

* 昭和27年版東京天文台「見学の葉」発見

アーカイブ室新聞250号(2009年11月12日発行)に昭和24年3月1日発行の東京天文台の「見学の葉」についての記事を書いた。そして、その10ヶ月ほど前のアーカイブ室新聞123号(2009年1月27日発行)に昭和26年4月1日発行の東京天文台の「見学の葉」を発見した記事を書いた。

昭和24年3月1日発行の見学の葉が第3版、昭和26年4月1日発行のものが第5版となっていた。これらは東京天文台職員組合が発行したもので代表者として関口直甫氏の名前があった。そこで関口氏に第1版、第2版、第4版などをお持ちではないかと尋ねたが、新しいものが出るたびに古いものは捨てたそうでお持ちではなかった。この版の番号から見て昭和25年に第4版が出ていることがうかがえる。今回、入手した昭和27年11月1日発行の東京天文台の発行の「見学の葉」は第4版改訂版(写真1)となっている。

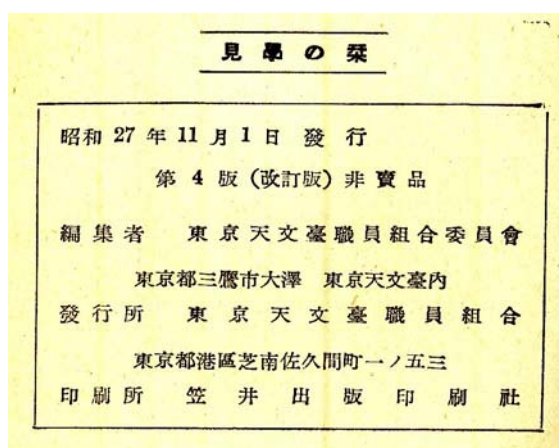


写真1 発行年月日

この昭和27年11月1日の見学の葉が発行された際、すでに第5版が発行されていたのに、第4版の改訂版というのは不思議である。その時、すでに第5版は東京天文台の誰の手にもなかったのかもしれない。第3版、第5版がガリ版刷りだから、第5版まではガリ版刷りだったと思われた、関口氏によると第2版までは手製のものだったそうである。第4版の改訂版の昭和27年11月1日発行のものは活版印刷になっている。関口氏の手紙では、関口氏が天文台に入ったのは昭和23年4月1日で、第3版はそれまでの手製の「見学の葉」をそのまま原稿にして、高円寺にいたガリ版の専門職人に依頼してガリ版の「見学の葉」を製作したそうである。この昭和27年11月1日発行の第4版改訂版は、アーカイブスシンポジウムに参加された「渋谷星の会」の小川誠治氏が古本屋で入手されたもので、それをお借りしてスキャナーで取り込んだ。

表紙（写真 2）は 65cm 望遠鏡ドームのスリットに登って塔望遠鏡の方を撮影したカラー写真である。昭和 27 年にカラー写真があり、カラー印刷されていることに先ず驚いた。



写真 2 昭和 27 年 11 月 1 日発行の「見学の栞」の表紙

この東京天文台職員組合発行の「見学の栞」が何時まで続いたのか確かなことは知らないが、筆者が昭和 41 年に三鷹に来た頃にも、組合発行の「見学の栞」があったことを記憶している。現在は天文情報センターが見学の窓口になっているが、筆者の知っている見学は、毎週金曜日の午後、正門前に集合した見学者を庶務の方が案内していたように記憶している。天文台は昔から見学の対象であり、何かしら夢の膨らむような存在だったようである。これらの 60 年も前の「見学の栞」に比べると、現在の見学ガイドは施設の紹介ばかりで、その施設を使って行っていた天文学の解説がないように思う。せっかくだから昭和 27 年 11 月 1 日発行の「見学の栞」を紹介する。

見学の乗目次

天文台構内図……………三
 天文台と天文堂……………四
 六十五種天體望遠鏡……………五
 天體寫眞儀星屋探照鏡その他……………七
 太陽面現象……………九
 コロナ観測所……………一〇
 塔望遠鏡……………一一
 プリズム分光器……………一二
 電波望遠鏡……………一三
 電離層研究……………一四
 子午儀及子午環……………一五
 保時、報時、及緯度……………一六
 その他の研究……………一七
 あとがき……………一八

—表紙 二十六年時塔望遠鏡の透視—

(第一圖)
東京天文台構内図
(93000坪)



- 1 正門
- 2 門衛所
- 3 本館
- 4 保時報時研究室
- 5 便所
- 6 水高時計室
- 7 電氣室
- 8 發電機室
- 9 工場
- 10 適合子午儀
- 11 寫眞天頂儀
- 12 一〇種赤道儀
- 13 守衛所
- 14 貯蔵庫
- 15 地盤研究分室
- 16 子午儀
- 17 子午研究室
- 18 時計室
- 19 二〇種子午儀
- 20 一三子午儀
- 21 天體電波望遠鏡
- 22 六五種赤道儀
- 23 塔望遠鏡
- 24 太陽物理分室
- 25 分光天體望遠鏡
- 26 二〇種天體望遠鏡
- 27 三〇種赤道儀
- 28 天體電波望遠鏡
- 29 二〇種赤道儀
- 30 天體分光研究室
- 31 圖書室
- 32 日本天文學會事務室
- 33 車庫
- 34 グラウンド
- 35 職員食堂
- 36 經理研究室
- 37 洗屋
- 38 職員會
- 39 蒸氣庫
- 40 測量點
- 41 組合事務所
- 42 裏門

天文學と天文臺

暗れた夜空を仰ぐ時、私達は、瞬き合ふ星の美しさに魅せられ、遙かな宇宙の神秘にうたれずには居られせん。親しみある星座はその神話と傳説の世界に私達をいざない、又その整然たる運行は自然の法則に對して限りない興味を抱かせます。人類は此の大空から幾多の美しい文學や藝術を生み、又正しい「時」や「曆」を得て來ました。

