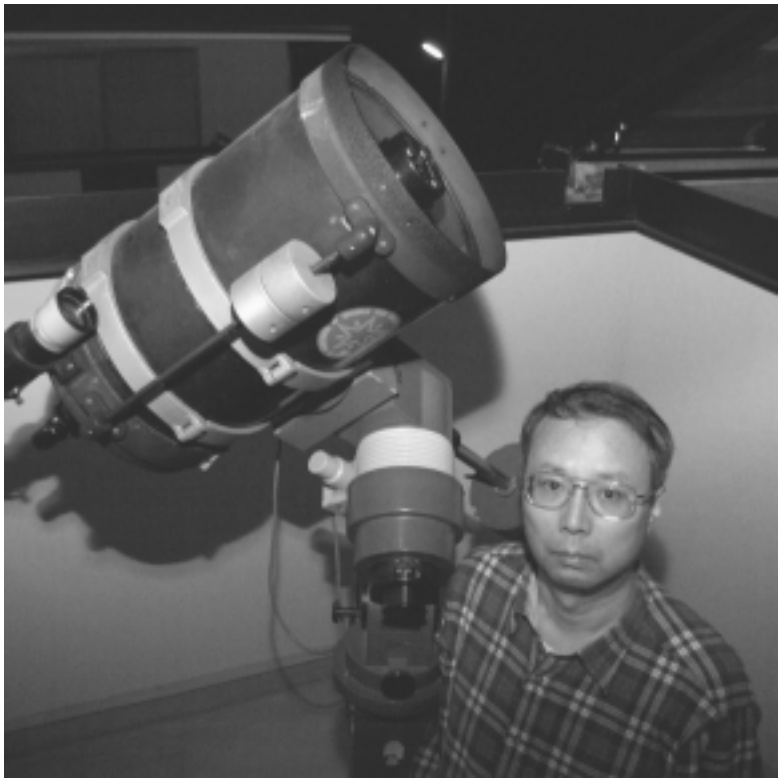
AAVSO
変光星眼視観測用マニュアル

改訂　2005年1月
日本語版　2007年5月

The **A**merican **A**ssociation of **V**ariable **S**tar **O**bservers

49 Bay State Road
Cambridge, Massachusetts 02138 U. S. A.

Tel: 617-354-0484
Fax: 617-354-0665
Email: aavso@aavso.org
Web: http://www.aavso.org



日本語版翻訳者：辻　誠滋

COPYRIGHT 2007

by the American Association of Variable Star Observers

49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138
U. S. A.

ISBN 1-878174-74-6

2001年改訂版に寄せて

改訂され、かつ改良が加えられた変光星眼視観測用マニュアルを世に現わす事は我々にとってこの上のない喜びである。このマニュアルは、変光星観測における内容豊かな案内書である事が意図されている。元AAVSOのディレクタのマーガレット　W　メイヨールによって1970年に刊行された変光星観測マニュアルの中の多くの基礎的な情報と、それ以来刊行されてきた様々なAAVSOの手による観測資料から採用された情報が組み込まれている。このマニュアルには、変光星観測を行い、AAVSOに観測結果を報告する為の最新情報が提供されている。

新たに変光星観測を開始しようとする方にとって、このマニュアルは、変光星観測プログラムを始めるに当たって必要な全ての情報を集める事が出来ると言う点で必要不可欠な道具であり、一方、長期に亘り経験豊かな観測者そして再度変光星観測に戻ろうとする観測者にとっては、座右の書、役に立つ情報源、又は変光星観測の新たな側面を探索する上での自学書として有益である。

このマニュアルを読めば、読者は、観測を行いそしてそれらの観測をAAVSOに送付する上で非常に重要な部分である、変光星観測の標準化された過程と手順に慣れ親しむ事ができる。本マニュアルには読者が観測するに当たって読者が手元のノート記録しておきたいとか、クリアファイルにしまっておきたいと思うような基本情報が多数ある。

読者が初心者であろうと経験豊かな観測者であろうと、はたまた変光星観測について更に知識を深めたいと考えている机上観測者であろうと、我々は、このマニュアルが読者の変光星観測の基本知識を伸ばす事を望むし、望遠鏡操作技術を改善する事を望む。更には、変光星天文学と言う科学に真の貢献を成して更なる楽しみと満足を読者が得る事を望む。

このマニュアルに掲載されている情報は、様々なAAVSO出版物から収集され、AAVSOの技術スタッフであるサラ　J　ベックにより編集された。私、ジャネット　A　マッティは心からサラにこの仕事の下調べに秀でた責務を果たしてくれた事に感謝する。

更には、多くのAAVSO会員とAAVSO本部のスタッフがこのマニュアルを作成するに当たり価値あるコメントと助言をしてくれた。ここに、カール　フィーラ、ピータ　ギボード、ジーン　ハンソン、ハルダン　メナリ、ポール　ノリス、ロン　ロイヤ、ダグ　ウエルチ、そしてマイケル　サラディガに感謝する。特にジーン　ハンソンには、このマニュアルの一章を寄稿してくれ、かつ本マニュアルの発行に当たって親切にも費用を賄ってくれた事を感謝する。

ジャネット　A　マッティ
1973-2004　AAVSOディレクター

2005年改訂版に寄せて

2001年版変光星眼視観測用マニュアルは、発刊以来初心者から経験豊かな観測者に至るまで、何百人と言う変光星熱狂者に利用されている。このマニュアルは、多数の読者によって、眼視観測者用の主要な情報源であると考えられている。このマニュアルは、前版と同様、AAVSOの技術支援スタッフであるサラ　ベックによって編集された2005年版の新たな冊子である。前版から更に改良と改善が加えられている。本版は、更に多くの有志者による寛大な寄与によって多国語にも翻訳されている。その一例がこの日本語版である。セイジ　ツジの翻訳の元、AAVSOの技術支援スタッフのサラ　ベックとガムゼ　メナリによって編集された。我々AAVSOスタッフ一同は、全ての観測者がこの新版を楽しみ、終には多くの読者がその母国語で本マニュアルを読破できる事を切望する。

アーン　A　ヘンデン
AAVSOディレクター

. . . . . 真実は、アマチュアは、変光星観測によってのみ、手頃な装置で実用に供する事ができ、かつ更には、科学の最も高尚な者の応用によって、知識の遂行が大幅に拡大される。

—— ウリアム　タイラ　オルコット、　1911年

目　次

2001年改訂版に寄せて **iii**
2005年改訂版に寄せて **iii**

序文 **vii**
変光星とは？
変光星を研究する理由とは？
AAVSOとは？

第1章 — 諸準備 **1–8**
観測プログラムの立案前に一言 1
必要器材 3
カール　フィーラーからの接眼鏡に関する談話 4
AAVSO変光星星図 6–7

第2章 — 観測方法 **9–16**
観測方法の段階に沿った説明 9
追加観測助言 11–15
視野 11
星図上の方角 11–12
等級記数法 13
極限等級 13–14
目的の変光星の同定 14
変光星の光度を見積もる 14–15
記録の保管方法 15

第3章 — 変光星について **17–25**
変光星の名付け方 17
ハーバード式変光星呼称について 18
表3.1 – *星座名とその略称* 19
変光星の種類 21–24
光度曲線とは？ 24

第4章 — ユリウス日と時間の計算 **26–32**
ステップを踏んだ説明 26
計算例
表4.1 — *ユリウス日の端数値* 30
表4.2 — *1996年から2025年のユリウス日* 31
表4.3 — *ＪＤ端数（小数点以下4桁表示）* 32

第5章 — 観測セッションの立案 **33–36**
計画の立案 33
典型的な観測作業手順の一例 34
有益なAAVSO出版物 35

第6章 — 観測結果をAAVSOに報告する方法 **37–46**
観測結果報告の数々の方法 37–39
AAVSO標準報告フォ—マット 39–41
表6.1—*JDに必要な精度* 41
表6.2 — *AAVSO報告のコメント欄に使用する略号* 45

第7章 — 観測事例 **47–54**

付録1 — 変光星タイプ別長期間光度曲線 **55–61**

付録2 — 他のAAVSO観測プログラム **62–64**

付録3 — 参照文献 **65–70**

索引 **71**

序文

変光星とは？
変光星とは、明るさが変化する恒星の事である。恒星とは、しばしば非常に若い時とか非常に年老いた時に明るさを変える。変光の原因は恒星内部に原因がある場合（膨張、収縮、爆発など場合）や外的原因（例えば二つ以上の恒星による食）による場合がある。西暦2000年現在で、30, 000個以上の変光星が知られているし、一方では他に14, 000個程の恒星が変光しているのではないかと疑われていてそれらがリスト化されている。もしも、精密に明るさを測定されるのであれば、我々の太陽も北極星も変光している。

変光星を研究する理由とは？
変光星の研究は、恒星の物理的特性とか、性質とか、進化に関する根本的な情報をもたらす上で重要である。天体までの距離、質量、半径、内的・外的構造、化学組成、温度、そして輝度が変光星データを通して決定できる。専門の天文家には、何万と言う数の変光星の光度データを収集する時間もなければ、装置もないので、アマチュア天文家達は、現在まで真のそうして価値ある科学的貢献を変光星を観測することで貢献してきた。こうしたアマチュア天文家達が観測してきた変光星の光度データは、AAVSOやそれに類似した組織に送られてきている。

本気のアマチュア観測家のこうした貢献の重要性は、最初ドイツの天文家である、フリードリッヒ　ウイリヘルム　アウグスト　アルゲランダ（1799-1875）によって1800年代の中頃に気付かれていた。アルゲランダはボン星図(BD)を作成した天文家として有名である。1844年当時わずか30個の変光星しか知られていなかった時、アルゲランダは以下のような記事を残している：「……著者は、これまでずっと無視されてきた変光星を最も力を込めて星界を愛する方々の心の真ん中に据え置きたい。読者方々は、人類の知性を増加させる目的と言う重要な部分を担いながら、有益性と楽しみを合わせ持つ事で、読者の享受を増す事であろう。」このアルゲランダの要請は丁度今日に当てはまっている。

AAVSOとは？
アメリカ変光星観測者協会（AAVSO）は、世界規模の非営利、科学的及び教育的組織である。変光星に興味あるアマチュアと専門の天文家がAAVSOを組織している。1911年にプロの弁護士でアマチュア天文家であったウイリアム　タイラ　オルコットとハーバード大学天文台長であった、エドワード　C　ピッカリングによって創設されたAAVSOは、当初ハーバード大学天文台の付属機関であったが、1954年に独立した私設の研究組織になった。AAVSOの目的はかつてそうであったように現在もそうであるが、殆どがアマチュア天文家によってなされた変光星観測を調整、収集、評価、解析、発刊、記録保存する事であり、こうした観測を専門的な天文家達や、教育者達や、学生達に提供する事である。2004年現在、会員数は1200名余りであり、46カ国に亘っている。本部は、アメリカ合衆国、マサチューセッツ州ケンブリッジにあり、変光星観測者の協会としては世界最大である。

西暦2004年現在、AAVSO保有データは約1200万件になり、対象変光星の数は7500を越えている。毎年、世界中の700名を越える観測者から45万件の観測が寄せられている。毎月末、その月に提出されたデータは、係員よってソートされ、明瞭な過ちがないか検査される。こうした観測結果は、そうしてデジタル化され、加工され、AAVSO国際データベースの変光星毎のデータファイルに蓄積される。このデータベースは、1911年以来AAVSO観測者の技量と熱意と献身の賜である。

天文界への貢献
公開、非公開共、AAVSOデータはAAVSOウエブサイト(http://www.aavso.org)を通して世界中の天文家によって利用されるし、AAVSO本部に寄せられる要請に従って提供もされる。AAVSOのサービスの提供は、以下の目的をもって天文家に成される：

a. 異常な恒星活動に関する実時間で、最新の情報の提供；
b. 地上望遠鏡と衛星搭載の機器を使用した変光星観測プログラムの立案と実行時の援助；
c. 地上ないしは衛星観測プログラム実施中の対象恒星の同時光学観測の支援ないしはそれら対象恒星の活動の告知；

d. 分光的、測光的、そして偏光測定的多波長データとのAAVSO光学的データとの関連性の提供；
e. 長時間にわたるAAVSOデータを使用した恒星状態の共同統計的解析。

実時間情報の提供ないし同時光学的観測によるAAVSOと専門天文家との間共同作業によって、今まで多くの成功例が上がっている。特に研究に衛星を使う場合にそれらの成果が顕著である。こうした共同プロジェクトの一例を挙げると、アポローソユーズによる観測とか、HEAO1と2の観測、IUE、EXOSAT、HIPPARCOS、HST、RXTE、EUVE、チャンドラ、XMMーニュートン、重力探査B、CGRO、HETE-2、スイフト、そしてINTEGRAL等の観測が挙げられる。こうした衛星によって、AAVSOから発せられた時期を得た告知の結果、多くの希少現象が観測に成功している。

観測者と教育者への貢献

AAVSOは、変光星観測者の観測データを収集し、それらをAAVSOのデータファイルに組み込み、論文にし、そして専門の天文家達に供給できるようにする事で、変光星観測者が深く天文学に寄与できる事を可能にしている。読者の観測をAAVSOの国際データベースに組み込む行為は、将来の研究者達がこれらの観測データにアクセスできる機会を提供する事を意味していて、引いては、読者に現在と同じように将来にも科学に貢献できる機会を提供している事になる。

要請によっては、AAVSOは、個々人に、又はどの天文クラブにも、小学校にも、中学・高校にも、大学等にも適切な観測プログラムを設定する用意がある。こうして、観測家、学生、そして教授陣は、各人が所有している機器・施設を最大限に有用活用でき、価値ある科学活動が可能になる。AAVSOは又一方で、観測技術を手渡す支援も可能であるし、どのようなプログラムを組む場合にどの恒星を選定すれば良いかを提案もできる。

第1章ー諸準備

観測プログラムの立案前に一言

本説明書の目的は利用者に変光星観測の行い方と観測データをAAVSO国際データベースに組み込む為に報告する為のやり方の指針を提供する事にある。本説明書に加えて、新会員パッケージとAAVSOウエブサイト　(http://www.aavso.org)の「新たに観測を始める方へ(New Observers)」のコーナには他にも有益な情報がある。どうかこうした資料を注意深く読んで頂きたい。それにどの段階にあってでも、もし観測者に疑問が湧けばAAVSOに遠慮なく連絡を取って貰いたい。

観測プログラム立案について

観測者がどの変光星を継続的に追跡したいのかとか観測に必要な装備品を集める事とか観測地を選ぶ事とか、いつ、かつどれだけの頻度で観測すればよいのかと言う事を念頭に入れて観測計画を立案すると必ずその立案は成功する。観測者は、自身の個人的な興味、経験、装備品、と観測地の状況に適合した観測プログラムを確立することが求められる。例え仮に一ヶ月にほんの一つの観測結果しか報告しなかったとしても、観測者は、変光星天文学の分野に重要な寄与をしている事になるし、その観測者が成し遂げた知識に満足を覚える事ができる。

AAVSOからの支援

時には、実地訓練の代用がない場合がある。新規に観測を開始しようとしている観測者の要請に更に応える意味で、AAVSOは、助言プログラムというものを設定している。そのプログラムでは、新規の観測者をできるだけ地理的に近い経験ある観測者に引き合わせる。このプログラムに関する情報は新会員パッケージに紹介されている。

新規の観測者並びに経験ある観測者向けの別の情報源として、「AAVSO討論(Discussion)」グループがある。このグループは、電子メールを基本にしたフォーラムで、そこでは、観測者は疑問に思った事を投稿したり、コメントをだす事が出来る。他のAAVSO会員並びに観測者はそうした質問に応答できる。このサービスに関する情報も又新会員パッケージに載っているし、又AAVSOのウエブサイトに紹介されている。

変光星観測はこの説明書で概説しているように簡単そうに聞こえるかも知れないが、初心者にとってその行程は非常に挑戦心のいるもので、時には不可能に思える。それが普通なのです！我々はそれを特に主張したい。と言うのは、多くの新規観測者は、最初にこの困難に出会って失望し、事態は改善しないであろうと信じてしまう。我々はそうした新規観測者に向かって言いたい事は、安心して貰いたい、事態は全く改善する。ほんの少し実践が必要なだけである。

オーストリアのAAVSO観測者ピーター　ラインハードによって組織された"Astronomische Jugenclub"の会員面々

どの変光星を観測対象にするか？

新規眼視観測者には、新会員パッケージに掲載されている（AAVSOウエブサイトにも転載されている）「簡単変光星(Stars Easy to Observe)」表から変光星を選んで観測を始める事を強く勧める。この表には世界中のどの場所からでもそして年間を通した様々な季節で見る事が出来る変光星が含まれている。だから、観測者は、観測場所、所持装置、そうして観測しようとする月に最も適合する変光星を消去法で選ぶ事ができる。双眼鏡を使用する眼視観測者向けには別途表が用意されている。観測者が観測しようとする変光星が周極星でない限り、季節が移り変わるに従い、又は観測者が観測していた変光星が夜に地平線から消えてしまうに伴い、観測者は、自身のプログラムに更に観測対象変光星を追加する必要が出てくるであろう。

観測プログラムの拡大

観測者が経験を積み、かつ自身の変光星研究に馴染んできたと感じると、その観測者は、恐らく「簡単変光星」表以外の変光星を更に観測対象にしたいと言う意欲が出て来る。例えば、「AAVSO会報*(Bulletin)*」に載っている長周期変光星をもっと観測する事が考えられる。

長周期変光星を観測するには、長期間観測する事が求められる。またしばしば、*Alert Notice* と *MyNewsFlash* の中で特別な観測が依頼される事がある。これらは、他の更に専門的な観測プロジェクトと同様にAAVSOウエブサイトの「観測活動（Observing Campaigns）」にリスト化されている。

変光星観測者メリー　グレノン（観測機材7x50双眼鏡と伴に）

観測者が自身の観測計画を立案し、その後拡張する為に考慮しなければならない留意点を述べると：

観測地点の地形　ー　観測者の観測計画の規模は観測者がそこをどれだけの頻度で利用するかどうかと言う事と伴に観測場所の位置と地形によって左右される。

観測地の天候　ー　観測地の天候が良好であればあるほど毎晩観測が必要な変光星を追跡するのがより賢明である。例えば激変光星とかかんむり座R星型変光星である。（変光星のタイプに関する情報は、この説明書の第３章に記載せられている。）もし観測地点の晴天率が時間にして20％以下であるならば、ゆっくり変光する長周期星のような変光星を観測する事が勧められる。こうしたタイプの変光星の観測は、1ヶ月に一度の観測でも意味がある。

光害　ー　観測地点の光害の程度により、観測しようとする変光星の選択が大きく影響される。市街地に在住する観測者には明るい変光星の観測に専念するように助言する。夜空が暗い地域の観測者には、観測者が所持する器材の性能の限界に近い暗い変光星を追跡する事が勧められる。最も熱心なAAVSO観測者の中に、非常に光害が強い状況下で観測している者がいる。

観測地点の状況

遠方で暗い空の観測地点は決して眼視による変光星観測に必要なものではない。1ヶ月に蓄積される観測数が観測者の家と観測地点間の距離に反比例すると言う格言は今もなお生きている。もしも観測者が1週間当たりに数夜間、普通程度の光害に汚染されている裏庭で観測するのであれば、実際そうした観測は片道2時間掛けて僻地の観測地点に行き1ヶ月に一度しか観測しなくてほんの数個の観測結果しか得られない事より、実りがあり、かつ観測を楽しむ事を証明するであろう。成功裏に変光星を観測するには、何にもまして観測計画を観測地点と装備品に合わせる事が重要である。AAVSOを先導している観測者達の多くが現在都市部に居住していて、そこから観測している事を心に留める事には意味がある。

更に経験を積むと・・・

経験を積んだ変光星観測者は朝焼け又は夕焼けの薄明時のみに観測を行おうと考えるかも知れない。こうした時間帯の観測は特に貴重である。なぜなら、薄明時の観測には困難がある為、変光星が空白季節に入るか又はそこから出て来るかと言う時期は、観測数が少なくなるからである。空白季節は、数ヶ月に及ぶ場合があり、その時期、恒星は昼間の時間帯にのみ水平線上にある。真夜中と夜明けの間の時間に東の空に位置する変光星を観測する事も又特別な価値がある。と言うのも、殆どの観測者は夜半以前に活動していて、その時には、これらの変光星は未だ空に昇ってきていないからである。

ハルダム　メナリは市街で変光星観測をしている

必要器材

光学機器

好奇心、忍耐、そして適切な光学機器が揃って初めて、変光星観測は成功する。明るい変光星には品質の高い双眼鏡、時には肉眼のみで十分であるが、暗い変光星には持ち運びができるか、固定された望遠鏡が必要になる。光学機器に関する情報の多くは雑誌とかウエブサイトから得られる（これらの情報源の多くは付録 3 に掲載されている）。

*双眼鏡*ー初心者には、経験のある観測者も同様、双眼鏡は優れた観測機器である。双眼鏡は持ち運びでき、かつ使いやすい。そして更には比較的広視野が得られる。広視野が得られる事で、目的の変光星付近の視野を特定する事がより簡単になる。高品質の双眼鏡を使えばかなりの事ができる。一般的には、手持ちの7 x 50ないしは10 x 50級の双眼鏡が変光星観測にうってつけである。高倍率双眼鏡もまた優れた働きをするが、通常架台に固定して使用される。

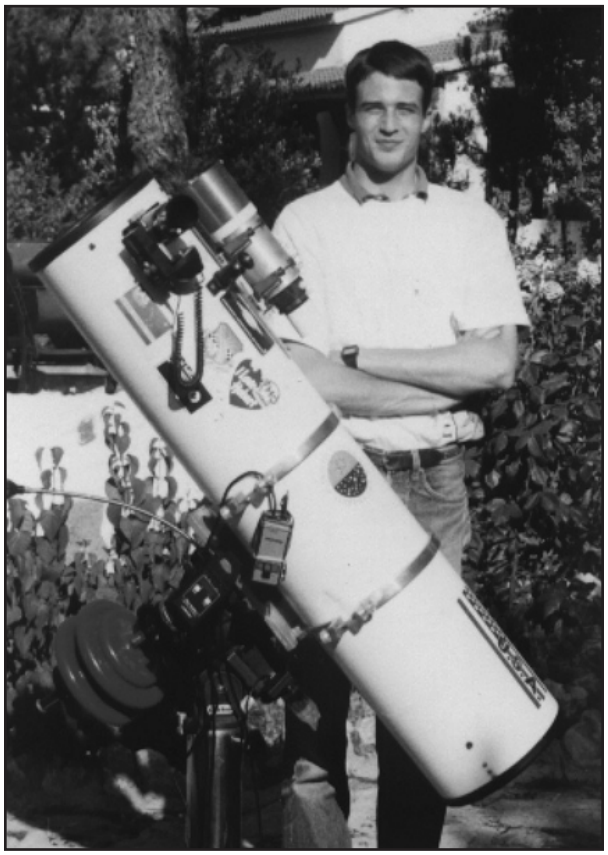
*望遠鏡*ー変光星観測に「うってつけ」の望遠鏡というものはない。望遠鏡各種にはそれぞれに特化した利便性がある。変光星観測者は、いずれの製品、型式のもの、そしていずれの入手可能な型の望遠鏡を使用しても良い。だから、観測者が使用している望遠鏡が最善のものであると言える。変光星観測者の間で最も一般的な望遠鏡は短焦点（口径比：f/4ーf/8）でニュートン式の反射望遠鏡である。そしてこれらの口径は、15ｃｍないしはそれ以上のものである。口径が15ｃｍないしそれ以上で短焦点のニュートン式の反射望遠鏡は、他のタイプのものと比べて価格が非常に安くて、組み立てが簡単である。近年、かさばらないデザインの理由からシュミットーカセグレン式又はマクストフ式望遠鏡が初心者向けにも経験ある観測者にもかなりの人気を得ている。

*ファインダー*観測者の望遠鏡に目的の変光星を特定する為に空の一角を見つける器材が装備されている事は最良である。標準的なファインダー望遠鏡ないし、目盛環（通常のものないしはデジタル表示のもの）、又は等倍の導入装置が常に変光星観測において使用される。どのタイプのファインダーを選ぶかは観測者の間で分かれる。だから、勧められる事は、もしも観測者が既にこれらのシステムの内いずれかを所持しているのであれば、少なくとも暫くの間は、それを使用する事である。

*接眼鏡*ー低倍率で広視野用接眼鏡が一個あれば、それは様々な変光星の位置を特定するのに非常に役に立つ。又それは、観測者ができるだけ多くの比較星を同一視野に導入する事をも可能にする。

高倍率は、観測者が所有する望遠鏡の極限等級に近い暗い変光星を観測しようとしない限り又は恒星が緻密に分布している視野を観測しようとしない限り不用である。観測者が必要とする最適なサイズと倍率を持った接眼鏡は、観測者が使用する望遠鏡のサイズと型に依存する。推奨される事は、2、3個の接眼鏡を所持する事である。それらの内の1個は低倍率（20倍から70倍）であった方が良い。これを使って明るい変光星を見つけて観測を行う。他の接眼鏡は低光度の変光星を観測する目的で高倍率のものとしておくと良いだろう。高品質の接眼鏡（特に高倍率のもの）はより良い恒星像をもたらし、結果として低光度の変光星を見やすくする。又良質で、色収差がない、2倍ないしは3倍のバーローレンズを持っておくと有用である。（接眼鏡に関する更なる情報は次のコラムの内容を参照して欲しい。）

*架台*ー変光星観測では、架台は赤道儀であっても経緯儀であっても構わない。架台に重要な事は安定性である。安定であれば恒星像が振動で揺れる事が少ない。更には、円滑に回転出来ければ、



ニコラス　オリバはニュートン式の反射望遠鏡で変光星観測をしている

AAVSO会員であり、かつ観測者でもあるカール　フィーラーからの接眼鏡に関する談話

基本的となる接眼鏡の要素を理解することは、どれだけの大きさの視野の星図を選べばよいのかとか、見ようとするものを期待通りに見る事ができるのかどうかとか、そして、観測者当事者が所有する機器を最大限活用できるかどうかとか言った事に非常に役に立つ。こういった件に関する非常に重要な考察を短いながらも以下に述べる。

アイリリーフー　アイリリーフとは、目に全視野が入りかつ焦点を結ぶ接眼鏡と目との距離の事である。一般的には、接眼鏡が高倍率用に成ればなるほど、観測者が覗くのに必要な射出径はより小さくなり、かつ観測者は自身の目をより接眼鏡に近づけなければならない。接眼鏡の設計上ないしは倍率の関係からそうした接眼鏡に目を近づけなければならないと言う事は、特に眼鏡をかけている観測者にとっては問題になる。又こうした事から、満足のいく視界を得る為に観測者は目を接眼鏡に近づけすぎて、まつ毛が接眼鏡に当たってしまうと言う不便さが生じる。しかし、観測者が接眼鏡から目を数ミリメートル（例えば、8〜20mm）離してかつ焦点を目に合わせ全視野も目に入れる事が出来る「長距離」のアイリリーフを持った接眼鏡が市場にはある。幸運にも、これらは、こうした要請に合致するような構造をした接眼鏡である。

視野ー　視野には二種類ある。一つは実視野（TF）であり、もう一つは見かけの視野（AF）である。実視野とは光学機器を通して観測者が見る事の出来る空の角距離の事である。実視野は、現に装着される接眼鏡によって得られる倍率の程度に依存する。裸眼（この場合倍率は1倍である）で見る事が出来る角度は実視野の一例である。見かけの視野とは、接眼鏡単体で得られる角距離の事である。そして、これは、接眼鏡レンズの直径に依存する。テレビ画面のフレームはこの見かけの視野の一例である。

一般に、実験的に実視野を見積もる方法は、視野内をある恒星が横切る時間を測定する事である。この方法は「追加観測助言」（11ページ）に紹介されている。もしも観測者が既に接眼鏡の見かけの視野と倍率（M）が分かっているのであれば、次式によって実視野を見積もる事ができる：

$$TF = AF/M$$

例えば、見かけの視野が50度で倍率が40倍の接眼鏡については、上式から、実視野は1.25度と算出される。この視野は、ほぼ満月の直径の2.5倍に当たる。

射出瞳ー　射出瞳とは目に入る光束の大きさの事である。観測者の瞳径により、射出瞳の実効的な大きさは制限される。もしも射出瞳の直径が約7mm以上であれば、伝搬する光のある部分は「無駄に」なる。と言うのは、7mmと言うのは、若くて、健康な人間が暗闇に十分慣れた場合の瞳径のほぼ最大径であるからである。又射出瞳が約2mmより小さいのであれば、目に入射する光は余りにも少なすぎるから、元々余り明るくない恒星の光度は正確にその光度を反映しないかも知れない。観測者が手元の接眼鏡の焦点距離（FL）と観測者が所持する望遠鏡の口径比（FR）を知っているのであれば、射出瞳（EP）は次式によって算出できる：

$$EP = FL/FR$$

例えば、ある接眼鏡の焦点距離が25mmであり、それが、口径比10の望遠鏡に装着されているとするとその射出瞳は2.5mmになる。口径比、FR、は望遠鏡の焦点距離（mm単位）を口径（mm単位）で割れば算出できる。

倍率を上げる事に拠るコントラストの増大ー
接眼鏡の倍率が増大にするにつれて、観測者の目に入射する光量は減少する。しかしながら、適当な範囲で倍率を上げるとしばしば、恒星対背景の空のコントラストが増大する事が見られる。この効果はしばしば普通程度の光害が存在する空で比較法による光度を推定する場合に利用される。例えば、しばしば認められる事は、10 x 50mmの双眼鏡は少し光害を被っている空では7 x 50mmの双眼鏡より優っている。同様の事が望遠鏡についても言える。例えば、20倍から40倍と言う、低倍率から中程度の倍率に倍率を上げると極限等級に近い状況下ではより良い視界が得られるであろう。

同一点焦点接眼鏡ー　同一構造で、同一メーカから供給されている接眼鏡群はしばしば、焦点位置を再調整する事無しに各接眼鏡を交換できる。こうした特性がある事は使い勝手が良い。混在した一群の接眼鏡を同一点焦点にする事もしばしば可能である。そうするには、接眼鏡の鏡筒側にプラスティックでできたO-リングないしはスペーサを嵌めればよい。

接眼鏡の構造ー　接眼鏡には様々のタイプの構造がある。古いタイプは二枚のレンズ構造をしているが、新しいものでは、八枚のレンズから構成されている。あるタイプは低倍率から中程度の倍率の範囲で最も良く性能を発揮し、他のタイプは、低倍率から高倍率までの全領域を網羅する。「正しい」接眼鏡を選ぶと言う事は、観測者の観測対象にも拠るし、観測者が必要とする倍率にも依存する。また分解能にも依存するし、視野にも依存する。はたまた観測者が目的とする接眼鏡にどれだけ出費できるかにも拠る。アイリリーフ、見かけの視野、そして価格の観点から見た通常のタイプの接眼鏡の大まかな比較を以下に示す。

	アイリリーフ ケルナに対して	見かけの視野 (度)	価格 ケルナに対して
ケルナ	短い	36〜45	低価格
オルソスコピック	中程度	40〜50	中価格
プレッセル	中程度	48〜52	中価格
エルフ	長い	60〜70	中価格
「超広角」	長い	52〜85	非常に高価

恒星間の移動が楽である。追尾系があれば、高倍率を使用している場合便利であるが、多くの観測者は追尾系無しで観測している。

星図

星図が一冊あるか縮小版のそうした類の星野地図があれば、星座を学ぶ場合とか変光星が存在する空の部分を見つける場合とかに大いに役立つ。AAVSO版変光星用星図(the AAVSO Variable Star Atlas) は特に変光星位置を特定する目的で作成されている。加えて、数種類の他の星図を、観測者の目的とか嗜好に基づいて選択できる。これらの多くは「読んでおくべき書物」の項の付録 3 に表として掲載されている。

AAVSO変光星領域星図

一旦観測者が、目的の変光星が位置する領域を特定できたのならば、その変光星を特定し光度を見積もる為に様々の尺度のAAVSO変光星領域星図が必要になる。ここに続く 2 ページには、例となる星図を用いながら、一般的なAAVSO変光星領域星図について詳しく説明されている。こうした星図は、AAVSOのサイトからダウンロードできるし、必要ならば、僅かな費用でAAVSO本部から取り寄せる事が出来る。

時計

観測者は、暗闇で時計を見る必要があるし、その時計の精度は殆どの変光星に対して二分以内である必要がある。特別なタイプの変光星（食連星、フレア変光星、こと座RR型変光星等）に対しては、時計の精度は数秒以内である必要がある。

現在、日本で受信可能な電波時計信号の周波数は長波で40kHz　と　60kHz の二波のみである。

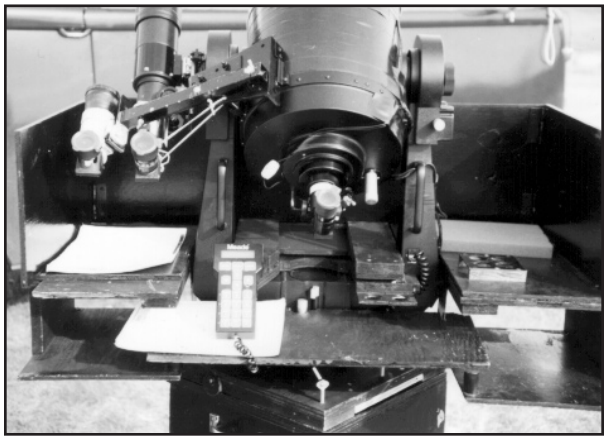
記録の保存方法

効果的な記録保存が必要である。その為に観測者達は色々と工夫している。ある観測者は一晩の全観測結果を一冊の記録帳に付け、その後、各変光星についてそれぞれのデータシートに記録を写している。又別の観測者は各観測毎に各変光星別に記録を付けている。更に別の観測者は、観測結果を直接コンピュータに入力している。どのような保存方法であれ、変光星観測者は、前の光度測定に影響を受けてはならない。精度の点に重点をおいて注意深く記録は検査されるべきである。

観測用物置台

大抵の観測者は、星図とか記録用紙とか他の機器を置く為に机かテーブルを使っている。そして多くの観測者は又風除けと露除けにそれらの上に遮蔽物か覆いを作っている。赤色を発するライトは、夜間観測中に観測者の目に悪影響を与えないので、星図を照らす場合に有用である。下の写真に示されているように、長年に亘り、AAVSO観測者はこうした問題に創造的な工夫を凝らして解決して来ている。

エド　ハルバックの観測用台車



ジャック　ノービィの「回転式ワークステーション」

AAVSO変光星星図

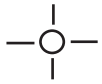
いずれの変光星を特定する事は、技に通じた代物である。観測者を手助けする目的で、AAVSO変光星星図が用意されている。これらの星図には、十分な決定がなされた一連の眼視等級値が示された比較星が記載されている。AAVSOとしては、観測者にこうしたAAVSOが用意した星図を使用する事を勧める。そうすれば、同じ比較星に対して光度値が異なって表示されている異なった星図を使用した場合に生じる矛盾を防ぐ事が出来る。もし、こうした混在した星図を使用するとなると、同一夜で同一変光星の光度を測定する場合に二つの異なった光度値が観測される事になる。

標準的なAAVSO星図の大きさは、幅8-1/2インチ(216mm)、縦11インチ(280mm)で、表示されている領域は「a」星図で、1ミリに付き5分角から、「g」星図では、1ミリに付き2.5秒角まであり、その差は120倍である。特定の観測目的に使用する星図の大きさは観測機器に依存する。下表の1.1にその粗ましを挙げる：

表1.1　ー　*星図の大きさ*

	角度/mm	表示範囲	適用機器
a	5分角	15度	双眼鏡／ファインダー
ab	2.5分角	7.5度	双眼鏡／ファインダー
b	1分角	3度	小望遠鏡
c	40秒角	2度	7～10センチ望遠鏡
d	20秒角	1 度	10センチ以上の望遠鏡
e	10秒角	30分	大口径望遠鏡
f	5秒角	15分	大口径望遠鏡
g	2.5秒角	7.5分	大口径望遠鏡

決ページの図1.1はラベル表示された典型的なAAVSO星図の一つである。各星図の見出しには幾つかの情報が含まれている。例えば変光星の呼称（この項目については17-18ページを参照）とか星図の大きさを示すアルファベットとか、変光星名である。変光星の呼称の下には、変光範囲、変光周期、変光星のタイプ、そして変光星のスペクトル型が記載されている。変光星の座標は2000年分点のもの（別の場合には、1900年分点であったり1950年分点であったりする）が、変光星名の下に表示されている。赤経座標は頭から時間、分、秒で表示され、赤緯は、頭から度、分、そして小数第1位の分が表わされている。最後にその星図が更新された日にちが右上肩に示されていて、そのすぐ下にはその星図の尺度を表す、1mm当たりの秒角又は分角度値が示されている。古い星図の多くはこうした情報が異なった形式で表示されているか又は一部分しか含んでいない。AAVSO星図では、恒星は白の背景に黒い点で表されている。そして、その点の大きさは特に比較星については、明るさの程度に応じて変わっている。しかし、当然の事ながら、望遠鏡を通しては、恒星というものは点にしか見えない。「a」と「b」星図以外では、変光星は一般に視界の中心に位置している。そうして下図で示す印で、表示されている：

