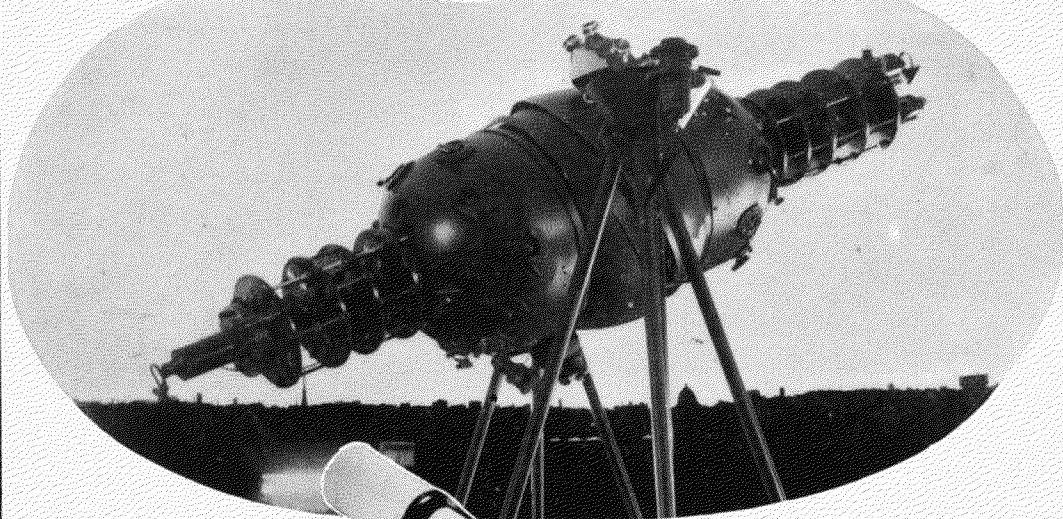


五藤式天体望遠鏡

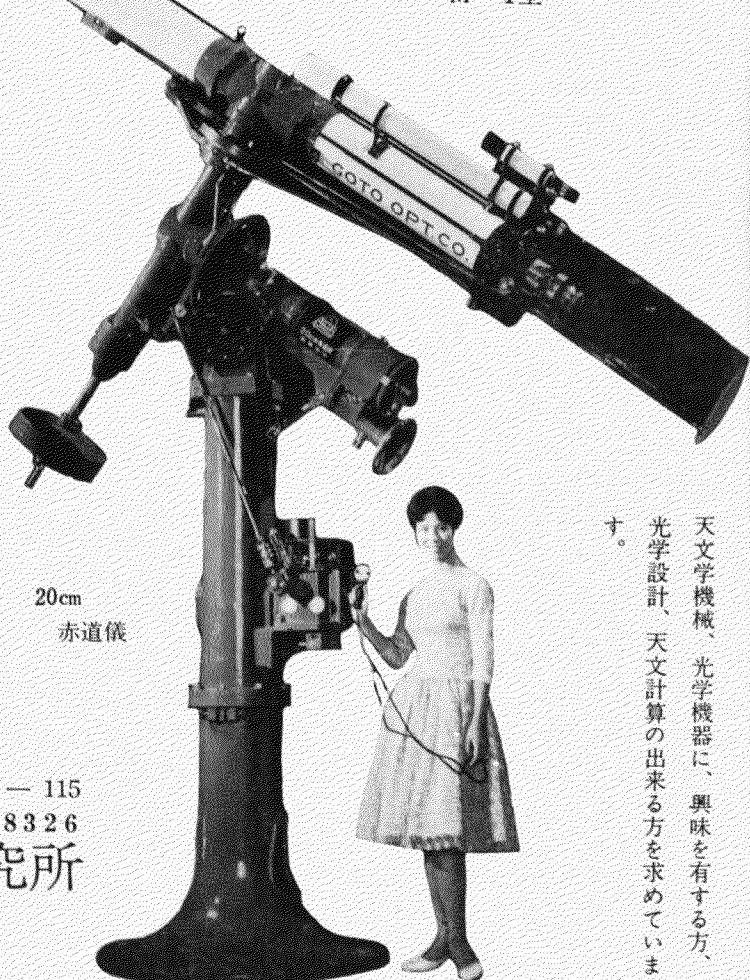
五藤プラネタリウム



五藤 プラネタリウム
M-1型

大型据付型望遠鏡
理振法天体望遠鏡
天文学機械
プラネタリウム
光学測定機
ドーム建設

(カタログ呈)
誌名記入のこと



天文学機械、光学機器に興味を有する方、
光学設計、天文計算の出来る方を求めていま
す。

東京都世田谷区新町1-115
電話 (421) 3044・4320・8326
株式会社 五藤光学研究所

目次

	頁
活動領域のコロナ	河 鮎 公 昭 166
学会からのお知らせ—秋季年会、大塚奨学金の希望者募集	170
月報アルバム—河鮎氏の写真より、隕石孔のいろいろ	171
天象欄—8月の天文暦、木星の四大衛星	174
隕石孔について(I)	下 保 茂 175
太陽系の重心に対する太陽の運動	田 中 濟 179

—表紙写真—

楕円星雲 M 60—おとめ座 ε の近くにある楕円星雲 M 60=NGC 4649 で、左上は NGC 4647。本年4月岡山天体物理観測所 188 cm 反射鏡で撮影

◇本会秋季年会—10月10(水)、11(木)両日、水沢緯度観測所にて、講演締切8月31日、
詳細本誌170頁

◇大塚奨学金希望者募集—締切9月31日、募集要項は本誌170頁

長期予報とその利用法

気象庁予報部 長期予報研究会編 B6 ¥400

日本の季節の移り変わりの仕組みや、その時々に起こりやすい天候の変化を気候の変動も含めて述べ、さらに予報を有効に使うことをも解説した。

〔主な目次〕 ①冬は寒いとは限らない ②春はどこからやって来る ③梅雨にならないと夏が来ない ④台風一過、秋になる ⑤季節をはこぶ空気の流れ ⑥長期予報の出し方 ⑦長期予報の利用法

地学教室シリーズ

地震の科学

笠原 慶一著 B6 ¥280

雨の科学 人工降雨のはなし

磯野 謙二著 B6 ¥350

天気図の書き方と見方

気象庁予報技術研究会編 B6 ¥380

気候の変動

土屋 巖著 B6 ¥420

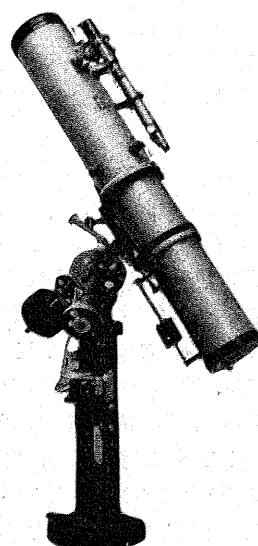
東京都新宿区三栄町8 恒星社



カンコーラ天体反射望遠鏡

C
新
発
売
日

十五種ミヤノン天体反射望遠鏡
(鏡筒長九〇—一三五〇耗及び二四〇〇耗)
C・G式焦点距離二段切換



★ 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

活動領域のコロナ

河 鰐 公 昭*

活動領域のコロナの研究は、リオがコロナグラフを発明し、1930年7月25日日食時以外のコロナ観測に初めて成功して以来、種々の議論の対象となって来た。もっぱら日食観測にたよっていた1930年以前のコロナの総観測時間数はわずかに1時間程度に過ぎなかつた。精度の点で日食観測におとるとはいえ、観測時間の飛躍的増加という点で、コロナグラフの発明は極めて重要であつた。とえろで光学的コロナ観測には、太陽の縁でのみ観測可能であるという重大な欠点がある。この欠点をおぎなうものとして、電波領域、X線領域の観測技術の進歩は活動領域のコロナの研究に多くの寄与をしている。太陽電波及びX線は主としてコロナから輻射される、今日では電波及びX線領域に於ける太陽像の観測により、コロナ内の活動を、太陽面上で、のあたりに見ることが出来る。1956年頃に始まった今回の太陽活動最盛期には、これ等多種類の観測が数多く行なわれ、活動領域のコロナに関し多くの新しい事実が見出された。今日これ等の観測をふりかえってみると、不充分な点も多い。その一つは同時に二種類以上の観測が行なわれた例が極めて少ないとある。その為にこれ等の観測をまとめて、一つの総合的なイメージを作りあげるのは極めて困難であつて、現状においては種々の問題点を提起する段階に止まっているともいえる。こういう状態ではあるが、現状を出来るだけまとめておくのも無意味ではないかと思う。

皆既日食が始まると、月にかくされた太陽のまわりに、真珠色のコロナが輝き始める。このコロナの光の中99%迄は、太陽の本体をつつむ 10^6K という高温の自由電子が、太陽の光に照らされて輝いたものである。その色は全くといって良い程太陽光の色と良く似ている。コロナの光の中、この部分はKコロナ式は白色コロナと呼ばれる、残りの一部はコロナ自身が實際に出している光であつて、L(或はE)コロナと呼ばれる。上に述べた 10^6K という高温の場合、自由電子は、コロナ中に存在する鉄とかカルシウムとかいう原子中の電子を、十数個もたたき出してしまつ。こうして生じた多重電離イオンの出す輝線がこのLコロナである。多數のコロナ輝線のなかで特に明るい波長 5303\AA , 6374\AA の輝線は、それぞれ緑線、赤線と呼ばれる。緑線、赤線はそれぞれ

Fe XIV(13ケの電子がとれた鉄イオン), FeXが出す輝線である。波長 5694\AA の輝線は普通は極めて弱いが、活動領域のコロナでは緑線、赤線と比べられる程強くなつてゐる。波長 5694\AA の輝線はCa XVの出す輝線と考えられ、黄線と呼ばれる。ところでカルシウム原子から14個の電子をたたき出すには、 10^6K の電子温度もまだ低くすぎる。いいかえるならば、強い黄線が現われることは、その領域が普通のコロナと比べてはるかに高温であることを示す。この理由から黄線の観測は活動領域のコロナの研究にとって重要である。コロナの光の残りの部分はFコロナと呼ばれ、黄道光の延長である。Fコロナは見かけだけのコロナであつて、コロナそのものとは関係がないからここではふれない。