この空と星と複雑な感應の運動を説明する爲、東洋に於ても西洋に於ても解の作製のために人類最古の自然科学として發生し、複雑な感應の運動を説明する爲、コペルニクスの地動説が生れ、文藝復興の嚆矢を打ち鳴らしたのが天文学であり、ケプラーによつて確立された太陽系の構造はニュートンの力学により理論的に根據づけられ、こゝに人類最古の演繹精密科学たる天體力學が生れ、代數解析學の發達に力学學的自然觀の發生に大きな寄與をいたしました。又星の位置を非常に高度の精密さを以て測定する實地天文学は測量術や航海術の發達を促し、新大陸の發見に寄與しました。更に最發達した天體物理学は我々の周囲の物質に對する知識に莫大なる廣さと深さとを與え、單に星の物理的狀態、化學的組成に關する知識のみならず、自然の哲學を語るものも必ず天文学から始めなければならぬ様になりました。この様に人類文化百歳に及り、大きな貢獻をなすつゝある天文学は、科學と技術の發達に絕對に不可欠なものであり、その研究は一日もゆるがせに出來ません。

又すべての自然科学の内でも天文学は最も國際的な學問であります。悠遠な宇宙と天體の研究には、絶えざる連續的な觀測を必要とし、その爲に世界各地の天文臺が密接に協力し、次から次へと張りめぐらした觀測網に依つて如何なる天文現象も見落さず、に豊富な觀測資料を集めなければなりません。アメリカとヨーロッパの中間に位置を占める日本の

觀測があつて始めて世界の觀測は連續的となり、故に日本の地帯的特性的重要性が認められて來てゐるのであります。

東京天文臺は都心を離れた、空氣清澄な三鷹の臺地にあります。自然の風光に圍まれた明るい静かな環境に恵まれて居り、廣い敷地内には幾多の觀測設備が分散配置されて居ります。

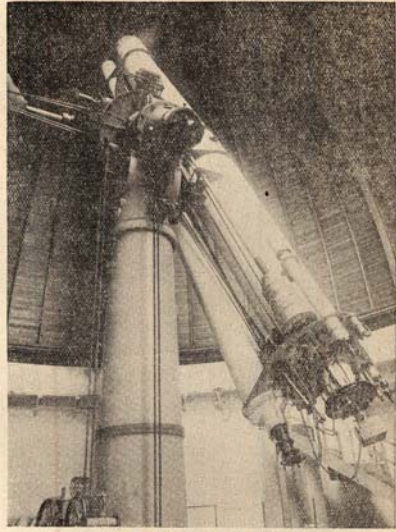
本臺も戰災により少からぬ損害を受け、多くの資料や機械を焼失致しましたが、菅原臺長を中心に、職員一致して復興に努め、活動を再開して居り、その業務内容は外國の天文臺にも稀な程多岐に亘つて居ります。

それでは以下順を追つて臺内の諸設備を説明して行きます。

六十五種大赤道儀

天文臺の中央に王者の如き偉容と天文臺そのもの、象徴でもあるかき印象的な姿を示して聳える直径一五米の大F1Mの中には、六五種屈折天體望遠鏡(第2圖)が据え付けられています。ドイツのカールツァイス社の製作にかゝる口径六五種、焦點距離一〇米一〇〇mmの寫眞赤道儀で、口径三八種、焦點距離一〇米八〇mmの案内望遠鏡と口径一〇mmのファインダーを備へ、機械の總重量は約二トンの、可動部分は大六種、對物レンズだけでも數百枚に及び、寫眞用屈折望遠鏡としては世界第五位を占める巨大な望遠鏡なのであります。この様な大口径、長焦點距離の望遠鏡は天體の位置を測定し又その視差を求め、即ち距離を測定するに最も適したものであります。又集光力の大きいことを利用して暗い星の微かな光度の變化や分光器を用すれば天體物理学の研究に一大偉力を發揮いたします。

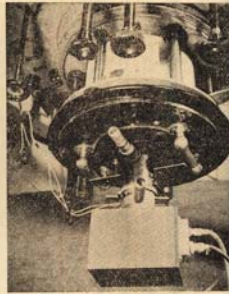
又案内望遠鏡は倍率(例へば二千倍程度)を使用して連星の實視觀測をなすことも可能であります。構造は普通の



(第2圖) 20吋天體望遠鏡

す。肉眼では特別の装置を取りつけ十六等級位まで見えます。これに對して便利な光電管では最良の状態でも十四等級位までしか出来ぬのが缺點です。これは寫眞の様に露出を加減して撮る事が出来ない爲です。

赤道儀より、はるかに複雑で細部に亘り最新の設備が施されています。時計仕掛、エレベーター仕掛の觀測床、丸屋根の廻轉を始め望遠鏡の微動操作装置その他凡ての運轉操作は電氣的に遠隔操作されます。現在は主として星のスペクトル測定に又變光星、新星の觀測にその力を發揮して居ります。此の望遠鏡は最良の状態で寫眞等級は十六等級—十八等級までの星を寫眞に撮ることが出来ま



(第3圖) 20吋光電管受光部

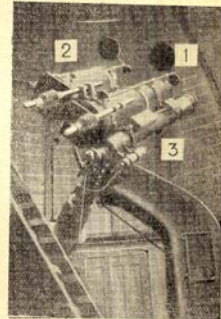
變光星、新星の觀測は星の物理的狀態及び力學的狀態とその變化の研究に貴重な資料を提供するものであります。特に連星系の研究は盛んでその變光曲線から變光要素及びその他の要素を正確に決定して居ります。その觀測には光電管が用いられその變化は時間的に記録される様になつて居り、その精度も百分の一等級位で觀測出来る様になつて居ります。

第3圖はその光電管受光部を示し、光電管端子は地下の記録室に導かれて居ります。

天體寫眞儀、彗星搜索鏡、その他

世間の盛んな太陽觀測も日没と共に終りを告げると、夜は天體の搜索や位置の測定、光度の測定、或は分光學的觀測等が種々の望遠鏡に依つて不斷に行われます。本臺敷地の東南端に佇んでゐるスマーティンにはブラッシャー天體寫眞儀(第4圖)があり、諸種の天體、特に小惑星と彗星の寫眞に依る測定と搜索が行われ、時には對物プリズムを用いて天體の分光寫眞がなされます。

