

写真測光の話

—あなたのコロナ写真を計量化するために—

秦 茂

はじめに

皆様が日食について興味をお持ちになった動機は、若しかしたらカラーフィルムで撮影された一枚のコロナの写真であるかも知れません。皆既帯に入って常日頃の天体写真で、きたえたあなたの腕を振って、日食毎にカラー写真でコロナを写すことは決して無駄な観測ではありません。あなたの立っているその場所だけが晴れていて、それが科学的に貴重な一枚となることもあるのですから、二度と繰返しのきかない、その現象を記録しておくことは、天文学的にもきわめて重要です。

カラー写真は今のところコロナの測光には役立たないとしても、流線（ストリーマー）の位置、プロミネンスやコンデンセーションの位置などを記録することが出来ますし、特にモノクロ写真では、かつて白いプロミネンスと呼ばれていた、コロナル・コンデンセーションなどの現象を見のがしてしまうかも知れません。

日食に魅せられて、再度、コロナの撮影に出かける人達の中には、科学写真として役立つことを考え始めている人もいます。モノクロフィルムによる、コロナの直接写真、偏光写真それに微細構造の写真などがそれです。そこで以下では、このような考えの方達のために、写真測光についての話をまとめて見ます。

現在のところカラーフィルムについての測光学が確立していないこともあって、以下の話はモノクロフィルムを使った場合に限定します。

コロナの輝度を計量化するためには、コロナ像を撮影した同じフィルム上に強度目盛のためのウェッジを焼きこんでおくことが必要です。その次に欠けていない太陽をニュートラル・デンシティー・フィルター（NDフィルター）をかけて撮影し、またその同じフィルムの残りの部分に同様にウェッジを焼きこんでおかなければなりません。

強度目盛を焼きこむためには、どうしたらよいかについては、後の方で述べることにしますが、先ず、写真測光上の注意から始めることにしましょう。

写真測光上の注意

コロナの測光では、コロナ像をマイクロホトメーターで測定すると、フィルム上の位置（コロナの $r \cdot \theta$ に対応して）に対して黒み（濃度値）が求まります。一方、焼きつけたウェッジからは、検定された強度に対する黒み（濃度）がそれぞれ、あたえられるので、結局は濃度（D）は、全く整約の中から消去されてしまいます。この点はいわゆる写真のセンチメートルとは違っています。さて次に必要な測光上の注意について述べます。

(1)比較しようとする二つの光は、（これは強度目盛とコロナ像のことです）同一フィルムのそれもなるべく近い場所に露光することが望ましい。

(2)露光量を少な目にして測光を行った方が精度が良い。天文測光上、最適の黒みは $D=0.6$ 位とされている。

(3)比較しようとする二つの光は、同一露出時間でなければならない(相反則不軌のため)このため、コロナ像が1/2秒で撮影された場合は、これに対する太陽像も、ウエッジも、適当なフィルターと口径絞りによって、やはり1/2秒で撮影することが要求される。

(4)比較すべき二つの光の分光組成は同一であることがのぞましい。小型の電球をウエッジ用の光源に使う場合には、太陽の色温度と合せるために、その光源に、青色フィルターをかけることが必要になる。

(5)比較二光の像は出来るだけ同じ大きさにすること、同一照度の露光をあたえた場合、大きい像の方が小さい像に比べて見かけの照度の減少を起こすことがある。

(6)現像液は、調整後1時間以上たつた落付いた液を使用すること、十分量の現像液にひたし一様性のためには、やわらかいブラシで、乾板またはフィルム面上を現像液の中で1秒に1回くらい軽くなでる、いわゆるブラシ現像を行なうと良い。

また比較すべき二つの露光はもしも他の都合で、同一フィルム上にないときでも、同時に現像しておく、誤差の混入を著しくさけることが出来る。このような注意を行った上で、写真測光では、フィルム上で、二つの点の黒みが、全く等しい時に限って二つの露光量が同じであると定義されています。

実技上の注意

強度目盛のついたコロナ像を、どのように処理したらよいかについては、今後の“日食情報”に余白が出来た時に詳述したいと思っています。この中には、(1)太陽の自転軸をきめること、(2)マイクロホトメーター(測定器)使用上の注意 (3)コロナの輝度分布、偏光成分の求め方 などが含まれます。

とにかく撮影されたコロナ像の測光をしたいと考えている方達に取っては、ウエッジをコロナ写真の現像前に焼きこんで置くことが先決だと考えますので、チューブセントメーターと、ウエッジを使用した強度目盛についての“天体写真の応用と工作”中の記事を以下に転載することにします。

チューブセントメーター

まずチューブセントメーターとは何かを理解することが必要ですが、それには写真の黒みとか特性曲線の話からはじめなければなりません。しかし、この点については天体写真講座(地人書館)の「天体写真の基本」ですでにくわしく説明されていますから、ここでは省略します。

ようするに、天体写真をたんなる観賞用としてではなく、研究の対象として考える場合、日食、月食、それにスペクトル写真などを測光して計量化することが必要になります。そのためには天体や天体スペクトルを撮影したフィルムや乾板には、必ず強度目盛りを付けておかないと測光用の原板として使うことはできないのです。

強度目盛りの焼き付け

ここに説明するチューブセンシトメータと、つぎのウェッジ焼きこみ装置とは写真測光のための強度目盛りを付ける装置です。この種のものはまだ市販されていませんから、自作の必要があります。

