

變 光 星

渡 邊 敏 夫

序

最近數十年間に於ける自然科學の進歩は實に目覺しいものがあつた。わけても物理學の領域に於ては種々の學說踵を連ねて出現し古くより他の科學に先んじてゐた天文學は逆に物理學の影響を受け始め、將に行きつまりの状態にあつた天文學もここに著しい發展を始めて來た。而して新しい一つの方面即ち今日天體物理學と稱する天文學の一分科が基礎づけられたのである。天體の光りによつて星の内部的構造状態、外部的條件、天體の光度、並びに温度等天體のあらゆる物理學的状態を研究するものが天體物理學である。此によりて古くは光輝の外見的變化にのみの研究にすぎなかつた變光星についての我々の知識も著しい進歩を示して來た。而して今や變光星學は天體物理學中の大きな一分科を形成すると共に又重大な役割を演じて居る。

最初の變光星ミラ。セテイが発見せられて將に 300 有餘年今やその數總てで數千にも達し、年々発見せらるゝ變光星の數も數百に達し何時停止するか測り知り難い状態にある。又一方に於て觀測研究も今やあらゆる方面に向つて行はれつゝある。

然るに變光星の光輝變化の説明に到りては今日なほ我々が遠しこして居る問題の一つである。變光が單に星の外部的幾何學的條件によりて起る様な蝕變光星を除いては末だ學者間に一致したる見解がない。光度變化の原因に關する問題を解くこいふ事は近代天體物理學中最も重用なるもの一つである。天體物理學は我々に總ての星は巨星矮星の道程をたぎつて遂に我々の眼界より去る事を教へる。妙へなる樂音につれて羽衣の内に舞ふ不老不死の天女が住むこいふ天界にも生住異滅、諸行無常の理はやはり斥けられない様に思はれる。従つて我々がこの不思議なる星の變光こいふ事を

頼りに星の状態を知り得るならばその星自身の生涯のみならず引いては宇宙進化論にも論及し得るであらう。

此の時に當りて變光星に關する一通りの知識を獲得しておくといふ事は天體研究者及び天文愛好家に於ては必要な事である。變光星が何が故にかくも重大視せらるべきか、又如何様の研究が行はれて居るかを知つておくことは現在の變光星學の形勢を知る上に否天體物理學の目下の状態を知る上に大いに役立つ事であらうと思はれる。

科學の進歩は何等のためらひもなく、何等の息ひもなく、ひたすらに進歩の一路をたぎつて居る。以下ここでくたぐたのべて居る中にも今日の事實はもはや昨日の事實として葬り去られてしまふであらう。然し如何なる事實も次のより新しいものの中に何等かの形で含まれて居るものである。

Nichts ist verloren, alle Prinzipien sind erhalten, indem die letzte Philosophie die Totalität der Formen ist.—G. W. F. Hegel.—

従つて古き事を知つておく事はより新しい研究には必要なことである。而して又物理學の發展に左右せられつゝ進んで居る天體物理學に於ては今なほ未知の領域も非常に廣い。正しき結論を導き得るためには事實が僅少にして不確實である。天體物理學の一分科たる變光星學に於ても勿論の事である。従つてここに記述せんとする事には事實でないことが多いかも知れない。然し其等は何れもたゞ單に過去の事實或は又單なる假定であつたとして取扱ふべきである。

如何なる科學も雖もその進歩の道程は時間の経過と共に單なる我々の知識より事物の認識へ導かれなければならない。我々の知識といふものはただ自然現象にのみ關係して居るものであり、認識といふものはそれを生ずる原因に關するものである。この意味に於て先づ始めに現在我々のもつて居る變光星の知識に關した事に止め、變光星に關した豫備的知識及び一般的性質をのべる。最後に簡單ながらも變光原因を説明せんとする多くの研究者の努力の跡を記載してこの稿を終らうと思ふ。少しく長くなるやも知れないがあかないで讀まれんことを希望する。