此の望遠鏡(ブラッシャー天體寫眞儀)は米國で特に天體寫眞用に設計された赤道儀で、口径一〇呎、焦點距離一二七呎、アストロペーパー寫眞儀に口径一六呎、焦點距離一八呎、アストロペーパー寫眞儀と別に口径一五呎、焦點距離



(第4圖) ブラッシャー天體寫眞儀
(1) 口径 20cm, 焦點距離 127cm, アストロペーパー寫眞儀
(2) 口径 16cm, 焦點距離 81cm, アストロペーパー寫眞儀
(3) 口径 15cm, 焦點距離 180cm, 案内望遠鏡

持つて居る彗星搜索鏡(第5圖)があり、こゝでは實に彗星及び新星の搜索、變光星の光度觀測等が行われ、直視分光器を取付けば天體の分光觀測が可能であります。此の機械はドイツ、カールツァイス社でつくられ口径一〇呎、焦點距離一二〇呎の視野は廣く、明るく特殊な構造に依つて望遠鏡を如何なる方向に向けても觀測者は其の位置を殆んど變る事なく變な姿勢で仕事が出来ます。流星特に流星群の觀測は流星寫眞儀を使用し、レンズの前に廻轉數の一定なプロペラをまわして断續的に撮影されたその像からは正確な斷續時刻が知られ、その他の諸要素が決定されます。この流星觀測は近年レドレーを用いて行はれる様になりました。これは昔にも觀測が出来た事でも又用ひられて居る様な時でも自由出来る譯です。しかし肉眼又は寫眞に感ずる流星のすべてがレドレーに感ずるわけではなくその點不便をきたす譯です。



(第5圖) 彗星搜索鏡

黃道光、變光星、新星等は以前は寫眞觀測によつてその性質を調べて居りましたが近頃は光電管を使用する事が多くなりなりました。又夜光現象は地球上層部の性質を調べる爲に(特に電離層に關係した事)都市の明りに影響されない離れた山間地で行われて居ります。之は太陽からの紫外線による影響で酸素と窒素の成分が大部分を占めて居り、この現象は地球上層を取り巻く電離層の理論的研究にも役立ち、又夜光現象の本態の研究に重要な資料となつて居ります。この觀測所は伊豆半島八幡野に設置してあります。

彗星、小惑星、流星及黃道光の觀測は太陽系成因の理論的研究に特に流星は地球上層大氣の研究にも重要な資料を提供するものであります。次に掩蔽は月が地球の廻りを公轉しながらその軌道上の星を見かけ上から次へと掩い隠して行く現象でその時刻の精密な測定は複雑な月の運動や距離偏差の研究に又地球上の大陸間の距離を精密に決定することに役立つ此の觀測も光電管を使用して精度を上げて居ります。

太陽面現象

太陽は地球上に於ける凡ゆるエネルギーの源泉であり、太陽の大きな恵みなくして生物の存在はあり得ません。地球は太陽の周りを規則正しく公轉し、それに依つて生ずる四季の變化は私たちの生活様式の根源でもあります。太陽面上には、その活動の消長に伴つて、黒點、白斑、紅斑、紅斑、爆發等種々なる現象が相次いで起り或は爆發して時々

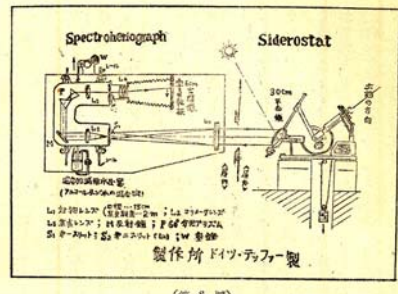
刻々實に目まぐるしい變動を繰り展げて居ります。そして活動の息吹は光線熱線、紫外線、電波、微粒子……と種々の形をとつた幅射放射線となつて間断なく流出し、我が地球上に飛來到達して色々な方面で地球に影響を及ぼして居ります。太陽活動の些かの變化や異常も忽ち種々の作用となつて現われ、無線通信障害を惹き起し或は磁石を狂わせて船舶の航行に障害を與へ、時には、農業や漁業の收穫に影響を與へ、その他潮流異常や氣壓配置の變動などの影響を及ぼしているものであります。従つて之等太陽現象の時間的變化を究明し、その消長を知り、本質を明らかにして之を始めて地球への影響を究明する事が出来、對策を講ずる事も出来るのであります。又太陽は私たちが詳しく観測出来る唯一の恒星でもあり、その表面の性状組成や内部構造を知る事は恒星天文学へも大きな寄與をもたらす糸口ともなるものであります。時々刻々にうつり變る太陽面諸現象の観測と研究は夫々の目的に應じた装置によつて連続不斷に行われねばなりません。當天文臺には色々な太陽観測の爲の諸設備がありますから次々に見て参りましょう。

二十種望遠鏡

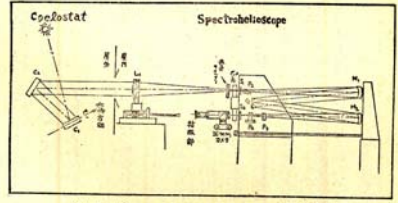
此の天體望遠鏡では主として黒點の観測を行つて居ります。望遠鏡による投影像について行われた太陽面の日々の概況その他の記録が得られて居り、異常大黒點その他突發現象に對しては頻繁観測がその都度行われて居ります。又紅十字直視分光器を取り付けて水素のH α 線に依る「プロミネンス」の観測も續けられて居ります。この赤道儀はドイツのカール・ツァイス會社製、口径二〇三種、焦點距離三五九種で倍率は五〇倍より五〇〇倍位の範圍を適宜變える事が出来ます。非常に使い易い手頃な望遠鏡で、夜間も星の観測に利用される事もあります。尙この赤道儀には口径十種、シャッターハイル會社製の太陽寫真専用の望遠鏡が附加されて居り、黒點の寫眞観測も行われて居ります。次に分光器による観測をして居る所へ参りましょう。

