

第1図 K-コロナメーター構成図

源の変動を防いでいる。

望遠鏡は輝線観測用コロナグラフと同一の赤道儀式架台に取付けられていて、鏡筒の前部はジンバルで支えられているが、後部はモーターで駆動される偏心ギアに連結していて、円形に振り廻すことが出来る。このため全体は太陽リムの周辺を太陽の中心から任意の距離でコーン状に走査し、一回の走査時間は4分である。この機構によりコロナの光は直接光軸に入り、斜め入射によって出来る偏光が除かれる。

鏡筒内部はコロナグラフ光学系、光変調器、受光部に分けられ、各部の名称は次の通りである。

Bと分離し、それ等を同時に記録するものである。

第1図は乗鞍コロナ観測所のK-コロナメーターの構成を示し、望遠鏡、増幅器及び記録計の三つに分れている。望遠鏡内の光変調器より記録計までが、光電偏光測定部分であり、自動電圧調整器により交流100ボルト電

- M₀: 対物絞り凹面反射鏡 (対物レンズ枠付近の太陽光の散乱を防止するもの)
- L₀: 対物レンズ 口径 80 mm 焦点距離 2000 mm
- M₁: 円錐反射鏡 外径 50 mm 中央の穴は角度で 10'
- D₁: 視野絞り

K コ ロ ナ と は

コロナとは太陽大気の一番外側に大きく広がっている部分で、その光度は明るい部分でも光球の明るさの百万分の一(満月の光度)に過ぎないため、地上ではその千倍も明るい空の光に邪魔されて見る事が出来ない。しかし皆既日食の時には空の明るさはコロナよりずっと暗くなるので極めて短時間であるがその形状やスペクトル、偏光などを測定する事が出来る。

コロナの光は光球に近い内部のコロナと遠い外部のコロナとではその性質が異っている。内部ではコロナの光はコロナ線と呼ばれる二十数本の輝線スペクトル(Eコロナ)と、吸収線(フラウンホーファー線)を持たないが光球とほとんど同じ波長組成の強く偏光した(偏光度約0.5)連続スペクトル(Kコロナ)とより成る。又外部のコロナではその光は太陽光球のフラウンホーファー・スペクトルの再現でほとんど偏光していない(Fコロナ)。

E コロナ: 非常に高度に電離された鉄、カルシウム、ニッケル等の金属原子イオンの出す禁制線で、この事からもコロナの温度は百万度の程度であると考えられている。可視部で一番強い線は 5303Å にある 13 個の電子を失った鉄イオンの線である。Eコロナの光量はコロナ全光量の1%に過ぎないが輝線スペクトルであるため現在ではコロナグラフと分光器や単色フィルターとを使っ

て高山で常時観測する事が出来る。

K コロナ: コロナの中を飛び廻っている自由電子によって光球の光が散乱されたものであって百万度のコロナでは自由電子の熱運動は毎秒 5500 km にも達するので、そのドップラー効果により総ての太陽吸収線はうめられて見えなくなっている。Kコロナの偏光面は光球中心から半径方向にある。一方空の明るさはコロナの千倍にも達するが偏光度はKコロナの千分の一よりずっと小さいし、その偏光方向も異なるので 10⁻³~10⁻⁵ 程度の微小偏光を検出出来る偏光計を使ってKコロナの偏光成分を分離する事が出来る。

F コロナ: 太陽吸収線がそのまま見られるので低温である事や、ほとんど偏光していない事、太陽からの距離と光度との関係を延長すると黄道光につながる事から太陽系の惑星軌道空間に分布している埃によって光球の光が散乱された「にせ」のコロナであると考えられている。

K, F, E コロナの光度は光球の光度を1とすれば太陽の縁では夫々 10⁻⁵, 10⁻⁷, 10⁻⁷。縁から光球の半径離れたところでは夫々 10⁻⁸, 10⁻⁸, 10⁻¹⁰ の程度で、縁から光球半径の3倍離れたところでは K, F コロナの光度は夫々 10⁻⁹, 10⁻¹⁰ の程度である。(清水一郎)