コロナの常時観測は現在主として緑線、赤線で行なわれているが、緑線、赤線で撮られたコロナの写真を見ると、コロナ輝線には特に明るい領域がある。このような現象は、日食時に撮られたコロナの写真を見てもあまり顕著でない。これは、この領域のKコロナがLコロナの様に明るくないからである。これ等の領域の形状や大きさは、一般に、プロミネンスと良く似ている。プロミネンスと異なる点は輪廓がぼけている事と視線速度が小さい事である。プロミネンスとLコロナの明るい領域との関係は、単に似ているというだけでなく、物理的つながりがあるように思われる。光球や彩層と同じく、コロナにも種々の活動が見られる。これ等の活動のうちあるものは確かに物質の移動を伴なつてゐるが、大部分のコロナ活動は励起状態の変化によりおこるものであつて、物質の移動を伴なわないらしい。以下コロナの諸現象のなかで、黒点群と直接むすびついた現象だけをとりあげて、詳しく述べよう。

1. 光学観測

黒点付近のコロナでは、 $500,000\text{km} \times 100,000\text{km}$ 位の拡がりにわたつて緑線、赤線が強くなつてゐる。この範囲は一様に光つてゐるわけではなく、いくつかの構成要素からなりたつてゐる。ビリングスはこの構成要素を、フェーズィーとルーピーの二種に分類している。フェーズィーといふのは $130,000\text{km} \times 50,000\text{km}$ 位の広がりをもち形のぼやけたものである。ルーピーといふのはループ状の形をしたもので $170,000\text{km} \times 65,000\text{km}$ 位の広がりをもつてゐる。サクラメント・ピーク天文台では1956年2月以来緑線コロナの連続撮影を行なつて

* 東京天文台

K. Kawabata: Active Regions in the Corona,

いるが、エヴァンスは、最初の 10 ヶ月に得られたデータをまとめて、活動領域コロナの微細構造に見られる特性として、流線とアーチをとりあげている。これらはいずれも日食の折に見られるものである。エヴァンスによると、活動領域に見られる流線は、普通の流線に比べて、短かく（長さ 150,000 km）、光球付近の一点から放射状に伸びている。曲線を画く事も多く、比較的安定した現象である。アーチは比較的鮮明な輪廓をもつ数個の同心楕円又は半円からなり、外側のものほど暗くなっている。アーチには数時間のうちに拡がっていく傾向がある。

ニューカークは、クライマックスの K コロナメーターによる白色光コロナの観測を用いて、白色光コロナのモデルを求めた。得られたモデルは、日食観測から知られているストリーマーと良く似ている。この解析から、黒点群の上には、巾 250,000 km 位のストリーマーがあるものと推定される。ドルフューズの観測によると、ストリーマーのヘリの部分で緑線が強く、更にこの外側の部分で赤線が強い。

活動領域の一部、直径 25,000~100,000 km の半球状の領域に黄線が現われることがある。この領域では白色光も強い。ワルドマイヤーは、この領域をパーマネント・コンデンセイションと名付けた。ここでは緑線、赤線は周囲よりも暗くなっている。そして微細構造は存在しないか、あっても顕著でない。緑線の変化も白斑の明るさに似た変化を示すが、黒点群の活動度を最も良く表わすのは、黄線の強さである。次の表は、黄線が観測される確率が、附隨した黒点群の型によって、どのように変わ

黒点群 の型	無黒点	A	B	C	D	E	F	G	H	I
確率	0.04	0.02	0.03	0.12	0.21	0.37	1.00	0.82	0.17	0.07

るかを示したものである。

この確率は、1944 年から 1954 年迄の 11 年間の観測から、ワルドマイヤーが求めたものである。この表から、パーマネント・コンデンセイションは F 型黒点群と特に関係が深いことがわかる。この確率に見られる傾向は、フレアの頻度の黒点群の型による違いと似ている。パーマネント・コンデンセイションはかなり定常的な現象であって、黒点群が活動的状態にある限り、存続しているものと思われる。

次に活動領域コロナに見られる、短時間の現象について述べよう。活動領域コロナでは、その一部の緑線、赤線が突発的に明るさを増すことがある。この現象は継続時間 30 分乃至一時間位であって、スポラディック・コンデンセイションと呼ばれる。ワルドマイヤーが観測した例では、スポラディック・コンデンセイションはパーマネント・コンデンセイションの中でおこっている。一方

ピリングスによるとルーピーの緑線が一時的に明るくなる。又前記のエヴァンスの報告によれば、フィラメント状又は巾広い領域が、形や位置を変えることなしに、明るさを増し又消えていく。黄線の観測が無かった為に確証がかかるけれども、ワルドマイヤーが観測した例では、白色光の強さに変化が認められないから、密度には変化がなく、パーマネント・コンデンセイションの一部の温度が急激に下ったものと思われる。この時最大 38 km/sec の視線速度が観測されたが、これはコロナの現象としては異例のことである。

エヴァンスはこの他にしばしばおこる現象として、直径 30,000 km、輪廓の鮮明な円形の領域が突然暗くなる現象をあげている。

緑線コロナに見られる最も活動的な現象は、サージ及びループ・プロミネンス状のコロナであろう。これらはいずれも強い黄線及び白色光を伴ない、それぞれサージ及びループ・プロミネンスと関係がある。特に興味のあるのは、ループ・プロミネンス状コロナであって、H_a で観測されたループ・プロミネンスと位置及び形が全く一致している。H_a とコロナ輝線が、同一の領域から輻射されているとは考えられないから、高温の領域と低温の領域がいりまじって、一つのループ状の領域を作っていると考えざるを得ない。ニューカークはループ・プロミネンスに見られるドップラー効果を測定し、H_a では平均 34 km/sec、赤線では平均 14 km/sec の流れのあることを示した。コロナに見られる速さはプロミネンスに見られる速さの約 1/3 になっているが、運動の向きは一致している。

フレアの時には、パーマネント・コンデンセイション中に白色光が特に強い領域が現われる。この領域では黄線も強くなっているが、赤線の明るさには変化は認められない。活動領域は視線上の一部に過ぎない事を考えに入れると、この領域では赤線は弱くなっているとも考えられる。

2. 電波観測

活動領域のコロナは cm-dm 帯の電波を出していることが知られ、太陽電波のこの成分は S 成分と呼ばれる。柿沼、赤羽等の 1955 年の日食観測によると、S 成分電波源の拡がりは羊斑の拡がりと一致し、3,000 Mc/s における明るさは $10^6 \sim 3 \times 10^6$ K の黒体輻射に相当するが、一様ではない。1957 年の日食に際し、田中、柿沼は 1000, 2000, 3750, 9400 Mc/s で偏波の観測を行なった。S 成分は黒点の真上の部分だけが円偏波を示し、偏波の向きは異常波である。偏波度は 9400 Mc/s で最も大きく、周波数が下るとともに偏波度も小さくなる。1000 Mc/s では偏波していない。クンドゥは、波長 3 cm の干渉計を用い、電波源は対称的であると仮定して、電

波源の分布を求めた。彼の結果によると、S成分の電波源は直径 50,000~500,000 km の拡がりをもつ部分と、直径約 50,000 km の特に明るい部分からなりたっている。波長 3 cm では、前者は 10^5 K、後者は 5×10^5 K の明るさをもち、又前者は偏波せず、後者は円偏波を示す。現在の干渉計では最も精度が良いと思われる分解能のコヴィントンの干渉計による観測では、電波源の拡がりは 2800 Mc/s で直径約 150,000 km、羊歯の拡がりと良く合っている。今迄に観測された例で最も明るかった電波源は 5×10^6 K の明るさをもっていたが、普通はこの半分位の明るさである。その形状は半球状というよりは、むしろ平たい板状に近く、電波源の高さは光球から約 14,000 km である。西の統計によると緑線の強い領域と S 成分電波源の間には非常に良い対応があり、又黄線の現われる領域は必ずしも S 成分電波源を伴なっている。S 成分は F 型黒点群上で特に強い。これらの光学的現象との対応は、S 成分電波源が、ワルドマイヤーがいっているように、パーマネント・コンデンセイションであることを示すように思われる。しかしながら一方において、クリスチャンゼン等の統計により、S 成分の強さは、太陽が二回自転すると最大値の大体 1/6 に減ること、平均寿命が約 4 ヶ月であることがわかっている。S 成分の寿命は黒点群の寿命より長く、白斑の寿命に近い。S 成分の強さにも種々の段階のものがあり、パーマネント・コンデンションが電波源であるとわりきってしまえるものでもなさそうである。

短時間の電波現象のなかで、熱的発生機構と思われる現象としては cm-dm 帯に見られるグラドュアル・ライズ・アンド・フォールとポスト・インクリーズがある。前者は太陽電波のレベルがゆっくりと増加し、ゆっくりともどへもどる現象であり、後者はバースト後で電波のレベルがすぐに先に戻らず、高いレベルのまましばらく続いている現象である。しかしながらバーストが全く無いという例はあまりないから、この二つを観測的に区別するのは難しい。いずれも電波強度はあまり大きくならないから、熱的機構で説明されると思われる。クンドゥの観測によればグラドュアル・ライズ・アンド・フォールの電波源は小さく直径平均 $0'.8$ 位、ポスト・インクリーズの電波源は大きく平均 $2'.5$ 位になっている。大きな分布を見ると、二つに画然とわかれているわけではなく、連続的につながっている。いずれもフレアと関係があるが、バーストは、フレアの H_a 線強度が爆発的に増加する時期におこるのに対し、グラドュアル・ライズ・アンド・フォールでは時間的関係ははっきりしていない。この他にめったにおこらない現象ではあるが、バーストの後で cm-dm 帯の電波強度が一時的に減少することがある。この現象を、干渉計で観測すると S 成分電波

源が一時的に消失している。柿沼、日江井はこの現象と H_a 太陽像と比較して、密度が低くて光学的には探知出来ないプロミネンスが S 成分電波源を被うことによって、この現象がおこることを示した。エリソンはフレアが起こると、それ迄黒点群付近の H_a 太陽像に見えていた微細構造が消滅し、フレアが終ると、もとどうりにもどることを指摘している。これは黒点群上のコロナに吸収物質が生じた為と考えられるが、この現象と S 成分の一時的消失と関連があるかもしれない。

