

天文教育に関するカリキュラム開発 (1) : 教員養成の实践から

著者	吉田 貞介, 春木 俊一
雑誌名	教育工学研究 = Studies in educational technology
巻	14
ページ	107-118
発行年	1988-09-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/24771

天文教育に関するカリキュラム開発(1)

— 教員養成の実践から —

吉田貞介*

春木俊一**

はじめに

現代天文学はここ20数年の間にめざましい発展を遂げ、いまや科学のあらゆる分野にゆきわたる「総合科学」として、その価値はゆるぎないものとなり、今後益々発展することは疑いがない。かつては天体の位置や運行のみを対象としていた天文学は、近世に天体力学、近代に分光天文学、そして今世紀に入ってからは天体物理学がその主体となってきた。今日、その成果は自然科学のあらゆる対象に応用され、地球そのものの環境や生命の問題にまで言及するにいたっている。

これらの事実は教育にも反映されるべきものであり、特に「総合科学」としての性格はそのまま「総合学習」の内容として見直されるべき価値の高いものである。

しかしながら現代日本の理科教育の中では、天文教材は次第に削られてきており、昨年末の教育課程審議会最終答申でもその傾向が続いていると感ずる。

一方、米国では小学校の早い段階から様々な分野において天文教材を扱っている教科書が多くあった。広い米国のことと一概には言えないが、米国の理科教育には概念重視の傾向があり、また自分達の国土や地球の環境をグローバルな視点で見たいこうとする姿勢があること、さらに宇宙開発の最先進国としての自負があることと密接な関係があると分析した(「天文教材に関する小学校理科教科書の日米比較」=春木・1987)。特に前二者の観点は理科教育本来の

意義からも重要な点であるが、現在の日本では軽視されているようである。

この外に、日本の教員養成の大学で天文学を開講している大学が少ないという事実(「天文月報 1988.4=日本天文学会」によれば18大学のみ)や、高校地学が必須でなくなってきたこと、授業実践や評価のしにくい(と思われる)分野であることなど、いずれが原因か結果か、ともかくこれが現状である。

ここでは、総合学習としての方向をめざした新しい天文教育を試み、主として現職教育や教員養成を対象としたカリキュラムの開発をてがけることとした。

I. 研究目的

総合学習としての天文教育の価値およびその可能性を、内容と方法の両面から吟味し、実践を通して実証する。

II. 研究方法

1. 学習内容の吟味

現代天文学の体系や個々の研究対象から、総合学習としての天文教育に適した内容を抽出していき、KJ法によって内容構成を図る。なお構成に際しては「太陽の学習」を柱とする。

2. 学習方法の吟味

学習方法の面における総合的手法としては、モジュール方式による学習ユニットおよび学習コースというシステムが有用性で優れていると

* 吉田 貞介 金沢大学教育学部

** 春木 俊一 金沢大学大学院教育学研究科

考え、この手法を採った。

3. 授業実践

金沢大学教育学部の学生を対象とした集中講義「天文学通論」の中で実践し、上記で開発・作成したカリキュラムについて個々の教材とともにその成果を評価する。

III. 研究結果

1. 「太陽の学習」を柱とした内容の構成

天文教育の内容として挙げたい事柄はその道の専門家によって様々であろうが、ここでは教員養成や現職教育を対象に考えているので、高校地学の内容が多くなる。しかし、総合学習としての見地から他の関連諸科学の内容も盛り込み、それらが発展的につながるような構成にしたい。こうした点を考慮して作成したのが下の