分光太陽観測室

本臺敷地の南東寄り、深い谷間に囲まれて複雑な平家のような分光太陽観測室があります。此處では太陽面に於ける水素及電離カルシウムの吸収線のみならず依る分光観測が行われ、太陽層の基礎的観測が爲されて居ります。此等の観測に用いられる主な装置は「分光太陽寫眞儀」と「分光太陽望遠鏡」で夫々外觀構造は全く異なりませんが、屋外の平面鏡から太陽光線を水平に室内に導き、分光器に入れて特定波長の吸収線のみを用いて太陽像の観測をするという點で原理は同じものであります。「分光太陽寫眞儀」(ドイツ・ツァイス會社製(第6圖))に於て用いられる吸収線は重外部にあるカルシウムのK α 線で、第二スリット(細線)からその光だけが抜ける様に分光器全體を光軸に對して直角方向に徐々に滑動させれば、第一スリットは太陽焦點像に沿つて順次移動し、それに對して第二スリットを通過したK α 線のみが依る単色光は寫眞レンズに依つて擴大され、乾板上に第一スリットに相當するカルシウム単色光像を寫し並べて太陽像を完成する様になつて居ります。その滑動速度は水壓器又はモーターに依つて調節され、露出時間を任意に變える事が出来ます。此の装置に依つて得られた太陽面に於ける電離カルシウムガスの分布、發光状態を示す寫眞は恰も羊毛の如き様相を呈し、「羊毛斑」と呼ばれ、太陽黒點と密接不離の關係にあり太陽面の擾亂區域を示すものであります。又その羊毛斑の中に屢々檢出される光輝の強い斑點は壽命の短い突發的現象で「爆發斑點」と呼ばれ、極めて良い對照性を以て地球に對し電磁氣的方面に顯著な障害を與へる爲、特に注目されて居る現象であります。尙此の装置の第一スリットの直前に念慮調整を置いて太陽像を遮蔽し太陽周邊のみを分光してプロミネンス(紅雲)の撮影も行われて居ります。用いられる吸収線は同じくK α 線であります。



(第6圖)



(第7圖) スペクトロヘリオスコープ構造圖解

屋外のシドロスタット(O $_1$)は第一平面鏡=時計仕掛けで太陽を照らし、O $_2$ は第二平面鏡から選ばれる太陽光線を對物レンズ(L)に於て、それに依り出来る焦點像の所に第一スリット(S)を置き四面鏡(M)で折返した平行光線が顯微鏡(G)で分光される其のスペクトルが更に四面鏡(M $_2$)から折返しスリット(S $_2$)にスペクトル中の水素吸収線H α の像を作るとH α 線のみが光がS $_2$ を抜ける、S $_2$ の前に90度角に作られたスリット(S $_1$)にスリット像に中がつきこれを接眼部からのぞけば太陽面の或領域のH α 單光像を見ることが出来る。尙P $_2$ (梯形ガラス)、P $_3$ (比較光用平行平面ガラス)、P $_4$ (視距離測定用平行平面ガラス)。



(第8圖) コロナ観測所會舎

面に於ける水素ガスの分布、發光、運動状態を観測し水素暗線や爆發の様な突發的現象やそれらの短時間的變動をも見逃すことなく、その消長を追跡出来る特性を持つた装置であります。従つて前者と後者との關係は謂はば電送寫眞に對するテレヴィジョンの様なものと思つて置けばよろしいでせう。

本臺では試作のこの装置が据付けられ、観測開始後、間もなく火災に依つて惜しくも焼失しましたが、最近國産の第二代目が設備され今朝より日没まで連続活躍中であり居ります。これらの観測材料は直ちに整理整約され速報通報その他の印刷物となつて内外各方面に送られ、太陽面現象の豫報通報に資せられる外、國際的に無線通信や地球物理學的な現象等との相關の研究に寄與して居ります。

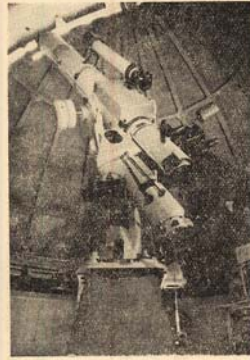
コロナ観測所

(北アルプス乗鞍連峰摩利支天岳)

特殊装置に依つて日食時外の太陽コロナを常時観測する……此の爲べく、まさに歴史的な計畫が實現したのは一九三一年、フランスのペルナル、リローが約十数年の苦心の末レネー山脈ピク・デュ・ミヌイの高峰で成功の見通しを得たことに始まります。其の後アメリカスイス、ドイツ等で成功し、コロナスペクトルも常時観測されて居りますが我國に於いても亦数次の高山試験観測によつて成功し、本格的研究の場にも引き上げられて居ります。

て、北アルプスの雄峰乗鞍岳(摩利支天岳)に天文臺のコロナ観測所(第8圖)が建設され常時観測が行われております。東半球唯一最初のコロナ観測所としてその成果は内外各方面に送られ国際協力の一端を擔つております。コロナの常時観測はコロナの形及び明るさの變化消長を以て太陽面の活動領域を探索し合せてその本質を究め且つ地球への影響を豫知せんとするものであります。コロナの變動を連續監視する爲我國は歐米とベトンを受け渡し相呼應しつゝ鼎の一脚をなす地地的特性を有し、その意義は頗る重大なものがあります。

コロナグラフ



(第9圖) コロナグラフ

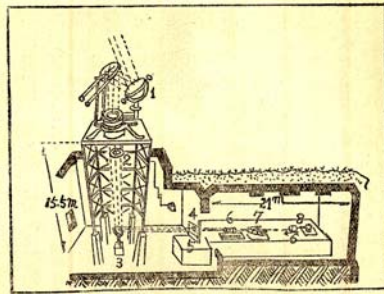
コロナグラフ(第9圖)の對物レンズは口径十二、三、四、五センチで焦點位置に金屬圓盤を置いて太陽像を遮断し人工日食を作ります。望遠鏡筒内の散乱光線を除く爲細心の注意を拂つた完全な絞り装置と對物レンズ面の反射折光線を除く特殊光學を施したものであります。光學系は極度に清拭された良質のものより成つて居ります。斯様にコロナグラフは塵埃その他に依る散光を非常に減ふ爲高山へ持ち上げる事により太陽光の百萬分の一程度のコロナの諸輝線(高度に電離した鐵及びカルシウム等から出る光)を観る事が出来るの

