

駿台学園北軽井沢天文台75cm望遠鏡の撮影星像データの解析

青野 佐保、樋口 舞、安彦 青空、磯部 一貴、岩佐 レン、新海 秀彬、三上 日菜子、
麻田 実、鈴木 春 (高1)、亀井 沙世、早川 桂都 (高2) 【駿台学園高等学校】

要 旨

駿台学園の75cm望遠鏡で撮影した天体写真で、星像の明るさ測定値から恒星の等級をどの程度推定できるかを調べる目的で解析を行った。まず星像の明るさの測定値として星像内のピクセル出力値の積算値を計算し、恒星カタログ (GAIA DR3) の等級値と比較する。r (red), g (green), b (blue) それぞれのピクセル積算値をカタログの RPmag, Gmag, Bpmag と比較したところ、r は $\pm 0.3\text{mag}$ 程度の誤差に収まる関係図が得られたが、gは 1.0mag 程度、b は 2.0mag 程度の大きな差を示す星も多く、g と b では等級の推定は困難であることがわかった。

1. はじめに

駿台学園では、北軽井沢にある合宿所に口径75cmの望遠鏡を設置しており、その直焦点に取り付けられたデジタルカメラで、約 $30' \times 40'$ の視野の天体カラー写真を撮影することができる。そこで今回、ここで得られた天体写真について、その特性の調査として撮影された星像の明るさとその星の等級との関係を調べた。

2. 撮影データ

今回使用した天体写真は、2022年12月に撮影した μ Cep とその周囲の恒星の写真で、視野は約 $30' \times 40'$ 、また露光時間は ISO25600で4秒のものを用いた。他の時期に撮影された画像と比較する試みはまだ行っていないので確定的なことは言えないが、当日は天候も安定しており、良好な天体写真であると考えられる。

撮影された写真は5568×3712ピクセルの画像で、これを画像処理ソフト (gimp) により800×533ピクセルの .pnm 画像に変換した。星像の大きさは、今回測定した最も暗い星で直径約5ピクセル程度、ピクセル出力値は最大255 (8ビット)、バックグラウンド出力値は各カラーとも80~110程度だった。また約12等級程度の星像ですでにピーク値が最大値255 に達しており、これより明るい星では、飽和状態の影響が積算値に大きな影響を与えている。

3. 星像データ解析

GAIAカタログでこの範囲の恒星を調べると、G等級で13等級より明るい星として約150星がリストアップされるので、この中から80星を選んで星像を同定し、星像のピクセルの出力値を r, g, b それぞれで積算した。今回の積算値の範囲は500~13000であったが、バックグラウンド見積りの誤差の影響は200程度に達するので、暗い星の測定値の誤差はかなり大きいと考えられる。なお、星像の積算範囲の決定は、断面図のグラフを用いて眼視で行ったが、これによる誤差は上記のバックグラウンド見積りの誤差に含まれると考えられる。

4. 解析結果

写真上の星像の各カラーのピクセル積算値を、カタログに示されているそれぞれの等級 (GAIAカタログでは、RP, G, Bpmag) と比較したものを図1~3に示した。なお、両者の関係をわかりやすくするために、横軸を $15.0 - \text{カタログ等級}$ とし、縦軸を $2.5 \times \log(\text{ピクセル積算値}) - 7.0$ とした。これにより、星の明るさがピクセル値に正しく反映されている場合、両者の関係は傾きが +1 の直線になることになる。

図からわかるように、r (red) については、今回の「星像から等級を判定する」という目的に適用可能であるような関係図が得られたが、g (green) および b (blue) については大きなばらつきが認められ、等級の判定に用いることが困難であることがわかった。

また r の場合でも、明るい星像が飽和状態の影響を大きく受けていることが認められ、傾きが +1 より小さく、また明るい星ほど傾きが小さくなる関係図が得られている。

6. 結果の考察と今後の課題

上記のように、カラー r に関しては写真上の星像から等級を判定できることがわかったが、今回の4秒露出の写真上では明るい星はかなりの程度ピクセル値の飽和状態に達しており、関係式は傾きが +1 より小さくなっている。この場合、飽和状態は星像の広がりに影響を受けるので、異なる写真にはここでの結果は適用できないと考えられる。

他方、カラー g, b の大きなばらつきについては、そのばらつきの大きさはバックグラウンドの判定の誤差などに比べてかなり大きく、変光星などの影響も考えられるが現状では原因不明である。原因解明のために、露出時間を変えた写真や、撮影時期の異なる別の写真、異なる天体領域の写真などとの比較検討が必要と考えられ、これが今後の課題である。

今回の解析では、バックグラウンドの算定や星像範囲の選定などを個々に眼視によって行ったが、これらを計算プログラムによって自動化することにより、星野写真内の未知の天体の発見とその等級の決定を行うことが可能になると考えられる。そしてこれが、本学園の大型望遠鏡とGAIAカタログを利用すれば13等級程度までの天体に対して適用可能になり、微小星の星団などの研究に応用できると考えられる。

図1: カタログ等級とピクセル積算値の関係 (red)

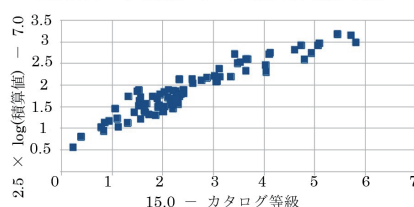


図2: 図1と同じ、ただしカラーはgreen

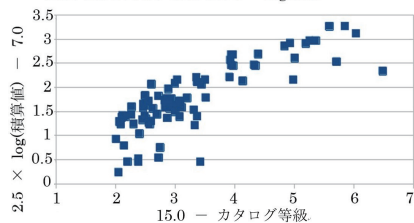


図3: 図1と同じ、ただしカラーはblue

