

五藤式天体望遠鏡

☆

専門家・天文台用各種
学校向（理振法準拠品）各種
アストロカメラ・スペクトロ
スコープ等、各種付属品

当社は大正 15 年創業以来一貫して天体望遠鏡の研究製作に当り、我が国で最古且つ最大のメーカーであります。特に学校向には国内需要の 80% は当社の製品によつて賄つており、輸出もまた飛躍的に伸び、特に 6 インチ据付型の赤道儀は輸出された赤道儀として最大のものであり又その優れた性能も高く評価されています。

カタログ呈（本誌名記入の事）



株 式 会 社

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



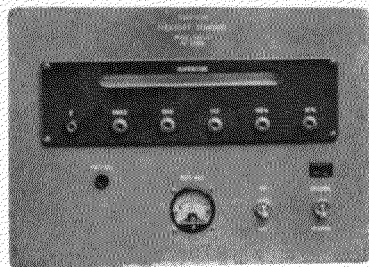
- ★ 完成品各種
 - ★ 高級自作用部品
 - ★ 凹面鏡、平面鏡
 - ★ アルミニウム鍍金
- （カタログ要 30 円郵券）

関西光学工業株式会社

京都市東山区山科 Tel 山科 57



待望の携帯用交直両用 トランジスタ周波数標準器 （使用水晶振動子 100 kc）



- 精 度 1/1,000,000
- 出力周波数 50 c/s, 100 c/s, 1 kc, 10 kc, 100 kc
- 用 途 周波数チェッカー、受信器ダイヤルの校正、オシロスコープの時間目盛、同期用 50 ~ 標準、分・秒信号の発生
- 主要製品 水晶時計（周波数標準装置）
光電子午儀用直流増巾器その他の各種精密測定器

応研電子工業株式会社

東京都大田区北千束町 454 番地
電話 (78) 9257

目 次

モスコー会議の印象	宮 地 政 司	184
原 子 時 計	河 野 昇	186
新 刊 紹 介——中学天文学教室, ほくらの球面天文 (服部忠彦著)		
.....	中 野 三 郎	191
アメリカ水路部滞在記	大 脇 直 明	192
雑 報——星雲間球状星団, アメリカの国立天文台		193

表紙写真説明 右側の高い尖塔をもつ大きな建物は, 去る 8 月開催された IAU 総会の会場, モスクワ大学の遠望で, 手前左側にはモスクワ大学天文台のいくつかのドームが見える。

◇ 東京天文台見学会 ◇

東京天文台では日本天文学会の後援により, 来る 10 月 26 日 (土) 午後 3 時から 8 時まで, 東京天文台の見学会を行ないます。当日は 65 cm 赤道儀, 報時室などの設備や資料も公開されます。

東京天文台への交通は三鷹駅南口からのバス (大沢下車) が最も便利ですが, 吉祥寺駅, 武蔵境駅からのバスもあります。

日 本 天 文 学 会

入 会 御 案 内

日本天文学会は専門家アマチュアの区別なく, 星と宇宙の知識に興味をもつ人々の集りです。通常会員は毎月天文月報の配布を受けますが, この雑誌は天体や宇宙に関しての内外の最新の知識や興味ある問題について, 高校生にもわかるように平易に解説してあります。

ひろく天文に興味をもつ方々の入会を歓迎します。

通常会員として入会御希望の方は, 住所氏名職業および生年月日を書き (用紙随意), 会費 1 年分 400 円をそえて下記へ御申込み下さい。

東京都三鷹市大沢, 東京天文台内

社 団法人 日 本 天 文 学 会

振替口座東京 13595

新天文学講座 全 15 巻完結!

第 15 巻 東大教授 大沢清輝

天体の物理観測

別冊 総索引付 A 5 判 価 480 円 千 40

現代天文学の集大成と注目された新天文学講座も, 本巻をもって完結をみることになった。

本巻は天体の物理的観測方法と, その成果を解説したもとして, わが国最初の著作であり, 今後の天体物理学者の入門書として, この講座の最終を飾るものである。

- | | |
|-------------------|-------|
| 1. 天体写真測光法 | 齊藤 国治 |
| 2. 太陽分光 | 末元善三郎 |
| 3. 天体光電測光 | 大沢 清輝 |
| 4. 天体スペクトル線の同定 | 藤田 良雄 |
| 5. 脈動星の理論 | 一柳 寿一 |
| 6. 天体スペクトル理論入門 | 畑中 武夫 |
| 7. 天体観測における光の増幅 | 吉畑 正秋 |
| 8. 天体における磁気流体力学現象 | 河鱈 公昭 |
| 9. 星の色 | 大沢 清輝 |
| 10. 吸収線の形成 | 末元善三郎 |

東京新宿三栄町8 恒 星 社 電話 (35) 2474
振替東京 59600 1003

モスコウ会議の印象

宮 地 政 司

この8月モスコウで天文に関係した2つの国際会議に出席した。第5回国際地球観測年特別委員会(7月30日—8月9日)と国際天文学連合第10回総会(8月13日—20日)とである。日本からの代表としては前者が7名、後者が3名で、いままでにみない多勢であったが、それでも皆忙しすぎて随分と疲れたようだ。ソ連のことや会議の様子の一斑を記して報告としたい。

1. **北極を飛んで** 中東の危機が伝えられたが、北極廻りは至極穏やかであった。東京から途中アラスカのアンカレッジで給油しただけでバリーにつく。北極は白一色で、その中にいわゆるブルー・アイスが斑紋のように方々に見え、クレパスが無数にその間を走っている。風で盛上ったリッジがそれにならんで長々と続く。ふと、地球観測年のために設置された観測所がこれらの氷盤の上にあるのを思い浮べる。そして静かに北氷洋の海流にそって流れだし、ついには消えていく。そのような観測所が、アメリカのもの、ソ連のものが幾つかあるはずだが、発見する由もなかった。最後のモスコウ入りはジェット機だった。酸素吸入器が各席に取り付けてあったが、これを使用するほど高くは飛ばなかった。快適で速い。北京から着いた中国の友人は8時間で着いたと鼻高々であった。1日で世界のどこへでも飛べる時代が来たのだと感じた。

2. **モスコウ** 会場のあるモスコウはさすがにソ連邦の主都らしく堂々として立派だと思った。ことに主要道路が、クレムリンを中心に放射状と環状に走り、道巾が7~80mもある。地下鉄はご自慢でその立派さに驚かされる。宿舎のウクライナ・ホテル、会場のモスコウ大学などは何れもモスコウの大ビルの一つで、これまた人を圧するに足る高層建築である。街も人もどこかに東洋の香があり、筆者はかすかに親しみを感じたのである。

言葉はもちろんその文字についても、勉強しなかったので随分心配したが、要所に通訳がいて用は足りた。街に出ればバス、地下鉄の中で若い人達の中に英独仏の何れかができる者が多いので何とかやっていた。ソ連邦でこんなに外国語が勉強されていることはちょっと意外であった。世界がせまくなったのだから、お互に外国語は勉強するものだと感じた。人々の善意はこうしたことから理解され、お互の親しみを増すのだろう。

3. **国際地球観測年特別委員会** 会議の山は観測年の1年延長問題であった。もっとも、海洋・南極・宇宙空間研究・世界日観測・地磁気測量などは一応継続することになると考えていたが、全部の分科を同様な水準で1

年続けるとのソ連の提案には膝元だけに各国とも当感した。結局はできる限り同様な全体計画で1年続けるが、その度合は各分科で決めた線にそってやるということになった。この1年を International Geophysical Cooperation 1959 と呼ぶ。

次に重要な決定は資料集めと成果刊行とであった。このためには資料センターが活動する。成果は IGY Annals にまとめられる。これは新しい知識の泉となるものである。大いに期待されたのはロケットと人工衛星の研究発表であった。ことにソ連の発表である。会期の大部分がこの討論会で埋められた。日本からは4編の論文を発表した。ソ連も多数の発表を行った。その結論はアメリカの発表とほとんど一致していたので、あまり目新しいものはなかった。一夕、米ソの責任者の中で観測資料公開について、なかなかの論戦があった。最終的決定は科学者だけでは決めきれない壁があった。必要なとき予め交渉してからということでは落付いたが、これは舞台裏のハイライトであった。

各分科のうち、天文関係の太陽・経緯度などでは、具体的やり方については天文連合にまかせることになったが、とも角協力観測を続けて行うことは強く要望された。

地球観測年の本質はわれわれの惑星の観測であるが、同時にそれに光明を与え生命をもたらす太陽の観測でもある。この意味で、IGYの全体計画に協力したことによって、天文学自体の研究に多くの利益がえられたのである。ことにロケットや人工衛星による新しい観測の方法の開拓は天文学に新しい研究領域をもたらしたもので、現在はもとより将来に大きな希望がかけられるのである。

4. **ソ連の IGY 観測** 18個の省庁に属する86研究機関が参加して、ソ連の計画は進められた。主要な役割はソ連邦科学アカデミーが果たした。凡ての研究機関はその下に直接間接に統轄されている。アカデミー自体に大きな研究組織が直接属している、いわゆる Operational Research が完全に行われている。自然科学は観測事実依存して発展すべきことは誰もがよく承知しているところだが、こうして凡ての科学者が組織の中の一つずつの歯車になって黙々と観測に従事することは容易なことではない。ちやちなことでは大成しないというのが、この国の哲理のようだ。スプートニクの完成もこの辺に鍵がある。

IGYを契機として、多種多様な観測儀が新設されていた。そのねらいが遠大で大規模である。また婦人の観

測者が案外多いと思った。昼間だけでなく夜間も働いているようだ。立派な科学者としての女性もいる、女性の天文台長にも会った。アカデミーの天文部副委員長の席にも女性がいた。

「太陽活動」の観測には、光学的観測所が 17 カ所参加している。そのうち 2 カ所はコロナ観測所である。また太陽観測には太陽の磁気観測所が 4 カ所含まれている。電波による観測では、プルコボの大電波望遠鏡を含めて 11 カ所で行われている。

経緯度観測は 16 カ所、特に緯度観測について力を入れている。少なくとも 100 年間同一の星対を観測し続ける計画で、大天頂儀が 6 カ所に新設されていた。観測時間も終夜観測といった強化のしかたである。

人工衛星観測は、AT-1 (口径 50 mm, 倍率×6, 視野 11°) と呼ぶ実視観測用望遠鏡が使われ、78 カ所あり、緯度 50° から 60° の間に、東欧からシベリヤまで分布している。この間に NAFA-3c/25 と呼ばれる特製写真儀 (視野 30°, 焦点 25 cm, 精度 ±1' と ±0.01 sec) をもつ観測所が 27 カ所設置されている。最高の精度をえるためには Zerkalno-Linzoviye カメラが使われる。視野は 5° であるが、Baker-Nunn シュミット・カメラと同じ精度である。

