

ブラックホールについて

—ブラックホールのペアになっている星の可視光による観測から—

福岡教育大学 中等教育教員養成課程理科専攻
金光研究室 222308 田頭篤典

I. 本研究の目的

アインシュタインは、一般相対性理論によって、「物質によって時空はゆがみ、そのゆがみは物質の量が多ければ多いほど大きくなる」ことを導き出した。その論文を研究していたシュワルツシルト（ドイツの天文学者）は、1915年、質量をもつ物質をどんどん小さくしていくと、ある特定の大きさ以下では数学的法則が成り立たなくなることを発見した。この特定の大きさは「シュワルツシルト半径」と呼ばれている。このシュワルツシルト半径以下の大きさの領域では、光さえも逃げ出すことができず、その中心には重力や密度が無限大に大きくなる「特異点」（物理学の法則が成り立たない点）が出現することがわかった。これがブラックホールだと言われている。

ブラックホールは光を出さないため、見つけるのは非常に困難であると言われている。しかし、1971年、はくちょう座 X-1 とよばれる X 線星（X 線を出す天体）の位置に観測された星が、連星であるはずなのにも関わらず、太陽の 10 倍以上の質量をもつと算出された伴星が観測できなかった。これがブラックホールの候補の発見であり、現在ではブラックホールの候補として最も有力と言われている。

上で述べたように、ブラックホールを観測することは困難であるため、ブラックホールとペアになっている星を観測することは、ブラックホールを研究する上で非常に意義深いと考え、本研究の目的とする。また、本来は X 線を用いて観測を行うところを、他の方法で観測する方法がないか考え、可視光で観測することも併せて本研究の目的とする。

II. 観測に必要な器具

カセグレン反射望遠鏡

三鷹光器 口径 400mm 焦点距離 F13 5200mm 視野 13,8' (25mm 接眼鏡)

ノートパソコン

ステラナビゲーター Ver.9

冷却 CCD カメラ SBIG

メーカー ST-7XMEi-NABG 画素数 39 万画素

CCDOPS ソフトウェア

ステライメージ Ver.7

III. 観測手順

今回観測対象となっている星は V1357 Cyg と呼ばれるものであり、この星の明るさや色を調べるために、基準となる星を設けなければならない。今回は観測対象の星 V1357 Cyg の近くに観測された V1674 Cyg を基準星とする。

①ステラナビゲーターVer.9 を起動し、観測対象の星の位置を確認する。



Figure 1 ステラナビゲーターの画面，色を反転
(12月17日火曜日 19:27 の西の空)

②ステラナビゲーターVer.9 で見た画面を基に、40cm カセグレン反射望遠鏡で天体を捕捉する。

③CCDOPS ソフトウェアにて冷却 CCD カメラで天体を撮影し、ノートパソコン内に画像データを取り込む。今回、カメラで撮影する際、フィルターなし、赤色のフィルター、緑色のフィルター、青色のフィルターの4パターンの撮影を行った。

IV. データの編集及び光度測定

①ステライメージ Ver.7 を起動し、取り込んだ画像を開く。

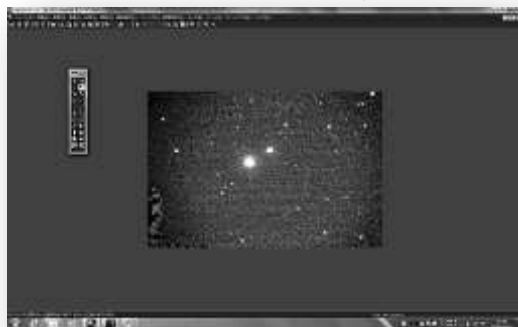


Figure 2 ステライメージ Ver.7 画面

②自動階調を行い、その後階調を手動で調整する。



Figure 3 階調前 (左図) と階調後 (右図)