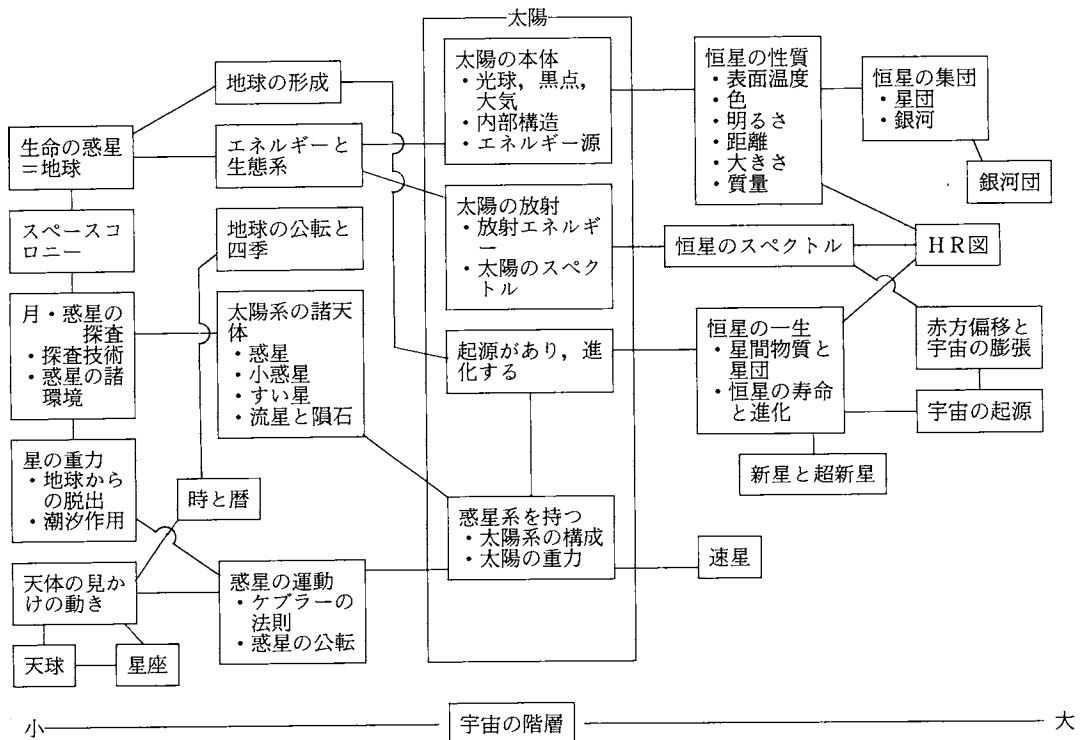
図1「天文教育の内容構成」である。

この図で□の中に記入した事柄が教育内容である。教育内容によってはさらに分割し、それぞれほぼ1時間を目安とした学習内容を設定していく。これが「モジュール」である。個々のモジュールはテキストやその他の教材をひとまとめにした一連の教材群（パッケージ）で構成される。

このように、教育内容-学習内容(モジュール)-教材群(パッケージ)という階層で1つのユニットが作られ、これに学習コースの設定を加わえて「モジュール方式」と称する学習方法となるが、これは後述する。

内容構成の配列と相互の発展的関係をKJ法から導くにあたり、「太陽の学習」を柱としたが、その理由とする観点を次に示し、内容構成上の位置を述べる。

図1. 天文教育の内容構成



観点1 太陽は代表的な恒星の1つである

恒星は全て太陽であり、太陽観測の技術の1つである「スペクトル分析」がその要となる。そこからさらに「HR図」を通して「恒星の性質」や「恒星の進化」につながるし、「スペクトルの赤方偏移」から「宇宙の膨張」や「宇宙の起源論」まで含めた学習が可能である。

また惑星系にはたらく「ケプラーの法則」やニュートンの「万有引力の法則」は、太陽系の諸天体や人工衛星の運動はもとより、「連星」の運動にも適用できる。

この観点は現代天文学の天体物理に関する事柄が多く、内容構成の中では図1のほぼ右半分全てにあたるが、個々のモジュールとしてはさほど多くを費やさない。理論の紹介や演習の中身は高校物理の基礎的な内容と絡めて学習できる程度にとどめ、それよりも現代天文学の最先端としての様々な情報を解説した方が興味付けしやすい。

観点2 太陽は地球の生命の根源である

地球に生命が誕生し、進化・発展してきた事実について、太陽系の起源や地球の形成・太陽のエネルギー・地軸の傾き・地球の自転や公転・大気・重力などの様々な要因を考察できるような内容とする。さらに生態系の維持という観点から、現在の地球上で環境変化の諸問題を考察したり、スペースコロニーなどの宇宙開発の問題にまで拡げたりすることができる。

この観点は、我々にとってかけがえのない惑星＝地球という環境を天文学的なグローバルな視点から改めて見直すことをねらいとしたい。従って、ここでは生物学や地球科学の基礎的な内容と関連しながら学習する。

内容構成の中では図1の左上半部分に相当する。

観点3 天文学は太陽の観測から始まった

太古から最も分かりやすく重要な暦の単位は1日、すなわち地球から見た太陽の1周期であった。太陽の運行パターンの解明はより正確な暦の必要性に始まる。古代文明の発祥地には必ずといっていいほどこの種の観測記録や遺跡があるほどである。やがて天球や星座の概念も生まれ、また天体の見かけの動きに関して、太陽と月・諸惑星・恒星に大きな違いがあることから様々なモデルが考えられてきたが、コペルニクスやガリレオ・ケプラー・ニュートン等の功績によってそれまでの天動説に対して理論的インパクトを与え、ベッセルやフーコーの功績によって実際の決着をつけたことなどを発展的に学習する。

この観点は現在の小中学校の学習内容（日周運動や年周運動・天球・星座等）と最も関連が深いいため、観測や実習を多く取り入れた内容としたい。

またこの観点は科学史的な内容を多く含んでいるため、人文科学や社会科学的内容への発展も考えられるので、それらをトピック的に扱ったり、読み物教材などで紹介していきたい。

内容構成の中では図の左下半部分に相当すると考えられる。

なお、この図の一番下に「宇宙の階層」として特別に設定し、そのスケール感覚についての認識を学習させたい。ここで言う宇宙の階層とは、単に物の大小関係ばかりでなく、我々人間や他の生物も宇宙の進化の道程にある一現象であり、宇宙の一部であるという概念である。これは全体の導入として重要である。

ここで挙げた内容全てを学習させることは限られた時間内では不可能である。ただこの図に従って学習計画をたてる時、教授者の目的や学習者の興味・関心にもよるが、なるべく横に拡がる形で抽出を行なった方が良い。この図は宇

宙の階層性を考えた横の拡がりであり、また観点が1つに偏らないようにした方が、天文学というものを総合的に捉えられると考える。

2. モジュール方式の有用性

現代天文学が対象とする範囲は非常に広く、1冊のテキストではどうしても偏りがある。その点、モジュール方式による学習ユニット作りは弾力性に富んでいる。

モジュール方式の長所として下記のような点が挙げられる。

- 学習者による進度差の違いを考慮し、個別学習（またはグループ学習）を原則とする。
- 個別学習だから、学習の手順がテキスト等に明示され、また学習が発展的に次の段階に進めるような配慮がなされる。
- 学習内容に即した観察や実験機器・映像資料・文献資料等をひとまとめにした学習ユニットとして構成される。