5. 天文学連合総会 天文の方の総会が始まると、大学の前庭には参加国の国旗が列んで立てられた。日章旗をこうした異郷で見るのは何かしらうれしい。この日から会員はソ連邦科学アカデミーのお客として待遇された。数百人に近い参加者の大部分がその恩恵に浴した次第である。

地球観測年の総会とちがって、天文連合の方は学術的な面が多く、忙しい思いをしたが楽しかった。いろいろな分科会が並行するので、3 人の手でもさばききれなかった。朝は 9 時から始まり、夜半に終るといった勉強ぶりである。夜びきになれたわれらも相当まいった。

今度から会員制が変更になり、一応全部が一般会員となり、その枠が広げられ、現在の 900 人が 1100 名以上になった。その中から各分科会の常置委員が選ばれる。その権限は分科会委員長による。もちろん、凡ての委員、会員は指名委員会で採択し総会で承認される必要がある。一般会員は各国内委員会の指名が必要。日本からは一般会員の増員は申請してなかったが、これについてはソ連代表からその理由の質問があり、返事に困った。常置委員は申出の通り可決されたが、分科会の廃合で多少変更があった。常置委員は総会の都度その関係分野の活動を委員長に報告する義務があることを特に注意したい。また次回の総会までに、多数の若手を会員に申請することをソ連代表の注意をまたず、希望するのである。

ここで、会期中行われたシンポジウムの標題をかかげ

て、現代天文学の方向の参考としたい。H-R ダイアグラム、地球自転と原子時系、太陽爆発と微粒子流、ケフェウス変光星、また非公式のものとして、地球および惑星の起源、流星物質の進化。もちろん、各分科会では、それぞれの研究発表があり活潑な討論が行われた。将来は、日本からもっと多数の研究を提出すべきだと感じた。そのためには派遣代表に対し積極的に研究発表の申し入れが必要だと感じた。

会期の間にいくつかの招待があった。アカデミー、モスコウ大学附属ステルンベルヒ天文台、そしてソ連政府などである。クレムリン宮での招宴は最も華麗なものであった。天文台ではウオッカに酔った連中が歌ったり、おどったりで大騒ぎであった。次の総幹事サドラー博士の夫人がスコットランドの民謡を歌ったのが王巻であった。美しいマセビッチ博士にダンスの申込みをする連中が多かった。何れもうちとけた愉快な宴であった。

6. プルコボ天文台 レニングラードからやく 18 km 直線の並木道がたんたん和南方に走って、プルコボ天文台に行く。その昔ニューカムが世界の中心とまで称えたほどの一流の天文台であったが、今回の戦争で完全に破壊された。先年再興の祝賀があって、現在はいわばソ連邦の中央天文台といったところである。

伝統の位置天文学を維持するだけでなく、新しい発展として、Mikhailov 式極望遠鏡、Sukharev の試作した水平子午儀、口径 180 mm の大天頂儀、Pavlov の光電子午儀、独特の写真天頂筒、月位置カメラなどを設置し、遠大な計画がすすめられている。同時に物理方面の開拓も著しいものがあり、弦の長さ 120 m の固定電波望遠鏡、水平太陽望遠鏡、Maksutov メニスカス望遠鏡 (口径 500 mm, 焦点 650 mm)、その他分散分光儀、恒星干渉儀、干渉太陽儀など新考案の望遠鏡類が多数設置されていた。

また、新たに置かれた工作・光学・電子工学の部があって、自動読取装置、光電変換器、テレビ技術の応用などの研究が進められ、ある程度完成していた。新しい望遠鏡の設計・製作もする。自動操縦用計算装置が応用され、IBM と同型のソ連製計算装置も盛んに利用されている。この部のサービスが至るところにみられた。この天文台の支台に、位置天文の仕事に南にのぼすためウクライナに子午線観測所があり、またコーカサスの 2130 m の高山にコロナ観測所があるとのことであった。

この天文台の指導精神について台長の言葉を最後につけ加えたい。「宇宙開明の問題が一寸した発見などで解決すると考えるのは観測ということを知らない人です。自然科学の本質的問題はいまのところ、科学的事実の積上げが最も必要だということです。」この天文台の業績はこうした遠大な計画に基づく観測から生れている。

原 子 時 計

河 野 昇*

時計はすべて週期運動を基にして作られる。現在、最も正確だといわれ、また天文学的にも標準時計として採用されている水晶時計は、水晶片の高周波振動を基準にしたものであって、長年の改良研究により、その短時日の確度は 10^{-9} 程度となった。しかし、長年月の間には老化現象を起し、基準となる振動数が除々に変化するのが欠点である。一方、偉大な自然の時計である地球の自転にも不整があることが既に知られていて、現在理論的な時間の単位には公転の週期によつた暦表時が数年前から採用されている。ここで絶対不変の時間を刻む原子、分子の振動を基準にした所謂、原子時計が暦表時決定のためにも大きな意義をもって登場してきた。

第二次大戦中の電波兵器技術の驚異的發展に伴ない、これらの技術を取り入れることによつて展開をみるに至つた学問に、マイクロ波分光学 (Microwave Spectroscopy) なる分野がある。これは Bohr の振動数条件 $h\nu_0 = E_2 - E_1$ を基にして、物質が吸収あるいは放出する電磁波の波長を測つて、原子や分子の中のエネルギー準位あるいは分子構造等を研究する学問であるが、原子時計はその工学的応用の一つであつて、その原理により次の三種類のものに分けられる。

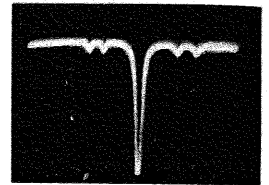
- (1) アンモニア吸収型原子時計
- (2) セシウム原子時計
- (3) アンモニアメーザー型原子時計

原子時計は研究の段階からようやく実用の段階に入りかけたばかりで、果してどれが最も標準として適しているかを定めることはまだ大きな問題である。以下、順にこれ等の原子時計の原理、確度等について平易に述べてみたいと思う。

1. アンモニア吸収型原子時計

吸収型原子時計に利用し得る気体は種々考えられるが、周波数値が適当であつて、電波の吸収率が強く、吸収線の物理的性質が良く解明されている等の観点から、一般にアンモニア、 NH_3 が選ばれている。 NH_3 の分子構造は、正三角形の頂点に各 1 箇宛ある 3 箇の H 原子と、この平面の中心を通過して垂直な回転対称軸上にある 1 箇の N 原子とよりなる、扁平なピラミッド型で、量子力学的共鳴が N 原子のトンネル効果によつて起る。この共鳴による吸収スペクトルの振動数が原子時計の基準となるのであるが、分子の回転状態、従つて回転の量子数 J, K によつて少しづつこの振動数は変わりまた吸収率も異なる。 NH_3 では $J=3, K=3$ 、中心周波数 $\nu_0=23,870.1$ Mc の場合が最も吸収率が強く、現在ではこの線が使われている。第 1 図は NH_3 、3-3 線のスペクトルで、主線の左右に観察されるのは衛星 (satellite) と呼ばれ、N 原子核の超微細構造によるもので、主線との周波数差は

各々 1.68 Mc, 2.32 Mc, そして主線に対し左右各対称である。スペクトル線の中心周波数は、温度や気圧に無関係に 10^{-12} 以内で一定で、その固有巾は常温でも 5×10^{-5} c. p. s. すなわち Q 値 (quality factor) に換算して 5×10^{14} 程度であるが、実際に NH_3 ガスを吸収導波管に入れて用いる場合には種々の原因で巾は更に広がる。その原因としては i) ドップラー効果、ii) 分子相互の衝突、iii) 分子と器壁間の衝突及び iv) 飽和効果などであつて、実際に使用するに最も適当な圧力 1×10^{-3} mmHg 程度では、その巾は 150 kc にも広がり、Q 値は 15×10^4 程度となつてしまう。これは最近の水晶振動子に比べると 1 桁以上も悪い。従つて短時間での安定度は水晶時計の方がずっと良いが、原子時計の特徴は、水晶時計にみられる周波数の流れ (drift) がなく、原理的には常に一定の周波数を刻むことである。



第 1 図 アンモニア吸収線 ($J=3, K=3$)

吸収型原子時計の原理的な方法は、ある水晶発振器の発振周波数を吸収線の中心周波数によつて監視し、若し基準値より狂つた場合は誤差信号を発生し、これによつて水晶発振器に AFC (automatic frequency control) をかけ、常に基準値に保たせるようにしたものである。そこでこの吸収線の中心周波数を弁別する方法また誤差信号の発生方法によつて幾つかの制御方式が考案されている。

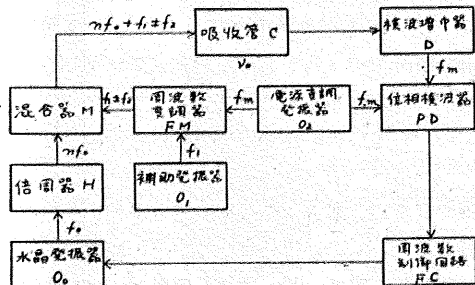
i) 時間差弁別方式 1948 年、原子時計として最も最初に米国の H. Lyons によつて NBS (国立標準局) に作られ、また更に改良研究された第 2 号機が 1952 年に試作された。これは入力マイクロ波の周波数を、吸収線の周波数を中心として時間的に三角波で周波数掃引するもので、数日間の確度は 2×10^{-8} であつた。これでも当時は画期的なものとなつたが、この方式ではこれ以上確度は上らず既に古典的なものとなつてしまつた。

ii) 電源変調方式 この方式のものは原子時計の典

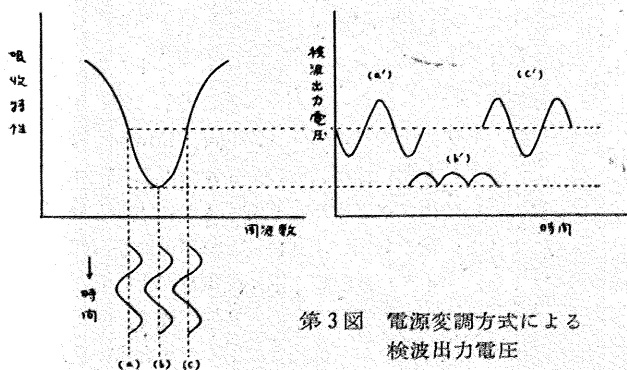
* 東京天文台

型的な例であるのでその原理図を第2図、第3図に示す。入力のマイクロ波は、電源変調発振器 O_2 の発振周波数 f_m の正弦波で周波数変調がかけられていて、そのときの最大周波数変移が f_2 である。これを吸収用導波管 C に送り、その受端で検波器 D により検波し、変調線し周波数 f_m の基本波のみを選択増巾する。この場合第3図に示すように、吸収線の特性に対して $nf_0 + f_1$ が (a) (b) または (c) で示す周波数位置にあることによって、検波出力信号は (a') (b') 及び (c') に示すようになり、(a') と (c') とでは位相が反対となり (b') では基本波分を含まない信号となる。この出力信号を位相弁別回路に加え、位相をも考慮した誤差信号を得て、これによって水晶発振器 O_0 の周波数制御をする。この型の原子時計は郵政省電波研究所 (小金井)、工業技術院電気試験所 (田無) で作られており、特に電気試験所のは電源変調の信号に矩形波を用い、しかも変調の深さを可変にして、いろいろな誤差を打消し精度を上げている。

iii) シュタルク変調方式 原子時計の制御誤差のうち重要なものの一つに、 NH_3 吸収線によらず導波管回路の反射等の影響で、偽の吸収線を検波してしまう誤差がある。そこで導波管回路によらないため、 NH_3 ガスに矩形波電界を加え、同じ周波数の検波出力のみをとりだすシュタルク変調方式が考案された。シュタルク効果によって吸収線の周波数が偏倚することを利用したもので、これによって回路の影響はうけず NH_3 スペクトルによる吸収だけが検波できる。京大理学部の原子時計はこの型のものである。



