-5

YAMASHITA 標 準 時 計



- △当社製標準率時計は種々の電気接点を附加して各種の仕事をも働かせる様に御注文により製作します
- △学校工場等のサイレンの鈴呼鳴のため
- △自動器械操作のため
- △親子電気時計の親時計として

株 式 會 社 新 陽 舎

東京都武蔵野市境 895 番地
東京振替 42610

宇宙線望遠鏡

関戸彌太郎*

普通の天体望遠鏡や電波望遠鏡は、天球上の任意の方向に向けられる台についで、その方向から来る光や電波を観測する。そして多くの星やラジオ星が発見された。同じような考えで宇宙線の望遠鏡を作つたらどうであろうか。それは今までに世界で2台ある。その2台は日本で作られ、観測が行われて、宇宙線の点源が一つ発見された。それをラジオ星と同様に宇宙線星と認めてよいかどうかには、まだ問題がある。宇宙線望遠鏡がどうして計画され、又どのようにして現在に至つてゐるかを以下で紹介しよう。

1. 天文学に於ける宇宙線の特殊性

宇宙線は光や電波と同様に、宇宙を探究する一つの手段を与える。その際、宇宙線は光や電波と異つて、どんな特殊性をもつてゐるかという点、それは次の二点に要約される。

第一は、光や電波が電磁波であるのに対して、宇宙線は微粒子である事である。現在の知識では、宇宙線はすべて、電子を伴わない裸の原子核であり、約90%は陽子で、残りはヘリウムその他の重い原子核である。従つて、それ等が走つてゐる途中で、電磁場や星間物質との衝突が問題となる。なお、太陽微粒子流(solar stream)は磁気嵐、電離層嵐などの地球物理現象により間接的に観測されるが、宇宙線粒子は直接地球大気にはいつて来る。

第二は、光子或は太陽微粒子一箇当りのエネルギーに比べ、宇宙線粒子のエネルギーが桁外れに大きい事である。宇宙線の核子一箇当りのエネルギーは、多数のものが $10^9 \sim 10^{10}$ eVで、少数のものは 10^{11} eVに及んでいる。これは原子核反応より期待し得る高エネルギー($10^6 \sim 10^7$ eV)に比べても桁外れに大きい。従つてこのような超高エネルギーが一箇の核子又は核に宿される機構が問題となる。

以上二つの点からみると、宇宙線は天文学の中で、微粒子天文学と、超高エネルギー天文学ともいふべき二つの新しい分野を開拓してゆく役目を負つてゐる。

2. 一次宇宙線と宇宙線の起源

宇宙線は地球大気との衝突によつて変態するので、大気に入射する以前の宇宙線を特に区別して呼ぶ時は一次宇宙線といつてゐる。しかし、大気中で二次的に

発生した中間子や電子、中性子等を観測してこれより一次宇宙線の変化を間接的に見ることが多い。光による天体観測でも大気による減光に注意しなければならないが、宇宙線の場合は大気による吸収は甚しくて、天頂角を θ とすると、斜に来る宇宙線の強度は $\cos^2\theta$ の程度に減つてゐる。

天頂角や気圧、気温など、大気による影響を考慮した上で一次宇宙線の来方をみると、之は地球磁場の影響を受けてゐる。それは宇宙線が荷電粒子である為で、運動量の小さい粒子は地球磁場ではね除けられており、運動量の大きいものでも、径路が曲げられてゐる事を考えねばならない。このようにして地球磁場の外の宇宙線を調べることにより、次の様な事柄が知られた。

- 1) 地球磁場の外では宇宙線の方向分布は大体に於て一様である。
- 2) 地球が太陽微粒子流の中に入ると、地球へ来る宇宙線が減少し、又太陽に対し方向性を帯びて来る(宇宙線嵐)
- 3) 太陽面爆発(solar flare)に伴い太陽面で宇宙線が発生することがある。ただしそのエネルギーは小さい(10^6 eV程度)
- 4) 宇宙線は恒星系に対し僅かに方向性があるらしい。

それ等の事から、宇宙線の起源の一部は太陽にあるが、主な部分、しかもエネルギーの大きい宇宙線が発生するところは、太陽よりももつと遠い所を考えなければならない。しかし従来装置では太陽以外に特定の宇宙線の源を指摘することが出来なかつた。

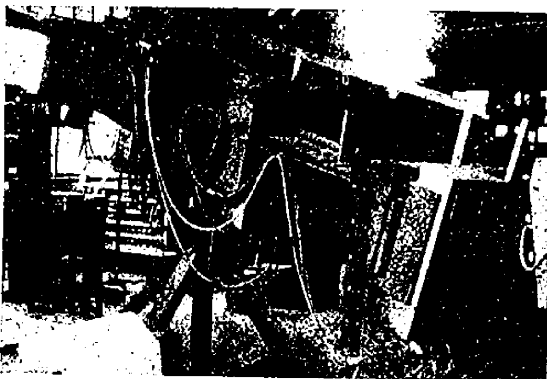
3. 宇宙線の源の探索

太陽で宇宙線が発生する事が知られたのは、太陽面

* 名古屋大学理学部物理学教室

爆発の直後に地球上で宇宙線の増加が観測されたことが手がかりとなつたのである。しかし源が遙かに遠くにある場合は、光と粒子との到達時間の差が大きくなるため、此のような対応の発見は容易でない。一方宇宙線の流れが恒星系に対し方向性をもつていれば、地球上では恒星時日変化として現われるわけであるが、現在までに知られている恒星時日変化は微量である上に、宇宙線嵐その他に原因する太陽時日変化の変動が介在する為に、宇宙線の源を見つげるところまでは進み難い。ただ従来の観測はあまり指向性のない装置で行われているのであるから、分解角の鋭い観測装置を作ることにより、宇宙線の源を探索する可能性が残されている。すなわち、あまり指向性のない装置で測つて、宇宙線の方向分布が大体一様に見えていたとしても、その中に宇宙線の点源が散在している可能性はあるし、又分解角の鋭い装置で観測すれば宇宙線嵐その他の時間的に変化する現象との区別も容易になる。

宇宙線の方向を知る時の誤差としては、装置そのものの分解角と共に、宇宙線が装置に到達するまでの方向の乱れをも考えねばならない。従来の装置はこの何れの面からみても、宇宙線の方向を正しく知るに適していなかつた。装置そのものの分解角を小さくすることは可能であり、又方向の乱れの問題に対しては、エネルギーの大きい宇宙線ほど乱れが少いので、特にエネルギーの大きい宇宙線だけを測るようにすればよい。しかし降つて来る宇宙線の数は、光子数の数（電磁波天文学の場合）に比べると桁外れに少く、しかもエネルギーの大きい宇宙線はその中の極めて小さい部分に過ぎないから、上の方法をとると測定の実験的精度が著しく低下する。けれども、装置が宇宙線を受ける有効面積を大きくすれば精度は取り返さうものであり、又実現可能な精度の範囲でも新しい事実を見出してゆく可能性がある。



宇宙線望遠鏡第1号

4. 宇宙線望遠鏡第1号

上の考えのもとに最初の宇宙線望遠鏡が作り始められたのは昭和24年の春であつた。設計は装置自身の分解角、並びに地球大気及び地球磁場による方向の乱れから来る誤差を 5° 程度におさえる方針で行われた。一次宇宙線のエネルギーが $(2\sim 3) \times 10^{11} \text{eV}$ 以下のものは、地球磁場による方向の乱れが大きいので、これをフィルターで除くことが考えられた。此のフィルターは地球大気を利用するので、そのため望遠鏡の天頂角は常に 80° に保つことになる。従つて測定の対象となるのは主に $3 \times 10^{11} \text{eV}$ 程度の陽子で、これは大気上層で数箇の中間子を発生させ、中間子は斜に大気を通りながら減速されて、約 $1.5 \times 10^{10} \text{eV}$ のエネルギーを持って望遠鏡に入る。望遠鏡の中には更に厚さ約2mの鉄のフィルターがあるが、上記の中間子は之を通り抜けることが出来る。しかし、もともと別の方向から来た宇宙線で、大気中で方向が乱されて望遠鏡にまぎれ込むものは、エネルギーの小さい中間子や電子であるから、これ等は鉄のフィルターで吸収される。上記2種のフィルターを使う考えは、赤外線写真の場合、方向の乱れ易い可視光をフィルターで除いて望遠写真をとるのと同じである。