塔望遠鏡



(第10圖) 塔望遠鏡

でありまして現在は近代測光法の粹を集めて觀測研究が續行されて居ります。尙コロナの他に紅炎も觀測してあります。天文臺の南端、雜木林の崖に面して、すつくと立ち上り、青銅のヘルムットをかぶつたガリシヤ兵を思わせるモダンな塔があります。この塔の望遠鏡(第10圖)は一名アインシュタイン塔と呼ばれて居ります。これはもと(アインシュタイン)の有名な相対性理論を觀測的に立證する爲に建造されたことによるものです。現在は主として太陽スペクトルの微細構造及び種々の效果に對する觀測研究が爲されて居りますが、これらは太陽大氣の物理的性狀、化學的組成を知る資料となり、ひいては太陽内部構造究明の糸口ともなるものであります。この塔は大體垂直に固定して立てられた望遠鏡と見ればよいので、塔の部分に望遠鏡の筒に相當します。屋上のドームの中にシロスリットと呼ばれる装置(第11圖)があり、一枚の平面

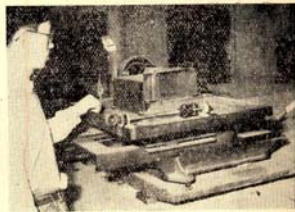


(第11圖) 塔望遠鏡見取圖

- 1 シロスリット(05cm平面鏡)
- 2 寫眞取枠
- 3 コリメーターレンズ
- 4 アリズム分光器
- 5 副折格子分光器(グレーティング)
- 6 コリメーターレンズ
- 7 アリズム分光器
- 8 副折格子分光器(グレーティング)

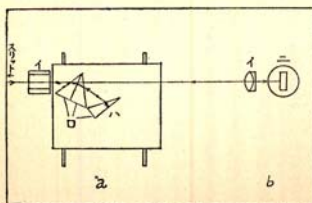
の操作、焦點距離の調節、ドームの廻轉等すべて電氣裝置によつて遠隔操作が出来る様になつて居ります。尙本臺の塔の様にし字型になつて居るものはドイツポツダム塔と共に世界に二つを數へるのみであります。

プリズム分光器



(第12圖) プリズム分光器

上の寫眞(第12圖)は塔望遠鏡の地下暗室に設置してあるプリズム分光器です。第13圖(a)に於て、スリットより來た光はコリメーターレンズ(4)により平行光線となり、三つの30°プリズムを通り、最後のプリズムの面内で反射され再びプリズム及びレンズを経て、スリットの下にある寫眞取枠の上にスペクトルの像を結びます。結局分光器としては60°プリズムを3箇用いたのと同じこととなります。レンズの焦點距離は8米で、得られるスペクトルの分散度はD線附近で $\Delta\lambda/\lambda$ になり、この様な型の分光器をレトロタイプと呼びます。(b)は同じく廻折格子分光器でありまして、コリメーターレンズの焦點距離は二米、分散度は $0.4\mu/\text{mm}$ (第三次)格子の数は全部で七五、〇〇〇本であります。これを用いる時にはプリズム分光器はレールに沿つて光學軸からはずす様になつて居ります。塔望遠鏡の他の装置は全部ドイツカールツァイス製であります。この廻折格子(二次)はアメリカシカゴ大學製であります。第11圖の塔望遠鏡の全體の見取圖



(第13圖) 塔望遠鏡分光系略圖

を参考にしてください。

電波望遠鏡

近年無線技術の進歩によつて電波天文学が急になつて來ました。電波天文学といふのは太陽その他の天體から出ている電波を観測して研究する學問で、それに使われる器械が即ち電波望遠鏡です。

電波天文学の研究の爲に觀測される天體電波は波長數 $10m$ から $100m$ 位までの電波で、丁度テレビジョンレコーダーなどで使われる位の超短波とか極超短波とかいわれる波長の電波です。

電波による天體觀測にはどの様な利益があるかといふと、先ず第一に晴れた日でもなくても觀測出来る事です。今迄天文觀測では天候という事が重要な問題であつたわけですが、電波は雲は勿論雨の中でも通つて來ますから天候の方は全然心配する必要がないのです。御承知の様に太陽黒點の活動狀況は地球上無線通信に大きな影響を持つていますので太陽黒點の狀況を毎日觀測したいのですが、普通の望遠鏡では曇りの日、雨の日は觀測出来ません。その様な時には電波望遠鏡による觀測が非常に重要なものとなつて來るわけです。

次に電波で觀測すると光によるのとは全然別の事が觀測出来るという特長があります。例えば電波星といつて、確かにそこから電波が出てゐるから何か天體があるわけなのに普通の望遠鏡では星が見當らない、即ち光を出さずに電波だけ出している天體が一〇〇個も發見されています。又太陽も電波で觀測すると光による觀測では解らなかつた面白い現象が觀測されます。

長所ばかり書き立てましたが短所もあるので、光にくらべて波長がすつと長い爲に觀測の精度が上らないという事がある短所です。この頃ではそれを改善する爲に色々新しい考案が出ていますが、それでも光による觀測には、とても及びません。

電波望遠鏡とはいつても、光の望遠鏡と似た働きをするからこう呼ばれているだけで、物は全然違つています。(第14圖参照)



(第14圖) 電波望遠鏡

電波望遠鏡の構造は結局アンテナと受信機それから記録計の三つの部分に大別されます。

アンテナはビーム式とか八木式(これはテレビジョンの受信用でおなじみでしう)、抛物鏡式(これは一寸反射望遠鏡に似ています)など色々形のものが使われます。アンテナが大きければ大きい程弱い電波が觀測出来、又精度も増しますが、何しろ固定式のアンテナと違つて望遠鏡式に動かす必要があるので大きい物を作る事は仲々大變です。一寸考へても寸法を二倍にすると體積は八倍となり、従つて重量も八倍になりますから材料費だけでもぐんと違つてゐるわけ、その他にも大きくくれば風壓の問題なども大きく利いて來ますし、精度が増すだけに運轉の精度もよくしなければなりません。

受信機はいわゆるスーパーヘテロダインで普通の無線通信用の受信機と同じ原理のものですが、たゞ天體からの電波は非常に弱いので感度が高くしかも安定に受信出来る様注意して設計製作してあります。

