

両刀使いというべきであろう。十代で軌道論の論文を書き、20代でシュミットカメラの理論を書き、内部構造論をやり、30才の頃に太陽大気の化学組成をはじめて本格的な微細分析の方法で解析した。つづいて星間物質の研究をやり、それから狭帯域フィルターによる量的分類に手を染め、最終の目的はすべての恒星の年令と出生場所とを歴史をさかのぼって決定しようということにあるようである。観測も実際に自分でやり、それは非常にいいのである。測光観測など、数をかせぐよりは正確さを第一のモットーとして納得がいくまで何度もくり返して測るというやり方をやる。空の明るさの補正も、くどいほど何度もやる。決して簡略な観測はしない方針である。

ストレムグレンはまた、計算がすぎである。手廻しの卓上計算器で内部構造でも大気モデルでも何でもやってしまう。対数表も使う。計算が早くて正確なことは驚くばかりで、flux iterationを含む大気モデルを1個作るのに1週間しかかからないという。計算の途中で間違っただけで検算をやるのはつまらない努力なので、最初から絶対に間違えないつもりでやるのがそのコツだという。計算のすきなストレムグレン教授も、最近では電子計算器を使っているようであるが、それはいわば当り前のことかもしれない。

次はカイパー教授であるが、この人とは仕事の上であまり接触がなかったのも、私は詳しいことは語る資格がない。分類すれば観測家に属するのであろうが、奇抜なアイデアに充ちあふれた人のように思う。多くの二重

星の観測者がさんざん探してしまった後で6.5等以上の明るい星をもう一度見直していくつかの実視連星系を発見したり、固有運動の大きい星の中に連星系を見つけたら、そのスペクトルをしらべて準矮星の系列を発見したり、PbSをはじめて使って星の赤外スペクトルを研究して惑星の葉緑素を見つけたり、普通のせまい専門分野の人には思い及ぼさないような面白い仕事をしている。1955年頃には、40吋の屈折望遠鏡を使って月の表面の微細な模様を肉眼で観察していた。昔の月面写真と見比べてその変化の有無をしらべたり、山脈の形や溝の形をながめてその物理的解釈を考えているという話であった。今から10年前は月や惑星を研究する人は非常に少なかったのであるが、他の人の批判をよそに自信をもってこのような研究に熱中していたのである。

最後にファン・ピースブルックであるが、この人こそは純粋な観測者である。85才になった現在でも、アリゾナで彗星の観測をつづけている。生来の健康の上に節制がよいのであろう。白人としては体が小さいが、観測をしても若い者に負けはしない。太い大きな手で一見不器用そうに見えるがそれは大間違いで非常に器用である。望遠鏡のドーム内で、暗室を使わないでアツという間に乾板を入れ換えたりする。観測しても夜食は黒パン一切れと牛乳ぐらいしか食べない。昼は運動のためにちょっとした山に登ったりする。観測して現像して彗星の大体の位置を測ったりするのも凄く手早い。恐れ入りましたの一語に尽きるのである。

地学天文教室

中学・高校における天文教材の関連について

高 橋 朗*

高校において地学が必修となったことは誠に嬉しいことであると同時に、当然のことながら多くの問題を提起した。それらは極めて多方面にわたるものであるが、その一つ一つを地学教育に関係する者の努力によって解決し、天文を含む高校地学教育を理想のものに近づけていかなければならないことはいうまでもないが、ここではその問題点の一つとして、現行指導要領にもられた中学校並びに高校における天文教材の関連について考えてみたい。

1. 中・高校における天文教材の内容

現在高校以下の教育課程は、小・中学校については昭和33年に改訂された学習指導要領に基づき、高校においては35年に制定され38年度より実施された学習指導

要領（この折に地学の2単位が必修となった）に基づいている。この中にもられている天文教材の学年別配当を表記してみよう。参考のために小学校をも含める（第1表）。

ここで問題とする中学・高校の教材を見ると、特に地球および太陽系に関する項において、かなりの重複があることがわかる。

もちろんその扱いは若干の程度差があるとはいえ、指導要領並びにそれに基づいて作られた教科書を比較してみても、その差が明確なものばかりではない。たとえば、地球の形と大きさに関しては、中学校指導要領には「地球の形や大きさと、それを知る方法の概要を理解する」とあり、同じく高校には「地球の形と大きさ（決める方法を中心に扱う）云々」とあり、教科書を見ると