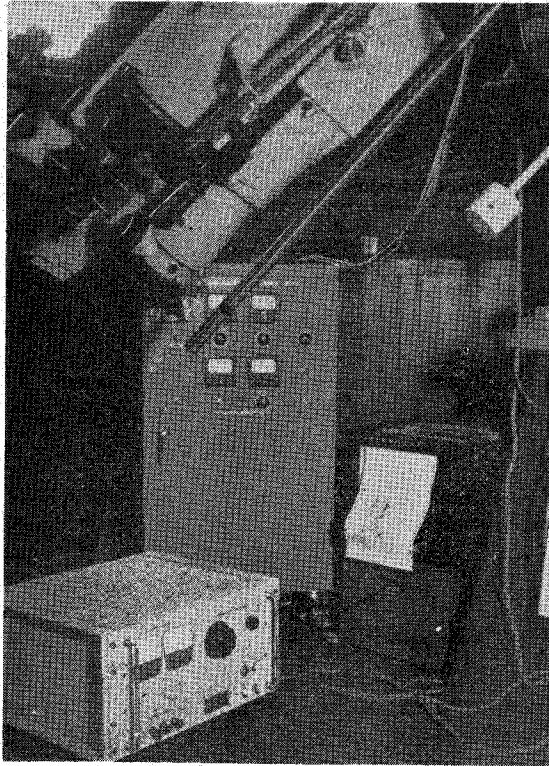


写真 2. 増倍器 (中央) と記録計 (右).
(左手前の装置は試験用直流電源で、観測には使用しない)

- L_f: 視野レンズ (L₀ の像を D₂ 上に作る)
- C.P.: 記録計目盛校正用 ND フィルター
- $\lambda/2$: 回転 $\lambda/2$ 板
- D₂: 対物散光除去絞り板
- F: 色ガラスフィルター
- $\lambda/4$: $\lambda/4$ 板
- ADP: ADP (磷酸二水素アンモニウム結晶) Z カット板
- P: 偏光板
- P.M.: 二次電子増倍管
- C.F.: カソードホロー

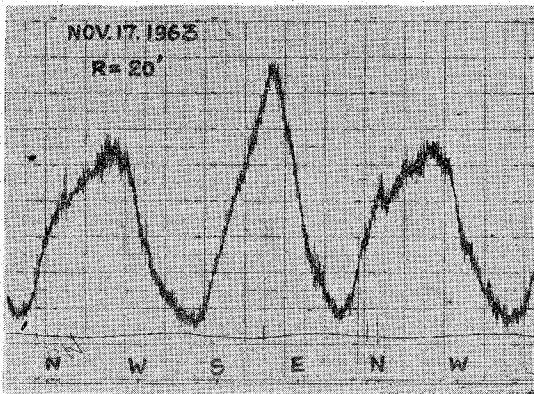


写真 3 記録例

D₁ は測定すべきコロナの範囲をさめるもので、L₀ の焦点面にあり、その円型の開口部の直径は角度で、2', 3', 4' 及び 5' の 4 種類にターレット式に切換えられる。M₁ は太陽像を鏡筒側面に反射させ、以後の光学系に太陽の光が入らない様にする。対物レンズの縁では太陽の光が相当散乱され偏光する。これを取除くのが D₂ である。色ガラスフィルターは 4300Å 以下の波長を除去するもので、この辺の波長域で相当明るい空の光が除かれる。このフィルターと二次電子増倍管の波長感度特性とによって有効波長の中心は約 5000Å となり、光学系全体はすべてこの波長で設計してある。

なお、第 1 図には書いてないが、光学系を構成する各部分の面の小さな傾き、あるいは内部構造の非対称等により、望遠鏡に入射する偏光分と同じ程度の不要の偏光が出来る。このため視野レンズ、 $\lambda/2$ 板、色ガラスフィルター等にはそれぞれ補償板があり、この様な偏光を極力少なくしている。