- 個々のモジュールのテキストはワークシートの形を採り、1つのモジュールについては長時間の観測等をする場合を除いて、30～50分程度で終了できる内容とする。
- 学習計画をたてる際に、教授者の目的や学習者の興味・関心によって、適宜内容の選択やさしかえが可能である。

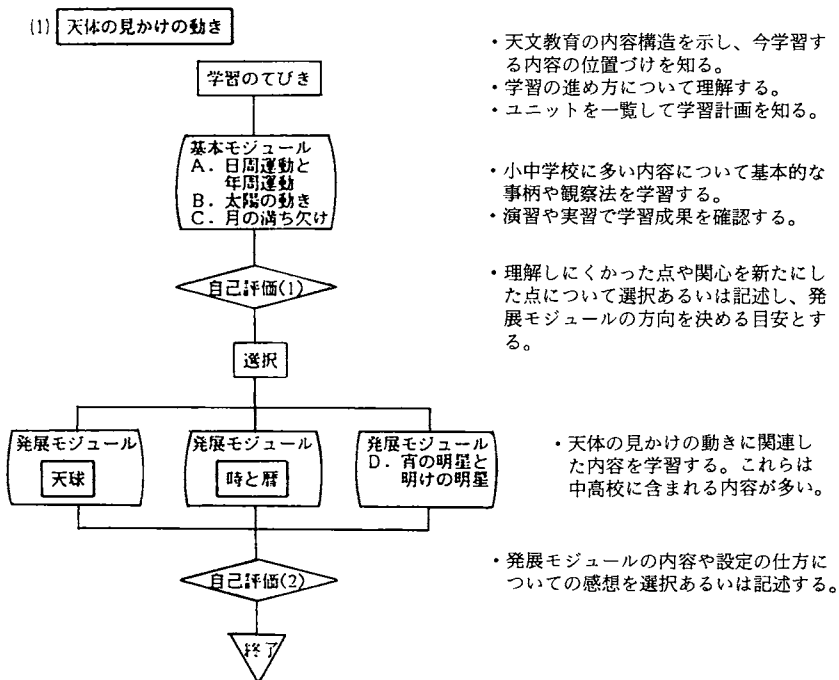
これらの長所を活かした学習コースの設定と各種の教材群からなる学習ユニットの作成が、ここでいうところの学習方法の吟味である。

学習コースの1例を図2に示す。モジュールは基本モジュールと発展モジュールを随時選択し、コース作りを行なう。

ここに挙げた各モジュールは次頁の表1のような学習ユニットで構成される。すなわち。学習を保証する教材として、テキスト以外に様々なメディアを通した総合的な手法をとる。

このA～Dは教育内容によってその数はまち

図2. 学習コースの例



まちであるし、必要に応じてさらにE・F・・・と増やしていくこともできる。先の図2では基本的な内容としてA～Cを、発展としてDを考えてはいるが、より基本的なものやより発展的なものを、自己評価等の結果をもとにして付加する必要が出てくるかもしれない。

表1の縦軸1～4および6の各教材にはモジュールテキストとして印刷教材が用意される。その中で1（提示教材）と2（解説教材）は学習内容の中心となる事象の紹介と説明であり、3（演習教材）と4（実習教材）は思考や作業のためのものである。また6（文献資料）は興

表1. 学習ユニットの例

教育内容 **天体の見かけの動き**

学習のてびき	内容構成の提示・ユニットの提示・学習コース・実習や演習等の解答・自己評価etc					
学習内容 (Module)	A. 日周運動と年周運動	B. 太陽の動き	C. 月の動き	D. 金星の動き		
1. 提示教材	A1. 日周運動と年周運動	B1. 太陽の動き	C1. 月の満ち欠け	D1. 宵の明星と明けの明星		
2. 解説教材	A2. 地球の自転・公転と星の動き	B2. 地球の自転・公転と太陽の動き	C2. 月の満ち欠けの起こる仕組み	D2. 金星の公転と見え方		
3. 実習教材	A3-1日周運動の撮影 (一眼レフカメラ・高感度フィルム) A3-2星座早見盤の使い方 (星座早見盤)	B3-1日影曲線の記録 (画用紙・方位磁針・厚紙・ピン) B3-2自記暗箱の製作 (自記暗箱・感光紙・現像液)	C3. 月の満ち欠けのモデル (ライト・ボール)	D3-1金星運行モデル (角材・ビンボン玉・ゴム・ねじ) D3-2赤道儀式天体望遠鏡で真昼の金星を見る (天体望遠鏡)		
4. 演習教材	A4. 恒星の位置と時刻	B4-1世界各地での太陽の動き B4-2日影曲線の解釈	C4. 月の満ち欠けと時刻	D4. 金星の位置変化の作図		
5. 映像資料	A5. 自作スライド「天の日周運動」	B5. 自作スライド「四季の太陽」		D5. 自作スライド「天体望遠鏡の正しい使い方」		
6. 文献資料		「天文考古学入門」 桜井邦朋著 (講談社現代新書)				
7. 学習の発展 (例)	天球	B C D	C D	時と暦	D	惑星の運動

