

光害地名古屋におけるセファイド変光星の観測

西本 寛、新村海里

キーワード：セファイド変光星、光害、名古屋

要 約：光害地域である名古屋において変光星の観測を実施するため、デジタル一眼レフカメラを用いた写真観測を行った。観測期間は2013年9月から同年10月である。対象とした変光星はケフィウス座 δ 星である。デジタル一眼レフカメラを用いることで、光害地であってもケフィウス座 δ 星の変光データを得ることができた。観測データは、アメリカ変光星観測協会の変光星データベースに提出した。

はじめに

夜空に輝く天体の一部には、明るさが時間とともに変化する恒星が存在する。これらの天体は変光星とよばれている（天文学大事典編集委員会，2007）。変光星の総合カタログであるGeneral Catalog of Variable Stars (GCVS) の第4版によれば、47,000以上の星が変光星に指定されている。変光が生じる原因は様々であるが、最も簡単な例は超新星や天体が他の天体に隠れることによる食（蝕）である。超新星の例としては1006年に出現したSN 1006が有名である。藤原定家の記した『明月記』では「一条院寛弘三年四月二日、癸酉、夜以降、官中に騎す大客星あり。螢惑の如し。光明動耀、連夜正しく南方に見ゆ。我は云ふ、陣に騎す將軍の星変じ、本体光を増すかと。」と記述されており、当時の光度変化の様子を知ることができる（今川文雄，1978）。食による変光を生じる星（食変光星）としては、ペルセウス座の β 星アルゴル（ β Per）が最も古くから知られている（日本変

光星研究会，2009）。イタリアの天文学者であった Geminiano Montanari が1667年に観測記録を残し、オランダのアマチュア天文学者 John Goodricke によって食による変光が生じていることが明らかにされた。この他の変光星としては、超新星を除くと世界で最初に観測された変光星であるくじら座のミラ（ α Cet）が挙げられる。ドイツの天文学者 David Fabricius による1596年から1609年にかけての観測により、光度が変化することが突き止められている。ミラは脈動変光星というタイプに分類される天体で、脈打つ鼓動のように光度が変動することがその特徴である。光度が変動する要因は、星自体の膨張収縮による。

このように、変光星はいくつかのタイプに分類されているが、ミラが属する脈動変光星にはさらに変光の周期や恒星の質量などにより、ミラ型変光星、セファイド変光星、こと座RR型変光星などに細分することができる。このうち、セファイド変光星はその平均光度と変光周期について、明るい星ほど周期

(2)

光害地名古屋におけるセファイド変光星の観測

が長いという周期 - 光度関係が良く知られている (Leavitt, 1912)。さらに、周期 - 光度関係は、天体までの距離を求める際に利用することができる。

変光星は、その観測を通じて、物理学、天文学の知識の習得が期待できるため、学術的な意味だけでなく、教育的な価値も持つ。変光星を観測するための方法としては、望遠鏡や双眼鏡を用いて肉眼で観測する眼視観測や、望遠鏡に冷却 CCD を接続して測光する CCD 観測、デジタルカメラを用いた方法が挙げられる。眼視観測やデジタルカメラによる観測は特別な機材を必要としないため、本学のような文系大学における理系教育の現場でも気軽に取り組むことができる。一方で、執筆者の所属する名古屋キャンパスは名古屋駅から徒歩15分という立地であるがために天体観測には不都合な場所である。そこで、光害地である名古屋でも変光星観測が可能かを検証するため、名古屋駅周辺での変光星観測を実施した。

観測方法

本研究で観測対象とした天体は、ケフィウス座の δ 星 (δ Cep) である。 δ Cep はセファイド変光星種族 I の代表的な星であり、5.366 日周期で 3.48-4.37 等級までと光度が変動する。観測場所は、名古屋駅から徒歩10分ほどに立地する著者の自宅前である。デネブやベガのような明るい恒星しか見ることができない環境であり、著者の肉眼での限界等級は 3 等級ほどであった。 δ Cep の肉眼での眼視観測は困難と考え、デジタル一眼レフカメラによる観測を行うことにした。カメラであれば、ISO 感度や露光時間をコントロールすることで肉眼では捉えられない光を集めることができる。本研究で使用したカメラは Canon EOS Kiss X6i、レンズは EF50mm F1.8 II である。撮影条件は ISO800、F3.5、露出 8 秒とし、RAW 形式でデータを保存した。観測は 2013 年 9 月 26 日から 10 月 14 日までの期間に実施した。

