

となる。第4, 5表で()で示した値がこれである。現実の太陽系で見られる尽数関係の頻度が期待値6に対して9であることは1:3で示される程度に起り難いことが示される。土星衛星系ではこの数値は1:2となる。実はこれだけから尽数関係の頻度の高さを引出すのはいささか気がひけよう。しかし惑星系, 土星衛星系を一括すると29ケのサンプルで19ケの尽数関係が存在することになり, 一方期待値は13.7ケである。このとき上述の確立比は1:7となる。さらに木星系(8ケ), 天王星系(9ケ)を加えて計46ケのサンプルについて見ると尽数関係は33ケの頻度で起っており, 期待値21.7に対する確率比は1:27と小さくなり, 明らかに現実の太陽系で尽数関係が好まれていることが結論できる。

以上の理論はA.E. ロイとM.W. オヴエンデン²⁾による。文献2)では $\epsilon < \epsilon_0$ を採用した場合や, また n_A, n_B と n_B, n_C が夫々尽数関係にあるため n_A, n_C が必然的に尽数関係になる場合に対する考慮なども論じてある。筆者はむしろボーデやシュミットなどの距離法則

が, 平均運動の尽数関係の頻度という立場からみると乱数表以上の意味がない, という結果に興味をもった次第である。もちろん, シュミットの法則に意味がないといえるわけではない。ただ, 太陽系の現在の配置は, 太陽系に原始惑星が生まれ, それが惑星に成長するまでの長期間にわたる力学的淘汰の結果であることを示している。どのような力学的淘汰で尽数関係優先の配置となったか……これはもっとも興味をそそる問題であるが今のところ知るよしもない。しかし大型計算機によれば, 惑星に, 例えばシュミットの法則の示す配置をとらせて, それが現在の配置に移りうるか否か「実験」することも不可能ではあるまい。

参考文献

- 1) 民科地学団体研究会, 地球進化論, 第1部, 三一書房(1954)
- 2) A. E. Roy & M. W. Ovenden, Observatory, 114, 232 (1954)

地学天文教室

暦・星図・天体望遠鏡について

土 田 嘉 直*

1. はじめに

小学校・中学校・高等学校における天文教育について考えるときに, 忘れてはならないのは担当教員の大部分が特別には天文に興味や関心を持ってはいない, ということである。

小・中・高校を通じて教員の総数は約80万人おり(昭和40年度), その中で天文教育を担当している教員数は30数万人数であろうと思われる。その中の大部分を占める(27万人位か?)小学校教員は, 国語・社会・算数・音楽・図画・工作・体育・家庭の各教科を担当し, 給食・交通安全などの雑多な仕事も受持っており, その半数近くは女子教員である。

また4~5万人に当る中学校教員は, 天文教育の外に物理・化学・生物・地質・気象などを担任し, その半数ぐらいは数学とか技術科なども受持っているであろう。

また5千~1万人に当る高校教員は, 天文教育の外に地質・鉱物・気象・海洋などを担任しており, その大部分は教員養成機関において, 天文よりも地質についてより深く学習したものと考えられる。

このように担当学年が下がるにつれて教員数は飛躍的に増大し, また担当内容が広がるので, いきおい万能

選手型にならざるを得ない。

こういう状況を考えると, 小・中・高校における天文教育の担当教員には, 天文月報の読者のような天文愛好家が多いとは期待できない。特に小学校教員についてはこのことを銘記しなければならない。

したがって学習指導(授業など)の方法や, それに使う教具(観測機械など)について考えるとき, 天文愛好家でなければできないような名人芸を必要とするものは, なるべく避けなければならない。このことは教員の研修を指導して痛切に感ずるところである。

このような考えから, 最も基本的な教具である天体暦と星図と望遠鏡についての私見を述べて, 出版社・望遠鏡メーカーおよび天文愛好家各位に訴えたいと思う。これ以外の教具(天体投影機など)や参考書についても類推されたい。

