

散開星団の色等級図の作成

～デジタルカメラを用いて行う天体の等級測定～

東京都立日比谷高等学校 尾原秀澄

1. 研究目的

色等級図は、星団の年齢および距離の推定や星の性質を調べる際に用いられる、恒星の色と等級の関係を図示したグラフであり、横軸に恒星の色合いを示す色指数、縦軸に恒星の明るさを示す等級をとる。色等級図を作成する際に必要な等級を正確に求めるためには、測光専用の観測機材が使用されているため、専門の研究者以外の方が行うことは難しい。そこで、本研究では一般的なデジタルカメラを用いて、より簡単な手法で色等級図を可能な限り正確に作成すること、さらに、自分で作成した色等級図と、測光専用の観測機材による既知のデータをもとに作成した色等級図とを比較し、相関を見つけることを目的とする。

2. 研究方法

対象の散開星団としてペルセウス座二重星団をh-χ(図1)を用いた。

(1) 既知のデータによる色等級図の作成

ステラナビゲータのTycho-2データより二重星団に属する星の青色光の等級(B等級)と可視光の等級(V等級)を調べ、散布図を作成する。

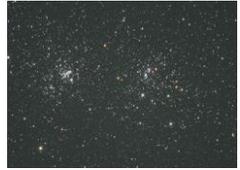
(2) 撮影画像を用いた色等級図の作成

カメラ:Canon Eos kiss X7i 望遠鏡:タカハシ FC-76 焦点距離624mm F8.2

撮影条件:ISO1600 露出時間 236秒 撮影日:2025/01/04 22:00 撮影枚数:2枚

a. raw2fitsにより、撮影した二重星団の画像から青色光のデータからなるB画像と緑色光のデータからなるG画像を抽出する。

図1 ペルセウス座二重星団h-χ



b. Makali'iにより、a.で得られた画像に対しフラット処理および加算平均を行い、B画像とG画像それぞれについて1枚の画像を作成する。

c. Makali'iにより、b.で作成した画像について(1)で選んだ星を測光する。

d. 測光値をもとに、B画像からB'等級、G画像からG等級を決定し、散布図を作成する。

(3) 2つの色等級図の比較

(1)、(2)で作成した2つの色等級図の差異を求め、差異と等級の間に相関があるか調べる。V等級とG等級は撮影の際の波長が近いいため、近似値として用いることが可能である。本研究では、B等級の値からV等級の値を引いたB-V等級およびB'等級の値からG等級の値を引いたB'-G等級を色指数として用いる。色指数の値が大きくなるほど恒星が赤く、小さくなるほど恒星が青いことを示している。また、本来、色等級図は絶対等級を用いて作成されるが、散開星団に属する恒星は地球からほぼ同じ距離にあるため、見かけの等級を用いることが可能である。

3. 結果

結果1

(1) 既知のデータによる色等級図の作成

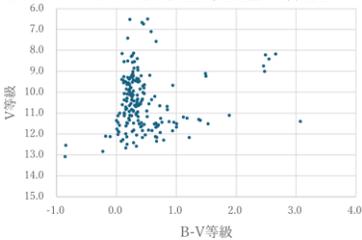


図2 既知のデータによる色等級図

(2) 撮影画像を用いた色等級図の作成

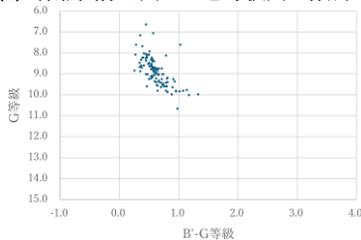


図3 撮影画像を用いた色等級図

(1) 散開星団は形成直後の恒星から構成されるため、左上から右下に伸びるように星が位置する主系列がみられることが予想されるが、既知のデータによる色等級図上では明瞭な主系列はみられず、横軸に対して垂直な分布がみられた。