光変調器は高速シャッターとしてよく使われるもので、 $\lambda/4$ 板、電氣的ケル効果の大きい ADP 及び偏光板を組合せたもので、非常に明るい空の光の中の微小な偏光分を検出する上に重要な役目をする。K-コロナの偏光面は太陽の半径方向にあり、望遠鏡が太陽周辺を走査するとその偏光面は連続的に回転する。一方光変調器は特定の方向の偏光に対して有効に働らくから、 $\lambda/2$ 板を走査に同期して回転させ、これに入射する偏光を一定方向の直線偏光に変える。 $\lambda/2$ 板の回転数は望遠鏡の一走査の丁度半分で、一回転に要する時間は 8 分である。(キスロブロック観測所のは鏡筒全体が走査に同期して機械的に回転するため $\lambda/2$ 板はない。光学系内で偏光を起す原因となるものが少なくなる点で有利である。)

ADP は二枚の導電性ガラス電極にはさまれていて、光の透過方向はこの電極で与えられる電界の方向と同じである。この両電極間の電圧がゼロの場合は一軸結晶であるが、電圧が加わると二軸結晶となり、これを透過する光の正常光と異状光との間に電圧に比例する位相差を

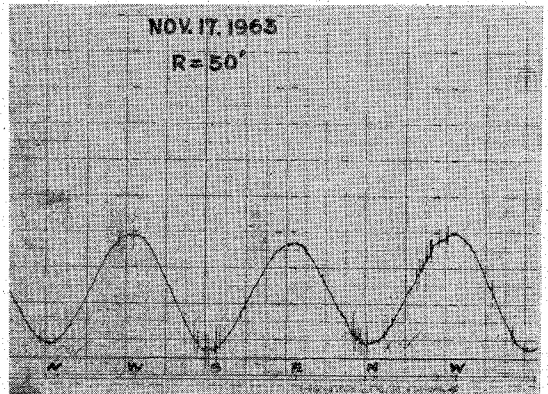


写真 4 記録例

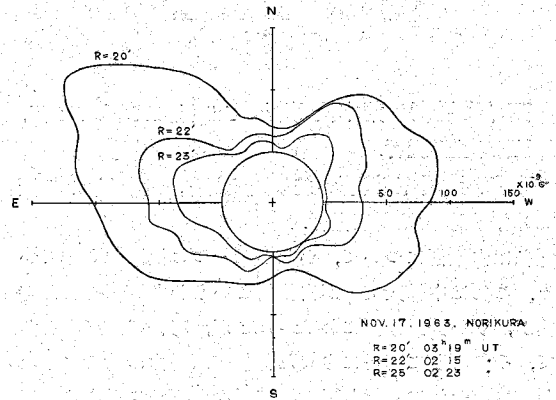
生ずる。λ/4 板と ADP の軸は入射光の偏光面に対して 45° に傾けてあり、偏光板の最大透過の方向はこれと平行にしてある。今 ADP に加える交流電圧の正負の最大値に対して位相差がそれぞれ +λ/4 又は -λ/4 となる様に電圧を選ぶと、λ/4 板と ADP の両方によって、位相差は λ/2 又はゼロとなる。この為偏光板は光を遮断したり通過したりする。この作用は ADP に加える交流の周波数に同期して半サイクル毎に繰返される。(フランスで使われている偏光側定器の変調器の部分は、2枚の λ/4 板の間にセクター型の回転 λ/2 板を入れ、これをモーターで回転させることによる、偏光の二つの直交成分を切換えている。) 使用した光変調器は当時国産品が得られなかったため、アメリカのベアード・アトミック社の AM-2 型である。この場合波長 5000Å で ADP に ±λ/4 の位相差を与える交流電圧は ±4,500 ボルトであるが、最良安全電圧その他を考慮して ±2,500 ボルトとし、その周波数は 70 サイクルである。