記録計 天體からの電波といふと何かロマンチックに聞えますから、素晴らしい音楽でも聞えて來る様に思つた方も

多いでしょうし、又電信のトンプリでも聞えるのぢやないかと思つた方もあつたでしょうが、本當は残念ながら連続した「ザリ」といふおもしろくない音しか聞えないのです。それで音を聞いても仕方ないのでその強さを連続的に記録する事が必要なのです。その爲に記録計というのを使います。これはメーターの針の先がペンになつていて、一定の速さで動いている巻紙の上に天體電波の強さの變化を自動的に記録して行く様になつてゐます。

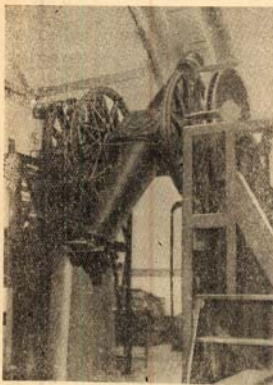
現在東京天文台には六〇メガサイクル(波長 $5m$)、一〇〇メガサイクル $(5m)$ 、二〇〇メガサイクル $(1.5m)$ 及び三〇〇メガサイクル $(1.0m)$ の四つの周波數用の電波望遠鏡があつて毎日の觀測に使われてゐます。

又抛物鏡の直径 $10m$ という大電波望遠鏡の建設も着々進んでおり、明一九五三年の春には完成する豫定です。

電離層研究

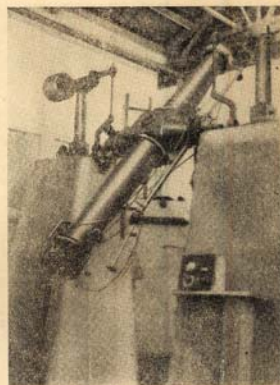
太陽からの放射線的作用(特に爆發現象)は地球物理学上、電氣磁氣の方面に顯著な影響を及ぼします。その研究は天文学の重要課題の一つであります。又恒星の位置はその固有運動及びその距離を知り、更に歳差、章動、光行差等の研究を行つて始めて定められます。層の編纂や時刻決定の爲の規準となるこれら天體の位置即ち赤緯赤経を測るには、「子午環」(第15圖)を使用します。此の子午環の視軸は正しく東西に固定された水平軸に直角に取り付けられ、子午線に沿つてのみ動きます。子午線を通過する星は、その視野の中に張られた細い蜘蛛の糸に依つて追跡されその赤緯の運動に伴つて電氣接點が開閉され自動的に電流が通じてその時刻がクロノグラフに記録されます。又水平軸には望遠鏡と共に廻る目盛環が固定されていて、高度が星の高度が詳しく讀み取られます。此の時刻と高度から赤緯と赤経が求められるのです。

子午儀及び子午環



(第15圖) ゴーチエ製大子午環

本臺には此の種の機械として最も大きい口径二〇呎、焦點距離三米(〇)個の「子午環」(第15圖)があり、又連夜、時刻の測定に用いられてゐる。



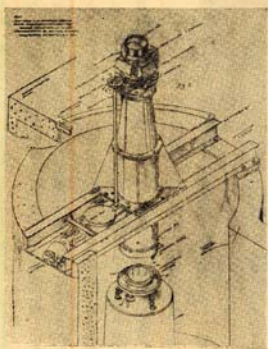
(第16圖) レアソルト型大子午儀

口径九呎、焦點距離一米のバムベル型子午儀(第17圖)は連合子午儀室に三臺据えられておりますが、これは所謂折型で對物レンズを通じて来た光は水平軸の中央のプリズムに依つて一方に曲げられ、その端で観測されます。小型ではありますが観測し易く精密な自記測微尺や水準器が取付けられています。星の子午線通過の時に観測する方法を「子午線観測法」と云い、此の方法は他の観測法に較べて機械誤差の影響が少く計算式も簡單で最も精度の良い結果が得られます。

地球の自轉は非常に正確であつて、位置の良く知られた恒星は何時何分に其の子午線を通過すると云ふことが計算に依つて詳しく分つています。この位置のよく知られた恒星の子午線通過を観測し、それをクロノグラフ上に記録し、同時に記録された標準時計と比較するのです。こうして精密な時刻が求められ正確な時計の修正値が決定するのであります。



(第17圖) バムベル型子午儀



(第18圖) P・Z・T 略圖

保時及び報時

通常此の種の観測には〇ケの星を二組として用ひ、観測の精度は〇・〇一秒程度であります。而して保時の精度の高まつている現在此れに比肩する精度を得る爲に光電管や寫真天頂筒による観測方法が研究され、現在着々とその成果を挙げつゝあります。

光電管に依る観測は人間の視覚に頼つて来た従来の観測法にとつて代るもので、過去に於ける「ハンド・ドライプ方式」では如何にしても除く事が出来なかつた個人差の問題を一舉に解決し、精度を〇・〇一秒まで上げる事が出来ま

す。尙此の方法は世界最初の試みで注目されております。又寫真天頂筒(第18圖)は略してPZTと呼ばれ、口径二〇呎、焦點距離三米五十種のレンズを裝備し、時刻観測及び緯度観測の爲に作られた望遠鏡であります。このPZTはあらゆる物理的、機械的誤差が最小になる様に天頂の方向に固定され、水銀を使用してこれがつくる水平面に依つて天頂を規定される様に出来ています。而して此の望遠鏡は近代精密工業がなし得る最善を盡して作られているものでありますから此の種観測法としては他に類を見ない高精度のものであります。

天球を文字盤とし、自轉運動をする地球上に特殊の望遠鏡(子午儀)を据えて、これを指針とする宇宙の時計。これが現在、私達のたよつて居る観測時計であつて、この時計と比べることによつて正しい時刻を知ることが出来ます。

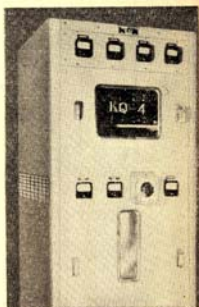
子午儀で恒星の子午線通過を測定し、同時に地上にある標準時計と比較するのは、結局、宇宙の時計と地上の時計を比べて、その時刻に於ける地上の時計の修正値を求めることなのです。こうして数回の観測の結果、数臺の標準時計の動きを使つて、始めて日本に於ける中央標準時の決定ができること云々わけです。