第2図 電源変調方式の原理図



第3図 電源変調方式による検波出力電圧

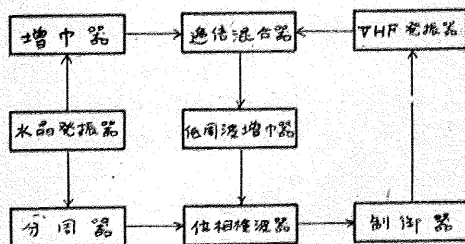
iv) 複合変調方式 シュタルク変調に更にゼーマン変調を併用した方式で、恐らく吸収型原子時計では最高級のものと見える。シュタルク変調だけでは水晶発振器からの倍周器の周波数特性や、 NH_3 ガスの分散 (dispersion) すなわちスペクトル線附近での誘電率の急激な変化が検波出力に効いてきてスペクトル線の見かけの中心周波数をずらしてしまう。磁界を加えることによって NH_3 のスペクトル線は2本に分れ、適当な磁界では中心周波数附近で周波数特性が平坦となり、気体の分散が起らなくなる。東大理学部霜田研究室のものはこの方式であって、現在吸収型では最も高い精度 2×10^{-9} で運転されている。

いずれの方法にしても結局はある水晶発振器の周波数を、マイクロ波 24 kMc まで通倍しなければならない。マイクロ波の周波数は単一で、側帯波、雑音等がなくしかも出力が周波数特性をもたない等の要求から、通倍次数が高いため、これは非常に困難な仕事である。VHF (約 300 Mc) 以上の周波数帯では灯台管、進行波管等を使った直接通倍の方法もあるが、非常に多くの共振回路を使うのでなかなか良い結果は得られない。そこで現在では第4図のような AFC 通倍が多く使われている。これは水晶発振器とは別に自励の発振器を設け、その周波数を基準から倍周して得られた、比較的微弱な高調波で自動制御する方法で、第4図ではこれで VHF まで通倍が行えたわけである。更に発振管としてクライストロンを用い、もう一段続けて約 8 kMc のマイクロ波を得、最後は鉍石で3倍周して 24 kMc を得ている。しかし調整が非常に面倒だと欠点はある。

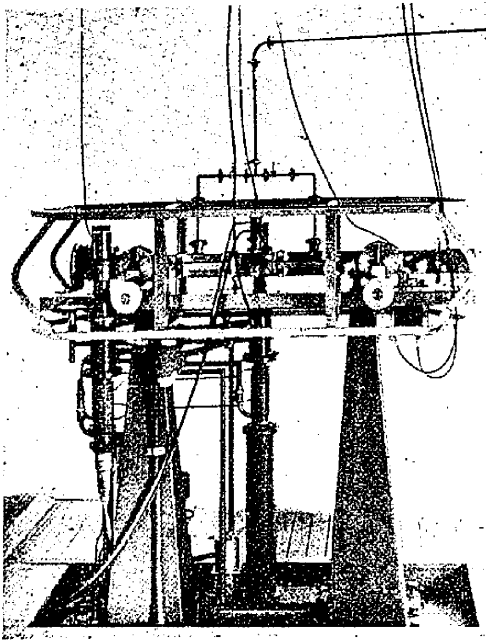
原理的には吸収スペクトルは常に一定不変のものと考えられてきたが、原子時計の運転により NH_3 ガスの状態で中心周波数のずれることが発見された。すなわちガスの圧力によってスペクトル線の中が広がる (pressure broadening) と共に周波数がずれることと、 NH_3 以外の不純ガスが混入することによって周波数がずれる。圧力による変化は、圧力だけによるスペクトル線の半値巾を $\Delta\nu_p$ とすれば、この関係は次式で示されることが判った。

$$\nu_0' = \nu_0 + a\Delta\nu_p$$

この a の値として、東大霜田氏により 0.036,



第4図 AFC 通倍回路



第5図 NPL のセシウム原子時計

電気試験所松浦氏により 0.018, 京大高橋氏により 0.028 という実験的な値が求まっている。実際の測定では $\Delta\nu_0 = 20$ kc 前後であるが、この補正量は 10^{-8} の桁となる。不純ガスによる影響は理論的な研究は全然なく、実験的には電気試験所松浦氏により、12 種類の原子分子のガスを不純ガスとした実験があり、結論としては不純ガスの種類によってずれる量は異なるが、とにかく周波数は低くすることが判った。そして更に α の値も、ガスの純度で変化することが東大箱田氏によって指摘されている。原因としては最初から不純気体が入っていた、吸接管壁から不純ガスが脱着した、 NH_3 自身が N と H に分解して不純ガスとなる等が考えられている。いずれにしても吸収型の原子時計の精度を上げるためには、ガスの性質を更に研究する必要がある。

2. セシウム原子時計

この型の原子時計については、日本では全然研究されていないので簡単に述べる。

高真空中では原子の流れは非常に鋭いスペクトルとして観測される。原子時計にはこれらのスペクトル線が応用されるわけであるが、同位元素の存在比、周波数値が適当なこと、原子線源が得易いこと等の観点から、現在ではセシウム Cs^{133} が用いられている。原子線は高真空中をほぼ平行に進む原子の流れであるから、原子相互間の衝突、導波管壁等との衝突もほとんど起らず、そしてドップラー効果による巾も小さい。また原子にマイクロ波の遷移を起させる空洞共振器を2つにして、相当の間隔離しておけば更に鋭いスペクトル線が得られる。これをラムゼー効果といっているが、これによって 0.3 kc 程

度の中が得られている。すなわち Q 値に換算して 3×10^7 となり吸収スペクトルに比較して実に 2 桁もよい。

セシウム原子時計の原理は、このような原子線の超微細スペクトル項 $F=3$ と $F=4$ を分離して、 $F=4$ 項の原子はスリットで除去して働かないようにし、マイクロ波の共鳴周波数によって $F=3$ の状態のものを $F=4$ の準位に励起する、この遷移の周波数 $\nu_0 = 9,192.6$ Mc を基準にして水晶時計を制御するものである。最初、米国 NBS で作られ、また一方において英国の NPL (National Physical Laboratory) で Essen, Parry 等によって非常に優秀なものが作られた。

しかしこの時計の特徴として Q 値が高いのはよいが、磁界の影響をうけて周波数に変化する。磁界があるとゼーマン効果でスペクトル線は 15 本に分れるが、このうち一番影響の弱いものでも次式で示される量だけ変化する。

$$\nu_0' = \nu_0 + 0.426 H^2 \text{ (kc)}$$

H は Oersted で計った磁界の強さ、すなわち 1 Oe の磁界で 0.4 kc ほどずれる。従ってセシウム原子時計では、地磁気の影響あるいはその他に原因する外部からの磁界に対して十分な遮蔽を施し、測定に際しては磁界の強さを求め、磁界による周波数のずれを補正してやる必要がある。しかし磁界による周波数のずれがあっても、この量はアンモニアの場合の圧力に原因する周波数変化の量よりは遙かに小さい。さらに Q も問題にならない程高いのでその精度は非常に良く、Essen によるものは 2×10^{-10} 程度は簡単に得られると報告している。

米連では Cs を導波管内に封じ込み、アトミクロン (Atomichron) の名称で研究室の周波数標準用として、National Co. から市販されている。これは原器を目的として作ったものではないので上記ほどの精度はないらしい。

最近の研究によると、Cs より Tl を用いた原子時計のが精度の高いものが得られそうだと報告もある。

3. アンモニアメーザー型原子時計

今まで述べた原子時計はいずれも、分子や原子のスペクトルで水晶時計を監視し制御するものであった。それはマイクロ波のスペクトルが吸収スペクトルとしてしか観測されなかったからである。ところが 1954 年、米国コロンビア大学の Gordon, Zeiger, Townes 等によって、分子線を用い励起状態の分子を分離して、マイクロ波の強い放出スペクトルを観測するのに成功した。これによって、電子を用いず電磁波と分子の直接の相互作用による、マイクロ波の増巾器、発振器が得られた。そしてこれは、その発振周波数の安定度が良く、また再現性が優れていて、しかも低雑音であるため非常に注目され

てきた. Townes 等により一般にメーザー (Maser-microwave amplification by stimulated emission of radiation) と命名されていて, この原理による発振器を分子発振器と呼んでいる.

ある分子系が, エネルギー準位 E_1 (基底状態) と E_2 (励起状態) という二つの定常状態をもち, その間の遷移が許されている時は周知の如く, $E_2 - E_1 = h\nu_0$ で決まる振動数の光あるいは電磁波を放出したり吸収したりする. ここで E_1 と E_2 にある分子数 N_1, N_2 を考えると, この割合はボルツマンの分布法則

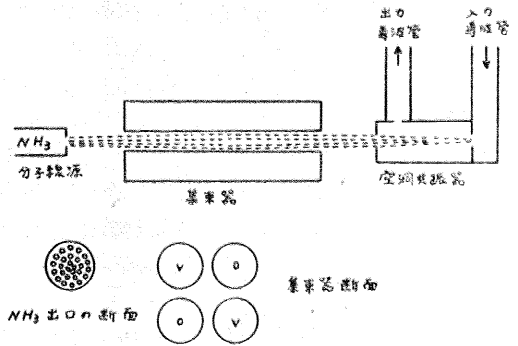
$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left(-\frac{h\nu_0}{kT}\right)$$

によりきまり, 熱平衡状態では常に $N_1 > N_2$ である. 従って熱平衡状態にある分子系に, $h\nu_0 = E_2 - E_1$ の光あるいは電磁波が入ってくると, E_1 の状態はこれを吸収し, E_2 の状態はこれによって誘導放出を起すので, 差引きでは常に吸収スペクトルとして観測されるのである. 一方マイクロ波では光に比べ周波数が非常に低いので自然放出の確率は全然期待できず (約 10^{-8}s^{-1}), 従って放出スペクトルをみるためには, 熱平衡状態を破り何らかの方法で $N_2 > N_1$ の状態を作ればよい. 気体では主として分子間の衝突で緩和時間が決まるので, 高真空中 (10^{-6}mmHg) の分子線では励起状態の寿命は非常に長く, エネルギーが E_1 と E_2 の分子を適当に分ければ $N_1 \ll N_2$ の状態を十分長く保って, 誘導放出を起し定常的な増中あるいは発振をする.