第一篇 總論

第一章 變光星に関する豫備智識

I 變光星の定義

光輝が一定しないで常に時間と共に變化する様な星を名づけて總て之を我々は變光星と呼ぶ。光度變化の一つの相から次の同一相に到りて又再び同じ現象を表はす時、その間の時間的間隔を變光星の週期と言ふ。斯る變化の週期的に繰り返すものを規則變光星と呼ぶ。さうでないものを不規則變光星と稱する。變光の原因が二つの星の蝕によつて起るものは我々は之を蝕變光星と言ひ、之はその變光原因が星それ自體にあるのではない。従つてここにいふ本來の意味の變光星とはその趣きを異にするからして、ここでは之については記さない。又一つの微光星にして突然數日の中に數等も光輝を増加し、以後は除々に減光する様な新星と名づける一群の星がある。廣い意味に於ては之も亦變光星の一部を形成するものであるが省くこころとする。

現在我々の經驗する所では光度に或るいくらかの變化を認むる時總て之を變光星として取扱つて居る。變光範圍が如何なる所までを變光星として認めるか。觀測者の心理的狀態、天候その外觀測者の個人差等に非常に關係する。後にのべる様に現在知られて居る變光星の中餘り變光範圍の小さくてその變光を疑はれて居るものもある。若し將來に於て現在以上に精密に光度測定を爲し得るに到らば今まで恒星として考へられた變光せざる星も總て變光星として考へなければならなくなるかも知れない。この稿に於ては現在變光星として取扱はれて居る星は（但し上の意味に於て蝕變光星と新星を除く）總て變光星として處理して行く。

變光星を更に細分する。長時間に渡つて一定の極大光度にあるものが不規則な時間をへだてて多くは急激に表はれる極小光によつて破壊され、しかもその極小光に於ても可なりの光輝の變化を示す様な星の一群を北冠 R

星型の變光星さいひ、之を反對に一定の極小光から急激に極大光に上昇するものを双子 U 星型の變光星さいふ。次に週期 90 日から 600 日位までの週期的變光星を長週期或はミラ型變光星さよぶ。赤味を帯びた不規則性を示し、且つ變光範圍のごく小さいものをセフェイ μ 星型の變光星さ名づけ、二つの極大光の間に普通は二つの第二次的極小の表はれるものを(琴 β 星型蝕變光星の光度曲線に類似して居る) 牡牛 RV 星型變光星さいふ。最後に非常に規則的にして週期の短い一群を短週期變光星さ稱する。なほ孤々の變光星群についての詳細な定義は後にゆづり、ここではこれだけに止める。

II 歴史的概観

今より三百有餘年前には星の光輝さいふものは一定不變のものさ考へられてゐた。今日なほ恒星さいふ字が使はれてゐるのは、その時代の習慣が殘つて居るのである。1596 年の 8 月に David Fabricius は鯨星座に以前には一向に認め得なかつた場所に三等級の星を見つけた。同年の 10 月にはもはや認め得なかつた。1638 年に再び又 Holward によつて鯨星座に於て月蝕が起つた時に注意せられた。1638 年の 12 月 16 日の曇つた空を通して月蝕を觀んが爲に彼は水平線からの星の高度を測つた。その時鯨星座にピカピカさ輝くものを見つけたが、然し月蝕觀測に従事して居たからして、その方に心をさめなかつた。その後數日經つて再び以前決定した高度を確めんさして空を仰ぎ見た時、偶然にも彼のまなざしは鯨星座に落ちた。而して再びそこに彼には或る何かさ輝いて居るのを見た。彼には之が一體何であるかわからなかつたからして、一時的の流星ださ想像した。翌日再び同じ所を眺め返したが然し彼の心にかくも深き刻みつけられた此の不思議な出現物は見えてゐた。此は三等星以上の明さをもつてゐた。其から少し經つて見えなくなつてしまつた。1639 年 11 月に以前あつたさ同じ場所にしかも以前さ同じ様な光輝で輝いて居るのも見た彼は非常に驚いた。當時此のものは新星さ考へられた。然しこれこそは變光星さして我々が知つた最初の星であつた。即ち有名な鯨星座の \circ 星であつた。人々は此の星に不思議さいふ言葉を意味するミラ (Mira) さいふ語をつけて Mira Ceti さ呼んだ。1603

年に已に此の星は Bayer によつて α さいふ符號で 4 等級の星として彼の表の中に記入せられて居つたものである。

Algol (蝕變光星の代表的のもの) も亦早くから知られて居る星の一つである。1639 年以來その變光が已に知られて居る。Algol さいふ言葉は惡魔の星 (Demon star) さいふ意味である。之に續いて一つの新しい變光星が又發見せられた。1686 年 Gottfried Kirch によつて見出された γ Cygni がそれである。

