

都市近郊における天文観測教育と、 眼視用望遠鏡の設計 (I)

—教育テーマと望遠鏡の必要条件—

中 嶋 浩 一

1. はじめに

現代における天文観測教育の必要性

近年の宇宙科学の発展により、天文学への一般の関心はかつてない高まりを見せており、また科学雑誌やテレビ、プラネタリウムなどによる天文知識の普及もめざましいものがある。

しかしその反面、人々が実際に「まっ暗な夜ぞらにきらきら輝く星を眺める」という機会は、環境の都市化によって非常に少なくなってきた。「星を眺めて無限の宇宙に思いをはせる」ということは、人里はなれた山奥や海岸に出掛けたときにしか体験できなくなってしまった。今回のハレー彗星にしても、関心が高い割に実際に見た人は少ない、ということもこの事情をよく現わしている。

昔から、天空の現象は人々の思想や感情に大きな影響を与えてきた。このような昔の人々の想いは、現代の我々がテレビやプラネタリウムで天体を見る時の感じとはずいぶん異なっていたのではないだろうか。現代の宇宙観は、天文学の発展により昔とは比較にならない豊かな内容のものとなっている。しかし自分の目で星を見ていない現代人の宇宙観には、昔の人

のそれに比べて何か欠けているものがあるのではないか。実際に暗い夜ぞらに星を見、昔の人々の想いを追体験することによって、我々はさらに新たな宇宙観を作り上げてゆくことができるのではないだろうか。

このような意味で、筆者は、夜間に実際に星を眺めつつ天文学の知識を学ぶ、という意味での「天文観測教育」の必要性を強調するものである。

都市近郊での天文観測教育の必要性

もちろん、都市近郊では街の灯とスモッグおよび高い建物により、夜ぞらに星がほとんど見えないのが現状である。都心をかなり離れた国立・小平であっても、細かい星座の形を識別することはよほど条件が良くない限りほとんど不可能である。

しかし逆に、都心を離れた夜ぞらの暗い所に泊り込んで天文観測教育が可能であるかと言うと、実際にはスケジュール・費用等の関係でなかなか実現しないか、また実現しても天候の関係で不成功におわることが多いのが現状である。また最近では、星ぞらのきれいな所も少なくなってきた。

このようなことを考えると、自宅から往復できて宿泊する必要がなく、晴天の時を待って随時行うことが出来る「都市近郊の天文観測」のメリットは大変大きいと言わねばならない。

都市近郊での天文観測教育の可能性—本稿の目的

たとえば星座の観察や星野写真の撮影実習などは、明らかに都市近郊では不可能であるが、他方望遠鏡による惑星の観測では、夜ぞらの暗い所へ出掛ける必要は全くない。これは真偽の程はわからないが、むしろ都心の方が安定していて良く見えるという説さえある。

いずれにしろ、都市近郊の天文観測では望遠鏡などの補助手段が必要不可欠であるが、それではどのような装置を用いればどのような天文観測教育

が可能であるか、勉強するテーマとしてどんなものがあるか……これらを検討するのが本稿の目的である。特にここでは、単に天体を望遠鏡で見せるというだけでなく、一つの体系的な天文教育テーマを基調としつつ各天体の（テーマ中での）意義を明確にしてゆく、という方法を重点的に検討する。

本稿をⅠとⅡに分け、Ⅰでは教育テーマとその観測対象および観測装置の必要条件を、Ⅱではそれらの条件を満たした観測装置の具体的な仕様を、それぞれ論ずる。また観測天体に関するデータはⅡにまとめることにする。

2. 天文観測教育テーマの分類

観測テーマ

従来の天文観測教育においては、「天体を望遠鏡で眺めてその不思議な姿を見、そこから宇宙の神秘を学びとる」ことを目的としていた。このような立場から、観測テーマとして、月、惑星、衛星、彗星、二重星、ガス星雲、天の川、渦巻星雲、星団、および太陽、などが用いられた。これに対し単独の恒星は望遠鏡で眺めても何の形も見えないので、恒星を見るということはあまり考えられなかった。これでは観測対象は非常に限られたものになってしまう。さらに月および惑星と二三の明るい星雲を除いては、はっきりとその形を見られるものはほとんどなく、それらの天体の天文学的な意義を知らずに観望して、天体観測に失望感を味わう場合もあった。