〔製作例〕

必要な部品は

- (1) 自動車用電球とソケット
- (2) オパール・ガラス
- (3) フィルム・サイズの金属板2枚
- (4) 内径2mmのパイプ数本

わたくしが以前に自作したものは、光源として自動車用電球を用いその前にオパール・ガラス（乳白ガラス）をおいて輝度一様な面光源としました。金属板2枚のうち、光源に近いほうの金属板には最小孔0.2mmから最大2mmまでの各種の穴をあけてチューブでつなぎ、フィルム直前の金属板の直径は全部2mmに揃えておきます。この装置に前面から光を当てるとフィルム面上の照度は小穴の開口面積に比例しますから、この装置でも100:1の強度目盛りを焼きこむことができます（黒み比は2:0）。

小穴の直径を適当に選ぶことで500:1ぐらいまでのスケールとすることが可能です。

パイプの内壁が光ると誤差の原因になりますから、わたくしはアルコール・ランプで煤を作ってパイプの内壁を煤で黒くして使いました。

これらは木箱のなかに収めて、内面を墨汁で黒く塗ると装置は出来上がりです。

専門書などのスペクトル写真で、星のスペクトルの周りには鉄のアーキなどの比較用スペクトルが入り、さらにその周囲に各種の黒みの黒丸がついているのを見かけたことがあると思います。その黒丸がチューブセンシトメータによる焼きこみです。

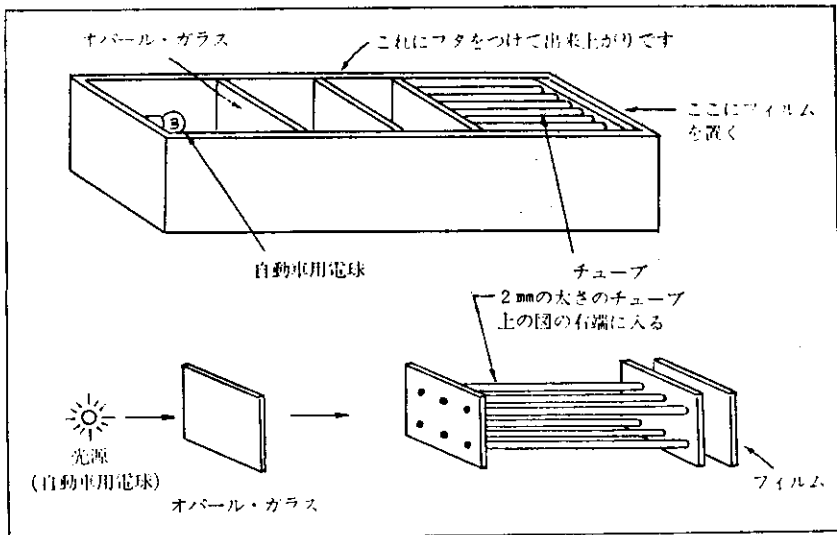


図1 チューブセンシトメータの自作例

ウェッジ焼きこみ装置

強度目盛り焼きこみ装置として、チューブセンシトメータよりもさらに広いスケールが得られる点で便利な装置がウェッジです。

たとえばコダック社のニュートラル・フィルターでは、黒み 0.15 おきに 0 から 3 までの黒みのスケールの入った製品が市販されていますが、これを使うとスケールは 1,000:1 になります。

ニュートラル・フィルターは微粒子のフィルムで自作も可能ですが、日本光学、保谷ガラスなどでも入手できます。

検定されたウェッジ（日本語では光学楔とよばれます）はそれぞれの黒み値、透過率が分かっていますから、ウェッジを図2のようにフィルムに密着して露光しますと、フィルム上に黒みの物差し（スケール）が出来上がります。

製作は、チューブセンシトメータよりもさらに簡単です。図にしめた部品を内面黒ぬりの、木箱でもボール箱でもよいから外からの光が入らないようにして、適当に組み上げるだけです。

注意する点は、せっかく撮影した、太陽コロナなどに強度目盛りからの光が混入しないようにすることです。

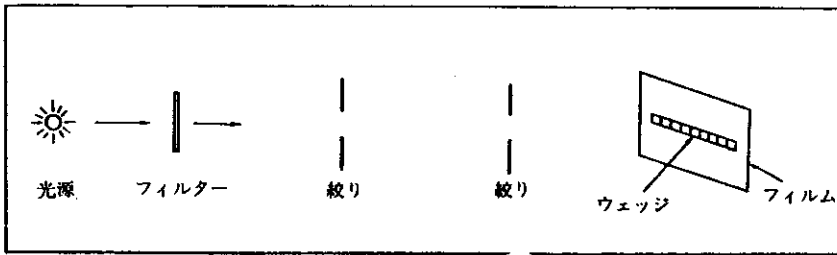


図2 ウェッジを使用した強度目盛り

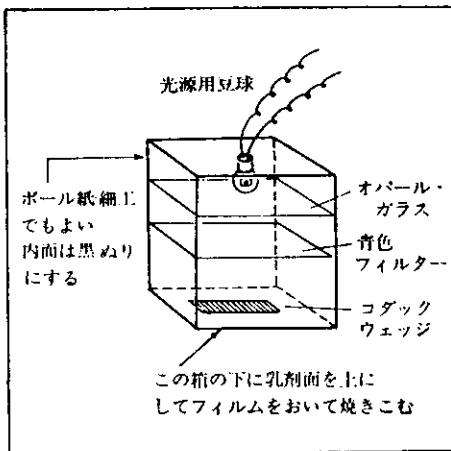


図3 ウェッジ焼きこみ装置の一例