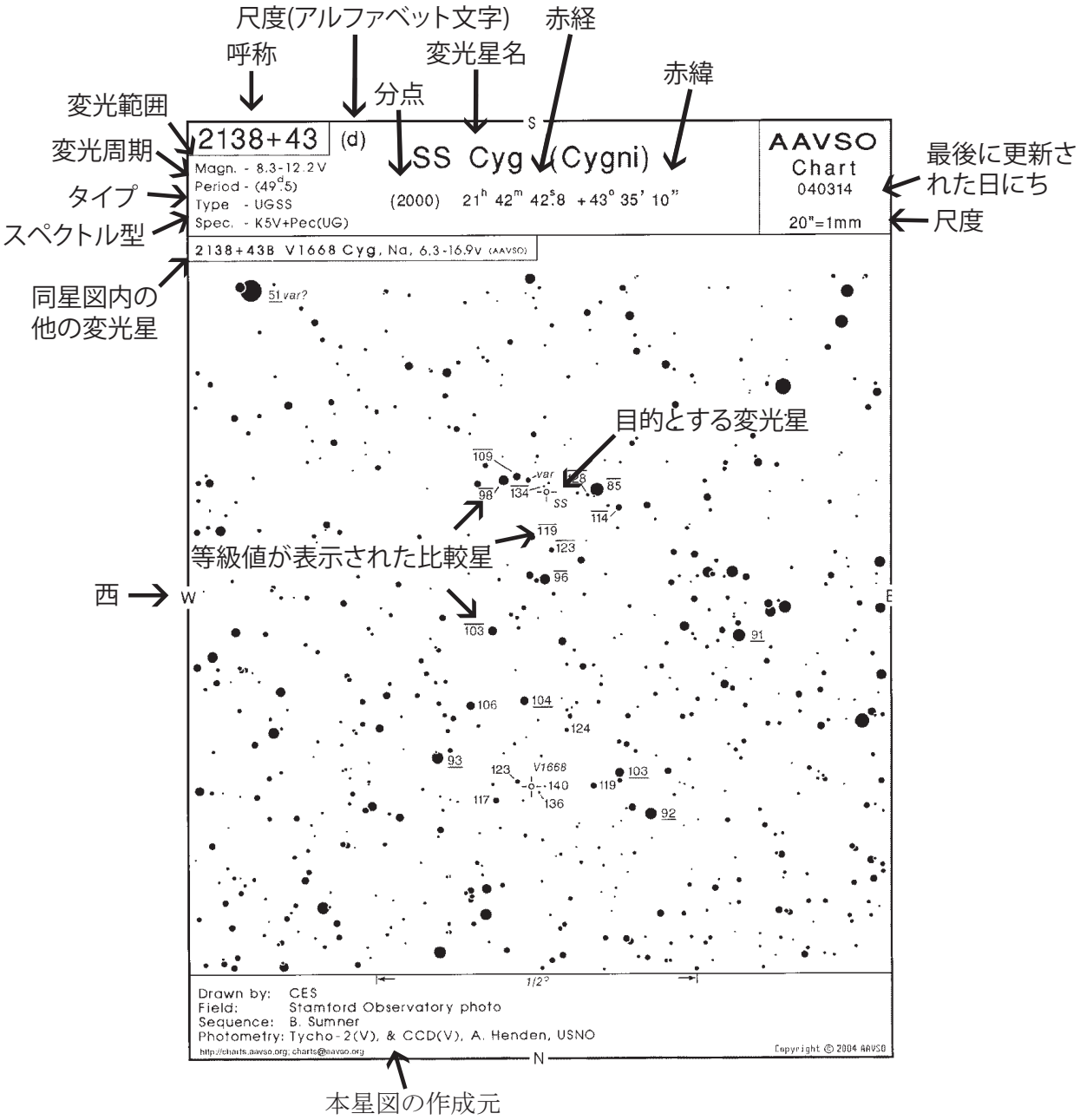


古い星図の中には、変光星は単なる丸印で示されていて、中にはその丸印の中に点が示されている。殆どの場合そうであるが、AAVSO計画の中で一つ以上の変光星が同一星図に存在する場合は、各変光星に対してそれぞれ見出しが追加されている。

変光星周辺には光度が一定の比較星と言う恒星が幾つか存在している。これらは、目的の変光星の明るさを決定する時に使用される。こうした比較星は、それらの等級から見分ける事が出来る。こうした等級は等級値の少数第1位までの近似値で示されている。この場合小数点は、恒星と見分けづらいので省略されている。例えば、光度「8.6」等級値は、星図上では「86」として表記されている。この数値は出来る限りその比較星の右側に表記されているが、他の場合は、比較星を表す点と数値が線で結ばれている。

標準AAVSO星図に加えて、奇数回反射を繰り返す望遠鏡に見られる（天頂プリズムが装着されているシュミットーカセグレン式か屈折望遠鏡に見られるような場合には）西と東が逆になっている鏡像表示星図も用意されているし、広い視野を示す4インチ x 5インチ（101mm x 127mm）大のファインダー用星図も用意されている。又食連星観測用、こと座RR型変光星用、光電測光用ないしはCCD装置使用の観測者向けの特殊目的星図も用意されている。

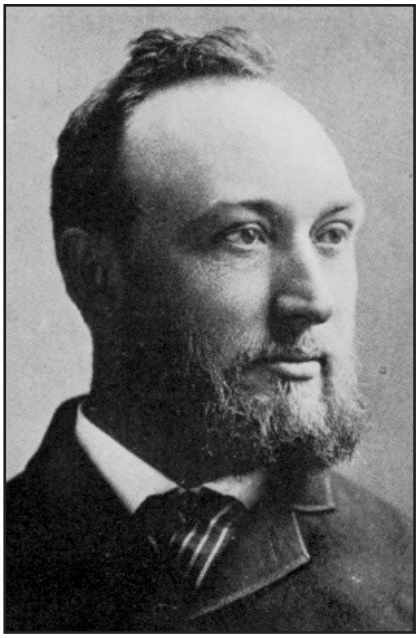
図1.1　ー　*AAVSO星図の例*



AAVSO星図は、全て、オンライン星図検索エンジン（http://www.aavso.org/observing/charts）を通じて入手可能である。紙に印刷された星図は、要請があれば、AAVSO本部から入手できる。

初期の変光星星図とはどう言ったものであったかというと・・・・

1890年代半ばに、ハーバード大学天文台長であったエドワード　C　ピッカリングは、観測の質を保ちつつ、かつ一貫性を確保しつつ変光星観測に更にもっと多くのアマチュアが参加できるようにする為の鍵は、光度値が確定された一連の標準となる比較星を用意する事であると気付いた。観測初心者にとっては、こうした手法は、ウイリアム　ハーシェルが生み出し、アルゲランダにより推奨され、改良された手法である非能率的なものに従うより変光星観測をより簡単なものにした。このピッカリングが生み出した手法は、光度曲線を導き出す為の骨の折れる換算をより楽にした。

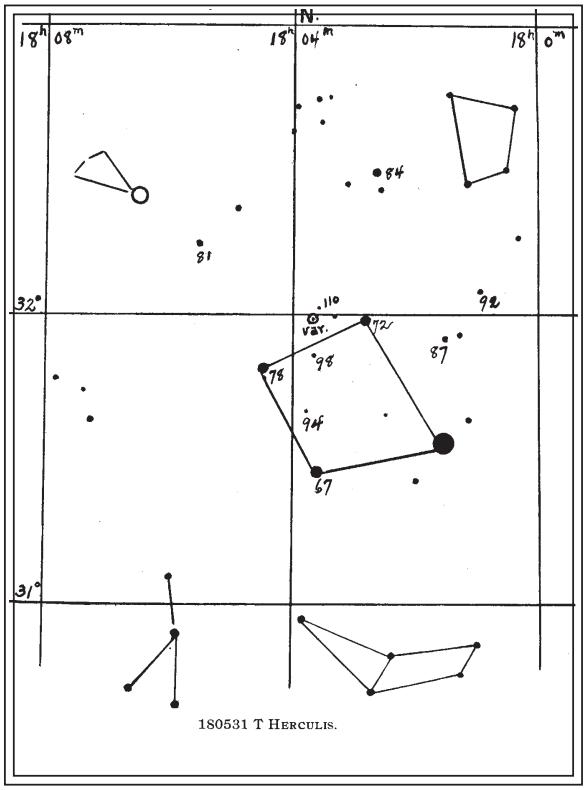


エデワード　C　ピッカリング

ピッカリングと後にAAVSOを共同設立したウリアム　タイラ　オルコットは、変光星観測者に変光星とそれらの比較星を直接描き込んだ一連の星図を提供し始めた。これらの星図は、ドイツのボン詳図をなぞって作成され、比較星はアルファベット（a, b, 等）で表記された。

1906年に、ピッカリングは彼が考案した星図形式に主要な変更を加えた。それは、変光星観測の進歩の中で使い続けられている。彼の手法は今では写真技術を使って得られた星図上に直接一連の比較星の光度を入力する方法になっている。変光星観測は変光星の光度より明るい比較星と暗い比較星とを直接比べてその光度が決定されている。つまり、観測対象である変光星の光度が与えられた比較星の光度に一致していればその光度が変光星の光度になり、異なっていれば、比較星の光度から補間して変光星の光度を決定する。これは、今日、一般的に使用されている方法である。

ウイリアム　タイラ　オルコット



E. C. ピッカリングにより作成された初期の変光星星図の一例。この星図は、1911年に一般向け天文記事「小望遠鏡を使ったアマチュアの為の変光星観測」に使用された。

観測方法の段階に沿った説明

1. 目標の視野を見つける — 星図を見ながら、目的の変光星がある領域又は視野を調べて、特定する。この段階では、観測者が星座を知っていると役に立つ。縮尺が「a」又は「b」の変光星星図を取って、その星図を観測者が見ている空の方角に合わせると良い。

2a. 等倍の照準器又はファインダ を使って変光星を見つける — まず、縮尺「a」ないしは「b」の星図を手にとって、その中から目的の変光星の近辺にある明るくて見つけやすい「鍵となる恒星」に注目しよう。そうして空を見上げその恒星を見つける。もしも裸眼では、月明かりとか他の不利な状況からその鍵となる恒星を見つける事が出来ないのであればファインダーか低倍率の広視野接眼鏡を使用して、その恒星があろうと思われる位置にできるだけ望遠鏡を近づける。殆どの場合、この時、望遠鏡の視野の方角は、裸眼で、星空を見る時の方角とは異なっているという事に注意しよう。観測者は、自身の望遠鏡についてその視界の北、東、南、西の方角がどちらを向いているのか馴染んでおく必要があろう。（より詳しい説明は11と12ページを参照の事。）目的の鍵となる恒星を視野に入れたかどうかを確認するには、星図上に示されているその近傍にある、望遠鏡でしか見えない暗い恒星を特定する事である。

続いて、ゆっくりと（スターホップをしながら）目的の変光星に近づいていく。そうするには、恒星の配置（又はアステリズムとも言われる）を確認しながら進む。観測者がこうした視野に慣れるまでには、星図を確かめてから夜空を眺め、そしてファインダーを覗く作業を何回も繰り返す事になる。こうして最終的に目的の変光星付近の恒星配置にたどり着く。正確に目的の変光星を特定する事に十分時間を掛けよう。場合によっては、各恒星配置間を線で結ぶと役立つであろう。

2b. 目盛環を使用して変光星を見つける — もしも観測者の望遠鏡に（通常か又はデジタル式の）目盛環が備わっているのであれば、それを使用して目的の変光星領域を見つけ出す事が出来る。その場合、最初、望遠鏡が正確に軸合わせが成されているかどうか注意しよう。変光星星図の頭に表示されている2000年分点の座標に目盛環を合わせる。1900年分点で座標が表示されている場合は、歳差運動を考慮して2000年分点表示に修正されなければならない。

この場合、目的の変光星をすぐに認める事ができないかもしれない事を覚えておこう。例え視野内に入っているとしても、なお観測者は、肯定的に認識する意味で目的の変光星直近くの数個の恒星を特定する必要があろう。しばしば変光星星図内の明るい鍵となる恒星又は恒星配置を特定する目的で視野を動かすと目的の変光星を特定しやすくなる。そうして、順次（スターホップにより）目的の変光星を特定する。

3. 比較星を見つける — 観測者が確かにこれが目的の変光星であると確信したならば、その光度を光度が分かっている恒星の光度と比較する事で見積もる過程に進む。これら、「比較星」は、星図上で変光星近くに設定されている。望遠鏡を通して、それら比較星を見つける。何度も繰り返すが、これら比較星は正しく特定されているかどうか慎重に確かめておく事である。

4. 光度見積もり — 目的の変光星の等級を見積もるには、変光星の光度に最も近い比較星を見つける。その変光星の光度がその比較星の光度とぴったし同じでない限り、変光星の光度より明るい比較星と暗い比較星を使って間を見積もらなければならない。この補間方法の練習例は、図2.1（10ページ）に示されている。

5. 観測記録 — 以下に示す情報は各観測後できるだけ早く観測者の記録帳に書き留めて置こう：

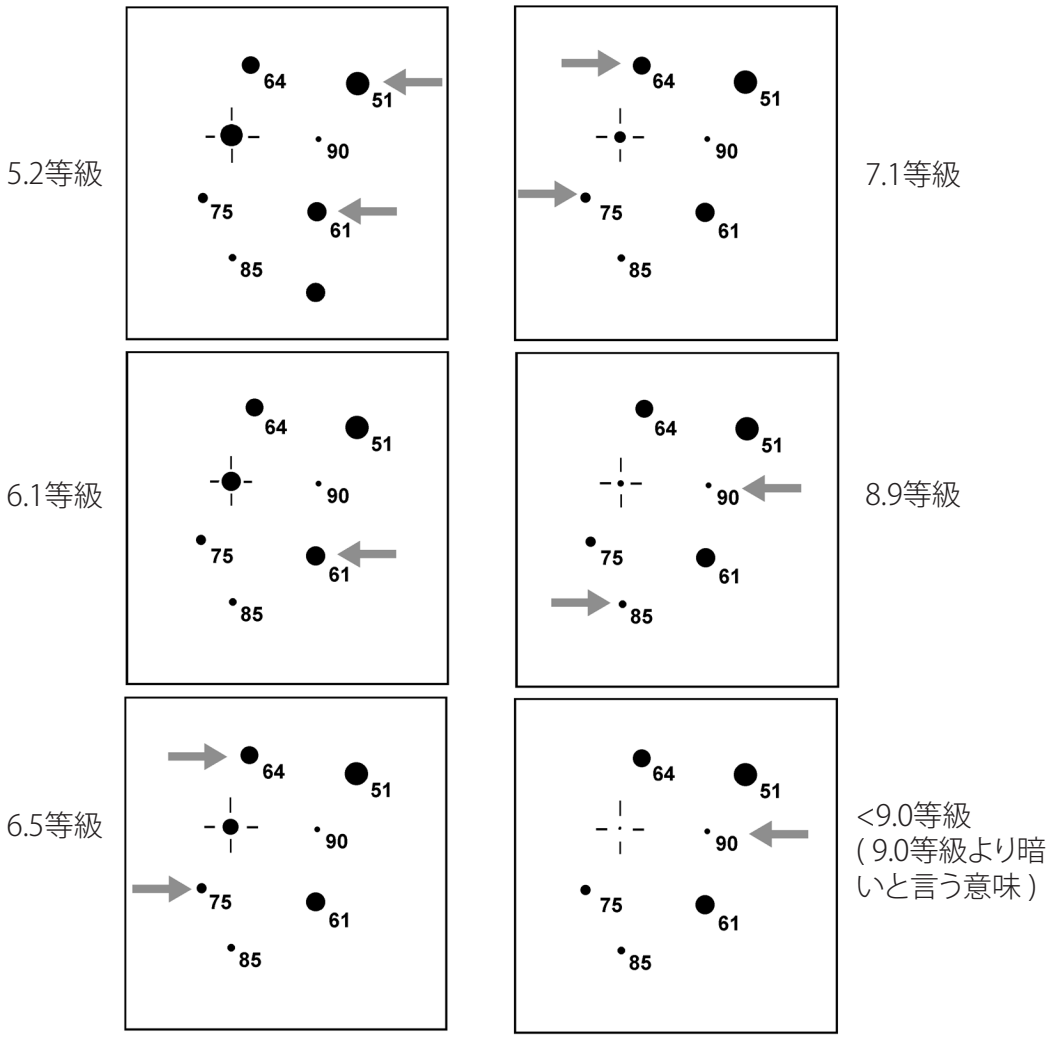
- **変光星名**とその**呼称**（本件の詳細は17ページと18ページを参照の事）
- **観測日**と**時間**
- 変光星の見積もり等級
- 変光星の等級見積もりに使用された全ての**比較星の等級**
- 使用された変光星**星図名**
- **補足事項**（シーイングに影響を与えたと思われる状況：例えば、雲、もや、月明かり、強風等）

6. 報告準備 — 観測者が観測結果を報告する形式は一つに限られている。しかし、AAVSO本部に報告する方法には何通りかある。観測結果を報告する手引きはこの説明書の第6章で詳述されている。

図2.1 — 補間方法の練習

以下の図では、変光星の等級を決定する上で比較星間の補間の仕方が示されている。覚えておいて欲しい事は、実際には（変光星も含めて）全恒星は、点光源である。全恒星は、ここの図に示されているような異なる大きさを持った円板ではない。各例図で、補間法に使用された恒星は矢印で印されている。

更なる補間練習には、「望遠鏡疑似体験(Telescope Simulator)」と言う、AAVSOウエブサイト中の変光星等級見積もりの仕方に関するダイナミック表現のサイトを試して欲しい。そのURLは、http://www.aavso.org/aavso/about/powerpoint.shtml である。



追加観測助言

視野

新たな観測者は自分の望遠鏡と接眼鏡の各組み合わせに於けるおおよその視野の大きさを知っておく必要がある。（４ページ参照。）その為には、望遠鏡を天の赤道付近に向ける。そうして、望遠鏡を静止させて、視野内を明るい恒星が通過する時間を計る。恒星は、天の赤道上では、４分間に１度動く。だから、例えば、恒星が視野の中心を横切って、端から端へ移動するのに２分掛かったとすれば、その視野の大きさは0.5度である。

装置の視野の大きさが一旦分かると、星図上に変光星を中心に適当な円を描いて、視野を特定する手助けとする事が出来る。又は、適当な大きさの穴を開けた厚紙でもって星図上の視野としても良い。もしくは、星図上に針金で作った輪を動かして視野とする事も出来る。

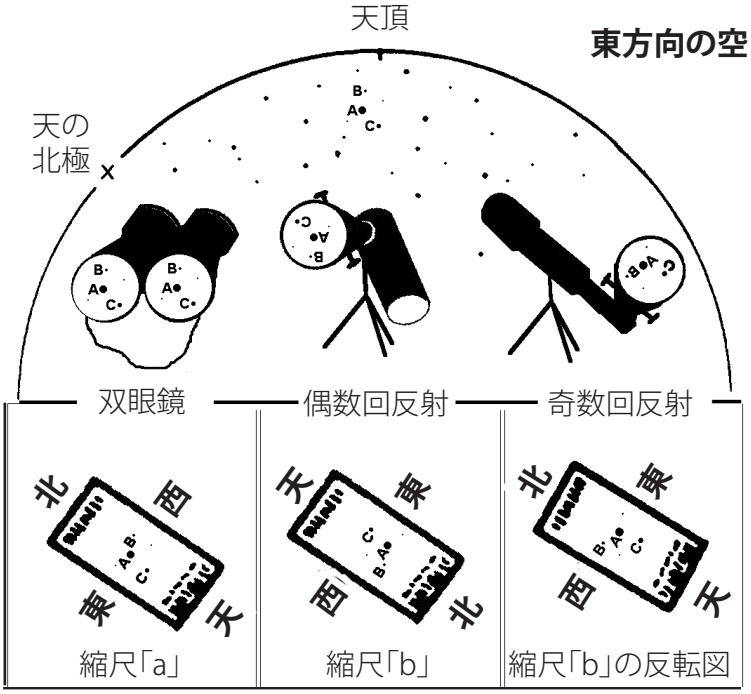
星図上の方角

うまく星図を使いこなすには、星図を空の方向に正しく向ける必要がある。AAVSO星図のうちで、縮尺が「a」、「aa」、そして「ab」のものは、北が上で、東が左である。これらの星図は、眼視又は双眼鏡による観測に向いている。

「b」ないしそれ以上の拡大星図では、南が上で西が左である。これらの星図は、偶数回反射を繰り返す望遠鏡用に向いている。つまり像は倒立像である。屈折型とシュミットーカセグレン型望遠鏡では、普通直角プリズム（ダイアゴナル）が使われる。その結果奇数回光線は反射する。この場合、上下は正立であるが、東と西は反対になる（例として、鏡像）。この場合、出来る限りAAVSOの反転星図を使うように勧める。反転星図では、北が上で、西が左である。もしも観測者が反転星図が必要になり、それでいて、未だ世の中に反転星図が無いのであれば、自分で、星図を裏返して、裏側に星図を描き変えるか、コンピュータ画像処理ソフトを使って鏡像図を作成すると良い。

図2.2 — 星図のタイプ

右図は星群が双眼鏡ではどのように見えるか、偶数回光線が反射する典型的なニュートン式の反射望遠鏡ではどのように見えるのか、そして直角プリズムを装着して奇数回光線が反射する典型的な屈折又はカセグレン型望遠鏡ではどのように見えるのかを示している。各機器の下にはそれぞれの機器で一般的に使用される星図のタイプが描かれている。全星図はそれぞれの機器を通して見える見え方と一致している。



星図の向き

いずれの星図であれ、変光星の位置は地球が自転するに従い水平線に対して変化する。それで、星図を使用する際は、以下の規則に従おう：

1．目的の変光星と地平線の角距離が最も小さい方角に顔を向ける。

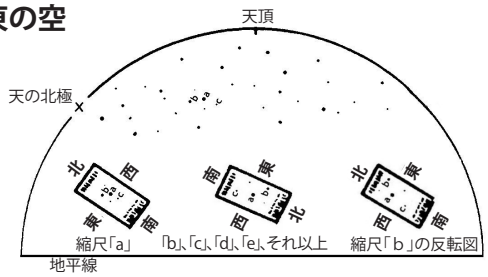
2．目的の変光星に並べて星図をかざす。

3．通常の縮尺「b」ないしそれ以上の拡大星図については、星図上の南の方向を北極星方向に向ける。（南半球では、星図上の北方向を天の南極方向に向ける。）縮尺「a」星図又は「反転」星図については、北方向を北極星方向に向ける。

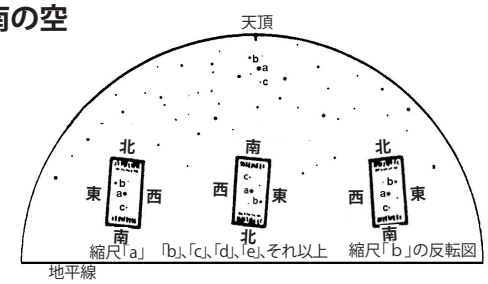
4．使っている星図を項目3で向けた方向を保ったまま、取り扱いやすい位置まで下ろす。

北半球

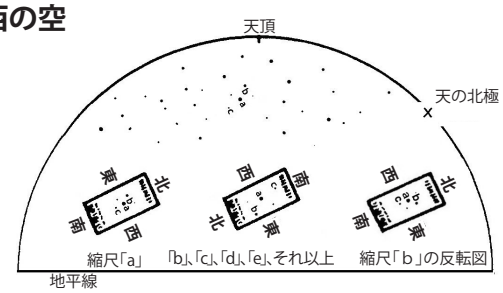
東の空



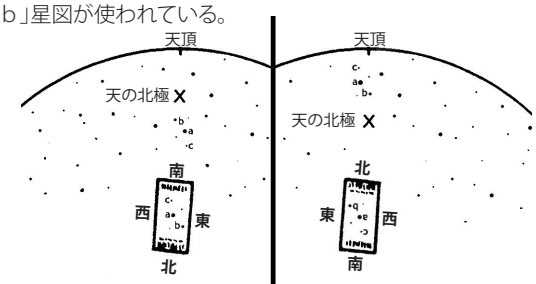
南の空



西の空



北の空 — 目的の変光星が天の北極（北極星）の下に位置するか上に位置するかによって星図の向きは変わる。例では、縮尺「b」星図が使われている。

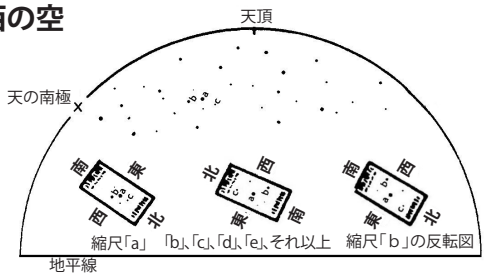


目的の変光星が北極星と地平線の間に位置する場合

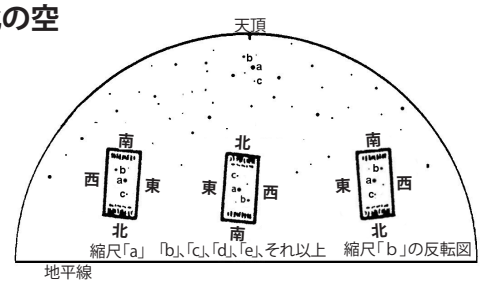
目的の変光星が北極星と天頂の間に位置する場合

南半球

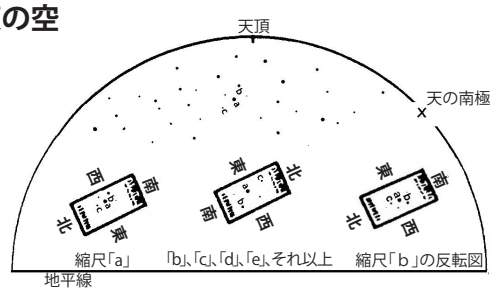
西の空



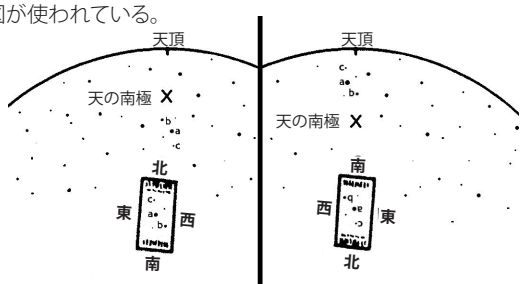
北の空



東の空



南の空 — 目的の変光星が天の南極の下に位置するか上に位置するかによって星図の向きは変わる。例では、縮尺「b」星図が使われている。



目的の変光星が天の南極と地平線の間に位置する場合

目的の変光星が天の南極と天頂の間に位置する場合

等級記数法

等級の記数法は最初、当惑するかも知れない。と言うのは、数値が高いほど、その恒星は暗いからである。裸眼での極限等級は平均して6等級である。アンタレス、スピカ、そしてポルックスのような恒星は1等級である。更にアークチュウルスとベガは0等級である。非常に明るい恒星、カノープスはー1（マイナス1）であり、全天で最も明るい恒星はシリウスでー1.5である。

AAVSO星図上では、比較星は小数点第1位までの数字で表記されている。小数点は、点が恒星と見間違われるのを避ける為に除かれている。だから、84と90は、等級がそれぞれ8.4と9.0の二つの恒星を指している。

AAVSO星図上で使用されている比較星の等級は特殊な装置（虹彩測光器、光電測光器、そしてCCD）を使って注意深く決定されている。そしてこれら比較星の等級は目的とする変光星の等級を測る測定標識と考えられる。変光星の光度を測る際に使用される比較星の記録を取り続ける事は、観測者にとって大事な事である。

等級記数法は実際は対数法であるから、ある恒星が別の恒星より2倍暗いとすれば、その等級数値は単純に2倍とはならない。（詳しい事は、右の捕捉記事、恒星光度の測定法を見て欲しい。）この事から、観測者は、常に光度見積もりを行う場合、余りにも光度差の大きい（等級差が0.5ないしは0.6以内に留める）比較星を使用しないように注意を払うべきである。

極限等級

楽に目的の変光星を見る事が出来る程度の光学機器を使用する事が最善である。一般に、もし目的の変光星が5等級よりも明るければ、裸眼が最も良い。もしも5等級と7等級の間であるならば、ファインダーか良質の双眼鏡が勧められる。もし7等級以下であれば、高倍率の双眼鏡か口径が8ｃｍの望遠鏡ないしはそれ以上の口径の望遠鏡を目的の変光星の等級に従って使用すると良い。**光度の見積もりは、光学機器の限界等級よりも2から4等級明るい光度の場合最も正確で見積もりもし易い。**

恒星の光度測定

ー　AAVSO実地天体物理マニュアルからの抜粋　ー

今日我々が使用している恒星の見かけの光度比較方法は、古代に起源を持っている。紀元前２世紀のギリシャの天文家、ヒッパルコスが恒星の光度分類を体系化したと通常認められている。ヒッパルコスは、各星座にある最も明るい恒星を「1等星」と呼んでいた。西暦140年にトレミは、ヒッパルコスの体系を洗練し、光度比較に最も明るい恒星を１等星とし、最も暗い恒星を6等星する、1から6までの表記法を使用した。

1800年代の半ばに天文家達はこうした数値を定量化し、古いギリシャ体系に変更を加えた。測定の結果、1等星は6等星より100倍明るい事が分かった。又、人間の目は、1等級違えば2.5倍の明るさを感知すると計算された。それで、5等級の違いは2.5^5(約100倍)の明るさの違いであるようだ。それ故、5等級の違いは丁度見かけの明るさで100倍異なると定義された。

言い換えると、1等級は100の5乗根に等しく、約2.5倍である。それ故、ある二つの天体の見かけ上の明るさは、明るい方の天体の等級から暗い方の天体の等級を差し引いて、その差の値を2.5乗すれば良い。例えば、金星とシリウスの光度差は約3等級である。この事は金星は2.5^3倍（又は約15倍）肉眼ではシリウスより明るく見える事を意味する。言い換えれば、一点に15個のシリウスが輝くと金星の明るさになる。

この記数法では、ある天体は負の等級で示されるほど明るく、一方では、ハッブル宇宙望遠鏡のような強力な望遠鏡では+30等級までの天体を「見る」事が可能である。

代表的な天体の見かけ上の等級

太陽	-26.7	シリウス	-1.5
満月	-12.5	ベガ	0.0
金星	-4.4	北極星	2.5

下表は、望遠鏡ないし装置の口径で見る事が出来る大まかな極限等級を示す。実際、観測者が自分の装置を使用して観測できる極限等級はシーイングの状態とか望遠鏡の性能によってこの表に示されているものとは非常に異なって来るであろう。それで、変更しなくてかつ見つけやすく、しかも光度が分かっている恒星達が記載されている星図などを使って自身の極限等級の表を作成するのが良いかも知れない。

表2.1 — 一 般的な極限等級

		裸眼	双眼鏡	15cm	20cm	40cm
都市部	平均	3.2	6.0	10.5	12.0	13.0
	最良条件下	4.0	7.2	11.3	13.2	14.3
半暗所	平均	4.8	8.0	12.0	13.5	14.5
	最良条件下	5.5	9.9	12.9	14.3	15.4
暗所	平均	6.2	10.6	12.5	14.7	15.6
	最良条件下	6.7	11.2	13.4	15.6	16.5

暗い比較星が、目的の変光星近くに見られる時、それら二星を互いに見誤る事がないようにしよう。もしもその変光星の光度が極限等級値に近くて、明瞭に見分けが付きにくいのであるならば、その事を記録しておく。

経験ある観測者は観測者が所有する望遠鏡の能力外の変光星には時間を掛けない。

目的の変光星の同定

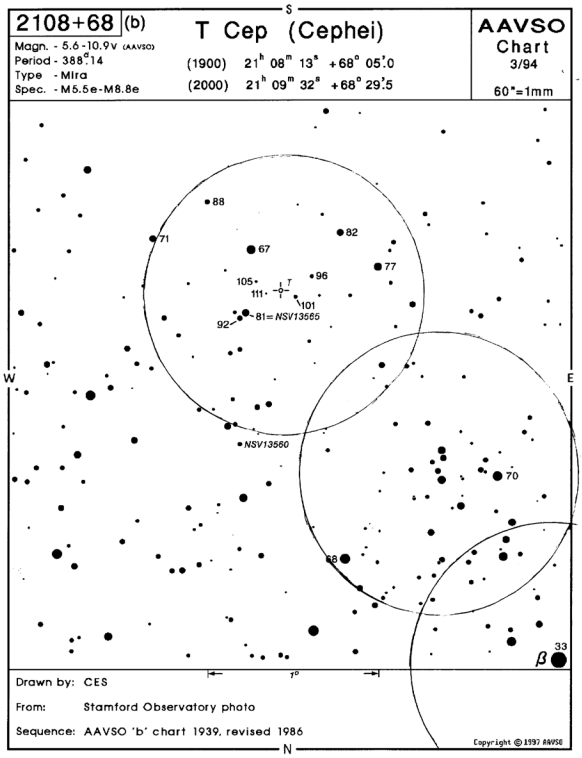
目的の変光星が極大光度にあるか極小光度にあるか、又はそれらの中間の光度にあるかに従って、観測者が観測している時にその観測者が自分の望遠鏡でその目的の変光星が見えるかどうかが決まると言う事を留意しよう。

観測者が目的の変光星を特定したと思った時、その恒星の周りの領域を非常に注意を払って星図と見比べよう。明るさから、又は位置的に合致しないような視野で何らかの恒星が認められるのであれば、観測者は誤った恒星を見ているかも知れない。その時は、やり直す。

目的の変光星が暗い場合とか非常に恒星が密に分布している視野に目的の変光星が位置する場合、高倍率の接眼鏡が必要となろう。又目的の変光星を明確に同定する為に縮尺「d」又は「e」の星図を使用しなければならなくなるだろう。観測中は、リラックスする。同定できない変光星には時間を費やしない。 もしも、適宜な努力を払っても変光星を見つける事が出来ないのであれば、その事を記録して、次の変光星に移る。一セッションの観測後、星図を見直し、なぜ自分が目的の変光星を見いだせなかったのかどうか判断できるかどうか考えてみる。次回観測する時に、再度挑戦する!