これに対し、「天文学の一つのテーマを勉強しながら、それに関係のある天体を実際に確認していく」という学習中心の立場であれば、一見何の変哲もない恒星も重要な意味を持つ観測対象となってくる。ぼんやりとしか見えない球状星団も、恒星進化論に欠くことのできない教材として見ることができる。さらに目に見えないブラックホールのようなものでも、その位置に望遠鏡を向けてみたいという気持は誰しも持つのではないだろうか。

このような観点から、本稿では「テーマ学習中心の天文観測教育」ということで観測テーマの整理を試みた。ただしここでは、前記の観測テーマの内、太陽と天の川については検討から除外した。これらはそれぞれ、恒星・惑星用とは異なる構造の望遠鏡を必要とするからである。

教育テーマ

現代の天文学の諸成果を、夜ぞらの星を眺めながら解説しようとする場合、どのようなテーマが可能であろうか。まず実用の天文学としての位置天文学、これは明るい恒星を用いて星の動き・時刻・経緯度などを調べる。また物理学の基礎を与えた天体力学、ここではケプラーやニュートンのエピソードを交えながら惑星や衛星の動きを見てゆく。さらに太陽系の起源や地球外生命の可能性を探る太陽系天文学。特に月は観測が比較的容易であり、多くの解説材料を提供する。また恒星・星団・ガス星雲のほとんどを観測テーマとして包含する恒星進化理論、近年精力的に研究されている銀河系天文学、光以外の電波・赤外・紫外・X線などによる新しい天文学（ただしその対象天体は見えないものも多いが）、等々が考えられる。さらに、それらの理論に組み込むことが難しくて天文学者を悩ませる特異な恒星たちも一見に値しよう。

以下の各節で、これらの天文学テーマについて、その解説内容、観測対象、また使用望遠鏡にはどのような設備が必要か、などについて検討する。

3. 位置天文学

概 論

小学校理科における天文学テーマでは、まず太陽の動きの観察から昼と夜、時間、季節、東西南北の方向などについて学び、ついで星座と季節、北極星と日周運動、月の動きと満ち欠け、などを学習する。これらはみな

位置天文学であり、これ以外のいわゆる天体物理学テーマは小学校高学年で少し出てくるだけである。位置天文学の観測教育の必要性は大きい。

高等教育にあっては、赤経・赤緯などの座標系の定義と、各座標系の相互の運動、という形で位置天文学を学ぶ。また広義の位置天文学には次節の天体力学も含まれる。さらに専門家の位置天文学では、地球自転の研究を通じて地球物理学とも深い関連を持つ。

したがって、本節における天文観測教育のテーマとして、「天球とその座標系の理解」、「天球の日周運動と時刻との関係の学習」、「天球上の太陽の動きと季節との関係の理解」、「天測による地上の位置測定の実習」、などが挙げられる。さらに、観測とは直接むすびつかないが、これらの研究テーマの応用成果としての測地学、地球自転変動研究、地球物理学などについても言及することにより、一層の現解が得られよう。

もともと位置天文学は、望遠鏡以前の天文学から発展したものであり、その意味でプラネタリウムによる解説の方が適していると言える。実際プラネタリウムでは星座もよく見え、天球に座標軸を書き込むこともできる。しかしある程度星の見えるところであれば、次項に述べるような意味もあるので、ぜひ位置天文学の観測実習を行いたい。その際、望遠鏡はどのような役割を果たすことができるか、またそのために望遠鏡にはどのような装置が必要か、ということの本節で検討する。

天球座標系を理解するということ

天球とその座標系を理解するには、一種の現実体験が必要である。人は各自の頭の中に、自分の周辺の環境の詳細な「模型」を作り上げている。例えば自分の現在地やそこでの方向などはその模型の中の位置・方向と対応づけて初めて「理解」される。よく言われる「方向オンチ」は、その模型に方向性が定まっていない人であると言えよう。そしてこの模型にひと

つのドームをかぶせ、そこに北極星や天の赤道、子午線、各季節の星座、などが描かれれば、「天球座標系」が実際に理解されたことになる。大切なことは、自分の住んでいる街の模型と天球のドームをしっかりとドッキングさせることであり、このために実際にその街の中で星ぞらを見る必要があるとなる。例えば東京タワーや通天閣の見えるところで星を見る必要があるのである。