宇宙線の検出はガイガー計数管で行うので、鏡体（長さ約3m）の両端及び中間2カ所、計4カ所に計数管群があり、各群1箇づつ、即ち4箇の計数管に同時放電があつた場合が記録される。計数管群の有効面積は $32 \times 28 \text{cm}^2$ で、分解角は両端の計数管群の張る立体角で規定される $(5^\circ \times 5^\circ)$ 。中間の2群は、放射能による混信及び空気シャワーによる混信を減らす為にある。空気シャワーによる混信というのは、目的とする斜方向の宇宙線ではなく、鉛直に近い宇宙線が大気中で多数の電子や中間子を発生して、それ等がそれぞれ別の計数管群を同時に放電させる場合のことである。空気シャワーによる混信を減らす為には、更に中間の計数管群の上に鉛の吸収板を置き、又別の計数管群1箇を置いて空気シャワーがあつた場合の記録を除外するなどの注意がしてある。之等の注意により放射能による混信は無視される程度となつた。又目的とする斜の宇宙線が毎時約3箇入射するのに対して空気シャワーによる混信は毎時約1箇にまで減少している。

鏡体は経緯儀式の架台にのり、天頂角は 55° から水平まで動かすことが出来、方位角は一週回出来るようになってゐる。

5. 宇宙線望遠鏡による天球の走査

上記の宇宙線望遠鏡第1号によつて、昭和26年

の12月から約2カ年に亘つて天球の走査が行われた。天頂角は 80° に保ち、方位角をかえる事によつて天球上の異なる赤緯帯が観測される。地球磁場による宇宙線の曲りは 10° 程度であるが、これは方位角によつて異なるので、それぞれ計算しておいて補正する。その結果、名古屋(緯度 $35^\circ N$)から見える天球の範囲は、赤緯 $70^\circ N$ より $45^\circ S$ の間となる。此の範囲にある各点は、東の空に上る時と、西の空に沈む時とにそれぞれ観測される。

2年間の観測の結果、何分宇宙線の数が少い為、一目でわかるような宇宙線の点源は見出されなかつた。しかし統計的な取扱いによつて一つの重要な結論が得られた。それは、例えば東の方位角で観測された結果を見て、宇宙線が比較的多く観測された天球上の位置をかかなりの数選んでおく。次に西の方位角で観測された結果を見て、上記の選ばれた位置の宇宙線強度を平均してみると、その周囲の強度よりも大きい。このような方法によつて、天球上には宇宙線の点源がいくつかある筈であるという事が結論された。箇々の点については、統計的精度が足りないため結論的にはいえないが、赤緯 0° 赤経5時30分の点など一、二の箇所は特に強度が大きかつた。)

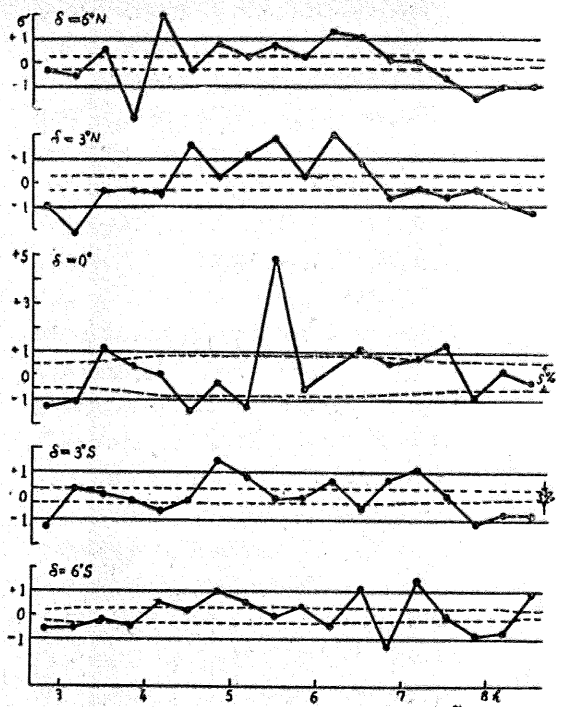
昭和29年からは上記の注目すべき点が果して宇宙線の点源であるかどうかを確認する為、その附近だけを繰返し観測することが始められると共に、もう少し精度の高い宇宙線望遠鏡第2号の製作が始まつた。

6. 宇宙線望遠鏡第2号

宇宙線望遠鏡第2号は原理的には第1号と同様でただその精度を向上したものである。改良されたおもな点は次の様である。(表紙写真参照)

- 1) 明るくなつたこと。有効面積は1号の6倍。円になおせば、1号は口径34cm、2号は口径84cmに相当する。
- 2) 分解角を小さく出来ること。1号は $5^\circ \times 5^\circ$ であるが、2号は $2.5^\circ \times 4^\circ$ 又は $5^\circ \times 8^\circ$ の両方に使うことが出来る。
- 3) 視野が広くなつたこと。1号の視野は分解角と同一の $5^\circ \times 5^\circ$ で、鏡軸方向の記録だけしか出来ないが、2号の視野は $7.5^\circ \times 20^\circ$ 又は $15^\circ \times 40^\circ$ で分解角の15倍の面積をもつ。即ち3箇の異なる天頂角と5箇の異なる方位角、都合15箇の方向の強度がそれぞれ記録出来る。
- 4) 混信がなくなつたこと。1号では信号：雑音の比が3：1であつたが2号では放射能による混信も、空気シャワーによる混信も無視出来る。

以上の改良のためにとられた構造上の変更は次の様



宇宙線の点源 $\delta = 0^\circ$, $\alpha = 5^h 30^m$ のところの宇宙線強度が大きいことを示す。

である。同時放電に用いる計数管群は1号では4群であつたが、2号では6群であり、空気シャワーを除外するための計数管群の面積は、1号では $28 \times 32 \text{ cm}^2$ であるが2号では $150 \times 200 \text{ cm}^2$ となつている。之等の事は空気シャワーの混信をなくするのに役立つ。同時放電用の6箇の計数管群の有効面積は $42 \times 128 \text{ cm}^2$ で明るさを増す為になつて大きくなつている。6群のうち両端の2群はそれぞれ水平に細長い3箇の小群に分れ、中間の4群はこれと直角方向に細長い8箇の小群に分れている。即ち井桁の様になつているわけで、之等小群の組合せによつて種々の方向の宇宙線をそれぞれ記録出来る。又その組合せ方を変えれば分解角や視野を大きくしたり小さくしたり出来る。

7. 宇宙線の点源の発見

前に述べたように赤緯 0° 、赤経5時30分の位置が宇宙線の点源であるかどうかを確かめる為の観測は、昭和29年4月から第1号によつて行われていたが、昭和30年7月以後は第1号、第2号の二台で行われた。そして同年の8月に結論が得られたので同年9月メキシコで宇宙線の起源を主題とする国際会議で報告され²⁾、注目をひいた。すなわち丁度その方向から来る宇宙線の強度が周囲のものに比べて大きいということ、望遠鏡の第1号、第2号のどちらの結果をみても

わかる。又両者の結果を集めた上で、その点が東の空に上る時と、西の空に沈む時とをそれぞれ調べると、いずれの場合も丁度その点が通る時に強度が増している。全体の観測を集めると、その点が通る時の増加は誤差の5倍あつて、ここに宇宙線の点源の最初の一つが確認された。点源の拡がりは立体角 $5^\circ \times 5^\circ$ に含まれる程度であり、此の立体角を単位として測るとき、此の点源を含む方向の宇宙線強度はその他の方向の強度より約 20% 大きい。

上に述べた様に、此の点源は東の空に上る時と、西の空に沈む時と、それぞれ観測されている。此の2つの観測でそれぞれ定められる天球上の位置は、地球磁場による宇宙線の曲りを考えなければ互に別々の位置であるが、曲りを補正すると丁度うまく同定される。その補正は、宇宙線粒子の荷電の正負と運動エネルギーの大小によつて異なるが、前に宇宙線望遠鏡第1号で天球を走査して点源の存在を統計的に推論した時は、荷電を正、運動エネルギーを約 $2 \sim 3 \times 10^{11}$ eV とすると丁度よかつた。そして今度も此の同じ仮定による補正で同定が行われたのであるから、点源の観測に与つている宇宙線の荷電が正で運動エネルギーが約 $2 \sim 3 \times 10^{11}$ eV であるということは、統計的だけでなく上の特定の点源についても確認されたといえる。

