

分かりやすい「地球と宇宙」の展開を求めて：中学校理科授業実践から

著者	中野 文子
雑誌名	静岡地学
巻	63
ページ	1-10
発行年	1991-06-16
出版者	静岡県地学会
URL	http://doi.org/10.14945/00025397

分かりやすい「地球と宇宙」の展開を求めて

——中学校理科授業実践から——

中野文子*

1. はじめに

近年、天文や宇宙の分野に関する様々な出来事がマスコミを通じて話題になり、また宇宙に関する情報を得る機会も割合に多く、星空に興味を持つ子供達も増えている。しかし、この単元のねらいである「天体の観察を通して地球の運動について推論する」ということになると、星空の動きがゆっくりとしていて直接目にとらえにくいだけに、理解しにくい面が多くなる。

特にこの単元を展開するにあたっての問題点としては、

- 1) 夜の観察が主体になるため、手を取って直接指導することが難しい。
- 2) スケールが大きく動きがゆっくりしているので、実感しにくい。
- 3) 特に公転現象に関しては、年間を通じての指導が必要である。
- 4) 立体的な現象を理解し、表現すること、特に平面上に置き換え、表すことが困難である。
- 5) 教師自身も研修を受ける機会が少ない。

等があげられる。

これらの問題点を考慮し、特に手軽に取り入れられることを第1条件として、「宇宙の時間的・空間的ひろがり」を認識させる展開」を考えてみた。何か参考になることがあれば幸いである（*編注，1）。

2. 小学校での授業内容との関連

既に小学校においてこの「地球と宇宙」単元に関連する内容として、

4年生では、○太陽や月の動き——1日のうちの太陽の動き

——月の動き

——太陽と月の通り道

5年生では、○星とその動き——星の明るさと色

——星の並び方

——星の動き（南天、北天、全天）

6年生では、○季節と気温の変化—太陽の高さと気温・地面の温度

——昼の時間の長さ

などについて学んでいるはずである。しかし、天体の観察、特に夜間に家庭で行うものについては指導しにくいことや、月の満ち欠けは扱わず、球としての認識をしていないなど、宇宙についての空間

*焼津市立豊田中学校

編注(1) この報告は本来、志太教研資料として「地球と宇宙」の全単元について扱ったものであるが、特に「地球の自転」に関する部分を抜粋し、それを編集事務局の責任で編集したものである。

的な構成や立体的な感覚については扱われていないので、生徒の理解の仕方には限度があると思われる。そこでこの単元では特に宇宙や地球の立体的、空間的感覚の把握を中心に指導したい。

3. 「地球と宇宙」の目標、そして教材の展開

この「地球と宇宙」の単元の中心目標は、「天体の観察を通して地球の運動について推論し、宇宙空間における天体の位置関係を考慮させ、宇宙のひろがりの認識を深める」ことにある。

この目標を達成するための展開の基本要素としては、

- 1) 天体の日周運動から、地球の自転を推論させる。
- 2) 天体の年周運動から、地球の公転を推論させ、季節変化・太陽高度の変化から地軸の傾きを推論させる。
- 3) 太陽系の構成を理解させ、あわせて、月・太陽・惑星等の、位置、大きさ、形、表面の様子等を認識させる。
- 4) 恒星の明るさや色の違いが、星までの距離や、表面温度に関係していることを推論させ、太陽系から銀河系へと宇宙空間のひろがりの認識を深める。

などの項目が挙げられる（図1）。

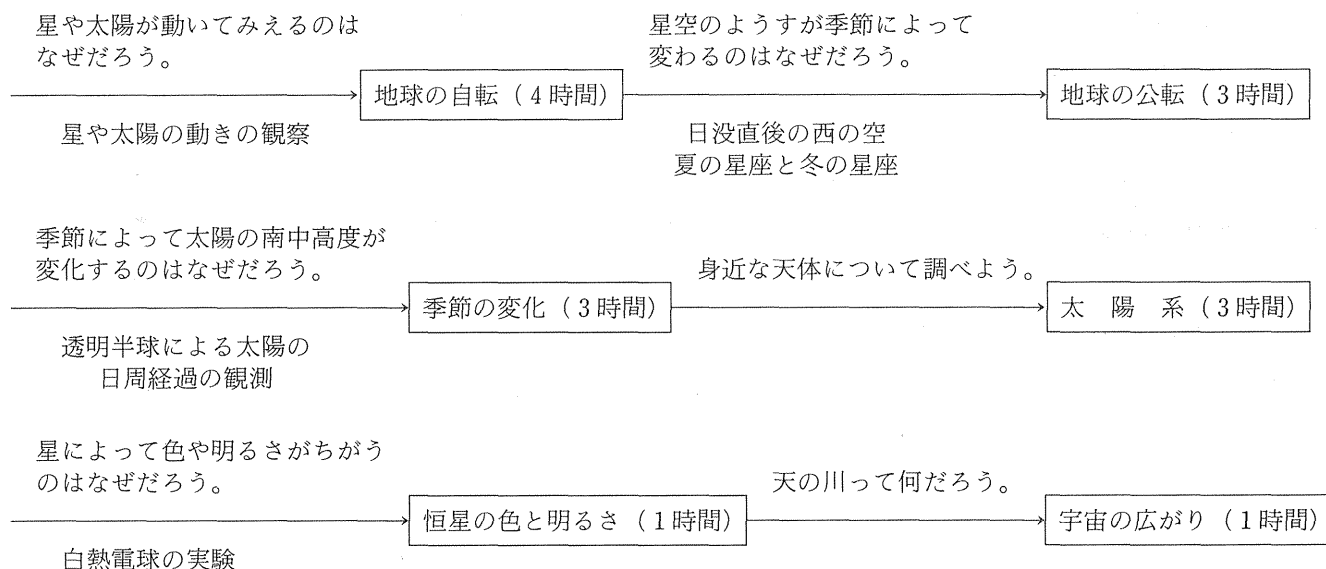
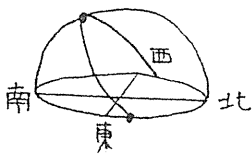
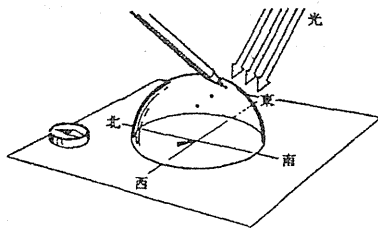