この観点から言うと、プラネタリウムはやはり一つの別世界であり、そこでの体験は直ちに現実体験には結び付かないのではないだろうか。北極星を自分の住んでいる街の中で実際に見ない限り、模型ドーム上の座標系は正しく作られないのではないか。ここに実際の夜ぞらでの天文観測教育の重要な意味がある、とすることができる。

蛇足ながら、興味ある心理的現象として、この認識されたドームは各人各様ではあるが有限の (i. e. 無限でない) 半径を持っており、さらになりにつぶれた (i. e. 半球型でない) かたちであるということがある。実際、筆者の感覚としては、底面の大きさは国立を中心として東京と神奈川県をおおう程度、高さは一万メートルくらいのもので、となって3分の1くらいにつぶれている。中天にある月よりも、月出、月没頃の月の方が大きく見えるというのも、このつぶれたドームによって説明されている。

観測天体と学習テーマ、および望遠鏡の仕様

(1) 北極星

各テーマの詳細は別稿にゆずるとして、項目のみ列挙すると：北極星のみつけかた、天の北極の理解、北極星が天の北極から少し離れていること、歳差運動による北極星の動き、北極星を利用した方位や緯度の決定法、など。

望遠鏡の必要項目は、まず北極星が見やすい構造であること。これはマウント (i. e. 架台の方式) の問題となる。それから、これは以下のすべての項目に共通することであるが、眼の視線の方向と実際の天体の方向とが一致することが、観測の実感を強める上でぜひ必要である。すなわち屈折望遠鏡かカセグレン式の反射望遠鏡のほうが、ニュートン式やナスミス式よりも望ましい。さらに天球座標系との関連づけから、経緯台よりも赤道儀のほうが良い。また接眼部も正立像のものを用いたい。

また北極星と天の北極との関係を見るために、望遠鏡の光軸を正確に天の北極へ向けるための高精度 (赤緯) 目盛環、および北極星と天の北極の両者を同時に見られる広い視野、などが必要となる。暗視野照明と十字線・同心円目盛のあるアイピースの必要性は言うまでもない。

北極星などを用いて地上の経緯度を測る「天測」の場合は、架台は経緯台のほうが好ましいことになるが、天測では水準器が本質的に重要であり、これがうまく取り付けられれば赤道儀でも同様に可能である。しかし実際の天測の学習は、本来その目的に使用される「経緯儀」(i. e. セオドライト) を別に用いるべきである。

(2) くじら座 α (ミラ), オリオンの三つ星, おとめ座 γ, ζ , へびつかい座 δ , わし座 θ , みずがめ座 α —天の赤道

これらは天の赤道からほぼ3度以内にある星であり、これらを用いて天の赤道の把握、および星の赤経・赤緯の理解を深めることができる。

天の赤道を視野内に実現させこれらの星との関連を見るために、前項と同様に精密な (赤緯) 目盛環が必要である。このとき、通常の望遠鏡に往々見られる「環が望遠鏡と共に動き指標が固定されているような構造」は、目盛りとしては使用できるが、座標軸が動くことになり理解を妨げることになると思われる。環は架台のほうに固定すべきである。また赤経環は天

球に対応して恒星時で回転させる必要がある。

(3) アンドロメダ座 α (ペガサスの四辺形の一角), カシオペア座 β , からす座 ϵ , しし座 β , おおぐま座 γ (北斗七星中央部) —赤経の基準方向

前二者は赤経 0 時, 後三者は赤経 12 時付近の星である。いずれも都市近郊で眼視可能な明るい星であり, これらにより天球上に赤経の基準の大円を描くことができる。また, いろいろな星座のおおよその赤経値の判定基準も与えられる。現在の春分点付近には目立った星はないが, 目盛環により望遠鏡をその方向へ向けてみるのも一興である。そしてこのときの望遠鏡の角度から「恒星時」が理解される。なお秋分点付近には, おとめ座 β がある。

(4) おうし座 ϵ (ヒアデスの一角), ζ , ふたご座 μ , しし座 α (レグルス), おとめ座 α (スピカ), さそり座 β , いて座 σ (南斗六星), やぎ座 δ —黄道