18 世紀の終りまでは此の状態で進んで行つた。之から以後は少しづつ人人の興味を引く様になつて來た。英國の天文學者の John Goodricke と Edward Pigott は彼等自身の觀測から Algol の週期を決定した。而して又 η Aquilae と β Lyrae (蝕變光星の代表的の星) と δ Cephei (短週期變光星の代表的の星) とさいふ星の變光する事を發見した。Herschel は又 α Herculis が變光星なるこゝを見つけ出した。之等の星の觀測者としては當時 Koch, Harding, Bode, Olbers, Wurm 等があつた。特に Wurm は非常な熱心な觀測者であり、而して又非常に熟練した觀測者ではあつたが、彼の觀測が全く世に知られてゐないのは惜しい事である。

後 1830 年の中頃 John Herschel は南天の觀測に従事して η Carinae の變光を發見した。なほ又彼は α Cassiopeiae, α Orionis, α Hydrae の變光をも見出したのである。

1840 年になつて遂に組織立つた變光星の觀測が F. W. A. Argelander によつて始められた。Argelander は所謂光階法さいふ變光星の觀測方法を始めてつくつた人である。天文學中の變光星學の最初の確立者として Argelander を認めなければならない。此の派の變光星觀測者としては E. Heiss, J. Schmidt, J. A. C. Oudemans, 後になつて A. Winnecke, A. Krueger, E. Schönfeld 等がある。

英國に於てはこの當時 N. Pogson, Hind, Knott, J. Baxendell, Gore, Espin 等がこの方面の觀測に熱心であつた。Pogson は星の光度決定に關する法則をつくつたので有名である。フランスに於ては Goldschmidt, Monchy, Chacornac, 北アメリカでは G. P. Bond 等がこの方面に名を残して居る。

斯くして規則立つた観測の下に年々発見せられる變光星の数も急速に増加し始めた。例へば Argelander によつて 1850 年に報告されたものには 27 個であるが、1875 年に Schönfeld による型録には已に 143 個の星が含まれて居る。

1880 年時代にはアメリカに於ては此の方面に對して目覺しい研究が始まり出した。アメリカに於ては變光星観測者は明に二つの群に分たれる。一方は Argelander 派で S. C. Chandler をその第一人者とする。他方は英國派で E. C. Pickering を主領とするものである。Chandler は變光星表三卷を發表した人であり、E. C. Pickering は變光星観測の一方法として比例法をあみ出した人である。

この様にして 19 世紀も將に終らんし 20 世紀が將に始まらんとする時に於て變光星の研究熱は益々高まつて行つた。而して色々の天文に關した會の中に變光星の規則正しき観測を目的とする會が樹立せられて來た。最初には已に 1890 年に英國天文協會に變光星観測部が設けられて注意深い観測が始められて居つた。1911 年にはアメリカに於てアメリカ變光星観測協會(American Association of Variable Star Observers, 略して A. A. V. S. O. と記す) なるものが設立されて天文を愛好する素人観測會によりて観測が行はれて居る。この會は現在變光星観測會としては最も大きな會でその観測する星の数も非常に多く多種の變光星に渡つて観測が行はれて居る。1924 年には 450 個の星について 70 人の観測者によつて 20000 の観測がある。此の観測結果は毎月の Popular Astronomy 誌に發表される。1921 年以來フランス變光星観測會の會員によつても又その結果が Bulletin de l'Observatoire de Lyon 中に發表されてゐる 1922 年以來 Nordisk Astronomisk Selskab によつて Astronomische Nachrichten 誌中に、1926 年後は Nordisk Astronomisk Tidsskrift 誌中に發表される事になつて居る。此の他 Harvard 天文臺でなされた観測がまとめて發表される。又多くの専門家や素人観測者の結果が毎月の天文雑誌を賑はして居る。

又一方に於て此等の観測者達のために變光星の極大極小を大體知らせておくために毎年豫報が發表される。ハーバード天文臺から出される Har-

vard circular 中に L. Campbel による豫報はアメリカ變光星觀測會員の觀測結果を元にしたものである。もう一つ重なるものもはドイツの天文協會 (Astronomische Gesellschaft) によつて Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft 誌中に發表されたものであるが、1926年以來ベルリン天文臺の小出版物 (Kleinere Veröffentlichungen der Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg) として R. Prager によつて發表されて居る。その外の色々の出版物にも一部分の星についての豫報が發表されて居る。