3. X 線観測

X 線領域の観測は、現在主としてアメリカ海軍研究所のフリードマン等により行なわれている。今迄の観測はいずれも分解能 ($4'$ 及び $2'$) が充分でなかったので、決定的な結果は得られていないが、ピンホール・カメラを使って撮影した X 線太陽像から、次の事実がわかっている。波長 50 Å 以下の X 線に限ると、その約 80% (太陽活動極大期の観測) は黒点群上の領域から来ている。3000 Mc/s の電波太陽像と比較してみると、X 線源と S 成分電波源の対応が非常に良い。X 線源の拡がりは 100,000 km 以下であって、その光球上の高さは 40,000 km 以下である。

波長数 Å の X 線がフレアの時に増加することは、最初電離層の乱れから推定された。この推定は後にロケット観測により確かめられたが、短時間の現象をロケット観測でとらえる事は難かしく、二、三の観測例があるに過ぎなかった。1960 年 6 月 22 日に軌道に乗った人工衛星 SR-1 は 11 月迄観測を続け、波長 8 Å 以下の X 線強度が 577 回測定された。このうち 100 回で X 線の増加が認められ、次のような事がわかった。8 Å 以下の X 線は平常観測にかかる程強くない ($< 0.6 \times 10^{-3}$ erg cm⁻² sec⁻¹) 8 Å 以下の X 線が 0.6×10^{-3} erg cm⁻² sec⁻¹ 以上に増加した場合には、一、二の例外を除いて、太陽になんらかの活動が観測されている。X 線増加に対応する光学的現象はフレア、サージ、アクティヴ・プロミネンス等である。X 線強度は数分のうちに変化することがある。X 線の中程度の増加が約 6 時間続いた例がある。この時フレアは観測されなかったが、エラブティヴ・プロミネンスがあった。

4. 活動領域コロナのモデル

活動領域に限られた問題ではないが、コロナの温度を求める方法としては、コロナ輝線の巾から求める方法、種々のコロナ輝線の相対強度から電離度の理論値を使って求める方法、電波観測から求める方法がある。上に述べた二つの光学的方法は矛盾した結果を与える。ビリングス、ドルフューズは、コロナ輝線の巾を測定し、緑線と赤線の強度が等しい領域の温度は 2×10^6 K であると結論した。一方ワルドマイヤー、エルウェルト、シュクロ

フスキ等は電離度の理論値から、緑線と赤線の強度が等しくなる温度として、 $0.5 \sim 0.7 \times 10^6 \text{ K}$ の値を得ている。このくいちがいの解釈をめぐって現在二つの対立した見解がある。ビリングス、シュワルツ、ジリン等は、エルウェルト等が使ったトムソンモデルの電離断面積の計算は精度が悪く、本当の値に比べて大き過ぎ、従って実際より低い温度が得られるとしている。ビリングスは緑線と赤線の強度の比と緑線、赤線の巾の間に良い相関があることを見出している。またコロナ輝線には、ドップラー変移がめったになく、あっても普通は極く小さい。これらはビリングス等の説を支持するように思われる。シュワルツ、ジリンが量子論的に計算した電離断面積はエルウェルト等が使った値の約 $1/10$ になっている。一方ビヤマン、リュスト、トレフツ等は、スペクトル線の巾は乱流により拡がったものであって、温度は電離から求めた値が正しいとしている。ジリン等は電離断面積の計算にあたって S 波以外は考慮していないが、トレフツ等はこの点を批判し、もっと角運動量の大きいものの寄与のほうが大きく、電離断面積はジリン等のいふほど小さくないといっている。

活動領域のコロナについても、コロナ輝線の巾から得られた温度は高く、電離から求めた温度は低い。ビリングスのコロナ輝線の巾の測定によると、活動領域コロナの温度は、一般には、静かなコロナと同じ $2 \times 10^6 \text{ K}$ であるが、パーマネント・コンデンセイションでは温度が高く $4 \times 10^6 \text{ K}$ である。ワルドマイヤーは CaXV の電離から、パーマネント・コンデンセイションの温度として $2 \times 10^6 \text{ K}$ の値を得た。値そのものは両者くい違っているが、いずれも静かなコロナに比べて、パーマネント・コンデンセイションの温度は高くなっている。日江井は 1958 年の日食の折に観測した 3987 \AA (Fe XI), 4231 \AA (Ni XII) の輝線の等価巾を、静かなコロナと活動領域のコロナと比較し、温度の違いはあまりないと結論を得た。但し彼の得たスペクトルには 4086 \AA (Ca XIII) の輝線も現われており、これを説明する為には高温の領域も共存していると仮定しなければならない。この観測では 4086 \AA の輝線(黄線と似ている)が活動領域全体に現われており、ワルドマイヤー、ビリングスの観測とくいちがっているが、これは彼の観測が光球から $100,000 \text{ km}$ 以上の高さのコロナについてなされた為かもしれない。

S 成分の解析からクリスチャンゼン、柿沼、ニューカーク等は活動領域のコロナの温度は静かなコロナと同じであるという結果を、ワルドマイヤー、河鰐は活動領域のコロナは温度が高く $4 \sim 6 \times 10^6 \text{ K}$ であるという結果を得ている。最近のコヴィントンの観測によると $5 \times 10^6 \text{ K}$ 或はこれ以上の高温のものがあることは確かと思わ

れる。河鰐は S 成分のスペクトルと高周波数に於ける周辺減光が簡単なモデルでは両立しないことを指摘し低温のスピキールが高温のコロナ中に入り込んでいるとした。以上のモデルはいずれも S 成分が自由一自由遷移によるとして得られたものである。これらの理論には、いずれも偏波、高周波数領域のスペクトルの説明に難点がある。柿沼は S 成分がサイクロトロン輻射の第二高調波によると仮定すればこれらの難点がさけられることを示した。S 成分が偏波していることは磁場が存在することを意味する。河鰐は M. I. 理論を使って、黒点上では 1000 Gau 以上の磁場が存在すると推論した。上記の柿沼理論によると 600 Gau で充分である。ジリンが測定したプロミネンスの磁場は約 100 Gau であつて、電波的に求めたコロナの磁場よりもはるかに小さい。

S 成分が自由一自由遷移によるという仮定から S 成分電波源の電子密度として $6 \sim 10 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ の値が得られている。この値はワルドマイヤーが求めた、パーマネント・コンデンセイションの電子密度とほぼ合う。ビリングスが求めたパーマネント・コンデンセイションの電子密度はこれより大きく、 $2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ であった。高さ 10 万 km 以上のコロナ領域の電子密度は K コロナメーター、日食、III型バースト電波源の高さの観測から求められている。得られた電子密度は静かなコロナの値の約 10 倍である。

X 線強度については、エルウェルトは最初静かなコロナの寄与だけを考えて計算し、 $20 \sim 30 \text{ \AA}$ より長波長の領域は説明がつくが、 20 \AA 以下の部分は説明がつかないことを示した。エルウェルトは、その後 20 \AA 以下の X 線はパーマネント・コンデンセイションから輻射されるであろうと考え計算をやり直し、ワルドマイヤーのモデルに $3 \times 10^6 \text{ K}$, $6 \times 10^6 \text{ K}$ をあてはめて説明されることを示した。この結果は 50 \AA 以下の X 線の大部分が活動領域コロナから来るというフリードマン等の観測と定性的にはあつていている。

フレアの時のコロナに関する研究は少ない。ジリンによると普通のパーマネント・コンデンセイションより密度が増し $10^{10} \sim 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ に達する。この領域では黄線も強く、その巾から求めた温度は $4 \times 10^6 \text{ K}$ である。エルウェルトは波長数 \AA の X 線の起源に関連して、フレアの時にコロナの温度が 10^7 K 位に上ると推論した。河鰐は温度が 10^7 K の核、電子密度が $10^{10} \sim 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 、面積がフレア位の領域があれば、波長数 \AA の X 線、ポスト・インクリーズが説明されること、この仮定は光学観測と矛盾しない事を示した。

5. まとめ

黒点群上のコロナには高温、高密度の領域があって、何かある活動源の影響により、一方に於いてプロミネン

ス等の現象からわかるように急激に温度の下る領域があり、他方に於いて X 線増加等からわかるようにさらに温度の上る領域があって、これらが入りまじっているようと思われる。この様な状態がたとえ一時的にせよ存在する為には高圧領域が爆発してしまわること、大きな温度勾配が生じ得ることの二つが必要である。この点に鑑し、黒点磁場が重要な役割をはたしていると思われる。磁場が無い場合、コロナの熱伝導度は非常に大きく、コロナはたちまち等温的になってしまふ。もし充分な磁場があれば、磁力線と直角方向の熱伝導度は小さく

なって、大きな温度勾配を生じ得る。一方磁力線に沿う方向の熱伝導度は磁場の影響をうけないから、活動領域でも磁力線に沿っては温度一定と考えて良い。このことはループプロミネンス等が磁力線の形を思わせることと関連しているような気がする。

以上の様なイメージが良いかどうかは御判断にまかせるとして、コロナ活動の起因、彩層や光球の現象とのつながり、高エネルギー粒子との相互作用等は全く未解決である。これ等の諸問題は、コロナ活動の解明とともに今後の興味ある問題であろう。

秋季年会のおしらせ

1962 年度の秋季年会を下記により開催いたします。

会員諸氏の御参加をお待ちいたします。

日 時：1962 年 10 月 10 日（水）、11 日（木）

場 所：岩手県水沢市 緯度観測所

講演申込：講演申込用紙に記入の上、8 月 31 日までに
本会年会係に到着する様、お申込下さい。

アブストラクト：講演予稿集に集録するため、講演を申込まれた方は、講演内容のアブストラクトを、8 月 31 日までに年会係に御提出下さい。アブストラクトは 400 字以内、左横書きに願います。

予稿集は、特別会員には一部を無料で差上げます。二部以上御入用の方、又は通常会員で御希望の方は一部につき実費 50 円（送料共）をそえてお申込下さい。

尚、年会々場にてもおわかついたします。

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 13595 番
電話 武藏野 0422-3-6151~3

大塙奨学生希望者募集

昭和 38 年度の大塙奨学生を受けることを希望される方は、9 月末日までに下記の事柄を記載の上、“三鷹市大沢東京天文台内社団法人日本天文学会理事長”宛御申込下さい。