文献「ストーンヘンジの謎は解かれた」
G.S.Hawkins (新潮新書)

文献「暦と天文」
渡辺敏夫 (恒星社)

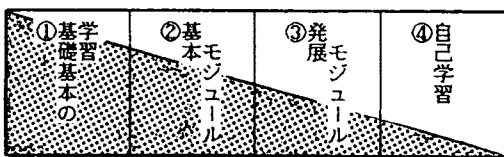
※ 3. 実習教材の欄内の () 内は実験観察機器で、学校の備品あるいは配布物・自作のもの・個人やグループで用意してほしいもの等の区別はテキストに記してある。

味付けや発展学習への意欲を促すことをねらいとしたトピックス的な文献の引用を主体としている。5（映像資料）は総合的手法という意味で重要な要素であり、今後の研究によってはさらに細分化し、単に視聴するだけではない教材としての充実が図られるべきものである。たとえば、パソコンシミュレーションを通してのワークシート学習等はこの分野では特に有効であろう。7（学習の発展）は教授者の計画や学習者の興味・関心によって他の学習内容や文献資料あるいは他の教育内容へと発展学習させたい時の目安である。

以上の学習ユニットの捉え方によって、先の図2で説明したような学習コースが決められていく。

なおモジュール方式の位置付けであるが、どの段階の学習者に対してもこの方式のみで全時間を費やすことはできない。モジュールの内容をこなしていくにはある程度の基礎や基本的な学習が必要であるし、全体の導入としての学習も必要である。モジュールの位置付けについて下の図3で要約してみよう。

図3. モジュール方式の位置付け



※暗部分は統制の学習

- ①基礎基本の学習：講義型で極めて統制の強い学習である。現代天文学の概論や、学習のテーマに関する基礎的な事柄を学習する。
- ②基本モジュール：教授者の選んだモジュールを行なう。学習の進め方もここで説明しておく必要がある。一応個別あるいはグループ学習の形を採るが、教授者の指示や援助がまだ多い。
- ③発展モジュール：教室を離れた家庭学習も可能であり、実習等で学校の施設や物品を必要と

する以外は特に教室（学校）で行なわなくてもできる。

④自己学習：自ら選んだテーマで研究を行なうが、教授者の援助や評価は必要である。

以上のように、ここで扱うモジュールは基本的には学習全体の中の一部（②と③）に位置付けられる。

3. 実践結果と考察

金沢大学教育学部の2年生で理科教室に所属する学生を中心に、これまでの研究成果としてのモジュール方式による天文教育を実践してみた。以下にその概要を示し、考察を述べる。

実践の経過=春木 (時間)	集中講義=川島武先生 (時間)
①事前アンケート (0.5h)	放送大学のビデオとテキスト を利用した現代天文学の概論(1) (2.5h) 放送大学のビデオとテキスト を利用した現代天文学の概論(2) (6.0h) 天体観測の機器や資料、天文 教育教材の工夫など (3.0h)
②モジュール学習 モジュールの 説明(0.1h) 個別学習 (2.0h) 自己評価 (0.3h)	天体観測の方法 (1.0h)
③事後アンケート (0.5h)	学習のまとめと 今後の指示 (0.5h) 試験= text 持ち込み可 (1.0h)

①事前アンケート

これは学生の天文に対するこれまでの興味・関心や基礎力等についてのデータに供するものである。受講者29名、回答者数27名では一般的データとはなりにくいだが、この実践に関する限りにおいての参考である。詳細は次頁の表2に掲載する。

表2. 天文集中講義 事前アンケートの回答(集計)

(1987.11.28 調査)

1. 所属・学年・性別

教室	2 年		3 年		計
	男	女	男	女	
物 理	4	3	-	-	8
化 学	4	3	1	-	7
生 地	2	4	-	-	6
理科教育	-	1	1	2	4
国 語	-	1	-	-	1
合計	10	13	2	2	27

2. 高校で履修した理科

理科 I	-	24 / 27
物 理	-	19 / 27
化 学	-	25 / 27
生 地	-	9 / 27
理科 II	-	3 / 27
1 科目	-	0 / 27
2 科目	-	5 / 27
3 科目	-	19 / 27
4 科目	-	2 / 27
5 科目	-	1 / 27

2 科目	物・化-----1
理 I・化-----2	
理 I・生-----2	
3 科目	理 I・物・化----15
理 I・化・生---- 3	
化・生・地---- 1	
4 科目	理 I・物・化・生-1
物・化・生・地-- 1	

3. 星や星座の観察(観望)の経験

ない- 6 / 27
ある- 21 / 27

4. 観察の頻度

a. 1度だけ-14→(小学校時---12,大学時- 2)
b. 時々ある- 7→(小学校から- 5,最近--- 2)
c. よくある- 0

5. 観察した天体

a. 太陽----- 7
b. 月----- 1
c. 惑星----- 8
d. 恒星----- 5
e. 星座-----14
f. すい星----- 0
g. 星雲星団- 5
h. その他----- 0

1つ----- 5
b-2,d-1,e-2
2つ----- 6
ab-1,ae-2,be-1,bg-1,ce-1
3つ----- 6
abd-1,abe-1,bce-2,ceg-2
4つ----- 3
abcg-1,ahde-1,bcde-1
5つ----- 1
bcdeg-1