此の様に或る星については十分なる觀測材料が得られて居る。然しながら天文學に寫眞が應用される様になつて以來變光星の發見數は非常な勢で増加して行つた。従つて世界各國到る所に熱心なる幾多の觀測者が現はれこはいへ、觀測すべき星の増加の方が大きいために今日尙ほ手のこぎかない状態にある。觀測の十分なる様な星は全變光星中非常に僅かなものにすぎない。

従つて又統計學的研究にも理論的研究にも行きづまつた點が多い。上に觀測が非常に増加したこは言つたけれども之は單に光度變化の觀測にすぎず、星の構造を知る最も手がかりとなるべき分光學的研究に到りては、殆ど我々は之を知らないこいつても過言ではない。ドレーバー星表によつて 9等星までの星の分光型はわかつてゐるが、なほ進んで今日發見せられる様な 14,5等こいふ微光星のそれに到つては全然わかつてゐないし。又今日ではそれを如何にして得る事が出来るかこいふ事すら皆目知られてゐない状態である。

III 變光星發見の方法

ここに記すこの一節は他日の觀測の方にゆずる方が適當である様であるが、上節の續きとして如何なる手段によつて今日の多くの變光星が發見せられたかこいふ事を歴史的に探つて見る事は興味あるここである。何故なれば學問の進歩の跡をたどり、特に變光星觀測に使用せし器械が如何なる過程を通つて來たかこいふ事を知り、又一方に於ては觀測者の今後の發見方法をこの様にすれば最も有效かこいふここを知るには最も適當なここの様に考へられるからである。

そもそも星の變光なる事の發見せられた方法は今日大體次の三つを上げる事が出来る。即ち肉眼的、寫真的、分光的發見の三つである。肉眼的發見の方法にも二、三異なつた方法がある。○ Ceti の發見に關しては前節歴史的考察で詳しく記したから、ここでは略す。輝く星を觀る事に興味をもつ人々は星座には非常な親しみをもつて居り、すぐに變つたものを發見する事が出来る。廣い意味の變光星の一つなる新星の中馭者座新星 (Nova Aurigae) ミペルセウス座新星 (Nova Persae) は此の様にして Thomas Anderson によつて發見せられたものである。

變光星の多くは星の表を作成する途中に偶然發見せられたものである。星をつきこめる時に重要なものは星の光輝である。星表を作る時には自分の測定光度と以前の觀測者の測定光度とを比較する。その時に確なる光度の相違が見つられる。時には彼自身の觀測光度がその星の變光性を示すに考へられる様な程度までの相違を示す事もあらう。又時には B. D. 星表を使用する星がなかつたりする事もあらう、よくしらべて見て其が變光星である事も或は又觀測の誤りであるかも知れない。

Astronomische Nachrichten 誌中にかゝれて居る Espin による變光星發見の記事がある。Espin が型録の一つの星を觀測してゐた中の四日間の光度は夫々 8.6^m , 9.0^m , 9.6^m , 9.8^m であつた。此等の値はその星が變光星なる事を示してゐる。この事實は後になつてたしかめられた。今日 W Cassiopeiae として知られてゐるものは此の星である。又 Astronomische Nachrichten 誌 3269 號の中に de Ball の Z Aquilae の發見せられた方法が記されてゐる。それによるに de Ball は Vienna の von Kuffner 天文臺で 4.5 吋口径の子午儀で B. D. 65419 星を認め得なかつたが、その側に 9.8^m といふ他の微光星を見たと言つてゐる。數日後再びその部分を觀測して二つの星を見た。その後はもはや子午儀によるこの部分の觀測不能のため赤道儀をもつて確める様に Holetschek に頼んだと記されてゐる。

又週極星 U Cephei は星表を作成するために多くの天文學者によつて數回觀測された。一度は 6.9^m であつたが他の時には 10.0^m であつた。此のものの變光はその後 Ceraskis によつて寫真から發見せらるるまでは誰も氣

がつかかなかつた。子午線光度計を使用することによる變光星發見の興味ある場合は Harvard Circular 87 號中に Pickering 教授によつて述べられてゐる。12吋子午線光度計の使つて觀測中 Pickering は B D 表の中にはなかつた 9.5^m の星を觀た。その後この部分の寫眞研究によつてその星は長週期變光星 S V. Hereulis なることが知れた。