- (1) 氏名・生年月日・年令・性別
- (2) 現住所 (3) 学歴
- (4) 職業 (5) 研究題目
- (6) 内地留学を希望する研究機関
- (7) 内地留学を希望する期間と日程の予定
- (8) 奨学生として支給を希望する額
- (9) これまでの主な研究経験

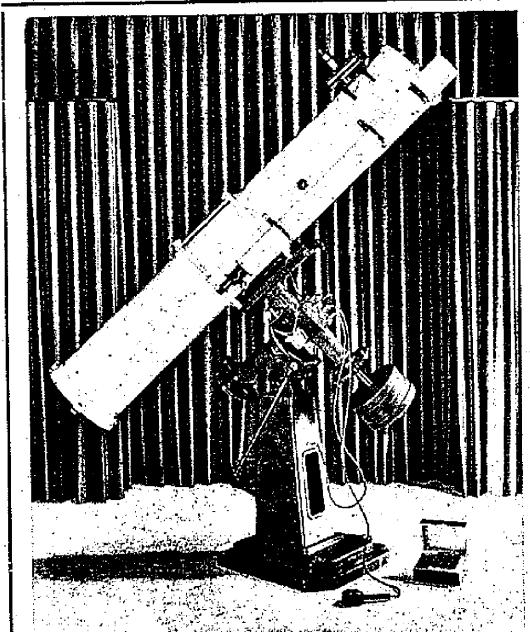
(註) 大塙奨学生は、日本国内の特定の研究機関で、天文学及びそれに関連する分野の研究を目的とする短期間の内地留学のための旅費及び滞在費として支給されるもので、毎年本会会員一名に 6 万円を授与致します。尚詳細は、天文月報 54 卷 12 号 241 頁の“大塙奨学生に関する内規”を御参照下さい。

— お 知 ら せ —

◇天文学会欧文報告の次の号は、これまで残部が僅少と

Vol. 5, No. 1, }
Vol. 5, No. 2, } 定価 200 円,
Vol. 6, No. 1, }
Vol. 9, No. 2, } 定価 300 円.
Vol. 10, No. 2.

◇服部忠彦氏の逝去により、評議員の後任は藤波重次氏、欧文研究報告の編集委員は須川方氏になりました。

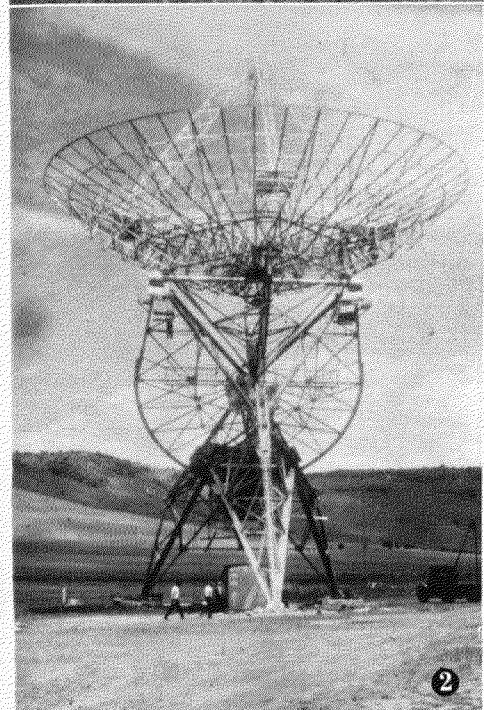
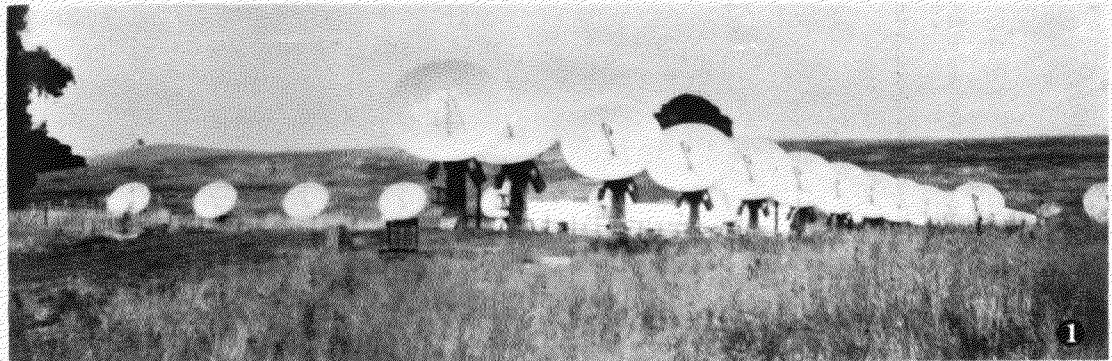


25 cm 反射赤道儀 (滋賀大学、広島・松ヶ岡)

運転時計 電動 (シンクロナスマーター)
赤経赤緯微電動電 (リモートコントロール)

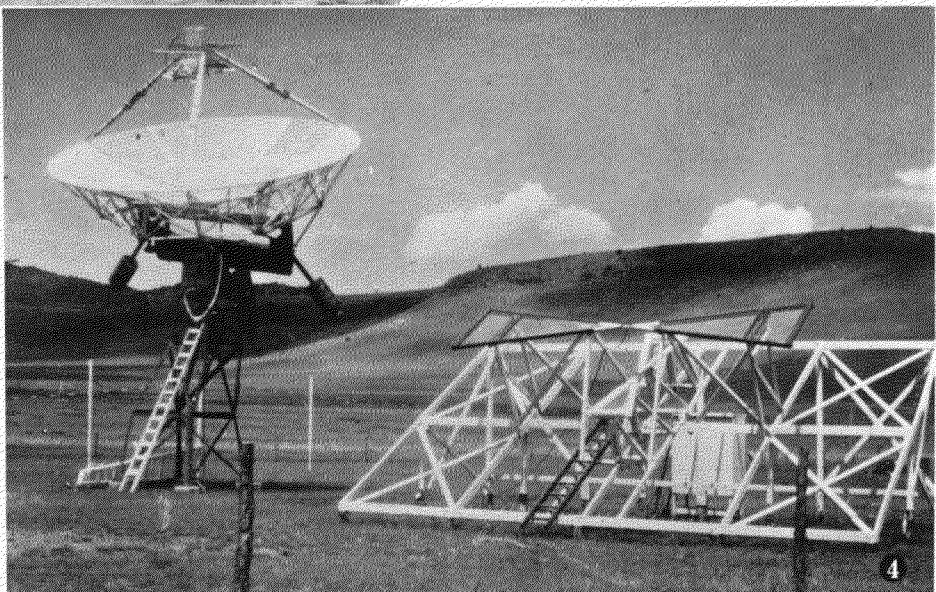
天体望遠鏡専門メーカー 西村製作所
京都市左京区吉田二本松町 27 (カタログ要 50 円)

月報アルバム



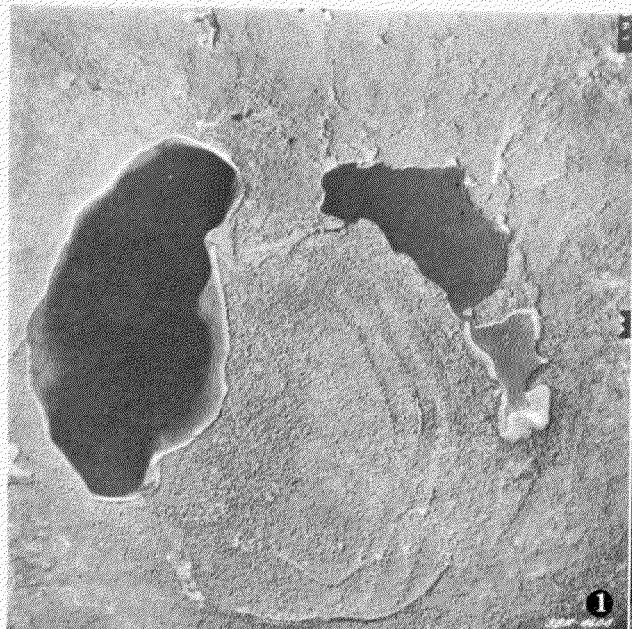
◇ 河鰐氏の写真より

東京天文台の河鰐公昭氏は1昨年以來コロラド州ボーラーの高山観測所 (H. A. O.) に滞在研究中であったが、今春帰国された。これは撮影された写真の一部で、1はカリフォルニア州スタンフォードの32要素干渉計、2はフォートデビスの26mパラボラ、3はH. A. O. のクライマックス観測所、4はフォートデビスの8.5mパラボラ (左) と広帯域ダイポール (右)

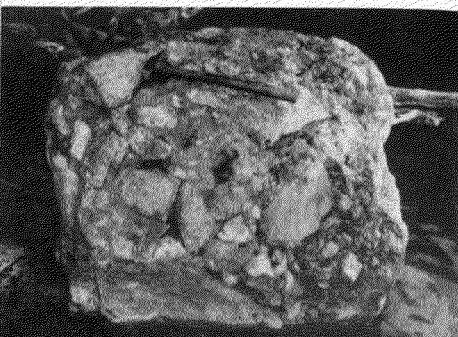


◇隕石孔のいろいろ

写真は176頁の表の中のいくつかの隕石孔を紹介したものである。① 埋没した隕石孔の中では最もよく調査されたカナダのブレント孔、直径 2.9 km、二つの湖水と森林がふくまれ、森林帯のしづは、地層のちがいによる浸食によってできたものである。② カナダのフランクタウン孔で、孔は埋まり耕地になっている。③ 化石隕石孔に特有