8. 銀河磁場の困難

上記の宇宙線の点源の方向、赤緯 0° 赤経 5 時 30 分はオリオン星雲に近い方向である。オリオン星雲には太陽面爆発に類似の現象を盛に起す T Tauri 型の星がかなり含まれているから、太陽面爆発の際に宇宙線が発生することを考えると、宇宙線の源として考えられそうな特殊性のある天体の一つと見てよいであろう。しかし上記の点源をオリオン星雲に結びつけようとする時に起る一つの重大な困難は、その星雲と地球との間に銀河磁場が存在することである。銀河磁場の直接的な証明は星の光の偏光によるが、オリオン星雲の中心部の星の光は偏光を示さない。しかし、オリオン星雲は銀河の渦状枝の中にあるから、やはり途中には銀河磁場があると考えるのが自然であろう。宇宙線望遠鏡で観測されている宇宙線は、前に述べたように 8×10^{11} eV 程度の荷電粒子であるから、 10^{-6} ガウス程度の磁場があると、曲率半径は太陽系よりも小さい位になり、その為点源の説明は容易でない。今後の研究によつて、此の点源がオリオン星雲に結びつくにしろ、つかないにしろ、この困難の解決がさらに新しい事実の発見をひき起すことが望まれる。

宇宙線望遠鏡は銀河磁場の発見される前に着手されたものであるが、銀河磁場が発見されると、此の磁場

による方向の乱れの少ないものとして、特に高エネルギーの宇宙線を測ることが考えられる。空気シャワーは $10^{14} \sim 10^{17}$ eV の宇宙線によつて起されるので、この目的に近い、鋭い分解角をもつた装置で宇宙線の源を探る観測は米国の M. I. T. 及び英国のロンドン大学で、いずれも昭和 30 年の初夏頃に始められた。それ等は前述のメキシコ会議で始めて報告されたのであるが、両者とも、まだ宇宙線の点源を見出していなかつた。それは空気シャワーの頻度が少かつた観測期間が短い為であるかも知れないし、又それ程大きいエネルギーの宇宙線が発生する星がないのかも知れない。

宇宙線の起源に関する説は、新しい事実の発見と共にかなり大きく変りつつ発展しているが、現在までに述べた説で比較的有效なのはフェルミの説である。これはあまりエネルギーの大きくない宇宙線が特殊の星や星雲で発生し、それが銀河磁場の中へ出ると、銀河磁場の変動に遭遇して更に加速されるという考えである。従つて、宇宙線望遠鏡でも空気シャワー装置でも点源は観測されないことになるが、この説は銀河磁場が発見されてから、宇宙線の点源が発見されるまでの間に出来たもので、もつとコンクリートで且つ精密な理論が出来るためには、まだまだ実験事実の集積が必要であろう。

9. 今後の問題

宇宙線望遠鏡によつて宇宙線の点源の一つが確認された他に、天球の走査結果の統計的な推論から、もつといくつもの点源がどこかにあるものと考えられる。それらの点源がどこにあるか、又その各々から来る宇宙線のエネルギー・スペクトルはどうなつているか。言いかえれば、点源の分布と特性を観測することが、宇宙線の発生機構や、銀河磁場との相互作用についてコンクリートな知識を得るための重要な材料となつて来る。星の大気の化学組成や、銀河磁場の成因の一部にも宇宙線が重要な役割を演じているらしいから、宇宙線の点源の分布と特性の観測は、始めに述べた微粒子天文学、超高エネルギー天文学といった立場から、まず此の辺の問題の解決に寄与を始めることが考えられる。実行上の困難は、入射する宇宙線粒子の数が少いことにあるので、現在のものよりももつと口径の大きい宇宙線望遠鏡を作れば、上記の観測は実現可能となるであろう。

- 1) Y. Sekido, S. Yoshida and Y. Kamiya, J. Geomag, Geoelec., 4, 22 (1954)
- 2) Y. Sekido, S. Yoshida and Y. Kamiya, Geophysical and Cosmological Aspects of Cosmic Rays (Communications to Mexico Meeting), 45 (1955); Nature, in press.

雑 報

◇宇宙線メキシコ会議 昨1955年の9月5—13日にメキシコの Guanajato に於いて宇宙線に関する国際会議が開かれ、日本からは名大の関戸教授、京大の早川教授が参加された。Sky and Telescope 1955年12月号所載のこの会議の様相を紹介する。

宇宙線に関する国際会議は以前にも数回開かれていたが、今度の会議の特徴は宇宙線の微粒子天文学としての面に重点が移つて来た事である。そしてファン・デ・フルスト、チャンドラセカール、オールド、ウンゼルト、ゴールド、キーペンホイアー、ハンブリー・ブラウン、シュリユター等の天文学者が参加し、星間物質に関する概観や蟹星雲の偏光、宇宙線の加速機構に関する新研究の発表を行つている。会議でとりあげられた問題は宇宙線のエネルギー分布及び組成、時間変化、起源及び関連した天文学的問題である。

宇宙線強度の時間変化としては太陽面爆発に伴つた宇宙線強度の異常増加、日変化、27日周期の再帰性、年変化、11年変化等がある。日変化や年変化は地球の上層大気の変化に伴つたものと、地球の外に原因のある変化を区別する事が難かしく、この点が論争の種になつた。27日周期の再帰性、11年周期の変化は宇宙線が直接又は間接的に太陽の影響を受けている事を示すものであるが、これは惑星間物質の持つた磁場の変化を反映したものらしい。太陽面爆発に伴つた宇宙線強度の異常増加は太陽に於いて、まれではあるが確かに宇宙線が発生している事を示す点で重要である。

宇宙線強度の恒星日変化は太陽系の外に於ける宇宙線の異方性を表わす。関戸が宇宙線望遠鏡により宇宙線点源を見出しているが、これは銀河磁場の存在と矛盾している様に思われるので、多くの問題をひきおこす重要な観測であろう。高エネルギーの宇宙線の異方性に関しては空気シャワーの観測から研究されているが、未だ異方性は見出されていない。

宇宙線の起源に関し、确实で重要な事実は全エネルギーが星の光のエネルギーと同じ位の密度を持つ事である。この事実が説明出来ない限り、どんな理論も認める事が出来ない。宇宙線の起源としてアルフヴェンは太陽、ウンゼルトは赤外閃光星、ブラックットは磁場を持つ星、オールドは超新星、チャンドラセカールは星間空間、ハイドマンは星雲間空間を考えている。この点に関して注目すべき事柄はオールドが蟹星雲の偏光を確かめた事で、これは蟹星雲に 10^{10} — 10^{12} eV の電子があつてこれが制動輻射により光や電波を出し

ているという説を確かめるものである。宇宙線がどんな機構で加速されているかは現在の所わかつていない。しかしながら蟹星雲に於いて高エネルギーまでの加速が起つているのは殆んど確からしい。(河鱈)

◇かに星雲の掩蔽について 3月19日にかに星雲の掩蔽がおこる。三鷹では15時29分より約21分であくれてしまい、現われ始めるのが16時46分、終りが17時8分であかに星雲の南中は其後17分位である。

かに星雲は有名なラジオ星であり、ここからの電波及び光の輻射が磁場の中で高エネルギー電子が回転する時に出す制動輻射ではないかという事が言われている(天文月報48巻87頁)。実際に光ではN—S方向に10%の偏光をしている事が測定されており、最近電波領域でも偏波度の測定が行われた様であるが、この結果では3%以下という事しかわかつていない。しかし電波では光と異り受信装置の指向性が広い為、上述の測定でもかに星雲全体の輻射を受けて平均的な偏波度を測定しているの、もし偏波の方向が場所により異つていれば、部分的にはもつと大きな偏波度を持つているかもしれない。これを確かめる為に今度の掩蔽においてかに星雲が隠されてゆくにつれて偏波度がどう変つてゆくかを測定しようと計画されている。

その装置としては現在太陽電波の偏波測定に使用している200 Mcの受信器を一部改造し、アンテナ系は電波源の位置測定用の干渉計の為に作られた 4×10 エレメントのアンテナ4筒を使い、各々垂直及び水平偏波アンテナ2筒を東西方向150m離れた位置におき、干渉法を使つて測定する事になつた。かに星雲より出ている電波が弱い割にアンテナが小さく、しかも小さな偏波度を測定しようというのであるから、当日に人工雑音の混入がさけられるかどうかによつて結果が左右される事と思ふ。(高倉)