図1 「地球と宇宙」の単元の構成と展開

特に本単元に入る前から事前指導として、小学校での復習の意味もかねて、夏休みをはさんだ前後何カ月かの適当な時期に2、3回、休日や休み時間等を使って、日中の太陽の運行の様子を記録し、太陽の日周運動とその季節による違いについて各班で報告書の形でまとめておくとより良い効果があげられる（図2、*編注、2）。

編注(2) 太陽南中高度の測定から磁気的方位と地理学的方位の違い(磁北の西偏)を知ることができる。また測定を離れた場所で行うことにより、地球の大きさを生徒の実験データから知ることができる。臨海学校や林間学校のときなどにできるかもしれない。また遠隔地の学校間でのデータを交換している学校もあるようである(エラトステネスに挑戦しよう)。興味あるかたは参考文献をご覧ください。



<報告書>
1年5組3班 組番 豊平山由紀

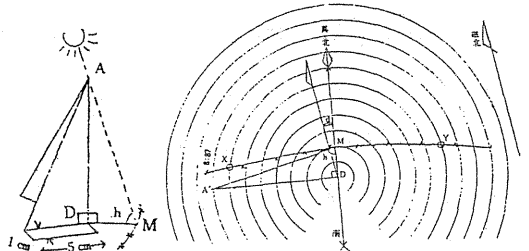
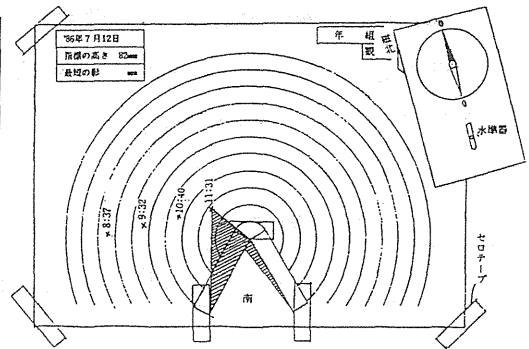
観測の日時 昭和60年7月20日(金)
観測時刻 午前10時10分 ~ 午後2時20分

1	8:00	10:20	12:25	7	10
2	9:25	5	2:15	8	11
3	12:15	6	3:20	9	12

観測の結果
南中高度 53度
日の出の方位 真南より北より10度
日の入りの方位 真南より北より10度

感想 (3行以上かか)
私達の観測(北)は9月で1組の人達は7月と...
ここで比べてみると9月は9月より北より南の南と
北に、今のこの7月10日では太陽が14度の北に
その理由はこの季節の地球の傾きが北より南に
傾いていて、太陽の傾きが北より南に傾いて
いるから、南中高度、日の出の方位などが7月とくらべて
北より南の北に

-8-



(a)

(b)

図2 太陽の日周運動の測定、(a)は広く普及している透明半球を使った方法で、(b)は水平なシートに固定点の日影を追跡する方法である。

(a)は透明半球を水平面上に描いた円周上に固定し、日光による影が円の中心に当たる点を半球表面上に記録していく。天球の概念をつかむためには適した方法であるが、正確な測定が難しく、また結果は応用しにくい。

(b)は直角三角形を応用し紙で作った三角錐の頂点の影が水平面上を移動していくのを記録する方法でかなり正確に測定ができ、その値を利用した応用が効く。宇留野(1988)による。

4. 地球の自転についての授業展開

<第一時> 北天の星の動きと地球の自転(図3)

まず、導入として北天の星の日周運動の写真を用意し、生徒に示しながら発問する。

「これは何の写真かな?」 (注、この時大きなパネルがあると便利である)