図2.3 — スターホッピング

下図は、典型的なスターホッピングを示す。この図では、明るい鍵となる恒星、ケフェウス座ベータ星から変光星、ケフェウス座T星に移動する例が示されている。星図上に観測者の望遠鏡の視野が書き込まれている事と、明るい星群がベータ星からT Cepに辿る道筋にあるという事に注意して欲しい。



変光星の光度を見積もる

いずれの光学機器であれ、それらの解像度は視野の中心で最も高い。だから、ある比較星と目的の変光星が比較的離れている場合は、それらは、同時に見るべきではない。そうではなくて、それらは、順番に視野の中心に持って来て見るべきである。

もしも変光星と比較星が接近しているのであれば、それらは視野の中心から等しい角距離に置いて、これら二つの恒星を結ぶ線はできる限り観測者の両目で作る線と平行にする。この処置は、「位置角誤差」を防止する為である。

もしもそのようにできないのであれば、観測者の頭か、又は（もし使用されていれば）直角プリズムを回転させる。位置角効果は、最大で0.5等級の誤差が生じる。

全ての観測は、機器の視野の中央付近で行わなければならないと言う事を強調したい。殆どの望遠鏡について言える事は、全ての接眼鏡の視野の全領域で、等しく光量が入射していない。しかも、屈折の場合対物レンズの端に行くに従い、又は反射の場合鏡の端に行くに従い像の収差は増大する。

少なくとも二つの比較星を使う。可能ならば二個以上の比較星を使う。もし比較星間の等級差が0.5等級以上であれば、非常な注意を払って、明るい方の比較星の光度と変光星の光度の等級差と変光星の光度と暗い方の比較星の光度の等級差がどうなのかと言う比較を行い変光星の光度の見積もりをする。

観測に矛盾があるように見えても、観測者は見た通りの事をそのまま記録する。観測者は、束縛のない頭でもって各観測セッションに臨むべきである。観測時の見積もりは先の見積もりからの先入観でもって成されるべきではないし、又その変光星はこうあるべきであると考えて成されるべきでもない。

もし、目的の変光星が極端に暗くて見えなかったり、もやや月明かりの為に見えなかったりする場合、その変光星の領域で見える最も暗い比較星を記録する。仮にその比較星が11.5等級であったとすれば、目的の変光星の観測記録には<11.5と記す。この意味は、本変光星は見えなかった、その光度は11.5等級より暗い。ここで、左矢印括弧は「. . より暗い」を意味する。

明らかに赤色をした変光星を観測する場合、長い時間「凝視」せずに、所謂「一瞥」方法で、光度見積もりをする事を勧める。と言うのは、パーキンジュ効果の為に長い時間見つめると赤色の恒星は、目の網膜を刺激しやすい。その結果赤色の恒星は青色の恒星と比較して甚だしく明るく見えてしまう。こうして相対等級に誤った印象をもたらす。

赤色恒星の光度を見積もる上で強く推奨される別の手法に所謂「ぼかし法」というものがある。この方法は、接眼鏡を引いて恒星像をぼかすのである。そうすれば、恒星は色が消えた円板として見える。この方法では、パーキンジュ効果による系統的誤差を避ける事が出来る。像をぼかしても変光星に色が付いて見えるのであれば、観測者は、より口径が小さい望遠鏡を使うか、望遠鏡の口径を絞る必要があるかも知れない。

暗い恒星に対しては、逸らし目を使って見積もる事を勧める。逸らし目を行うには、目的の変光星とその比較星は視野の中心に持ってきておき、視野の端を見つめるようにする。こうして観測者の目の周辺部を使う。この方法がうまく働く理由は次ページに説明されている。

記録の保管方法

高耐久性の装丁されたノート（台帳のようなもの）が観測記録用として使用されるべきである。観測者の元々の記録ノートには手を入れない。観測結果に何らかの修正を加えたり、換算を行う場合は、異なった色のインキで書き込む。その日にちも記入しておこう。第二の記録ノートは、恐らくルーズリーフ式のもので、そこには月別集計の手書きの記録が書き込まれ、報告用の記録の複写とかAlert Noticesとか、他の情報が収まっている。コンピュータによる記録は保存され将来に参照用として使用されるであろう。

観測記録ノートには、又、観測時に他の人間の存在とか外灯などの光の存在とか、雑音とか、他に観測者の集中性に影響を与えたと思われる効果、つまり注意を散逸させるものを書き込んでおく。

何らかの理由で観測者の等級見積もりに疑問があれば、その事を記録にして同時にその理由を書き込んでおく。

記録を取り続ける上で、基本的な事は、先に観測した時に見積もられた変光星の等級の知識を観測者は先入観として持たない事である。観測者は、全ての見積もりを先の観測を参照する事なく互いに独立して決定しなければならない。

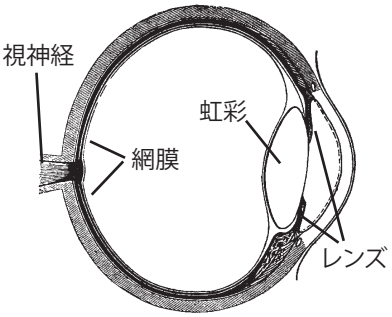
観測記録ノートの各ページの見出しには、ユリウス日（第４章に説明されている）と週の曜日、年、月、観測日を記入する。「二重日付」表記法が真夜中過ぎに観測がなされる場合に起こる混乱を避ける意味で良く使用される。例えば、JD2453647　2005年10月3－4日、火－水のようである。一方で間違いが生じた場合でも、片方の日付がどちらが正しいかを示す。

もしも機器が一台以上あるのなら、各観測にどれが使用されたのかを明記する。

目の構造と星の光　ー　出典：AAVSO実地天体物理マニュアル

人間の目は、カメラに似ている。目は一つの清潔で潤滑が施された組み込み系である。露出計があり、自動視野ファインダーがあり、そしてフィルムが絶え間なく供給されている。物体からの光は、目の表面を覆っている透明な被膜である角膜に入り、そして毛様体筋肉によって固定されている透明な水晶体を通過する。この水晶体の前にある虹彩は、目に入射する光量を調節する為に瞳孔を不随意的に縮めたり膨張させたりしながら、丁度カメラのシャッターのように開いたり閉じたりする。虹彩は年と伴に徐々に衰える。子供とか若い大人の瞳孔は直径で7mmないし8mmかそれ以上開く事ができる。しかし、50才では、最大瞳孔の大きさは5mmに縮む。その結果、目の集光能力は著しく落ちる。角膜と水晶体は一緒に働き焦点距離可変のレンズとなる。それで、物体からの光を目の背面に実像を結ぶ。この目の背面の事を網膜と呼ぶ。瞳孔の大きさが年と伴に縮む為、60才の人間の網膜が受光する光量は30才台の人間が受光する光量の約３分の1である。

網膜は、カメラのフィルムのような役割をする。網膜は約1億3000万個の円錐体と桿状体と呼ばれる光に反応する細胞から出来ている。これらの細胞により吸収された光は光化学反応を起こし、円錐体と桿状体に結合している神経に電気的刺激を起こす。各個別の円錐体と桿状体から出る信号は神経細胞の複雑なネットワークの中で結合され、視神経を介して目から脳に伝達される。我々が見るものは、光により興奮する円錐体と桿状体に依存するし、異なる円錐体と桿状体から発せられる電気信号の結合の仕方と脳による判断の仕方に依存する。我々の目はどの情報が取得されるかとか、どれが除外されるかと言う事について多くの「思考」を行う。



網膜のある一部分に円錐体が集中している。そこをフォビアと言う。フォビアの大きさは直径にして約0.3mmであり、10,000個の円錐体が含まれていて、桿状体は無い。この領域の各円錐体は独立してそれぞれが神経ファイバを持っている。そして、それらは視神経を通して脳に繋がっている。この小領域から数多くの神経が来ている為にフォビアは網膜の中で明るい物体の詳細を認識する上で最良の領域となる。高い知覚感度の領域をもたらす以外に、フォビアと網膜の他の部分の円錐体は色を認識する上で優れている。しかし、恒星の色を「見る」能力は大幅に落ちる。と言うのは、恒星の光強度は、これら円錐体を励起するには十分強くないからである。もう一つの理由は、水晶体の透過性は年と伴に低下するからである。赤ん坊は非常に透過性の良い水晶体を持っていて、濃い紫色である3500オングストロームまでの光を透過する。

円錐体の密集度はフォビアの外では落ちる。こうした周辺部では桿状体が支配的となる。網膜内のこうした領域での桿状体の密度は、フォビア領域での円錐体の密度とほぼ同じである。しかし、恐らく100個ほどの隣り合った桿状体から出た光信号は、一つの神経細胞にもたらされて、それが脳に繋がっている。この桿状体信号の結合により、我々は物体の詳細を判断する能力が落ちている。しかし、小さくて数多い信号が結合され、より大きな信号が形成される為に我々は暗い物体を識別する事ができる。この理由により、暗い変光星の等級を見積もる場合、その変光星を直接見るのではなく、逸らして、周辺を見ると見積もりが容易である。

通常の目は、目から8cmから無限大に位置する物体を結像する事が出来る。この異なる距離にある物体を結像できる能力の事を調節作用と呼ぶ。カメラでは、ある固定された焦点距離のレンズと可変結像距離とを使って異なる物体距離を調節するのであるが、目は（角膜と水晶体から網膜までの距離の）約2.1cmという固定された結像距離と焦点距離可変のレンズ系を持っている。この目が遠方の物体を見る時は、目の水晶体にくっついている毛様体筋肉は緩み、水晶体の曲り方は小さくなる。水晶体の曲りが小さくなれば、焦点距離は増加して像が網膜上に形成される。水晶体が平らのままで、物体が水晶体寄りに動く場合、その像は網膜の後ろに移動する。その結果網膜上にはぼやけた光の形状ができる。この事態を避ける為に、毛様体筋肉は縮み、水晶体の曲率が増大する。こうして水晶体の焦点距離は小さくなる。焦点距離が減少すると、物体の像は前に移動して、再度網膜上にシャープな像が結像される。何時間もの読書後目が疲れるのは、毛様体筋肉が緊張したままで、水晶体の曲率が大きくなっているからである。

目の最遠点とは、リラックス状態の目が焦点を結ぶ事が出来る物体の最も遠い距離の事である。目の最近点とは緊張した目が焦点を結ぶ事ができる物体の目から最も近い距離の事である。通常の目では、最遠点は実質無限大（我々は月と遠方の恒星に焦点を結ぶ事ができる）であり、最近点は、約8cmである。この焦点距離可変の「ズームレンズ」は年と伴に変化して、老化すると最近点は40cmまで増加する。こうして星図とか機器の表示を読む事が年と伴に困難になってくる。目の老化はだんだんと我々が外界を認識する方法を変える。

変光星の名付け方

一般的に、ある変光星の名前は1個ないし2個の大文字のアルファベットかギリシャ文字とそれに星座の略称の3個のアルファベットが付いて出来ている。又一方で、V746 Oph　とか　V1668 Cygのような名前で呼ばれる変光星がある。後者の変光星は、その星座の中で前者のようなアルファベットの組み合わせが全て使い果たされた場合に付けられる名前である。（例えば、V746 Oph はへびつかい座の中で746番目に発見された変光星と言う意味である。）変光星の名前に関する更なる詳細は右側のパネルを参照して欲しい。

例：　SS Cyg
　　Z Cam
　　Alpha Ori
　　V2134 Sgr

表3.1（19ページを参照）には公式の星座名略称が掲載されている。

他に特殊な名前がいくつかある。例えば、場合によっては一時的な名前がGeneral Catalogue of Variable Stars の編集者が恒久名を付けるまでの間付与される場合がある。この一例が、N Cyg 1998 である。この名前の意味は、はくちょう座に1998年に発見された新星という事である。別の場合が変光星と思われるが確証されていない恒星に付けられる場合である。こうした恒星には NSV 251とか　CSV 3335 と言った名前が付けられる。こうした名前の前半分はそうした恒星が記載されているカタログを意味する。後半分はその恒星がそのカタログに記載された順番を表す。

変光星の呼称

変光星には正式名称がある一方、ハーバード式呼称によっても参照される。この呼称は単純にその変光星の座標から名付けられている。赤経（R.A.）の時間と分が最初に来て、続いて、赤緯（Dec.）のプラス又はマイナスが来て赤緯の度が来る。採用されている座標の分点は1900年である。ハーバード式呼称がどのように決定されるかという詳細は次ペ-ジの捕捉記事を参照して欲しい。

例：　2138+43
　　1405-12A
　　0214-03
　　1151+58

この例で注意すべき事は、アルファベットの「A」が末尾に付いている呼称があることである。これは、近くに別の変光星がある為で、呼称1405-12Bと言う変光星が後に発見された事を意味する。

変光星命名協定

変光星の名前は国際天文学連合（I.A.U.）により任命された委員により決定される。名前の割り当ては、ある星座内で発見された変光星順になされる。ギリシャ文字の名前を持つ恒星が変光星であると発見されたならば、その恒星は、そのギリシャ文字の名前で呼ばれる。そうでない場合で、ある星座内で最初に発見された変光星はアルファベットのRが与えられる。二番目はSで、そうしてZまで付けられる。Zの次はRR、次はRSと続きRZまで付けられ、次はSSとなりSZとなり、ZZまで続く。ZZの次の名前は、AA、AB、と続きQZまで続く。この方式（アルファベットのJは省略される）だと334個の変光星を命名する事が出来る。しかしながら、天の川内に位置する星座には、余りにも多くの変光星が存在するので、追加命名法が必要になる。QZの後には、変光星はV335、V336、….と命名される。こうした変光星を指定する文字列は表3.1に示されている星座のラテン名の所有格が付け合わされる。正式表記の場合以外は全ての場合、つまり、観測者がAAVSOに観測結果を報告する場合等では、変光星表記に使用される星座のラテン名の所有格は3文字省略表記法が使用される。

この命名法は最初に1800年代の中頃にフリードリッヒ　アルゲランダによって始められた。彼が大文字のRから始めた訳には二つの理由があった。小文字でアルファベットの最初の文字は既に他の天体に割り当てられていた。アルファベットの最後の文字で大文字が使われないままでいた。アルゲランダは一方では、恒星の変光は稀な現象であると信じていたので、一星座中に発見される変光星は9個もないであろうと考えていた（この考えは外れた）。

ハーバード式変光星呼称について

マーガレット　W　メイヨール　記

出典：　*The Journal of the AAVSO* 第5巻　第1号

1800年代の終わり頃から1900年代の初め頃に掛けて、ハーバード大学天文台は殆どの変光星研究の中心であった。台長のエドワード　C　ピッカリングは写真観測と眼視観測の両方を奨励していた。当天文台から変光星のカタログが何種類か発刊された。そして、知られる変光星の数は余りにも大きくなり、天文学者は変光星を星座名毎に表記するのではなく、天空の位置をよりよく表す呼称が必要であると感じた。その結果がハーバード式呼称であった。この呼称は1903年に発行されたハーバード天文台年報第48巻　93ページに記載されている。

多くの提案が検討され、結局1900年分点での赤経と赤緯を表わす6桁の番号を使用する事で決着した。この方法は正確な位置を与える目的ではなかった。これは、ウエブスター辞典が言うように、一つの「表示」なのである。この呼称を決定する方法に関して混乱があった。

仮にある変光星の位置が1900年分点で、赤経（時、分、秒）と赤緯（度、分、分の小数点第１位）で与えられたとしよう。ハーバード式呼称を決定する第一段階はその座標値を赤経では時間、分、そして分の小数点第１位に、赤緯では度、整数の分に換算する。次に赤経の小数点第１位を捨て、赤緯の分を捨てる。こうして残った6数字がハーバード式呼称を形成する。

南天の変光星については、マイナス記号が赤緯の度の前に挿入されるか、度数値に下線が引かれるか、又はイタリック体で表記される。

曖昧な場合には特別な規則が適用される。例えば、もし赤経が21秒で終わるのであれば、それを60で割り、分の小数点として0.35が付加される。このような場合には、その小数点数値を四捨五入して、0.35を0.4にする。更に51秒の場合は0.8分が追加され、57秒の場合は、分の値が一つ上がり、小数点以下は0となる。赤緯を換算する場合、59分の場合に際立った変化が起こる。分の小数点第１位が5ないしそれ以上であれば、呼称の最後の二数値は、一つ上の高い値になる。

例

	座標（1900年分点）		換算		呼称
RR And	$00^h45^m57^s$	+33°50'.0	$00^h46.0^m$	+33°50'	0046+33
SU And	23 59 28	+42 59.7	23 59.5	+43 00	2359+43
TW Aqr	20 58 55	-02 26.5	20 58.9	-02 26	2058-02
U Aur	05 35 38	+31 59.4	05 35.6	+31 59	0536+31

この規則の簡単な覚え方は、もし赤経が57秒かそれ以上である場合、分の値は1増加し、秒がそれ以下であれば、分は変わらない。赤緯については、分が59.5かそれ以上であれば、赤緯の度は1°増加し、分がそれ以下の場合は赤緯の度の値は変わらない。

表3.1 – *星座名とその略称*

下表は星座名に関する国際天文学連合協定を示す（日本名は別）。各星座は、ラテン名で、それぞれの主格と所有格が表わされている。同時に承認されている3文字略称が掲載されている。

主格	**所有格**	**略称**	**日本名**
Andromeda	Andromedae	And	アンドロメダ
Antlia	Antliae	Ant	ポンプ
Apus	Apodis	Aps	ふうちょう
Aquarius	Aquarii	Aqr	みずがめ
Aquila	Aquilae	Aql	わし
Ara	Arae	Ara	さいだん
Aries	Arietis	Ari	おひつじ
Auriga	Aurigae	Aur	ぎょしゃ
Bootes	Bootis	Boo	うしかい
Caelum	Caeli	Cae	ちょうこくぐ
Cameloparadalis	Cameloparadalis	Cam	きりん
Cancer	Cancri	Cnc	かに
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	りょうけん
Canis Major	Canis Majoris	CMa	おおいぬ
Canis Minor	Canis Minoris	Cmi	こいぬ
Capricornus	Capricorni	Cap	やぎ
Carina	Carinae	Car	りゅうこつ
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	カシオペア
Centaurus	Centauri	Cen	ケンタウルス
Cepheus	Cephei	Cep	ケフェウス
Cetus	Ceti	Cet	くじら
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	カメレオン
Circinus	Circini	Cir	コンパス
Columba	Columbae	Col	はと
Coma Berenices	Comae Berenices	Com	かみのけ
Corona Australis	Coronae Australis	CrA	みなみのかんむり
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	かんむり
Corvus	Corvi	Crv	からす
Crater	Crateris	Crt	コップ
Crux	Crucis	Cru	みなみじゅうじ
Cygnus	Cygni	Cyg	はくちょう
Delphinus	Delphini	Del	いるか
Dorado	Doradus	Dor	かじき
Draco	Draconis	Dra	りゅう
Equuleus	Equulei	Equ	こうま
Eridanus	Eridani	Eri	エリダヌス
Fornax	Fornacis	For	ろ
Gemini	Geminorum	Gem	ふたご
Grus	Gruis	Gru	つる
Hercules	Herculis	Her	ヘルクレス
Horologium	Horoligii	Hor	とけい
Hydra	Hydrae	Hya	うみへび
Hydrus	Hydri	Hyi	みずへび
Indus	Indi	Ind	インディアン
Lacerta	Lacertae	Lac	とかげ

主格	所有格	略称	日本名
Leo	Leonis	Leo	しし
Leo Minor	Leonis Minoris	Lmi	こじし
Lepus	Leporis	Lep	うさぎ
Libra	Librae	Lib	てんびん
Lupus	Lupi	Lup	おおかみ
Lynx	Lyncis	Lyn	やまねこ
Lyra	Lyrae	Lyr	こと
Mensa	Mensae	Men	テーブルさん
Microscopium	Microscopii	Mic	けんびきょう
Monoceros	Monocerotis	Mon	いっかくじゅう
Musca	Muscae	Mus	はえ
Norma	Normae	Nor	じょうぎ
Octans	Octantis	Oct	はちぶんぎ
Ophiuchus	Ophiuchi	Oph	へびつかい
Orion	Orionis	Ori	オリオン
Pavo	Pavonis	Pav	くじゃく
Pegasus	Pegasi	Peg	ペガスス
Perseus	Persei	Per	ペルセウス
Phoenix	Phoenicis	Phe	ほうおう
Pictor	Pictoris	Pic	がか
Pisces	Piscium	Psc	うお
Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA	みなみのうお
Puppis	Puppis	Pup	とも
Pyxis	Pyxidis	Pyx	らしんばん
Reticulum	Reticuli	Ret	レチクル
Sagitta	Sagittae	Sge	や
Sagittarius	Sagittari	Sgr	いて
Scorpius	Scorpii	Sco	さそり
Sculptor	Sculptoris	Scl	ちょうこくしつ
Scutum	Scuti	Sci	たて
Serpens	Serpentis	Ser	へび
Sextans	Sextantis	Sex	ろくぶんぎ
Taurus	Tauri	Tau	おうし
Telescopium	Telescopii	Tel	ぼうえんきょう
Triangulum	Trianguli	Tri	さんかく
Triangulum Australe	Trianguli Austrinae	TrA	みなみのさんかく
Tucana	Tucannae	Tuc	きょしちょう
Ursa Major	Ursae Majoris	UMa	おおぐま
Ursa Minor	Ursae Minoris	Umi	こぐま
Vela	Velorum	Vel	ほ
Virgo	Virginis	Vir	おとめ
Volans	Volantis	Vol	とびうお
Vulpecula	Vulpeculae	Vul	こぎつね

変光星の種類

大きく分けて2種類の変光星がある。内的変光星と外的変光星である。内的なものは、注目する変光星ないしその恒星系内において物理的変化によって変光が生じているものである。一方外的なものは、連星系で、一方の恒星がもう一つの恒星を食したり、恒星の自転によって変光が生じているものである。そうして、変光星はしばしば4つに分類される。内的脈動星と激（爆発型）変光星と外的食連星と回転変光星である。

一般的に長周期でかつ半規則型脈動変光星は初心者向け観測対象として推奨される。これらの変光星は広い範囲で変光し、又かなり多く存在していて、近くに明るい恒星が見出せる。この事は、こうした変光星の位置特定に役立つ。

各分類の主なタイプの変光星に関する簡単な説明がこの章でなされている。そして、恒星のスペクトル型にも言及されている。もし読者が恒星スペクトルと恒星進化に興味があれば、基礎天文学の教科書か、捕捉3に記載されている書籍の中にそれらが記述されている。

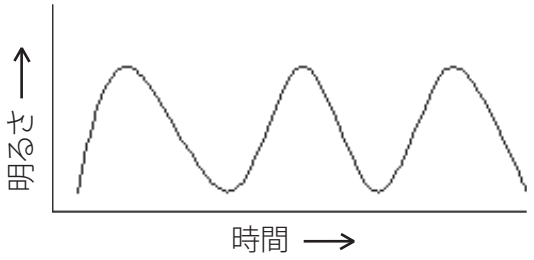
脈動星

脈動星とは、それらの表面層が膨張と収縮を周期的に繰り返す変光星の事である。脈動には、動径脈動と非動径脈動とがある。動径脈動星は、形状を球形に保つが、非動径脈動星は周期的に球形から外れる。以下に記述される脈動星のタイプは、脈動周期、恒星の質量とか進化の段階、そして脈動特性によって区分されている。

<u>ケフェウス型</u> — ケフェウス型変光星は周期が1～70日で脈動し、その振幅は0.1等級から2等級である。ケフェウス型は、大質量星であり、高い輝度を持ち、極大光度で、スペクトル型はFであり、極小光度でGからK型を示す。ケフェウス型変光星のスペクトル型が後になるほど、変光周期は長くなる。ケフェウス型には、周期－光度関係がある。ケフェウス型変光星は明るくかつ周期が短いので学生実地観測として良い変光星であるかもしれない。

光度曲線とは？

一般に変光星観測結果は、光度曲線と呼ばれるグラフに記入される。縦軸（Y軸）がみかけの明るさ（等級）で、明るいほど上に行き、横軸（X軸）は時間（一般に、ユリウス日：JD）で、左から右に進む。



変光星の周期性とか、食連星の軌道周期とか恒星爆発の規則性（又は不規則性）に関する情報は直接この光度曲線から決定される。専門家は、この光度曲線を更に精査して、恒星の質量とか大きさ等の情報を算出する。数年ないしは何十年に亘る観測データは、恒星の周期変動を明らかにする。その事は、その恒星の構造変化の予兆を示すことになる。

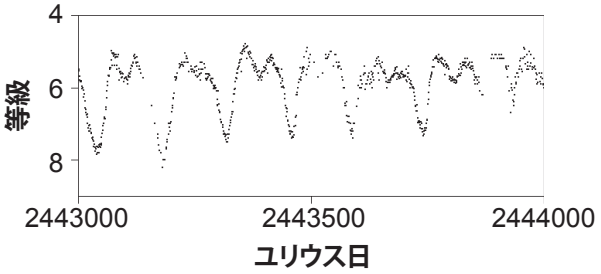
相図

相図（「重畳光度曲線」としても知られている）はケフェウス型変光星や食連星のような周期変光星の振る舞いを研究する為の道具として有用である。相図では、多周期の光度変動が相互に重ね合わされる。等級対ユリウス日（JD）を通常の光度曲線のように記入するのではなく、各観測は、周期上のどの時点上のものであるか、考慮して記入される。大抵の変光星の場合、サイクルは光度最大（相＝0）から始まる。そうして、最小を通過して、再び最大（相＝1）に戻る。食連星の場合、相が0の時、食の中心（最小光度）である。相図の一例はこの説明書の24ページに示されている。それは、ペルセウス座ベータ星の特性光度曲線である。

こと座RR型 ― このタイプの変光星は短周期(0.05から1.2日)で、脈動し、白色の巨星であり、通常、スペクトル型はAである。ケフェウス型よりも古く、低質量である。こと座RR型の変光範囲は一般に0.3から2等級である。

おうし座RV型 ― このタイプの変光星は、黄色の超巨星で深い極小期と浅い極小期を繰り返す特徴を持っている。このタイプの周期は二つの深い極小期の期間で定義する。その期間は30日から150日である。光度変化範囲は3等級であろう。このタイプの変光星の幾つかは何百日から何千日の長期にわたる周期的な変動を示す。一般的に、このタイプの変光星のスペクトル分類はGからKに位置する。

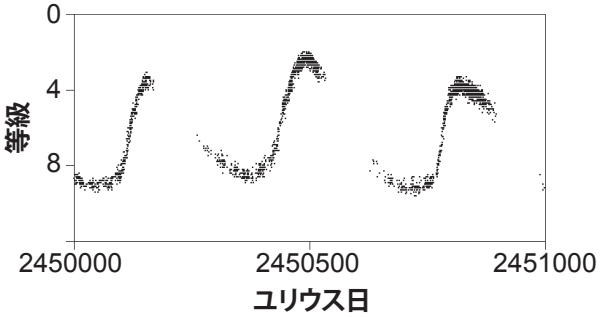
おうし座RV型 ― たて座R星



長周期変光星 ― 長周期変光星(LPVｓ)は、周期の範囲が30－1000日である、脈動する赤色巨星か超巨星である。これらは、通常スペクトル型がM、R、C、ないしはNである。この変光星は更に二種類の小分類に分かれる、ミラ型と半規則型である。

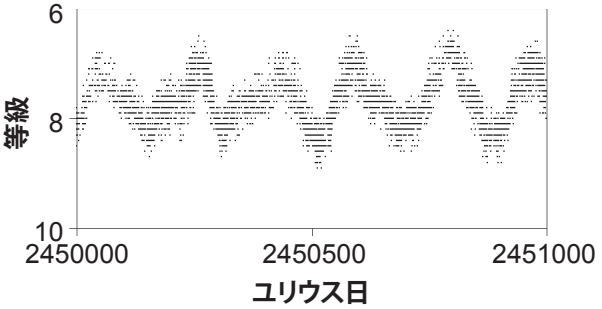
ミラ ― これら周期的赤色巨星変光星の周期範囲は80日から1000日であり、光度変動範囲は2.5等級以上である。

ミラ (くじら座オミクロン星)



半規則型 ― このタイプは、周期性が認められるものの、同時に光度変動に半規則的又は不規則的な差異を伴っている巨星と超巨星である。このタイプの周期範囲は一般に30日から1000日で、振幅値は2.5等級以下である。

半規則型 ― おおぐま座Z星



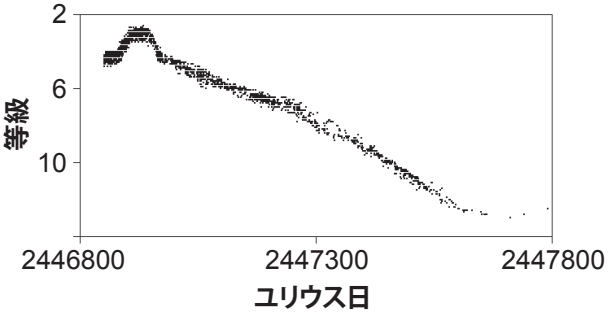
不規則型変光星 ― このタイプの変光星に、赤色巨星の殆どが含まれているが、これもまた脈動変光星である。名前から分かるように、これらの変光星はそれらの光度変化には一切の周期性がない。

激変光星

激変光星(又は爆発型変光星としても知られている)は、その名前が語るように、時折、それらの変光星の表面上ないしは、深内部で熱核反応が生じて、それが原因で猛烈な爆発が起こる恒星である。

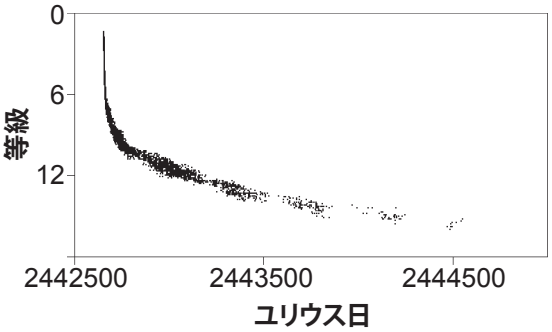
超新星 ― これら大質量恒星は、破局的な恒星爆発の結果、突然かつ劇的に最大光度増光が20等級かそれ以上を示す。

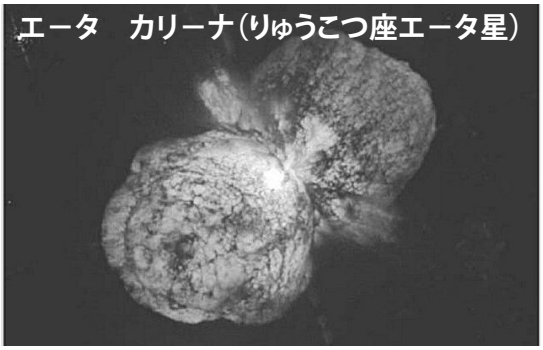
超新星SN 1987A



新星 ― 新星は降着円盤を持つ白色矮星を主星とし、低質量の主系列星(僅かに太陽より温度が低い)を伴星とする近接連星系である。伴星から物質が降り積もる事から白色矮星表面上で爆発的な核燃焼が生じ、その結果この系は一日から数百日の内に光度が７から16等級増光する。爆発後、新星はゆっくり減光し、数年ないしは数十年かけて、元の明るさに戻る。最大光度近辺で、新星のスペクトルは一般的にAないしF型の巨星のものに似る。

新星　ー　はくちょう座V1500星

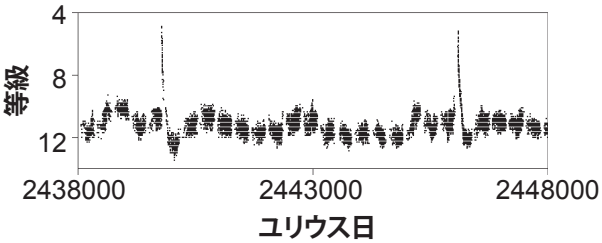




これは、巨大なガスと塵の雲のうねりを示すハッブル宇宙望遠鏡がとらえた唖然とする超巨大質量のりゅうこつ座エータ星の画像である。この恒星は約150年前に巨大爆発を起こした。その時、りゅうこつ座エータ星は、南天で最も明るい恒星の一つとなった。この恒星は、超新星爆発と同じほどの可視光を放ったが、その爆発後も生き残った。

反復新星　―　これらの天体は新星に似ているが、記録に残る歴史上で、新星より僅かながら振幅が小さくて、二回以上の爆発を起こしている。

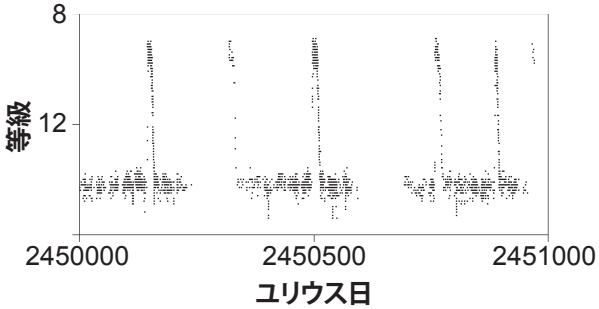
反復新星　ー　へびつかい座　RS星



矮新星　―　これらは、赤色矮星（我々の太陽より僅かに冷えている）、白色矮星、そして白色矮星の周囲の降着円盤とから形成されている近接連星系である。この系の2から6等級の増光は、降着円盤の不安定化によるもので、降着円盤の物質が白色矮星表面上に流れ落ちる（降着）のである。この矮新星には、三つの小分類がある。ふたご座U星(U Gem)タイプ、きりん座Z星(Z Cam)タイプ、そして、おおぐま座SU星(SU Uma)タイプである。

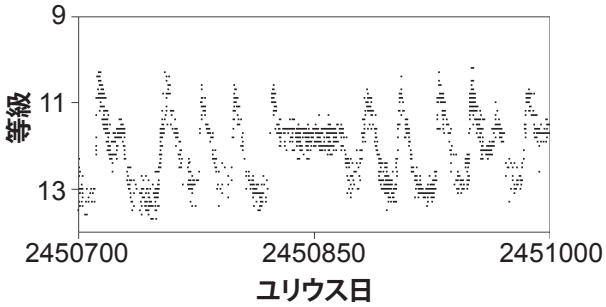
ふたご座U星　―　極小時、静かに休止していて、急激に増光する。個別の変光星により異なるが、休止期間は30日から500日で、それを経て爆発が起き、通常その爆発は5日から20日続く。

ふたご座U星



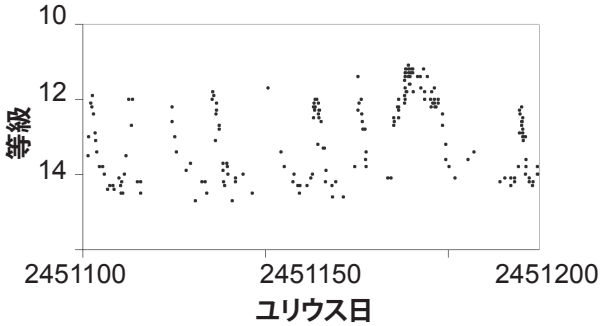
きりん座Z星 ― このタイプの矮新星は物理的にふたご座U星タイプの系に類似しているが、周期的変動を示す。一方で、スタンドスティルと呼ばれる、一定光度を保つ期間を伴う場合がある。こうしたスタンドスティルの継続期間は、数周期間に及ぶ。この停止時の光度は極大光度から極小光度のほぼ三分の一下がった明るさである。

きりん座Z星



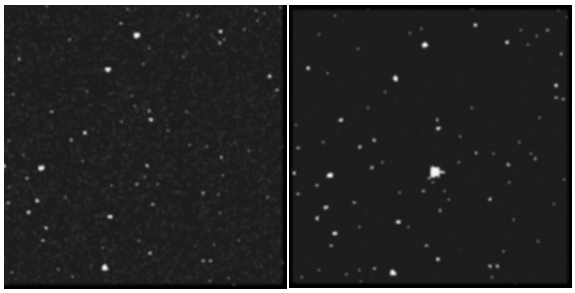
おおぐま座SU星　―　このタイプも又ふたご座U星タイプに物理的に類似しているが、このタイプは二つの際立った爆発がある。一つは、弱いが頻繁に起こる短時間の爆発で、爆発期間は1日から2日である。もう一つは（「超爆発」）明るいが頻度が少なく、継続時間が長い（10日から20日間）ものである。この超爆発では、短時間の周期的な変動（「スーパーハンプ」）が現れる。

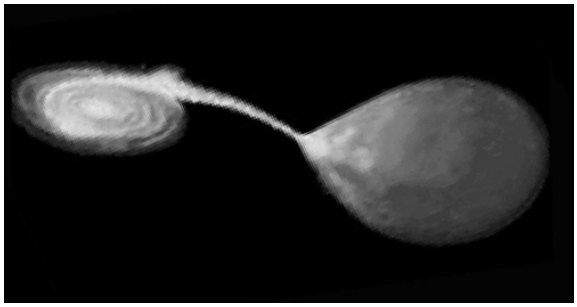
おおぐま座SU星



ふたご座U星

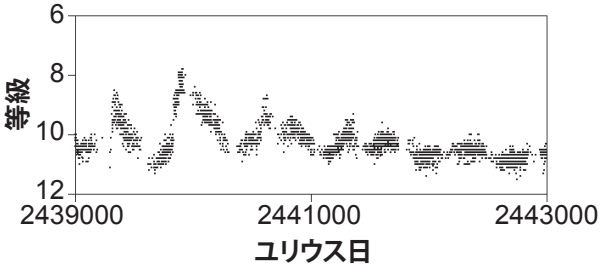
下の写真はふたご座U星の爆発前と爆発開始後の20秒露光の写真である。これら両画像はAAVSO局長で、USRA／USNOのアーン　ヘンデンにより撮像された。この時、ヘンデンは、アリゾナ州フラグスタッフにある合衆国海軍天文台の1.0メートル望遠鏡にVフィルターを通したCCDを装着してこれらの画像を得た。写真下の絵は、画家ダナ　ベリの解釈によるふたご座U星の想像図である。（注意する事は、右に太陽状の恒星が描かれており、白色矮星とその白色矮星の周囲を取り巻いている降着円盤が左に描かれている。）





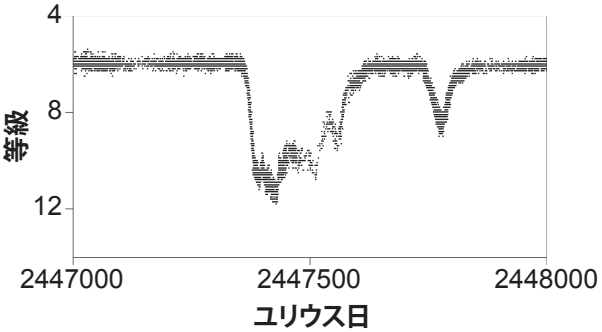
共生星　―　これらは、近接連星系で、赤色巨星と温度が高い青い恒星から成り、両星は同一星雲内に埋め込まれている。共生星は半周期的な新星状爆発を起こし、増加光度は最大3等級である。

共生星　―　アンドロメダ座Z星



かんむり座R星　―　このタイプの変光星は、稀な存在である。輝度が高く、水素欠乏であり、炭素が豊富な超巨星である。このタイプの変光星は大抵の場合極大光度を保っているが、たまに不規則的期間を経て9等級も減光する。そうして、徐々に最大光度に戻る。最大光度に復帰する期間は二三ヶ月から一年である。このグループの恒星のスペクトル型は、FからKないしRである。

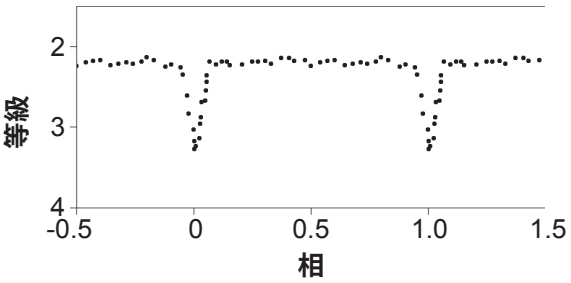
かんむり座R星



食連星

これらは、連星系を成している恒星で、それらの軌道面が観測者の視線方向に位置している。連星を構成する星は周期的に互いに食を起こし、見かけ上の光度が落ちるのが観測者によって認められる。食の周期は、これら連星系の軌道周期と同じで、分から何年にも範囲がある。

食連星　―　ペルセウス座ベータ星



回転星

回転星はわずかな光度変化しか示さない。恐らく黒点ないしは白点が原因であろう。又はこれらの恒星表面上の斑点（「恒星点」）の為であろう。回転星はしばしば連星系である。

勇気！　各ステップをこなして前進する事が我々を目標に近づける。仮に目標に到着できなくても、少なくとも子孫が我々を怠けていたと非難しないだけの仕事ができる。又は我々が少なくとも彼等の為に目標に向かう道を慣らすだけの努力をしなかったと非難しないだけの仕事ができる。

