

ND フィルターによる極めて明るい天体の写真測光

古 畑 正 秋*

1. 序

昨年の白鳥座新星は折よくデネブの近くに出現し、高度もかなり高かったので、光度観測にはつごうがよかったが、新星や彗星などがいつもそうした条件にあるとは限らない。ことにマイナス何等という明るい天体になると、比較星もとれないので、光度観測は一般にはお手あげとなる。そのような場合の対応策はないものかと考え、多少の実験を重ねた結果、ニュートラル・フィルターを使う方法が簡単で、しかもよい結果が得られることがわかったので、ここにしようかしたい。

このような目的に最もよいのは光電測光であるが、これは一般的でないし、限られた天文台などの観測で、だいたいの機を失うこともあるので、ぜひ一般的な方法がほしいところである。星の明るさを落して、暗い星との等級差を求めるのに、疎い対物格子を用いて干渉像をつくり、それを測定する方法が以前天文台で用いられていたもので、この方法をまず検討してみた。ところがこの方法は天文台にあるような焦点距離のある程度長い、したがってF値の大きなアストログラフのようなものには向いているが、普通のカメラ(35mm判程度)では干渉像が鮮明でないこと、また近くのたくさんの星像と重なってしまう怖れがあって、いまの目的には適当でないことがわかった。それに精確な対物格子をつくるのがかなりむづかしく、その点でも一般向きでない。そして到達したのが ND フィルターの方法である。

2. 方 法

ND フィルターは写真の光量を落して小さいF数で撮影する場合に一般の写真家も用いているので、ご存知の方も多であろう。広い範囲の波長(色)に対してほぼ一定の減光を与えるものである。市販されているものは透過率 70, 50, 25, 12.5% のものが一般である。これではいまの目的には減光量が少し不足であるから、10 および 1% のものを使うのがよい。10% で等級差 2.5 等、1% で 5.0 等となる。これらは ND-10, ND-1 という商品名になっている。(これらの入手法は後に記す)。図 1 に 10% のもの、すなわち ND-10 の波長別透過率を示してある(メーカーの測定値)。可視域でかなり一定し

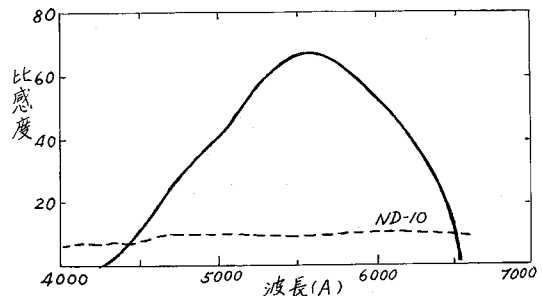


図 1 SSS 級フィルムに YG フィルターをつけた場合の比感度、点線は ND-10 フィルターの透過度

た透過率となっていることがわかる。

写真機は手持の 35mm 判、あるいはそれに近いものがよい。F/2 ないし F/3.5 くらいの標準 50mm レンズ、ないし 100mm くらいがよい。広角レンズはビグネッティング(けられ)が大きいのでなるべく避けたい。フィルムは SS, SSS, または TriX を使用する。これらの感光域を肉眼感度に近づけるために市販の黄緑色フィルターをつけたい。新星でも彗星でも暗くなったときの実視観測と結べるからである。ニコン X0, ケンコー P00 のどちらでも入手できる(黄緑フィルターに少し違ったものがあるが、この記号のもの)。図 1 の太い曲線は上記の色フィルターを使った場合の感度曲線で、眼視感度に極めて近くなっている(データは各メーカーの測定値使用)。

撮影方法は極めて簡単で、黄緑色フィルターをつけたレンズの前に ND フィルターをかぶせて、カメラを天体に向けて固定し(いわゆる静止撮影)、約 1 分間露出し、カメラを開けたままで、そのままソッと ND フィルターを外して、また約 1 分間露出する。ただそれだけである。こうすると ND フィルターをつけた暗いものと、それを外した明るいものが、日周運動によって続いた線になって写る(図 2~5 の撮影例参照)。明るい星だけに ND フィルターをつけた暗い線が写り、あとの星は大部分フィルターなしの像である。ND-10 を使った場合は暗い線と他の星の像とは 2.5 等級の違いとなっている。暗い線が附近の 5~6 等星とだいたい同じくらいの濃さになるように ND フィルターを選ぶわけで、こうして等級のわかった 5~6 等星と比較し、求めたものに 2.5 等級の補正をすれば明るい星の等級が出る。比較星を 5~6 等星としたのは一般に入手できる恒星カタ

* M. Huruahata:

Photographic Photometry of very bright stars with ND-filters.