③光度を測定する。

(1)対象を「標準星」にし、基準星にマークをあてる。

(2)「光度」をクリックし、基準星の光度を入力する。

(3)対象を「天体」にし、対象の天体にマークをあてると、対象の星の光度が出る。

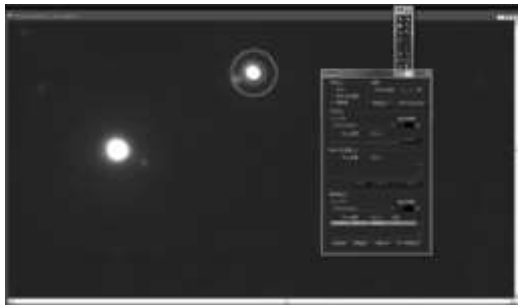


Figure 4 光度測定画面

V. 観測結果

観測結果は、フィルターなし、赤色フィルター、緑色フィルター、青色フィルターごとの結果を表示する。観測日時は2013年11月1日および12月12日の18時から20時である。

①フィルターなし

対象の星	基準星	フィルターなし 5 秒間			フィルターなし 10 秒間		
V1357 Cyg	V1674 Cyg 9.62 等	8.19 等	8.12 等	8.26 等	8.27 等	8.25 等	8.17 等

②赤色フィルター

対象の星	基準星	赤色フィルター 20 秒間					
V1357 Cyg	V1674 Cyg 9.46 等	8.00 等	8.08 等	8.08 等	8.11 等	8.10 等	8.13 等

③緑色フィルター

対象の星	基準星	緑色フィルター 20 秒間					
V1357 Cyg	V1674 Cyg 10.00 等	8.88 等	8.77 等	8.87 等	8.86 等	8.92 等	8.94 等

④青色フィルター

対象の星	基準星	青色フィルター 20 秒間					
V1357 Cyg	V1674 Cyg 10.60 等	9.73 等	9.47 等	9.98 等	9.72 等	9.72 等	9.71 等

次に観測結果をグラフに表す。

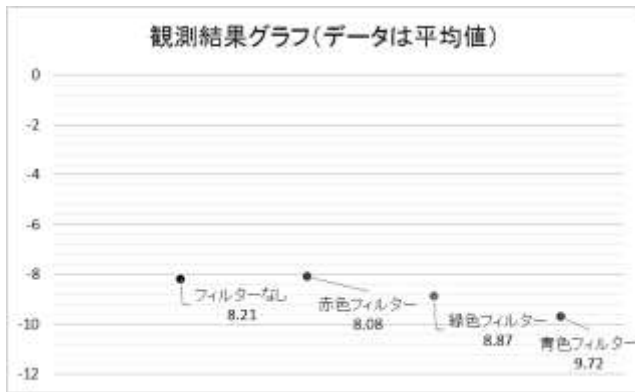


Figure 5 観測結果グラフ
(等級の数値が低いほど明るい)

VI. 考察

以上の観測結果より、赤色のフィルターをかけて観測を行うとフィルターなしで観測を行った場合や他の色のフィルターをかけた場合と比較して最も等級が低いことがデータとして明らかになった。このデータに基づいて考察を行うと、今回観測した星 **V1357 Cyg** は赤色巨星ではないかと考えることができる。

しかし、今回の観測の基準とした基準星 **V1674 Cyg** は、0.06 等の幅で変光する変光星であることがわかったため、観測結果に影響する可能性が考えられる。今回の考察ではデータの精度を高める方法についても考察することにする。データの精度を高める方法として、2点挙げる。

①基準星を変光星ではなく、常に星の明るさが一定の星を基準星とする。

基準星が変光星であったことから、観測を行う日によって対象の星の明るさが若干変化してしまい、観測結果に小さい幅で影響している可能性がある。今回は対象の星の近くにある目立つ星を基準星として観測を行ったので、対象の星の周囲に存在する等級がわかる、明るさが一定の星を基準星として観測することで異なったデータが出てくる可能性がある。

②観測の回数を増やす。

天体観測は天候に左右される部分が多く、本研究も天候に大きく左右された。また、観測回数を増やすことで、変光星の可視光での変光のしかたも同時に観測することができるのではないだろうか。

VII. まとめ

本来ブラックホールの研究に用いるのは X 線である。X 線で観測することによって、ブラックホールにより近い降着円盤などを観測するのによりふさわしいと言われているからである。

今回は可視光を用いて観測したため、観測することができないブラックホール本体との直接的な関わりを調べることはできなかった。しかし、これから他のブラックホールの候補となっている天体のペアになっている星が見つかり、それらの星を X 線だけでなく、可視光を用いて観測することによって、ブラックホールの規模とペアの星との関連性や規則性が発見できるかもしれない。その点から、本研究は意義のあるものと結論付ける。