ここで N_1 と N_2 の割合を計算してみると, アンモニアの周波数 ($2.4 \times 10^{10} \text{ e. p. s.}$), 常温 (300°K) では

$$\frac{h\nu_0}{kT} \approx \frac{1}{260} \ll 1$$

となり, N_1 と N_2 はほとんど等しい. 従って, $N_1 \ll N_2$ の状態を得るためには, N_1 と N_2 が存在する状態から N_1 をとり除けばよい. この方法の原理的構造を第6図に示す. 集束器 (Focuser) 断面の O を接地, V には直流の高圧を印加すると, 集束器の中心では電界が 0 で, 外部へゆくほど 2 乗で電界は強くなる. この電界によるシュタルク効果で周波数は変り, 励起状態の分子はエネルギーを増し, 基底状態の分子はエネルギーが減少する. すべての分子は一般にエネルギーの低い方に向いた力をうけるので, 励起状態の分子は電界 0 の中心軸附近に集まり, 基底状態の分子は電界の強い外部へ向う力をうけて発散されてしまう. この作用で空洞共振器内は $N_1 \ll N_2$ となり, 入力導波管から入ってきた電磁波が ν_0 であれば誘導放出を起しエネルギーを与え, この電磁波は増巾されて出力からとりだせる. 勿論, 入力 of 導波管をなくして電磁波を入れなくても, Q の高い空洞共振器を用い, ある程度分子線を強くすると発振器として働



第6図 メーザーの原理的構造図

く. NH_3 , 3-3 線を使用した場合, 発振周波数は $\nu = 23, 870.1 \text{ Mc}$, この時の出力電力は

$$P \approx N_2 h \nu_0 \nu \approx 10^{-9} \text{ Watt}$$

で非常に少ないが, 擾乱がなく極めて純粹 (monochromatic) である. ドップラー効果がほとんど無いためスペクトル線の中も狭く, 実際の観測で 7 kc という値が得られていて, これは Q 値に換算すると 3×10^6 となる.

この型の原子時計は, 集束器の電圧また空洞共振器の影響をうけて周波数が変化することが判明している. 集束器に印加される直流電圧は, 普通の使用状態では大体 $5 \sim 15 \text{ kV}$ 位であり周波数変化率は約 $3 \times 10^{-10} / \text{kV}$ であることが実験的に求まっている. これは NH_3 , $J=K=3$ のスペクトル線では第1図でわかるように超微細構造があり, これが集束器電圧の変化で変り周波数がずれると考えられている. 従って, これを避けるために $J=3$, $K=2$ ($\nu_0 = 22, 834.1 \text{ Mc}$) のスペクトル線を, あるいは $\text{N}^{15} \text{H}_3$ ($\nu_0 = 22, 789.4 \text{ Mc}$) のスペクトル線を使うことが考えられている.

メーザーの発振周波数はほとんどアンモニアの分子周波数 ν_0 で決まるが, 微細な点で空洞共振器の同調によって引っぱられる pulling effect がある. この関係は次式で表はされる.

$$\frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} = \frac{Q_C}{Q_L} \frac{\nu_C - \nu_0}{\nu_0}$$

- ここで, ν : 発振同波数
- ν_C : 空洞共振器の共振周波数
- Q_C : 空洞共振器の Q 値
- Q_L : スペクトル線の Q 値

簡単に $Q_C = 10^3$, $Q_L = 10^6$ とすると $Q_C / Q_L = 1/1000$ となり, 空洞の共振を分子共振で 1000 倍良くしているとも考えられるが逆にこの割合で共振器の同調で発振周波数に影響するとも考えられる. ここで $\nu_C = \nu_0$ とすれば上式の右辺は 0 となり, 空洞共振器による周波数の変動はなくなる. すなわち, 空洞共振器の共振周波数 ν_C をどこまで合わせられるかという技術的改良が今後の大きな問題といえる.

現在、レーザー発振器の研究を行っているのは米、スイス、ソ連、英、日本で、何れの国のも確度は大体 2×10^{-10} 程度であるが、ソ連のは更に数倍良いらしい。J=3, K=2 のスペクトル線についてはスイスで J. Bonanomi 等によって実験が行われ、現在の J=K=3 のものより数倍良くなったと報告している。また、Townes は $N^{15}H_3$ を使うことを提議しているが、非常に高価なため回収する方法を考慮しなくてはならず、強度も弱いためまだ実験はされていない。

なお、マイクロ波技術が進み、小入力で働くマイクロ波の饋還分周器ができれば、これによってスペクトル線の周波数をそのまま分周し得て、これが将来最も優れた原子時計となるであろう。

4. 天文時への貢献

第7図は UT 2 で決定した原子時計の周波数であって、各々の時計は、英国 NPL にある Essen のセシウム原子時計と、東大理学部稲田研究室のアンモニア吸収型原子時計である。これ等のデータを解析することにより次の結果が得られている。

$$f(Cs) = 9,192,631.868 \text{ kc} + 0.0398 \text{ kc} (t - 1956.5) \pm 4 \quad \pm 54$$

$$f(NH_3) = 23,870,131.570 \text{ kc} + 0.132 \text{ kc} (t - 1957.5) \pm 8 \quad \pm 60$$

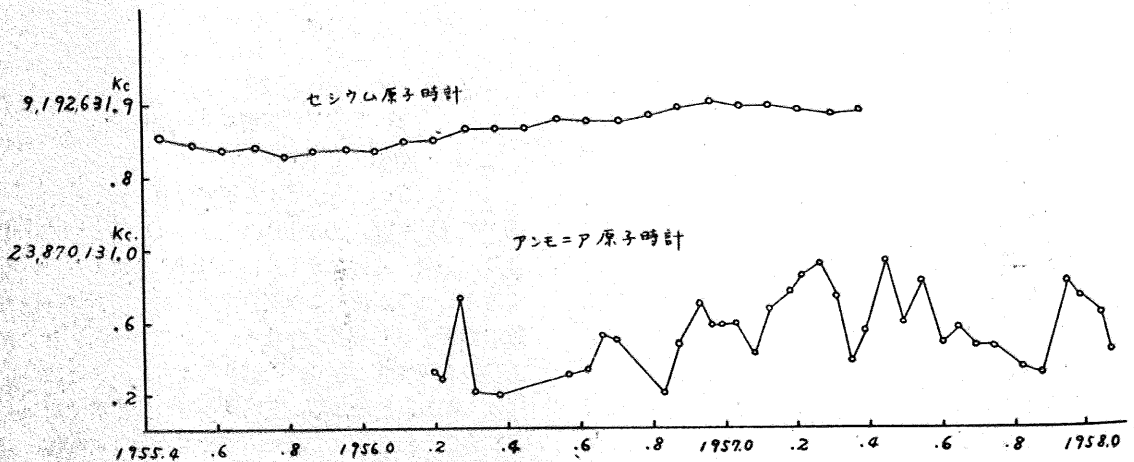
ただし t の単位は年である。これから1年間の周波数変化率は各々、 $(+4.3 \pm 0.6) \times 10^{-9}$ 、 $(+5.5 \pm 2.5) \times 10^{-9}$ と求まり、両者の時計の運行は誤差範囲内でよく一致している。この値は、1958年初頭までの少くとも2年間は、地球の自転速度は一年につきこの割合で一様に減速されていることを表わしている。

第8図は原子時計で制御された標準電波と、制御のない日本の標準電波 JJY の比較である。HBN はスイスの標準電波で、これは1957年初頭より LSRH (Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères) のアンモニ

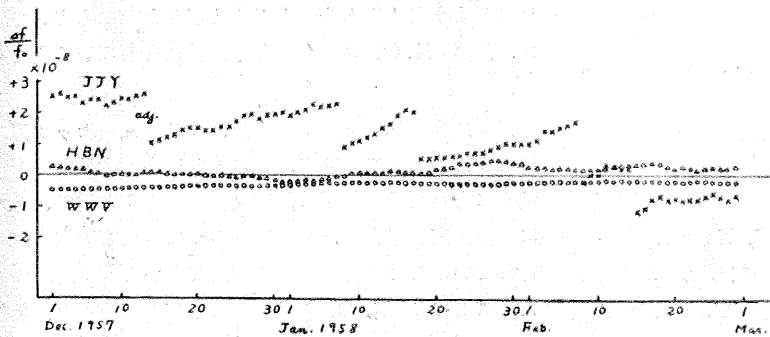
アレーザーで制御されていて、米国の標準電波 WWV は1957年10月より NBS のアトミクロンで制御されている。英国の MSF は一番早く1955年より NPL のセシウム原子時計で制御されている。現在、国際会議で標準電波の確度は、 2×10^{-8} と要求されているが、日本の JJY は残念ながらやっとなのところである。一方、原子制御の標準電波はほとんど一桁近良くなっていることが判る。ソ連のレーザーは非常に高い確度のものであるが、標準電波の制御にはまだ用いられていないらしい。しかし、秒速 8 km で飛ぶ人工衛星にこの時計を積めば、相対性原理の検証も可能であるとモスクワ放送は報じている。

果して原子時計が永久に一定不変の時間を刻むかどうかは、今後の大きな研究議題の一つであり、また全然基礎を別にする暦表時に対して一致した時を刻むかどうか興味ある問題である。しかし特に注意しておきたいことは、将来いかに確度が上っても原子時計は人工の時計であるから、時間の標準にはなり得ても時刻を決定することはできない。時刻を決定する為にはどうしても自然の時計、地球の自転あるいは公転によらなくてはならない。すなわち、天文観測によってなされることが必要である。

周波数と時間の関係は $f = 1/T$ という物理法則で結ばれていて、決して各々は独立な量ではない。そして時間は絶対単位であり周波数は上記の関係式から誘導された量であった。ところが最近の原子時計の運行からこの逆に原子時という時系が考えられてきている。従って、時間の標準と周波数標準とは少くともここ数年は区別して考えなければならない。しかし、時間の標準である暦表時を精密に更めるには少くとも4.5年はかかるので即座の目的には間に合はない。そこでこれを補うものとして原子時は重要な役目を果たすわけである。そして両者の存在がお互に各々の精度を高めて次第に歩みより、何



第7図 UT 2 で決定した原子時計の周波数



第8図 各国の標準電波

新刊紹介

○中学天文学教室 ぼくらの球面天文 (服部忠彦著. 299頁. 昭和33年発行. 恒星社厚生閣・東京. 定価350円)