(2) 撮影画像を用いた色等級図上では明瞭に左上から右下にかけて伸びる分布がみられた。

結果2

(3) 2つの色等級図の比較

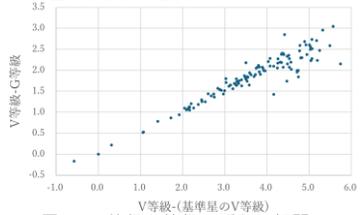


図4 V等級と等級のずれの相関

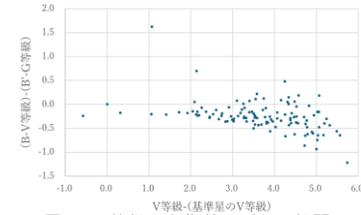


図5 V等級と色指数のずれの相関

結果3

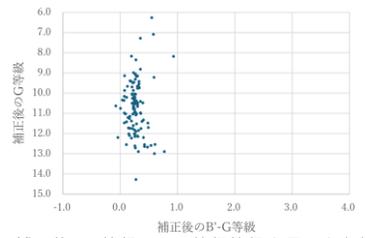


図6 補正後のG等級、B'-G等級を用いた色等級図

補正前と比べると、明るさ、色指数ともに既知のデータのものに格段に近づいた。

なお、式②において色指数の補正の際に使用するV等級は、式①で求めた値を使用している。

4. 考察

考察1

撮影画像による色等級図上では主系列のような分布がみられたが、測光の過程でずれが生じた結果だと考えられる。また、既知のデータによる色等級図では明瞭な主系列はみられなかったが、今回測光した範囲の等級の恒星は二重星団の色等級図における主系列の左端であり縦方向に伸びる分布となっていたため、この色等級図は正確なものであると考えられる。

考察2

暗い星ほど差異が大きくなっていることがわかる。明るさ、色指数ともにp値は0.001を下回っていたため、相関関係があると判断した。

考察3

データの分布は横軸に垂直になっており、明るさと色指数の両方がよく補正できていると考えられる。基準星以外のTycho-2データを使用せずに補正を行うことができた。

参考文献

R M D Guido, P B Tucio, J B. Kalaw, L E Geraldo. 2023, 小野間樹樹. 2017, Zeljko Ivezić, J. Allyn Smith, Gajus Miknaitis, Huan Lin, Douglas Tucker, Robert H. Lupton, James E. Gunn, Gillian R. Knapp, Michael A. Strauss, Branimir Sesar, Mamoru Doi, Masayuki Tanaka, Masataka Fukugita, Jon Holtzman, Steve Kent, Brian Yanny, David Schlegel, Douglas Finkbeiner, Nikhil Padmanabhan, Constance M. Rockosi, Mario Juric, Nicholas Bond, Brian Lee, Chris Stoughton, Sebastian Jester, Hugh Harris, Paul Harding, Heather Morrison, Jon Brinkmann, Donald P. Schneider, Donald York. 2007, Brian K. Klöppenborg, Roger Pieri, Heinz-Bernd Eggenstein, Grigoris Maravelias, Tom Pearson. 2012, John E. Hoot. 2007, 高等学校 地学. 啓林館, 2023, ニューステージ地球図表. 浜島書店, 2023, あなたもできるデジカメ天文学. 恒星社厚生閣, 2015, 大金要次郎. ひかり天体観測所, 日本天文学会. 天文学辞典

5. 結論

まとめ

本研究では二重星団を用い、既知のデータによる色等級図と、撮影画像から得られたデータをもとにした色等級図を作成し、比較した。その結果、撮影画像による等級および色指数は、既知の等級と比較して大きな差が存在したが、その差には恒星本来の明るさとの間に相関関係がみられた。その相関をもとに測光等級を補正すると、既知のデータに近づけることができた。

課題

二重星団以外の星団、あるいは異なる撮影条件でも同様な相関が見られるかは不明であるため、これを今後の展望とする。