◇オルバース彗星(1956a)の発見 出現の期待されていたオルバース彗星は、本年1月2日及び14日の写真から、東京天文台の富田氏により発見された。14等であつた。其後の情報によればチェコスロバキヤのムルコス氏も1月4日と9日とに観測している。デンマークのラスムセンの最近の改正予報に対し、観測によると近日点通過は約5・3日おくれ、1956 VI 19・1 U. T. 頃となる。(天象欄参照)

この彗星は1815年3月6日にベッセルの才能を見出したことで有名なブレイメンの医師オルバースに発見され、29週間の観測から周期約74年であることが分つた。前回の近日点通過は1887年で、同年8月25日にブルクスが発見し、45週間観測された。今回の出現は発見以来第3回目の近日点通過に当る。(広瀬)



光電子午儀

1

東京天文台を見学、参観するために、はるばる三鷹をおとずれる人の数は年間万を以て数える程で、特に春秋の好季節となると構内はさながらハイキング地と化して、団体バスが走る。賑やかな足音、話し声が絶え間なく、そして夕暮には新聞紙の山が残されているということになる。

ところで、その内の何割かの人達には現用の子午儀を見て貰っている訳だから、その時、いい合わしたように起る質問は“何故光電管を利用しないか”ということである。これはまことにもつともな質問に違いないので、ここに我々の考え方と現況とを簡単に紹介して見たい。

子午儀の観測は周知のように、接眼部視野の中を東から西へ通り抜けて行く星像を追つて、マイクロメーターのハンドルを繰つて、蜘蛛の糸を常にその真中におくようにする。これが観測の技術である。糸はよく選べば太さ1ミクロン位のものを選ぶことはできる。星像は数十乃至数百ミクロンの直径を持つている。しかし像が静止していれば、その真中に糸を置くことはそれ程困難ではない。だが子午儀の場合には像が動いて行き、それを常に二等分して行かねばならないから無理になつて来る。

シンチレーションによつて像は等速には動かない。絶えず前後左右に跳び廻る。その上に形が伸びたり、縮んだり変形する。まことに危念なものである。この結果、子午儀での一回の観測の不確かさは大約0.03秒位になつてしまう。

更にその上に個人差が加わる。人によつて常に糸を像の先においたり、後においたりするくせであつて、これも相当の大きさに達する。

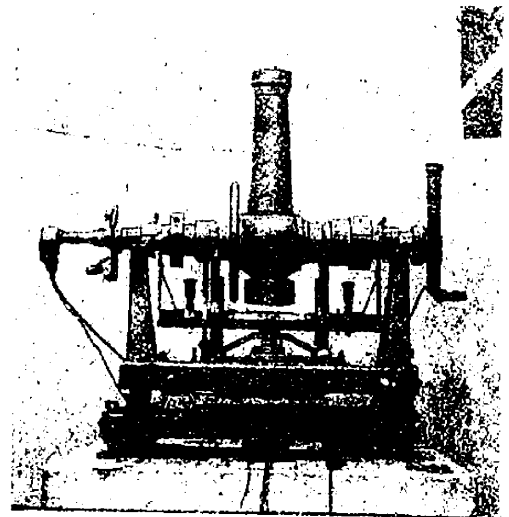
2

現今の水晶時計は一日歩度が僅に0.001秒は確実につかめる程、その動きは正確である。そのような時計を子午儀で規正しようというのであるから無理な話である。一体子午儀の不正確さは上述の観測方法によつて起るだけではない。器械の構造そのものに欠点が多いので、例えば水準差を求めるために水準器を使う。これが甚だ当てにならないものである。方位差も決定し難い。ピボットも減つて来る。

そこで時計の正確度に歩調を合せて観測精度を上げるために、子午儀を放棄してしまつて別の原理に當つて器械を求めようというのが我々の考えであつた。ここに写真天頂筒(PZT)とアストロラープが近年俄に登場した訳である。殊に前者は建造を終り、または進行中の国は7カ国に達し、荷計画中の所がいくつかぞえられる。その観測精度は大約0.005秒内外で、子午儀観測数十回に匹敵することになる。

しかしPZT、アストロラープについても、一つ大きな欠点がある。

一体時刻の観測は基礎星表FK3によることになっている。単に時刻のみならず、すべての位置天文学の観測はFK3に基礎をおいて行われなければならない。ところがこれらの新しい器械はその天文台独特のある選ばれた星しか観測することができない。東京のPZTでいえば、年間観測すべき星120個の内僅かに5個がFK3に属するのみである。残りの星は子午儀によつてFK3の系統に組入れることが必要である。しかも個々の星の位置は実際には精度の点からPZT自身の観測を利用して修正して行かなければならない。このような操作の繰返しによつて逐次星の位置が決まり、観測の正確度が増して行く。とともに一方ではFK3という基礎と遊離する恐れが生ずる。



ソ連の光電子午儀

向つて右側ガイド用望遠鏡、左側に受光部がある。

1957年から58年に亘つて実施される地球観測年に当つて、PZTの活躍が勧告され、期待されていると同時に、一方では子午儀の観測の強化が勧告されているのは、後者が純粋にFK3に立脚するからで、観測結果の国際的総合のためには当然の所置といわなければならない。したがつて遠い将来は別として、当面子午儀の観測を精密化するために光電管利用が浮び上つて来ることになつた。

3

光電子午儀を最も熱心に研究して来たのはソ連のバプロフで、その最初の研究発表はすでに1938年に行われている。それ以後連続として最近まで研究がつづけられ、近年になつて彼の跡を承けて数名の研究者が更に改良を加えて、現在の成功をもたらしたものである。

その原理は簡単で子午儀接眼部に光電管を取つて、視野には星の進行方向に直角に何本かのスリットを横たえて、これからの出現、潜入の瞬間を電流変化として取り出すものである。原理は簡単だが、実際問題としては色々の困難がある。初期の頃では、先ず光電管の感度が肉眼に較べて可成り低い。星の色、明るさによつて感度のおくれに差がある。装置全体、殊に光電管の気温による感度差が著しい。増幅器の安定度が悪い等多くの障害があり、少くとも観測2時間前から装置を点火しておく。観測の前後には人工の標準星によつて、色、等級による差を検定しておく。といつたような、可成り面倒な手続を必要とした。

現在の状況は第10回ソ連天文学総会(1954年)の出版物に詳細に報告されている。

現在使用中の子午儀は口径40耗、焦点距離400耗の小型屈折式のものを使い、限界等級は6.5等位までとなつている。焦点面に直径0.08耗の針金を0.08耗の間隔をおいて、計46本を並べた格子を置き、これによる星像の出入を光電管で受ける訳である。光電管はソ連製である。この光電管、初段の抵抗、格子は小さい箱にまとめて、直接々眼部に取つけられ、水平軸の他の端には小型のガイド用望遠鏡が主鏡に平行して着いている。さてその精度であるが、1950年、51年の結果から見ると、一回の観測は通常時刻星10個と方位星2個から成り、一星当りの総合平均誤差が±0.034秒。一回の観測値に対して±0.011秒となつており、非常に優秀なものであることがわかる。これらの観測結果から見ると、外気温との関連が残つており、1度当り1.4ミリ秒という温度係数が得られ、また多少星の明るさによる系統差もあつて、0等乃至2等ま

での星と5等乃至6等までの星とで相対的に20ミリ秒位の差があるといわれる。

しかしその後、光電管の代りに光電増倍管(ソ連製)増幅装置として交流方式が採られ、精度は一層向上し、1952年の総合結果からは一回観測の平均誤差として±6.6ミリ秒という秀れた結果を発表しているのである。

4

東京天文台ではPZTの建造に全力を傾けるかたわら、檀原毅氏によつてこの研究が進められ、1951年に完成された。その結果は肉眼観測より優れており、立派に実用化されることが明らかとなつた。その後、筆者が飯島、吉成、嵩地の諸氏の協力により、更に改造を加えて来て、前述の地球観測年にはこれを使用するつもりである。