①



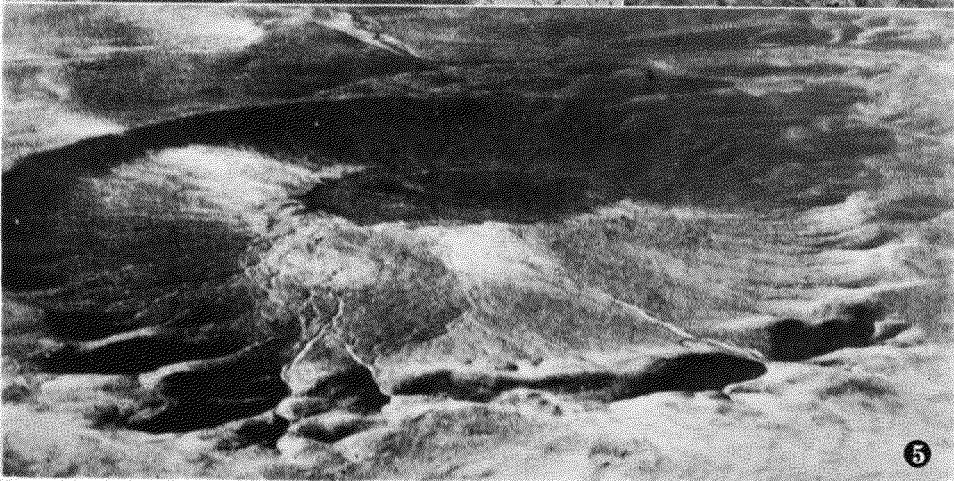
③



②



④



⑤



⑥



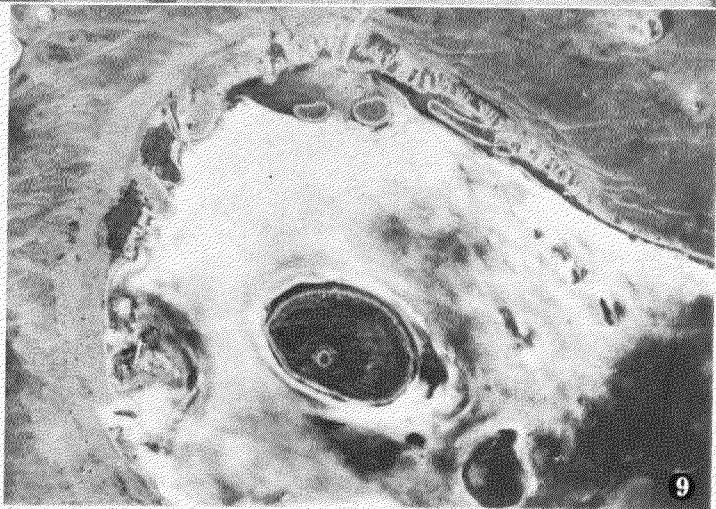
⑦



⑧

な角礫岩、一度砕かれた角礫が再び固ったもの、プレント孔出土。
4 エストニアのカーリシャープの
小さい孔、5 アルビリアのタレム
サン孔、直徑 1.9 km、6 シベリ
アのツングース隕石孔、1908 年の
隕石落下によって、枝が焼きはら
われた森林のあと、7 シベリア沿
海州のシホタアリン孔、1947 年に
落した隕石によって、大小 120
個以上の孔ができる、8 オースト
ラリアのウォルフクリーク孔、直
径 850 m、9 オーストラリア中部
のドリーン山の近くで、最近発見
されたもので、白いのはなれば乾
いた塩湖で、その中にいくつかの
隕石落下のあとがある。中央最大
のものは直徑 3.6 km。

(本号 175 頁参照)



⑨

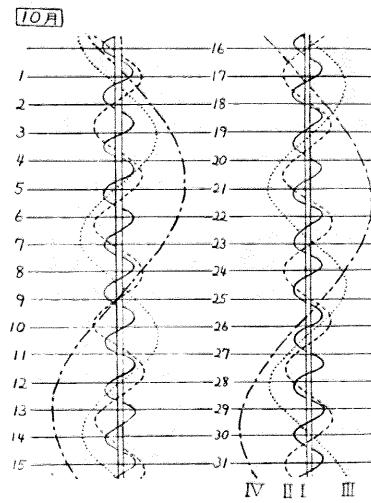
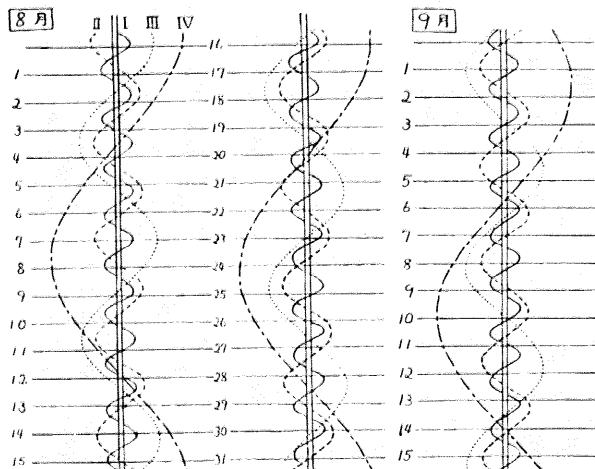
☆8月の天文暦☆

日	時 刻 分	記 事
1	4 時	土 星 衝
4	17 分	金 星 月の 4° 南を通る
7~15		ペルセウス座流星群
8	9 34	立 秋 (太陽黄経 135°)
9	0 55	上 弦
15	4	土 星 月の $0^{\circ}9$ 南を通る
16	5 9	満 月 (半影月食 $3^{\text{h}}16^{\text{m}}$ ~ $6^{\text{h}}38^{\text{m}}$)
17	8	木 星 月の 1° 北を通る
22	19 26	下 弦
24	0 13	处 噎 (太陽黄経 150°)
24	23	天王星 合
30	12 9	新 月
31	11 0	金 星 α Vir の $80''$ 南南西を通る



木星の四大衛星

木星の四大衛星は小望遠鏡でもよくみえて、本体の右へいったり左へいったりするのを観察するのは楽しい。下の図はそれらの衛星の位置を示したもので、天体望遠鏡でのぞいたように、上が南、左が西になっている。毎晩 21 時のところに横線がひいてある。縦の二本線は、木星の大きさを表わす。二本の曲線がまじわっているところの近くでは、上の図によって、どちらの衛星かわかると思う。上の図で、上下の方向は実際の 3 倍にのばしてある。衝のときの平均等級は、第 1 衛星 5.5 等、第 2 衛星 6.0 等、第 3 衛星 5.1 等、第 4 衛星 6.2 等である。

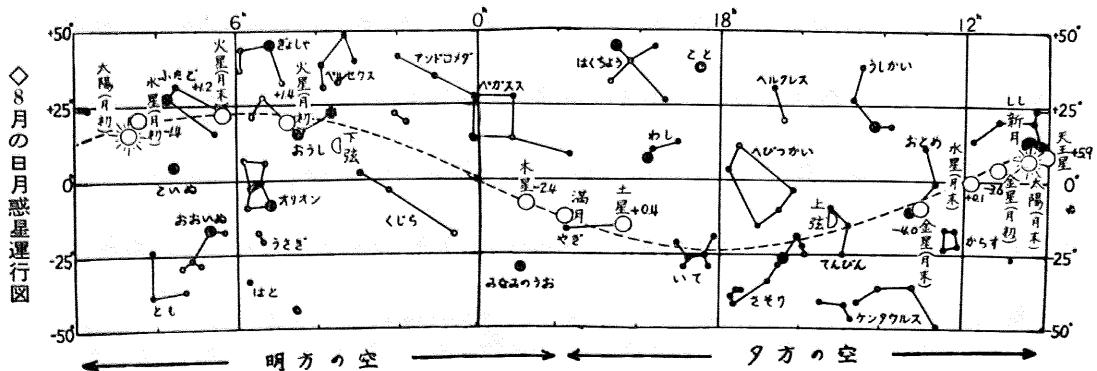


東京における日出入および南中（中央標準時）

暦月	夜明	日出	方位	南中	高度	日入	日暮
日 時 分	時 分	時 分		時 分		時 分	時 分
1 4 12	4 48	+23.0	11 47	72.4		18 46	19 23
11 4 20	4 56	+20.1	11 46	70.1		18 36	19 12
21 4 29	5 4	+15.9	11 44	66.7		18 24	18 58
31 4 39	5 11	+11.9	11 41	63.3		18 11	18 44

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)								
鹿児島	分 +42	分 +31	鳥 取	分 +21	分 +23	仙 台	分 -10	0
福 岡	+39	+34	大 阪	+17	+16	青 森	-15	-6
広 島	+30	+28	名古屋	+10	+11	札 幌	-21	+8
高 知	+26	+22	新潟	-2	+8	根 室	-40	-1



隕石孔について(1)

下 保 茂*

Astroblemes という言葉

この聞きなれない言葉は、ギリシャ語で星という意味の Astro と、傷という意味の Blems を結びつけたものだそうで、ディーツ (Robert S. Dietz) らが使っているものである。隕石、隕鉄その他類似の天空からの降下物が原因で、地殻の表面近くにできた傷痕の意味である。

このような地殻傷痕としては、ディーツは次のようなものをあげている。

(1) 第4紀の隕石孔 (Quaternary crater)

これは第4紀の地質年代（約100万年以前より現代に至る）間に生成した隕石孔で、摺曲、浸食、風化、堆積等による地質的な変化をあまり受けていないで、形のほぼ完全に残っているもの。

(2) 化石隕石孔 (Fossil crater)

古い地質年代の隕石孔で、その後風化、浸蝕、堆積等の地質的な変動をうけて、形状の著しく変化したもの、年代的には先カンブリア紀（約27億年前）以後第3紀（2500万年前—100万年前）まで。

(3) シャッタコーン (Shatter cone)

隕石落下の衝撃波によって地層中に生じたらしい、円錐形の岩石。

(4) コーサイト (Coesite)

隕石落下の衝撃波による高圧の下で、地層表面の硅酸土が熔融してできた石。

以上のはかにディーツは地球表面の傷痕として、津波と月面の光条のような大規模な地層中の条痕をあげている。このほかにテクタイトも隕石落下の衝撃によってできたと考えている人もある。

世界の隕石孔の表

今までに隕石孔の表としてまとまっているものは、筆者の知るところでは、ワトソン⁽⁵⁾のものが13個、科学技術エンサイクロペジア⁽⁶⁾に15個、Karpoff⁽⁷⁾が10個の隕石孔を集めている。その後に発見されたものもあり、筆者の目を通すことのできるかぎりの文献について、第1表のような隕石孔の集成を試みた。配列は大陸別に北から南へと順をおった。中には幾分疑問をもたれているものもあるが、それらは説明の中に記した。この表以外にもビールス等^{(1), (3)}によって、いくつかの化石隕石孔があげられているが、確実性が薄いので略した。

