

投稿

明るい星はなぜ大きく見えるのか

伊藤芳春

1. はじめに

星はあまりにも遠くにあるため望遠鏡で見ても点にしか見えません。実際にはどうでしょう。星座を構成する1等星と4等星を見比べると同じ大きさには見えません。わずかに1等星の方が大きく見えます。大きく見えると言っても星の表面を見ているわけではなく明るいために大きく見えているだけです。その原理を検索しても見当たらないので、なぜ明るい星が大きく見えるのか理由を考えてみました。

2. なぜ大きく見えるのか

星の光が見えるまでの経路は、星間物質、地球大気、目の角膜、水晶体、硝子体、網膜となります。大きく分けると星間物質から硝子体までの光の経路の部分と光を感じる網膜の2種類になります。両者とも明るい星を大きくしていると考えられますが、ここでは光を感じる部分について考えてみます。光が網膜に当たれば他の自然現象同様にガウス分布になると思われるからです。

視力1.0の人の分解能は角度で1分です。やっと見える星は1分の大きさに見えることになります。目のレンズの焦点距離を20mmとすると角度の1分は網膜上で0.006mmということになります。目のデータについては、資料を見つけれなかったもので、CCD冷却カメラで撮影した星像で考えてみました。

3. ガウス分布

3.1 ガウス分布とは

平均から外れるほど左右対称に確率が減少する「つりがね型」をした確率分布をいいます。

測定誤差の分布など、ほぼ正規分布に従う現象は自然現象や社会統計量の中に多く存在します。確率変数 x に対する分布関数（確率密度関数）は、

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \left\{ -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

で与えられます。ここで μ は平均、 σ^2 は分散、 σ は標準偏差です。グラフで表すと図1のようになります。

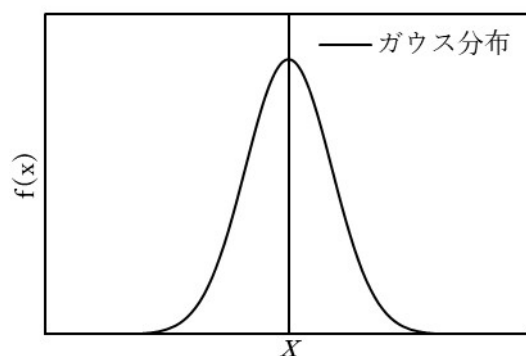


図1 ガウス分布

3.2 CCD写真の測定

測光観測に使用している冷却 CCD カメラでピントを合わせ、飽和しない状態で撮影した画像（図2）から、接近した7.9等（GSC2038:476）と11.2等（GSC2038:1200）の星をマカリで測定し明るさを求めました。明るさのカウント値をグラフ（図3）にしました。CCDカメラを望遠鏡に固定しているため、撮影時 CCD カメラが反転し横軸は逆になっています。

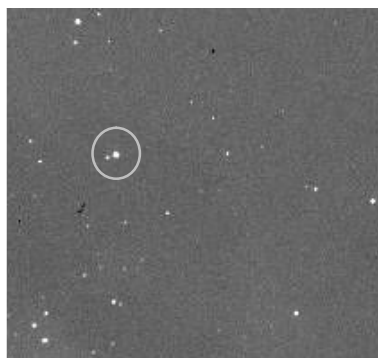


図2 ○の中の星をマカリで測定

図2の写真の通り明るい星は大きく、図3のように明るさのカウント値の最大値は約50000カウント、暗い星の明るさの最大値は約6000カウントでした。

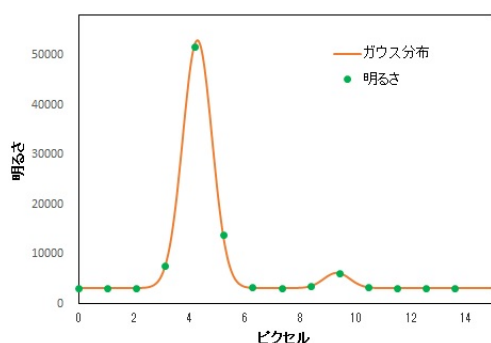


図3 星像のカウント値とガウス分布

データ数は多くはありませんが星像にガウスフィットさせると図3の実線のようにあてはまります。明るい星は大きな山、暗い星は小さな山になっており、明るい星が大きくなっていることを示しています。

CCD カメラで撮影した星像がガウス分布による説明で成り立つのであれば、光と受光部の関係なので、目でも成り立つように思います。このことから明るい星が大きく見えるのはガウス分布によるものと考えてよさそうです。

4. 星のにじみ

光の経路に関連してソフトフィルターが

あります。カメラレンズの前にフィルターを付けて明るい星をにじませて大きくし、星座を際立たせるフィルターです。このフィルターは屈折や回折を利用して明るい星をにじませ星像を大きくしています。ソフトフィルターをかけた写真では1等星が月程度の大きさに写っている場合があります。

5. おわりに

明るい星が大きく見えるのは、基本的には星の光を感じる網膜や CCD によるガウス分布で説明できると思われます。星の光が網膜に届くまでの経路の状況により、ソフトフィルターをかけたような効果も出てくると考えられます。

今回の疑問を持つきっかけは 2024 年夏の福井年会で発表された山口菜摘氏の発表の中で紹介された園児のことばでした。発表された山口菜摘氏に感謝申し上げます。良い夏休みの宿題になりました。

本稿は 2024 年 9 月 22 日に行われた、天文教育普及研究会東北支部会&茶話会での話題提供に基づいています。



伊藤 芳春