變光星觀測者は時々思はぬ發見をする。ある一つの變光星觀測中にその附近にある星を比較星としてえらむ時偶然にもそれが又變光星なる事がある。例へば W Aquilae の觀測者によつて此の星の比較星が少しく變光する事が發見せられた。後 E. C. Pickering によりてその變光性が確められた。之が TY Aquilae である。此の方法によつて發見せらるる變光星の數は非常に多數に上つて居る。

肉眼的發見は全然偶然の發見によるものでもるが、寫眞的發見に到りては他の目的で取つた寫眞板から偶然的に發見せられるものも多いが又變光星發見にのみ使はれる目的で寫眞を取る場合が今日では非常に多い。Astronomische Nachrichten 3219 號の中に寫眞の互ひの比較による變光星發見の例がある。二枚の寫眞板を比較するに星の像に著しい相違を示して居る。之は後に何枚かの寫眞板によつて確められた。之が S Velorum さいふ星である。變光星を發見するに非常に面白いしかも敏速なる方法は立體比較計を使ふ事である。この器械はオリオン星雲の部分を検らべるために Heidelberg 天文臺に於て Wolf によつて使用されたものである。彼は 10 個の變光星をこの中に發見した。此の器械の性質を簡単に説明すれば如何にかくもたやすく變光星の發見に使用されるかがわかる。二枚の寫眞板から來た光は數個の全反射プリズムによつて接眼レンズに來る様になつて居る。而して何れかの寫眞板から來た光を任意に遮斷することが出来る。夫故觀測者は第一の寫眞板それから第二の寫眞板或は兩方一者に速に Shutter を動すことによつて兩方の寫眞板上の星像が正しく同じか否かを決定する事が出来る。若し星像が一方に表はれ他方に表はれないとすれば——他の星は兩板とも總て同じで——それは變光星であるを假定する。此と同じ部分が寫眞板の比較によつて Harvard 天文臺で檢査され Wolf の

發見した數個の星の變光が確められた。

又 E. C. Pickering は次の發見方法を取つた。寫眞板の一枚を陽にしその上に同じ部分の陰にした寫眞板を重ね合す。陽では星の像は白いが陰では黒い故に黒い像が白い像の上に重ねられる。此によつて少しの大きさの違も發見される。此の方法で著しい變化を示し又比較的に明い變光星が發見せられた。Pickering はオリオン星座の中の 19 個龍骨星座中の 57 個、小マゼラン雲の中の 57 個の新しい變光星の發見について Circular 79 號に記して居る。此と同様の方法で發見せられた變光星の事は Circular 122, 127 にのべられて居る。

變光星のあるものは又そのスペクトルを研究する事からたやすく發見せられる。Astronomische Nachrichten 3269 號に Fleming 夫人は星の第三型のスペクトルの中の水素輝線發見の事を記して居る。此の星の寫眞が後にしらべられ、而して明さに變化のある事が知れた。斯くしてそれは變光星なる事を證明した。又 Astronomische Nachrichten 誌 3225 號中に Pickering は四個の新しい變光星が其等のスペクトル寫眞の中の水素輝線の存在から發見されたといふ事をのべて居る。長週期變光星はそのスペクトルに於て或る特色を示して居る。それを逆に利用する事によつて變光星なるこゝが發見せられる。長週期變光星の非常に多くは此の方法で Harvard 天文臺で發見せられたのである。

上述の様に變光星の發見せられる方法が如何に多くあるかが大體わかつた事と思ふ。變光星最初の發見時代に於ては總てが偶然的副産物として得られたものばかりである。然るに今日に到りては寫眞板によつて一度に非常に多くの數の變光星が發見せられる様になり 10 等位までは殆ど發見しつくされた觀がある。Harvard 天文臺その他の天文臺で發見せらるる多くの變光星は極大で 12^m 或はそれ以下であり、多くは 14,5^m といふ微光星のみである。従つて今日小望遠鏡を持つた素人天文家によつて變光星の發見せられ得べき割合は非常に小さくなつて來た様に思はれる。今後もつゝ大きな望遠鏡の助けをかりて 20 等星位の變光星の發見せらるゝ日も遠くはないであらう。