現在の装置は接眼部に間隔150ミクロンのスリットをあけて、星をこの幅の中を通し、このスリットに直角に幅150ミクロンの金属テープを50ミクロンおきに40本張り並べ、これによる出現、潜入を光電増倍管1P21に受けるのである。尙この接眼部格子の直後に毎秒2000振動のバイブレーターを捜入して、1P21に落ちる光そのものを交流とし、以降交流増幅を行い5.5等まで観測が充分できる。増幅利得は100dbが必要である。この結果は1星からの観測値の平均誤差は0.038秒、10個の星の一群からの結果に対して0.012秒となつて、ソ連のそれよりやや劣るが充分実用され得る見通しがついた。尙各部について改造中で目標の地球観測年までにはより一層良くなると思つている。

我国では別に地理調査所で坪川家恒氏が主となつて少し型の違つたものを研究中である。同所は野外に子午儀を携行して経緯度を決める仕事を大規模にやつているが、その観測精度を上げる目的で研究が進められた訳で、その装置の大様は、接眼受光部が大分違つており、焦点面に鋭いナイフエッジを星像の進行方向に対して、直角において星の光を一方に反射させて1P21に受け、後半はエッジの他の面で反射させて別の1P21に受け、丁度ナイフの真正面に来た時のみ、両光電管への光束が等配分され、両管の出力が等しくなるという仕方では、結局両管の出力の差を取出して、これを交流に転換した上で増幅している。

結局子午儀には器械そのものの構造によつて或る限界があるが、それでも相当の精度には達し得ることがわかり、且つ標準星を直接観測に供し得るという強味があるところから、今後も当分は光電子午儀が利用されると思われる。(虎尾正久—東京天文台)

エディントン著「星の内部構造」

— 柳 寿 —

エディントン(1882—1944)の「星の内部構造」(The Internal Constitution of the Stars)が1926年秋に出てから今年は丁度30年になる。近頃出る天体物理学書を見ると「内部構造」は時代遅れであると註をしているものもある。これから星の内部構造を勉強する人達は1939年に出たチャンドラセカールの「内部構造論入門」あたりから読みはじめるであろう。急ピッチで日進月歩する自然科学の研究に直接役立つためには少し古い所謂古典を読む暇はないであろうし、またその必要も少いであろう。しかし「内部構造」は天体物理学或は天文学の古典であるといわれている。同時代のジーンズの1928年の著書「天文学と星の進化」は普通古典だとはいわれない。しかしジーンズの1919年に出した回転流体の平衡形を論じた「星の進化と恒星力学の問題」は古典であるといわれている。試みに広辞苑をひくと「古典とは学芸上の大家の著述や巨匠の作品などで、後人の以て模範典型となすべきものを指す」と書いてある。そこから真に超凡の才能が未知の分野を開拓し或は完成したみずみずしい息吹が伝わってくるもの、その科学の歴史的発展のひとつの結節点となつて永く残るものが古典というものであろう。だから科学史研究のため許りてなしに、学問的方法論的反省や營養分の摂取のために時に古典を繰返し読むのは必要なことであろう。

しかし既に古典といわれているものを、その時代的背景のなかで正しく読み且つ論評することは手間のかかる仕事である。私のこの遍歴は短時間に書かねばならなかつたので、エディントン理論を中心とする論争における方法論、認識論的問題に触れることが出来なかつた。従つてただ私の読書遍歴ノートに止まるものに過ぎない。

☆ ☆ ☆

本書の目次を先ず挙げておこう。第1章 問題の概観、2 輻射の熱力学、3 量子論、4 ポリトロップガス球、5 輻射平衡、6 基本式の解、7 質量光度関係、8 変光星、9 吸収係数、10 電離、拡散、回転星、11 エネルギー源泉、12 星の外層、13 星間物質、第4章

から第7章までが内部構造論の骨子であつて、第9—11章はそれに現われる物理法則の検討、最後の2章は内部以外の問題を取扱つていて、いわば20年代前半の天体物理学の総合書の形になつている。

エディントンの研究は1916年に最初の論文が出てから約10年間かなりの曲折をへたのち1924年初頭に理論の頂点である質量光度関係を打立てて一応完成された形をとつた。この完成に要した10年間は、星の物質の吸収係数或は熱源などの物理的性質を明かにする洞察的探求に費されたわけである。その間の物理学は周知のようにボーアの古典量子論から量子力学への発展の時期に當つていて、1924年にはド・ブロイの物質波、1925年本書の執筆期に重つてハイゼンベルクの理論、また1926年初頭からはシュレディンガーの波動力学の諸論文が次々に現われて量子物理学の基礎が確立されつつあつた。エディントンの研究は原子についての量的扱いの困難な時期にはじまつて、漸くその解決のはじまろうとする時期に完成したことになる。彼が「星という巨大な世界を研究していることがいつの間にか微小な原子の世界の研究をやつていくことになつた」といつているのは、その研究態度の表明と共に時代の物理学が古いものを否定し新しいものへ急速に移つて行く過渡の状況をいい表わしている。本書第2—3章には移り変わる以前の物理学の子備知識を演繹的簡潔に示している。このような時期に質量光度の論文が終ると引續いて約2年間を要して、この「内部構造」が書かれ1926年6月づけの序文をもつて筆が擱かれていく。1928年にはフォン・バーレンによる独訳が出たが、これにはエディントン自身の註が入つていと記憶するが手許に独訳がないのでその要点を示すことが出来ない。

☆ ☆ ☆

エディントン理論の要点は星の内部へ輻射論から明かになつていく輻射圧の導入と1906年に大気についてシュワルツシルトの仮定した輻射平衡が内部に於いても成立すべきことをその基本式と共に確立した点にある。そして物理学で知れた知識を基にして星の内部を説明しうること、逆に星の内部が物理学の超高温実験室であることを始めて明らかにした。エディントン

* 東北大天文学教室

自身屢々引用するレーンの1870年の論文は「実験室の気体法則にしたがい、内部エネルギーによつて体積を張るガス球としての太陽の理論的温度」という長い標題をもっているが、これは対流平衡を考えている点を除けば既に星の構造というものの考え方を明瞭に示しているものである。エディントンはこの古い皮袋に新しい酒をもつたことになるわけであるが勿論彼の独創を以てはじめて出来たことであろう。第1章の問題の概観は当時の星の知識の集成をやつて、



エディントン教授

星の内部を研究する地ならしが既にどのように出来ていたかを示している。星の光度や質量のほかに1912年頃からラッセルなどによつて食連星の研究から半径或は平均密度が明かになり、巨星は半径大で平均密度が1より小さく矮星は然らずということが明かになっていた。ただ進化の点でラッセル流の収縮説によつて巨星系列を左に進みやがて完全ガスからはずれて矮星系列を下に進むという考えが支配的であつた。この全体に亘る収縮説は地球の年令より短かすぎること、またエディントン理論の出現によつて次第に影をひそめて行くわけである。エディントンは従つてはじめは確実に完全気体の巨星の内部構造をやる積りで研究をはじめた。

星の内部で中心から距離 r の点での輻射圧 p_r の变化は、そこへの輻射流の伝える運動量と釣り合うと考えると輻射平衡式をうる。第5章で詳論している式を書くと、

$$\frac{dp_r}{dr} = - \frac{L(r)}{4\pi r^2} \frac{\kappa \rho}{c} \quad (1)$$

κ は吸収係数、 ρ は密度、 c 光速、 $L(r)$ は r 球面での全光度で r の内部に発生した全エネルギーに等しい。次にガス圧 p_g と p_r を加えた全圧力を P とすると力学平衡は次のように書ける。

$$\frac{dP}{dr} = -G \frac{M(r)}{r^2} \rho, \quad p_g = \frac{\mathfrak{R}}{\mu} \rho T \quad (2)$$

G は重力常数、 $M(r)$ は r 球面内の質量である。完全気体の式の T は温度、 \mathfrak{R} はガス常数、 μ は平均分子量である。これらの式が内部構造をきめる基本式であるが、ここに3つの物理量が入っている。即ち化学組成

に関する μ 、物質の吸収係数と $L(r)$ をきめるエネルギー発生量とである。

これらの式は一般に既知函数によつては解けない。そこで単位質量当たり平均エネルギー発生量 $\eta(r) \propto \frac{L(r)}{M(r)}$ と吸収係数との積 $\kappa \eta = \text{一定}$ という簡単な仮定を入れたものが所謂エディントン模型である。この場合上式は簡単に解けて、輻射圧とガス圧の比はひとつの星のなかで一定となり、また全圧力と密度の間にはポルトローブ $\propto \rho^{1+\frac{1}{n}}$ で $n=3$ の関係になり、エム