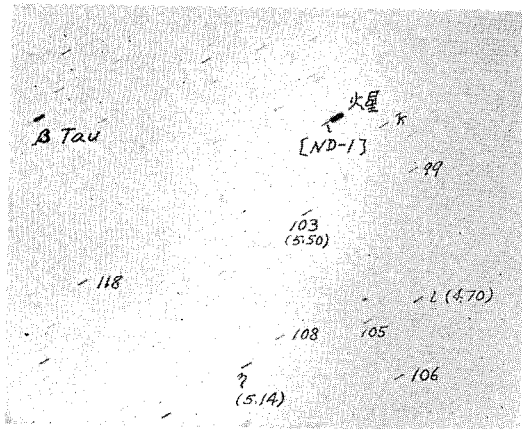


図2 火星 [ND-1] 1976年2月7日 1850
f=50mm, F/2

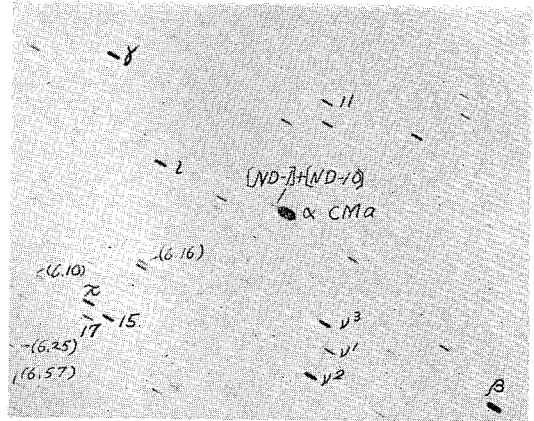


図3 シリウス [ND-1]+[ND-10]
1976年3月22日 1840, f=50mm, F/2

ログが利用できるからである（例えば Becvar のカタログ、または Yale 輝星カタログ）。

目的の天体が 2~3 等級の場合は ND-10 を、0 等くらいの場合は ND-1 を、さらにマイナス何等級という場合は ND-1 と ND-10 を重ねて用いる。この場合の等級差は 7.5 等となるからである。図 3 は 2 枚重ねてシリウスを撮影したものである。

現像は長い方がよい。コントラストが増して明るさの差がはっきりするからである。掲げた写真は SSS フィルムをバンドール 15 分現像したものである。ただし薄明中の彗星などの場合は、絞るとか、現像を短かくしてカブリを小さくすることも必要であろう。

3. 等級差の検討

メーカーの透過率を信用して以上のような方法で測定した場合、果して等級差が、2.5, 5.0, 7.5 となるかどうかは一応疑ってみる必要がある。かなり多くの星を使ってその検討をしてみた結果を次に記す。まず ND-10 の場合は各スペクトル型の恒星についてもほとんど 2.5 等を与えるので、この場合は等級差を 2.5 として差支えない。ND-1 の場合は平均して 5.3 等という値が得られ、青白い星で 5.4 等、赤い星（火星のような場合）で 5.2 等となる。この理由はほかにもあろうが、まず考えられるものとして、波長別の透過率の違いである。図 1 に点線で示したようにニュートラル・フィルターは一般に青色部より短波長部で透過率が下る。恐らくこれが原因していると思われる。後に述べるメーカーの ND フィルターを用いる場合には上に示した等級差を使われるとよいと思う。さらに、ND-1 と ND-10 を 2 枚重ねた場合は ND-1 の傾向をそのまま持っており、平均等級差 7.8 等となっている。

4. ND フィルター法の利点

この方法の便利さはいくつかあげられる。

- 1) 小型カメラとフィルターさえあれば望遠鏡も要らないので手軽に観測地を選べる。（ただし、しっかりした台か三脚は必要）
- 2) 比較星を目的星のすぐ近くにとるので、大気の減光の影響はごく小さく、多くの場合無視できる。また全天が一様の条件でなくても（例えば目的星の近くだけが晴れているようなときでも）測光が可能である。
- 3) 低空の星、彗星などの測光も可能である。（ただし、この場合は目的星に近い色の比較星を選ぶ必要がある）。
- 4) 露出が実質上 1 分と短いので、多少の月明、薄明、町の灯火があっても観測ができる。

5. 測光例の解説

写真に示した測光例のデータは各図に示してある。図中 () を付したものは比較星の等級である。これらの写真は数倍引伸してあるが、実際の測定は原ネガフィルム上でルーペで行ったものである。

〔図 2, 火星〕測定は +0.15 等となり、暦にある光度 -0.06 等と比べ、その差 0.2 等、すなわち ND-1 の等級差は 5.2 等となる。

〔図 3, シリウス〕数回測定したものの一つで、測定では 6.34 等となり、シリウスの光度 -1.47 と比べ、ND-1, ND-10 の 2 枚重ねの等級差 7.8 等となる。

〔図 4, ウェスト彗星〕彗星の光度の測定はいろいろな問題があって単純ではないが、この方法によれば尾の部分を除いた頭部の光度を測定することになり、ほぼ眼視観測に相当するものが得られる。比較星 6.34 より僅かに暗いので 6.4 等と測定。ND-10 の等級差 2.5 等を