第1表のうちの赤道座標数は、初めの二つ重ねた符号

の上は経度で、西経が+、東経が-、下が緯度で北緯が+である。大きさの項は、2個以上あるものの最大についてで、二つの間をカンマでつないだのは第1と第2の孔の直径、二つの数字を×で結んだのは楕円のものである。深さは縁の高さの出ているものは、平均地面の高さからの値であるが、縁の高さのないものは、縁からの深さである。文献は下の文献の番号で、有名な隕石孔は主なものだけをあげた。摘要の中の型は、ビールス等化石隕石孔の分類にあてはめたものである。

次に表にあげた隕石孔について、短い説明をそえる。

1 ラブラトル孔 これは文献(6)には発見者の名をとって、Merewether 孔となっている。

2 ニュー・ケベック孔 これは化石隕石孔としては最初に発見されたもので、カナダの東北方の不毛の原野の中にある湖水である。ウンゲーバ又はチャップという名によぶこともある。形がきれいな円形であるところから、第2次大戦中は航空路のよい目標とされた。1951年以来ミーン、ミルマン等天文、地質関係の学者が調査した。湖水のためボーリングはできず、また隕石の証拠はないが、化石隕石孔であることはほぼ確かである。

3 ディープ・バー孔 円形の湖水で1956年以来地質調査、重力測定がなされた。重力測定の結果はカナダの化石隕石孔に特有な、孔の中心に対し同心円的なマイナスのコントラを示している。近くの湖水が浅いのに、この湖水が特に深いのも隕石衝撃による一つの証拠と見ることができる。

4 クリア・ウォーター孔 点在する島によって境された、となり合った大小二つの円形の湖水である。大きい方の湖は直径32kmであるが、中にいくつかの島が、外まわりの湖岸と同心の、直径16kmの円をなして点々とつながっている。これらの島は地質的には熔岩でできているので、これは2個の大隕石が落ちてきた、ビールス等のⅢ型の隕石孔であろうとされている。

5 メカミック湖附近 湖の北2マイルの耕地の中にあり、航空写真では孔の南縁がもり上り、全体はプレント孔に似ている。重力測定でも隕石孔と見られる。

6 プレント孔 後で詳しく述べる。

7 フランクタウン孔 かつて湖水であった跡が、今は沼地と農場になっている。孔が埋没し、残っている部分も堆積のために、周囲からの陥没は7mぐらいである。次のホルフォード孔よりは円形がはっきりしている。

8 ホルフォード孔 沼地および農地よりなり、航空

* 東京天文台; S. Kaho; On the Meteorite Craters. (I)

第1表 世界の

番号	所在地	所在国	赤道座標数 (ECN)	個数	大きさ*	深さ*
1	Labrador	Canada	± 580, 640	1	175 m	38 m
2	New Quebec	"	± 737, 613	1	3.44 km	360 (水深)
3	Deep Bay	"	± 1030, 564	1	12.2 km	220 (")
4	Clear Water 湖	"	± 743, 562	2	32 km, 26 km	—
5	Mecamic 湖附近	"	± 790, 488	1	1.6 km	—
6	Brent	"	± 785, 461	1	2.9 km	—
7	Franktown	"	± 761, 450	1	1.2 km	—
8	Holleford	"	± 766, 445	1	2.35 km	30:
9	Haviland	Cansas, U. S. A.	± 991, 376	1	17×11 m	3
10	Arizona	U. S. A.	± 1110, 350	1	1.2 km	170
11	Carolina	"	± 740~300~ ± 840, 400	約 3000	10~30 km	—
12	Odessa	Texas, U. S. A.	± 1203, 318	2	161 m, 24 m	6
13	Elegante	Mexico	± 1135, 318	1	1.6 km	183
14	Campo del Cielo	Argentin	± 615, 275	> 4	最大 78×65 m	—
15	Kaahlijarv	Estonia	± 227, 584	6	最大 110 m	18~15 m
16	Cabrerolles	France	± 32, 436	1	220 m	50
17	Talemzane	Algeria	± 39, 334	1	1.87 km	67
18	Aouelloul	Western Sahara	± 128, 198	1	248 m	—
19	Ashanti	Ghana	± 14, 65	1	10 km	75 (水深)
20	Vredefort	South Africa	± 274, 270	1	225 km	—
21	Tunguska	Siberia	± 1020, 609	10数個	50~10 m	6~4 m
22	West Sian	"	± 929, 538	1	450×250 m	—
23	Sikhota Alin	"	± 1346, 462	122:	28~0.5 m	6 m~
24	Murgab	Tadzhik	± 743, 381	2	80 m, 16 m	18~11
25	Waber	Soudi Arabia	± 507, 215	4	最大 140 m	11
26	Wolf Creek	Australia	± 1278, 193	1	850 m	30
27	Mt. Doreen 附近	"	± 1313, 221	6	最大 3.6 km	—
28	Boxhole	"	± 1340, 225	1	175 m	16~10
29	Henbury	"	± 1332, 246	13	{最大 200×110m 最小 9 m}	15~12
30	Dalgaranga	"	± 1171, 278	1	21 m	3

* 大きさ、深さ等については文献により種々の値があるものがあるが、確からしいものをとった。

引用文献

I. 全般的なもの

- 1) Beals, Innes, Rottenberg, Dominion Obs. Contr., 4, 4 (1960)
- 2) Beals, Scientific American, 199, 88 (1958)
- 3) Beals, Ferguson, Landau, J. R. A. S. Canada 50, 203, 250 (1956)
- 4) Dietz, Scientific American, 205, 51 (1961)
- 5) Watson, Between the planets pp. 184~146 (1956)
- 6) McGraw-Hill 版, Encyclopedia of Science & Technology, 8, 316, (1960)
- 7) Roman Karpoff, La Nature, 1961 Sept, p. 881
- 8) Krinov, Principle of Meteorites, pp. 80~130 (1955)
- 9) スペンサー——小川清彦訳, 天文月報, 25, 190 (1982); ワトソン——小川清彦訳, 天文月報, 29, 66 (1996)
- 10) 新井國太郎, 天文と気象, 1968年 1, 2, 3, 4, 5月号

II. 個々の隕石孔について

- 11) Millman 外4氏, Dominion Obs. Publ., 24, 1 (1960)
- 12) Beals, Dominion Obs. Publ., 24, 117 (1960)
- 13) Millman, Dominion Obs. Publ., 18, 61 (1956)
- 14) Meen, J. R. A. S. Canada, 44, 169 (1950)
- 15) Fessenkov, Meteors, (Kasier 編) pp. 179~188 (1955)
- 16) Krinov, Priroda, 1960 July, p. 55
- 17) Krinov, Priroda, 1960 May, p. 57
- 18) Vronsky, Priroda, 1960 Mar., p. 88
- 19) Rinehart, Sky & Teles., 16, 366 (1957)
- 20) Priroda, 1959, Nov., p. 84
- 21) Voroshilov, Priroda, 1962 Mar., p. 107
- 22) Sangster, Sky & Teles., 16, 429 (1957)
- 23) Holmes, Sky & Teles., 8, 163 (1949)
- 24) Sky & Teles., 12, 8 (1952)
- 25) Brady, Sky & Teles., 13, 297 (1954)
- 26) Nininger, Science, 130, 1251 (1959)
- 27) Millman, J. R. A. S. Canada, 30, 61 (1936)
- 28) Barringer, P. A. 50, 215 (1947)

隕石孔 (月報アルバム写真参照)

縁の高さ	生成年代	隕石等の存在	文献	摘要	番号
—	—	—	3, 6 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14	別名 Merewether (6) 1950 年発見	1
100 m	—	—	1, 2, 4, 7	I 型	2
80	4.5 億年前	—	1, 3	—	3
—	—	—	1, 3, 4	—	4
—	—	角礫岩	1, 2, 4, 7, 11	IV 型	5
180~120	6 億年前	—	1, 3, 4	III 型	6
—	> 4 億年前	角礫岩	1, 2, 4, 7, 10, 12	III 型	7
—	5 億年前	石鉄隕石	5, 6, 8	{ 1933 年発見 別名 Brenham (5)	8
40~50	5000~ 5 万年前	{ 隕石, 熔融砂岩, ダイヤモンド	5, 6, 7, 10, 19 他	{ 1891 年発見 別名 Barringer 楕円形の湖水群	9
7:	—	—	10, 27, 28	—	10
1	—	隕鉄	5, 6, 8, 9, 10	1921 年発見	11
—	—	—	10	1952 年発見	12
1	—	{ 隕鉄 1 トン以上 熔融ガラス微粒	5, 6, 8, 10	—	13
6	{ 最新の氷河 期以後	隕鉄 28 個	5, 6, 8, 9, 10, 16	1927 年発見	14
—	—	—	7	—	15
—	{ 鮮新世又は 更新世	熔融ガラス	5, 7, 9, 10, 25	—	16
—	—	—	4, 6, 7, 10, 25	—	17
90 (湖面まで)	—	—	4, 10	Bosumtwi 湖	18
—	数億年前	—	4, 5	—	19
—	1908 年	テクタイト	4, 5, 6, 8, 10, 17, 18, 20	—	20
40~10	約 150 年前	—	21	—	21
—	1947 年	隕石 23 トン	5, 6, 8, 10, 15	—	22
—	2~300 年前	—	5, 10, 24	1926 年発見	23
—	—	隕石, 熔融珪土	4, 5, 6, 8, 9, 10	1932 年発見	24
30	—	石質隕石	4, 5, 6, 7, 8, 10, 23	1947 年発見	25
—	約 100 年前	—	22	1950 年発見	26
5~3	—	隕鉄, 貝岩弾	4, 5, 6	1937 年発見	27
—	—	1400 個の隕鉄	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	1931 年発見	28
—	—	隕鉄	4, 5, 6, 26	1923 年発見	29
					30

写真の立体視により円形構造が発見され、ボーリング、重力、地磁気、人工地震探査等で調査された。

9 ハビランド孔 文献 (5) ではブレンハムとよばれている。1885 年以来附近で隕石が多数発見されていた。1933 年にナイニングガーが、前からあった窪地を発掘して、最大 26 kg、合計約半トンの隕石を発見した。孔は楕円で、方向は NNW から ESE。