デンの「ガス球論」(1909年)の諸結果(第4章)が重要な役割を演じることになって内部構造が決まる。次いで前記の3物理量を定める困難な問題を解かねばならない。「内部構造」の第9—11章はそれらの道程を詳しく述べている。先ず平均分子量は化学組成の未知のまま最初の論文では鉄の54とした。しかし内部の高温における高い電離状態のために2とすべきことがジーンズなどによつて指摘され、エディントンも直ちにそれを探つた。面白いことは輻射圧を輻射エネルギー密度の1/3とすべきをはじめ4/3と誤つたためにもとの計算をそのまま生かすため2に近い数値を使つている。「内部構造」にはその痕跡がところどころに現われている。そしてすべての星について μ は一定と仮定した。第二の吸収係数の決定は徐々にしか進まなかつた。はじめ常数と仮定し、次にポルトローブ3では $\rho \propto T^3$ が成立つことから、 κ は ρ/T^3 の関係に近いであろうと推論した。1923年暮にクラマースの古典量子論的X線吸収係数が出るに及んで問題は急速に解決に近付いて行つた。また吸収係数はもともと波長別のものであるが、そのある平均値が基本式の κ であるべきことがロスランドによつて示され、結局 $\kappa = \kappa_0 \rho / T^{3/2}$ をとることになつた。この式を使うと星の光度は M や $\mu \beta (p_r = (1-\beta)P)$ や星の半径 R のきまつた巾によつて次の形で与えられる。

$$L = \frac{C}{\kappa_0} R^{-0.5} M^{7.5} (\mu \beta)^{7.5} \quad (3)$$

C は常数。エディントンは巨星カペラの光度と理論値が合うようにひとつの常数を決めるとき、(3)式によつて巨星のみならず予期しない矮星の光度をも与える

ることを知った。これは当時驚くべきことであつた。しかし、エディントンは矮星に於いても内部の高い電離によつてガスは圧縮性をまして完全気体として現われる筈であると説明した。「内部構造」のなかの数字を巨星矮星について示そう。

	平均密度	中心密度	中心温度	$1-\beta$
カペラ	0.0023	0.12	$9.1 \cdot 10^6$	0.283
太陽	1.41	76.5	$39.5 \cdot 10^6$	0.0499

エディントン理論は上述のように光度の式が観測に合うように星の中心で決めたある常数を含んでいる。ところがそれを用いて天文的に出した吸収係数は物理式から直接出したものの約 10 倍になつた。この矛盾は吸収係数の他の諸原因を論じたに拘らず、これと次に述べる熱源機構とは本書では未解決のまま残された。1929年にクラマース式が量子力学からも正しいことがガウントによつて確められ、またラッセルによつて太陽大気組成が調べられてから、この問題は内部に水素と他の元素という化学組成のちがいを考えることによつて 1932 年頃エディントン自身及びシュトレムグレンによつて解決された。本書のなかで水素が星で特別の役割をもつことは指摘されているが、化学組成の問題としてはまだ明確に捉えられていない。水素を入れると、 μ は 1 の程度になつて隔射圧は上表の 10 分の 1 程度になつてその役割が少し減つてくる。

エネルギー源の問題は理論のなかで $k\eta = \text{一定}$ の假定と前述の常数をとることによつて回避されたわけであるが、しかしそれとは独立に源泉の物理について当時考えられるあらゆる場合に亘つて考察されている。放射能、水素からの核変換、質量輻射が挙げられている。全体として核変換でなければならぬとしているのであるが、既にえた内部構造を正当なものと信じているため矮星の中心温度の 4 千万度、巨星の数百万度は動かし難いという考えが基調になつて問題を進めている。水素からの変換も、巨星に較べて矮星の平均エネルギー発生量の小さいのは、例えば太陽では、既に巨星より余計水素を消費した状態である。ところが巨星必ずしも水素が多量ではないことをその反対理由として採つている。そして進化と結び付けて質量輻射の方へ傾いて行くわけである。しかし当時数千万度では核変換は起きないという批評に対しては「その反対者に私はいおう。出かけて行つて星の内部よりもつと高温度の場所を探せ」といつている。

熱源の問題が解けるのは原子核物理学が起り、1937

—39 年頃からはじまるわけで、以来星の構造進化の問題も一変することは例えば本誌 48, 10 月号の小尾信彌氏の論稿を読まれたい。

☆ ☆ ☆

エディントン理論に対するジーンズの批判はいろいろの問題を含んでいる。ジーンズは大体ふたつの点で批判した。ひとつはエディントンの導いた輻射平衡式 (1) が近似式ではあるが、数学的にあるオーダーの項を落した不正確な式であること、また星の光度 (3) は質量で決つてしまふ内部のエネルギー源泉の法則が異なれば、それは同時に化学組成も異なるわけであるが、ちがつた内部構造をもつべきで、エディントンの星は現実のものでないという批判である。第一の点については、ジーンズの附加える項は事実小さすぎて考える必要はないのであるが、第 5 章に「内部構造」の立場を弁護する一節がある。自由に引用すると「理論的問題を考える物理学者の主な目的は、ある現象にあらずかる多数の要因のうちどれを特に考えるか、そして特に考えた要因がどのように働き合つて現象を起すかについて“洞察”をうることである。そのためには正当な近似は正に避けがたい欠点ではない。それは問題を一見複雑そうにみせるある種の要因が、その結果には実は著しく影響しないことを見抜くことである。故にそういう不要のものを捨てるとき、余計なものを洗落して問題のメカニズムが一層鮮明に現われてくる。こういう識別をすることは物理学者が問題の数学的前提を立てる前に既に働かせている作業の続きにすぎない。というのはどんな自然の問題も現実の条件は極度に複雑であるから、仕事の第一歩は結果に本質的影響を及ぼすものだけを先ず選択することである。物理学者はまだ数式化されない問題については常に多数の他の要因を心の中で考えているものである。これらの要因を正しく取捨したか否かは、これら要因の相互の重要度を考えて立てた数学的取扱ひによつてのみはじめて判定出来る。勿論数学者の厳格な証明を過小評価するのではない。数学者が可能なケースを狭めてゆく能力は、物理学者が確からしいものを拾ひあげる能力を補つてはいる。しかし物理学的本質が明らかになつたときに、わざわざ数学者に道を譲る必要はない。勿論物理学者が数学的正確さに不注意で失敗することはあるが、物理的洞察の不足による数学者の失敗に較べればごく稀にすぎない。要は数学者にとつて洞察は道具で、数学的証明が最後の結果作品であるが、物理学者には証明は道具であつて、洞察こそが最後の結果だ

ということである。勿論道具を使いそこなつてとんでもない結果をえることは充分承知してはいるが、道具と作品とを取りちがえてはならない。エディントン自身平均分子量にしる、吸収係数にしる物質の諸性質についての物理的洞察の上に立つて内部構造をほりさげたといえよう。これらの諸性質についての証明に当るものを彼自身或は他の研究者達があとになつて詳しくやつたのは事実である。

ジーンズの第二の点についてはヒュで答えている。水道の供給量は水源地で吸上量できるが、一方供給量を洗水量と鉄管の太さから計算したものは水源地問題を考えないからといつて誤りではない。熱源の物理機構が不明でも、他の方法によつて内部の輻射量を計算し模型を作ることが出来るというのがエディントン模型である。しかしながら、 $\kappa\eta$ 一定は特殊解にほかならない。「内部構造」の出ると間もなくラッセル・フォークト定理が出て、物理法則を知れば化学組成と質量を与えた星の内部構造がひと通りに決まることが示され、またクラマース係数を仮定すれば一般にエディントン模型について先にあげた式(3)と同形の質量光度式がえられることがラッセルその他によつて証明された。エディントン自身も本書の脚註でこの点に触れているが、その方向へ考えを強く動かすことはなかつた。従つてこの場合はジーンズの批判が生きていて今日原子核物理から与えられる熱源式に基づいて種々な模型が計算されているわけである。重要なことは、エディントンは内部構造論という問題の正しい提出をやつたことであつて、それとその問題を解決したということとは区別すべきことであろう。

エディントンは $\kappa\eta$ 一定の仮定を崩さなかつたのであるが、熱源の分布状態が光度に及ぼす影響をしらべるために源泉が中心のみにある点源模型を計算して、かかる極端な分布に拘らずその光度に及ぼす影響は1等級以下であることを確めた。この研究は本来エディントン模型の傍証としての目的であつたが、逆に今日エディントン模型は現実の星に合わず、点源模型が星の外部を充分近似的にあらわす妥当性を認められているのは自然の論理の面白い歩みであろう。