東京天文臺には、現在、ドイツ製の「リーフラー天文振子時計」五臺と水晶時計四臺(内アメリカ製二臺)があります。

「リーフラー天文振子時計」は現在では殆んど使われておりませんが、振子時計としては非常に精密なものであつて、過去数十年來、昭和二十六年末迄、標準時計としての主役を演じて來ました。處が本来、振子の等時性を應用した機械装置であるため、常に恒溫、恒壓に保つても、地震や地面の振動等の外部の影響を免れることはできません。精密な時計であるだけに、その影響を敏感に受けて、時計の運行は亂れ、標準時計としての正確さを失つてしまいます。

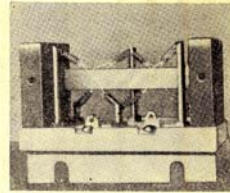
これらの缺點を補つて登場したのが水晶時計(第19圖)です。水晶の結晶は酸やアルカリに侵されたり、熱や水分でその形や性質が變化することの全くない安定なもので、内部摩擦も、又、非常に小さく、この結晶から裁り出された水晶片は一度振動させると何萬回も何十萬回も振動を持続します。水晶時計は水晶片のこの固有振動を應用した時計なのです。

又、水晶の結晶から、その電氣軸に垂直に水晶片を裁り出して、その兩面に壓力か張力を加えますと、夫々の面に正



(第19圖) 既内製水晶時計

負の電荷を發生しますが、この現象は「ピエゾ効果」と呼ばれ、ヤネーリ兄弟の發見したものです。逆に、この水晶片に電壓を加えますと、水晶片には歪を生じ、この現象は「ピエゾ逆効果」と呼ばれています。これらの性質があるために、これを利用して、これと眞空管を適當に組合せますと、水晶片の振動を何時迄も續けさせることができると共に、この振動電壓を取り出すことが出来ます。この部分は「水晶發振器」と云われ、水晶時計の心臓部となつております。しかし最初お話をしたような簡單な裁り出し方では、水晶片の温度が變化すると、その固有振動數も、ほんの僅かですが變つてしまいます。そこで温度が多少變化しても、その固有振動數の殆ど變らない裁り出し方が今迄に數種類考案されており、水晶時計では勿論この裁り出し方による水晶片(第20圖)を使用しています。更に、その精度をよくするために、この水晶片は恒溫槽の中に收容されて、常に一定の温度に保つように工夫されています。これらの水晶片は、その形が比較的小さく、又、弾性が強いので、その固有振動數は非常に高いわけで、水晶時計には大抵、十萬サイクルのものも使用されています。従つて振子時計のように、これで直ぐ時計機構を駆動するわけにはゆかないのです。この高い周波數は、丁度、齒車装置で同轉數を順々に落ちてゆくと同じように、電氣的に周波數を順々に落ちてゆくことができます。かくして最後に千サイクルで同期電動機(ホニツクモーター)(第22圖)を運轉し、時計機構を駆動することができます。そして正確な毎秒の信號は光電管を應用して取り出されています。



(第20圖) アメリカ製水晶振動子

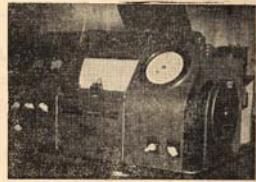
これが水晶時計の概要です。それではこの水晶時計の精度はどの位かと申しますと、一日に於ける時計の歩度(時計の遅れ・進みを表す度合)は日々非常に安定であつて各時計とも〇・〇五秒(百分の五秒)以下の範囲に於いて、或る一定の數値に近く、その歩度の變化は〇・〇〇〇五秒(一万分の五秒)位と云う全く驚くべきものであります。

このように安定な時計が数臺、正常に運行しておれば、雨天が續いて數日間天候觀測ができなくても、地上にある標準時計、即ちこの水晶時計を信頼して、常に正しい時刻を求めることが出来るわけです。

水晶時計はこのように精密な時計ですが、やはり何かの影響で、多少の狂ひを生ずることがありますので、常に數臺の水晶時計の相互比較を行つて、その運行を監視しております。

そして現在、天文臺にある四臺の水晶時計の他に、小金井の電波研究所に數臺、東京工業大學に一臺の水晶時計があり、これらは夫々専用のケーブルを通じて、時計の信號が天文臺へ送り込まれております。天文臺では臺内の水晶時計と同じように、これらの時計の信號を相互比較して活用する一方、時計の運行を監視しております。

水晶時計の相互比較は、「ハイ・スピード・クロノグラフ」(第21圖)と「電子計數比較器」(第22圖)とによつて行われております。前者は圓周一メートルの圓筒を毎秒二回轉させ、この上に貼りつけた放電破壊紙上に、比較する時計の秒信號によつて電氣火花を飛ばせて記録するもので、この機械によると、二つの時計の秒信號の間隔は〇・〇〇〇一秒(一万分の一秒)程度迄讀みとる事ができます。



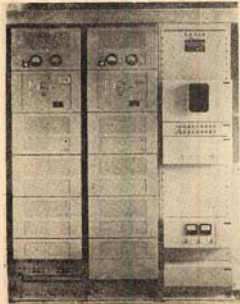
(第21圖) ハイ・スピード・クロノグラフ

「電子計數比較器」は水晶時計からの十萬サイクルの交流電壓で働かせ、この一サイクル毎にネオン管が點滅して、この波數を表示するものです。今、比較する一方の時計の秒信號で、この計數裝置を始動させ、もう一つの時計の秒信號で、これを停止させますと、これら二つの時計の秒信號の間隔が〇・〇〇〇一秒(一万分の一秒)迄讀みとることができると云う素晴らしい機械です。

こうして正しい時刻は宇宙の時計から、地上の標準時計である水晶時計に移されて、こゝではじめて報時が行われます。(第23圖参照)

天文臺から發信している無線報時は一分間に六十一の信號の出る特殊のもので、學用報時(呼び出し符號「J・C」)と云います。この報

時は國際的にとり定められ、東京天文臺からは日本標準時の十一時と二十時の二回五分間(時五十分より五十五分まで、二十時五十分より五十五分まで)の「モールス信號」と、五分間(時五十五分より十一時〇〇分まで、二十時五十分より二十一分〇〇分まで)の時計の信號を發信します。天文臺で發信したものを有線で千葉縣の檢見川・白井の兩局へ送り、この二つの發信所から四つの電波となつて發射されております。勿論、