著者の服部博士は水沢の緯度観測所の研究部長。永年緯度変化観測に携わり、その観測的理論的研究に没頭されている、この分野の第1人者である。従って球面天文学についての該博な知識の持主である事はいうまでもない。球面天文学は天体のみかけの位置や、見かけの運動、それに関連した色々な事柄を扱う学問である。「時」や暦、地球の形や大きさ、緯度や経度の事も出てくる。併し星雲だとか宇宙だとかいう話は、まあ普通は出て来ない。私共が空を仰いだ時気が附く事、例えば日の出や日の入り、月のみちかけ、季節と共に星空の移り変る事など、双眼鏡や望遠鏡を持たない一般の人が身近かに経験する天文現象を、かんで含める様に解説した本である。併しこれまでである球面天文学の教科書のようなかた苦しい本ではない。中学生の一郎、二郎の兄弟は、夏休みに、岩手県の海岸近くに住んでいる、おじいさん、おばあさんのもとに遊びに行っている間に、天文を勉強したおじいさんの星弘さんから色々教えてもらった球面天文についてのお話を、

東京にいるお父さん、お母さん宛に時折手紙で知らせた。それらの手紙に星弘さんが手を加えてまとめたものが本書という事になっている。座標・観測の誤差、天体の運動、視直径、天体の出没、大気差、光行差、視差、歳差と章動、均時差、地球の運動、経緯度の測定、緯度変化の12章から成っている。星の固有運動、空間運動、明るさ、色、距離などの事も適当な場所に織り込まれている。普通の球面天文学の本に出ている事項は殆んどすべて出ている。物の考え方、測り方、計算のやり方なども面白く、しらすしらすの間にわかるようになっていく。色々な立派な成果は、学者の絶えざる努力と、長い歴史とに基いて得られた事が納得出来る。一つの事柄とそれに関連した事柄の説明が、言葉やいい表わし方を変えて、諸処に出て来る。これは内容を豊富にし記述をたいくつにしないためであろう。「おじいさんはよく脱線する」と兄弟が笑う所であるが、誠に結構な事である。各章のほんとの表題は、上記とは違って、例えば、光行差、視差、歳差と章動に対しては、「気が違った兄さん」、「めっかちの二郎」、「強いこま」となっていて、記述のしかたに全くふさわしい。著者は二十数年前、東京天文台におられた頃、南洋トラック島の1隣島ローソップ島に皆既日食観測に行かれた事がある。その時

年かの中に一致して普遍的時系が生まれるであろう。

〔注〕原子時計といっても原子だけでなく分子も使っているの、これは区別して分子時計という方が適当だとの意見もある。しかし、原子や分子の振動を基準にした究極の時計として、われわれは慣習的に原子時計 (Atomic Clock) と呼んでいる。

の紀行文の一部が当時の国語教科書に転用されていた。著者の文筆のさへはこの事からでもわかるだろう。天文を教えておられる、小学校から高等学校の先生は勿論のこと、天文の専門家できえ一読して決して損にはならぬ本である。10余年の歳月、構想を練り、資料を集め整理した上で、一気に書き上げられた、終始一貫している労作と思われる。最後の4章はおじいさんに連れられて、水沢緯度観測所を参観し、おじいさんの先輩のH先生から直接話を聞いた事になっていて、著者はおじいさんとH先生との1人2役を演じ、名優の妙技をいかんなくここに発揮している。東京育ちの名優の口から出る言葉は誠に気持ちがいい、「ソフト」を食べた「松原ベーカリー」、日出を見物した「物見の松」、雨宿りをした「涼風亭」など何となくすっきりしている。「四万六千日」、「強いこま」などの言葉を通し著者の風采が想像出来る。定価は少々高いが頁数が多い事、装填の立派な事でやむを得ないだろう。外国の名著によくあるように、100円位の廉価判が出来たら、きっとベストセラーの1つになるだろう。一般の天文愛好家には勿論、著者を識り、水沢観測所を訪れた事のある人々には是非一読をおすすめしたい。1つ注文をつけるとすれば、もっとくわしい索引をつけていただきたい。(中野)

アメリカ水路部滞在記

大 脇 直 明*

昨年6月から、米海軍水路部 (U.S. Navy Hydrographic Office) の招へいで約1年間滞在した。この間主としてこの H. O. にいたが、その他 U. S. Naval Observatory その他をも訪問したので、その見聞録ともいうものを記すことにする。

U. S. N. H. O. についてここで詳しく述べるのは適当ではないと思うので簡単に記すことにするが、日本の水路部と大に異なる点は天文学関係の仕事は簡単な天文測量 (WILD, T-3, T-4 による経緯度測量) と高度方位角表 (H. O. 214, 249) の編修・出版を行っているのみである。周知のように、日本水路部における天体暦・航海暦の推算や編修ということはワシントンの海軍天文台でやっているのだから、結局これらのことを勉強するために、海軍天文台にしばしば出入りしなければならなかったのである。

U. S. N. H. O. ではこの水路業務の一般的な事柄を研究するのが目的であったが、特にいわゆる電子資料整理装置 (electronic data processing machine) の水路業務への応用という題目を勉強した。これは今はやりのオートメーションというほど大きなものではないが、電子計算機その他の自動機器によって計算・資料整理・編さんなどと能率的に行うというもので、U. S. N. H. O. の業務形態・内部関係・組織など管理面にも次第に影響を及ぼしつつある新しい分野といえよう。

U. S. N. H. O. には計算部なるものがあり、ここには IBM の機械の他にデータロンなる中形電子計算機があって、測量・海洋学などの計算、資料統計、予報などをやっているが、その他 H. O. 全体の管理的な仕事、たとえばニアプログラミングの解などを出している。筆者はこの計算部に一般の職員のように“勤務”していて、電波航法の一つである Lorac の基礎計算を担当させられた。一般職員とちがう点は毎日この部長や課長と討論したり、特別講義をきいたりすることである (総て1対1) が、その他は他の職員と同じく机をならべて、いわゆる安サラリーマンの職場にとけこんでいた。役所というものは日本も米國もどこも同じで、あまりにもよく似た雰囲気なのでおかしかった。

H. O. ではこの部の他に、筆者の専門外ではあるが、応用海洋学の二・三の問題をも勉強しなければならなく

なり、まずなんとかやりながらまがりなりにもやってきた。元来 H. O. は応用海洋学が特に秀れている所である。

海軍天文台はワシントン市内、マサチューセッツ通りにそう円形の敷地にある。この通りは各国大使館が軒並みにある高級住宅街で、丁度麻布のような所で、そこにこの天文台があり、麻布にもかつての東京天文台があったということは何か偶然の一致でないような気がした。ここには H. O. の計らいでしばしば訪れた。最初に訪れたのは昨年9月ごろで、この時は H. O. の航海科学部長 Blythe 氏にともなわれて、はじめて Clemence 先生にお目にかかり、まずこの天文台の一般的な話をうかがった。先生は米国人としては中背の、眼が鋭く、大変厳格そうな方だが、話をすると実は親しみ深く、親切な方である。話に興がのった時、自分の机をたたいて、この机こそかつてニューカム先生が用い、この上で諸種の原表が作り出されたのであるといわれた。古くなっていくが頑丈な品格のある机で、しばし感慨に堪えなかった。ここで Clemence, Woolard 両博士から、御世辞かもしれないが、天体位置表をほめられまずまず面目をほどこした。

ここでは暦推算のルーティンとしては月出没と日月食との予報だけである。クレメンズ先生は国立編暦局の長でその下に Woolard 博士, Thomas 氏, その他に Gossner 夫人その他の職員が2, 3人いる。クレメンズ博士は最近コロンビア大学天体力学の教授に転出する。推算には IBM 650 を用いているが、この機械はもちろん単に暦推算だけに用いられるのではなく、Service 報時, 6, 7 インチ子午儀, PZT の計算、またルーティン以外の天体力学の研究上の問題をとくにも用いられている。これはちょうどこの天文台の仕事には手頃な機械で、H. O. のデータロンよりは機能的に小さいが、中々弾力性があり、便利な機械であって、データロンの所では専門のプログラム作製者がいるのに対し、ここでは天文学者が自らプログラムしているとのことである。

暦のことと共にマルコビッツ博士(報時部長)の Dual Rate Camera の実習をしたり6インチ子午環を Watt 博士が見学させてくれた。この天文台では夜間観測でおそくなくても泊らず家へ帰ってしまう。皆めいめい車をもっているからである。或る晩 Dual Rate Camera の実習をやっている時おそくなり、2時頃観測が終った。筆者は車がないので泊めてくれといった所そのような施設はないとのこと、しかしとうとう一しよに観測していた Hall 博士が守衛に命じて特別な計らいをしてくれて、なかなかよい別棟の一室にとめてくれたが、後できけば男子禁制の部屋(報時係女子職員専用当直室)とのことであった。

* 水路部

ワシントン市内には大学は多いが、天文学教室のあるのはジョージタウン大学が最も有力である。これはワシントン西部の高台にある古い大学で、ポトマック川にのぞみ、中々古風で景色のよい所である。ここには台長 Father Hayden, Eichhorn 教授などがいて、観測用施設はそれ程大きくはない(10インチ屈折鏡、一基)。分光実験室と Electro Data E 101 なるキャビネット形プラグボード式電子計算機をもっている。この天文学科の大学院と博士課程は夜学のみで、H. O. Army Map Service などの職員がきていた。Father Hayden は古畑教授とハーバードで同期だったとか、大変善良な好々爺である。日食観測、その測地学への応用、恒星天文学が専門、Eichhorn も恒星天文学が専門であるが、残念ながら空軍の囑託となってワシントンを離れているためあえなかった。この Colloquium には 2, 3 回出席して見た。特徴は夜 8 時ごろから始めて 11 時ごろ終り、終るとビールが出ることである。Father Hayden の研究室では Mattyngley という弟子が直接焦点法で一枚の乾板に多数の部分食を撮影したものから測地学的経緯度をきめる仕事を、digitizer のついた measuring engine を使ってやっていた。H. O. でも海軍天文台でもここでも感じたことであるが、いわゆる electronic data reduction machine, 特に digitizer を実によく使って測定 of 能率を上げているので羨しかった。

6月8日ワシントンからロスアンゼルスに飛んだ。途中アリゾナ砂漠の北部を飛んでいる時、砂漠に丁度月のコペルニクス山かチビョ山のように白色環のまわりから放射状に白色の物質が突出しているものがみられ、興味深く観察したわけである。

10日カリフォルニア大学 L. A. の天文学科前講師の Wylie 氏と共にパシフィック天文学会の年會に出席した。会場はその大学の数学・天文学館でなかなか瀟洒な建物である。学会は 10, 11 日と 2 日にわたって行われ、de Vaucouleurs のアンドロメダ星雲の光電測光、Baum の星雲団の探索法などの報告があった。2日間の午後は彗星に関するシンポジウムであった。会場の雰囲気は日本天文学会の年會によく似ており、聴講者は全部で 200 人位、明るい階段教室で行われ、殆ど各人がスライドを用