これらを結んで天球上に黄道を描くことができる。ただしもともと黄道は赤道に対して相対的に理解されるものであり, この意味で黄道の学習にはプラネタリウムのほうが適しているといえる。しかし望遠鏡の構造を工夫して, 目盛環により望遠鏡を黄道の方向に向け, 十字線を傾けて黄道に合わせられるようにすれば, 惑星の黄緯を調べることができていろいろな学習が可能となる。例えば次節の天体力学に特に有益である。

(5) 日周運動の観察

はじめて高倍率の望遠鏡を見た人にとって, 固定された望遠鏡の視野内に星が東から西へ実際に移動して行くのは印象的である。そしてこの移動を定量的に観察し, また赤緯の違いによる移動速度の違いを見るために, アイピースには視野内目盛が要求される。

(6) 月の満ち欠けと見え方

これはぜひ実際に見ながら学習する必要のあるテーマの一つである。特に月齢と太陽角度との関係、および欠ける方向と太陽方向との関係などは、実物で体験するのが最善である。ここでは望遠鏡は不要である。

4. 天体力学

概 論

現代天文学における天体力学は数学的な理論が中心であり、学校教育ではむしろ物理学の分野で扱われる。その意味で天文観測教育に直接結びつくものは少なくなっている。もともと天体力学は惑星の運動の観測から導かれたものだとは言っても、観測データからケプラーの3法則を導くのはかなり高度の数学を必要とする。

それでも、実際に惑星や木星の衛星が動くありさまを観測しながら軌道要素やケプラー運動の解説を聞けば、数学的理解はともかく知識として定着させることはできよう。

観測テーマと望遠鏡の仕様

(1) 惑星・衛星の位置観測

惑星の運動を見るには、刻々の惑星位置を精密に測定する必要があり、これは望遠鏡の目盛環の精度では不十分である。実際には、近くの（赤経赤緯の知られた）恒星からの角距離を精密に測って計算される。このために望遠鏡に「測微計（マイクロメーター）」を装備する。もちろん写真を用いてもよいが、「直接天体に接する」という本稿の趣旨からはマイクロメーターが望ましい。木星の衛星は木星本体からの角距離を測る。

なお、木星の衛星のうち、最も内側のイオは約 1.77 日で一周するため約

2.3 時間で木星本体を横切ることになり、この運動は一夜で十分観測可能である。

学習テーマとしては、火星の軌道の楕円性とケプラーの発見、木星の衛星の安定性と尽数関係、海王星の発見のエピソード、海王星と冥王星の軌道の安定性（古在由秀著『天文学のすすめ』講談社現代新書、参照）、等。なお海王星を見るためには望遠鏡は8等級台の性能でよいが、冥王星は最も明るくて13.6等程度であり、都市近郊では夜ぞらの明るさのため望遠鏡の性能に関係なく観測困難である。

(3) 小惑星

数多い小惑星のいろいろな軌道は、現代の天体力学の重要な研究テーマの一つとなっている。学習テーマとしては、制限三体問題のラグランジュの正三角形解とトロヤ群などを、コンピュータシミュレーションを利用してつつ扱うのが効果的であろう。ただしトロヤ群小惑星は16等級程度で大変暗く、都市近郊では観測不可能である。これに対し、セレスなどの4大小惑星は10等級より明るく、観測対象となる。

(3) 月の掩蔽

「掩蔽」は月が星を隠す現象で「星食」とも呼ばれる。これのタイミングを測定することによって、恒星に対する月の位置が知られるので、掩蔽観測データは月の運動の研究に欠かせない資料となっている。

この観測に必要な装置は、光電管、秒パルスを発生できる精密な時計（精度0.01秒）、チャートレコーダ、それに時計を無線報時に合わせるための設備、などである。この観測の長所は、比較的簡単な方法で学術的に重要なデータが得られるところにある。現代の天文学では観測技術の高度化が進み、プロの天文学者以外の人が学術的な観測データを取得することは大変困難となり、「掩蔽」のような例は非常に少なくなった。