2. 天体暦について

天体暦は学習指導そのものに使うよりも, その準備や整理の段階に必要なものであるが, 天体の観測指導には絶対に欠かせないものである。

天体暦として市販されているものの中で, 入手しやすいのは理科年表と天文年鑑である。天文担当の教員は, まずこれらの暦を使うべきであると考えられる。べきと書いたのは, 現状がそうならないからなのである。

* 埼玉県立教育センター

理科担当教員の中には、理科年表や天文年鑑をまだ見たことのない者が相当いる。そういう教員は、例えば月の観察指導にあたって、新聞のこよみ欄を見て月令や月出月没時刻をしらべたりしているのである。

こういう状況を改善するのは、文部省をはじめとして各県におかれた教育局指導課や理科教育センターの任務であると思うが、また暦自体にも大きな原因があるのでなかろうか。

理科年表暦部は普通に入手できる最も基本的な天体暦であるが、一般の教員にはまことに使いにくいものである。天文年鑑もアマチュアのアマチュアには適合するが、一般教員にはやはり使いにくい。こういう天体暦は、本来科学の専門家や天文愛好家を対象として作られたと思われるが、一般の教員、少くとも音楽や体育を得意とする小学校教員を対象としたものではない。だから学習指導についての配慮はあまり払われておらず、こういう教員が最も必要とする内容が記されていないのである。

そのようなわけで、私は中・小学校の天文教育に必要なと思われる事項をぬき出して編集した天体暦（埼玉県理科天象暦）を県内の希望校に配布しているが、その編集方針を次に簡条書きにして、私が考えている教員向きの天体暦が備えるべき条件について説明してみたいと思う。

(1) 使用者が計算を必要としないこと

暦に記載された数値や図形が、そのままでは使えず、何らかの換算や変形が必要なことは、一般教員にとってまことに不便なことである。例えば赤道座標や黄道座標から地平座標への引き直しとか、観測地点の違いによる時刻や地平座標の修正とか、0時ETにおける値を観測時刻における値に直す補正などがこれである。

また位置に関する表示はできるだけ図によって示すべきで、数値で示されると一度作図しないと状況がわからない。これも一種の変形で、不便なことである。

物理や化学の実験ならば、器具と材料さえあれば参考書を見ながらその場で実験できるものが多い。もし参考書が不親切で、薬品の量を示す代りに分子式と原子量だけしか示してなかったら、使用者は一々やっかいな計算をしないと実験ができなくなる。理科年表を使って天体観測を行なうのは、ちょうどこの不便な参考書を使って実験するのに似ている。

もっとも、換算や変形を全く必要としない暦は一つの実験であって、暦の紙数の関係や、図や表の明瞭さを保つためには、若干の換算や変形が必要なのが常であろう。しかし換算や変形の手数が増えれば増えただけ、確実に使いにくさも増えることは事実である。

(2) 現象の状況は図や数値で表わすこと

現象の状況を文章だけで表記すると非常に分りにく

い。ぜひ図や数値で表現したい。特に図で表わせる内容はできるだけ図を使うとよい。

(3) 学年順に配列すること

一般に天体暦は太陽・月・惑星などの対象の順、または日付の順に記載されているが、使用者の教員が直接必要なのは担当学年に関するものだけである。それを一般の天体暦の中から能率よく選び出すには、ある程度の慣れが必要であり、一般教員向きではない。ぜひ学年順に配列したい。

(4) 内容を精選すること

学習指導に必要ないものは思い切って切捨てた方がよい。あれもこれもと盛りだくさんになるのはアマチュア趣味である。それが見えるから書くのではなく、それが必要だから書くという方針が必要である。

内容選定の一応の基準は学習指導要領に示された事項であろう。

(5) 載録期間を学年度に合わせる

普通の暦はすべて1月から12月までの暦年度を使っているが、これでは3学期の計画が年末にならないととてられない。ぜひ4月から翌年3月までの期間を採用すべきである。そして発行は3～4月がよい。