ー　フリードリッヒ　アルゲランダ（1844）
「変光星天文学の父」

第4章 —　ユリウス日と時間の計算

AAVSOに報告される変光星観測は常に**ユリウス日（JD）**とその端数部分である**グリニッジ平均天文学時（GMAT）**で表示されなければならない。これは、天文家によって使用される標準時であり、便利でありかつ曖昧さがない事から使われている。その利点を挙げると：

－天文学日は正午に始まり正午に終わる。だから、深夜12時にカレンダの日付を変える必要がない。

－単一数字が年、月、日、時、分を表わす。

－世界中の観測者からの同一の恒星に関するデータを簡単に比較できる。これらのデータは同一時間帯である、イギリスのグリニッジ中央子午線時を使っているからである。

以下の手順は、観測時であるJDとGMAT端数部分を算出する方法である。

ステップを踏んだ説明

1. 観測時を天文学日と時間に換算する。ここでは**地方標準時の正午から起算**する。午前ないし午後の代わりに24時間表示を使用する。

   例：
   A. 6月3日 午後9時34分 ＝ 6月3日 9時34分
   B. 6月4日 午前4時16分 ＝ 6月3日 16時16分

   ここで注意する事は、深夜12時を過ぎても観測日が変わらない事である。と言うのは天文学時は正午から始まり、正午に終わるからである。深夜12時から始まり深夜12時に終わらない。

2. 観測が夏時間(DST)に行われたのなら、標準時間を得る目的で1時間差し引く。

   A. 6月3日 9時34分（DST）＝ 6月3日 8時34分
   B. 6月3日 16時16分（DST）＝ 6月3日 15時16分

3. 上述のステップ1.で算出された、観測の天文学日に対応するユリウス日を図4.1に示されたJDカレンダから特定する。

   AとB：2005年6月3日 ＝ 2,453,525

4. 観測時の時間と分に対応した端数部分を表4.1から見つける。そうして、その結果を上で得られたJDの整数に追加する。この表は又観測者の観測地の経度（そうして時間帯）を考慮されている事に注意して欲しい。その結果得られた結果がGMATである。

   表4.1から抜粋された下表から、観測者が東経15度の時間帯から観測しているとすると8時34分に対応するGMAT端数部分は.3である事が分かる。15時16分は.6に対応する。

その日の端数部分（GMAT）	グリニッジ 0°	中央ヨーロッパ 15° 東	トルコ 30° 東
0.0			
			3:13
0.1			
	3:36	4:36	5:36
0.2			
	6:01	7:01	8:01
0.3			
	8:24	9:24	10:24
0.4			
	10:49	11:49	12:49
0.5			
	13:12	14:12	15:12
0.6			
	15:37	16:37	17:37
0.7			
	18:00	19:00	20:00

   そして、端数部分をステップ3で得られたJDの整数部に足し合わせた結果が最終結果である：

   A. JD ＝ 2453525.3
   B. JD ＝ 2453525.6

続くページでは、地方標準時からJD／GMATに変換する数例を示している。観測者は、この手順に慣れ親しむ目的で各例について十分理解する事を勧める。各観測の正しい日時を記録する事は絶対不可欠である事を覚えておいて欲しい！

計算例

例1 ー 合衆国、マサチューセッツ州ケンブリッジ（西経75度時間帯）で2005年6月22日東部夏時間（DST）午後9時40分に観測した場合

ステップ1: 天文時 ＝ 2005年6月22日9時40分
ステップ2: 9時40分ー1時 から 2005年6月22日 8時40分
ステップ3: JD ＝ 2,453,544
ステップ4: GMAT端数 ＝ 6
結果: 2,453,544.6

例2 ー 日本の東京（東経135度）で2005年1月10日午前1時15分に観測した場合

ステップ1: 天文時 ＝ 2005年1月9日13時15分
ステップ2: 不要
ステップ3: JD ＝ 2,453,380
ステップ4: GMAT端数 ＝ .2
結果: 2,453,380.2

例3 ー カナダ、ブリティッシュコロンビア州、バンクーバ（西経120度）で2005年2月14日午前5時21分に観測した場合

ステップ1: 天文時 ＝ 2005年2月13日17時21分
ステップ2: 不要
ステップ3: JD ＝ 2,453,415
ステップ4: GMAT端数 ＝ 1.1 (1日を追加)
結果: 2,453,416.1

例4 ー ニュージーランド、オークランド（東経180度）で2005年４月28日午後8時25分に観測した場合

ステップ1: 天文時 ＝ 2005年４月28日8時25分
ステップ2: 不要
ステップ3: JD ＝ 2,453,489
ステップ4: GMAT端数 ＝ -0.9 (1日を差し引く)
結果: 2,453,488.9

注意： 例4で示されているように、仮に観測時間が表4.1に表示されている時刻と同一であれば、二つの端数の中で大きい方を選ぶ。

28ページのカレンダは毎年AAVSO観測者に郵送される代表的なカレンダである。このカレンダは、2005年の毎月、毎日のユリウス日の最後の4桁を表示している（実際のカレンダでは、７月ー12月は裏面に表示されている）。完全なJDを表示するには、上述で得られた4桁にカレンダに記載されている2,450,000を加える。それが、観測日の天文学日になる。

観測者の中にはJDを計算する目的で、自身でコンピュータプログラムを組んだり、すでに存在しているプログラムを活用することを好む者もいるであろう。オンラインJDカレンダがAAVSOのウエブ上に公開されている(http://www.aavso.org/observing/aids/jdcalendar.shtml)。

JDの起源は？

ユリウス日のシステムでは、全ての日にちがユリウス日がゼロから連続して数えられている。起点日時は、紀元前4713年1月1日の正午である。この日を起源と決定したのは16世紀のフランスの古典学者ヨセフ　ユスタス　スケリガである。この日は、3つの重要な周期が重なっている。一つめは、28年の太陽周期と二つめは19年の月の周期であり、三つ目は「ローマ　インダイション」と呼ばれる15年毎の課税査定である。

UT、GMT、そして　GMAT

しばしば観測者は、天文学の事象が世界時（又はUT）で表わされている事に遭遇するであろう。世界時は、イギリスのグリニッジの真夜中から始まるグリニッジ平均時（GMT）と同一である。特定の時間に対応したUTを計算するには、単純にその特定時間に、観測者の観測位置の時差を加えるか引けばよい。図4.2の「世界の時間帯地図」は観測地の時差を見つけるのに役立つであろう。UTからグリニッジ平均天文学時（GMAT）に変換するには12時間を差し引く。

観測者の便宜を図り、他に二つの表をこの章に掲載する：

表4.2は、1996年から2025年までの各月のゼロ日のJDの一覧表である。ゼロ日（この日は、実際には前月の最後の日である）は通常のカレンダ日に単純に一覧表になったJDを足し合わせて、いずれの日のJDを計算しやすくする目的で使用される。

例：　2005年1月28日
＝（1月0日のJD）+28
＝ 245337+28
＝ 2453399

表4.3は、ある日のGMAT端数を下4桁まで表わす場合に使用される。この精度は、あるタイプの変光星の場合にのみ必要である（表6.1、41ページ参照）。

図4.1 — *ユリウス日(JD)の例*

AAVSO

AAVSO, 25 Birch Street, Cambridge, MA 02138, U.S.A.
Tel: 617-354-0484 Fax: 617-354-0665
aavso@aavso.org
http://www.aavso.org

2005

JULIAN DAY CALENDAR

2,450,000 plus the value given under each date

JANUARY

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
◑	●	◐	○			1
3	10	17	25			3372
2	3	4	5	6	7	8
3373	3374	3375	3376	3377	3378	3379
9	10	11	12	13	14	15
3380	3381	3382	3383	3384	3385	3386
16	17	18	19	20	21	22
3387	3388	3389	3390	3391	3392	3393
23	24	25	26	27	28	29
3394	3395	3396	3397	3398	3399	3400
30	31					
3401	3402					

FEBRUARY

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
◑	●	1	2	3	4	5
2	8	3403	3404	3405	3406	3407
6	7	8	9	10	11	12
3408	3409	3410	3411	3412	3413	3414
13	14	15	16	17	18	19
3415	3416	3417	3418	3419	3420	3421
20	21	22	23	24	25	26
3422	3423	3424	3425	3426	3427	3428
27	28				◐	○
3429	3430				16	24

MARCH

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
◑	●	1	2	3	4	5
3	10	3431	3432	3433	3434	3435
6	7	8	9	10	11	12
3436	3437	3438	3439	3440	3441	3442
13	14	15	16	17	18	19
3443	3444	3445	3446	3447	3448	3449
20	21	22	23	24	25	26
3450	3451	3452	3453	3454	3455	3456
27	28	29	30	31	◐	○
3457	3458	3459	3460	3461	17	25

APRIL

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
◑	●	◐	○		1	2
2	8	16	24		3462	3463
3	4	5	6	7	8	9
3464	3465	3466	3467	3468	3469	3470
10	11	12	13	14	15	16
3471	3472	3473	3474	3475	3476	3477
17	18	19	20	21	22	23
3478	3479	3480	3481	3482	3483	3484
24	25	26	27	28	29	30
3485	3486	3487	3488	3489	3490	3491

MAY

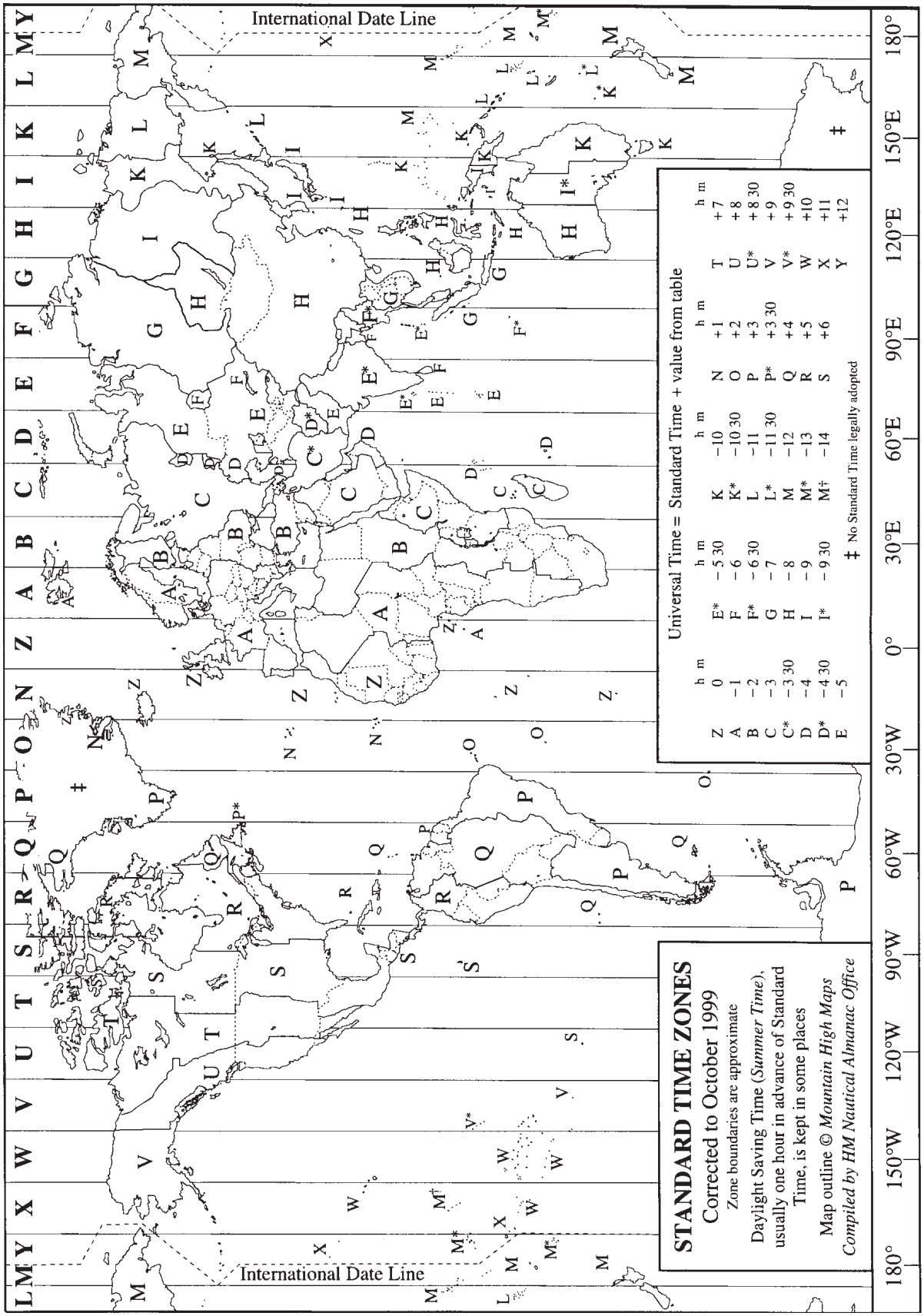
Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
1	2	3	4	5	6	7
3492	3493	3494	3495	3496	3497	3498
8	9	10	11	12	13	14
3499	3500	3501	3502	3503	3504	3505
15	16	17	18	19	20	21
3506	3507	3508	3509	3510	3511	3512
22	23	24	25	26	27	28
3513	3514	3515	3516	3517	3518	3519
29	30	31	◑	●	◐	○
3520	3521	3522	1	8	16	23
◑						
30						

JUNE

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
●	◐	○	1	2	3	4
6	15	22	3523	3524	3525	3526
5	6	7	8	9	10	11
3527	3528	3529	3530	3531	3532	3533
12	13	14	15	16	17	18
3534	3535	3536	3537	3538	3539	3540
19	20	21	22	23	24	25
3541	3542	3543	3544	3545	3546	3547
26	27	28	29	30		◑
3548	3549	3550	3551	3552		28

The AAVSO is a scientific and educational organization which has been serving astronomy for 94 years. Headquarters of the AAVSO are at 25 Birch Street, Cambridge, Massachusetts, 02138, U.S.A. Annual and sustaining memberships in the Association contribute to the support of valuable research.

図4.2 — *世界時間帯地図*



「世界時間帯地図」はHM国立暦事務局によって作製された。著作権は当研究審議会中の中央研究所審議会にある。その審議会の許可を得てここに転載。

表4.1 — *ユリウス日の端数値*　この表はある日に観測が成された時間をユリウス日の小数点第一位に換算する時に利用される。換算される時間の端数はグリニッジ平均天文学時である。この表を使うには、観測地点の時間帯を最も的確に表している経度を見つける。そうして、その欄を下り、観測時間をまたがる二つの時間を見つける（つまり、一つの時間は観測時より早く、二つ目の時間は観測時間よりも遅くて隣接する時間である。）そうして、行を左に進み、小数点第一位の数値を記録する。この数値を観測日を表すＪＤ整数に追加する。もし観測時間が表上の時間と同じ場合、その時間を挟む端数値で大きい方を取る。

西経

日の端数(GMAT)	グリニッジ 0°	アイスランド 15°西	アゾレス 30°西	リオデジャネイロ 45°西	アトランティク 60°西	東部 75°西	中部 90°西	山岳 105°西	太平洋 120°西	ユーコン 135°西	アラスカ 150°西	アリューシャン 165°西	日付変更線 180°西
0.1	3:36	2:36											
0.2	6:01	5:01	4:01	3:01									
0.3	8:24	7:24	6:24	5:24	4:24	3:24	2:24						
0.4	10:49	9:49	8:49	7:49	6:49	5:49	4:49	3:49	2:49				
0.5	13:12	12:12	11:12	10:12	9:12	8:12	7:12	6:12	5:12	4:12	3:12	2:12	
0.6	15:37	14:37	13:37	12:37	11:37	10:37	9:37	8:37	7:37	6:37	5:37	4:37	3:37
0.7	18:00	17:00	16:00	15:00	14:00	13:00	12:00	11:00	10:00	9:00	8:00	7:00	6:00
0.8	20:25	19:25	18:25	17:25	16:25	15:25	14:25	13:25	12:25	11:25	10:25	9:25	8:25
0.9		21:48	20:48	19:48	18:48	17:48	16:48	15:48	14:48	13:48	12:48	11:48	10:48
0.0				22:13	21:13	20:13	19:13	18:13	17:13	16:13	15:13	14:13	13:13
0.1						22:36	21:36	20:36	19:36	18:36	17:36	16:36	15:36
0.2									22:01	21:01	20:01	19:01	18:01
0.3													

この線以下の時間については、１日を追加して、左のＪＤ端数を加える。

東経

日の端数(GMAT)	グリニッジ 0°	中部ヨーロッパ 15°東	トルコ 30°東	イラク 45°東	オマーン 60°東	オムスク 75°東	チベット 90°東	タイ 105°東	フィリピン 120°東	日本 135°東	ニューサウスウエールズ 150°東	ウエーク島 165°東	ニュージーランド 180°東
0.6												2:37	3:37
0.7										3:00	4:00	5:00	6:00
0.8								3:25	4:25	5:25	6:25	7:25	8:25
0.9						3:48	4:48	5:48	6:48	7:48	8:48	9:48	10:48
0.0			3:13	4:13	5:13	6:13	7:13	8:13	9:13	10:13	11:13	12:13	13:13
0.1	3:36	4:36	5:36	6:36	7:36	8:36	9:36	10:36	11:36	12:36	13:36	14:36	15:36
0.2	6:01	7:01	8:01	9:01	10:01	11:01	12:01	13:01	14:01	15:01	16:01	17:01	18:01
0.3	8:24	9:24	10:24	11:24	12:24	13:24	14:24	15:24	16:24	17:24	18:24	19:24	20:24
0.4	10:49	11:49	12:49	13:49	14:49	15:49	16:49	17:49	18:49	19:49	20:49	21:49	22:49
0.5	13:12	14:12	15:12	16:12	17:12	18:12	19:12	20:12	21:12	22:12			
0.6	15:37	16:37	17:37	18:37	19:37	20:37	21:37						
0.7	18:00	19:00	20:00	21:00									
0.8	20:25	21:25											
0.9													

この線より上にある時間については、１日を引いて、左のＪＤ端数を加える。

表4.2 — 1996年から2025年のユリウス日

この表を使用するには、観測したカレンダ日(正午から始まり正午で終わる天文時に基づき)を求める年の適切な月のゼロ日に加算する。例えば、2015年2月6日に観測された場合、その日のユリウス日は：2457054+6=2457060になる。

年	1月0日	2月0日	3月0日	4月0日	5月0日	6月0日	7月0日	8月0日	9月0日	10月0日	11月0日	12月0日
1996	2450083	2450114	2450143	2450174	2450204	2450235	2450265	2450296	2450327	2450357	2450388	2450418
1997	2450449	2450480	2450508	2450539	2450569	2450600	2450630	2450661	2450692	2450722	2450753	2450783
1998	2450814	2450845	2450873	2450904	2450934	2450965	2450995	2451026	2451057	2451087	2451118	2451148
1999	2451179	2451210	2451238	2451269	2451299	2451330	2451360	2451391	2451422	2451452	2451483	2451513
2000	2451544	2451575	2451604	2451635	2451665	2451696	2451726	2451757	2451788	2451818	2451849	2451879
2001	2451910	2451941	2451969	2452000	2452030	2452061	2452091	2452122	2452153	2452183	2452214	2452244
2002	2452275	2452306	2452334	2452365	2452395	2452426	2452456	2452487	2452518	2452548	2452579	2452609
2003	2452640	2452671	2452699	2452730	2452760	2452791	2452821	2452852	2452883	2452913	2452944	2452974
2004	2453005	2453036	2453065	2453096	2453126	2453157	2453187	2453218	2453249	2453279	2453310	2453340
2005	2453371	2453402	2453430	2453461	2453491	2453522	2453552	2453583	2453614	2453644	2453675	2453705
2006	2453736	2453767	2453795	2453826	2453856	2453887	2453917	2453948	2453979	2454009	2454040	2454070
2007	2454101	2454132	2454160	2454191	2454221	2454252	2454282	2454313	2454344	2454374	2454405	2454435
2008	2454466	2454497	2454526	2454557	2454587	2454618	2454648	2454679	2454710	2454740	2454771	2454801
2009	2454832	2454863	2454891	2454922	2454952	2454983	2455013	2455044	2455075	2455105	2455136	2455166
2010	2455197	2455228	2455256	2455287	2455317	2455348	2455378	2455409	2455440	2455470	2455501	2455531
2011	2455562	2455593	2455621	2455652	2455682	2455713	2455743	2455774	2455805	2455835	2455866	2455896
2012	2455927	2455958	2455987	2456018	2456048	2456079	2456109	2456140	2456171	2456201	2456232	2456262
2013	2456293	2456324	2456352	2456383	2456413	2456444	2456474	2456505	2456536	2456566	2456597	2456627
2014	2456658	2456689	2456717	2456748	2456778	2456809	2456839	2456870	2456901	2456931	2456962	2456992
2015	2457023	2457054	2457082	2457113	2457143	2457174	2457204	2457235	2457266	2457296	2457327	2457357
2016	2457388	2457419	2457448	2457479	2457509	2457540	2457570	2457601	2457632	2457662	2457693	2457723
2017	2457754	2457785	2457813	2457844	2457874	2457905	2457935	2457966	2457997	2458027	2458058	2458088
2018	2458119	2458150	2458178	2458209	2458239	2458270	2458300	2458331	2458362	2458392	2458423	2458453
2019	2458484	2458515	2458543	2458574	2458604	2458635	2458665	2458696	2458727	2458757	2458788	2458818
2020	2458849	2458880	2458909	2458940	2458970	2459001	2459031	2459062	2459093	2459123	2459154	2459184
2021	2459215	2459246	2459274	2459305	2459335	2459366	2459396	2459427	2459458	2459488	2459519	2459549
2022	2459580	2459611	2459639	2459670	2459700	2459731	2459761	2459792	2459823	2459853	2459884	2459914
2023	2459945	2459976	2460004	2460035	2460065	2460096	2460126	2460157	2460188	2460218	2460249	2460279
2024	2460310	2460341	2460370	2460401	2460431	2460462	2460492	2460523	2460554	2460584	2460615	2460645
2025	2460676	2460707	2460735	2460766	2460796	2460827	2460857	2460888	2460919	2460949	2460980	2461010

表4.3 ― JD端数（小数点以下4桁表示）　この表では、上欄横方向にGMAT時間が表示されていて、縦にGMAT分が表示されている。時間と分が交差する値がその日のJD端数値説明されている。

GMAT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
m	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
0	0.0000	0.0417	0.0833	0.1250	0.1667	0.2083	0.2500	0.2917	0.3333	0.3750	0.4167	0.4583
1	.0007	.0424	.0840	.1257	.1674	.2090	.2507	.2924	.3340	.3757	.4174	.4590
2	.0014	.0431	.0847	.1264	.1681	.2097	.2514	.2931	.3347	.3764	.4181	.4597
3	.0021	.0437	.0854	.1271	.1688	.2104	.2521	.2938	.3354	.3771	.4188	.4604
4	.0028	.0444	.0861	.1278	.1694	.2111	.2528	.2944	.3361	.3778	.4194	.4611
5	0.0035	0.0451	0.0868	0.1285	0.1701	0.2118	0.2535	0.2951	0.3368	0.3785	0.4201	0.4618
6	.0042	.0458	.0875	.1292	.1708	.2125	.2542	.2958	.3375	.3792	.4208	.4625
7	.0049	.0465	.0882	.1299	.1715	.2132	.2549	.2965	.3382	.3799	.4215	.4632
8	.0056	.0472	.0889	.1306	.1722	.2139	.2556	.2972	.3389	.3806	.4222	.4639
9	.0063	.0479	.0896	.1313	.1729	.2146	.2562	.2979	.3396	.3812	.4229	.4646
10	0.0069	0.0486	0.0903	0.1319	0.1736	0.2153	0.2569	0.2986	0.3403	0.3819	0.4236	0.4653
11	.0076	.0493	.0910	.1326	.1743	.2160	.2576	.2993	.3410	.3826	.4243	.4660
12	.0083	.0500	.0917	.1333	.1750	.2167	.2583	.3000	.3417	.3833	.4250	.4667
13	.0090	.0507	.0924	.1340	.1757	.2174	.2590	.3007	.3424	.3840	.4257	.4674
14	.0097	.0514	.0931	.1347	.1764	.2181	.2597	.3014	.3431	.3847	.4264	.4681
15	0.0104	0.0521	0.0938	0.1354	0.1771	0.2188	0.2604	0.3021	0.3438	0.3854	0.4271	0.4688
16	.0111	.0528	.0944	.1361	.1778	.2194	.2611	.3028	.3444	.3861	.4278	.4694
17	.0118	.0535	.0951	.1368	.1785	.2201	.2618	.3035	.3451	.3868	.4285	.4701
18	.0125	.0542	.0958	.1375	.1792	.2208	.2625	.3042	.3458	.3875	.4292	.4708
19	.0132	.0549	.0965	.1382	.1799	.2215	.2632	.3049	.3465	.3882	.4299	.4715
20	0.0139	0.0556	0.0972	0.1389	0.1806	0.2222	0.2639	0.3056	0.3472	0.3889	0.4306	0.4722
21	.0146	.0563	.0979	.1396	.1812	.2229	.2646	.3063	.3479	.3896	.4313	.4729
22	.0153	.0569	.0986	.1403	.1819	.2236	.2653	.3069	.3486	.3903	.4319	.4736
23	.0160	.0576	.0993	.1410	.1826	.2243	.2660	.3076	.3493	.3910	.4326	.4743
24	.0167	.0583	.1000	.1417	.1833	.2250	.2667	.3083	.3500	.3917	.4333	.4750
25	0.0174	0.0590	0.1007	0.1424	0.1840	0.2257	0.2674	0.3090	0.3507	0.3924	0.4340	0.4757
26	.0181	.0597	.1014	.1431	.1847	.2264	.2681	.3097	.3514	.3931	.4347	.4764
27	.0187	.0604	.1021	.1437	.1854	.2271	.2687	.3104	.3521	.3937	.4354	.4771
28	.0194	.0611	.1028	.1444	.1861	.2278	.2694	.3111	.3528	.3944	.4361	.4778
29	.0201	.0618	.1035	.1451	.1868	.2285	.2701	.3118	.3535	.3951	.4368	.4785
30	0.0208	0.0625	0.1042	0.1458	0.1875	0.2292	0.2708	0.3125	0.3542	0.3958	0.4375	0.4792
31	.0215	.0632	.1049	.1465	.1882	.2299	.2715	.3132	.3549	.3965	.4382	.4799
32	.0222	.0639	.1056	.1472	.1889	.2306	.2722	.3139	.3556	.3972	.4389	.4806
33	.0229	.0646	.1062	.1479	.1896	.2313	.2729	.3146	.3563	.3979	.4396	.4813
34	.0236	.0653	.1069	.1486	.1903	.2319	.2736	.3153	.3569	.3986	.4403	.4819
35	0.0243	0.0660	0.1076	0.1493	0.1910	0.2326	0.2743	0.3160	0.3576	0.3993	0.4410	0.4826
36	.0250	.0667	.1083	.1500	.1917	.2333	.2750	.3167	.3583	.4000	.4417	.4833
37	.0257	.0674	.1090	.1507	.1924	.2340	.2757	.3174	.3590	.4007	.4424	.4840
38	.0264	.0681	.1097	.1514	.1931	.2347	.2764	.3181	.3597	.4014	.4431	.4847
39	.0271	.0688	.1104	.1521	.1938	.2354	.2771	.3187	.3604	.4021	.4437	.4854
40	0.0278	0.0694	0.1111	0.1528	0.1944	0.2361	0.2778	0.3194	0.3611	0.4028	0.4444	0.4861
41	.0285	.0701	.1118	.1535	.1951	.2368	.2785	.3201	.3618	.4035	.4451	.4868
42	.0292	.0708	.1125	.1542	.1958	.2375	.2792	.3208	.3625	.4042	.4458	.4875
43	.0299	.0715	.1132	.1549	.1965	.2382	.2799	.3215	.3632	.4049	.4465	.4882
44	.0306	.0722	.1139	.1556	.1972	.2389	.2806	.3222	.3639	.4056	.4472	.4889
45	0.0313	0.0729	0.1146	0.1563	0.1979	0.2396	0.2813	0.3229	0.3646	0.4063	0.4479	0.4896
46	.0319	.0736	.1153	.1569	.1986	.2403	.2819	.3236	.3653	.4069	.4486	.4903
47	.0326	.0743	.1160	.1576	.1993	.2410	.2826	.3243	.3660	.4076	.4493	.4910
48	.0333	.0750	.1167	.1583	.2000	.2417	.2833	.3250	.3667	.4083	.4500	.4917
49	.0340	.0757	.1174	.1590	.2007	.2424	.2840	.3257	.3674	.4090	.4507	.4924
50	0.0347	0.0764	0.1181	0.1597	0.2014	0.2431	0.2847	0.3264	0.3681	0.4097	0.4514	0.4931
51	.0354	.0771	.1187	.1604	.2021	.2437	.2854	.3271	.3688	.4104	.4521	.4938
52	.0361	.0778	.1194	.1611	.2028	.2444	.2861	.3278	.3694	.4111	.4528	.4944
53	.0368	.0785	.1201	.1618	.2035	.2451	.2868	.3285	.3701	.4118	.4535	.4951
54	.0375	.0792	.1208	.1625	.2042	.2458	.2875	.3292	.3708	.4125	.4542	.4958
55	0.0382	0.0799	0.1215	0.1632	0.2049	0.2465	0.2882	0.3299	0.3715	0.4132	0.4549	0.4965
56	.0389	.0806	.1222	.1639	.2056	.2472	.2889	.3306	.3722	.4139	.4556	.4972
57	.0396	.0813	.1229	.1646	.2062	.2479	.2896	.3312	.3729	.4146	.4562	.4979
58	.0403	.0819	.1236	.1653	.2069	.2486	.2903	.3319	.3736	.4153	.4569	.4986
59	.0410	.0826	.1243	.1660	.2076	.2493	.2910	.3326	.3743	.4160	.4576	.4993
60	0.0417	0.0833	0.1250	0.1667	0.2083	0.2500	0.2917	0.3333	0.3750	0.4167	0.4583	0.5000

GMAT	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
m	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
0	0.5000	0.5417	0.5833	0.6250	0.6667	0.7083	0.7500	0.7917	0.8333	0.8750	0.9167	0.9583
1	.5007	.5424	.5840	.6257	.6674	.7090	.7507	.7924	.8340	.8757	.9174	.9590
2	.5014	.5431	.5847	.6264	.6681	.7097	.7514	.7931	.8347	.8764	.9181	.9597
3	.5021	.5437	.5854	.6271	.6687	.7104	.7521	.7937	.8354	.8771	.9187	.9604
4	.5028	.5444	.5861	.6278	.6694	.7111	.7528	.7944	.8361	.8778	.9194	.9611
5	0.5035	0.5451	0.5868	0.6285	0.6701	0.7118	0.7535	0.7951	0.8368	0.8785	0.9201	0.9618
6	.5042	.5458	.5875	.6292	.6708	.7125	.7542	.7958	.8375	.8792	.9208	.9625
7	.5049	.5465	.5882	.6299	.6715	.7132	.7549	.7965	.8382	.8799	.9215	.9632
8	.5056	.5472	.5889	.6306	.6722	.7139	.7556	.7972	.8389	.8806	.9222	.9639
9	.5062	.5479	.5896	.6312	.6729	.7146	.7562	.7979	.8396	.8812	.9229	.9646
10	0.5069	0.5486	0.5903	0.6319	0.6736	0.7153	0.7569	0.7986	0.8403	0.8819	0.9236	0.9653
11	.5076	.5493	.5910	.6326	.6743	.7160	.7576	.7993	.8410	.8826	.9243	.9660
12	.5083	.5500	.5917	.6333	.6750	.7167	.7583	.8000	.8417	.8833	.9250	.9667
13	.5090	.5507	.5924	.6340	.6757	.7174	.7590	.8007	.8424	.8840	.9257	.9674
14	.5097	.5514	.5931	.6347	.6764	.7181	.7597	.8014	.8431	.8847	.9264	.9681
15	0.5104	0.5521	0.5938	0.6354	0.6771	0.7188	0.7604	0.8021	0.8438	0.8854	0.9271	0.9688
16	.5111	.5528	.5944	.6361	.6778	.7194	.7611	.8028	.8444	.8861	.9278	.9694
17	.5118	.5535	.5951	.6368	.6785	.7201	.7618	.8035	.8451	.8868	.9285	.9701
18	.5125	.5542	.5958	.6375	.6792	.7208	.7625	.8042	.8458	.8875	.9292	.9708
19	.5132	.5549	.5965	.6382	.6799	.7215	.7632	.8049	.8465	.8882	.9299	.9715
20	0.5139	0.5556	0.5972	0.6389	0.6806	0.7222	0.7639	0.8056	0.8472	0.8889	0.9306	0.9722
21	.5146	.5563	.5979	.6396	.6813	.7229	.7646	.8063	.8479	.8896	.9313	.9729
22	.5153	.5569	.5986	.6403	.6819	.7236	.7653	.8069	.8486	.8903	.9319	.9736
23	.5160	.5576	.5993	.6410	.6826	.7243	.7660	.8076	.8493	.8910	.9326	.9743
24	.5167	.5583	.6000	.6417	.6833	.7250	.7667	.8083	.8500	.8917	.9333	.9750
25	0.5174	0.5590	0.6007	0.6424	0.6840	0.7257	0.7674	0.8090	0.8507	0.8924	0.9340	0.9757
26	.5181	.5597	.6014	.6431	.6847	.7264	.7681	.8097	.8514	.8931	.9347	.9764
27	.5188	.5604	.6021	.6438	.6854	.7271	.7688	.8104	.8521	.8938	.9354	.9771
28	.5194	.5611	.6028	.6444	.6861	.7278	.7694	.8111	.8528	.8944	.9361	.9778
29	.5201	.5618	.6035	.6451	.6868	.7285	.7701	.8118	.8535	.8951	.9368	.9785
30	0.5208	0.5625	0.6042	0.6458	0.6875	0.7292	0.7708	0.8125	0.8542	0.8958	0.9375	0.9792
31	.5215	.5632	.6049	.6465	.6882	.7299	.7715	.8132	.8549	.8965	.9382	.9799
32	.5222	.5639	.6056	.6472	.6889	.7306	.7722	.8139	.8556	.8972	.9389	.9806
33	.5229	.5646	.6062	.6479	.6896	.7312	.7729	.8146	.8562	.8979	.9396	.9812
34	.5236	.5653	.6069	.6486	.6903	.7319	.7736	.8153	.8569	.8986	.9403	.9819
35	0.5243	0.5660	0.6076	0.6493	0.6910	0.7326	0.7743	0.8160	0.8576	0.8993	0.9410	0.9826
36	.5250	.5667	.6083	.6500	.6917	.7333	.7750	.8167	.8583	.9000	.9417	.9833
37	.5257	.5674	.6090	.6507	.6924	.7340	.7757	.8174	.8590	.9007	.9424	.9840
38	.5264	.5681	.6097	.6514	.6931	.7347	.7764	.8181	.8597	.9014	.9431	.9847
39	.5271	.5687	.6104	.6521	.6937	.7354	.7771	.8187	.8604	.9021	.9437	.9854
40	0.5278	0.5694	0.6111	0.6528	0.6944	0.7361	0.7778	0.8194	0.8611	0.9028	0.9444	0.9861
41	.5285	.5701	.6118	.6535	.6951	.7368	.7785	.8201	.8618	.9035	.9451	.9868
42	.5292	.5708	.6125	.6542	.6958	.7375	.7792	.8208	.8625	.9042	.9458	.9875
43	.5299	.5715	.6132	.6549	.6965	.7382	.7799	.8215	.8632	.9049	.9465	.9882
44	.5306	.5722	.6139	.6556	.6972	.7389	.7806	.8222	.8639	.9056	.9472	.9889
45	0.5313	0.5729	0.6146	0.6563	0.6979	0.7396	0.7813	0.8229	0.8646	0.9063	0.9479	0.9896
46	.5319	.5736	.6153	.6569	.6986	.7403	.7819	.8236	.8653	.9069	.9486	.9903
47	.5326	.5743	.6160	.6576	.6993	.7410	.7826	.8243	.8660	.9076	.9493	.9910
48	.5333	.5750	.6167	.6583	.7000	.7417	.7833	.8250	.8667	.9083	.9500	.9917
49	.5340	.5757	.6174	.6590	.7007	.7424	.7840	.8257	.8674	.9090	.9507	.9924
50	0.5347	0.5764	0.6181	0.6597	0.7014	0.7431	0.7847	0.8264	0.8681	0.9097	0.9514	0.9931
51	.5354	.5771	.6188	.6604	.7021	.7438	.7854	.8271	.8688	.9104	.9521	.9938
52	.5361	.5778	.6194	.6611	.7028	.7444	.7861	.8278	.8694	.9111	.9528	.9944
53	.5368	.5785	.6201	.6618	.7035	.7451	.7868	.8285	.8701	.9118	.9535	.9951
54	.5375	.5792	.6208	.6625	.7042	.7458	.7875	.8292	.8708	.9125	.9542	.9958
55	0.5382	0.5799	0.6215	0.6632	0.7049	0.7465	0.7882	0.8299	0.8715	0.9132	0.9549	0.9965
56	.5389	.5806	.6222	.6639	.7056	.7472	.7889	.8306	.8722	.9139	.9556	.9972
57	.5396	.5813	.6229	.6646	.7063	.7479	.7896	.8313	.8729	.9146	.9563	.9979
58	.5403	.5819	.6236	.6653	.7069	.7486	.7903	.8319	.8736	.9153	.9569	.9986
59	.5410	.5826	.6243	.6660	.7076	.7493	.7910	.8326	.8743	.9160	.9576	.9993
60	0.5417	0.5833	0.6250	0.6667	0.7083	0.7500	0.7917	0.8333	0.8750	0.9167	0.9583	1.0000