いて日本のようなビラは一つもなかった。1日目の夜 8 時から市内ハリウッドにあるグリフィス天文台(市立)ツァイス式プラネタリウムへの招待があった。当代ものの“月への旅行”というテーマで説明者は例のクレメンショウ博士、プラネタリウムを使って一わたり形の如く時期の星座を見せた後、主テーマに入るのだが、その性質上プラネタリウムを用いるより円天井や周囲に幻燈で一杯に大きな月の像や月の上の景色を写し出す。ニューヨークのハイデンプラネタリウムでもそうだが、米国では幻燈を効果的に使って大きな像をよく出し、中々効果を挙げている。この天文台は市内を一目で見下す丘の上であり、プラネタリウムのほかに 12 インチ反射鏡などがある。市民に天文学の啓蒙を行っている。2日目の夜は懇親會が大学の近くの料理屋であり、日本とはちがってアルコールなし、したがって余興もない。テーブルスピーチは Whipple, Richardson, Herrick らがやり、Bok がstrom 山山の自分の天文台の紹介映画をみせた。コの字形に食卓がならべてあったが食卓へつく時は日本と同じように皆下座へ行きながら、司會者の Herrick が皆メインテーブルの方に詰めるよう骨を折っていた。この学会では Su Shu Huang と会うことが出来た。

翌 12, 13 日はそれぞれウイリソン山天文台とパロマー天文台を見学した。パウエン博士の取計いで前者では若い職員 of Seyfert が、後者では技師 of Marshall が案内をして望遠鏡やドーム内の各所を見せてくれた。パロマーは全く人里から離れた砂漠の外れの山頂にあり、その空の青さは未だに忘れることが出来ない。ウイリソン山の 150 フィートと、60 フィート太陽塔、60 インチから 100 インチの反射鏡と見てまわり、最後にパロマーの 200 インチ望遠鏡を見学したが、壮大というか、厳かさかというか、あたかも奈良の大伽藍に鎮座する仏像を巡拝しているような感があった。事実 60 インチは内が朱ぬりの壁や柱のドームに黒ぬりの望遠鏡がおさまり、100 インチ、200 インチの偉大なこと、まことに厳肅な気分を起させるものである。かくして見学を終り、一路帰國の途についた。大変簡単にかけて足で方々とびまわって見学したが、これらの印象は今なおあざやかに残り、一生消え去らないものと思っている。

雑 報

星雲間球状星団 パロマー天文台の掃天乾板を調査した結果、アベル(G. O. Abell)は新たに 13 個の球状星団を発見し、P. A. S. P. 67, 258, 1955 にそのリストをのせている。ファン・デン・ベルフ(S. van den Bergh, Obs., 78, 85, 1958)によれば、それらの距離を評価して

みると、そのうち 4 個(アベルの No. 1, 3, 4, 13)は非常に遠くにあつて、銀河系外にあるらしい。アベルの掃査は 160 kpc にまで及び、空の半分をカバーしていると考えられるので、銀河系、M 31, M 33 などが作る局部星雲群の半径を 500 kpc とみると、このような星雲間球状星団の、局部星雲群内の総数は約 250 個ということになるだろう。ちなみにジャシェック(C. O. R. Jaschek, Zs. f. Ap., 44, 23, 1957)によれば、局部星雲群の諸星



写真(1)

雲がふくむ球状星団推定数は総数約 450 個である(銀河系 130 個, M 31 の 240 個, M 33 の 15 個, 大マゼラン雲 30 個, 小マゼラン雲 10 個 etc.)。

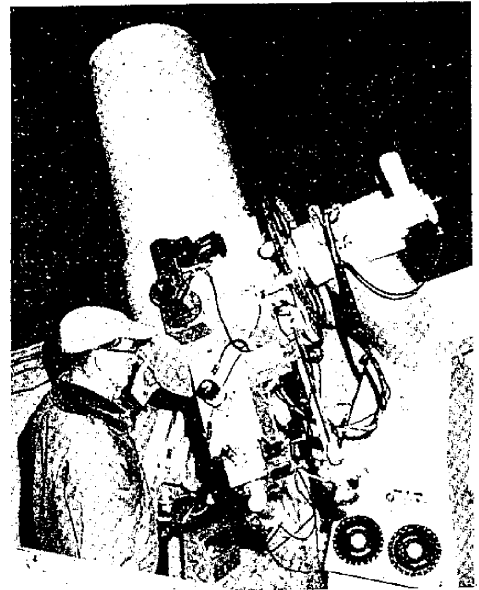
最近バービッジとサンデイジ (E. M. Burbidge & A. Sandage; Ap. J., 127, 527 1958) はアベルの球状星団中, 最も遠い No. 3 と 4 について, 200 吋で詳しい測定を行い, 次のようなデータを得た。ただし吸収の補正はしていない。

アベル番号(略称)	No.3(10 ^h 星団)	No.4(11 ^h 星団)
距離	130 kpc	120 kpc (145)
直径	80 pc	90 pc (60)
積分絶対視等級	-5.9	-6.3 (-6.4)
総質量(単位 M _☉)	1.1×10 ⁴	1.8×10 ⁴
メンバー星の総数	2.7×10 ⁴	4.3×10 ⁴

No. 4 についての括弧内の値は, van den Bergh が PASP, 68, 449, 1956 に与えた値(吸収考慮)である。

これらの直径が, その質量のわりに異常に大きいこと(たとえば M 3 や M 13 はこれらより少くとも 10 倍高密度)は, 銀河系の潮汐力をあまりうけない遠隔の場所において始めて可能なことで, これらが銀河系中心から 9 kpc 以内に入ってくれば壊れてしまう計算になる。そこでこれらは少くとも中心から 9 kpc 以遠で生れたのであろう。またこれらが銀河中心のまわりの抛物線軌道を動いているとすると, 現在の位置へ遡るのに 10⁹ 年かかることになる。一方 M 31 から脱出してまたとすると 10¹⁰ 年になるという計算結果を示している。(高瀬)

アメリカの国立天文台 Sky and Telescope 誌の 8 月



写真(2)

号に, アメリカの国立天文台(National Astronomical Observatory)の建設がいよいよ近く開始されると報ぜられている。国立天文台といっても, 報時や編暦のようなサービス業務をするという意味ではなく, アメリカの各大学における天文学研究の連合体(AURA)が NSF の予算によって作る共同利用の観測施設である。

さし当っては, 36 吋の光電測光用反射望遠鏡と, それに続いて 84 吋の反射望遠鏡とが設置される。この他, 敷地選定のためにシーイング測定に用いた 16 吋の反射望遠鏡も使用に供される。なお将来の計画としては, 236 吋(6 メートル)以上の反射望遠鏡も考えられている。この他, お客様のための天文博物館や, 休憩所などの設備も計画されている。

この天文台が作られる場所はアリゾナ州南部のメキシコ国境の近くで, キットピークと呼ばれる標高約 2100m の山である。この場所はインディアンのための保留地の内なので, ここに天文台を作り道路を敷くことについては, 相当に面倒な法律的問題を解決しなければならなかったらしい。

写真(1)は敷地キット・ピークの遠望で, これはアメリカの砂漠地帯の典型的な風景, 写真(2)はシーイングの検査に用いた 3 個の 16 吋光電望遠鏡の一つである。

(大沢)

昭和 33 年 9 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
印刷所
発行所

東京都三鷹市東京天文台内
東京都港区芝南佐久間町一ノ五三
東京都三鷹市東京天文台内

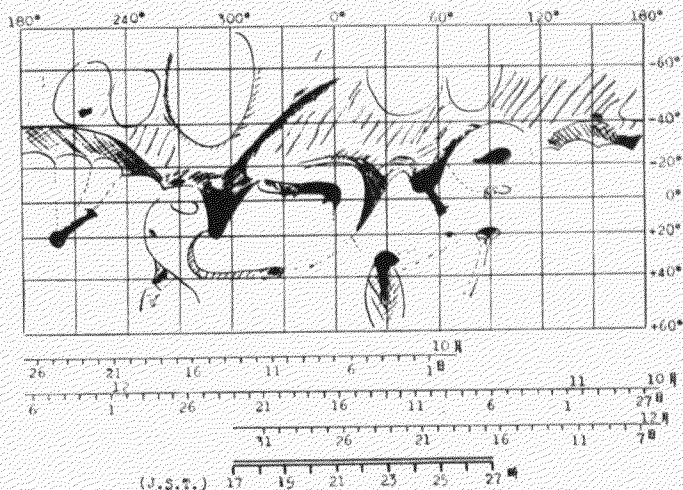
広瀬 秀雄
笠井出版印刷社
社団法人 日本天文学会
振替口座 東京 13595

☆10月の天文暦☆

日	時刻	記 事
5	21 時分	水星外合
6	10 20	下 弦
7	3 37	68 Gem (5.1) 月より出現
9	4 20	寒 露
10	0	アルゴル極小
10	7	火星留
12	21	アルゴル極小
13	5 52	新 月
13	5 52	皆既日食 (日本ではみえない)
14	9 1	木星 (-1.2) 月に潜入
14	10 1	" " 月より出現
19	23 7	上 弦
21		7 Iris (6.8) 衝
21		R Boo (5.9) 極大
24	7 12	霜 降
28	0 41	満 月
28	20	海王星合

火星近づく 火星の接近は大体2年と2ヵ月毎におこる。今年の11月8日にまた接近する。今度のは一昨年9月におこった程の大接近ではないが、10月から今年一杯は観測の好機である。衝の時の視半径は9.6"、視半径が7"以上になるのは9月中旬から12月下旬までである。ここには火星面の模様案内図を示す。例えば10月10日の21時の火星面中央は、下欄の10月10日の日付日盛の真上に当る。そこを中心にした円を考えて案内図とされたい。勿論、観測される模様は火星の自転のために時刻と共に動いてゆく。そこで下にJ.S.T.で示したスケールをうつしとして21時の日盛を観測日の日付日盛の上に重ねれば、当日の例えば23時の火星面中央は23時の日盛の真上になるようにしてある。火星面緯度は10月中旬は-9°、11月中旬は-13°、12月中旬は-17°の点が地球の方にむいている。

火星の本性に関する知識を得られたい方は、月報49巻83頁(第6号)、99頁(第7号)等を参照されたい。



東京に於ける日出入および南中 (中央標準時)