(6) 天候による障害の可能性を表現する

6月は天気が悪く、1月は天気がよいというのは表日本に共通なことであるが、他の季節がどの程度に良いのか悪いのかを表現する必要がある。そうしないと悪い時期に観測計画をたてて失敗することがある。埼玉県で7月や9月に観測指導を実施して失敗するのは天候のためである。

児童生徒に天体を観察させる場合は家庭学習になることが多く、成功不成功に及ぼす天候の影響はアマチュアの個人観測よりもはるかに大きいものである。

天候は地域によって大変に様態が違うが、晴曇の率について考えると、日本各地の大部分は表日本型・裏日本型・中間型のどれかに属する。私はその土地の1ヵ月ごとの天気日数から(快晴日数+晴日数×1/2)÷(月の全日数)の値を計算し、これを晴率と名付けて天候の良さを表現した。

(7) 天体の高度角による時期の選択

大抵の場合、1回の観測指導には最低1時間ぐらひは必要である。そして月と太陽以外では高度角10°以上でないと雲やもやに妨害される。これらの条件に適合する期間を暦の中で明示する必要がある。これは惑星・星座・変光星などについて十分に考えられなければならない。

(8) 日付と曜日と時刻の表示をする

観測期間が短いときは日付と最良の観測時刻を表示する。また曜日は学習指導上では重要なので、日付にはできる限り曜日を並記することが必要である。

(9) 精度は低くてよい

一般に学習指導では高い観測精度は必要ない。時刻で1分、角度で1°の精度があれば大抵は間に合う。

(10) 食現象は独立した項目にすること

日食・月食・惑星食などは機会も少ないので、学年にかかわらず観察させる方がよい。暦の上でも、どの学年にも属させずに独立した項目にするのがよい。

(11) 夏休みの項目をつくること

夏休み中はキャンプや合宿などで、天体について直接に観察指導ができる機会があるので、夏休み中の天体現象を独立した項目とするとよい。その内容には月相・惑星状況・流星群・変光星などを取り上げる。

(12) 学年別内容

学年毎の内容としては、学習指導要領から考えて次のようなものが妥当であろう。

小学2年——月の形と観察日時(三日月・半月・満月の観察しやすい日付と時刻)

小学3年——月の地平座標と形(毎日一定時刻の月の地平座標、毎日の1時間の月の日周運行、月の形と表面のもよう、三日月の傾き)

小学4年——惑星の位置と明るさおよび月相、月の視位置(星座の観察に関係する惑星の位置、月相、天体投影機のための月の視位置)

小学5年——月面観察の時期と時刻(月面の凹凸を観察し得る時期と時刻範囲)

小学6年——太陽の表(日出と日没の方位と時刻、南中時刻と高度、南中時の棒の影の長さ、昼の長さ、以上のことを毎月少なくとも1日について示す)

中学3年——月出と月没の時刻、惑星の動きと表面状況、流星群(数日間連続して無理なく月出没を観察できる時期と出没時刻、恒星の近くを惑星が通る時期と位置、金星の形、木星の衛星、土星環の傾き、条件の良い流星群の日付と時刻と方位)

高校1年——変光星、木星衛星の食(ミラとアルゴルの変光曲線と予報、木星の衛星の食現象のうち一夜のうちに開始と終了の見られるもの予報)

以上のほか、太陽黒点の極小期における予想数や、特殊な惑星現象を記載することも必要である。また指導例を記載することも有効であろう。

3. 星図について

およそ天体現象を観察するとき、最も基本的な必要品は暦と星図であろう。ところが星図も、暦と同様に大抵の学校には満足なものがそろえられていない。その理由の一半は星図そのものにある。

現在、学習指導内容に沿った良い星図は市販されていない。外国製の著名な星図まで含めて、星図は一般の教員には使いにくいものである。それらはいずれも専門的

な観測者やアマチュアのために作られたものであって、学習指導者の要求は深く考慮されていない。以下にそのような星図が備えるべき条件について述べる。(児童生徒用には明石市立天文科学館発行の学習用星図が優れている)。