計画の立案

観測者は、各月初めに、決めた夜に望遠鏡に向かう丁度その前に、どの変光星を観測するのか、どのようにしてそれらの変光星を見つけるのかを決める観測活動の全体計画を立てる事を勧められる。詳細は、観測当日に決めればよい。先に観測計画を立て、準備すると、観測者は多くの時間を節約でき徒労感を少なくする事が出来る。その結果、効果的で実りのある観測経験が得られる。

観測用変光星の選び方

観測セッションを立案する方法の一つとしては、観測計画用で、かつ星図がある変光星一覧表を持って、落ち着いて座る事である。観測日と時間を選び、以下の質問を自問する事である：

これらの変光星の中で、どれが夜空に見えているか？　観測予定時にどの星座がどの方角に見えているのかを知る上で、星座早見盤や月別星夜図は非常に手助けになる。しかし、覚えておいて欲しい事は、これらの道具は通常観測者があたかも地平線まで全天全方位を見えるかのように描写している事である。観測者の場所に依存して、視界は木々、丘、又は建物等によって制限されるであろう。

どの変光星が夜空に見えているかを明らかにするもう一つ別の方法は、表5.1を使う事である。この表は観測する月の午後9時から真夜中の間に天頂付近に位置する赤経の時を示している。そこから、観測者は、赤経と同じ最初の二桁数値から始まる呼称を持つ変光星を観測者の手元にある一覧表から選ぶ。（変光星呼称に関する詳細は17-18ページを見て欲しい。）この方法はおおまかである。なぜなら、表5.1は、各月の15日のものを表わしているからである。もしも観測が真夜中を過ぎるなら、赤経値の二番目の値を真夜中から観測時間までの時間を足せばよい。更には、表5.1は緯度に依存するが、いずれの夜の時間でも見る事が出来る周極星座は考慮に入れられていない。

選択した観測用変光星は、観測者にとって観測ができるに十分明るいか？　AAVSO観測計画の中で、長周期変光星の多くはそれらの極大光度と極小光度の予想される日にちは、毎年AAVSO公報で発表されている（公報に関する詳細とここで述べている変光星用道具については37-38ページを参照）。この道具は、観測しようとする夜に観測しようとする変光星の推定光度を知る上で有用な助けとなるであろう。経験ある変光星観測者は、観測者の望遠鏡の極限等級以下の変光星には時間を費やしない。観測者の望遠鏡の極限等級を見極める為の情報は13-14ページに記述されている。

表5.1 — 観測可能赤経時

下表は毎月15日の日の入りから2時間後から真夜中までに観測できる赤経時の概略を示す。

月	赤経
一月	1 – 9 時
二月	3 – 11 時
三月	5 – 13 時
四月	7 – 15 時
五月	11 – 18 時
六月	13 – 19 時
七月	15 – 21 時
八月	16 – 23 時
九月	18 – 2 時
十月	19 – 3 時
十一月	21 – 5 時
十二月	23 – 7 時

この変光星を最後に観測したのはいつだったか？　変光星のタイプによっては、一週間に一度観測すればよいものがある一方で、他のタイプでは、それよりも頻繁に観測した方が良いものがある。表5.2に要約されている情報を使い、そしてその情報を注目する変光星を最後に観測した時の記録と照らし合わせれば、その変光星を再度見るべき時であるか又は別の変光星に時間を割けばよいのかどうか決める手助けになる。

観測変光星の位置を特定する

観測者の望遠鏡に目盛環が無いのなら、観測しようとする変光星の位置を星図から見つけると良い。この事は、最も明るい変光星以外の全てに対して、手元の望遠鏡のファインダを使って、又は単に望遠鏡を単純に照準を合わせて目的の変光星の位置を定める上で必要なステップである。もし観測者がAAVSO版変光星用星図を使用するならば、殆ど*の変光星は星図上に位置付けが既になされている。他の星図を使用する場合、こうした変光星はそれらの星図上に記載されていない可能性がある。そのような場合、観測者は、個別の変光星星図のヘッダに標された位置情報を使って、そ

うした星図上に変光星の赤経と赤緯を印す必要がある。注意しなければならない事は、位置座標の分点が観測者が使う星図の分点と合っていなければならない事である。そうしなければ、誤った位置に変光星を印す事になる。

多くのAAVSO観測者達は変光星を座標上に特定する目的でコンピュータソフトウエアを使っている。それで自身用のファインダ図を作成している。この柔軟性により、観測者はどのような大きさの星図を手にする事も出来、実質的にどのような極限等級までの恒星をも描く事ができる。しかし、ここでも強調しておきたい事はこのような星図は、「ファインダ」用としてのみに活用されるべきである。光度見積もりそのものはAAVSO星図とそれらの星図に記載されている比較星の光度を使用して行われるべきである。この事はAAVSO国際データベースに於いて変光星観測の標準化と均一性を保つ為に必要不可欠な事である。

**AAVSO版変光星図*は変更範囲が0.5等級以上でかつ最大光度が眼視等級で9.5等級以上で命名されている変光星を全て含んでいる。又最大光度に関わらず1990年時点でのAAVSOとニュージーランド王室天文学会の観測プログラムの中にある全ての変光星も含まれている。

表5.2 — 変光星タイプ別観測頻度

下表は、このマニュアルの第3章に記述されている様々なタイプの変光星をどれ程の頻度で観測すれば良いかと言う指針を示している。タイプ間で変光周期と変光範囲が様々である為、あるタイプの変光星は他のタイプのものよりより頻繁に観測がなされる必要がある。例えば、激変光星は爆発期間中には頻繁に観測される必要がある。光度変化が急激であるからである。しかしながら、週に一度は観測される必要があるミラ型とか半規則型変光星を一人の観測者が頻繁に観測すると光度曲線と観測平均を歪める事になるであろう。

変光星のタイプ	観測頻度
ケフェウス型	晴れた夜は毎晩
こと座RR型	10分間隔
おうし座RV型	毎週
ミラ型	毎週
半規則型	毎週
激変恒星	晴れた夜は毎晩
共生星*	毎週
かんむり座R型ー極大期	毎週
かんむり座R型ー極小期	晴れた夜は毎晩
食連星	食中は10分間隔
回転星	10分間隔
不規則型	毎週
変光星と疑われる恒星	晴れた夜は毎晩

*　又はこうした変光星に見られる僅かな脈動性を捕らえる目的で、晴れた夜は毎晩

典型的な観測作業手順の一例

季節毎に、昨年のプログラムを見直して、今年は新たな変光星を観測に加えるかどうか考える。AAVSOウエブサイトから新しい星図をダウンロードするか、必要であるならば郵送で注文する。毎月の初めには、全体に亘る観測計画を立てる。考慮する事は機器、観測場所、観測に要する時間と経験である。長周期変光星に対してはAAVSO公報を利用するか、新たな観測対象となる変光星を観測するとか、要請がかかっている変光星を観測対象に加える場合はMyNewsFlash とAlert Notices を利用すると良い。観測しようとする夜の天気予報をチェックする。その夜に観測する変光星を決定する　ー夕方に観測するのか？真夜中に観測するのか？それとも早朝に観測するのか？観測順序の計画を立て、各変光星の位置に従って、グループ分けをする。その時考慮に入れる事は日周運動である。日周運動によって空に昇ってくる時間が各変光星により変わり、星座の順序が変わってくる。観測目標用の必要な星図、チャートが揃っている事をチェックし、観測順番順にそれらを揃える。機器をチェックする：例えば赤色懐中電灯など。良質の食事を取り、エネルギーと集中力を貯める。観測に外に出る前、30分間、目を暗闇に慣らす（観測者の中には赤色フィルターのゴーグルかサングラスを使う者がいる）。防寒に気をつける！観測セッション開始時に、ログノートに日付、時間、天候、月齢、そして何か異常があればその事を記録する。各観測した変光星については、呼称、名前、時間、光度、比較星、使用したチャート（複数の場合はそれら全て）とコメントをログノートに記録する。観測終了時に、そのセッション全体について気付いた事を必要ならば書き込む。使用したチャートはファイルしておき、次回の観測に備えておく。観測記録を自身のコンピュータに入力するか、必要ならば別に自身で定めた永続的な記録システムに転記する。もしも観測者が直ちに観測の全てないしは部分をAAVSO本部に報告したいのであれば、第6章にあらましを述べているのでその手続きに従って報告を行う。毎月末に（手書きであろうがコンピュータであろうが）未報告の追加観測があればそれらを編集し、AAVSO形式に従った報告書を作成する。その報告書のコピーを作成して手元に取っておく。翌月の初めに、できるだけ早く観測者は自身の報告書をAAVSO本部に提出する。

有益なAAVSO出版物

AAVSO公報

AAVSO公報は、各月の観測者の観測セッションを計画するに当たり必要不可欠な道具である。この年刊刊行物には、AAVSO予定表内のより規則的な変光星、約560星の予測極大と極小日が含まれている。更に、年間を通して、11.0等級より明るいと思われる時期は「+」で、13.5等級より暗いと思われる時期は「－」記号で図式化されている。この情報により、観測者は、いずれの夜に手持ちの望遠鏡を使って特定の変光星を観測する事が出来るかどうか見当を付ける事が出来る。使用方法を述べると伴にこの公報の一部を図5.3に示している。

読者は、AAVSOが既にそれらの振る舞いを予測している、公報中の変光星をなぜ観測しなければならないのか不思議に思うかも知れない。その答えは、予測は単に期待されている極大と極小日の目安を示しているに過ぎないという事である。この予測は観測者が観測セッションを計画する場合に実に便利な情報である。長周期変光星は殆どの場合規則的であるが、極大日間の間隔はいつも同じではない場合がある。加えて、個別の周期は、形状と明るさに差異がある可能性がある。これらの予測と数冊のAAVSOより出版されている書籍に見られる光度曲線（これらは、またAAVSOのウエブサイト上からも取得できる）によって、観測者は、一方でまた極大と極小の間にどれ程急激に目的の変光星が変化するかを知る事ができる。

公報に記載されている中で、別に有用な情報は特定の変光星がどれ程十分に観測されているかを示すコードである。観測の急を要する変光星はそのように印を打たれている。読者が観測を重ねるに連れ、経験を積んで来て、そして観測者が更に観測する変光星対象を増やそうと考えるに連れ、読者は、更に観測が必要な変光星の幾つかを観測対象に含める事になるかも知れない。

AAVSO Alert Notice

AAVSO本部は、何らかの恒星が異常な振る舞いをする時は、常に特別なAlert Noticeを発行する。例えば、新星とか超新星の発見がなされるような予期しない出来事の場合である。または、プロの天文家が特定の変光星を衛星望遠鏡又は地上基地望遠鏡を使っていつ観測すればよいかを知る為に要請があった場合などである。

AAVSO Alert Noticeは、Eメール購読が可能である（無料）か、AAVSOのウエブサイトからも入手可能である。または、購読料を支払えば、郵便にても送付もできる。

図5.2 — AAVSO Alert Notice の一例

25 Birch Street, Cambridge, MA 02138 USA
INTERNET: aavso@aavso.org
Tel. 617-354-0484 Fax 617-354-0665

AAVSO ALERT NOTICE 308 (July 17, 2004)

SUBJECT: 0409-71 VW HYDRI IN OUTBURST - UPDATE ON REQUEST FOR MONITORING

AAVSO member and observer Rod Stubbings, Drouin, Victoria, Australia, has reported that the SU UMa-type cataclysmic variable VW Hyi is in outburst, as shown by his observations below. This outburst may be the superoutburst we have been waiting for, in our program to assist Dr. Knox Long and colleagues in planning their target-of-opportunity (TOO) observations with FUSE on this star. Please remember, however, that it is actually one of the outbursts after the superoutburst that will be used to trigger the TOO observations of VW Hyi.

AAVSO Alert Notices 305 and *306* (please see for details) announced and discussed the request for optical monitoring of VW Hyi by Dr. Long. If the current outburst is a superoutburst, it is quite likely that the next outburst (a normal one) will occur early enough in the August FUSE observing window so the TOO observations can be triggered. The satellite needs time to monitor VW Hyi after it returns to minimum, so the placement of the outburst is critical.

As mentioned in *Alert Notices 305* and *306*, your observations of VW Hyi and your immediate notification of AAVSO Headquarters of an outburst are essential to the success of this observing program, and your observations to date have been of enormous value. Please continue to monitor VW Hyi closely and report your observations to AAVSO Headquarters. AAVSO 'b' and 'd' scale charts may be found at:

http://www.aavso.org/cgi-bin/searchcharts3.pl?name=vw%20hyi

or on request to AAVSO Headquarters.

Observations Reported to the AAVSO: Jul 1.3710 UT, <12.2, R. Stubbings, Drouin, Victoria, Australia; 4.3490, 14.1, Stubbings; 6.3610, <12.4, Stubbings; 15.5670, 14.1, Stubbings; 17.5380, 9.2, Stubbings; 17.5670, 9.0, Stubbings.

SUBMIT OBSERVATIONS TO THE AAVSO

We encourage observers to submit observations via our web site (online data submission tool WebObs), or by email in AAVSO format to observations@aavso.org. If you do not have AAVSO Observer Initials, please contact Headquarters so we may assign them to you. The answering machine at AAVSO Headquarters is on nights and weekends; use our charge-free number (888-802-STAR = 888-802-7827) to report your observations, or report them via fax (617-354-0665).

Many thanks for your valuable astronomical contributions and your efforts.

Good observing!

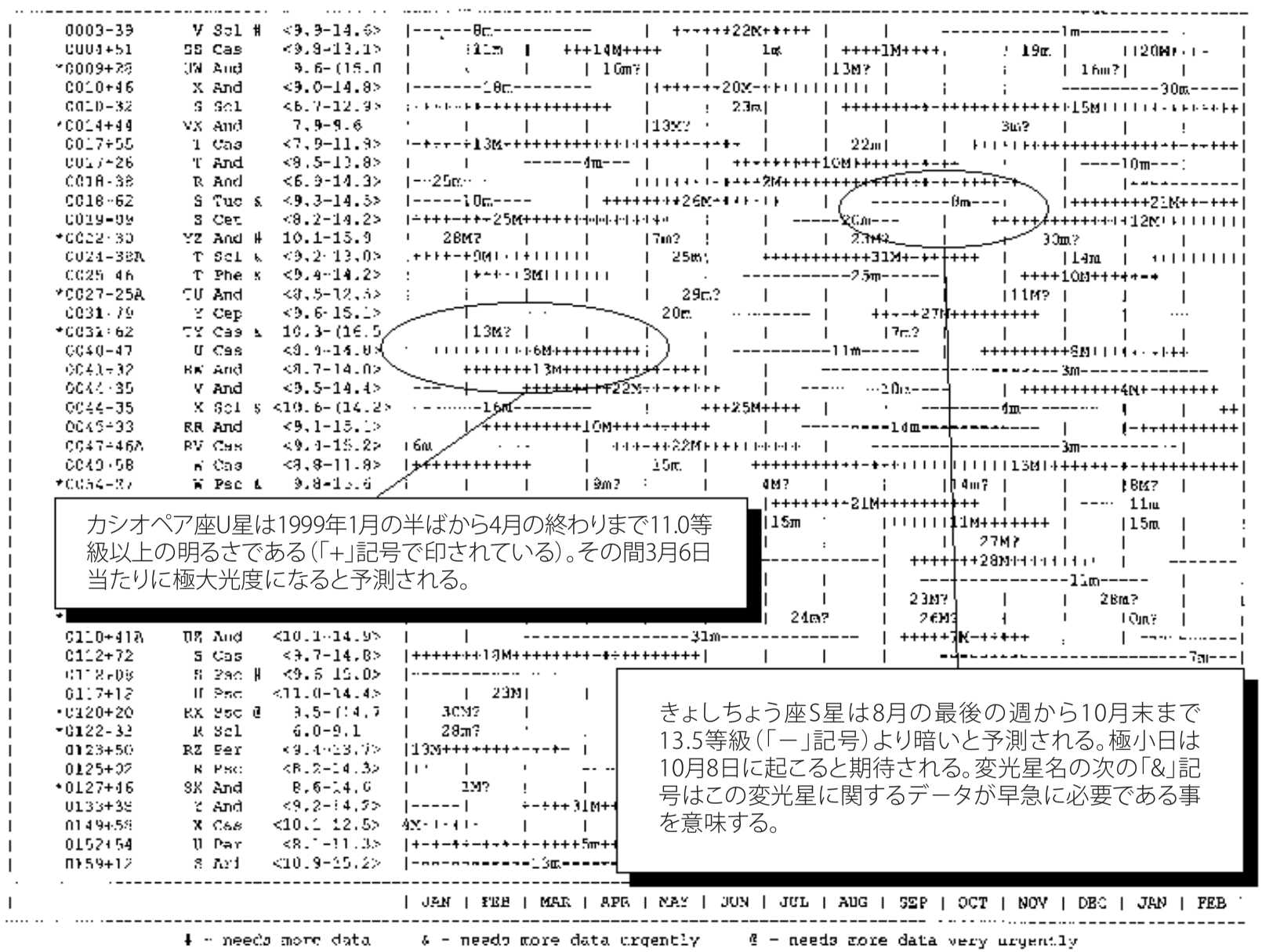
EOW

Elizabeth O. Waagen
Interim Director

MyNews Flash

MyNews Flash は、自動化された、個々人向けに設定された、様々な変光星の動向を観測者に送付するシステムである。本報告は通常のEメールを通して配布されるかもしくはテキスト形式の伝言としてポケットベルないしは携帯電話に配信される。観測者はこの報告を変光星名、変光星のタイプ、光度、活動性、観測日などのような基準に従って個別に設定できる。本報告は、電子化されて報告された変光星の観測結果が含まれる。 MyNews Flash に関する更なる情報ないしは本報告を受信するべく登録するには、以下のサイトを見て欲しい。： http://www.aasvo.org/publications/newsflash/myflash.shtml

図5.3 — AAVSO公報の例



第6章 ー 観測結果をAAVSOに報告する方法

観測者が観測結果をAAVSO国際データベースに組み込むには、観測者は、AAVSO本部に観測結果を提出しなければならない。報告書の作成法とか提出法には何通りかあるあるが、肝心な事は、**一つの報告方法のみを使用する事であり、同一観測結果を一回以上送付しない事である。**

提出方法が何であれ、報告はこの手引き書の41-43ページに記載された標準AAVSOフォーマットに乗っ取って行われねばならない。AAVSOフォーマット標準化はAAVSO国際データベースに一貫性を持たせる意味で基本的な事である。このフォーマットは、一方で又毎月40,000件余りの観測結果をAAVSOに寄せられる処理を大いに容易にする。

AAVSO本部に入ってくる観測は観測者が観測結果を提出した時に使用した方法に従って処理される。AAVSOのウエブサイトとか電子メールで送られてきた観測結果は自動的に「クイックルック」のオンラインファイルに追加される。

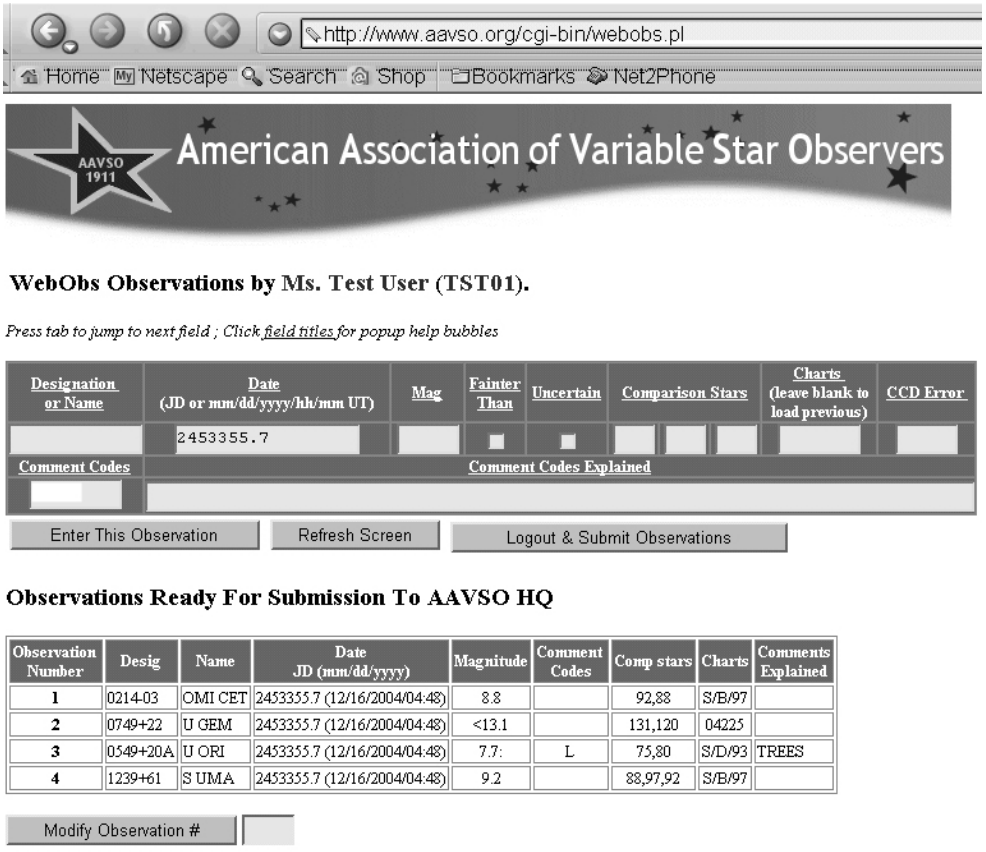
電話ないし、ファックスで送られてきたものはデジタル化されAAVSOのスタッフにより「クイック　ルック」ファイルに追加される。郵送により送付されてきた観測は本部でデジタル化される。各月の末後、その月に送付されてきた全データは処理がなされてAAVSO国際データベースに追加される。

もしも観測者が何らかの天文クラブに所属しているか、観測者が別の観測者と共同して観測しているのであれば、各報告者はそれぞれ個々に観測報告を作成して別々に報告して貰いたい。

インターネットを介しての報告ーWebObs

好まれて、かつ現在で、最も簡単な本部への観測報告方法は、AAVSOウエブサイトを通した報告である。そのサイトには、観測者の観測結果を取得し、自動的にそれらの結果をAAVSOに送信するWebObs と呼ばれるシステムが掲載されている。観測者が必要なものと言えば、インターネットに接続できウエブ　ブラウザを立ち上げる事だけである。観測者がオンラインで観測結果を

図6.1 — *WebObs オンラインデータ記入画面*



提出する時に、WebObs は自動的に観測結果をAAVSOに対応したフォーマットにする。このシステムは、様々なエラーチェック過程を通して、観測者がデータを正しく入力できるように動作する。加えて、観測者が行った観測の完全なリスト化機能も持ち合わせているので、観測者はいつでも、自身のAAVSOデータベースへの寄与度を見る事も出来るし、かつ、又はそれをダウンロードする事も出来る。

WebObs を使用する上での別の利点は他の方法を使うと多くの処理がかかるのに対して、より早く利用に供されると言う事である。例えば、激変光星と異常な振る舞いをしている恒星に関する観測結果は「クイック　ルック」ファイルと「光度曲線作成画面」に提出後何分もかからないうちに表示される。こうした観測結果は、同時にまた *MyNewsFlash* (37ページ参照)　の報告書にも現れる。

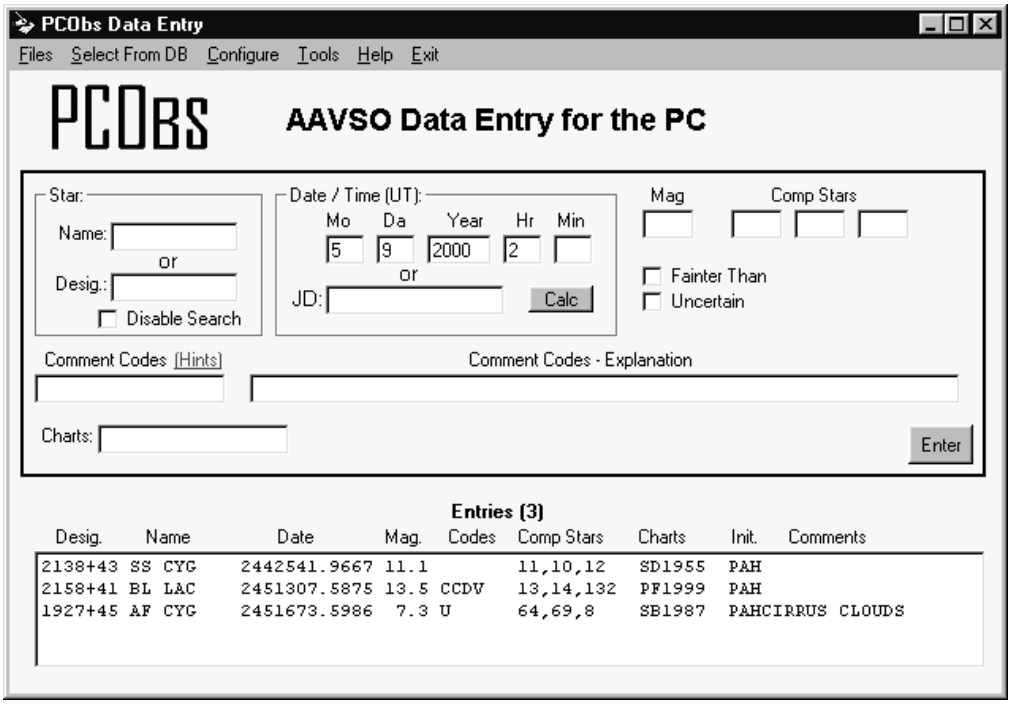
WebObs の使用を開始する為に必要な事は、AAVSOウエブサイト上で登録用紙に必要事項を記入するだけである。約2-3営業日以内に登録者は登録の確認とAAVSO観測者頭文字（42ページ参照）　が割り当てられた一通の電子メールを受信する。そうすれば、登録者は、本プログラムが使用可能になる。数多くの案内書、「よくある質問」（FAQs）とか登録者向けの援助メニューがある。しかし、殆どの観測者は、直ちに　WebObs を使用する事が出来ると分かる。読者がインターネットにアクセスできるのであれば、AAVSOのウエブサイト　(http://www.aavso.org/observing/submit/webobs.shtml)を見て貰い、WebObs を使うに当たっての説明がそこに掲載されている「3-click Tutorial」を覗いて欲しい。

電子メールによるデータ提出

もし読者がインターネットにアクセスできないが、電子メールの授受ができるのであれば、AAVSOへ電子メールによるデータ提出が次善の策であるかもしれない。電子メールでは、いつでもAAVSO本部に報告を提出できる。WebObsと同様、観測者の全記録は、記録が送付された後10分以内で「光度曲線作成画面」上か「クイック　ルック」上で見られる。これら電子メールを介して提出された記録は、次回発行時からはいつでも *MyNewsFlash* の報告書に掲載される。

変光星観測結果を電子メールで送付する場合、観測者は最初標準AAVSOフォーマットで自身の報告書のテキストファイルを作らなければならない。本報告書はAAVSOにより開発されたソフトウエアを使って作成できる。又は自身の方法で報告書を作り出すように案出しなければならない。その場合でも結果は、全く同一でなければならない。この事は非常に重要である。なぜなら、標準化されていないフォーマットで作成された観測は受理されないからである。もしも、観測者が自身でデータ記入プログラムを作成しようと思うのであれば、その観測者は出力に要請さ

図6.2 — *PCObs データ記入画面*



れる更なる詳細を知る上で、AAVSOと連絡を取って欲しい。一旦、テキストファイルが作成されたのであれば、それを電子メールにてAAVSOの「Observations」窓口（ observations@aavso.org ）に送付して欲しい。観測結果そのものを本文に直接書き込んで送付しても良いし、添付ファイルとして送付しても良い。5分以内に送付者は返答を受信する。それは確認の内容であるか又はデータ内にAAVSOが見つけたエラーに関する記述である。もしエラーがあれば、そこを訂正して再送信する。本観測データ自体以外の疑問ないしコメントは別途　aavso@aavso.org 宛に送付願いたい。

AAVSOデータ記入ソフトウエア ー PCObs

AAVSOはウインドウズ上で動作するデータ記入と報告フォーマットのプログラムを作成した。それは、PCObsと呼ばれていて変光星観測を記録する為とAAVSOフォーマットで毎月報告できるようにする為のプログラムである。図6.2は、このデータ記入ページがどのようなものであるかを示している。このPCObsによって作成されたテキストファイルは電子メールによって送付しても構わないし、CDまたはフロッピィディスクにコピーしても構わない。コピーは、本部に郵送できるし、又は紙に印刷して郵送かファックスで送付しても構わない。

無料のPCObsのコピーを取得するには、AAVSOのサイトからダウンロードできる。（　http://www.aavso.org/data/software/pcobsinfo.shtml ）又はCDコピー又はディスケットをAAVSO本部と連絡を取り、受け取る事ができる。このプログラムの取り扱い説明書はそのファイルと伴に付いてくる。

郵送によるデータ提出

記録をAAVSOに報告するもう一つの方法は、AAVSO本部に郵送する事である。この方法では、報告は月に一度に限定して欲しい。次の月初めの出来る限り早い時期に郵送する。住所は：

AAVSO
49 Bay State Road
Cambridge, MA 02138 USA

である。

コンピュータを所有しているが、電子メールないしはインターネットにアクセスできない観測者は観測結果のテキストファイルを作成し、それらをCDかフロッピィディスクにコピーして、AAVSO本部に送付して欲しい。ここで述べているように他のコンピュータを使った報告方法と同様に、ここでのデータファイルは標準AAVSOフォーマットで出力される報告作成用ソフトウエアを使って作成して貰いたい。

手書きないしはタイプライターでタイプして提出しようとするのであれば、新会員に手渡されるキットにある標準AAVSO記録用紙（この用紙は、AAVSO本部に依頼されれば無料で入手可能でもある）を使って頂きたい。先々の報告用にこれらの用紙はコピーを取っておく。この用紙はAAVSOのウエブサイト(http://www.aavso.org/observing/submit/obsreportform.shtml)からもダウンロードできる。又は、本マニュアルの45-46ページに新の報告用紙を掲載しているので利用されても良い。記入例は44ページの図6.3に示されている。

ファクシミリによるデータ提出法

AAVSOは又ファックスによる報告も受け付けている。AAVSO本部のファックス番号は：617-354-0665 である（合衆国とカナダ以外の国からファックスする場合は国識別番号01を先にダイアルする必要がある。場合によっては、国際電話を掛ける為の番号をダイアルする必要があるであろう）。ファックスで送付されてきたデータは、AAVSO本部のスタッフによってコンピュータに入力されるので、標準AAVSOフォーマットに従って明瞭でありかつ完結している必要がある。こうした報告を作成するには、データ入力プログラムによって作成されたファイルを打ち出すか、又はAAVSO変光星観測報告用紙（45ページ参照）に手書きして報告して貰いたい。更に結果が読みやすくする為に黒のインクを使用して貰いたい。

電話による報告

もし観測者が時期を得たデータ報告に寄与したく（例えば激変光星のアウトバースト時とか稀な又は異常な振る舞いをする恒星等の場合）、かつインターネットにアクセスできないのであれば、観測した夜ないしは翌朝に電話により観測結果を報告できる。こうした観測結果は、一営業日以内に、AAVSO技術部門スタッフにより「クイックルック」に追加される。

AAVSO標準報告フォ―マット

変光星観測報告を作成し提出する方法がいずれの方法の場合でも、データはAAVSO報告フォーマット標準に準拠していなければならない。WebObs　とAAVSOが作成したデータ入力用ソフトウエアであれば、こうした形式要請のある部分は自動的に合致される。

ヘッダー情報

適切な文書化を考える場合、提出されるいずれの報告に対しても、観測者の名前と、完全な住所と、報告時の年と月と、採用している時間帯（GMAT）と観測機器は、含まれていなければならない。観測者がデータ報告に　WebObs を使用する場合、観測者が登録用紙に必要事項を記入する際こうした情報は記入時に入力される。登録用紙は、一度だけ完全に記入されれば良い。こうした必要事項に変更がある場合、観測入力ページの下に位置している「Modify User Setting & Password」をクリックする。もしも、観測者がAAVSOデータ入力用ソフトウエアを使っているのならば、同じヘッダー情報にプロンプトを出す。仮に、紙の記録用紙を使用している場合には、報告用紙の最初のページの頭に変更事項をあまねく書き記す。観測者の名前、観測者のイニシャル、そして、報告年月を、記録が記入されている全ての用紙の前面と裏面に記入する。もしも観測者が自身のイニシャルが分からないのであれば、観測者イニシャルの部分を空白にして残す。

AAVSO観測者イニシャルは、AAVSO本部が最初に観測者から観測結果を受理する時に、AAVSO本部の技術スタッフが名付ける。一旦、そのイニシャルが名付けられると、郵送か電子メールにより、二三週間で観測者に通達される。

一般的な枠組み

（この項は、WebObs ないしは　AAVSO入力プログラム使用者には、不用である。このソフトウエアは、これらの案件を自動的に処理するからである。）

観測した変光星を赤経位置順（00から23時順）に並べて一覧化する。一変光星に対して一つ以上の観測をしているのであれば、ユリウス日順に従って記入する。同一赤経時にある二つ以上の変光星の場合は、北に位置する変光星から記入する。例えば、1909+67, 1909+25, 1919-07 のようにする。

（変光星の「呼称」に関する更なる情報については、17-18ページを参照。）

報告書が1ページの場合は、「1/1ページ」と記す。数ページに報告書が亘る場合には、連番を記す。つまり、1/4ページ、2/4ページ、3/4ページ、4/4ページのようにする。分母の数は、報告するページの総数である（この場合は4）。1 ページの下部には、観測総数を記す。

報告に当たり、黒インク又は黒色のリボンのプリンタかタイプライタを使用する。観測者が鉛筆書きを好むのであれば、黒くて固い鉛筆を使用して欲しい。そうすれば、簡単に字がにじむ事がない。手書きで報告書を作成する場合、明瞭に文字を書いて欲しい。各変光星間に空きスペースを残さないで欲しい。

呼称

観測された各変光星の呼称は、報告書の第一番目の列に明記されねばならない。各変光星の呼称は、未だ報告者が知らないでいるのであれば、各AAVSO変光星星図の左上のコーナに記載されている。古い星図の中には、「+」ないし「－」サインの代わりに南天の変光星を特定するのに下線が使われている（例えば　0214-03 の代わりに　021403 と表記されている）。観測を報告する時はいつでも「＋」と「－」サインを使用して欲しい。（変光星の名称と呼称に関する更なる情報は17-18ページを見て貰いたい。）

変光星名

国際天文学連合（IAU）で承認された星座略称名のみを使用して頂きたい（19ページの表3.1を参照）

注意：　AAVSO観測プログラムにおいて（呼称と変光星名の）最新の恒星表を知るには、AAVSOウエブサイト（　http://www.aavso.org/observing/aids/validation.shtml ）を調べて貰いたい。

ユリウス日とその端数日

観測した日時は、ユリウス日とグリニッジ平均天文学時（GMAT）のその日の端数で表示して提出して欲しい。通常のカレンダでもなければ、世界時でもない。この件に関する詳細はこのマニュアルの第4章を見て貰いたい。この規則の唯一の例外は、もし観測者がWebObs を使うのであれば、プログラムが自動的に変換するので、世界時の日時で報告して良い。ユリウス日カレンダは、無料でAAVSO本部から入手できるし、AAVSOのウエブサイトからダウンロードできる。新年のカレンダは、毎年郵送によりAAVSO全会員と活発に活動しているAAVSO観測者に送付されている。その年のカレンダは、新会員パッケージの中に含まれている。

一週間に一度観測されるべきタイプの変光星は小数点以下1桁までの端数日の精度で報告して欲しい。晴れた夜毎に観測されるべきタイプの変光星は、小数点以下4桁までの端数日の精度で

報告して欲しい。様々の変光星のタイプについては、表6.1—*必要なJDの精度*　を見て欲しい。第4章の25ページには、ユリウス日と端数日の算出の仕方が紹介されている。

等級

眼視観測の場合、光度は小数点以下1桁まで報告して欲しい。小数点以下2桁の場合は、それらがAAVSO国際データベースに付加される前に四捨五入されて1桁表示になる。電荷結合素子（CCD）ないしは光電測光（PEP）観測の場合は、精度の程度によって光度は、小数点1桁から3桁まで報告される。

変光星が見えず、「より以下」の観測を報告する場合でかつWebObs又は　PCObsを使用している時には、「Fainter-Than」のチェックボックスをクリックして、観測者が見た最も暗い比較星の光度を入力する。用紙を使って報告する場合は、その光度の前に「＜」印を書く。例えば、観測者が変光星を観測して見えなくて、最も暗い比較星の光度が14.5等級の場合、「＜14.5」と記録する。

光度見積もりに不確実性が存在する場合、その事を明記する為に「Uncertain」と記されたチェックボックスをクリックし、「Comment」欄に不確実性の理由を記入する。又は、用紙で報告する場合は、等級の後にコロン「：」を記入して、「Remarks」欄にその理由を記入する。

コメント欄

観測者が提出した観測を最良に利用する為とAAVSO技術スタッフがそのデータを評価する為に観測者がなぜ不確実性にマークしたかを知る事、つまりその観測に影響を与えたであろう事についてコメントする事は重要な事である。「コメントコード」と「コメントコードの説明」欄は観測時に於ける不確実性の原因を説明する為に使用される。つまり、その欄には、観測条件についてコメントをし、又は使用機器ないしは使用したフィルターを明記する。用紙で報告する場合は、これらに該当する欄は、それぞれ「Key」と「Remarks」である。

45ページの表6.2には、コメントコードの種類とそれらの意味が掲載されている。

比較星の等級

観測に利用された比較星の等級は報告書内の「Comparison Stars」欄に明記して貰いたい。各観測に利用された比較星の等級を記入する事は非常に重要である。比較星の等級を記入する際には小数点を入れる必要がない。（例えば　98, 101, 106 とかのようで良い。）変光星領域に同一等級値の比較星が複数存在する場合には、等級値に利用した比較星の方向を添える。そうすると、観測者がどの恒星を利用したのかがはっきりする（例えば　83, 88NE, 92 ）。

表6.1—*JDに必要な精度*

変光星のタイプ	***….の小数点以下桁数までのJD***
ケフェウス型	小数点以下4桁
こと座RR型	小数点以下4桁
おうし座RV型	小数点以下1桁
長周期型	小数点以下1桁
半規則型	小数点以下1桁
激変光星型	小数点以下4桁
共生型*	小数点以下1桁
極大期のかんむり座R型*	小数点以下1桁
極小期のかんむり座R型	小数点以下4桁
食連星系	小数点以下4桁
回転星	小数点以下4桁
不規則型	小数点以下1桁
変光星と疑われる恒星	小数点以下4桁

*注意：　共生型変光星とかんむり座R型の変光星は、恐らく微少でかつ短周期の変光を示すものと思われる。もし観測者がそうした現象を探求する事に興味があるのであれば、晴れた夜は毎晩観測して、小数点以下4桁の精度のJDで報告願いたい。

星図

データに含まれるAAVSOファインダ星図の改訂版と比較星の配列から発生する混乱を回避する目的で、そして観測者が使用するかも知れない非AAVSO星図の採用と比較星の配列から生じる混乱を回避する目的で、星図欄に、報告されている各観測での光度決定を行った基になる使用された星図の源とその星図の発行日を記入する事は基本である。星図に発行日の日付が複数ある場合、最新日を記入する。もし観測者がAAVSOの観測プログラムにない変光星の観測結果を報告する場合には、その観測者は使用した星図のコピーと比較星の配列を送付して欲しい。報告する観測者はこうした情報なしにはAAVSO国際データベースに報告された観測結果が付加されない事を知っておいて欲しい。

AAVSO本部に送付する前に、自身の報告を二重チェックして頂きたい！

図6.3 — *AAVSO報告例*

THE AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS
25 Birch Street, Cambridge, MA 02138, USA

VARIABLE STAR OBSERVATIONS

Sheet 1 of 10 Report No. 294

For Month of March Year 1999

Observer John Doe

Street 13 Main Street

City Anywhere State MA

Country USA Zip Code 01234

Time Used, GMAT or

Instrument(s) 6 & 15 cm refr, 44.5 cm refl, 7 x 35 binoculars

AAVSO Observer Initials

DJQ

For AAVSO HQ Use Only

Received

Entered

Verified

Designation	Variable	Jul.Day+Dec.	Magn.	Key^	& Remarks	Comp. Stars	Chart/Date
0017+55	T Cas	2451242.5	9.2	U	Passing Cloud	86,90,94,105	~~85~~ 9/52
"	"	252.5	9.4			"	"
"	"	262.5	9.4	H		90,94,105	"
0017+26	T And	246.5	K13.7	B		137	1933
0022+17	TV Psc	242.5	5.3	A		48,54,57,61	2/64
0041+32	RW And	242.5	10.2			94,100,105,107	7/39
"	"	252.5	10.5			100,105,107,110	"
						111,115,119	1928
"	"	264.5	10.8				
0546-29	R Col	246.5	11.7	L		111,113,116,119,125	1933
"	"	261.5	12.3	L		116,119,121,125	"
0549+74	V Cam	242.5	9.1			84,93,100	5/39
"	"	252.5	9.3			"	"
"	"	262.5	9.6:	HO	Visitors distracted	93,100,103	"
0549+20a	U Ori	242.5	10.5			97,103,106,110	6/86
"	"	252.6	10.7			103,106,110	"
"	"	264.5	10.8			"	"
0549+07	alpha Ori	242.5	0.9			03,12	10/68
"	"	252.5	0.9			"	"

Total Number Observations Reported 463

^ KEY field contains AAVSO-selected one-letter abbreviations for REMARKS. See top of page for list.