6. 観察の機会

a. 授業で-----11
b. クラブやサークルで-- 5
c. 知人の趣味に同行---- 1
d. 自分の趣味---- 4

7. 天文に関する書籍を読んだ経験

ない-14
ある-13

8. どんな書籍を読んだか

a. 図鑑----- 6
b. 入門書----- 5
c. 専門書----- 0
d. 天文雑誌--- 3
e. その他----- 1

9. 天体望遠鏡を取り扱ったことがあるか

a. ない-----21
b. 1度ある---- 4
c. 何度かある- 1
d. 持っている- 1

10. 所有する望遠鏡

7cm 屈折-- 1

11. 1987.9.23 の日食の観測

観測した-----10 遮光板で-----10
望遠鏡で----- 0
写真撮影----- 0
観測しなかった-17 知らなかった- 1
知ってはいた- 5
テレビで見た-12

12. 夜空で見つけられる星座名

オリオン座--22
カシオペア座-21
白鳥座----- 6
さそり座----- 3
大熊座----- 4
小熊座----- 3
ペガサス座-- 1
(誤答) 北斗七星-10
北極星-- 1

なし----- 1
1つ----- 2
Ori- 2
2つ-----11
Ori.Cas- 3, Cas.UMa- 2
Ori.UMi- 1, Cas.UMi- 1
Ori.Cyg- 1, Ori.北斗-1
Cas.北斗-1,
3つ----- 9
Ori.Cas.北斗-4
Ori.Cas.UMi- 2
Ori.Cas.Cyg- 2
Ori.Cas.UMa- 1
4つ----- 3
Ori.Cas.Cyg.北斗- 1
Ori.Cas.Sco.北斗- 1
Ori.Cas.北斗.北極星- 1
5つ----- 3
Ori.Cas.Cyg.UMi.Sco-- 1
Ori.Cas.UMa.Peg.Sco-- 1
Ori.Cas.Cyg.Sco.北斗- 1

13. 最近の天文関係のニュースで印象に残っているもの

ハレーすい星の接近----- 8
9月23日の日食-----11
日食を遮光板で見たいはけ
ないと聞いたこと----- 1
3つの新すい星発見----- 1
火星の表面の状態について----- 1
惑星直列・イオの火山----- 1

事前アンケートで最も目をひいたのは、高校で地学を履修した学生がわずか3名で、他の教科に比べて著しく少なく、はじめに概説した現状分析と一致することである。しかしながら、天文に関する興味・関心はかなり高いと言える。星や星座の観察をした経験のある学生が21名もあり、その約半数は小学校での授業であるが、他の半数は最近の経験であった。また天文に関する書籍の講読経験者も全体の約半数いたことは、自然科学の他の分野では少ないことであろう。このことは近年とみに増大してきたこの分野の情報量に依るものであろう。

②モジュール学習

作成したモジュールテキストとしてのワークシートを中心に学習を進めた。これには個別学習やグループ学習をしやすいように、学習の手順を明示したシートも用意した。

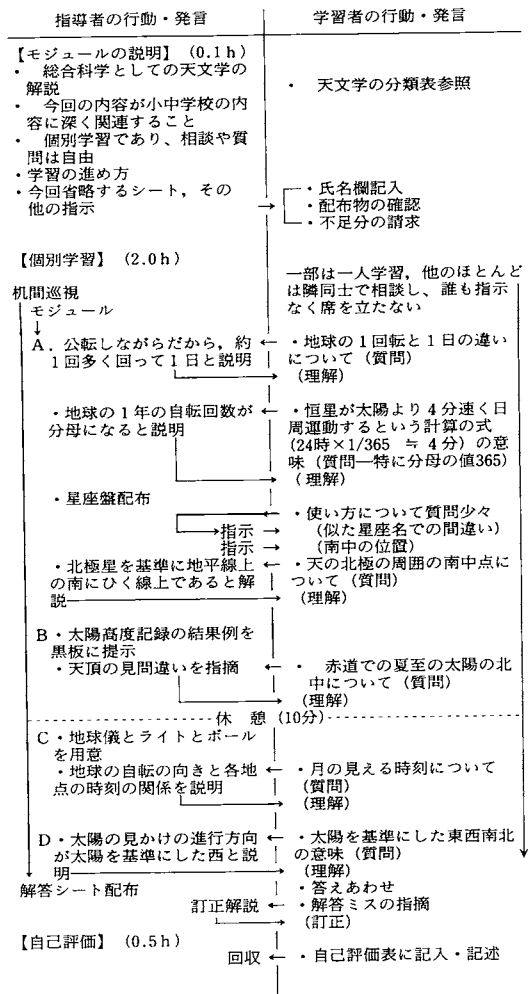
今回はモジュール方式を例示し、実際に行なった上でどのような反応が返ってくるか、またそれによって今後の課題を吟味し、モジュールの改良を図ることをねらいとしたが、集中講義の中で2時間ほどしかなく、また天候も悪くてかんじんの実習の余裕もなく、その分の考察が不足する結果になった。

右に学習中の流れを示す。

学習中における学習者同士の行動と発言をもっと克明に記録できれば、色々な視点からの授業分析や評価ができるであろうが今回は「指導者—学習者」のやりとりのみを表わした(記録中の交互の矢印がそのやりとり)。指導者はこの中では学習場面の中心ではなく、理解のための援助者であるという役割が果たせたと考える。