5. 太陽系天文学

概 論

これは望遠鏡観測の最も活躍する分野でありテーマも数多くある。それだけに、観測は単なる「観望」に終わってしまい、「見た」という印象だけしか残らないことになりかねない。このような場合は再度観測したときに「あまたか」という感じを持つことになり、天文学自体への興味を失うことにもつながる。このような観点からも、学問的なテーマのはっきりした天文観測教育を行うことが必要である。

そうは言っても、この分野の現在の研究自体、探査機などによって次々と明らかにされる新観測データの morphology に迫られているのが現状である。正直なところ筆者にとっても明確な統一テーマのイメージはまだない。そのような中で「太陽系の起源論」と「生命の起源・地球外生命」は比較的明確なテーマであると言ってよい。すべてをこれらでまとめるわけには行かないが、解説の際に一つの視点にはなり得る。現に、ハレー彗星などもこれらの視点で論じられることが多い。

また探査機などによってもたらされた月や各惑星の姿に関する最新情報も、現代人に必要な基礎知識であり、個々にまとめておきたい。特に「月」は、学習テーマを選べば個々のクレータや山々がそれぞれ観測対象となり、豊富な題材を有するが、それらを月齢別に整理しておくことが必要である。

念のため附言しておくが、通常の学校教育ではあまり頻繁に天文観測教育を実行するわけではないので、前述のような「単なる観望」であっても、天体に親しむ意味での教育的意義は十分にあると言わねばならない。

太陽系起源論について

これについては昔から潮汐説・星雲説等いろいろな説や理論があるが、

近年では後節に述べる「恒星進化論」の中の「恒星の誕生」のところで総合的に論じられている。ここで一応のストーリーは述べられているが、太陽系起源の理論は膨大な観測データを有する「地球」の起源論をも取り込まねばならず、両者を総合したストーリーの展開はまだまだ程遠いように思われる。むしろ現状では「比較惑星学」などの名称で、探査機の観測データの整理を行っている段階であると言ってよい。

ただ、教育的な観点からは、たとえ未完成であっても一つのストーリーがあることは大変重要である。本稿では、このような立場から、恒星の誕生におけるストーリーを基本とし、それとの関連から月・惑星等を理解する道を検討する。このストーリーは、要約すれば：星間ガス雲が収縮して一つの恒星になる際、ガス雲の角運動量が適当であれば中心星のまわりに回転ガス円盤が形成される。この中で密度の上昇とともに分子、さらにダストが形成され、これが衝突、集積して砂粒程度の固体粒子となる。一方、これとともに回転円盤は薄く高密度になって行く。そして円盤の厚さが直径の1万分の1程度になると、固体微粒子雲の自己重力が中心星の潮汐力を上回り、円盤各部分で分裂収縮が起こる。これにより非常に短い時間に、直径10 km程度の塊が数多く（約1兆個）誕生する。これは「微惑星」と呼ばれる。微惑星は相互の引力により互いにケプラー運動を始めるが、この頃はまだ円盤の中に多量のガスが存在しており、その抵抗によりケプラー運動の半径は小さくなり、微惑星は相互に合体成長して大きな惑星が形成されてゆく。このとき中心星からの距離により温度環境が異なり、「地球型」や「木星型」に分かれる。その後、中心星が進化するとともに強力な「太陽風」が吹き出し、円盤内のガスを吹き払う。すると残った微惑星はもう合体できず、そのままケプラー運動を続ける。これが衛星である。あるいは、ある程度成長した惑星に衝突するか、または一種のニアミスを起こして軌道が曲げられ、円盤の外へ放り出される微惑星もある。その衝突

の跡がクレーターであり、放り出されたものが長年の後に戻って来たのが彗星である……等々（中沢清編『太陽系の構造と起源』恒星社現代天文学講座3，参照）。

生命の起源・地球外生命について

これは「天文学」のカテゴリーを超えるテーマであるが、最近では宇宙の森羅万象を扱う「コスモス学」的な立場で天文・生命を同時に論ずるようになってきた（カール・セーガン著『コスモス』朝日新聞社，参照）。このような扱いかたにより、天文学がある意味で一般の人々の身近なものとなってきたことは確かである。いずれにしろこのテーマに対する一般の関心は非常に高く、天文観測教育においてもぜひこれに言及しておかねばならない。