☆ ☆ ☆

白色矮星は当時不可思議な天体として今日のラジオ星の如きものであつたらう。第7章に当時の考え方を示す面白い一節がある「シリウス伴星に完全気体が成立つならば、その中心密度は $3 \cdot 10^8$ 、中心温度は 10^8 にならう。この温度は放射能の反応速度を変えうる程

度なので、核の変化を起して普通の星では解らぬ一連の現象を起しているだろう。若し白色矮星を進化の終末でなく初期のものだと考えるならば、元素の起源はそう神秘的ではなくならう」

丁度 1925 年 7 月 アダムスの観測が出て相対論の証明と平均密度 61000 (第7章)の星の存在が一拳に確められたことを「アダムスの一石二鳥」と評言している。このような高密度の可能性は電離論から推論されているが、その状態方程式は示されていない。それが量子力学の縮退気体として説明されて白色矮星の内部構造の基礎がおかれたのは 1926 年暮に出たファウラーの研究によつてである。

この一石二鳥には後日談がある。第7章の質量、半径を用いるとアダムスの観測と相対論は矛盾しなかつたのであるが、チャンドラセカールの本の新しい数値(平均密度が約3倍になる)を使うとスペクトル線の相対論的ズレは観測値の約2倍になつて一石二鳥が少し怪しくなつてしまふ。ところが 1954 年になつて、エリダヌス 40B についてポッパーがアダムスと同じ観測を行つた。この星はシリウスより軌道半径が大でスペクトルのとり易いものである。その結果、観測と理論値は2パーセント位で一致して一石二鳥の真であることが更めて確められたといえる。

☆ ☆ ☆

エディントンが内部構造論をはじめた直接の動機は 1913 年頃からケフェウス型変光星の変光原因として唱えられていた脈動の問題である。星を熱機関とすると脈動の続くために星の物質は仕事をするか或は輻射圧が変化して仕事をしなければならぬ。従つて輻射平衡の静止星の内部構造を変光星よりも先に研究する必要が現われてきた。第8章変光星はケフェウス型変光星を主問題として、エディントン模型の微振動の問題と脈動の持続条件について論じてある。この理論によると星の光度極大は最も収縮した時に現われて、観測の示す極大光度のとき極大速度で膨脹することを説明出来ない。のちに 1927 年、1941-2 年にこの問題に立ち帰っているが、この位相差は充分説明出来ないままでしまつた。今日数時間の周期をもつ B 型のケフェウス β 型変光星が発見されている。これらを脈動星と考えるとエディントン理論はそのまま当てはまる。近年脈動を裏付ける事実がいろいろ発見されつつあるが、ケフェウス型変光星において、その運動がどういう機構で行われているのか決定的な物理的洞察はない。

変光星以外にまたエディントンが研究の先鞭をつけ

た多くの問題が述べられている。同章で、食連星の一方の星の光度は他方から当つた輻射だけ増光するという反射効果を論じている。第 10 章では剛体回転の星を形式的に論じたフォン・ツァイベルの研究を紹介しつつ実際の回転星では大規模な環流が現われるであろうと推論している。回転星の問題は今日遅い剛体回転でも完全に解けぬ点があるし、また一般の場合には磁気流体力学の現象とからんで一層複雑になりつつある

☆ ☆ ☆

既に与えられた紙数をこえてしまつているので簡単に述べよう。「内部構造」の書名で最後に大気や星間物質を論じていることは、現在ひろく星の進化を星と星間物質の相互作用としてとらえようとしていることを考えるとき一見甚だ予言的である。がしかし、これはそうでない。「この 2 章を入れるのは行きすぎであるが、大気についての優れた研究者達の結果をまとめておきたいばかりに入れた」と述べている。そして輻射平衡の光球理論、ミルンの彩層理論がまとめられている。しかし、ここでもエディントンはその物理的洞察によつて基本的原理的な面に於て現在の諸研究の源流となつたものを取扱つている。輻射の流れ式の解法としてのエディントン近似法、吸収線の基本方程式などは本書ではじめて発表されたものである。第 13 章星間物質は静止線の物理を主として考え、高温星からの輻射による稀薄気体の電離式を求め、星間気体の温度、密度などの量的研究の先鞭をつけた。また微粒子による一般吸収については観測にさきがけて推論をやつている。これらは、30 年代以来最も急速に発展し

た部門である星間物質の分布、物性、運動などの諸研究につながるのである。また星間物質が逆に星に捕獲される過程、所謂 Accretion 現象も簡単に取扱つて、その分量の小さいことを示している。アックレションは今日本書とは別の式もえられているが、特殊な星の進化の要因としていろいろ議論が続けられている。

☆ ☆ ☆

エディントンは序文で「人あるいはシェクスピアのように、星の内部の問題などは“どう肉眼をしかめて見ても見極められそうにもない大空の爛々たる太陽”同然だと自分より悲観的に思うかも知れない」。しかし、それは“しよつちゆうトボトボやつている連中なぞア他人の著書から厄左知識をうる以外に益するところありアしません（逍遙訳によつて）”と思うからであろう。「当の問題の舞台は科学的思考によつて知識をうるための公平な競技場なのである。そこで、勝つたり負けたり、競技の面白いことを知るのである」と述べている。そして、最終章の末行に到つて「科学の進歩の歴史は吾々に開かれた心を持つべきことを教える。星の内部を探るこういう初歩的な試みが、窮極的真理といつたものへ果して達しうるかどうか、余り心配する必要はないと思う。…既にえた部分的結果は吾々が正しい道すじから余り外れていないと思う勇氣を与えて呉れる。遠からぬ将来に、星とはこんなに簡単なものだといえるようになると希望してよい」と結んでいる。エディントンは内部構造論という新しい競技場を創つて、さかんに得点をやり、この一巻の古典をのこしたわけである。(1956, 1 月 17 日)

新刊紹介

萩原雄祐著

天文学 (岩波全書)

加中武夫

待望していた萩原先生の岩波全書が出た。約 260 頁の本文に詳しい索引がついて総頁数 300。第 1 章「恒星の位置」から始まり、以下「月、惑星の運動」、「太陽面の現象」、「恒星の輻射」、「天体における量子機構」、「天体大気の構造」、「星の内部構造」、「銀河の構造」、「宇宙の構造」の各章をへて、第 10 章「宇宙の進化」に至つている。

萩原先生は、現役の天文学者の最高峯であり、天体力学の権威である

とともに、天体物理学の偉大な指導者である。本書のような天文学全般に関する著者として我国で得られる最高の人であることは論をまたない。本書は、東大における天文学概論がその基となつていて、新制大学の課程用に、あるいは一般の物理的科学的を学ぶ人士の座右用にと編まれたものであるが、その目的は十分に達していると思う。

本書の特色の一つは、その内容がきわめて豊富なことである。これだけの冊子によくも盛られたと思うほど、内容が多い。しかもごく最新の研究にまで着目していることは、従来の概論風な書物にくらべて著しい点である。読者はこれを通読することによつて、現代天文学の目ざましい進歩の姿に接することができる。

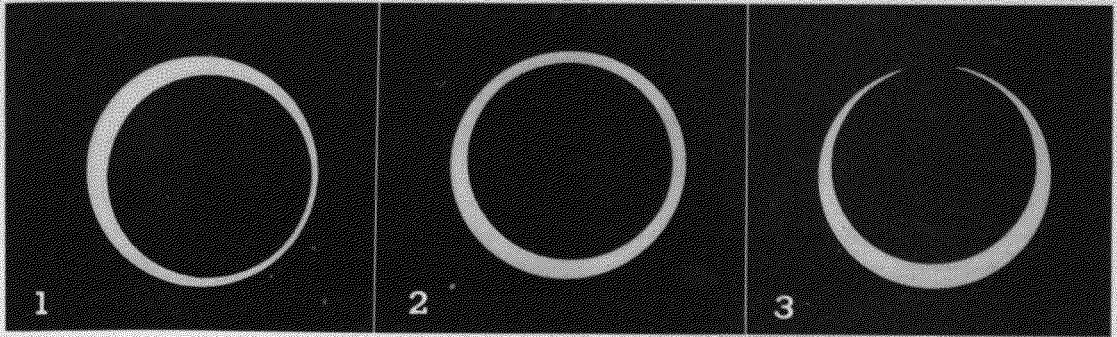
もしこれを精読し、併せて同著者の「天文学総論」をひもどくならば、天文学の深奥をうかがうことができるであろう。写真版のきれいなのは気持がいい。(岩波書店, 340 円)