以上の様に光変調器を通る偏光分は、70 サイクルで変調されるが、大部分の偏光していない成分は何等変調されずに通過する。これ等の光は更に受光部の二次電子増倍管によって直流分と交流分(変調された成分)の重畳した電流に変えられる。二次電子増倍管は小型で比較的暗電流の少ないイギリス EMI 社の 9524 B ヘッドオン型で、最高感度波長は 4200Å、増倍段数は 11 である。カソードホローは電源等の誘導を少なくして、増幅器との間をケーブルで接続する為のものである。

増幅器は二次電子増倍管の出力電流に含まれる、空の明るさに相当する直流分と、偏光成分に相当する 70 サイクルの交流分とを分離して、それぞれを増幅して記録計に必要な入力を与えるものである。このための増幅器の他に ADP 変調用交流電圧を得るための 70 サイクル発振器、電力増幅器、昇圧トランス及び二次電子増倍管用安定電源等が含まれ、すべて一つの架台に組込んである。

二次電子増倍管の直流分は直流増幅器で増幅され、2 ペン式記録計の一方の入力に接続される。又交流分は 70 サイクル選択増幅器で増幅後、位相検波される。この検波出力は更に直流増幅され、記録計の他方の入力に接続される。

記録計の較正は、視野レンズ後部に透過率既知の ND フィルターを入れて、望遠鏡を太陽の中心に向けて行なう。太陽の中心は殆んど偏光していないと考えられるので、記録計の直流分の指示は 10°☉ の単位で較正出来る。又この ND フィルターを傾けると直線偏光が出来るので、記録計の交流分に対する指示は、傾きによって出来る偏光の偏光度 P と減衰された太陽の明るさ B との積となる。従ってこの傾きに対する偏光度の理論値(この



第2図 P_kB_k を位置角であらわしたもの

場合傾角 10° で P=3×10⁻⁹) から 10°☉ の単位で較正出来る。この操作は観測の始めに必ず行なわれ、コロナ観測の際は ND フィルターを取除く。

写真 3, 4 は乗鞍コロナ観測所で得られた記録の一例である。写真 3 は太陽の中心から 20' の距離の空の明るさ及びそれに含まれる偏光成分の記録であって、大きな変動を示すものが後者である。尚下方のバルスは位置角を表わすもので、望遠鏡の走査に連動して記録される。実際にはこの偏光成分の記録が直接 K-コロナの偏光成分を表わすものではなく、この中には太陽の光が地球の上層大気中で多重反射する為の散乱光によって出来る偏光、下層の大きなゴミによる散乱光の偏光、望遠鏡内部に起る偏光等々が複雑に入りまじっている。これ等の不要の偏光成分を差引かなければ K-コロナによる成分が得られない。そこで K-コロナの殆んど含まれていないと推定される太陽中心から 50' の距離の記録(写真 4)をとり、K-コロナ以外の各偏光成分を求め、それぞれを例えば 20' の記録から差引いて得られたのが第 2 図である。

第 2 図は K-コロナの偏光度と明るさの積 P_k·B_k を極座標にプロットしたもので、中央の円を規準として半径方向に位置角に対する P_k·B_k の量を 10°☉ の単位で表わしたものである。図中の R は太陽中心からの距離を示す。第 2 図が実際に日食で得られる写真の様なコロナの形を示すものではない事に注意されたい。

以上 K-コロナメーターの概要を説明したが、得られるのは P_k と B_k の積であって、これらの分離は簡単には出来ない。このためコロナの温度や密度を求めるのは容易ではないが、すでに二三の人々によって太陽面現象とコロナの電子密度との関係、あるいは太陽電波と K-コロナとの関係等が知られている。今後、更に多くの観測記録が得られれば、太陽及びこれに関連した他の観測と共に、太陽諸現象の解明に役立つものと思われる。