* 天文博物館五島プラネタリウム、埼玉大地球学教室

もにエラトステネスの方法が記されているものが多く、いずれも「大要を理解する」程度であって、両者の程度差はほとんど無いともいえるのである。

このような事実は太陽系の項にあっても同様で、指導要領にいう「太陽系の構造の大要を知る」(中学校)と、「できるだけ観測結果から構造を導くように扱う」(高校)との差も具体的に教科書を使って教室で授業をする段階ではほとんど出てこないことになるであろう。

これらの問題点に対する一つの態度として、現行の指導要領と、高校における地学が2単位であるという現状を前提とするとき、高校にあっては中学校の教材内容を十分に考慮の上、高校地学の目標を確実に把握して扱い方の程度—いい変えれば重複教材に割当てる時間数—を決めなければならないと考えられる。

この観点から、つの実例について二・三の考察を試みることにしよう。

2. 一つのレポート

ここに「天文教材のカリキュラム研究」と題する埼玉県立秩父高校教諭山田進氏のレポートがある。これは能率的効果的な学習のためにカリキュラムの構成の研究を重視しなければならないとして、カリキュラムの意味・分類・構成などの一般論から説きおこし、理科のカリキュラムの問題点をあげ、特に天文教材の指導上の目的・留意点、中学校・高校との関連、さらに学習効果評価問題の例をあげた相当詳しいものであるが、この中から高校天文教材の内容を中学校のそれとの関連について考えてみよう。

先づこのレポートによる中高の天文教材の項目・内容時間数は第2, 3表の通りである。

この表を対照すると、両者の間には共通的な内容もしくは明らかな重複と思われるものが決して少くないことがわかる。従って高校地学における天文教材の効果的能

第1表 天文教材の学年別配当表

学年	地 球	月	時・暦・経緯度	太 陽	太 陽 系	恒星・宇宙
小1				日なたと日かげ		
小2		みちかけの形		色と形 出入の方角 日影の動き		
小3		表面の明暗 形と見かけの運動 実際の形				
小4						星座の見分け方 明るさの区別 北極星の見つけ方 季節による変化
小5	形 自転 昼夜の成因	表面の様子 光り方 みかけの大きさ 実際の大きさと距離	1日の測り方	表面の様子 光り方 みかけの大きさ 実際の大きさと距離		北極星を中心に星空がまわっていること
小6	公転 季節の成因		1年の決め方	みかけの運動 出入の方位の変化 出入の時刻 南中高度の変化 日影曲線の季節変化		
中3	形・大きさの決め方 自転と公転 季節の成因 大気圏の構造 内部構造	表面の様子 みちかけの理由 出入の時刻の変化 自転と公転 潮の満ち干 日食と月食	経緯度の決め方 二分二至 太陽日 太陽時 地方時 標準時 太陽暦	表面の様子 光と熱	構造 惑星の視運動 流星	恒星の光度・色・距離 星座の季節変化 銀河系 宇宙
高1	形・大きさを決める方法 ジオイドの概念 地軸の傾き 自転・公転の証拠 各圏の構成 地球上に働く力		経緯度の状況 均時差 報時 地平座標 赤道座標	年周運動—黄道 表面温度・熱源 太陽常数 太陽放射の地球に及ぼす影響	構造 惑星の視運動 惑星現象 ケプラーの法則 起源	年周視差(公転の証拠として) 宇宙の構造 恒星の進化

率的学習のためには、中学校における学習内容、生徒の理解能力等を事前に十分検討・調査して無益な重複をさける配慮がなされなければならない。

一般に同じ項目・内容についても中学校においては概念的な扱いに終わっているものが多いが、これらを高校においてはより深めてやや定量化したり、中学校で個々に扱った教材を高校においては総合的な観点からまとめて扱うなどして、両者の関連を有効に指導することが望ましいのは他の理科教材においても同様であろうが、特に天文教材においてはこの点を十分考慮する必要があると思う。