変光星の等級を求めるためにはまず、明る

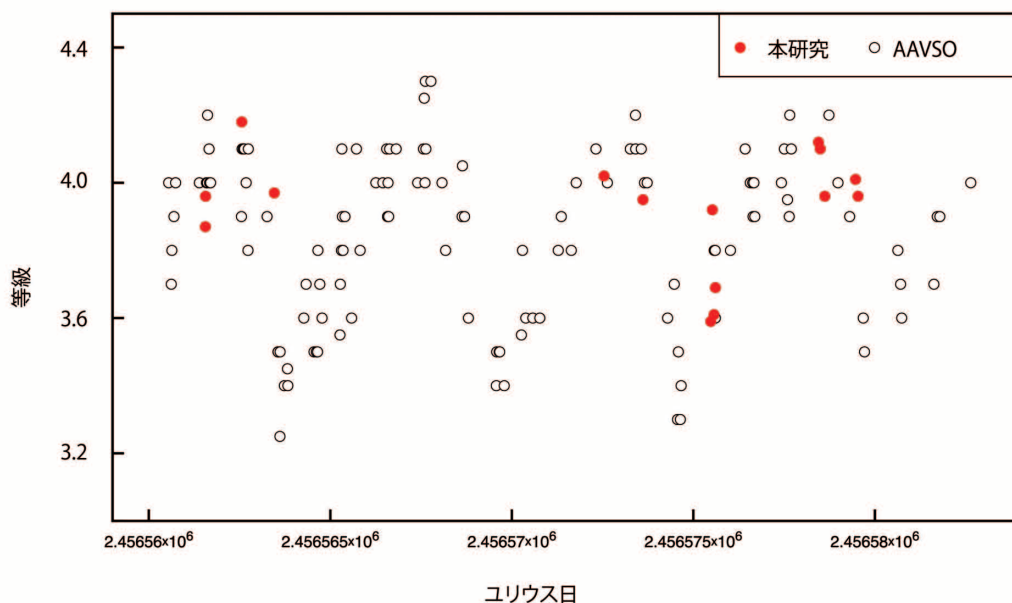


図1. δ Cep の観測結果と AAVSO によるデータの比較

さが変化しない星（比較星）との光度を比較する必要がある。比較星はヒッパルコス星表による V 等級の星図から選択した。収集したデータの測光には IRIS ver 5.59 (<http://www.astrosurf.com/bull/us/iris/iris.htm>) と Makali'i ver 2.0a (<http://www.makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja>) を用いた。まず、IRIS で CR2 ファイル (Canon EOS Kiss X6i の RAW 画像) を読み込み、天文分野で利用されるファイルフォーマット、the flexible image transport system (Fits) に変換した。変換した Fits ファイルを Makali'i で読み込み、Aperture Photometry (開口測光) で光量を測定した。開口測光は、3つのサークルを使用した測光方法である。内側のサークルでスカイと星の光度を測定し、外側と真ん中のサークルの間でスカイの光度を測定する。ここで得られるのはあくまで光度のカウント値であり、等級は別途計算して算出する必要がある。そこで、Norman Robert Pogson によって定義された以下の式を用いて等級を求めた。

$$m - n = -2.5 \log \frac{L_m}{L_n}$$

ここで、m は変光星の等級、n は比較星の等級、 L_m と L_n はそれぞれ変光星と比較星の光度である。n、 L_m 及び L_n に値を代入することで変光星の等級 m を求めることができる。

本研究では、 δ Cep を写した同一写真内の12個の比較星（等級6.14、6.55、6.59、5.5、5.74、5.74、2.45、4.76、4.25、5.94、5.07、5.05）を用いて等級 m を算出した。

結果

δ Cep の写真観測を、2013年9月26日から10月14日までの9日間、計15回実施した。測定結果を表1に示した。4.18等級から3.61等級までの光度変化を観測することができ

表1. δ Cep の観測結果

観測日時	ユリウス日	等級
2013年9月26日 1時23分	2456561.558	3.87
2013年9月26日 1時31分	2456561.563	3.96
2013年9月27日 1時26分	2456562.560	4.18
2013年9月27日 22時58分	2456563.457	3.97
2013年10月7日 0時58分	2456572.540	4.02
2013年10月8日 2時41分	2456573.612	3.95
2013年10月9日 23時32分	2456575.481	3.59
2013年10月10日 0時34分	2456575.524	3.92
2013年10月10日 1時39分	2456575.569	3.61
2013年10月10日 2時37分	2456575.609	3.69
2013年10月12日 22時44分	2456578.447	4.12
2013年10月12日 23時56分	2456578.497	4.10
2013年10月13日 2時55分	2456578.622	3.96
2013年10月13日 23時14分	2456579.468	4.01
2013年10月14日 0時55分	2456579.538	3.96

た。先述のように、今回の観測場所での肉眼での観測限界は3等級であったが、デジタル一眼レフカメラを使用することで、4.18等級という肉眼での観測が不可能な等級の変光星を観測することが可能であった。また、 δ Cep は3.48-4.37等級まで光度を変化させることが知られているが、今回得られたデータは矛盾なく変光範囲内に収まっている。観測データのみではデータ数が乏しく変光周期を求めることはできないため、AAVSO に報告されている同じ期間に観測された δ Cep のデータと今回のデータを比較した（図1）。比較の結果、他の観測者のデータと整合的な等級データが得られていること、そして変光周期5.366日によく合致していることを確認することができた。名古屋駅付近という光害の影響が極めて強い場所であっても、 δ Cep の観測が可能であることが明らかとなった。今後は、 δ Cep よりも等級の低い変光星の観測を行い、光害地における変光星観測の可能性をより深く探る必要がある。

なお、本研究で得られたデータは、AAVSO の変光星データベースに提出済みであり、AAVSO のウェブサイトから閲覧・ダウンロードすることが可能である。

謝辞

変光星の観測方法、データの解析方法については日本変光星研究会の永井和男氏にご指導いただきました。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

天文学大事典編集委員会 (2007) 『天文学大事典』
地人書館.

General Catalogue of Variable Stars (GCVS
database, Version 2013 Apr.) [http://www.sai.
msu.su/gcvs/gcvs/iii/html/](http://www.sai.msus.u/gcvs/gcvs/iii/html/).

今川文雄訳 (1978) 『訓読明月記 第五卷』 河出書
房新社.

日本変光星観測協会編 (2009) 『天体観測の教科
書 変光星観測編』 誠文堂新光社.

Leavitt HS, EC Pickering (1912) Period of 25
Variable Stars in the Small Magellanic Cloud.
Harvard College Observatory Circular, 173,
1-3.