自己評価はモジュール学習を終えた後の、学習内容についての理解度や関心度をはかるためのものである。この自己評価は学習者自身の理解度のチェックになると同時に、モジュール制作者としても今後の参考になるものである。

自己評価の結果の集計は次頁の表3に掲載し以下にその考察を述べる。



内容の理解については、このモジュールに關しては達成できたと考える。「赤道儀式天体望遠鏡の操作の仕方」のみ理解しにくいと答えた学生が11名いたが、これは実習の時間がとれなかったためと思われ、その他の内容については0~3名であった。

その他の特徴として、日周運動や年周運動の関係を時刻や方位・自分の位置などの類推に応用する術は知ってはいても初めての経験だったようである。

表3. 天文集中講義 モジュール学習自己評価(1)の結果(集計) (1987.12.6実施)

1. 内容の理解

イ=すでに理解していた。
ロ=今まで知らなかったが、理解できた。
ハ=聞いたことはあったが、理解が深まった。
ニ=このモジュールではまだよくわからない。

日周運動と年周運動のおこる理由	星の位置から、時刻・日付・東経を知る	各緯度での太陽の見かけの動きが予想できる	月の満ち欠けの位置と時刻がわかる
イ ##### 20	イ ##### 8	イ ##### 12	イ ##### 10
ロ # 1	ロ ##### 6	ロ # 2	ロ # 1
ハ # 2	ハ ##### 10	ハ ##### 10	ハ ##### 11
ニ 0	ニ # 1	ニ # 1	ニ ## 3
無回答 0	無回答 0	無回答 0	無回答 0
金星が明け方か夕方によく見える理由	金星の満ち欠けと大きさの変化の理由	星の位置を赤経赤緯で見つける	赤道儀式天体望遠鏡の操作の仕方
イ ##### 15	イ ##### 13	イ # 1	イ 0
ロ # 3	ロ # 2	ロ ##### 11	ロ ##### 6
ハ # 6	ハ ##### 7	ハ ##### 9	ハ ##### 5
ニ # 1	ニ ## 3	ニ ## 3	ニ ##### 11
無回答 0	無回答 0	無回答 # 1	無回答 ## 3

2. 本モジュールで興味・関心を持ったもの

- ※日周運動と年周運動(15)
- 地球の自転・公転と星の動き------(2)
 - 星の動き------(2)
 - 歳差運動------(1)
 - 恒星の位置と時刻-----(4)
 - 星座早見盤を使っの演習------(3)
 - 日周運動の撮影------(2)
 - 星の名前------(1)

- ※太陽の動き(13)
- 太陽の動き------(2)
 - 日記暗箱------(3)
 - 日影曲線------(5)
 - 日時計------(1)
 - 天文考古学入門------(2)

- ※宵の明星と明けの明星(12)
- 宵の明星と明けの明星-(2)
 - 金星の動きや満ち欠け-(6)
 - 金星と地球と公転面の傾き(軌道傾角)---(1)
 - 金星の位置変化の作図-(3)

- ※月の満ち欠け(3)
- 月の満ち欠け(その理由)------(3)

・無回答------(2)

3. 本モジュールを終えて疑問に思ったもの

- ※個々のモジュール内容(7)
- 世界各地での太陽の見え方
 - 解答で西側の細く欠けるのが三日月では?
 - 月と太陽の引力は月にどのような影響を与えるのだろうか?
 - 月や金星の満ち欠けは小・中学校でも習ったが、あい変わらず理解しにくい。
 - 金星の見かけの動きがまだ理解できない。
 - 金星の軌道計算が難しく失敗してしまった。
 - 月の満ち欠けや金星のあたりが難しくよくわからなかった。特に金星の方、おおまかなところはわかるが、具体的にピンとこなかった。

- ※モジュール全体(3)
- 基礎知識がないままでやったらスムーズに進むかどうか。
 - おもしろかった。しかし時間がないので1つ1つしっかりと読めなかった。
 - この学習は授業中にやるのか家でか、学習のメインなのか補助なのか、どういう位置なのか?

・無解答------(15)

4. 発展学習として次にやってみよう

- ※天体観測(12)
- (実際の観測)
 - 天体観測
 - 星空の観測
 - 実際に星を観測してみたい。
 - 実際に星を見てみたい。
 - 実際に空を見ていろいろと観測してみたい。
 - 実際に書いてあることを屋外などに出てやってみたい。
 - (具体的に)
 - 金星が見たい。
 - 実際に太陽の日周運動などを観測してみたい。
 - (天体望遠鏡の使用)
 - 天体望遠鏡での実際の星の観測
 - 望遠鏡を自分で操作してみたい。
 - 実際に望遠鏡を使ってみたい。また写真に関することを詳しく知りたい。
 - 実際に望遠鏡を操作し、自分の位置と星に位置を計算して観察してみたい。

- ※学習・調査(6)
- 内惑星(金星)だけでなく、外惑星(火星など)の運行についても調べてみたい。
 - 天球・星座について
 - 太陽系について、電波天体
 - 時と暦
 - 日食の見られる所を計算し、表わすことをしたい。
 - 太陽と太陽系の惑星とその衛星について、その動きや構造について学習したい。

・無回答------(7)