今、第2、3第表を比較して多少問題点と思われるものをあげてみると

(1) 第2表2の内容に黄道、白道があげられているが、中学校にあっては天球の概念は持ち込まないことをたてまえとしている点から見て、ここで強いて黄道、白道にふれる必要はないと思う。これを取り入れなくても恒星の季節変化—太陽の年周運動—や、月のみかけの動きは概念的に扱うことが可能である。黄道は3表II-(1)および(2)において明確な定義づけを行なう方が有効であろう。

(2) 第3表II-(4)の時間配当が5時間となっているが、総時間数26時間(この時間数も高校地学の2単位という点を考えるとかなりの無理があると思う)に対して多すぎるのではないか。第2表4-§11~§13との関連を考えると第3表(4)にあっては2に重点を置いて1の内容を整理すれば必ず

しもこの時間数は必要としないであろう。この分を第2表には全く含まれていない第3表III-(3)に振りむけてはどうであろうか。

(3) 第3表(注)の年周視差の項はII-(2)-2で扱うべきである。高校にあっては年周視差は第2表5-§15の発展としてではなく地球の公転の証拠として扱うものである。

(4) 同じく太陽系の起源はIII-(3)、HR図はIII-(2)とIII-(3)の両方で扱うことができであろう。

以上山田氏のレポートについて中学・高校の関連について考えてみたが、次に高校における天文教材の扱いの程度についての私見をのべてみよう。

3. 高校天文教材の指導の程度

先ずいくつかの具体的な項目について、中学校との関連を考えて、妥当と思われる程度範囲を示したのが第4表である(第4表)。

次に再び山田氏のレポートにもどって、第3表(注)にある「重複内容はその都度扱うがその扱う程度は判断する」という点にふれたい。同一学年内での重複内容は極力整理して重点的に扱うことが、授業時間数を考えるときより効果的と思われる。中、高校における重複はこれらの有機的な関連づけという観点に立ち、それぞれの程度はたとえば第4表のごときものとしてはどうであろうか。

4. おわりに

天文教育の問題点の一つとして、中学、高校の関連について述べたが、私自身中、高において実際の授業を担

第2表 中3・理科第2分野・天文

節	項 目	内 容	時間数
1 地球	§1 地球の形と大きさ §2 地球の表面と内部 a. 大気 b. 海陸の分布 c. 陸地の高さとの深さ d. 海流 e. 地球の内部	子午線(経線), 緯線, 経・緯度 地軸, 対流圏, 成層圏, 電離層 海溝, 海流, 地殻, 内核	2
2 星月 の 太陽 の 動き	§3 地球の自転と星空の動き a. 星空の回転 b. 星座 §4 太陽の見かけの動き a. 太陽の見かけの動き b. 地球の公転 c. 時刻の状め方 §5 惑星の見かけの動き §6 月の見かけの動き a. 月の動き b. 月の満ち欠け c. 月の形と出入の時刻 §7 季節と暦 a. 季節の移り変わり b. 暦	恒星, 星空の日周運動, 星座 地球の公転, 黄道, 平均太陽日, 平均太陽時, 標準時, 地方時 惑星の見かけの動き, 白道 月の自転と公転, 新月, 上弦, 満月 下弦, 春分, 秋分, 夏至, 冬至 太陽暦, うるう年と平年	9
3 太陽 と 月	§8 太陽と月の表面 a. 太陽の表面 b. 太陽のエネルギー c. 月の表面 §9 潮のみちひ §10 日食と月食 a. 日食 b. 月食	光球, 黒点, 白はん, 彩層, 紅炎, 月面のようす 満潮, 干潮, 大潮, 小潮 皆既日食, 部分日食, 金環食, 皆既月食, 部分月食	4
4 太陽 系	§11 太陽系の構造 §12 惑星のすがた a. 水星・金星 b. 火星・木星・土星 c. 天王星・海王星・めい王星 §13 すい星と流星 a. すい星 b. 流星	太陽系 水星, 金星, 火星, 木星, 土星, 天王星, 海王星, めい王星, 小惑星 すい星, 流星, いん石	3
5 宇宙	§14 星の明るさと色 a. 星の明るさ b. 星の色 §15 恒星までの距離 §16 宇宙の広がり	等級, 恒星の色, 光年 距離の測り方 星団, 星雲, 銀河系外宇宙	3