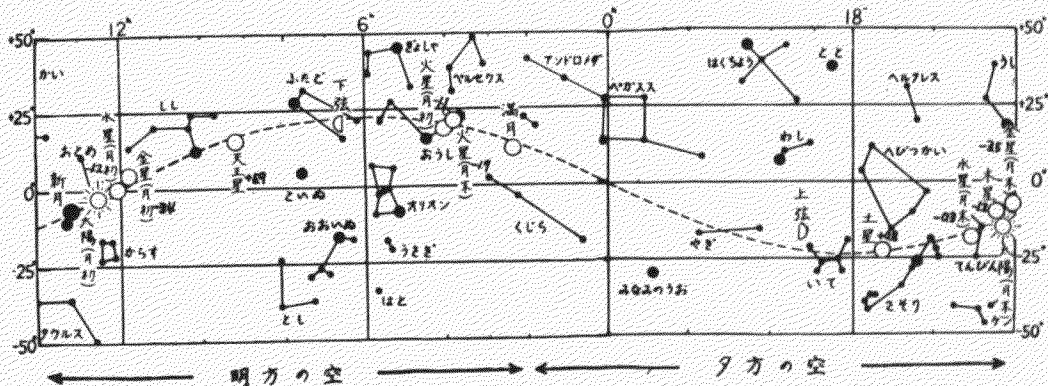
X月	夜明		日出		方位	南中		高度	日入		日暮	
	時	分	時	分		時	分		時	分	時	分
1	5	35	5	35	-2.8	11 31	51.6	17 26	18 0			
11	5	10	5	43	-7.6	11 28	47.7	17 12	17 45			
21	5	19	5	52	-12.2	11 26	44.0	16 59	17 33			
31	5	28	6 1		-16.4	11 25	40.5	16 48	17 21			

各地の日出入補正值 (東京の値に加える)

(左側は日出、右側は日入に対する値)

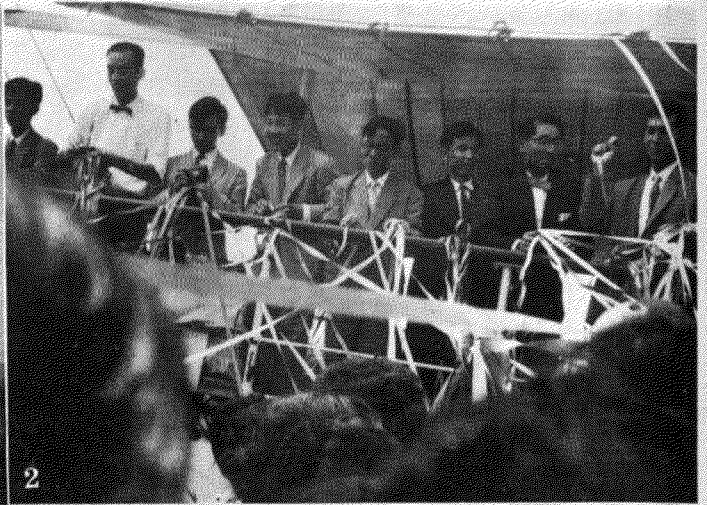
分	分	分	分	分	分	分	分
鹿兒島	+32	+41	鳥 取	+21	+24	仙 台	-4 -5
福 岡	+35	+40	大 阪	+15	+19	青 森	-1 -6
広 島	+27	+32	名 古 屋	+10	+13	札 幌	-1 -10
高 知	+22	+28	新 潟	+3	+3	根 室	-18 -28

◇日月惑星運行図 (惑星の横は等級)





1



2

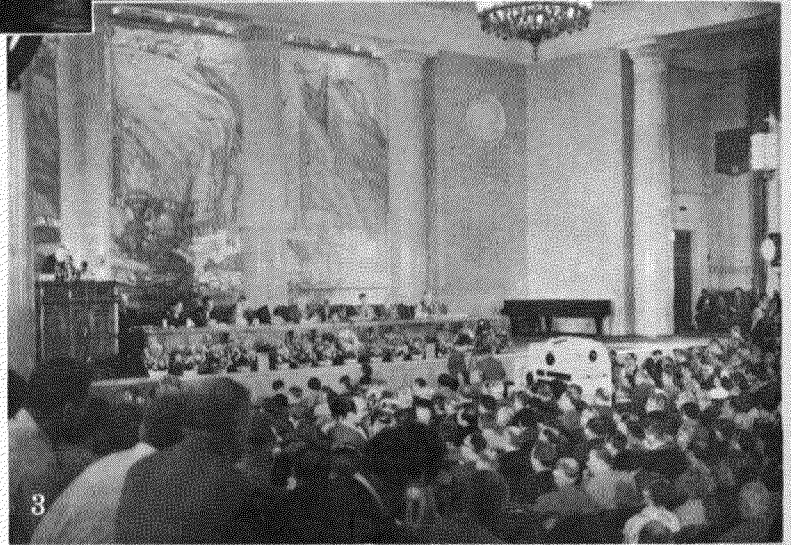
◇スワロフ島への出発

1 10月12~3日南太平洋スワロフ島での皆既日食観測のために、日本からは17名の観測者が、北大水産学部の練習船おしよろ丸(616t)によって、さる8月25日東京竹芝棧橋を出港した。この日午後1時半より船上にて出港式があり、午後2時よりからの台風の近づく中を盛んな見送りをうけて岩壁をはなれた。

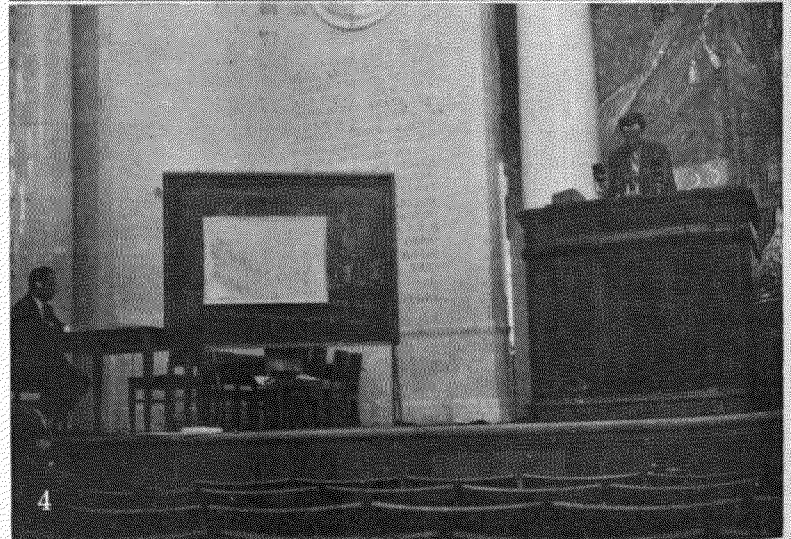
2 は見送りの人々とテープを交わす船上の観測隊員。右より橋本(東京天文台)、鈴木(水路部)、赤祖父(東北地球物理)、末元、田嶋(以上東京天文台)、大脇(水路部)、の諸氏。

◇IAU 総会から

3 はさる8月11日モスクワ大学での第



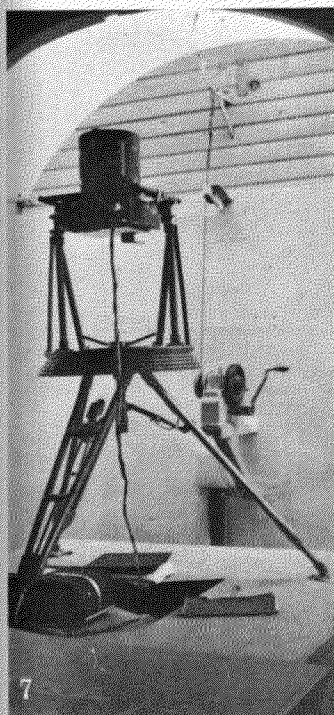
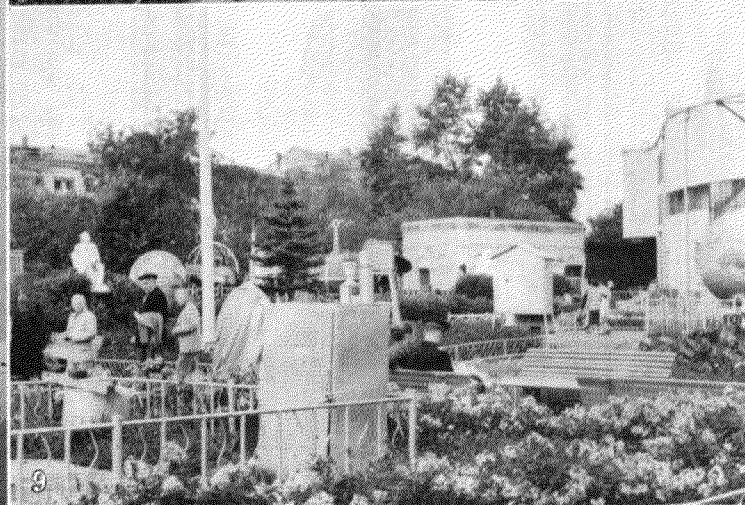
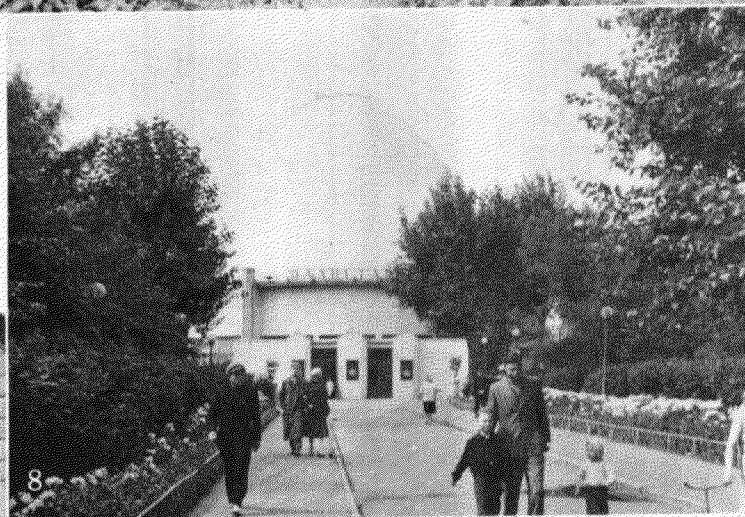
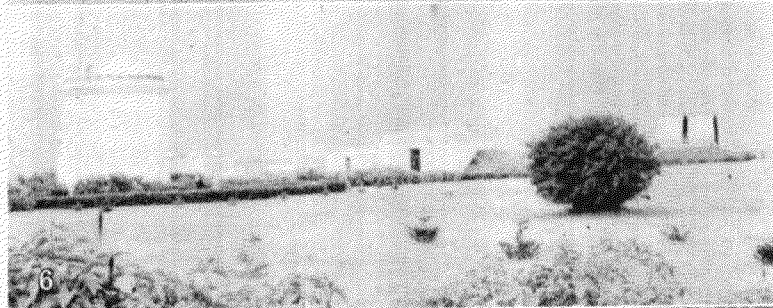
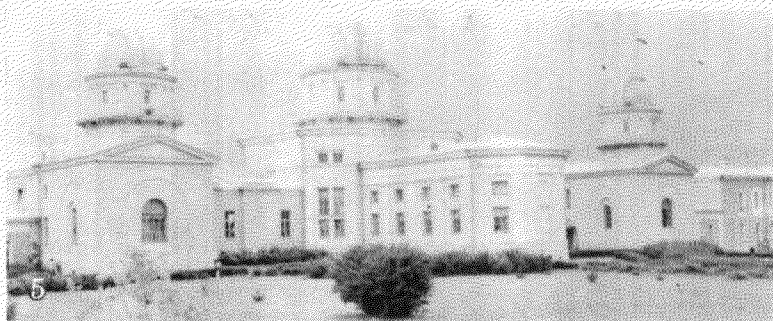
3



4

アルバム

10回IAU 総会開会式、4は回会議での講演風景、5、6はレニングラード郊外ブルコボ天文台の観測室風景、7はソ聯が国内各地に配布した人工衛星観測用のカメラである、8はモスクワのプラネタリウムで、9はその周囲の庭に設けられた各種の天象解説用の模型である。以上 IAU 総会に出席した宮地政司氏の撮影。



☆

☆

☆

7

9

8

6

5

天体観測は

大口径の

西村製反射鏡で!