視点移動能力を必要とする内容や演習はどの段階の学生でもてこずるようである。

月の満ち欠けの変化はかなり難解であるという印象を初めは持っていたようであるが、より困難と思われる金星の形と大きさの変化については、「難解」というより「面白い」という印象があって、興味をもっていたようである。

星座盤の使用が初めてという例がかなりあったが、これは小学校の5年生で行なわれているはずのものであり、不可解である。

最後に「実際の観察を是非行ないたい」との感想が多く出されたことは、この学習の成功とした。

③事後アンケート

個々の学生がどのような対応で今回のモジュール学習に取り組んだか、またモジュール方式そのものについてどんな感想を持ったかを調査したのが次頁の表4である。これは発展学習や自己学習としてのモジュール方式の成果を評価する目的で行なった。

設問1「熟読したシート」の調査からは個々のモジュールの難易度および利用の頻度がわかる。特に多かったのは天体の見えかたに関するもの、すなわち視点移動能力に関するものであり、先に行なった自己評価の結果を裏付けるものである。

演習や実習のしかたでは、相談して行なったものが最も多い。規制のグループではなく、自由意志によるものであり、相談もしやすかったであろう。しかし、これはある程度均質でしかも質の高い学習集団だからこそ成立したのであって、実際の小中学校で実践する場合にはもっと短い時間配分で小刻みに実施する必要があるし、またグループ編成においても学級経営上の配慮など色々な要因が考慮されねばならない。モジュール学習が定着し、また総合学習や発展学習として教材の質的量的充実が図られる中で次第に自由意志による個別化やグループ学習が可能になるものと思われる。

モジュール方式について知らなかった学生が

大半であったが、終えた後の感想はほぼ賛意を示す者が多かった。特に作成者のねらいである自己学習・発展学習としての価値はおおいに感じ取ってもらえたようである。

いくつか寄せられた疑問点があった。

1つはモジュール学習の長所と考えて作成したワークシート方式であるが、中に「すぐバラバラになって整理しにくい」という感想があった。解決策としてモジュール専用のファイルなどを用意するという方法もいいたろう。

2つめは基礎的な事実の学習をどこでするかということであった。先に「モジュール方式の位置付け」で述べたように、モジュール学習で全てをこなすのではなく、やはり一斉学習での基礎基本の習得はおおいにその必要性がある。ただどんなものでも基礎を行なってからというのはどんなものであろうか。基礎基本にこだわりすぎると学習は無味乾燥になり、学習意欲を失わせる結果になりかねない。逆に「こんな事実がある。これを理解するにはどんな基礎が必要か」と進めてゆくのも学習方法として考えられていい。それが発展学習につながるのである。

3つめに時間が少なかったことへの不満がいくつか挙げられていた。別に試験をしているわけではなく、できるところまでということでは始めたのだが、2時間後に一斉に回収したことでいささか気分をそいでしまったかもしれない。本来このモジュール学習は、目安としての時間配分はあってもそれにこだわらず、家庭での学習も考えていいのであるが、そのあたりの説明が不足して誤解されたようである。しかし、それだけ一生懸命取り組んだということでもある。

今回はモジュール方式といってもかなりその条件が制約された実践であった。

まず集中講義の中で行なうというのはモジュール方式本来の形ではないであろう。学習によっては集中的に行なった方が効果の上がるものもあるが、モジュール方式はもっと時間的余裕

表4. 天文集中講義 事後アンケートの結果 (集計) (1987.12, 6 実施)

1. 熟したワークシート

A1 ## 2
B1 ## 2
C1 ## 2
D1 ##### 7

A2 ##### 9
B2 ## 2
C2 ##### 8
D2 ## 3

A4-1 ##### 13
B4-1 ##### 7
B6-1 # 1
なし ##### 6

2. 1で答えた以外で熟したワークシート

B4-2 ## 2
C4 # 1
D4 # 1
なし ##### 23

3. 演習や実習の学習のしかた

- a. 独力で終えた----- ##### 6
- b. 相談したものがあ--- ##### 15
- c. 相談したものが多--- ##### 4
- d. 少し先生に聞いた--- ## 2
- e. かなり先生に聞いた--- 0

4. 3についてのシートナンバー

- b = A2 (1), A3-2 (3), A4-1 (2), A4-2 (5), B4-1 (4), B4-2 (2), C4 (4), D4 (2)
- c = A3-2 (1), A4-2 (1), B4-1 (1), B4-2 (1), C4 (3), D4 (1)
- d = B4-2 (2)

5. モジュールシステムについて

- (1) a. 知らなかった----- ##### 19
- b. 聞いたことがある--- ##### 5
- c. 体験した----- # 1

(2)感想
↓
下記の表

※賛意 (自己学習・発展学習として)

- ・ 自分が学習したものをもとして、興味のあるもの、やりたいものを、自分の能力に合わせて選択できるのはなかなかよい方法だと思う。普通授業の中にもっと採り入れていってもいいのではないか。
- ・ 回りの人達よりも進度が遅れるとあせってしまう。でもスムーズに進んでいくと、とても楽しく感じ、さらにとんどん進んでいこうと思つて、やる気がでます。また紙の量が多いわりに早く進んでいけるような感じです。
- ・ 選択して自己学習してくわしく勉強していくというのは私の苦手なことです。こういうことは今後大切だと思います。
- ・ 個人個人にあった速さで学習できてよいと思う。トピックスなどがおもしろい。復習も容易で、まさにすばらしい。
- ・ その学習をする人々がみんな同じことしか学習しないという形ではなく、自分が興味をもっていることを発展学習しているのだから、個々の個性の発達につながり、画一化された教育の改善につながると思う。
- ・ 自分の進度に合わせてゆっくりできるのでよかつたと思う。(友達と話し合いながらできるのでよりはつきりわかる。)
- ・ おもしろかつたです。もっと行なつた方がいいと思います。集中講義としての方が好きです。
- ・ 自分なりの速さでやっていけるのはいいと思います。
- ・ 楽しんで学習することができた。言い換えると自分から進んで取り組めたということである。
- ・ 学習方法が能動的で、個々の理解のためにはよいと思う。