10 アリゾナ孔 バリンガー隕石孔ともよばれる。孔の周囲数 km に 1 個最大 600 kg までの、約 30 トンの隕鉄が拾われたが、孔の内部の地表では見つかっていない。孔の中の地層は碎けた岩石で、ボーリングによると 365m 以下では、隕石分が多く、410m ではニッケル・鉄を 75 % ふくむ層につき当った。

11 カロライナ孔 これは南北カロライナ州にわたって、約 3000 個の楕円形の湖水で古くから隕石孔とよば

れていた。ミルマン⁽²⁷⁾ はこの湖水群は隕石孔と断定するには証拠不充分としている。それは一般的の隕石孔が殆んど円形であるのに、これらは平均して楕円率が 0.3 以上の楕円であること、大きさの割合に縁が著しく低いこと、隕石、シリカガラス、貝岩弾その他の隕石孔の証拠が見当らないのが、その理由である。

12 オデッサ孔 1921 年に発見され、数個の小隕石や貝岩弾が発見されていたが、その後ナイニングガーは磁気熊手を使って 1500 個の金属片を得た。直径 161m と 24m の二つの孔の外にも、数個の小さな隕石孔の存在が考えられる。

13 エレガンテ孔 原著を見ていないので詳しいことはわからないが、隕石は見つかっていない。

14 カンポ・デル・シエロ孔 数個の円形の浅い窪地で、近くに合計 1 トン以上の隕石があった。その後直径

53m, 深さ 5m の孔を掘ったところ, アリゾナ隕石孔で見つかったのと同じ白い灰, 透明なガラス, および隕鉄の小片があった.

15 カーリジャープ孔 バルチック海の中のエーゼル島にあって, 最大のものだけが湖水で, 底および周囲に岩屑が見られ, パリンガー孔にいろいろな点で似ている. 残りのうち 4 個は円形で直径は 35, 33, 20, 10m, 他の一つは 36×53m の楕円形であるが, 一方に深くなっているので, 二つの孔が重なったものと考えられる. それで孔の数を全部で 7 個と数えている人もある. 孔の外側の地層が上にまくれ上っているところや, 地層構造は隕石孔の証拠充分である. ラインワルドは 20m 孔をしらべたところ, 中央部に巾 1m, 深さ 0.5m の漏斗状の穴が見られた.

16 キャブレロール孔 ギーゼが南フランスのノアレス山の近くで発見したもので, 貝岩, 砂岩層の状態が隕石孔らしいとのことであるが, 詳しい調査はまだない.

17 タレムザン孔 航空写真からカーロフが発見したもので, 1951 年以来数回の実地調査がなされた. 砂漠の中の円形孔で, 周囲のもりあがりから中央部に向って, 雨水の流れこむ浸食溝が見られ, 外部への流れはない. 縁から 100m の辺に放出された碎石が散在する.

18 アウェロール孔 この名前のものが文献(4), (10) と, (6), (7), (25) との間に位置の食いちがいがある. 表の赤道座標数は後者によるもので, 西サハラのモーリタニアのアタール東南 50 km のところである. 前者による赤道座標は ±02, 279 であるが, ここならばサハラ砂漠の真中で, 調査の極めて困難なところと思う. 数回の調査で, シリカガラスが附近から発見された.

19 アシャンティ孔 円形の湖水であるが, 隕石孔としての証拠はないので火山性との見方が強い.

20 プレデフォート孔 これはデリー (R. A. Daly) が大胆な推論によって隕石孔であると考えたもので, 中央に古い花崗岩の直径 30 km のしんがあり, それをかこんで層をなした岩石が, 放射状対照で, 上むきに傾斜してとりまいている. 中央のしんは, 大隕石衝突によって堅い地盤が破れたところへ, 地球内部のマントルが押出してきたものと考えるものである. この地殻構造の説明のために, いろいろな地質学的な説明が出されているが, 隕石衝突が地質学的, 地球物理学的に合理的で, 天文学的にも不可能ではないとのことである.

21 ツングース孔 1908 年 7 月 30 日 0 時 16 分 (U. T.) に一大隕石がシベリアに落下した. その衝撃は 80 km はなれた所の窓ガラスを破り, 700 km はなれたシベリア鉄道の機関士は, 脱線をおそれて機関車をとめた. その後この事件は忘れられたが 1927 年にクリクはこの場所に調査にゆき, 10~50 m の 10 個以上の孔を

発見し, 又岩盤の碎けたもの, 鉄ニッケルの微粉をふくむ熔融水晶を見出した. 隕石孔の周囲の小面積は枝が焼けてしまった木の幹だけが立っており, 30 km 以内では樹木は中心から外方に向って倒れ, 影響は 60~90 km まで及んでいる. 落下の夜ヨーロッパ各地で高い巻雲によると思われる美しい薄明が見られたが, これは上層に爆発による塵埃と煙がひろがった為と思われる.

この甚大な破壊の割合に著しい隕石の発見がないところから, クリノフ⁽¹⁷⁾ は, これは普通の隕石の落下ではなくて,彗星の核の衝突であろうと考えている.

ホイップルによると彗星の核は, メタン, アンモニア, 水などが, スポンジ状の氷となり, 所々に隕石様物質をふくみ, 又スポンジのすきまにガスをふくみ, 直径は 1~2 km 程度であろうという. この様な彗星の核が地球に衝突すると, その衝撃は莫大な破壊を伴なうが, 核そのものは氷状物質がとけてしまうと, 後にはあまり残らないだろう. これがクリノフの解釈である.

22 西サイアン孔 今年発表された隕石孔で, シベリアのエニセイ川の上流の支流アミル河とカジール河の合流点附近にある. 土地の人は前から “鉢” とよんでいた. 孔の底は雑草がはえ, 一部に水たまりがある.

23 シホタ・アリン孔 これは 1947 年 2 月 12 日に落下した隕石によってできたもので, その流星は太陽のように輝やき, 垂直線に対して 60 度の傾きで, 北方から落ち, 褐色を帯びた塵埃の柱が 30 km の高さに立のぼった. 主な孔の周囲の立木はたおれ, 隕石落下は長さ 5 km, 巾 2 km の範囲に及んだ.

24 ムルガブ孔 パミル高原の 3800 メートルの高所にあり, 1951 年探険隊が派遣され, 岩石屑が見出された. 隕石孔であることはほぼ確かである.

25 ウェーバー孔 アラビアの砂漠中の窪地で, 附近から隕鉄, 光った金属球をふくむ熔融硅土が見出された.

26 ウォルフ・クリーク孔 1947 年, 地質学者が飛行機上より見つけた. 縁には碎かれた砂岩層が外方に傾斜している. 隕石は見つかっていないが, 多分隕石が酸化したと思われるものがあった.

27 ドリーン山附近 1950 年に航空空真測量中に見つかったもので, 乾燥砂漠地帯の半ば乾燥した塩湖の中に数個の孔がある. 近くに火山性の地質的証拠はない.

28 ボックスホール孔 最大 82 kg の隕石を発見.

29 ヘンバリー孔 最大 200 kg までの多数の隕鉄が発見されている. 落下年代はパリンガーと同程度.

30 ダルガランガ孔 ワトソン⁽⁵⁾ らが直径を 70 m としているが, これはナイニンガー⁽²⁶⁾ によるとまちがいであるとのことで, これは 1938 年に報告したシンプソンが実地調査をせずに現地の人のまちがった報告に基づいたためである. 隕石が多数報告されている.

太陽系の重心に対する太陽の運動

田 中 済*

日心座標と重心座標系 太陽系の天体を記述するのに、一般には日心座標系が用いられている。しかし、力学的にはむしろ太陽系の重心を原点にとる方が自然であろう。重心座標系は銀河回転を無視すれば慣性系とみなされるから、多体問題をあつかう場合、間接項を考えないですむという利点がある。日心座標系から重心座標系への変換は次のようにして行なうことができる。すなわち、天体の日心系での位置を \mathbf{r} 、重心系での位置を \mathbf{r}' 、質量を m (太陽単位) とすれば、

$$\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \frac{\sum_i m_i \mathbf{r}_i}{1 + \sum_i m_i}. \quad (1)$$

としては原理的には太陽系の全天体をとるべきだが、実

用的には大惑星のみで十分である。それにしても大惑星全部の位置を考えなければならないということはたいへんな手間であって、はじめから重心系での表が出来ていればずっと便利に違いない。重心座標系から日心座標系への変換は太陽の位置 \mathbf{r}_0' だけがわかればすぐにできる：

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}' - \mathbf{r}_0'. \quad (2)$$

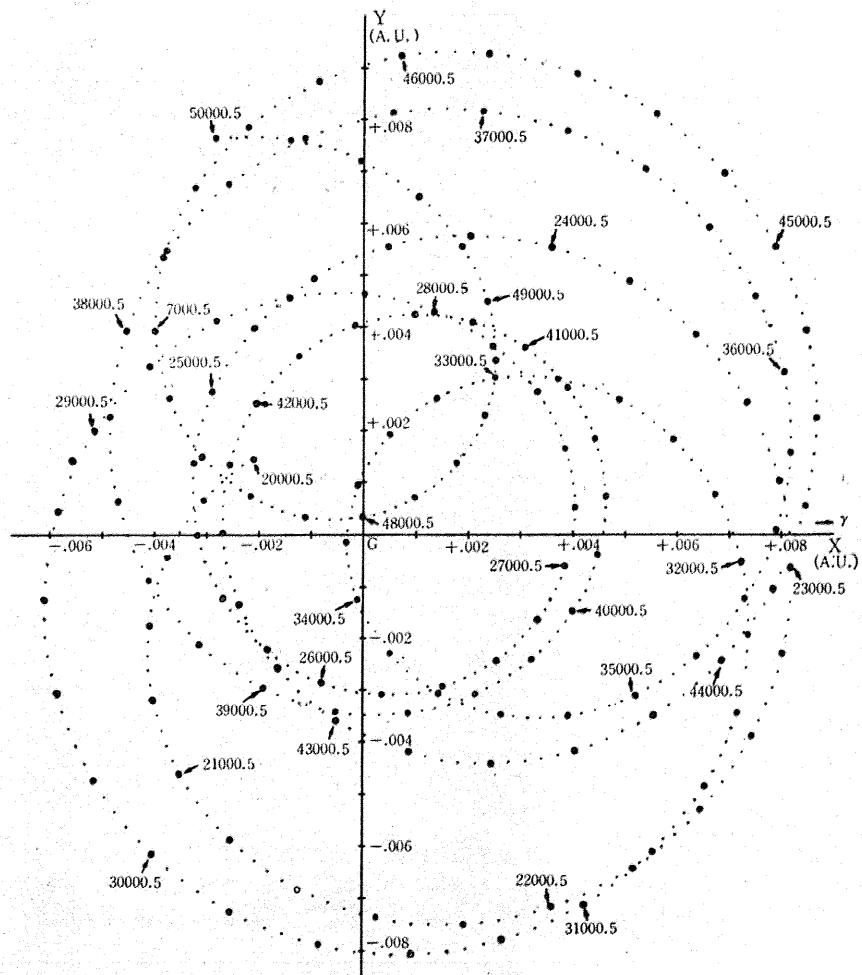
重心系における外惑星の運動 昨年暮、電子計算機を使って、外惑星の摂動をすべて入れた彗星の位置予報をする計画をたてた。しかし、そのためには惑星の位置を計算機に記憶させておく必要がある。外惑星の位置については、すでにクレメンス等¹⁾によって立派な表が作られているが、計算機に読み込ませるにはこれをテープにパンチしなければならない。それはたいへんなので、まず計算機に惑星の位置を計算させパンチさせることにした。やり方はクレメンス等と同様、ニュートンの万有