太陽系の天文観測教育では、各惑星を観望しつつその環境の説明をすることになるが、その際に「生命の存在の可能性」の観点からひとつのストーリーを作ることが考えられる。また、地球のように生命の存在によって環境も変えられる（e. g. 酸素が多くなった）という観点も重要である。

太陽系外の生命については、いろいろな恒星を「生命の発生に適・不適」という観点から分類する、というテーマとして扱われる。可能性のある星としてよく言われるものに「くじら座 τ 星」（3.5等級）があり、ひとつの観望対象となろう。

ところで筆者としては、これらの話の最後を「いかに生命が貴重なものであるか」、「生命を守り育てるべき我々の責務」という結論でまとめたいわけであるが、現実には宇宙の姿が我々の日常とあまりにもかけ離れすぎているために「宇宙の生命」という実感がわいてこない、という問題がある。人間的なテーマと天文学とがどのように係わって行くかという大きな問題の一側面として、ここでは単に問題提起にとどめておく。

観測テーマと望遠鏡の仕様

(1) 内惑星

これはまず「満ち欠けのようすと太陽との位置関係」を学習することが第一であろう。このためにも、望遠鏡の視野は正立像にすべきである。さらに、水星を見るためには望遠鏡の東西方向に障害物がなく、地平線近くまでひらけていることが必要である。

このほか、月・惑星全体に共通することであるが、観測対象が比較的明るいので高倍率で見られること、および写真撮影ができること、などが指摘される。インスタントカメラが装着可能な望遠鏡を検討すべきである。

(2) 外惑星

観測テーマは、いずれも「よいシーイングをねらって表面の模様を見る」ということになる。詳細な教育テーマについては省略するが、ここで「シーイングと望遠鏡の見方」も一つの重要なテーマである。

(3) 月

前述のように、「月」には多くのテーマがあり、例えばアルフォンサスや雨の海などのようなストーリーもある（古在由秀著『月』岩波新書、参照）。これらを解説しながら、個々のクレタなどを見てゆくのであるが、これらの見え方が月齢によって大きく変わるので、その観測の手順を考慮しておく必要がある。これらは本稿第Ⅱ部で論ずる。

望遠鏡としては、アイピースの倍率に応じて増減可能なニュートラルフィルターが必要である。特にこれらの着脱がワンタッチで容易に行えることが望ましい。

(4) 彗 星

これはいつでも観測できるわけではないが、ハレー彗星が見えなくなっても数年に一度くらいの頻度でなんらかの彗星が見えるものであり、観測テーマとして十分可能性がある。しかし彗星のような広がった天体は、都市近郊では条件が最も悪い。それでも太陽系起源論などからも重要な教育テーマであるので、コマの部分だけでも目を凝らして見てみたいものである。

望遠鏡としては、広視野・低倍率の機能の他に、比較的動きの速い彗星を追尾するために赤経・赤緯の微動機構が必要となる。

6. 恒星進化理論

概 論

「恒星進化理論」は、数多くの恒星の詳細な観測データを駆使しつつ、星間ガス雲からの星の誕生、星の成長のプロセス、星の老年とその最期にいたるまでの壮大なストーリーを構成する一分野であり、天文学の中でも最も成功し良くまとまっているものの一つである。上記の星の一生の各ステージがそれぞれ特徴ある教育テーマとなっており、またそれらに対応する観測テーマも多い。特に星の最期は、超新星、パルサー、ブラックホールなどの多彩なテーマに関連している。また恒星をその色やスペクトルで識別・分類することも一つのテーマである。

これらについて、望遠鏡に一般的に要求される装置として、まず「任意の二つの星を一つの視野に同時に取り込み、眼視で比較する装置」を提案したい。学問的には、星の明るさやその変光、星の色などは、光電管とフィルターなどによって測定するが、ここではあくまでも直接自分の目で確かめるという立場から、このような装置を考えたわけである。筆者の知る限りではこのような前例はないが、ミラーの組み合わせで実現可能である。詳細は本稿第II部で論ずる。また眼視によるスペクトル観測装置もほしい

が、このためには大口径の望遠鏡が要求されることになる。

教育テーマと観測対象

(1) 恒星の誕生

星間ガス雲が互いの衝突などにより部分的に密度の高いところができる
と、それが自己重力により収縮して高温・高密度になり、恒星が誕生する。
一つのガス雲から多くの恒星が次々と生まれるので、やがてそれは(散開)
星団になる。さらに時間がたつとそれはバラバラになり、銀河の中にとけ
こんでしまう。このように、いろいろなガス雲や星団をみると、恒星誕生
の各ステージが理解される。