※基礎知識についての疑問

- ・ 前に理科教育法だったかの時間にモジュール学習について聞いたのだが、基本モジュールの段階で理解できない場合は、もっと簡単な基本的なところまでどらなければならぬこともあるのでは。一人学習を行なうには慣れと、自分でやろうという意気込みが必要だと思います。興味を持たせるまでが大変ですね。発展した学習をしたいと思つたら、この学習方法は成功したといつてもよいのでしょうか。今日は実際に体験してみることができてよかつたと思います。
- ・ グループで学習するのはいいことである。基礎知識がある程度身に付いてからの方がよいと思います。

※ワークシート方式への疑問

- ・ 自分のつまづいた所を先生に質問するのは合理的だと思うけれど、教材がばらばらになつてしまつと困る。
- ・ 図説があつて演習があるというのはわかりやすいが、用紙を整理して見るのが難しい。
- ・ たいへんいいと思いますが、すぐバラバラになつてしまつと場所が不便だと思う。

※時間の保証について

- ・ 自分のやりたいと思う興味のあることをやるという点で学習の能率が上がつたりすると思うが、もし、いろんなことに興味を持ち、たくさんやりたいことがあつても、時間の関係でどれかを削ることになるのでは。その興味を失わせることになるのでは。
- ・ やつてみて、大変おもしろい学習方法だと思つた。時間の余裕を持たせて各自のペースでやればかなり効果はあると思う。
- ・ 中学校の時、このような感じで各個人で実験(化学分野)を進めていくのがあつたので、やりやすかつたし、おもしろかつた。もっと時間がほしかつたです。

※教材制作に関する疑問

- ・ 方法は合理的だと思うが手間がかかると思う。

※困難な要因

- ・ 難しいと思つた。時間が短かつた。かなり自主性がなかつたといけなかつたし、あと、プリントミスがあると、理解にミスがでてくるのでは？

を持たせ、特に学校や教室の中でのみ行なわなくても、家庭学習で行ったり、発展としての研究を行なうなど、多分に柔軟性のあるものである。この場合の家庭学習とは決して「宿題」という意味ではなく、規制の強い一斉学習では出来ないことを補えるという意義に着目したい。

今回は、作成したモジュールの有効性を試すことが先行して、若干きつい計画での実践となった。かなり高度な学習集団だからこそ耐えられたのであり、ここで行なったようなパターンで小中学校での実践は出来ないであろう。

大切な観測や実習などが集中講義の関係上大幅に削られたことも今回の実践の不備であった。これが少なくとも1学期間にわたる講義のなかでの実践であればもう少し融通がきいたであろう。集中講義の期間中、晴れ間が出るのを期待して天体望遠鏡を用意して備えていたのだが、残念ながらこの期間には晴れ間はなかった。また自作教具の制作実習も時間の関係で割愛せざるを得なかった。これらができれば自己評価や事後アンケートの結果もおおいに違ったものになったであろう。

まとめと今後の課題

天文教育の内容吟味は、総合学習と発展学習を考慮して「太陽の学習」を柱とした内容の再構成を図った。学習方法としてはさらに自己学習の意義も加えて、モジュール方式の有効性に着目した。すなわち提示・解説・実習・演習・映像・文献等の各教材や資料を機能的に配置した学習ユニットの制作と、個別学習を基本とした学習コースを試案した。

これらは現在提起されている課題研究や生活科などにもその可能性が見いだされる。

実践にあたっては理科教員養成の学生を対象とし、この内容と方法で試みた結果の評価を学生自身に、自己評価や事後アンケートを通して判断してもらうという方法をとった。自己評価は内容に対するものであり、事後アンケートは方法すなわちモジュール方式に対するものである。学生の評価結果は特に発展学習と自己学習に関して賛意を表明するものであり、この研究の有効性を実証できたと考える。

今後の課題としては次のような点が挙げられる。

- ・視点移動能力に関して、発達過程における適切な内容の吟味と教材開発の研究
- ・モジュール学習における学習者の行動評価方法の開発
- ・生活科や課題研究にとり入れることのできる要素の洗い出しと実践

これらはそれぞれ発達・方法・内容と全く異なった視点での方向であるが、それぞれに天文教育の新しい可能性を吟味していく上で大切なものであると感ずる。

参考文献

- 「天文教材に関する小学校理科教科書の日米比較」：春木俊一 1987, 8, 1987. 10
- 「現職教師のための天文教育カリキュラムの開発」：春木俊一 1987. 10
- 「能力・適性に応ずるモジュール学習の開発」：香川大附属中学校 明治図書 1982
- 「教育系大学における天文教育の現状と未来」：沢 武文 日本天文学会 1988. 4