(1) 星像の大きさと等級

一般に星図は星の明るさを等級別に1等または0.5等ずつに区切り、それぞれの段階について星像の大きさや形をきめて表現している。そのために明るさのわずかに違う2星が著しく違う形式で表現されたり、逆に相当に明るさの違う星が同じ形式で表現されてしまうので、実際の星空とは感じが違ってしまふ(カストルとポルックスが前者の好例である)。

そこで少なくとも2.5等までは0.1等刻みに星像の大きさを変えるべきである。2.5等以下については必ずしもその必要はないから1等刻みでよい。また星像は大きさのみによって光度を表現すべきである。それ以外の例えば光条の数などで等級を表現すると、実感とは大きな隔りができる。記載する最低等級は4~5等でよい。

(2) 星像への傍記事項

星像の傍に等級が記入してあると便利である。2.5等以上の星については0.1等単位の等級を記入する。これは前項の星像の大きさを0.1等ごとに区分すると、一見して等級が判断しにくいことを丁度補うことにもなる。2.5等以下の星には等級の傍記は必要ない。

また明るい星には色と固有名を付記する。これも2.5等まででよい。色とスペクトル型との関連は別に表にして示せばよい。これまでの星図では等級と色が記載されていないので、星表と星図を対照してしらべるという面倒なことをよぎなくされてきた。

傍記は赤字がよいと思う。

(3) 太陽の位置

黄道上の太陽の位置を2~5日ごとに記入する。これは天体投影機の太陽の位置をきめるのにも大いに役立つ。

(4) 赤緯範囲

日本の学校所在地の最南端は沖縄先島群島西表島の北緯24°であるから、記載の赤緯は-66°までとすべきである。これで α Cen, β Cen, α Cruなどが記載される。

(5) 地平座標換算図

透明紙に地平座標の格子を印刷し、星図に重ねて使えるようにする。これは星座の正しい位置や向きを、地平線を基準として正しく容易に知るためにぜひ必要である。換算図の基準緯度は北緯25°, 30°, 35°, 40°, 45°の5種類あれば十分である。その他の緯度には、図を南北にずらして使えばほぼ間に合う。多分赤道付近と極付近の2種類ずつ必要であろう。

(6) 白道

白道も必要であるが、交点移動に対処するためには黄道星図と透明紙の組み合わせが必要であろう。

(7) 分点

この程度の星図では分点は大きな問題ではないが、一応 1975.0 がよいであろう。

(8) スケールと図の区分

図のスケールは 1° が $2 \sim 3 \text{ mm}$ がよい。この程度のスケールだと赤道図が $1 \sim 4$ 枚、北極と南極付近が各 1 枚必要であろう。

(9) このほか一般の星図にあるように銀河、星団、星雲、変光星、重星、著名星の和名、流星群輻射点などの記載がほしい。

4. 望遠鏡について

天体観測の最も基本的な教具は望遠鏡である。もともと現在の小型望遠鏡は天文愛好家の要求に適合するように設計されている。したがって、望遠鏡をよく理解して愛用する者には使い易いが、そうでない者にはまことに使いにくいものである。或る望遠鏡メーカーの言によれば、メーカーとして小型望遠鏡の使用者としては高校教員程度を目標にしているとのことである。これでは中学校・小学校の万能選手型の教員には使いにくいわけである。しかも実際には高校教員でも、使いこなすには相当な努力がいると思われる。そこで下記のような点で改善することが望ましい。