まず、オリオン星雲(M 42) はまさに星が生まれ始めているところであ
り、まだ赤外線ではしか見えない原始星や、生まれて1万年程度の星(i. e.
トラベチウム)がみられる。それに対し、夏の干潟星雲ではまだガス雲の
まま部分、その密度が高くなった部分、さらに星団となった部分が同一の
視野内に見られ、その情景は圧巻である。ただし残念ながら都市近郊では
星団の部分以外はよく見えないので、ガス雲についてはスライド写真の併
用を考える必要がある。できれば、光路の切り替えにより望遠鏡のアイピ
ースにスライド写真のイメージを導くような構造がほしい。

プレアデス(M 45)は広がりも大きく望遠鏡にはあまり適さない(i. e.
双眼鏡などがよい)が、スライド写真で見ると星団化が進みつつまだガス
雲が少し残っている状態がよくわかる。そのほかの各散開星団は、いろい
ろなバラツキ状態により年齢を判断することができる。星団は都市近郊で
も比較的よく見えるので、有効に利用できる天体である。

(2) H-R 図といろいろな恒星

いわゆる「H-R 図」は、最も重要な教育テーマの一つである。いろい

ろな星の個性を H-R 図の上にとまとめることができると同時に、恒星の進化の道すじがこの図の上に描かれる。H-R 図の各部の星の代表的なもので観測に好都合なものは本稿第 II 部にデータとしてまとめる。これらを順次観望する際、前述のような「恒星を比較する装置」によって色や明るさを見てゆくようにしたい。

またいろいろな星団とその H-R 図との関係も、重要な観測テーマである。特にペルセウス座 $\eta+\gamma$ 星団 (NGC 869・884) などは青や赤の星の区別がよくわかり、最適な観測対象である。「球状星団」を観望しつつその H-R 図を説明することは、恒星進化理論の中心のテーマであると言っても過言ではない。

(3) 惑星状星雲

こと座環状星雲 (M 57) に代表される「惑星状星雲」は、都市近郊でも比較的良好に見える天体である。この星雲の中心にある星は高温・大質量であって、一般に大質量星は不安定であるために爆発を起こして自身の一部を吹き飛ばし、あのような星雲をつくったと考えられている。

星の質量・温度・不安定性などは「恒星内部構造理論」による明解なストーリーがある。特にエディントンが「質量光度法則」を発見したときのエピソードとして、ぎょしゃ座 α (カペラ) なども観望対象に加えることができる。

(4) 星の最期

「星の最期」はその星の質量によって異なる。大質量の星は赤色超巨星を経たあと大きな超新星爆発を起こし、特徴的な爆発ガス雲を放出しつつ中心部にバルサーやブラックホールを形成する。その典型としての「かに星雲」(M 1) は、都市近郊でも観望可能である。

またベテルギウスのような赤色超巨星も、爆発直前の星として見ればま

た興味ある観測対象となる。

7. 特異な恒星・連星

概 論

これについては、北村正利著『星の物理』東大出版会、に詳しく述べられており、ここでは詳細について論ずることは省略する。また観測天体のデータについては本稿第Ⅱ部にまとめる。

望遠鏡の必要条件は基本的に前節と同様であるが、特にアルゴルの変光を見るために前述の「恒星比較装置」が有効となろう。

8. 銀河系天文学

概 論

これはいわば都市近郊での観測には最も不むきな対象であるが、条件の良いときには幾つか見ることができるので、テーマに加えておきたい。

いわゆる「宇宙論」は、究極の天文学と言ってもよく、一般の人々の関心も高い。これは本質的に「解説中心」のテーマであるが、遠方の銀河系を見ながら話を聞くのも有効であろう。

9. おわりに

以上、現代天文学の種々のテーマについて、その観測可能性、観測対象、望遠鏡の必要条件などを論じてきたが、具体的な天体、その位置・明るさ等の諸データ、観測スケジュール、および必要な観測装置の設計などは、本稿第Ⅱ部にまとめる。また参考文献についても第Ⅱ部とした。