THE AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS
25 Birch Street, Cambridge, MA 02138, USA

VARIABLE STAR OBSERVATIONS

AAVSO Observer Initials ____________

Sheet ________ of ________ Report No. ________

For Month of ________________ Year ____________

Observer ________________________________

Street ________________________________

City ________________ State ____________

Country ________________ Zip Code ____________

Time Used, GMAT or ________________________

Instrument(s) ________________________________

For AAVSO HQ Use Only

Received ________________

Entered ________________

Verified ________________

Designation	Variable	JD & Decimal	Mag.	Key* &	Remarks	Comp. Stars	Chart and Date
				Total Number Observations Reported			

* KEY field contains AAVSO-selected one-letter abbreviations for REMARKS. Obtain list from AAVSO Headquarters or web site.

(turn sheet over)

AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS
25 Birch Street,
Cambridge, MA 02138 USA

Observer ____________________________________
For Month of ____________________ Year ____________

AAVSO Observer Initials

____

For AAVSO HQ Use Only
Received ________________
Entered ________________
Verified ________________

***Explanation of Key field characters**

IMPORTANT—If an observation is uncertain, please put this character : [a colon] immediately after the magnitude. Each time you use the : character, please be sure to include the reason(s) for the uncertainty in the Remarks field and the appropriate one-letter character(s) in the Key field. This will maximize the amount of information contained in your observations, as well as assist the AAVSO in its record-keeping.

The Key field is for AAVSO-selected one-letter abbreviations of comments about an observation, or for multi-letter abbreviations describing instrumentation such as PEP or CCD. The complete list of all these abbreviations may be obtained from AAVSO Headquarters or fromthe AAVSO web site (http://www.aavso.org). Use as many letters as needed for an observation. Even if there is no uncertainty, please use these letter characters whenever you choose to make a remark about any observation. (However, please do NOT use : if there is no uncertainty.) If you do not wish to make any remarks, please leave the Key & Remarks field blank.

Designation	Variable	JD & Decimal	Mag.	Key* &	Remarks	Comp. Stars	Chart and Date

	Total Number Observations Reported

* KEY field contains AAVSO-selected one-letter abbreviations for REMARKS. Obtain list from AAVSO Headquarters or web site.

(turn sheet over)

表6.2 — AAVSO報告のコメント欄に使用する略号

以下に示すコメントコードは、AAVSO報告用紙では、「Key」欄で使われ、電子報告の場合には、「Comment Code」欄に記入する。必要に応じて、1コード以上を使用しても良い。その場合アルファベット順に記入願いたい。こうしたコードは、報告者のコメントの一般的な案内を提供する。報告する内容の明確な趣旨を反映するものではない。例えば、もし報告者が「Comment Codes Explained」欄に「月齢12の月が近傍にある」と書き込む場合、「M」(月を表現している)とだけ記入する。

:	不確実性が存在
?	(この記号は使用しないように)
A	AAVSO　星図使用
B	夜空は明るかった。光害があり。薄明時
F	異例な方法で光度見積もりを実施(焦点外、眼視測光　等)
G	AAVSO星図以外のGuide Star Catalog 光度を使用
H	かすみ、もや、霧　が存在
I	恒星の特定が不確実
J	Hipparcos 光度を使用、AAVSO星図不使用
K	別の光度表を使っての観測、AAVSO星図不使用、その光度表の明記
L	低空での観測、水平線近く、木々とか障害物有り
M	月が有り、光度測定に障害となっている
N	角度、位置角
O	「他のコードでは表現できない事項」コメントの場合に使用ーこのコード使用の場合説明が必要
R	色に関するコメント
S	比較列に関するコメントないしはその問題;補間法
T	Tycho 光度を使用している。AAVSO星図不使用
U	雲が存在
V	極限等級近く、やっと見える領域
W	天気、風、一般的に悪いシーイング状況下での観測
Y	恒星の活動が活発　ー　爆発時、減光時、フレア発生、異常な振る舞い
Z	光度決定に誤りが存在する可能性があり、観測者が疲労している

以下の多文字コメントコードは、AAVSO報告用紙では、「Key」欄に記入され、電子報告の場合には「Comment Code」欄に記入される。報告者が1文字コードと同時にこれら多文字コードを使用する場合、両者の間には空白を挿入する。

BLUE	観測に青色フィルターを使用
CCD	フィルターを介さない電子電荷素子を使用
CCDB	ジョンソン　青色フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDI	カズンズ　赤外フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDK	K　フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDO	オレンジフィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDR	カズンズ　赤色フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDU	ジョンソン　紫外フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCDV	ジョンソン　眼視フィルターを介して電子電荷素子で観測
CCD-IR	IR遮断フィルターを介して電子電荷素子で観測
COMB	核領域と星雲領域を合わせた観測
CR	フィルター無しの電子電荷素子で観測、光度はR列に準拠
CV	フィルター無しの電子電荷素子で観測、光度はV列に準拠
GREEN	緑フィルターを介して観測
NUC	核領域の観測
PEPB	ジョンソン　青色フィルターを介して光電測光
PEPH	Hフィルターを介して光電測光
PEPJ	Jフィルターを介して光電測光
PEPV	可視領域の光電測光
PTG	写真観測
PV	写真眼視観測
RED	赤色フィルター使用
YELLOW	黄色フィルター使用

バーチ通りの不規則性：

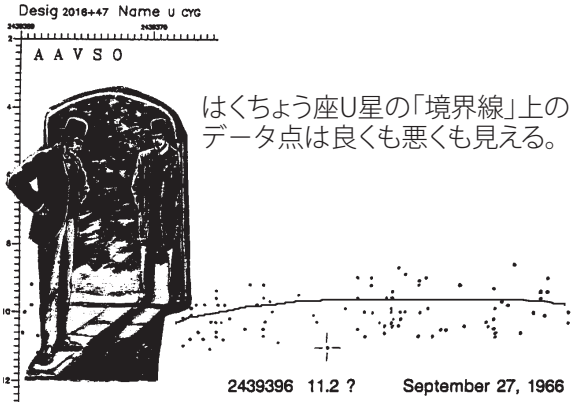
AAVSOデータ記録に発見され、解決された謎の数々

著：サラ　J　ベック、マイケル　サラディガ、
ジャネット　A　マッティ、そしてAAVSO　技術スタッフ

（　1994年春のAAVSO総会で発表された論文から改作　）

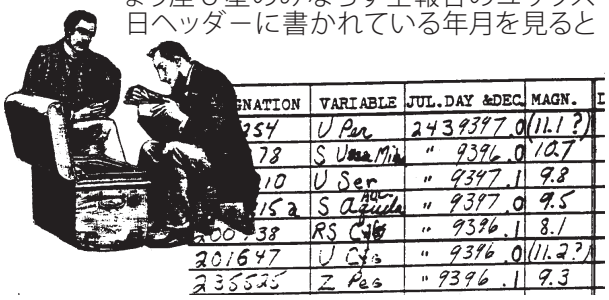
AAVSOデータが吟味の過程で、AAVSO技術スタッフとディレクタは数種の過ちに出会った。それらは、探知され修正されるーこの工程には巧みな捜査技術、優れた演繹を行う頭脳とそして頑強なねばり強さが要請される。シャーロック　ホームズの著者のアーサ　コナンドイル卿に敬意を払ってここにバーチ通りの不規則性として知られる探偵の多くの成功物語の幾つかを紹介する。こうした機会は一方で又新たな観測者に前任者達が経験した一般的な落とし穴に関する知見を提供するであろう。

踊るデータの冒険



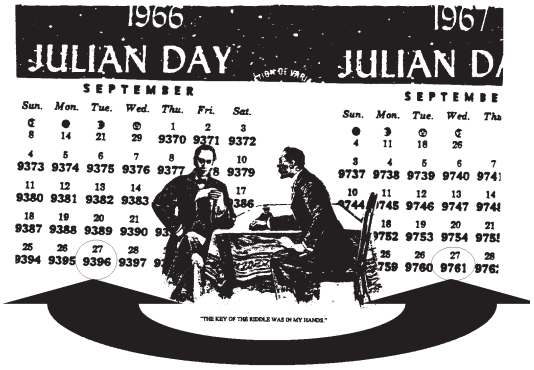
はくちょう座U星の「境界線」上のデータ点は良くも悪くも見える。

観測報告を検証して分かる事は、はくちょう座U星のみならず全報告のユリウス日ヘッダーに書かれている年月を見ると

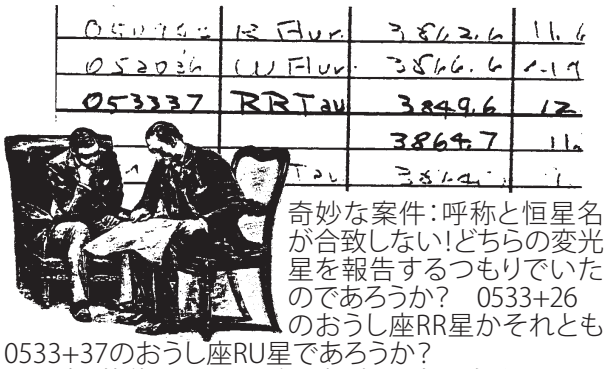


GNATION	VARIABLE	JUL.DAY &DEC.	MAGN.
254	U Per	2439397.0	(11.1 ?)
78	S Ursa Min	" 9396.0	10.7
10	U Ser	" 9397.1	9.8
15a	S Aquila	" 9397.0	9.5
200738	RS Cyg	" 9396.1	8.1
201647	U Cyg	" 9396.0	(11.2 ?)
235525	Z Peg	" 9396.1	9.3

300日以上ずれていた。報告に見られる年のJDカレンダーをその年の一年前と比べてみると、観測者が前年のカレンダーを使用している事が明らかになった。

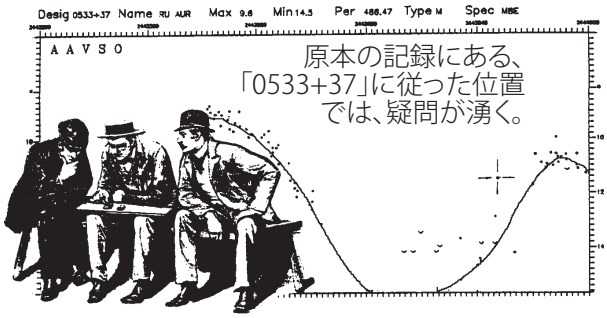


同定問題

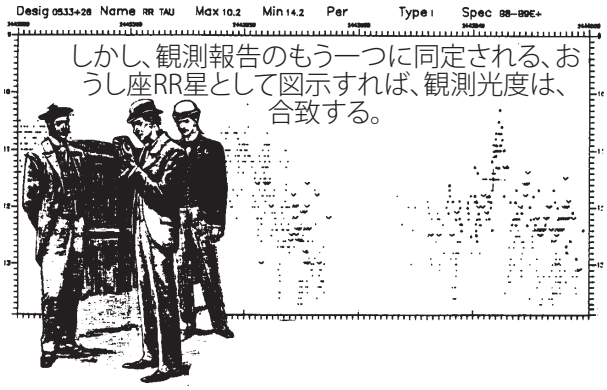


奇妙な案件：呼称と恒星名が合致しない！どちらの変光星を報告するつもりでいたのであろうか？　0533+26のおうし座RR星かそれとも0533+37のおうし座RU星であろうか？

問題点：蓄積されている観測記録の中の多くには、二つの異なる変光星に対して同一の恒星名と呼称が使用されている。このような問題が生じる一般的な原因として、(1)　観測報告者が報告用紙内で、先にに記された呼称と変光星名を使ってしまったり、(2) 呼称に誤った文字が使われているか、別の呼称になっているか、(3)　ある変光星を考えながら、その変光星名を記述せずに別の変光星名を記述してしまっている
例えば、WX Cet と　WX Cyg）

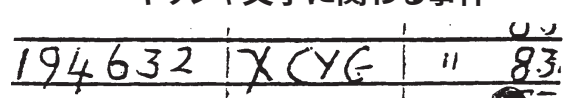


原本の記録にある、「0533+37」に従った位置では、疑問が湧く。



しかし、観測報告のもう一つに同定される、おうし座RR星として図示すれば、観測光度は、合致する。

ギリシャ文字に関わる事件



変光星名と呼称の不一致に関するここでの問題では、観測者がはくちょう座カイ星を記録したつもりが、データ入力技術者がギリシャ文字のカイ、χを　「X」と読み違えた場合の誤謬である。

この件の問題解決策：常にギリシャ文字名をアルファベットで記入する。（例えば：β Perと書かずに、beta Per と書く。）

第７章 — 観測事例

経験豊かなAAVSO会員であり観測者であり良き指導者であるジーン　ハンソン執筆

この章では、第２章（９ページ参照）で紹介された段階毎の説明をおおくま座Z星（又は　「ＺＵＭａ」）と言う変光星を例にして光度見積もりのシミュレーションを行う。

１．目的の視野を見つける — 48と49ページの図7.1と図7.2は、この変光星の近傍を示す。初心者は、ＺＵＭａ の視野を簡単に見つける事が出来る。と言うのも、北斗七星の「器」内にこの変光星は位置するからである。下図の図7.3は、ＺＵＭａ がおおくま座δ（デルタ）星に比較的近い場所に位置する事を示している。

２．目的の変光星を見つける —本変光星を見つける為の戦術には幾つかある。本変光星が、比較的おおくま座デルタ星に近い場所に位置するので、その恒星からスターホッピングをしようと考えるかも知れない。しかし、「ｂ」版の星図に示されているように、ＺＵＭａの丁度南に5.9等級の恒星がある。スターホップを開始するには、これら二星は、良好な位置にある。更には、スターホップをせずに、本変光星を直接拡大して視野に入れる方法も考えられる。ここでは、観測者が採用する、方法別に拠る幾つかの助言を行おうとしよう。

おおくま座デルタ星からの導入 — 三等星のおおくま座デルタ星を導入するのは、簡単である。図7.3は、AAVSO星図上でデルタ星からおおくま座Z星までの領域を示す。

ここで、観測者は、（もしも所持しているのであれば）ファインダーを使用するか、又は主望遠鏡に低倍率の接眼鏡を使ってスターホップを行うかを選択する。良質のファインダー（　8x50 ないしはそれ以上　）であると、AAVSO星図上の多数の恒星を確認する事が出来る。主望遠鏡を使用するメリットは、そのままで変光星を観測する場合と同様な方角を得る事が出来る。

5.9等級の比較星から導入する場合 — 殆どいずれのファインダーでもおおくま座Z星の近くにある5.9等級の恒星を見つける事が出来るであろう。等倍のファイダーの場合、最も暗い夜空の環境下でのみこの恒星は確認できる。しかしながら、この恒星はデルタ星とガンマ星からほぼ等距離にある（図7.4参照）ので、見つけやすい。この恒星は、その明るさから、主望遠鏡で見ると結構明るく見える。この5.9等級の恒星位置から、「ｂ」版星図を使っておおくま座Z星まで短距離のスターホップを実行する事が出来る（図7.5）。

図7.4 — *AAVSO星図から抜粋*

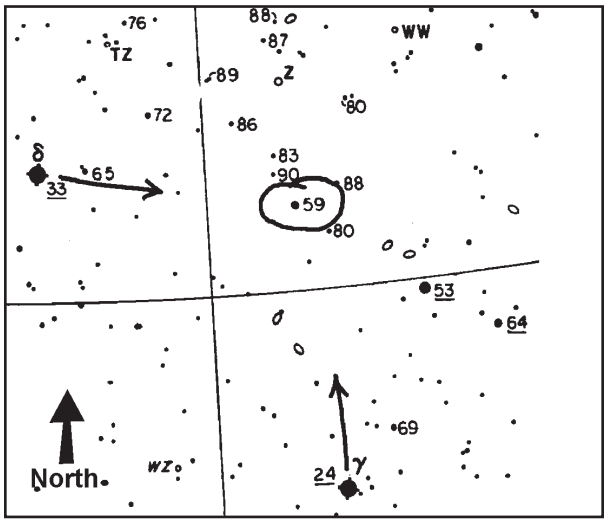


図7.3 — *AAVSO星図から抜粋*

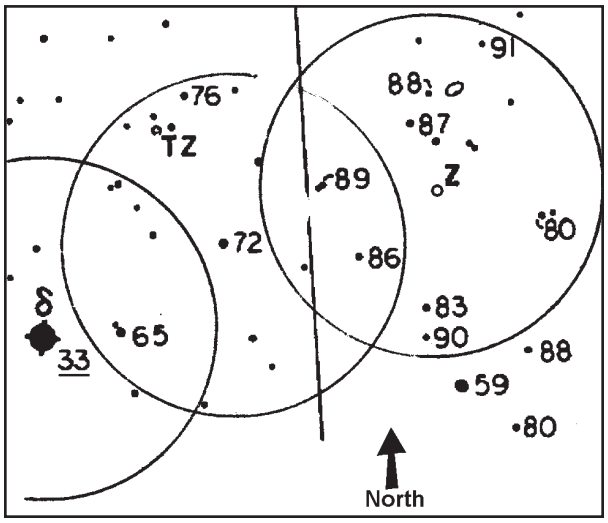


図7.5 —「ｂ」版星図より抜粋chart

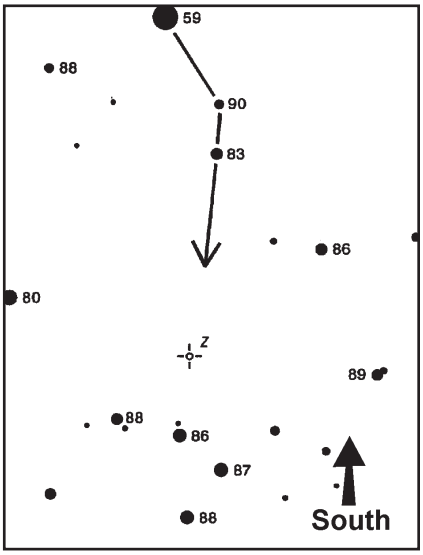
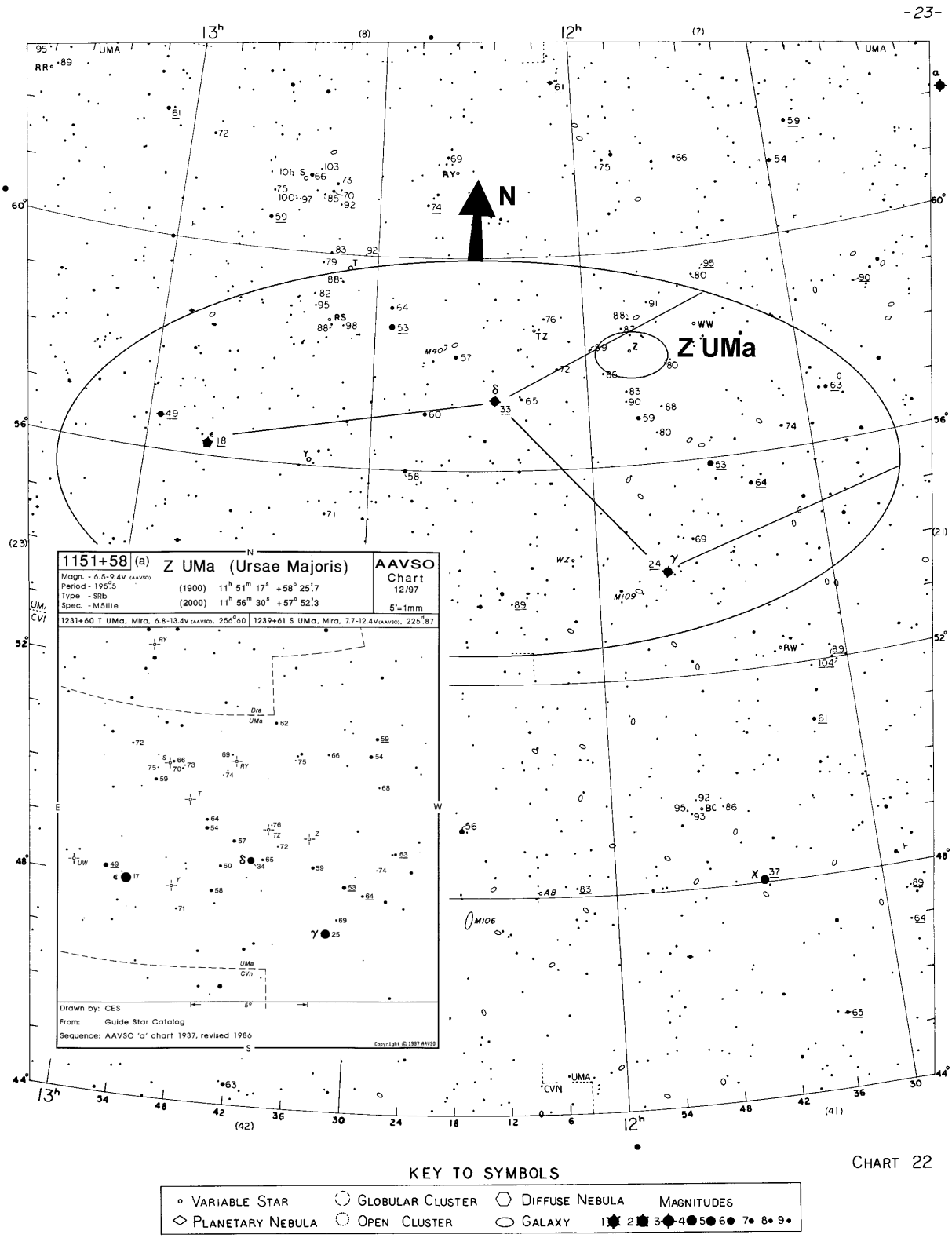


図7.1 ー *おおくま座Z星(Z UMa)をAAVSO変光星星図を使って見つけるには、まず、星座早見盤もしくわ適当な月別表示の星座図を使用する。*そうしておおくま座が観測しようとする日、時間に夜空に見えている事を確認する。続いて、明るい恒星配置を確認して、AAVSO変光星星図の索引ページを見て、索引ページでその恒星配置を特定する。ここで、観測者は、早見盤の向きを変えて、変光星星図で表示されている恒星の配置と同じ向きに早見盤を合わせる必要があろう。ここで示されている例では、目的の変光星星図の星図番号は22番である。

図7.2 ー *AAVSO変光星星図を使っておおくま座Z星を見つける（図7.1よりの続き）* AAVSO変光星星図22番に星座の線を引き、おおくま座Z星に丸印を付けた場合。注意して欲しい事は、図7.1で示されている索引ページとは向きが異なっている事である。AAVSO星図「a」版の縮小図が表示している視野の広さを比較する為に下に表示している。

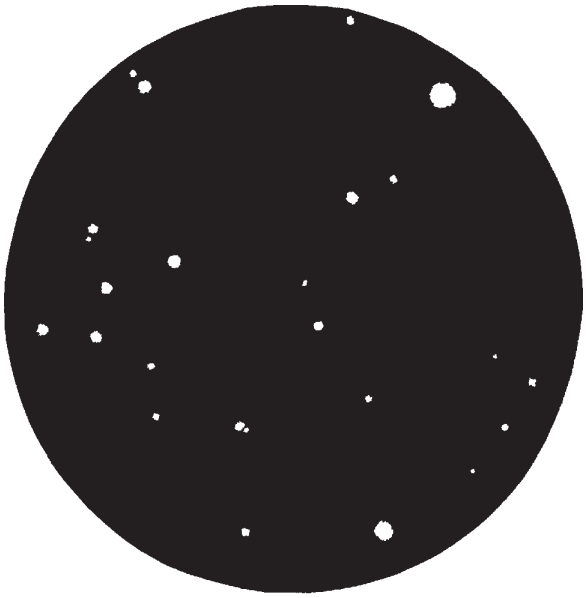


スターホップせずに直接変光星を導入 ー ここで意味する事は主望遠鏡を覗かずに出来る限り目的の変光星に近く接近する方法を観測者自身が見つける事である。目盛環を持っている観測者は殆ど常にこの方法を使用する。恐らくこの方法は、変光星観測者の間では最も一般的な方法であろう。

等倍ファインダーを使用する場合、案内恒星としてデルタ星とガンマ星を使用する。通常のファイダーの場合では、より暗い恒星（5.9等級の恒星など）を案内恒星として使用できる。これらは、裸眼では見えない。

下に示す図7.6はおおくま座Z星近傍を小口径の反射望遠鏡で見た場合の様子を示す。丁度実際に望遠鏡を通して見るように、図7.7で図示されている評価星図に正しく合わせてみる。

図7.6 ー *おおくま座Z星の視野*



初心者にとっては、この作業は次に示す理由から、意欲がそそられる。

（1） 方向を恐らく揃えられない。

（2） 倍率によって、殆どの場合実に異なった広さの像に変えられる。

（3） 極限等級が合致しないであろう。

これら三項目全ては、「望遠鏡に慣れ親しんでいる度合い」の範疇に入り、それ故に、機器を使用して経験を積むに連れてより簡単になってくるであろう。以下に幾つか助言を述べよう：

（1）視野内の方向　　正しく方向を合わせられないと言う事は、障害がある事を意味する。方向を誤っていると、次のステップである恒星像を合致させる事は困難であろう。明るい恒星ないしは恒星配置からスターホッピングを行う優位性は、方向問題が、目的の変光星を拡大して観測する前にすでに組み込まれている事である。先に示した方向指示図が大いに役立つ。しかしながら、疑問に思う時はいつも自動追尾を止めて視野を移動させる事が出来る。移動方向は常に西である。図7.6では、南は右側約45度に傾いている。

注意：　もし観測者が奇数回反射を繰り返した望遠鏡を使用しているのであれば（屈折望遠鏡とかシュミットーカセグレン式等の場合）、観測者は確かにAAVSO反転星図を利用する事が勧められる。

（2）倍率　　「ｂ」版星図は空の比較的広い領域を示している。それで、観測者は恐らく手元の最も低倍率の接眼鏡を使用しようとするであろう。そこで、実視界の広さを知っておきたいと思うであろう。図7.6で示された視野は2.3度角である。この広さに対応した円が図7.7に示された「ｂ」版星図上に描かれている。

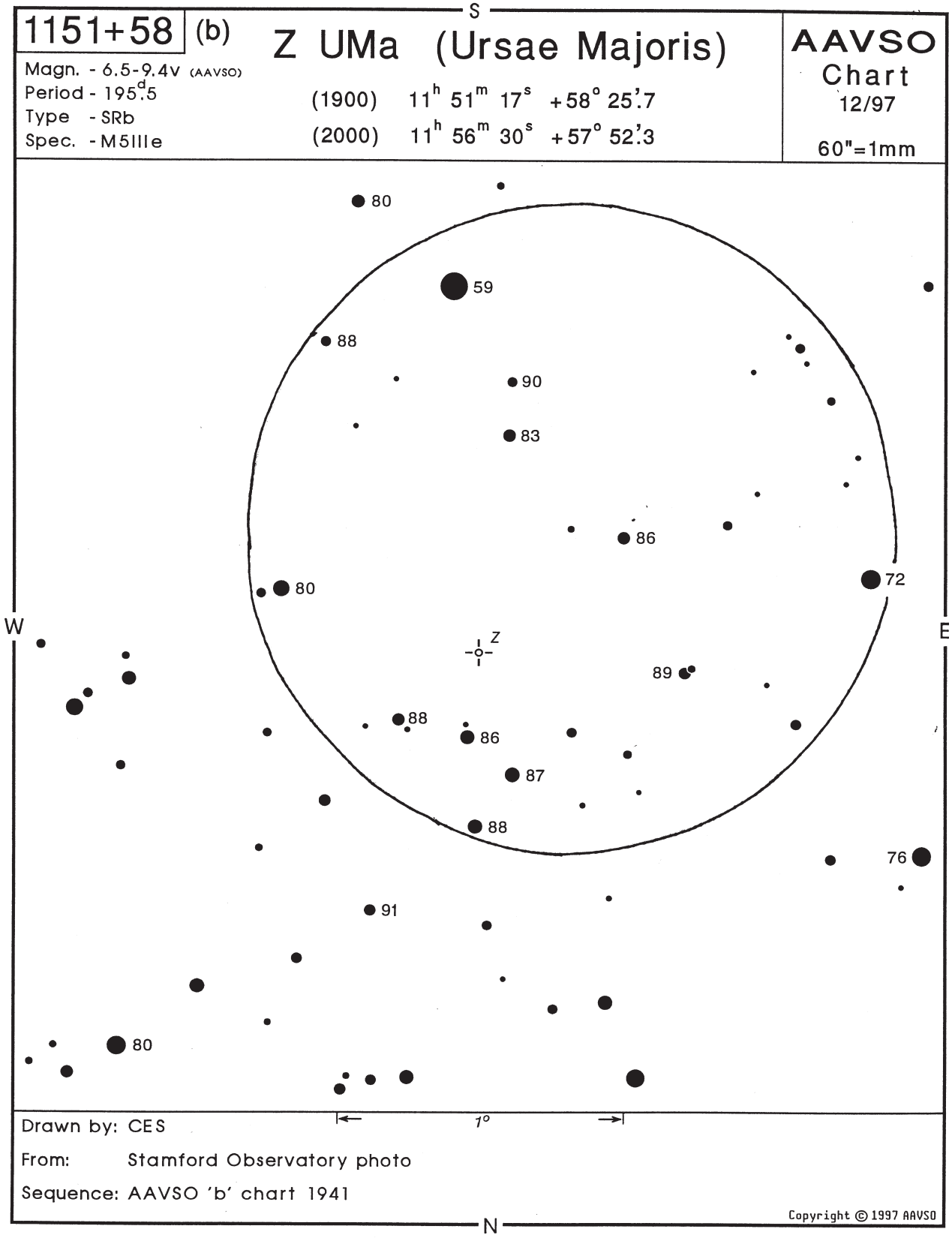
（3）極限等級　　一般的に、接眼鏡の視野内に見える恒星の数は、星図上に記されている恒星の数と比べてかなり少ないであろう！このミスマッチは、観測者が視野の同定をしようとするのをより困難にする。望遠鏡の視野内に見られる恒星の数が少ない為に、まずは、接眼鏡内で明るい恒星を探すか、恒星の配置（アステリズム）を探す事が勧められる。そうして、星図上で、それらの位置の特定を試みる。

「直接変光星を導入する」方法を採用している多くの観測者が使う技法は、反転スターホップと言う方法である。最初に変光星があるであろう視野を見てその視野が確認できない場合、視野（ＦＯＶ）内の恒星配置を探す目的で視野周りをスキャンする。一旦、ある配置が確認できれば、星図に戻り、星図上でその配置を特定する。そこで、観測者は、視野の位置が特定できた訳で、そこからスターホップで（恐らくは戻って）目的の変光星に辿り着く。表示されている領域が広いので、「ｂ」版星図はこの方法では、特に有用である。

おおくま座Ｚ星領域には、本変光星の丁度北側に8.6－8.8等星の３恒星が位置している。観測者の視野内でこれらの恒星を見つけたならば、おおくま座Ｚ星は簡単に特定できる。

助言：ある顕著な恒星配置を特定したのであれば、観測者は、自身の星図にその配置を描いておくと良い。こうすれば、次回からその視野内を楽に特定できる。

図7.7 ― おおくま座Z星のAAVSO 「b」版星図、2.3度角の円視野が描かれている。



経験を積むと　ー　変光星観測経験を積むにつれて得る有利な事は、望遠鏡を通して見える恒星の明るさを特定できる感触である。例えば、星図上の様々な9等級の恒星を見てくると、生来的にこうした明るさの恒星はどれくらいの明るさであるかを理解できるようになる。更には、月明かりとか障害が存在する状況下でこうした恒星はどれくらい明るいかという感触を得る事ができる。この事は、変光星が位置する視野を特定する場合に、計り知れない程の助けになる。

3．比較星を見つける— 比較星を見つける事は簡単のようである。目的の変光星より僅かに明るい恒星を少なくとも一つ見つけ、僅かに暗い恒星を少なくとも一つ見つける事である。難易度は、比較星が変光星より離れている距離に依存する。しばしば利用され、かつうまく達成できる技法は、FOV内の「仮想」比較星を特定する事である。つまり、目的の変光星より僅かに明るいか僅かに暗い恒星を見つけて、星図上でその恒星を特定する事である。うまく行けばそれが、比較星である。もしそうでなければ、別の恒星を特定する。こうして仮想比較星がなくなれば、その時は、星図を頼りにしなければならない。