× × ×

訂正 (1 月号附録の掩蔽予報)

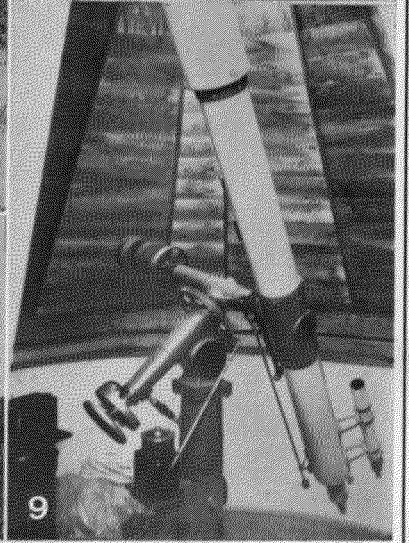
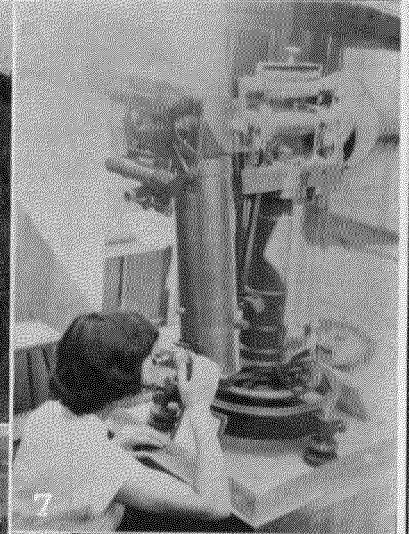
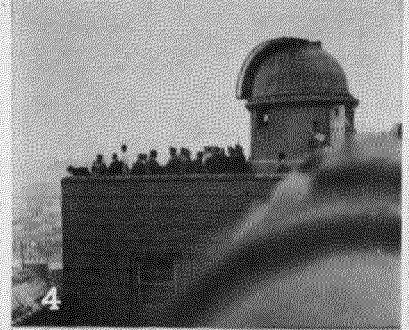
月日	欄	誤	正
II 20	P	11°	18°
VIII 20	月日	20	19
"	月令	14.2	13.2
IX 26	星名	3 Tau	τ Tau
XI 13	"	q Psc	9 Psc

(2 月号) 25 頁デルポルテ博士発見のアドニス地球最近距離は 200 万 km が正しく、又月報アルバムの小樽栞葉中学の 8 時は長橋中学校栞葉天文台の 6 時反射に訂正

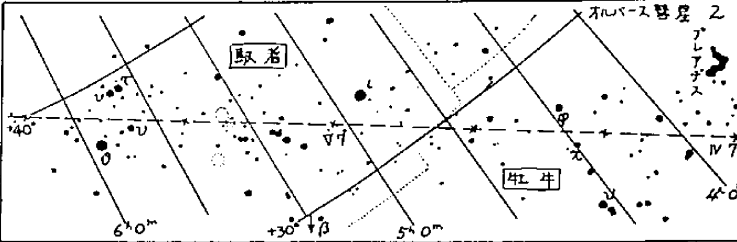
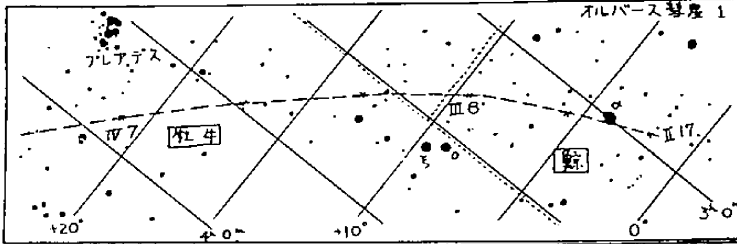
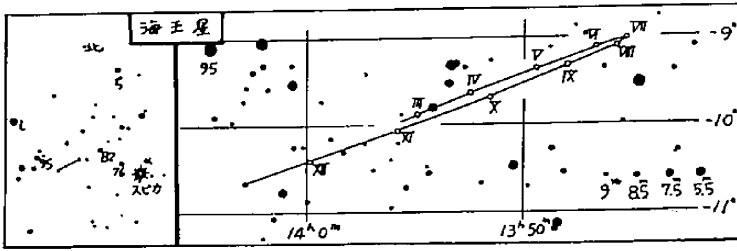


◇台湾で見られた金環食(上, 1, 2, 3) 昨年12月14日台北天文台の蔡章獻氏が8cm屈折望遠鏡をもって高雄で撮影した金環日食, 左より順に16時46.8分, 52.2分, 53.0分撮影のもの. 4は台北天文台の屋上で金環食を見る人々.

◇水沢緯度観測所をたずねて. 国際地球観測年を明年にひかえて, 活躍を期待される緯度観測所の風景. 5の本館は古木の繁る中にあり, 国際緯度事業の中, 夜の観測を除く大部分の仕事はこの中で行われる. 6観測室の鳥瞰, 横に並んだ白い建物は右より浮游天頂儀, 微温度差計, 視天頂儀, 子午儀, PZT及び赤道儀の各室. PZTの後方木立の中に白く見えるのがPZT操縦室. 7は毎夜世界協同の緯度観測に活躍するワンシヤフ製視天頂儀, 8, 9は赤道儀室と6吋赤道儀, 尙PZTについては本年1月号に, 浮游天頂儀については第44巻11月号に紹介記事がある.



☆ 3月の天文暦 ☆



海王星とオルバース彗星の運行図

海王星は白女座βの南にあり約7.7等星、オルバース彗星(周期約70年)が11月に近日点に来るので漸次明るくなる。III月始10等、IV月始9等、V月始8等位である。位置が比較的高いので観望をおすすめする。

東京に於ける日出入および南中 (中央標準時)

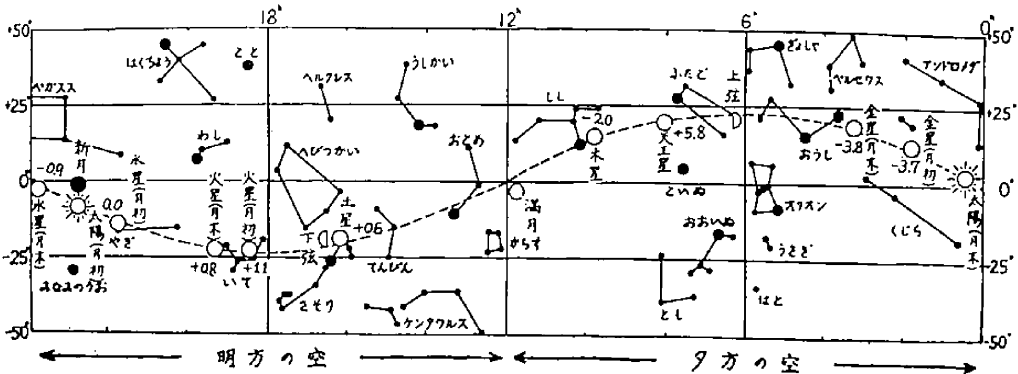
日	夜明け	日没	方位	南中	高度	日入	日暮
	時分	時分	時分	時分	°	時分	時分
1	5 39	6 12	-8.8	54	46.7	17 36	18 8
16	5 19	5 51	-1.6	50	52.6	17 49	18 21
31	4 57	5 30	+5.7	45	58.5	18 21	18 34

各地の日出入補正值 (東京の値に加える)

(左側は日没、右側は日入 に対する値)

分	分	分	分
鹿兒島 +36	+38	大阪 +17	+17
福岡 +37	+38	名古屋 +11	+11
広島 +29	+29	新潟 +4	+2
高知 +24	+25	仙台 -3	-6
青森 -2	-6	札幌 -3	-9
根室 -20	-27		

◇ 日月惑星運行図 (惑星は等級)



昭和31年2月20日
印刷発行
定価40円(送料4円)
地方売価43円

編集兼発行人 東京都三鷹市東京天文台内
印刷所 東京都港区芝南佐久間町一ノ五三
発行所 東京都三鷹市東京天文台内

廣瀬秀雄
笠井出版印刷社
社団法人日本天文学会
振替口座東京13596