(1) 各部の名称などの表示

いつも望遠鏡を使っている者ならいざ知らず、1年に数回しか使わない一般教員には、各部分の名称でさえも全部は覚えていられないものである。だから少なくとも重要な部分の名称はその個所に表示しておくべきである。その代表的なものには極軸・赤緯軸・極軸クランプ・赤緯軸クランプ・極軸微動・赤緯軸微動・緯度修正クランプ・方位修正クランプ・ファインダー・ファインダー受台・バランスウェイト・バランスクランプ・投影板・遮光板などである。そのほかに次のものもなるべく表示してもらえれば、初心者には大変便利になる。鏡筒・露帽・ドローチューブ・キャップ・筒受部・架台部などがそれである。

(2) 調節装置の方向表示

赤緯微動装置をどちらに廻すと鏡筒がどちらに廻るのかという方向表示も必要である。クランプの動と止の表示もほしい。一般に機械類は右にまわせば量の増加またはネジの進行になるようになっている。したがって赤緯微動は右に廻せば時角が増加する方向に動くことが望ましい。現在この点はメーカーによっては反対になっている所もある。

赤緯微動の方は、鏡筒が西向きのとときと東向きのととき

で、赤緯増加に対応する微動調節方向が変わるので一律にはいかない。しかしこれも、バランスを下にして鏡筒を西に向けた時に、微動を右に廻せば赤緯が増加するように統一すればよい。(内惑星は東側で観測するよりも西側で観測する方が多い)

クランプはもちろん右へ廻すと停止するのがよい。

また極軸には北極方向を矢印で示すとよい。

(3) 極軸傾角の表示

極軸の傾斜は一度調節しておけば大体間に合うように考えられやすいが、三脚式望遠鏡では案外調節の必要があるものである。そこで極軸の傾角を表わす目盛が必要である。

(4) 倍率の表示

普通、接眼鏡には型式と目点距離が示されているが、倍率も重要な要素であるから併記することが望ましい。倍率は対物レンズの焦点距離によって変わるので、顕微鏡のように対物部の数値と接眼鏡部の数値の積によって求める方法も考えられる。

倍率がわかれば実視野もほぼわかるので都合がよい。

(5) バランスの位置と焦点調節位置の表示

鏡筒やバランスウェイトの適切な位置を、あらかじめ印をしておくと非常に便利である。もちろん太陽投影板や天頂プリズムなどを付けるとバランスが変わるので、これらを付けた時と付けない時の3種類ぐらいの表示が必要である。

また焦点調節の適切な位置をドローチューブに表示することも、同様に非常に役立つ。

(6) 磁針と水準器

磁針や水準器を架台に付けることも有効であるが、同時に極軸と架台の方位と水平の調節が手軽にできるような機構が必要である。

(7) 軽量小型化

慣れない使用者にとっては軽量化と小型化は非常に重要である。もちろん軽くて小さい望遠鏡は性能の上からはやや低下をまぬがれないが、学習指導上は差支えない。軽量小型化の要点は対物レンズ焦点距離の短縮であるが、これは同時に低倍率広実視野の実現に役立つ。

(8) ファインダーの改良

ファインダーは大変便利なものであるが、現在小型望遠鏡に使われているファインダーはまことに欠点の多い使いにくいものである。

第1に方向調節がやっかいである。大ていのは3本の調節ネジで調節するようになっているが、正確に合わせるには大変に時間と労力が必要である。これはむしろ対物レンズの光軸調整と同じようにメーカーが出荷する前に調節しておくべきである。ましてファインダーをはずさないと格納できないような構造は禁物である。またファインダーの十字線の向きはそれぞれ赤経と赤緯の方向と一致させるべきである。

第2にファインダーの焦点調節が極めて分りにくい。

その手順は先ず十字線を対物レンズの焦点位置におき、次に接眼レンズを正しい位置に調節するわけであるが、これが容易にできるように設計されたファインダーは少ない。この点もメーカーが出荷前に調節すれば問題は解決する。