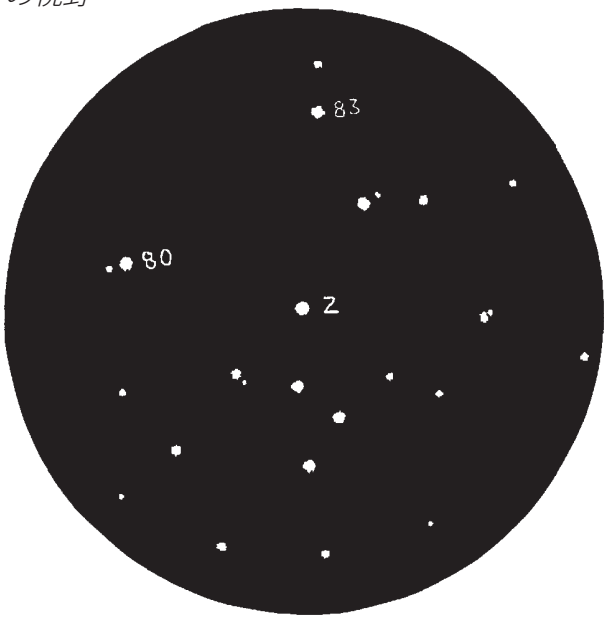
注意：　変光星を見つけようとしている最中に、錯覚に陥る事がある。残念な事に、観測者は、思い込みから、星図上にある恒星の配置を見つけたと勘違いして、変光星を特定したと思うかも知れない。この事態では、観測者は、比較星を見つけてもいなければ、変光星の特定もしていない。単に警告として注意して欲しい。もしも星図が示す比較星が望遠鏡の視野内に見えていないか、あるべき光度とは異なっている場合、変光星の特定問題に関わっている可能性がある。新たに変光星を発見した訳ではない！

観測者は、変光星の光度前後の二つの比較星が必要であるが、観測者は、更なる数の比較星を特定する事が強く勧められる。光度には、一貫性があるか？もしそうでなければ、何故か？特定した比較星の内一つだけが疑わしいか？再度比較星の位置を確かめる。観測者は、AAVSO星図は極めて精度良く恒星が表示されている事に気付くであろう。一比較星のみが外れているであれば、その比較星のみを対象から外して、残りの比較星を使う事を勧める。

4．　光度見積もり — 一旦適当な比較星を特定したのならば、最後に変光星の光度見積もりの段階に進む。図7.8（右図）は、おおくま座Z星を中心にした視野を示す。この図では、南は上である。この視野からだと、変光星は光度が80と83の間にあるように見える。それで、観測者これらから、補間法にて光度見積もりをする。

注意：　初心者にとっては、ここでの模擬体験より実際に変光星の光度見積もりをする事の方がより挑戦的であることが分かるであろう。80と83の間隔は小さいであろうか？実はその通りである。実際、ある観測者の光度見積もりと他の観測者の光度見積もりは僅かに異なっている事に驚かない事である。

図7.8 ー *比較星が同一視野にあるおおくま座Z星の視野*



模擬体験の目的として、この場合の見積もり光度は81と見なそう。

5. 観測記録 — 以下の情報は記録に留めておくべきであろう。

変光星名：　Z UMa

変光星呼称：　これを観測時に記録する事は、理論上は、後で調べる事ができるので、強制的ではないが、観測時にこれを書き込むと多くのエラーを未然に防ぐ事が出来る。例えば、観測セッション時寒いと、Uと書くのがVのようになってしまうし、その反対もあり得る。しかし、呼称をその場で書くとこのような問題は直ちに解決出来る。

光度見積もり日：　光度見積もり日は各見積もり毎に記入しても良いが、観測する毎晩に新たなページを使用するのが一般的であるので、日付は通常そのページの頭に書く。深夜零時前後の日付変光の混乱を避ける意味で常に二重日を使う事を勧める。

光度見積もり時間： 観測者は、地方時間と世界時（UT）を使う事が出来る。どちらの時間を使うにせよ、観測者は一貫性を持つ事を勧める。記録する時間の精度は、変光星のタイプによって異なる。手引きには41ページの表6.1を使って欲しい。疑問に思う時は、より精度を高める事を勧める。多くの観測者は、変光星のタイプ如何に関わらず分までの精度を記録している。

光度見積もりの等級： ここで示す例では、光度は8.1である。

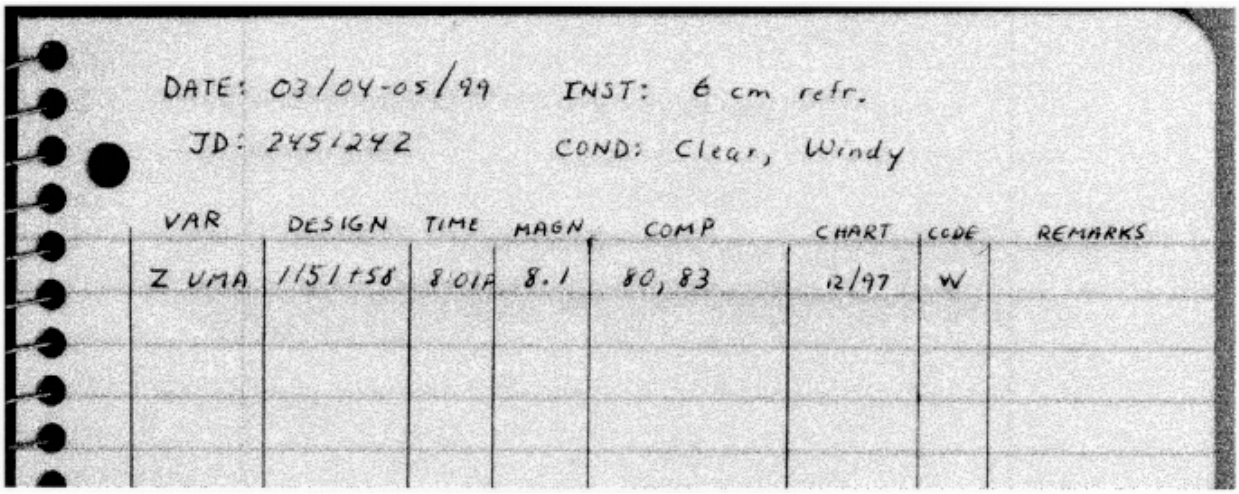
光度見積もりに使用した比較星の光度： 我々は、ここで80と83の比較星を使用した。

光度見積もりに使用した星図： 使用した星図に書かれた最も最近の日付を見つけてその日付を記録する。51ページの図7.7に示されているおおくま座Z星の場合、日付は12/97と記されるであろう。古い星図では、年だけしか記されていないので、年しか特定できない。観測者が、7ページの図1.1に示されているようなより新しい星図を使っているのであれば、その場合、星図の日付は、040314のように書くと良い。

観測に影響を与えたと思われる観測条件に関する記述： 月明かり、靄、雲の存在などの通常の状況の多くは、標準略号文字でコード表示すればよい。これらの一覧は45ページの表6.2に示されている。他のコメントは書き出す。図7.9は、ここに記述したサンプル観測に対する、サンプルとしてノートの書き込みがどのようなものであるかを示している。

「W」コードは、天気を意味していて、風が吹いていた事を特定しているが、見積もり光度は「8.1」と記述されているように、曖昧さは示されていない。観測者として、曖昧さを示すか示さないかを判断するのは、観測者自身である。コードを記述し、曖昧さ無しで光度見積もりを行う事で、観測者は、観測条件を左右する原因があった事を記録に残す事が出来る。その時、観測者は、その観測条件が光度見積もりの精度に影響を与えなかったと感じている。反対の事は起こりえない。もしも観測者が見積もりに曖昧さを明記するのであれば、不確実性の理由を明記しなければならない。

図7.9 ー *観測者のノートからの抜粋*


DATE: 03/04-05/99 INST: 6 cm refr.
JD: 2451242 COND: Clear, Windy

VAR	DESIGN	TIME	MAGN	COMP	CHART	CODE	REMARKS
Z UMA	1151+58	8:01P	8.1	80, 83	12/97	W	

ジーン　ハンソン（彼の18インチ　f/4.5 オブセッション反射望遠鏡と　6インチ f/5 望遠鏡と伴に）

付録1 — 変光星タイプ別長期間光度曲線

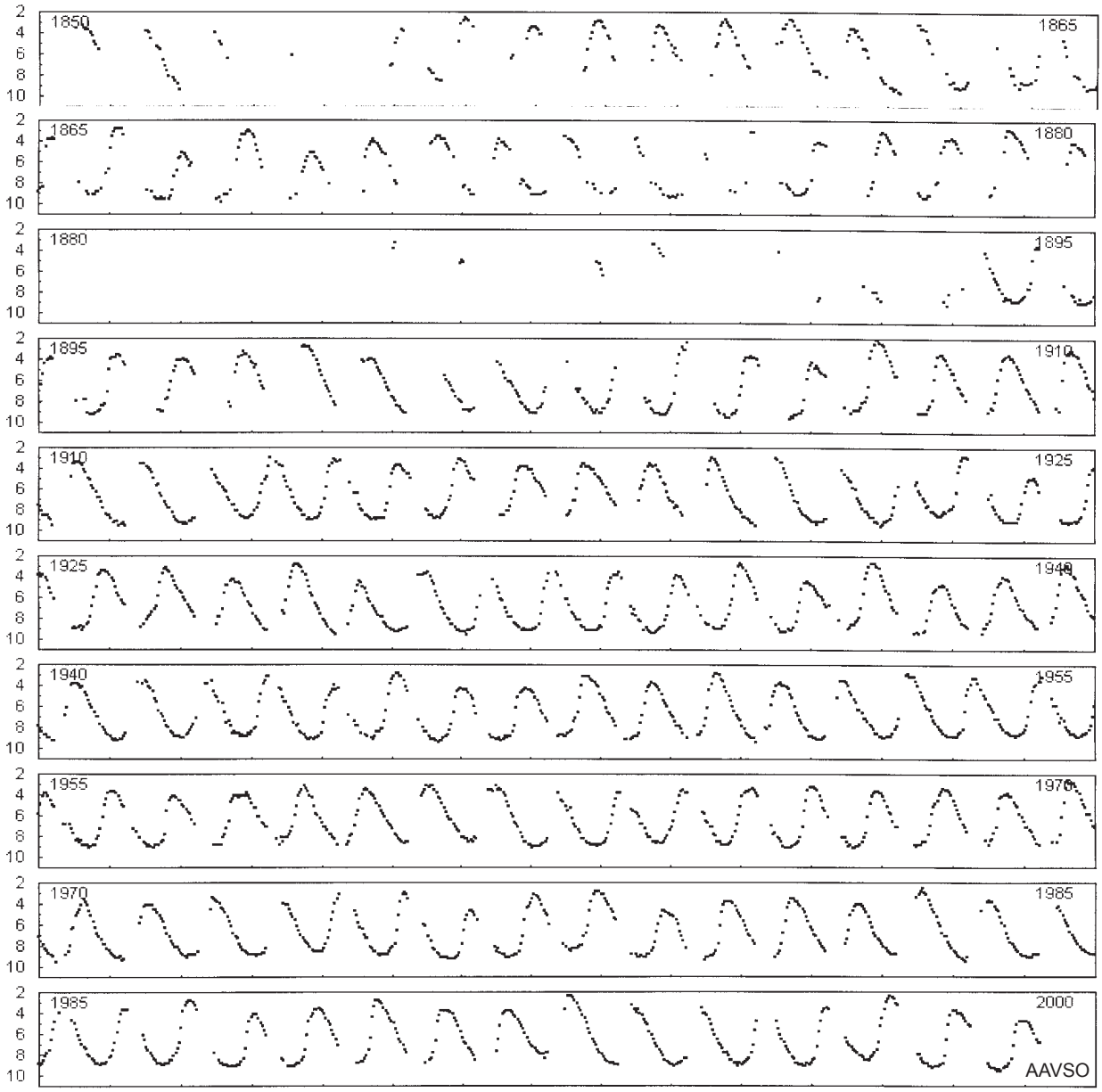
以下の数ページで、AAVSO眼視観測プログラムで得られた数種の変光星タイプの長期間に亘る光度曲線を例示する。これ程までの長期に亘る光度曲線を示す事により、それらの変光星の興味深い長期間に亘る変動の研究心が掻き立てられる事であろう。

ミラ（長周期脈動星）

1850-2000（10日平均）

ミラ（くじら座オミクロン星）は、長周期脈動変光星の原型であり、光度が変化する最初の恒星として認められた。ミラは周期が332日であり、一般的に光度は3.5等級と9等級の間を変化する。しかし、各個別の周期を見ると、極大光度と極小光度はこれら平均の光度よりも明るかったり暗かったりする。変光範囲が大きい事と明るい事で特にミラは観測しやすい変光星である。

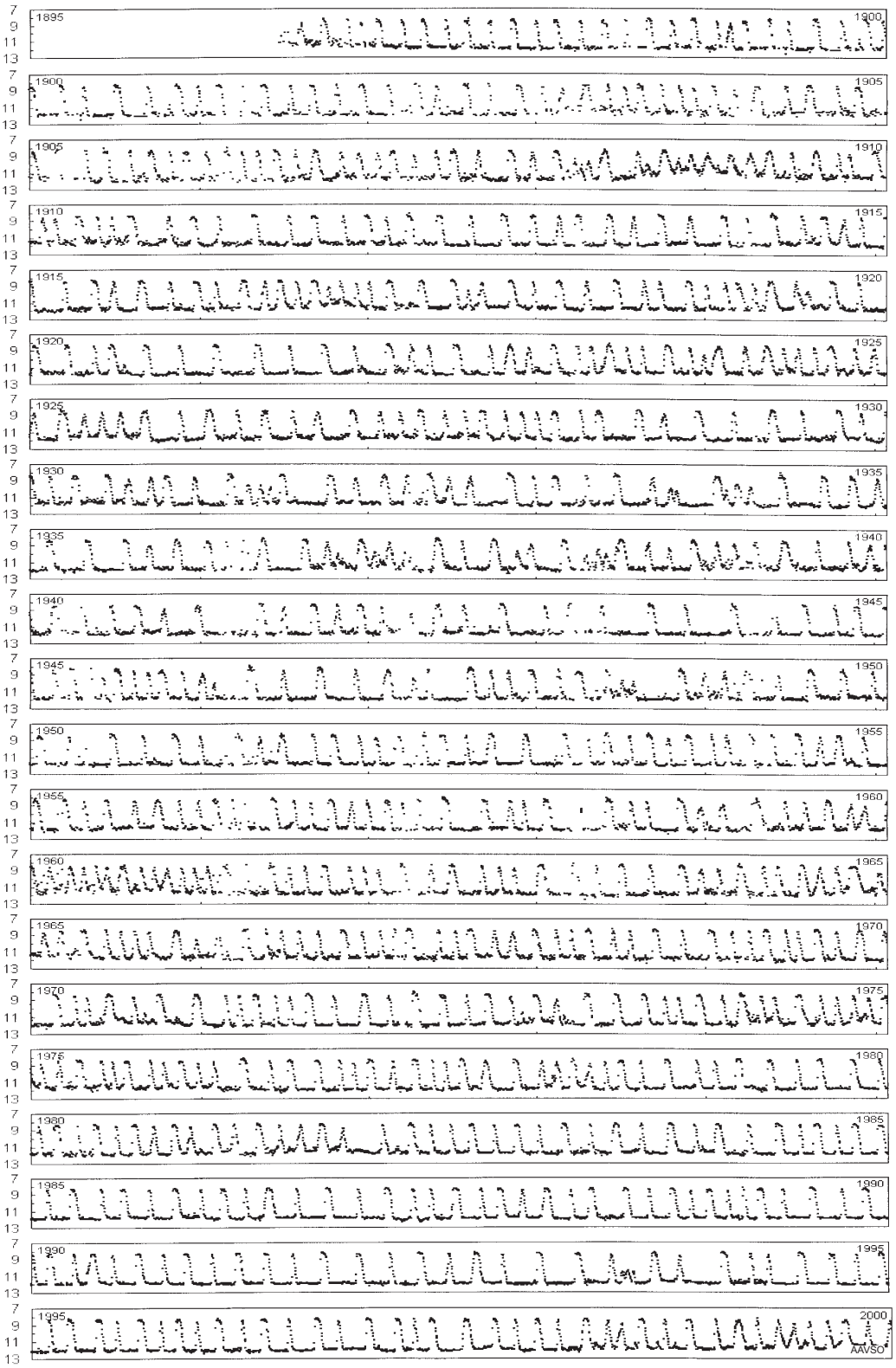
ミラは、近接伴星を伴っている数少ない長周期変光星の一つであり、その伴星も又変光星である（くじら座VZ星）。



はくちょう座SS星（ふたご座U星型）

1900-2000 (1日平均)

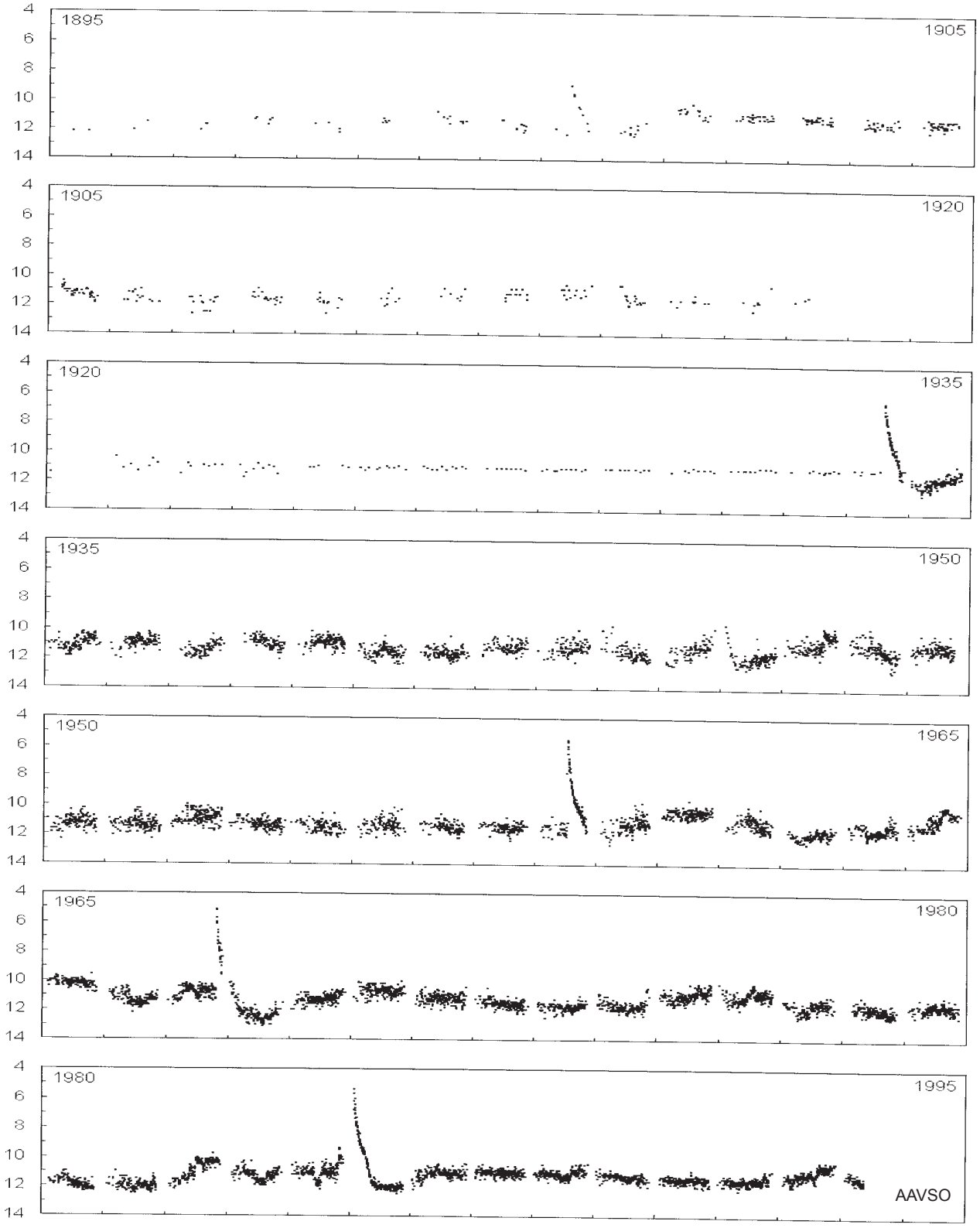
はくちょう座SS星は、北天で最も明るい矮新星型（ふたご座U星サブクラス）の激変光星である。これらの変光星は近接連星系を形成しており、系は太陽より僅かに低温である赤色矮星と降着円盤を伴った白色矮星から出来ている。平均して50日間隔で、はくちょう座SS星は、12.0等級から8.5等級に爆発を起こして増光する。その原因は、降着円盤から物質が白色矮星に降り注ぐからである。個々の爆発間隔は50日よりもっと長かったり短かったりする。



へびつかい座RS星（回帰新星）

1895-1995 (1日平均)

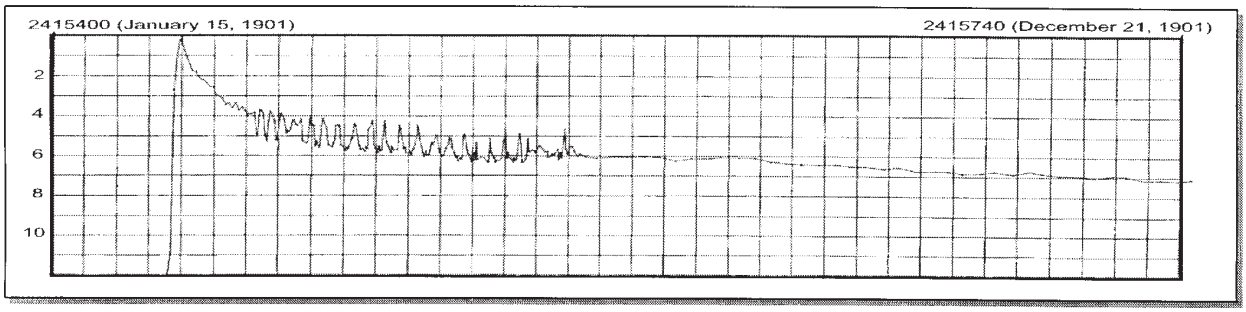
へびつかい座RS星は、回帰新星の一つである。これらの回帰新星の増光等級幅が7等級から9等級で複数回爆発を起こしている。この爆発の間隔は半規則的で、個々の変光星に拠って異なるが、10年から100年である。極大光度への増光は極めて早く、一般的に24時間以内であり、減光速度は数ヶ月である。回帰爆発は、常に同一の様相を呈する。

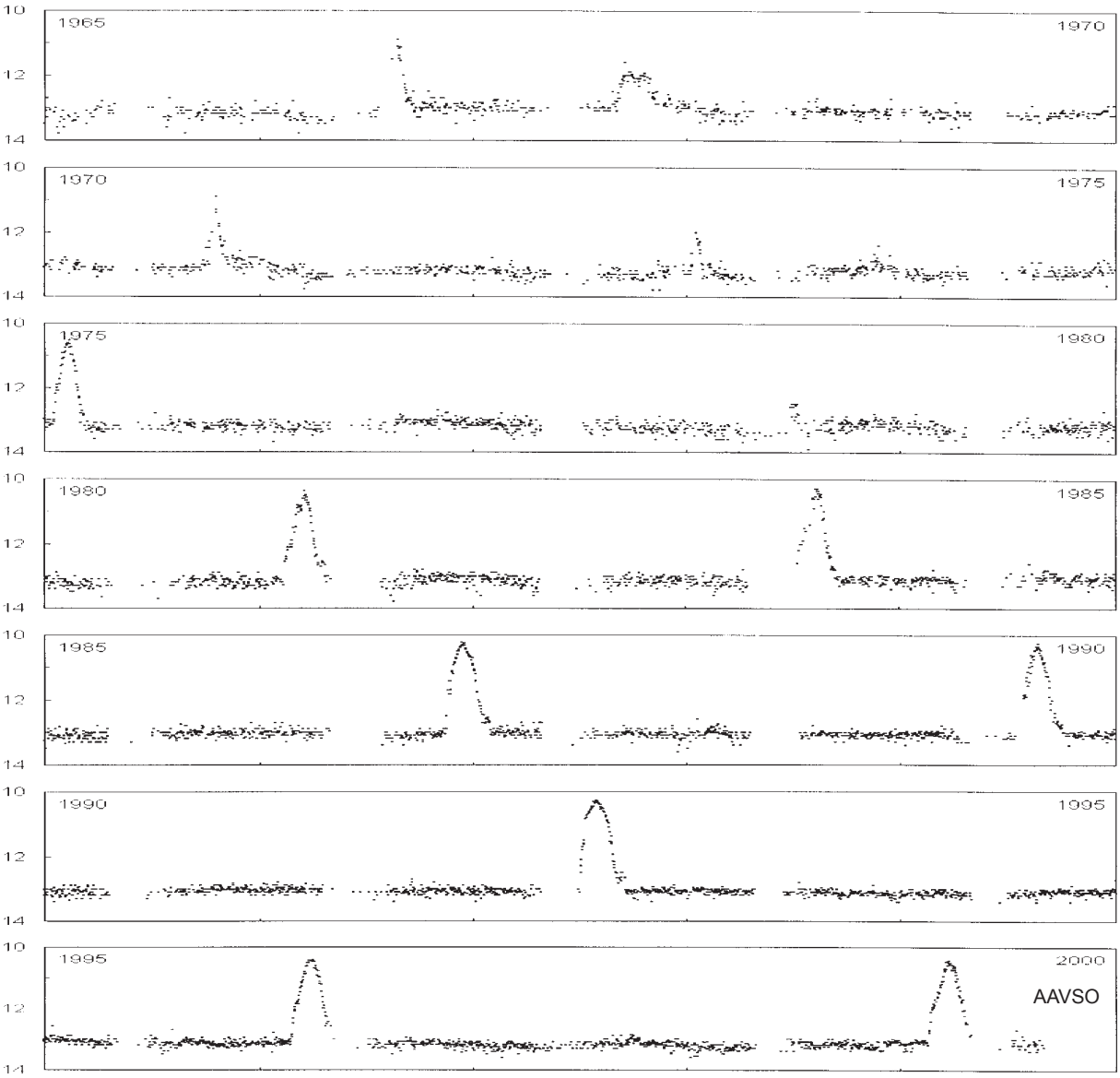


ペルセウス座GK星（新星）

1901新星状爆発（ハーバード年鑑より）
1965-2000（1日平均）

ペルセウス座GK星は1901年の明るい新星である。ペルセウス座GK星は、近接連星系を成し、爆発は白色矮星の表面で、赤色矮星から運ばれてきた物質が爆発的な核反応を起こす事によって起こる。ペルセウス座GK星の特殊性は、極大期後減光している30日間で、半周期的な早い変光を示した後に減光を続けた。数十年後、本恒星は約3年毎に小さな矮新星状の爆発を繰り返している。

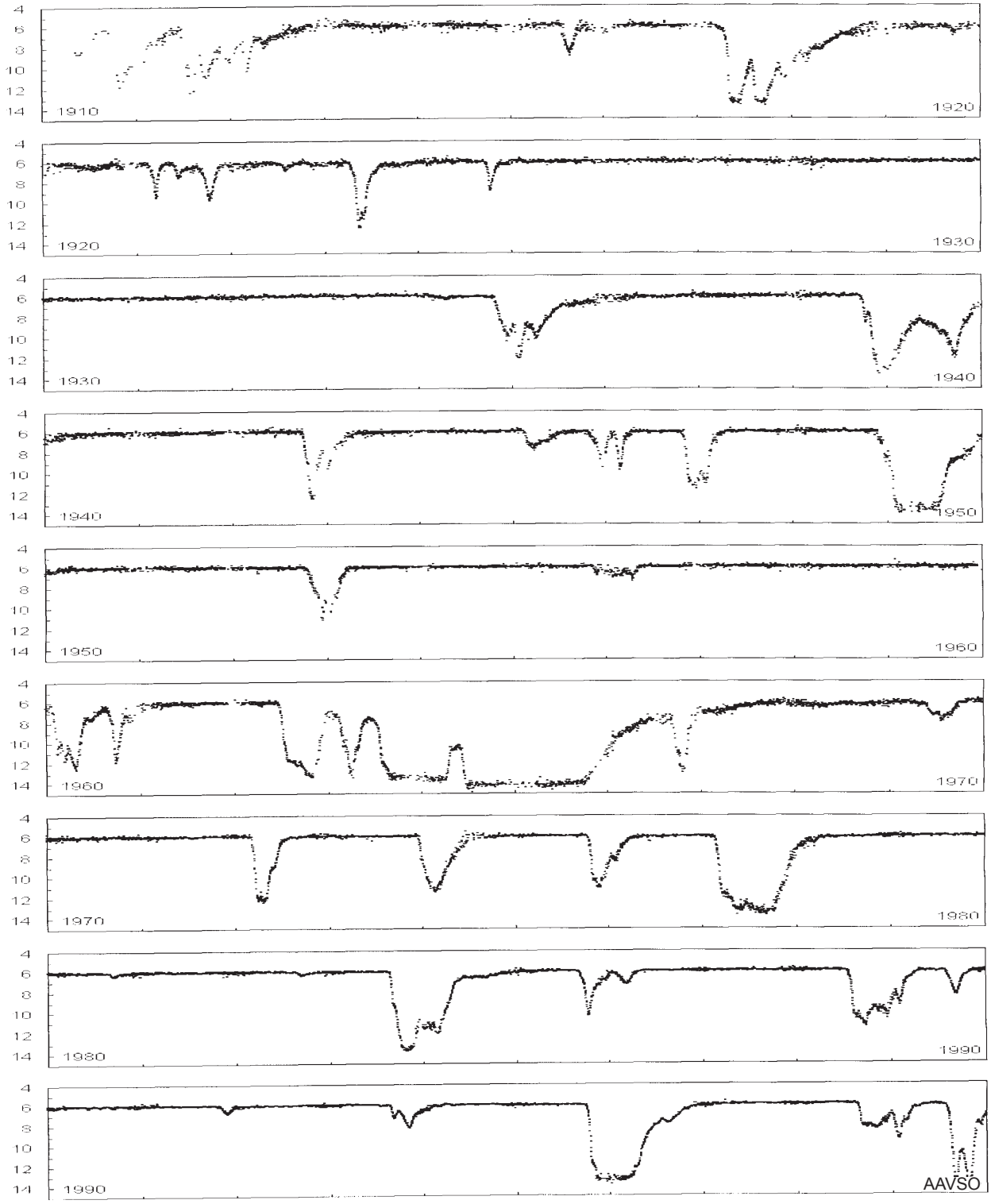




かんむり座R星

1910-2000（1日平均）

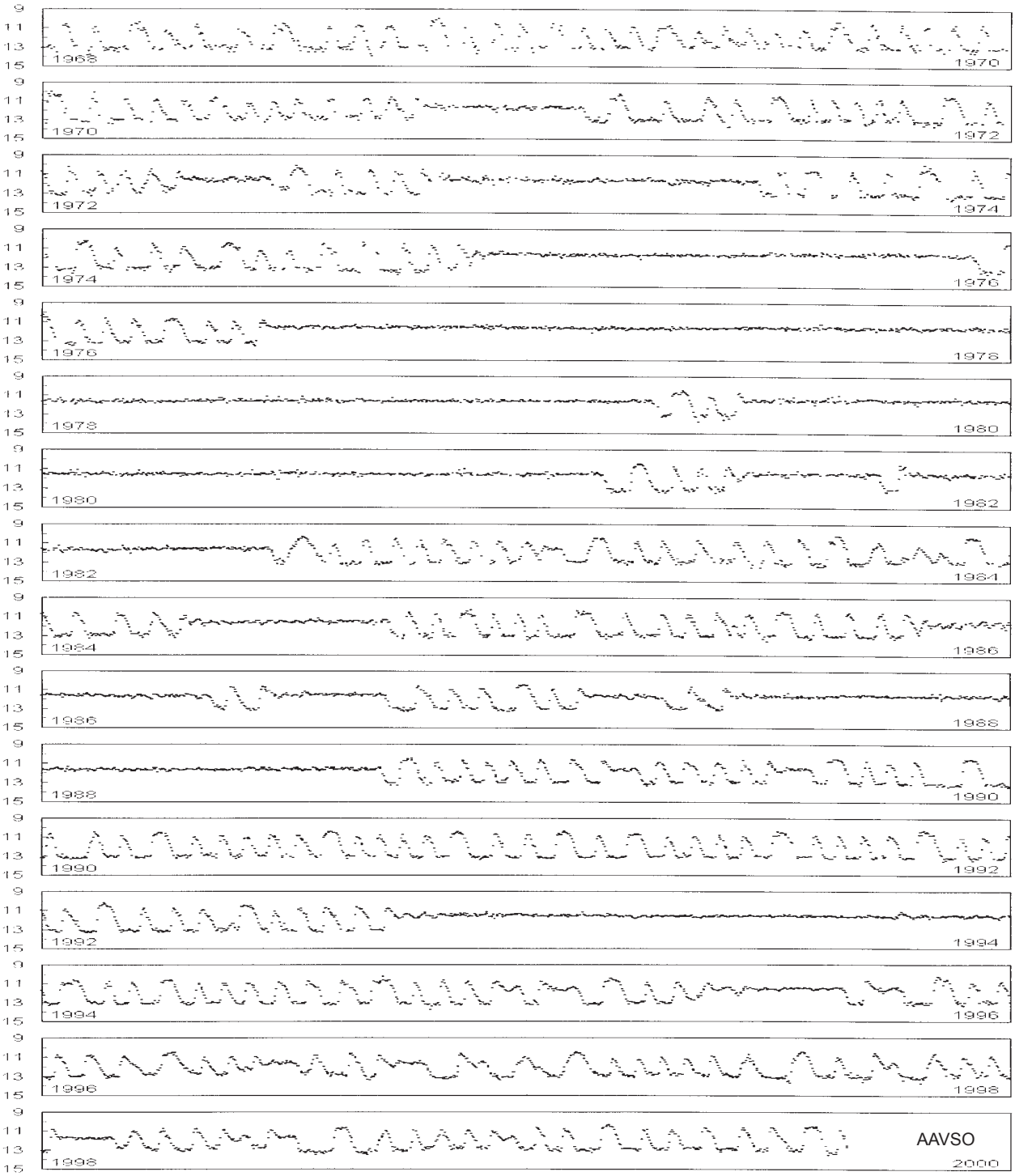
かんむり座R星は、この分類の原型である。この分類の恒星は炭素大気を豊富に持っている稀な超巨星である。通常は、極大期の明るさを保っているが、決まった間隔で急激に1等級から9等級減光する。輝度の落ち込みは、恒星大気から排出される炭素雲によって引き起こされると考えられている。



きりん座Z星

1968-2000 (1日平均)

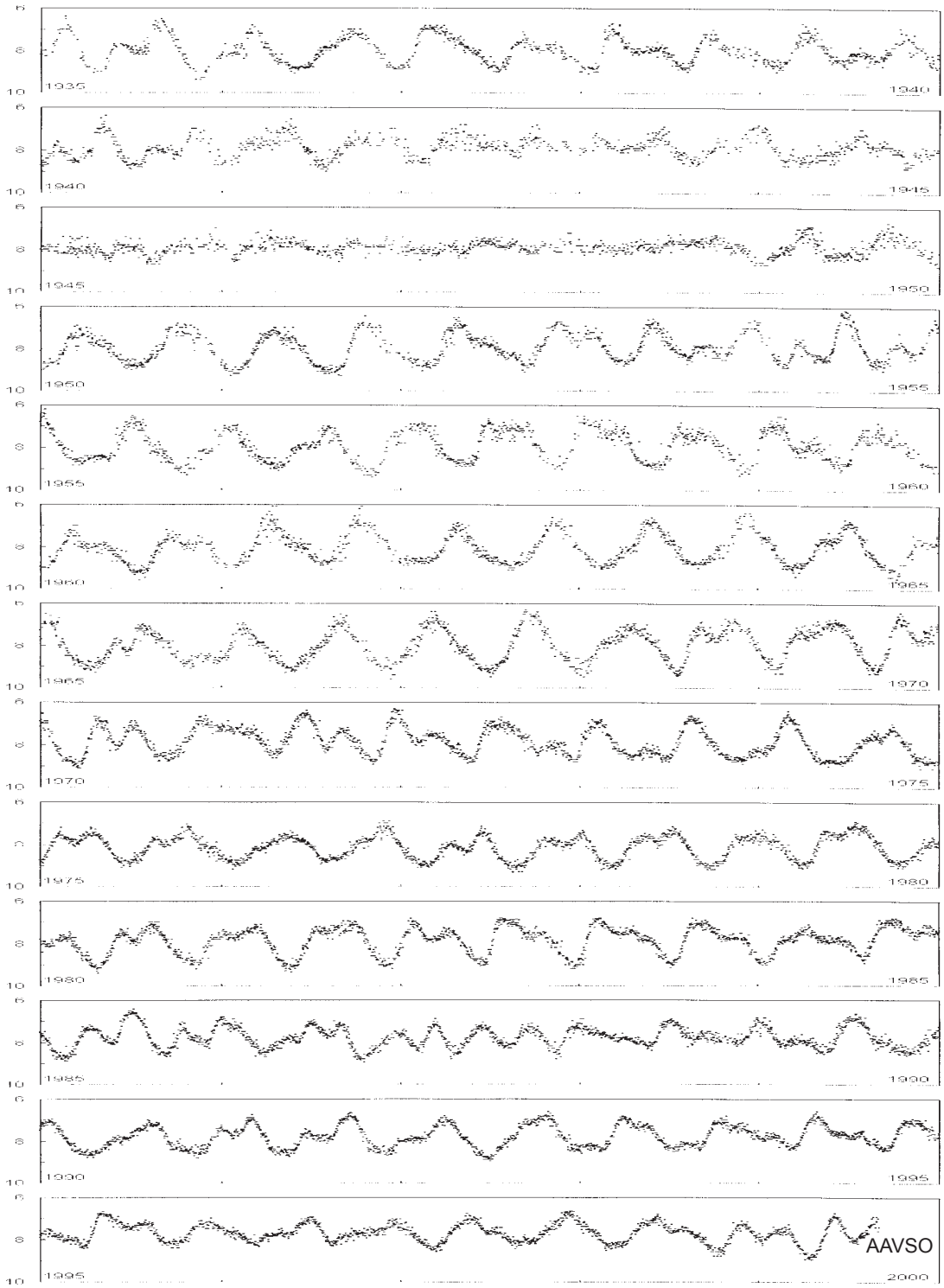
きりん座Z星は、矮新星型激変光星という小分類の原型恒星である。きりん座Z星は、約26日毎にふたご座U星のような矮新星爆発を起こす。増光時は、13.0等級から10.5等級になる。不規則な期間、この変光星は「スタンドスティル」と言う、光度が一定の状態を保つ。スタンドスティル時のこの変光星の光度は通常の極大光度より約1等級暗く、その持続期間は2－3日から1000日の間である。スタンドスティルが起こる原因は、太陽型伴星から主星の白色矮星周辺の降着円盤に物質が移動する割合が高過ぎて、矮新星爆発が生じないからである。