* 東大理学部

W. Tanaka : The Sun's coordinates referred to the Center of Mass of Solar System

第 1 図

図中の点にそえた数字はユリウス
日で、2400000 を加える。
2420000, 5=1913 VIII 20
2430000, 5=1941 I 6
2440000, 5=1968 V 24
2450000, 5=1995 X 10



引力の法則から導かれる連立微分方程式を直接数値積分する方法である。内惑星は質量および軌道半径が小さいから、その質量を太陽に加えておくことのみによって考慮し、太陽(+内惑星)、木星、土星、天王星、海王星、冥王星の六体問題を考えると、微分方程式は、

$$\frac{d^2\mathbf{r}_i}{dt^2} = -k^2 \sum_{j \neq i} m_j \frac{\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|^3} \quad (3)$$

$$(i=0, 5, 6, 7, 8, 9)$$

となる。積分方法は、精度や使いやすさから Runge-Kutta 法を用いた。そこで、

$$\frac{d\mathbf{r}_i}{dt} = k\mathbf{v}_i \quad (4)$$

とおいて一階の連立方程式になおし、 \mathbf{r} として赤道直交座標 x, y, z をとると、

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_i}{dt} = kv_{ix}, \quad \frac{dy_i}{dt} = kv_{iy}, \quad \frac{dz_i}{dt} = kv_{iz} \\ \frac{dv_{ix}}{dt} = -k \sum_{j \neq i} m_j \frac{x_i - x_j}{r_{ij}^3} \\ \frac{dv_{iy}}{dt} = -k \sum_{j \neq i} m_j \frac{y_i - y_j}{r_{ij}^3} \\ \frac{dv_{iz}}{dt} = -k \sum_{j \neq i} m_j \frac{z_i - z_j}{r_{ij}^3} \end{array} \right. \quad (5)$$

$$r_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$$

$$(i=0, 5, 6, 7, 8, 9)$$

という 36 元の連立微分方程式を解くことになる。 x, y, z を天文単位、 t を平均太陽日で測ることにすれば、引力の定数としては、 $k = 0.01720209895$ をとればよい。質量についてはいろいろな値が用いられているが、ここではクレメンスの表と同一の値を用いることにした：

$$\text{太陽 } m_0 = \begin{cases} 1 \\ 0.00000597682 \end{cases}$$

$$\text{内惑星 } m_5 = 1/1047.355$$

$$\text{木星 } m_6 = 1/3501.6 \quad \text{天王星 } m_7 = 1/22869$$

$$\text{海王星 } m_8 = 1/19314 \quad \text{冥王星 } m_9 = 1/360000.$$

使用した電子計算機は、通産省工業技術院電気試験所の Mark-4 A^①で、この計算機は 10 進法 7 桁であるため、倍精度 14 桁のプログラムを作った。積分のステップは、精度や計算時間など考慮していろいろテストした結果、8 日とし、40 日ごとに印刷とテープのパンチを行なった。計算時間は 40 日が約 4 分であった。初期値はクレメンスの表を(1)式で重心系になおしたもの用いた。特に速度は $1/k$ 日を時間の単位として、スケーリングの 9 点の数値微分の公式によって計算した。積分

は J. D. 2410000.5 からはじめたが、クレメンスの表が小数点下 9 桁で、初期値(特に速度)があまり正確にきまらないため、精度は 1 万日後で 7 桁以下になってしまったので、J. D. 242 0000.5 で再び初期値を計算した。J. D. 2430000.5 以後は、14 桁の基礎表がのっているのでこれを用い、さらにスケーリングにも多少の修正を加えて精度の向上をはかったため、25000 日後でも 8 桁の精度を保つことができた。時刻の基準は、初期値をそれから計算した以上、クレメンスの表と同じく、1925 年 1 月 1 日の U. T. が基準になっている。

重心座標系における太陽の運動 こうして作られたテープを計算機に読み込ませて、太陽の位置の表を作ってみた。表では J.D. に対して赤道座標系 x, y, z 、黄道座標系 x', y', z' を示してある。(前節を読んでわかる通り、正確には太陽+内惑星の重心の位置であって、眞の太陽の位置を求めるには内惑星の位置による補正が必要である。その差は最大 0.000005 A.U. 程度であって小さいが無視できない。) x, y, z と x', y', z' の関係は、

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = x \\ y' = y \cos \varepsilon + z \sin \varepsilon \\ z' = -y \sin \varepsilon + z \cos \varepsilon \\ \varepsilon = 23^\circ 26' 44''.84 \quad (1950.0) \end{array} \right. \quad (6)$$

この表を使えば、すでに日心座標系で作られている表を(2)式を逆に用いて重心座標系になおすことができる。

太陽の運動のありさまをさらに直観的に見るためにその位置を黄道面上に投影した図を作ってみた。第 1 図は J. D. 2420000.5~2450000.5 の 3 万日間にわたって、表の x', y' をプロットしたものである。太陽はいつもほとんど黄道面上にあるが、惑星に軌道傾斜があるから、 z 方向へも最大 0.0003 A.U. ほどずれる。こうしてみると、惑星運動の反映として、太陽は予想以上に複雑な運動をしていることがわかる。いちばんきいているのはもちろん木星の運動であるが、冥王星とても軌道半径が大きいから無視できない。J. D. 2448000.5 のあたりで太陽が重心をまわっていないのは、他の外惑星がみな反対側にいるので木星が負けてしまったのであろう。

図の点の間隔は 40 日、単位は天文単位で、数字はユリウス日を示す。ただし図では頭の 24 を略してある。

註

- 1) W. J. Eckert, Dirk Brouwer, G. M. Clemence: Coordinates of the Five Outer Planets 1653-2060; Astron. Papers of the American Ephemeris and Nautical Almanac, 12 (1951)

昭和 24 年 5 月 18 日第 3 種郵便物認可・天文月報第 55 卷第 8 号附録・昭和 37 年 7 月 20 日発行

日本天文学会秋期年会講演申込用紙

〆切 8 月 31 日

氏名			所属	
題目				
スライド使用 の有無	有	無	所要時間	分
プログラム編成の便宜のため、講演される題目の内容について、下に○印をおつけ下さい。 天体力学 位置天文学 恒星天文学 天体物理学 電波天文学 実験観測装置 その他。				

なお講演を申込まれた方は、8月31日までにアブストラクトを御提出下さい。アブストラクトは左横書き400字詰原稿用紙1枚以内にお願いします。スライドは5×5cm枠付35mm版。所要時間は必ずしも御希望にそい兼ねことがあります。(更に申込用紙御入用の方は本会に御申出下さい。)

ユニトロン
ポラレックス
天体望遠鏡



1950年以來海外に多數輸出
され、好評を博している当
所製10センチ屈折赤道儀、
外に15センチ屈折赤道儀な
ど多數製作

ユニトロン・ポラレックス天体望遠鏡製作
株式会社 日本精光研究所

東京都世田谷区野沢町1-100

TEL. (421) 1685, 0995; 振替 東京 96074

ROYAL
TOKYO

ロイアル

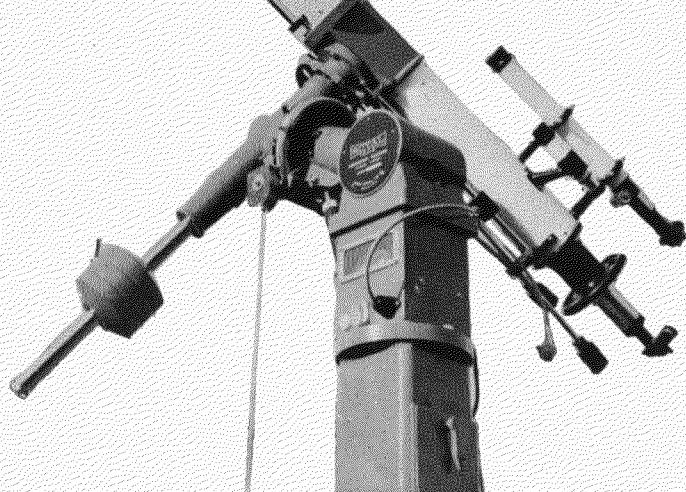
天体望遠鏡と 観測室ドーム

主要製品

- ★ 理振法規格の
小型天体望遠鏡
- ★ 天文台用大型
屈折・反射赤道儀
- ★ 観光望遠鏡
- ★ 観測用光学諸機械
- ★ 観測室ドーム

写真は新潟県立新発田高等学校の当社製、アルミニウム板葺、電動、手動併用駆動式5m天体観測室ドーム

カタログのご請求に
は本誌名を付記願い
ます。



ASTRO 光学工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2 野村ビル Tel. (231) 0651-2000
工場 東京都豊島区要町3-28 Tel. (957) 4611-6032-6669
振替 東京 52499番