主な納品先

☆ 40 cm (16 インチ) ニュートン
カセグレン 兼用赤道儀

市立富山天文台

市立仙台天文台

東大天文学教室

ジョセフ氏 (アメリカ在, 製作中)

☆ 60 cm (24 インチ) ニュートン
カセグレン 兼用赤道儀

松本女専高等学校 (製作中)

☆ 30 cm (12 インチ) 赤道儀

九州大学 坂上務氏, 香川大学

京都学芸大学, 西宮高校

北野高校 (大阪), 木辺観測所 (滋賀)

日本三育学院 (千葉)

☆ 25 cm (10 インチ) 赤道儀

宮崎大学, 東北大学天文学教室

☆ 20 cm (8 インチ) 赤道儀

大分大学, 八幡公民館, 愛媛大学

徳島天文台, 榎観測所 (岡山)

姫路高校, 姫路南高校

山陽電鉄 (神戸), 関西配電 (大阪)

桜塚高校 (大阪), 十三中学 (大阪)

松本女専高校, 静岡大学

清水東高校, 豊島実業高校

東京学芸大学, 女子学園 (東京)

北海道学芸大函館分校, 同旭川分校

☆ ドーム

3メートル2基

5メートル2基

5.5メートル

6メートル

☆ シーロスタット

20 cm; 京大宇宙物理学教室

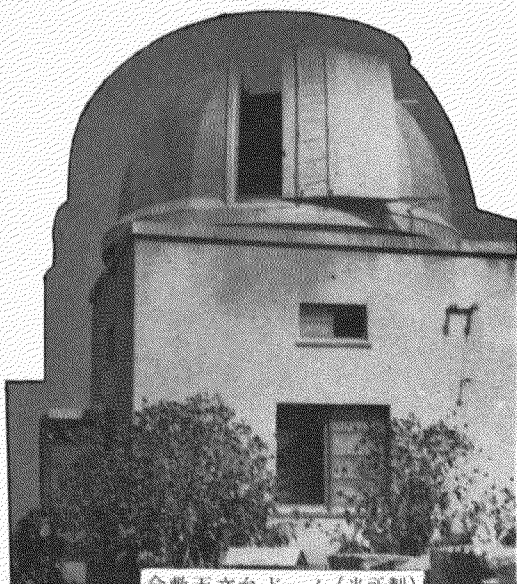
東大天文学教室

水沢緯度観測所

25 cm; 京大生駒山観測所

30 cm; 京大花山天文台

70 cm; 京大花山天文台



倉敷天文台ドーム (当所製)

各種天体望遠鏡製作

西村製作所

京都市左京区吉田二本松町26

電話 京都 7-1570

日本天文学会 1958 年秋季年会

プログラム

- ◇日時 昭和33年10月16日(木), 17日(金), 18日(土)
◇場所 東北大学理学部(仙台市片平丁)

	午前 (9時より)	午後 (1時より)	夜
16日(木)	研究発表 (金属材料研究所 講堂)	研究発表 (同左)	懇親会 仙台市公会堂
17日(金)	研究発表 (理学部化学第1 講義室)	研究発表及び 特別講演会 (同左)	
18日(土)	エクスカーション(山寺見学)		

理事会: 第1日(16日)正午より

講演予稿集について: 特別会員には1部ずつ無料で配布しますが, その他の方および特別会員で2部以上希望される方は1部につき実費40円送料8円をお送り下さい。年会講演の当日会場でもおわけします。

第 1 日 10 月 16 日 (木)

[午前] (9 時より)

- | | |
|---|----|
| | 分 |
| 1. 村上芳郎, 平山智啓, 他 22 名 (仙台市天文台, 仙台人工衛星観測班):
仙台人工衛星観測班における人工衛星観測について, (I)
セオドライトによる観測..... | 7 |
| 2. 小坂由須人, 中村吉雄, 他 22 名 (// , //): 仙台人工衛星
観測班における人工衛星観測について, (II) 一地点の観測値によ
つてどこまで解析できるか..... | 10 |
| 3. 長谷川一郎 (山本天文台): Occultation の観測より得た月の limb
irregularities..... | 7 |
| 4. 古川麒一郎 (京大理): 水星の日面経過 (1957 年 5 月 6 日) の観測整約 .. | 7 |
| 5. 古川麒一郎 (//): 1958 年金環食観測報告, (I) 観測点の経緯度..... | 5 |
| 6. 古田 清正 (//): // // , (II) 接触時刻..... | 5 |
| 7. 加藤愛雄, 伊達篤郎, 村上芳郎, 小坂由須人, 岡崎三夫, 千葉幸子,
今野幸夫, 市川冬兵衛 (仙台市天文台): 4 月 19 日八丈島金環
食における 35 mm シネ・カメラによる接触時刻の測定..... | 5 |
| 8. // // (//): 4 月 19 日八丈島金環食における
slit slide camera による接触時刻の測定..... | 7 |
| 9. 加藤愛雄, 岡崎三夫, 中村吉雄 (//): 4 月 19 日八丈島金環食
におけるテープレコーダー時刻記録方式について..... | 7 |
| 10. 後藤 進 (緯度観測所): 1958 年 4 月 19 日水沢に於ける部分食
観測結果..... | 7 |
| 11. 檀原 毅 (地理調査所): 日食の食分写真の測地学への応用, (II)..... | 7 |
| 12. 坪川家恒 (//): アストロラーベの一型式について, (II)..... | 10 |
| 13. 松本惇逸, 関口直甫 (東京天文台): 位置天文学における恒温観測室..... | 7 |

[午後] (1 時より)

- | | |
|--|----|
| 14. 関口直甫 (東京天文台): 質点の周囲の空間における物質の捕獲について .. | 7 |
| 15. 青木信仰 (//): 力学系の解の収束条件について..... | 10 |
| 16. 堀 源一郎 (東大理): 木星第 9 衛星の運動 (V) | 7 |
| 17. // (//): 秤動方程式の一つの扱い方について..... | 7 |

18. 宮原 宣 (水路部): 方程式の平衡点近傍の normal form について……………15
19. 飯島重孝 (東京天文台): セシウム標準による天文時の検討……………10
20. 虎尾正久, 飯島重孝, 足立保徳 (//): 最近の ΔL , B 項および ΔT
について……………10
21. 上田 穰 (生駒山天文博物館): 曆象時の定義について……………10
22. 角田忠一 (緯度観測所): 地球の自転軸と磁極のずれによる極運動……………10
23. 植前繁美 (//): Washington PZT stars の declinations について……………10
24. 須川 力 (//): local Z 項についての一考察……………10
25. 服部忠彦 (//): 緯度の永年変化の解釈について……………10
26. // (//): 視天頂儀, 浮游天頂儀, PZT による緯度観測の
精度について……………10
27. 高木重次 (//): 1923 年—1930 年間の緯度変化値の再計算……………10
28. 若生康二郎 (//): 緯度変化のスペクトル……………10
29. 弓 滋 (//): 観測室内南北温度差と residual latitude……………15
30. 須川 力 (//): 緯度観測に及ぼす日照の影響について……………15
31. 石田薫一 (東京天文台): 銀河系渦状腕の構造…………… 5
32. 石田五郎 (東大理): 実視連星の空間分布について…………… 5

[夜] (5時半より) 懇親会 .

第 2 日 10 月 17 日 (金)

[午前] (9時より)

33. 松波直幸 (東大理): 星団の内部構造……………15
34. 松波直幸 (東大理), 小尾信弥 (東大教養), 下田真弘, 高瀬文志郎,
武部尚雄 (東大理): 球状星団の進化 (II): ……………10
35. 高瀬文志郎 (//): 銀河系の質量分布モデル……………10
36. 饒木政岐 (//): 遠距離星雲の距離推定について…………… 5
37. 高倉達雄 (東京天文台): マイクロ波アウトバーストとシンクロトン輻射……………15
38. 河簀公昭 (//): 稀薄プラズマのサイクロトン輻射及び制動輻射……………10
39. 大木俊夫 (東大理): 無限に長い電導性ガス柱の磁気流体力学的
不安定性について…………… 7

40. 下田真弘, 小尾信弥 (東大理, 東大教養):
対流外層を持つ星のモデル (III) 10
41. 上西啓祐 (熊本大): 赤色矮星の内部構造 10
42. 飯沼勇伍 (東北大教養): 10 \odot の星の内部モデル
(μ 連続変化帯をもつモデル) 7
43. 内田寿一, 吉川省吾 (東北大理): 大質量の内部構造 (I) 7
44. 海野和三郎 (東大理): ゼーマン成分の吸収線の形成 7
45. // (//): 光球の乱流速度 10
46. // (//): 彩層の乱流速度 10

[午後] (1時より)

47. 竹内 峯 (東北大理): 恒星大気対流層 10
48. 北村正利 (東京天文台): 大熊 W 型星の element について 15
49. 上条文夫 (東大理): 数個の炭素星の低分散スペクトル 5
50. 藤田良雄, 山下泰正, 西村史朗, 上条文夫 (//):
V Aql のスペクトルについて (第4報) 7
51. 近藤雅之 (//): RS Ophiuchi のスペクトル 5
52. 牧田賢, 森本雅樹 (東大理, 東京天文台): 太陽黒点の分光測光 (II) 5
53. 積田寿久, 水垣和夫 (東京天文台):
紅炎の突然消失の地磁気及ぼす影響について 7
54. 中込慶光, 深津正英 (//): フレヤーとコロナ緑線強度との
関係について (II) 5
55. 齊藤国治, 西恵三 (//): Air-borne Sun-follower II 型について 7
56. 齊藤国治, 秦 茂 (//): 金環日食の測光から
太陽の縁辺減光の決定 (I) 10
57. 加藤愛雄, 伊達篤郎, 市川冬兵衛, 小坂由須人, 村上芳郎, 岡崎三夫,
千葉幸子, 今野幸夫 (仙台市天文台): 4月19日八丈島金環食に
おける水晶分光器による測光結果について 7
58. 田中春夫, 柿沼隆清 (名大空電研): マイクロ波帯における
4月19日日食の観測結果について 10

特別講演会 (4時より)

第10回 IAU 総会その他の国際会議の報告

..... 宮地政司, 一柳寿一, 畑中武夫, 高倉達雄