おおぐま座Z星（半規則型）

1935-2000 (1日平均)

おおぐま座Z星は、明るくて、変光範囲が7等級と9等級の間で、変光周期が196日と205日の2周期を持った半規則型変光星である。半規則型変光星と言うのは、変光範囲が2.5等級以下で脈動している巨星ないしは超巨星である。これらの変光星は、周期的な変動の期間の後に不規則な期間が続き、その不規則期間の相対的な割合は小分類された変光星型に拠って変わる。こうした振る舞いは多周期性の相互作用が原因であるようだ。



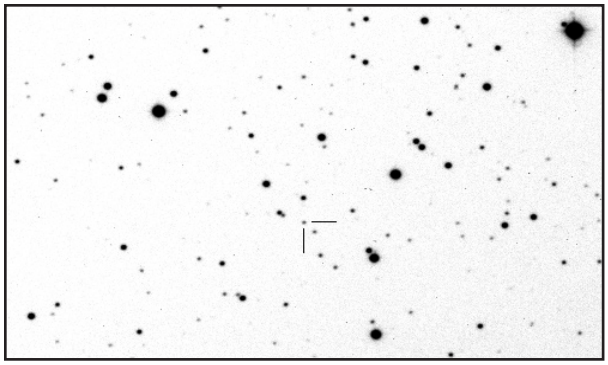
付録2 — 他のAAVSO観測プログラム

AAVSO観測者の様々な興味を満たすべく、AAVSOは幾つかの観測プログラムを確立している。各プログラムは各AAVSO委員会によって管理運営されている。観測者は、もし興味が有れば、これらのプログラムに参加できる。

こうしたプログラムに関する更なる情報は、各委員会の長（新会員用パック内の別紙に一覧表となっている）と連絡を取るか、AAVSOのウエブサイト、http://www.aavso.org/observing/programs/の「Observing Programs」の項を見るか、又はAAVSO本部に連絡を取って貰いたい。一般に、こうした委員会への全ての質問、連絡、星図の請求、そしてデータの提出は、直接こうした委員会の長に直接行って欲しい。

各プログラムの簡単な説明を以下に記す：

電荷結合素子（CCD）
日々進歩する電荷結合素子（CCDｓ）技術は変光星を監視すると言うAAVSOの任務に重要な役割を果たしている。CCDカメラには、感光シリコン素子が入っていて、その素子が電気信号を生み出し、コンピュータで処理された後画面に表示される。望遠鏡に装着される場合、観測者が観測している星野のデジタル画像が表示される事になる。



ペルセウス座FO星のCCD画像：R.　ジッセル撮影

CCD素子は、最良の写真乳剤より約30倍感度が高いので、より暗い変光星観測が可能である。このようにして、CCDは、AAVSOの眼視と光電プログラムを大いに補完している。CCDにより得られるデータは将来の解析用として簡単に保存できる。

AAVSO CCD観測プログラムはCCDによる観測の科学的側面とCCD観測が持つ問題の両方を網羅する目的で1991年に始まった。

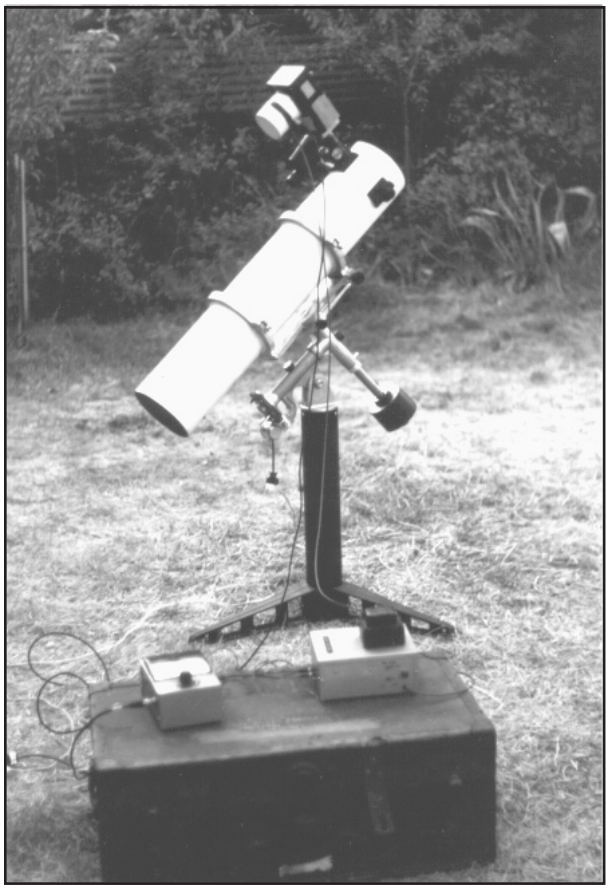
ゲリー　ウオーカのCCDを装着した望遠鏡

CCD観測の標準装備は、一台の中級以上の口径を持つ望遠鏡と、一台のCCDカメラと、適切に赤色光を遮断するBVRIフィルター一組とCCD換算ソフトウエアから成る。

AAVSOは、極小期に非常に暗くなる、眼視観測プログラム用の数個の変光星をCCD観測できるように特殊な星図を用意している。これらの星図は無料でAAVSO本部から入手できるかAAVSOウエブサイトからダウンロードできる。

多くのCCD観測者は、一方で、AAVSO国際高エネルギーネットワークと系外惑星恒星面通過プログラムにも参加している。こうしたプログラムとCCD観測に関連した他の情報に関する詳細は、AAVSOウエブサイトのCCD観測プログラムの部門(the CCD Observing Program)を見て頂きたい。

光電測光(PEP)
もし観測者が信頼できる自動追尾装置付きの、良好な口径15センチないしは20センチの望遠鏡と適切なフィルター一式を伴った光電測光器を持っているのであれば、AAVSO　PEP観測プログラム(the AAVSO PEP Observing Program)に参加する事を勧める。光電測光器とは、低輝度信号を電子パルスに変換する電子機器の事で、観測者は自作する事もできるし、購入する事も出来る。光電測光器が作り出すパルスは増幅され、数値として表示される。この数値から、観測する天体光度が非常に正確に決定できる。



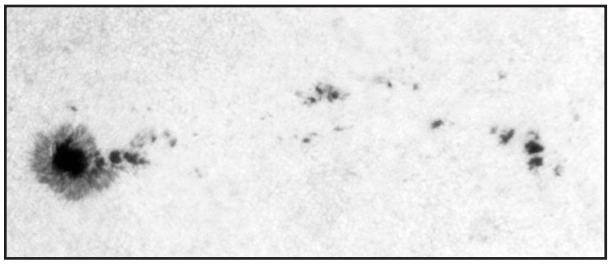
光電測光器が装着されたケビン　クリシナスの15センチ反射望遠鏡

現在、AAVSO眼視観測プログラムでは、2000個以上の変光星を扱っているが、その中で約100個程の明るい変光星が光電測光の対象である。その理由は、光度変化の幅が小さく、周期が短く、かつ、又はその他に興味有る特徴を示しているからである。こうした変光星はAAVSO光電測光観測プログラムに含まれている。このプログラムは1983年に開始している。

PEP観測プログラムに含まれる変光星を標準化した観測で行う事を確実なものとする為に、AAVSOでは、特別なPEPファインダー星図を開発している。こうした星図はAAVSOのウエブサイトの星図部門から入手できるか又は本部門委員会の長から入手可能である。又AAVSO PEP 星図カタログがウエブサイトないしAAVSO本部から入手できる。更なる情報は、AAVSOウエブサイトのPEP観測部門を見て貰いたい。

食連星（EB）とこと座RR型星
食連星とこと座RR型変光星の眼視観測は興味ある観測者には有益な貢献をもたらす（これらのタイプの変光星に関する記述は第3章を見て貰いたい）。これらの変光星は、プロの天文家にはできない、連続を基本にした更なる数多くの観測が必要とされている。これらの観測を行う重要性の一因はこれらの多くが、特に食連星が、追跡を必要とする周期変動を起こす事にある。

EBとこと座RR型変光星を観測するには特別な技法が必要である。更に早めの計画を立てておく事は、有益なデータを取得する上で基本である。例えば、食連星について言えば、観測が必要なのは、食が起こる直前、食中、直後だけである。又食はしばしばほんの何時間の間しか起こらないので、各観測の時間記録は、通常の変光星を観測する場合よりも、もっとより正確に記録されなければならない。観測技術に関する更なる情報とか星図は同委員長から入手できるかAAVSOのウエブサイトで見つける事が出来る。



黒点群の写真：アート　ホイップル撮影

太陽関連
AAVSO太陽観測プログラム(the AAVSO Solar Observing Program) の主な活動は、太陽黒点の監視である。そこから、アメリカ相対太陽黒点数(Ra)が計算される。本プログラムは1944年に始まり、独立太陽黒点指数を作り出している。

AAVSOのアメリカ相対太陽黒点プログラムに参加する観測者は比較的小口径の装置で太陽黒点観測をしている。晴れた日に太陽を観測し、計数は、太陽黒点群の数と太陽黒点数から成る。これらの観測結果は電子メールで送付されるか毎月の末にAAVSO太陽委員会長に標準の紙面に記録されて送付される。

AAVSO太陽観測プログラムは、又極低周波ラジオ局の電波が突然強くなる現象（突発電離層擾乱：SIDs）を監視する、小規模グループの観測成果も含む。SIDsは、間接的に太陽フレアを検出する。

エリザベス　エグルストンと太陽フィルター付きのセレストロン

毎月、アメリカ相対太陽黒点数とSIDsの計算数値が、合衆国海洋大気局（NOAA）の国立地球物理データセンターに転送される。

詳細はAAVSOのウエブサイトの太陽プログラム部門に掲載されている。

注意：*太陽を直視しない事。*太陽観測用に特殊設計された装置無しに双眼鏡ないしは望遠鏡を使用してはならない。太陽から発せられる紫外線が目に悪影響を与え、失明する。

新星捜索

AAVSOの新星捜索プログラムは、本格的な星見人が、天の川に現れる新星の系統だった眼視捜索と発見をもって天文学に価値ある寄与を与えると言う信条の下、1930年代の初期に確立された。新星が最も出現しやすいであろう、我々の銀河系のこうした領域は数区域に分割され、新星捜索に興味ある観測者は特定の区域を任される。しかし、一旦こうした区域を捜索し終えたならば、観測者は他の区域に進む事が出来る。こうして、天の川の全領域を網羅する事が勧められる。特定区域の捜索に加えて、観測者は又、自身のプログラムに「ドーム捜索」を加える事が出来る。「ドーム捜索」とは、眼視による全天の捜索である。この目的は、各星座の中で、3等級までの恒星の中に明るい新星を探す事にある。
AAVSO新星捜索用の標準装備は、AAVSO変光星星図のような良質の星図と7x50双眼鏡である。

各月末に、観測者は特殊な用紙を使って、ドームと区域捜索と調査した最も暗い光度を報告する。新星を発見した可能性の有無は、経験ある観測者によって吟味される。もしその中で、「新星」であると確認されたのならば、AAVSOディレクターに直ちに知らされ、同時に発見者は、スミソニアン天体物理学天文台に所在する天文学電信中央局に連絡を取る。そうして、国際天文学連合回報を通して全世界の天文界に警報される。

超新星捜索

AAVSO新星捜索委員長のロバート　エバンズが新星賞をサマンサ　ビーマンに贈る、1996年4月

超新星捜索とは、他の銀河系に超新星を捜索する事である。

この捜索での標準装備は、銀河系を有効に観測できる望遠鏡（通常、最低14等級の恒星を見る事が必要）と一組の参照星図と観測者が現に監視している銀河系全ての通常に見えている様を現わす画像である。陰性の銀河観測結果も超新星検出結果もAAVSO本部に報告されたい。

付録 3 — 参照文献

参照文献の最新版は、AAVSOのウエブサイトに掲載されている。Variable StarsからFurther Reading (http://www.aavso.org/vstar/furtherreading.shtml) に進む。更には、興味ある数々のウエブサイトがAAVSOサイト上にリンクが張られている。AAVSOサイトの各ページの下にある「links」をクリックして欲しい。

星図

アメリカ変光星観測者協会, Charles Scovil, 編集 *AAVSO Variable Star Atlas.* マサチューセッツ州ケンブリッジ：AAVSO 1990年出版。ISBN 1-878174-00-2. (9.5等級まで)
Ridpath, Ian編集 *Norton's Star Atlas and Reference Handbook.* Addison-Wesley 1998年出版。ISBN 0-582356-55-5 (6等級まで)
Sinnott, Roger W., Michael A. C. Perryman 共著 *Millennium Star Atlas*. マサチューセッツ州ケンブリッジ：Sky Publishing 1997年出版。ISBN 0-933346-84-0 (11等級まで)
Tirion, Wil, Roger W. Sinnot 共著 *Sky Atlas 2000.0 (second edition).* マサチューセッツ州ケンブリッジ： Sky Publishing 1998年出版。 ISBN 0-933346-87-5 (8.5等級まで)
Tirion, Will. 著 *Cambridge Star Atlas (third edition).* ニューヨーク: Cambridge UP 2001年出版：ISBN 0-521-80084-6 (6.5等級まで)
Tirion, Will, Barry Rappaport, そして George Lovi共著 *Uranometria 2000.0.* バージニア州リッチモンド Willmann-Bell 1993年出版： 第 1 巻 N. Hemisphere, ISBN 0-943396-14-X; 第2巻 S. Hemisphere, ISBN 0-943396-15-8. (9+等級まで)

変光星関連書籍－基礎、入門用トピックス

American Association of Variable Star Observers 著 *Variable Symposium (History, Science, Associations)* AAVSOジャーナル 15.2, 1986年出版 ISSN: 0271-9053
Campbell, Leon, Luigi Jacchia 共著. *The Story of Variable Stars.* フィラデルフィア Blakiston, 1941年出版
Fumess, Caroline E. 著 *Women in the History of Variable Star Astronomy*. マサチューセッツ州ケンブリッジ：AAVSO, 1993年出版
Hoffmeister, Cuno, G. Richter, W. Wenzel 共著. *Variable Stars*. ニューヨーク／ベルリン：Springer-Verlag, 1985年出版 ISBN 3540-13403-4
Kolman, Roger C. 著. *Observe and Understand Variable Stars.* The Astronomical League, 1999年出版.
Levy, David H. 著. *Observing Variable Stars: A Guide for the Beginner*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1989年出版. ISBN 0-521-32113-1.
Marschall, L.. 著. *The Supernova Story*. Princeton UP, 1994年出版
Merrill, Paul W. 著. *The Nature of Variable Stars*. ニューヨーク：Macmillan 1938年出版
Payne-Gaposchkin, Cecilia, Sergel Gaposchkin共著. *Variable Stars*. Havard College Observatory Monograph 5. マサチューセッツ州ケンブリッジ：Harvard College Observatory, 1938年出版.
Peltier, Leslie C. 著. *Starlight Nights: The Adventures of a Stargazer*, マサチューセッツ州ケンブリッジ：Sky Publishing, 1999年出版（ニューヨーク、Harper & Row から1965年に出版された第 1 版の復刻版）ISBN 0933346948
Percy, John R. 編. *The Study of Variable Stars Using Small Telescopes*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1986年出版 ISBN 0-521-33300-8
Percy, John R., Janet Akyuz Mattei, Christiaan Sterken 編. *Variable Star Research: An International Perspective*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1992年出版. ISBN 0-521-40469-X.
下保茂 著, 変光星の探求, 恒星社厚生閣、昭和55年出版

変光星天文学書－専門用トピックス

Bode, M.F., 編. *RS Ophiuchi and the Recurrent Nova Phenomenon.* ユトレヒト：VNU Science P, 1987年出版. ISBN 90-6764-074-3.
Clark, David H. F. Richard Stephenson 共著. *The Historical Supernovae*. ニューヨーク：Pergamon, 1977年出版
Duquennoy, Antoine, Michel Mayor 共編. *Binaries as Trace of Stellar Formation*. ニューヨーク：Cambrige UP, 1992年出版　ISBN 0-521-43358-4
Hack, Margherita, Constanze la Dous 共編. *Cataclysmic Variables and Related Objects*. ワシントンDC：　NASA Scientific and Technical Information Branch, 1993年出版
Hellier, Coel. *Cataclysmic Variable Stars: How and Why They Vary*. ニューヨーク：Springer-Praxis, 2001年出版
Ibanoglu, Cafer, 編.　*Active Close Binaries*. ボストン：Kluwer, 1990年出版 ISBN 0-7923-0907-3.
Ibanoglu, Cafer, 編. *Variable Stars as Essential Astrophysical Tools*. ボストン：Kluwer, 2000年出版 ISBN 0-7923-6083-4
Kenyon, S.J.著　*The Symbiotic Stars*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1986年出版. ISBN 0-521-26807-9
Kholopov, P. N. 他著. *General Catalogue of Variable Stars*, 4th ed. モスクワ：Nauka, 1985年出版
Kondo, Y 他編. *Evolutionary Processes in Interacting Binary Stars*. ボストン：Kluwer, 1992年出版. ISBN 0-7923-1731-9
Kopal, Zdenek著. *An Introuduction to the Study of Eclipsing Variables*.　マサチューセッツ州ケンブリッジ：Havard UP, 1946年出版
Kopal, Zdenek著. *Close Binary Systems*. ニューヨーク：Wiley, 1959年出版
Mattei, Janet A., Michel Greon, 共編. *Variable Stars: New Frontiers*. サンフランシスコ：Ast. Soc. of the Pacific, 1998年（印刷中）
Merrill, Paul W.著. *Spectra of Long-Period Variable Stars*. U Chicago P, 1940年出版
Payne-Gaposchkin, Cecilia.著 *The Galactic Novae*. ニューヨーク：Dover, 1964年出版
Payne-Gaposchkin, Cecilia著. *Stars and Clusters*. マサチューセッツ州ケンブリッジ：Havard UP, 1979年出版　ISBN 0-674-83440-2
Pringle, J. E., R. A. Wade 共編 *Interacting Binary Stars*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1985年出版 ISBN 0-521-26608-4
Sahade, J., F. B. Wood 共著. *Interacting Binary Stars*. オックスフォード：Pergamon Press, 1978年出版　ISBN 0-08-021656-0
Smith, Horace A. 著　*RR Lyrae Stars*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1995年出版. ISBN 0-521-32180-8
Sterken, Christiaan, Carlos Jaschek 共編. *Light Curves of Variable Stars*. ニューヨーク： Cambridge UP, 1997年出版
Warner, Brian 著. *Cataclysmic Variable Stars*. ニューヨーク：　Cambridge UP, 1995年出版. ISBN 0-521-41231-5
Wing, Robert F., 編. *The Carbon Star Phenomenon (I.A.U. Symposium 177*). ボストン：Kluwer, 2000年出版. ISBN 0-7923-6347-7.

変光星とそれに関係する文献

American Association of Variable Star Observers 著. *Variable Star of the Season*. http://www.aavso.org/vstar/vsots/
American Association of Variable Star Observers著. *Proceedings of the AAVSO Session on Mira Stars*. *Journ AAVSO* 25.2, 1997年出版. ISSN: 0271-9053
Baldwin, Marvin E. 著　"Techniques for Visual Observation of Eclipsing Binary Stars." *Journ. AAVSO* 4.1, 1975年出版
Briggs, John W. 著　"Star Patrol." *Air & Space*, September 1986, 61-66
Carlson, George A. 著　"Sighting Cepheid Variables." *Scientific American*, November 1992, 128-130.
Cannizzo, John K., Ronald H. Kaitchuck. 共著　"Accretion Disks in Interacting Binary Stars." *Scientific American*, January 1992, 92-99.

Croswell, Ken.著　"The First Cepheid." *Sky & Telescope*, October 1997, 90-91
Fishman, Gerald J., Henden, Arne A., Mattei, Janet A. 共著　"Gamma-Ray Bursts and Amateur Astronomers." *Sky & Telescope*, January 2001, 92-98.
Filippenko, Alex V. 著　"A Supernova with an Identity Crisis." *Sky & Telescope*, 30, December 1993.
Garrison, R. F. 著　"Personalities of Mira Variables as Revealed by their Spectra—Verdict: Bizarre!" *Journ AAVSO*, 25.2, 1997, 70-71
Gaskell, C. Martin. 著　"Variable Star Observations in an Introductory Astronomy Course." *Journ. AAVSO*. 20.1 1991, 41-50.
Hoffleit, Dorrit. 著　"History of the Discovery of Mira Stars." *Journ. AAVSO* 25.2, 1997, 115-136.
Hoffleit, Dorrit. 著　"A History of Variable Star Astronomy to 1900 and Slightly Beyond." *Journ. AAVSO* 15.2, 1986, 77-106.
Gingerich, Owen, 編　*Astrophysics and Twentieth-Century Astronomy to 1950: Part A. The General History of Astronomy, Volume 4*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1984年出版の中の73-89ページ：Hogg, Helen Sawyer, 著　"Variable Stars."
Isles, John E.著　"Beta Lyrae Revisited." *Sky & Telescope*, June 1994, 72-74.
Isles, John E. 著　"A Variable Star and a Variable Nebula." *Sky & Telescope*, November 1997, 98-100.
Isles, John E. 著　"The Dwarf Nova U Geminorum." *Sky & Telescope*, December 1997, 98-99.
Isles, John E. 著　"The Top 12 Naked-Eye Variable Stars." *Sky & Telescope*, May 1997, 80-82.
Isles, John E. 著　"Mira's 400th Anniversary." *Sky & Telescope*, February 1996, 72-73.
Isles, John E. 著　"R Hydrae's Helium-Shell Flash." *Sky & Telescope,* May 1996, 68-70.
Karovska, Margarita. 著　"High Angular Resolution Observations of Mira." *Journ. AAVSO* 25.2, 1997, 75-79
Kaler, James B. 著　"Eyewitness to Stellar Evolution." *Sky & Telescope*, March 1999, 40-47.
Little-Marenin, Irene R., Stephen J. Little 共著　"What Kinds of Dust Exist in Circumstellar Shells of Miras?" *Journ. AAVSO* 25.2, 1997, 80-87.
Shapley, Harlow,　再販　*Source Book in Astronomy 1900-1950*. マサチューセッツ州ケンブリッジ：Harvard UP, 1960年出版の pp186-189, Leavitt, Henrietta S. 著 "Discovery of the Period-Magnitude Relation."
MacRobert, Alan M. "The Lure of Variable-Star Observing." *Sky & Telescope*, March 1996, 48-51.
Mattei, Janet A. "Introducing Mira Variables." *Journ. AAVSO*, 25.2, 1997, 57-62.
Percy, John R., 編　*The Study of Variable Stars Using Small Telescopes*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1986年出版　ISBN 0-521-33300-8の　Mattei, Janet A. 著　"Visual Observing of Variable Stars."
Mattei, Janet A., E. Mayer, M. Baldwin　共著　"Variable Stars and the AAVSO." *Sky & Telescope*, 60, 1980, 180.
Mattei, Janet A., E. Mayer, M. Baldwin 共著　"Observing Variable Stars." *Sky & Telescope*, 60, 1980, 80.
Percy, John R. 著　"Observing Variable Stars for Fun and Profit." *Mercury*, May-June 1979, 45-52.
Percy, John R. 著　"Variable Stars." *The Physics Teacher,* 31, December 1993, 541-543.
Percy, John R., Laura Syczak, Janet A. Mattei. 共著　"Using 35-mm Slides for Measuring Variable Stars." *The Physics Teacher*, 35, September 1997, 349-351.
Percy, John R. 著　"Studies of Mira Stars and Their Small Amplitude Relative." *Journ. AAVSO*, 25.2, 1997, 93-98.
Starrfield, Sumner, Steve Shore. 共著　"Nova Cygni 1992: Nova of the Century." *Sky & Telescope*, February 1994, 20.
Trimble, Virginia. 著　"Supernovae: An Impressionistic View." *Journ. AAVSO*, 15.2 1986, 181-188.
Webbink, Ronald F. 著　"Cataclysmic Variable Stars." *American Scientist*, 77, May-June 1989, 248-255.
Wilson, Lee Anne. 著　"'Theoretical Glue': Understanding the Observed Properties of Miras with the Help of Theoretical Models." *Journ. AAVSO*. 25.2, 1997, 99-114.
Wing, Robert F. 著　"Narrow-Band Photometry of Mira Variables." *Journ. AAVSO* 25.2, 1997, 63-69.
S. Flugge 編　*Encyclopedia of Physics, Astrophysics II: Stellar Structure, Vol. LI*, ベルリン：Springer-Verlag, 1958年出版の　766-785. Zwicky, Fritz 著　"Supernovae".

変光星以外の天文学関連書籍―基礎編

Allen, Richard Hinckley. 著　*Star Names: Their Lore and Meaning*. ニューヨーク：Dover, 1963.
Bishop, Roy L., 編　*Observer's Handbook*[年出版]. トロント：Royal Astronomical Society of Canada, 124 Merton St.: Toronto, Canada M4S 2Z2.
Burnham, Robert, Jr. 著　*Burnham's Celestrial Handbook* (全3巻). ニューヨーク：Dover, 1978.
Chaisson, Eric, Steve McMillan. 共著　*Astronomy: A Beginner's Guide to the Universe*. エングルウッドクリフ、ニュージャージ：Prentice Hall, 1995. ISBN 0-13-644063-0/
Chaisson, Eric. 著　*Cosmic Dawn: The Origins of Matter and Life*. ニューヨーク：Norton, 1981. ISBN 0-393-30587-2.
Chartrand, M. 著　*Skyguide*. Golden Press, 1982.
Clerke, Agnes M. 著　*The Systems of Stars*. ロンドン：Adam and Charles Black, 1905.
Cohen, M. 著　*In Darkness Born: The Story of Star Formation*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1988. ISBN 0-521-26270-4.
Covington, Michael A. 著　*Celestial Objects for Modern Telescopes*. ニューヨーク：Cambridge UP, 2002. ISBN 0-521-52419-9.
Dickinson, Terence. 著　*Exploring the Night Sky*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House, 1987年出版. ISBN 0-920656-64-1.
Dickinson, Terence. 著　*The Universe and Beyond*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House, 1992. ISBN 0-921820-51-8.
Dickinson, Terence. 著　*Nightwatch: An Equinox Guide*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House, 1983年出版. ISBN 0-920656-89-7
Dickinson, Terence. 著　*The Backyard Astronomer's Guide*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House, 1991年出版. ISBN 0-921820-11-9.
Dickinson, Terence. 著　*Summer Stargazing*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House, 1996年出版. ISBN 1-55209-014-0
Dickinson, Terence, Jack Newton 共著　*Splendors of the Universe*. カムデンイースト、オンタリオ：Camden House 刊. ISBN 1-55209-141-4.
Ellyard, David, Tiron, Will 共著　*The Southern Sky Guide*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1993年出版　ISBN 0-521-42839-4
Ferris, T. 著　*Coming of Age in the Milky Way*. ニューヨーク：Morrow, 1988年出版
Ferris, T. 著　*Seeing in the Dark*. ニューヨーク：Simon and Schuster, 2002年出版. ISBN 0-684-86579-3.
Gribbin, John, Simon Goodwin 共著　*Origins: Our Place in Hubble's Universe*.　ニューヨーク州ウッドストック：　Overlook P, 1998年出版. ISBN 0-8795-813-8.
Harrington, Philip S. 著　*Star Ware: The Amateur Astronomy's Guide to Choosing, Buying, and Using Telescopes and Accessories.* ニューヨーク：Wiley, 1994年出版
Harrington, Philip S. 著　*Touring the Universe Through Binoculars*. ニューヨーク：Wiley, 1990年出版. ISBN 0-471-1337-7.
Isles, John E. 著　*Webb Society Deep Sky Observer's Handbook, Vol.8: Variable Stars*. ニュージャージ州　ヒルサイド：　Enslow, 1991年出版.
Kaler, James B. 著　*The Ever-Changing Sky: A Guide to the Celestial Sphere*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1996年出版. ISBN 0-521-38053-7.
Levitt, I. M., Roy K. Marshall 共著　*Star Maps for Beginners*. ニューヨーク: Simon and Schuster, 1987年出版. ISBN 0-671-6376-6.
Levy, David H. 著　*David Levy's Guide to the Night Sky*. ニューヨーク：Cambridge UP 2001年出版, ISBN 0-521-79753-5. (The Sky, A Users Guide の改訂版)
Levy, David H. 著 *The Sky, A User's Guide*. ニューヨーク：　Cambridge UP, 1993年出版, ISBN 0-521-39112-1.
MacRobert, Alan. 著　*Star Hopping for Backyard Astronomers*. マチューセッツ州　ベルモント：Sky Publishing, 1994年出版.

Malin, David. 著　*A View of the Universe*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1993年出版.
Mayall, Newton, Margaret Mayall, Jerome Wyckoff 共著 *The Sky Observer's Guide*. ニューヨーク：Golden P, 1959年出版
Moche, Dinah L. 著　*Astronomy: A Self-Teaching Guide.* ニューヨーク：Wiley, 1993年出版. ISBN 0-471-53001-8
Moore, Patrick, Wil Tirion 共著 *Cambridge Guide to Stars and Planets*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1997年出版. ISBN 0-521-58582-1.
Moore, Patrick. 著　*Exploring the Night Sky with Binoculars*. ニューヨーク：Cambridge UP 1989年出版　ISBN 0-521-36866-9.
Moore, Patrick. 著　*Stargazing, Astronomy without a Telescope*, 第2版　ニューヨーク：Cambridge UP, 2001. ISBN 0-521-79445-5.
Pasachoff, Jay M. 著　*Astronomy from the Earth to the Universe*, 第5版　フィラデルフィア：Saunders, 1997年出版. ISBN 0-03-024347-5.
Pasachoff, Jay M. 著　*Peterson Field Guide to the Stars and Planets*. ボストン：　Houghton Mifflin, 2000年出版. ISBN 0-395-93431-1.
Rey, H., (Jay M. Pasachoffによる更新版). *The Stars: A New Way To See Them*. ボストン：Houghton Mifflin, 1989年出版
Ridpath, Ian, Wil Tirion 共著　*The Monthly Sky Guide*, 第5版　ニューヨーク：Cambridge UP, 1999年出版. ISBN 0-521-66771-2.
Robinson, J. Hedley. 著　*Astronomy Data Book*. ニューヨーク：　Wiley/Halsted, 1972年出版. ISBN 470-72801-9.
Van Allen, J. 著　*924 Elementary Problems and Answers in Solar System Astronomy*. アイオワ州アイオワ市：　U Iowa P. 1993年出版. ISBN 0-87745-434-5.
Whitney, Charles A. 著　*Whitney's Star Finder*. ニューヨーク：Random House, 1990年出版

その他天文学書　ー　専門用

Bohm-Vitense, Erika 著 *Introduction to Stellar Astrophysics Volume One: Basic Stellar Observations and Data*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1989年出版. ISBN 0-521-34869-2.
Bohm-Vitense, Erika. 著　*Introduction to Stellar Astrophysics Volume Two: Stellar Atmosperes*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1989 年出版　ISBN 0-521-34870-6
Bohm-Vitense, Erika, 著　*Introduction to Stellar Astrophysics Volume Three: Stellar Structure and Evolution*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1992年出版　ISBN 0-521-34871-4
Norton, Andrew J. 著　*Observing the Universe: A Guide to Observational Astronomy and Planetary Science*. ニューヨーク：Cambridge UP, 2004年出版　ISBN 0-521-60393-5
Henden, A.H., Kaitchuck, R.H. 共著　*Astronomical Photometry*. バージニア州リッチモンド: Willmann-Bell, 1990年出版
Hoffleit, Dorrit, Carlos Jaschek. 共著　*The Bright Star Catalogue (4th revised editon)*. コネチカット州　ニューハブン：Yale University Observatory, 1982年出版
Hoffleit, Dorrit, Michael Saladyga, Peter Wlasuk, 共著　*A Supplement to the Bright Star Catalogue*. コネチカット州　ニューハブン：Yale University Observatory. 1983年出版　ISBN 0-914753-01-0.
Jaschek, Carlos, Mercedes Jaschek. 共著　*The Behavior of Chemical Elements in Stars*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1995年出版　ISBN 0-521-41136-X
Jaschek, Carlos, Mercedes Jaschek. 共著　*The Classification of Stars*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1987年出版　ISBN 0521-26773-0
Kaler, James B. 著　*Stars and their Spectra: An Introduction to the Spectral Sequence*. ニューヨーク：Cambridge UP, 1997年出版. ISBN 0-521-58570-8.

天文学に関する雑誌、論文雑誌、とカレンダー類

Astronomical Calendar. 年刊　出版元　Guy Ottewell, 所在地　Astronomical Workshop, Furman University, Greenville, SC 29613.
Astronomy. 出版社　Kalmbach Publishing Co. 所在地　21027 Crossroads Circle, PO Box 1612, Waukesha, WI 53187.
Journal of the American Association of Variable Star Observers. 出版社　AAVSO, 所在地　49 Bay State Road., Cambridge, MA 02138.
Journal of the British Astronomical Association. 出版元　The British Astronomical Association, 所在地　Burlington House, Piccadilly, London W1V9AG, England.
Publications of the Variable Star Section. 出版元　Royal Astronomical Society of New Zealand 所在地　Frank M. Bateson, Director VSS, PO Box 3093, Greerton, Tauranga, New Zealand.
Mercury.　出版元　The Astronomical Society of the Pacific. 所在地　390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112.
Night Sky. 出版社　Sky Publishing Corp. 所在地　90 Sherman Street, Cambridge MA 02140.
Observer's Handbook. 出版元　The Royal Astronomical Society of Canada, 所在地　136 Dupont Street, Toronto, Ontario, M5R 1V2, Canada.
Odyssey Magazine [astronomy for children] 出版社　Cobblestone Publishing, 所在地　7 School St., Peterborough, NH 03458.
The Reflector: The Astronomical League Newsletter. 出版元　Executive Secretary, The Astronomical League, Janet Stevens, 所在地　2112 Kingfisher Lane East, Rolling Meadows, IL 60008.
Sky & Telescope. 出版社　Sky Publishing Corp., 所在地　90 Sherman Street, Cambridge MA 02140.

ソフトウエア

Guide. Project Pluto, Bowdoinham, ME (www.projectpluto.com)
Hands-On Astrophysics: VSTAR-data analysis, HOAENTER-data entry, HOAFUN-introduction to variable stars (http:hoa.aavso.org/software.htm)
Red Shift. Maris Multimedia, Ltd., Kingston, UK (www.maris.com)
Starry Night Backyard and Starry Night Pro. Sienna Software, Toronto, Ontario (www.siennasoft.com)
TheSky and *RealSky*. Software Bisque, Golden, CO (www.bisque.com)

索引

Alert Notices 35
CCD観測プログラム 62
MyNewsFlash 35
PC Obs(データ記入ソフト) 40-41
PEP観測プログラム 63
WebObs 39-40
アステリズム 9, 50
回転星 24
鍵となる恒星 9
観測記録の付け方 15
観測結果報告方法 39-44
観測者イニシャル 42
観測報告 39-43
観測方法 9
観測用機器 3-5
記入用紙（未記入） 45-46
記入用紙の完成方法 41-44
記入用紙のコメント欄に記入する略号 47
極限等級 13-14
空白季節 2
グリニッジ平均時(GMT) 26,27
グリニッジ平均天文学時（GMAT） 26,27
激変光星 22-24
光度曲線（長期間） 55-61
光度曲線の定義 21
光度曲線の例 21-24
公報 35-36
黒点 63
呼称 17-18
こと座RR型星 22
こと座RR型変光星観測プログラム 63
視野 4
食連星 23
食連星観測プログラム 66
新星 22
スターホッピング 14,47
星座名 19
星図(atlas) 5, 34
星図(charts) 5-8
星図上の方角 11-12
星図の大きさ 6
世界時(UT又はUTC) 27
世界時間帯地図 29
接眼鏡 4
相図 21
太陽観測プログラム 64
超新星 22
超新星捜索プログラム 64
データ記入ソフトウエア 41
等級 13
パーキンジュ効果 15
爆発型変光星 22
比較星 9-10
不規則型変光星 22
変光星の種類 21-24
変光星名 17
補間 10
脈動変光星 21-22
目盛環 9
ユリウス日（1996年から2025年の一覧表） 31
ユリウス日の計算方法 26
ユリウス日の計算例 27
ユリウス日の端数 30,32
より暗い（Fainter-Than） 15,43
新星捜索プログラム 64
突発電離層擾乱：SID 64