(第22圖) ホニック・モーター(中央と左)及び電子計數比較器(右)



(第23圖) 報時の系統圖

注 ラジオの時報は連環及び學用報時を受信して放送會館内の時計にせて行つております。

す。これは有線報時で、天文臺から中央電報局を経て、全國の郵便局や各地の報時裝置に傳へられております。

以上「報時」の外に、天文臺から出る今一つの報時に、「正午報時」がありま業務に、研究に利用してあります。

こうして日本に於ける中央標準時は決定し、これを報時する精密な時間には、「G・G・S・單位」の一つとして、自然科學や技術方面には不可欠のものであります。無線通信・電波物理等の實際の業務に、また研究機關に、氣象・地震・地磁氣・地電流等の地球物理關係の研究機關に、船舶・航空機等の交通機關に、それから放送局等々、精密な時間と時刻の要求は枚擧げに追がられません。

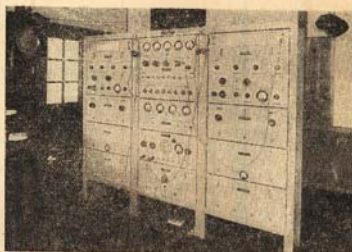
戦前は世界一流の精度を誇つた我が天文臺の報時も、戦後は災害の痛手を蒙つた上に、歐米の報時機構の飛躍的な向上があつたため、世界の三流程度までも落ちておりました。科学技術の進歩に追いつけぬ状態となつておりましたが、水晶時計をはじめ、前述の諸器械が著々と整備され、研究に、研究の應命なる努力を重ねて、世界の水準程度に到達してあります。全員は日々、たゆまざる努力を續けています。

經 度 研 究

構内の西北端に無線の木柱が幾本も立っている、そこにある建物が天文時部の經度研究課であります。

この課の前身は三國國際報時所でありましたが昭和二十三年天文臺に合併となり、天空から來る無線報時を利用して萬國の主要な天文臺から、定期的に發射している報時を受け、東京天文臺の標準時計と比較することに依つて行われるものであります。國際報時に協力する爲、現在ではワシントン、パリ、グリニツ、メルボルン、モンテグラッド、米國標準電波局、WVAV、布哇の WWVH などを受信し、一方日本から發信している無線報時も受けまして、これ等の受信値を毎月發表してあります、この材料は諸外國の主要天文臺及び國內の主要研究所へも發送されております、尚外

二八



(第 24 圖) 報時受信用短波受信機

三〇
 國からもこれと同様な資料を送つて来るので、これに依つて比較研究もなされています。

報時を受信し、標準時と比較する爲には、信號と時計の秒打を同時に記録するのであります。

この記録は過去十七年間は、ムービングコイル型の現字紙受信機でありましたが、昭和二十六年の四月頃からは、ハイ・スピード・クロノグラフで受信を始めました。一秒の千分の一を直讀出来るので精度も一躍して(±)千分の二と云う處まで向上して來たのです。

ハイ・スピード・クロノグラフに併行して、目下電子計數比較器に依つて受信を始めました。これは一秒の十萬分の一を直讀出来る装置でありまして將來は精度も一段とよくなると共に「天文時」の分野に大なる貢獻を爲すものと期待してあります。

茲に特記すべきことは、到來した無線報時符號の波形をブラウン管で直視しながらその良否を判別して受信することでありませぬ。

従來は電流、或は電壓を目安として受けて來たのに比べその電波の立ち上り點を一定にしながら受けることに特徴があるのです。

尙、この課では乗鞍嶽コロナ観測所及び國分寺の電波研究所との間に、五〇ワットの無線電信電話の送信機で観測材

料の送受信、その他の連絡事項もやつてあります。

其の他の研究

所謂天文計算に關し、天體位置推算、軌道研究及び曆計算にわかれ次のような計算研究の分擔をしていきます。

天體位置推算では、新聞その他で大々的に報道される日食、月食の豫報やその観測後の整理、あるいは惑星、衛星の位置の推算、掩蔽現象、タイムの観測に必要な恒星の視位置等の計算及び以上のすべての計算方法の研究、それに必要な數表の改良とそれらに關聯した力學的計算等を行つていきます。軌道研究は小惑星の軌道の計算、更に一般的な天體力学ならびに軌道論の研究を行つていきます。曆計算においては曆記載事項を計算し、その計算方法を研究すると共に計算した資料により理科年表を編纂し一般に最も正確な曆事項を提供して居ります。又最近問題になつてゐる世界曆、夏時刻等についてもいろいろ研究してあります。此處で一寸附記しておきますが天文計算に關する説明にはすでにテーブルと云ふ言葉が使われますが、これは決して机のようなものではなくて、表のことで、對數表、三角函數表はもつとも普通テーブルです。太陽、月、各惑星その他各種のテーブルがあつて、是等の研究に關する人達はこれらのテーブルを使いわけ、何千何萬の數字の群と取組んで比較的地味な仕事を受け持つて居るわけですが時としては推算した食や掩蔽の観測を實際に行つて居ります。

あとがき

最近天文学に寄せられる關心が非常に昂つて來た折柄、本書を見學される方も多くなりましたので、天文学及び天文

見學の榮

昭和 27 年 11 月 1 日 發行
 第 4 版(改訂版) 非賣品
 編集者 東京天文臺職員組合委員會
 東京都三鷹市大澤 東京天文臺内
 發行所 東京天文臺職員組合
 東京都港區芝南佐久間町一ノ五三
 印刷所 笠井出版印刷社

案についての理解を深める一助にと、このさくやかな小冊子を見學の榮としてお願ひすることになりました。尙本案に於ては毎週金曜日を見學の日と定めてありますが、観測や實驗の都合によつて公開は一部に限られることがあります。又本案内にある日本天文学會發行の「天文月報」には色々な天文ニュースや観測の手引その他詳しい解説が掲載されておりますから天文学に一層の興味を持たれる方に好個の参考書としておすゝめ致します。