当した経験は無いので、不充分不適當な点も多いと思う。

従ってこれはプラネタリウムを通して学校教育の協力補助を行なっている者、および埼玉大学において将来、

中、高の天文教材を扱う学生に天文を講義している者の立場からの私見としてとっていただき、これに対する現場の先生方並びに多くの地学教育関係の方々への御教示を願う次第である。

第 3 表 高校地学・天文

I 地球の概観	
(1)	地球の形と大きさ (形・大きさ) (2時間)
(2)	地球の各圏とその構成 (気圏・水圏・岩石圏・内圏) (2時間)
(3)	地球の環境 (重力・潮汐・地磁気・放射線) (3時間)
II 天体としての地球	
(1)	天球上の星の位置 (3時間)
	1. 天球 2. 日周運動 3. 天球座標
(2)	地球の運動 (2時間)
	1. 地球の自転 2. 地球の公転
(3)	時間と時刻 (3時間)
	1. 恒星時と太陽時 2. 地方時と標準時 3. 報時
(4)	太陽系 (5時間)
	1. 太陽系の構成 (① 太陽系内の諸天体「惑星・小惑星・衛星・彗星・流星・隕石」 ② 太陽)
	2. 惑星現象 (惑星のみかけの運動・惑星の公転運動の法則)
(5)	天体が地球に及ぼす影響 (2時間)
III 宇宙の概観 (4時間)	
(1)	宇宙の構造 (銀河系・星雲・星団など)
(2)	恒星の性質 (色・スペクトル型・等級・質量など)
(3)	恒星の進化 (宇宙の年令・太陽系の起源・恒星と惑星の進化・地球の起源「地殻・大気・海・生命・有機物」)

- (注)・緯度・経度：I (1) または II (1) 3 で扱う。
 ・自転：II (2) 2 と II (2) 1 と関連する。
 ・II (1) 3 と II (3) 2 とは関連させて扱う。
 ・II (2) 2 で中 3 理で扱った星座 (暦・四季の変化) を軽く復習してみる。
 ・年周視差：II (2) 2 または III (2) のどちらかで扱う。
 ・太陽系の起源：II (4) ① または III (3) のどちらかで扱うことを決定する。
 ・HR 図：III (2) と III (3) のどちらかで扱うことを決定する。

重複内容はその都度扱うがその扱う程度は判断する。

第 4 表

項 目	中学校理科 3 年第 2 分野	高 校 地 学
地球の形・ 大 き さ 球 面 座 標	子午線 1° に対する弧の長さを 360 倍して地球の周囲の長さを求める。 地球上の位置は緯度・経度によって表わされることを知る。その求め方は北極星の高度によって緯度を知ることができることのみにとどめる。	子午線 1° の弧の長さは高緯度になるほど次第に長くなることから地球楕円体を導く。 天球上の星の位置の表わし方を理解する。特に赤道座標と地球上の緯度との関係から、赤緯の知れた恒星の観測よりその地点の緯度が求められることを学ぶ。天球上の点や圏を理解する。
時 刻	太陽に対する地球の自転を基として時の決め方の概念を得る。恒星時は扱わない。	恒星時、均時差について詳しく扱い、恒星の観測から報時までの概要を理解する。経度による時刻差から経度を求める方法を知る。
太 陽 系	太陽系の構造の概要を知る。惑星の視運動は地球の公転と惑星の公転の結果であることを知る。	惑星の軌道運動と視運動とを結びつけて理解する。視運動の観測から軌道運動の法則—ケプラーの法則—が導かれたことを知る。
恒星の性質	みかけの明るさ、色のちがひ、色は表面温度と関係があることを知る。(スペクトル型にはふれない)	絶対等級、スペクトル型を理解し、両者の関係を示す。HR 圏の概念を学ぶ。(恒星の物理的性質を知るためというよりも、恒星の進化を考える上に、これらが重要な役割をもっていることを知る)