5. むすび

日本のすべての国民が学習すべき内容については、その教育を担当するすべての教員が指導できなければならない。これは重要な原則である。

新 刊 紹 介

宋元時代の科学技術史．藪内 清編，（京都大学人文科学研究所報告，同所刊，1967，B5判，468頁，非売）。

本書は藪内氏が研究代表者となって実施された共同研究の成果報告である。唐宋以降、中国社会が大きく変わったことは学界の通説である。唐、五代の混乱から立ち直って、宋元で科学技術の復興と開花が見られる。これを捉えることがこの共同研究の目的であるから、内容は天文学に限られていない。然し元で編集された授時暦は江戸時代初期以来、わが国の曆家に与えた影響は大きい。この意味で、天文学史だけに興味を持つ人に対しては本書第1章の宋元時代における科学技術の展開、第4章の宋元時代の天文学、また第3章の宋元時代の数学（何れも藪内氏執筆）は、わが国の近世天文学史の源流を知るものとして一読をおすすめしたい。また科学技術史全般に興味を持つ人々に対しては、宋元時代という中国科学技術史上の重要年代における自然哲学、医療、本草、軍事技術、生産技術、酒造、其他について多くの研究者の研究成果が集録されていることを紹介し、一読をおすすめする次第である。（広瀬）

星座写真集．藤波重次編著，（共立出版株式会社発行，1967，カラー3図，21×19cm，129頁，定価750円）。

「写真による星座の観賞と学習」というサブタイトルがついているように、普通の小型カメラによる広角星座写真を星座別に配列した写真星図を兼ねることをねらったものである。著者は天体写真だけではなく、写真学の権威者の一人であり、既に同じ発行所から「小型カメラ

小・中・高校における教育内容の天文分野は、戦前に比べて飛躍的に増大した。これは大変に結構なことであるが、まだ十分に消化されておらず、他の分野に比べてまだまだ不十分である。これについては純教育学的見地から種々検討され、教員の研修も行なわれ、それなりの効果があらわれているが、この稿に書いたような基本的教具についてはまだ十分な検討が加えられていないように思われる。天文学の専門家やアマチュアの協力をも求めてすみやかにこの点の解決をはかりたいものである。

の撮影技術」、「小型カメラによる天体写真」などの著書を世に送られている。本書はこの「小型カメラによる天体写真」の実践部に当るもので、毎ページにくわしい撮影データと共に、大部分著者が写した星座写真がある。最後に参考写真集として銀河の集成写真、池谷・関野星、月、太陽、日食の写真がある。カラー写真口絵としてオリオン座星雲、アンドロメダ座星雲、ヒヤデス星団とそのスペクトルが示されている。天文写真の同好者地学教育関係者などにとって無二の参考資料であらう。（広瀬）

宇宙とはなにか．宮本正太郎著，（ブルーバックス100，講談社発行，1967，新書版，205頁，定価250円）。

ふつう宇宙を論じた天文書は非常に客観的な立場をとり、その中で人間というものとは全く無視されていることが多い。しかし本書では、人と共に宇宙を見る立場がとられ、星雲の巨大宇宙の問題は比較的簡単に取り扱われ、主力が著者の専門領域の月、惑星に注がれている。有機的の立場から「宇宙とはなにか」という問題にとり組んだ異色ある本として会員諸氏に一読を御すすめる。行文の平易は定評のある所、153箇の図と共に諸氏自身を「宇宙とは何であるか」の問題にひきずりこんでしまうであらう。（広瀬）

学会だより

- ◇秋季年会旅費補助の締切り 7月号でお知らせしました、秋季年会の講演者で旅費の補助を希望される方は、9月20日までに本会（支部理事）に申し出て下さい。
- ◇東京天文台公開 毎年秋に行なっている東京天文台の公開（本会後援）を、今年は10月14日（土）午後に行なうことになりました。

昭和42年8月20日

印刷発行

定価 100円

編集兼発行人 東京都三鷹市東京天文台内

印刷所 東京都港区西新橋2丁目22番6号

発行所 東京都三鷹市東京天文台内
電話武蔵野 45局 (0422-45) 1959

広瀬 秀雄

東京学術印刷株式会社

社団法人 日本天文学会
振替口座東京 13595