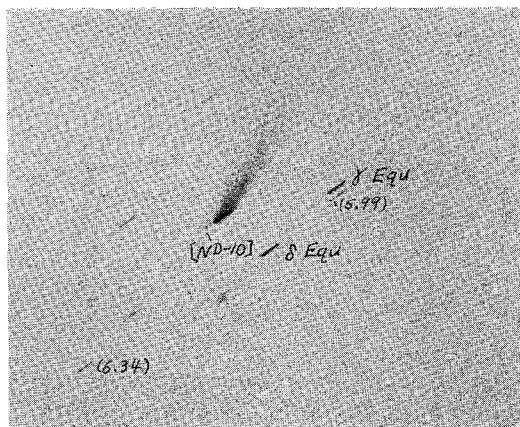


図4 ウェスト彗星 [ND-10] 1976年3月16日
0500, $f=100\text{mm}$, $F/3.5$

用いて、このときの光度 3.9 等と求められる。

〔図5、ベテルギュース〕 フィルム上で (6.35) と等光度、ND-1 の等級差 5.3 を用いて、このときの光度 1.1 等と求められる。

ここで撮影に当たっての一、二気のついた注意を述べたい。まず第1に ND フィルターによってカメラレンズの口径がけられないこと。次にフィルターはほこりや露がついていないこと。これらは等級差に直接ひびくので、一般の天体写真とは違って、特に注意が必要である。以上の測定例は何れも約1分ずつの露出であるが、赤緯の大きい星の場合は日周運動の動きが遅くなるので、赤緯 60° 以上では約2分、 80° 以上では3~4分ずつの露出を与える方がよい。また、ND-1、ND-10 の2枚重ねて撮影する場合、フィルターを外したときの像が明るすぎて、そのハレーション・リングがじゃまをするので、フィルターをかけての露出と外しての露出の間に約1分露出を中断するのがよい。黒い紙か布でレンズを覆う。

6. ND フィルターの入手と取付け

ND-1、ND-10 とも一般に市販していないので特注する。したがって半月くらいはかかるので、明るい新星が出たからといって注文したのでは間に合わない。ケンコー営業所（東京の場合は〒103 中央区日本橋 2-16-11、東京営業所）で扱ってくれる。価格は 50mm 角のもの1枚2,000円であった。もちろん他の大きさのものもあるが、50mm 角が標準品であるので最も早く入手でき、大ていカメラにこれで間に合う。

ND フィルターはネジ込式などにすると却って不便である。フィルターをごく短い紙筒にでも接着し（角帽のような形）、レンズの前に軽くかぶせられるようにする。ズレ落ちさえしなければよい。

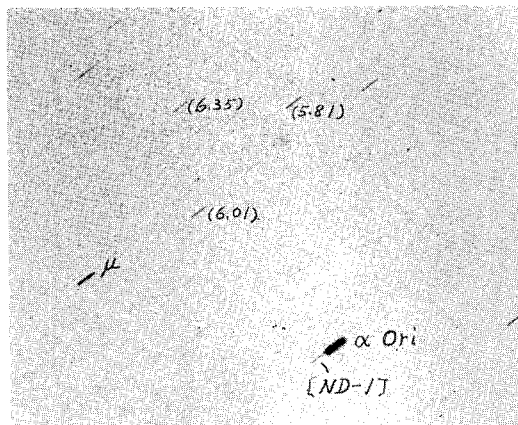


図5 ベテルギュース [ND-1] 1976年6月10日
1835, $f=100\text{mm}$, $F/3.5$

7. ND フィルター法の応用例

明るい新星や彗星はいつ出現するとも限らないので、フィルターを用意しても長く死蔵し、かんじんのときにどこかにしまい忘れて出てこないというようなことにもなりかねない。そこでこの方法を日頃応用する一、二の例をかかげてみよう。

- 1) 明るい変光星の観測。ベテルギュース、アンタレスなど有名な特殊変光星であるが、明るすぎて観測が極めて困難であるためにほとんど観測が行われていない。変光を疑われているアークツールズなどもそうである。しかしこの方法を用いれば手軽に観測を行うことができる。測定例図5はベテルギュースについてのものである。
- 2) 明るい惑星の測光。これはどれくらい観測値があるか知らないが、ほとんどの惑星が僅かながら変光していることは確かであるから、この方法による測定を行ってみるのも興味がある。惑星の太陽に対する位相角と光度との関係などもその対象となるであろう。ただ惑星の場合は時によって比較星を変えなければならないという困難な問題があるので、その辺の解決が必要となる。

惑星などの場合は黄緑色フィルターだけでなく、波長を変えた色フィルターを使ってみるのも一方法であろう。例えば前記フィルムにホヤ硝子 B-48 を使えば B 光度に極めて近いものとなる。また赤フィルターを用いて赤色部の測定を行うこともできる。ただしこれらの場合は、ND フィルターの光度差が前述のものとかかなり違ってくるので、その値は各自測定することが必要である。

以上思いついたままであるが、この応用例はほかにもあろうから、特志家の創意に待ちたい。近く超新星の出現も期待されている折から、この方法が役立ち得れば幸いである。