これに対して、北の空の写真であるということは割にすぐに分かるが、写真の撮り方によって「星の動きが線になること」が理解されにくい。そこで、

「どうやって撮るのかな?」

「なぜ北の空ってわかる?」

等の補助発問をして、写真の意味についての生徒の理解を深めておく。

この後で、

「北極星が動かないのはなぜ?」

「どちらの方向に動いて見えるのかな?」

等の発問により、北天の日周運動について考えさせ、理解させる。

(板書)

2. 地球と宇宙
2-1 地球の自転

北の空の星の動き
北極星を中心に
時計の針の動きと逆の向き
(左まわり)に動いてみえる。

(原因)
地球の自転
1日360°
(1時間15°)

自転の軸の方向に北極星がある。

北極星の高度=緯度

図3 北天の星の動きについての板書

この時、天の北極の中心から外側に行くにつれ、「移動距離は長くなるが、角度としては同じである」ことが理解されにくい。そのために写真に写っている星の移動角度を示したTPシート（図4）などを用意してしっかりと納得させたい。

さらに、

「この写真を撮るのにどのくらい時間がかかったのかな？」

といった発問を行い、地球の自転速度と日周運動の関係を確認させるとよい。このとき先に示したものと同様のシートに15°の角度を示しておき、写真に写った星の移動時間について認識させることもよい。

この時間に同心円状に写っている星の見かけの移動の中心と、地軸との関係についてしっかり押さえておくことが大事である（第二時へのつながり）。また北極星の高度がその土地の緯度に当たることもよく理解させたい。

また、地球儀を使って生徒に説明させることや、日周運動の確認としてVTRを使い動的な映像を見せるのもよい方法であろう。

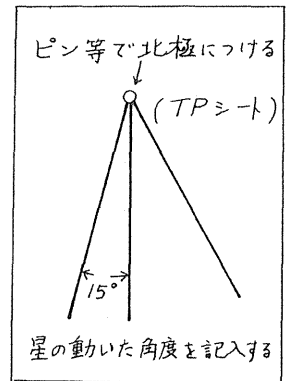


図4 北極星を中心とした移動角度を示すTPシート

〈第一時の宿題〉 北点の星の日周運動の観察

この北天の動きの観察を実際に生徒に課題として与える（図5）。この課題は北天全体の星座を対象に行う場合が一番うまくいく。カシオペア座だけを対象としても割に誤差が小さいが、北斗七星はなかなか難しく、1時間の移動角度が20°~30°にもなり易い（*編注、3）。

例 一晚の宿題として

1組	男子	21名中	成功11名	忘れ7名	分からない3名
	女子	17名中	成功12名	忘れ1名	他の星をやってしまった4名
2組		39名中	成功15名		
3組		39名中	成功17名		
4組		40名中	成功17名		

〈第2時〉 南天、そして東や西の空の星の動き

1) 本時のねらい

本時は、前時の北天の星の動きをもとに、全天の星の動きを扱う。この時間のねらいとしては「教室全体を天球に見立て」て、地球の自転や天球に関する立体的な感覚を養おうとするところにある。このことは中学生の発達段階においては、知的興味を満足させる問題ではないかと思う。しかし、最初から理論的に根拠を持って予想しようとする者は少数だと思う。

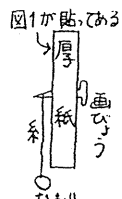
そこで生徒がどういうイメージの中で考えているのかを把握しながら、発表させたい。生徒の側でもお互いに予想を説明しながら相手を納得させようと努力し、またそれを聞きながら相手の言うこと

編注(3) これはおそらく低い空に星座がある時には地球大気による屈折の影響を受けて、見かけの高度分布が小さくなるためであろう。

星の観測 (北天)

<準備> 厚紙・画びょう・糸・おもり

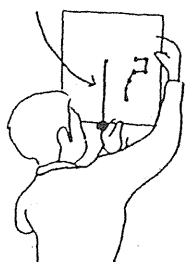
- ① 図1を切り取り厚紙(ボール紙やダンボールなど、しっかりした紙)に貼る。
- ② おしピンのある」という部分に画びょうを裏からさしこむ。
- ③ 15cmぐらいの糸におもりをつるす。
(おもりはケシゴムや5円玉などでよい)
- ④ ③でつくったのを画びょうにつるす。



<方法> ④の完成品と台板とよぶ。

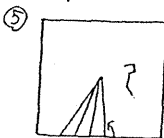
- ① 夜、北の空をみて、北斗七星(おおくま座) カシオペア座、北極星をさがす。
(星座表をつかう) 真北・高度35°
- ② 台板を左手にもって高くかかけ、さっきみつけた北斗七星と北極星との位置と同じようにする。
- ③ ②の時の糸の位置をえんぴつで記入する

台板の図の中に この糸の位置を記入する。



(おもりは常に下)

- ④ 1時間後・2時間後・3時間後に同じこととくり返す。



結果として左の図のようにえんぴつで何本も記入したものができ、これを提出する。

それぞれ観測した時刻を記入しておく。

星の観測

1年__組__番 氏名_____

観測日時 昭和__年__月__日

__時__分

__時__分

__時__分

__時__分

観測からわかったこと

取した台板に、この表紙を付けて提出する。

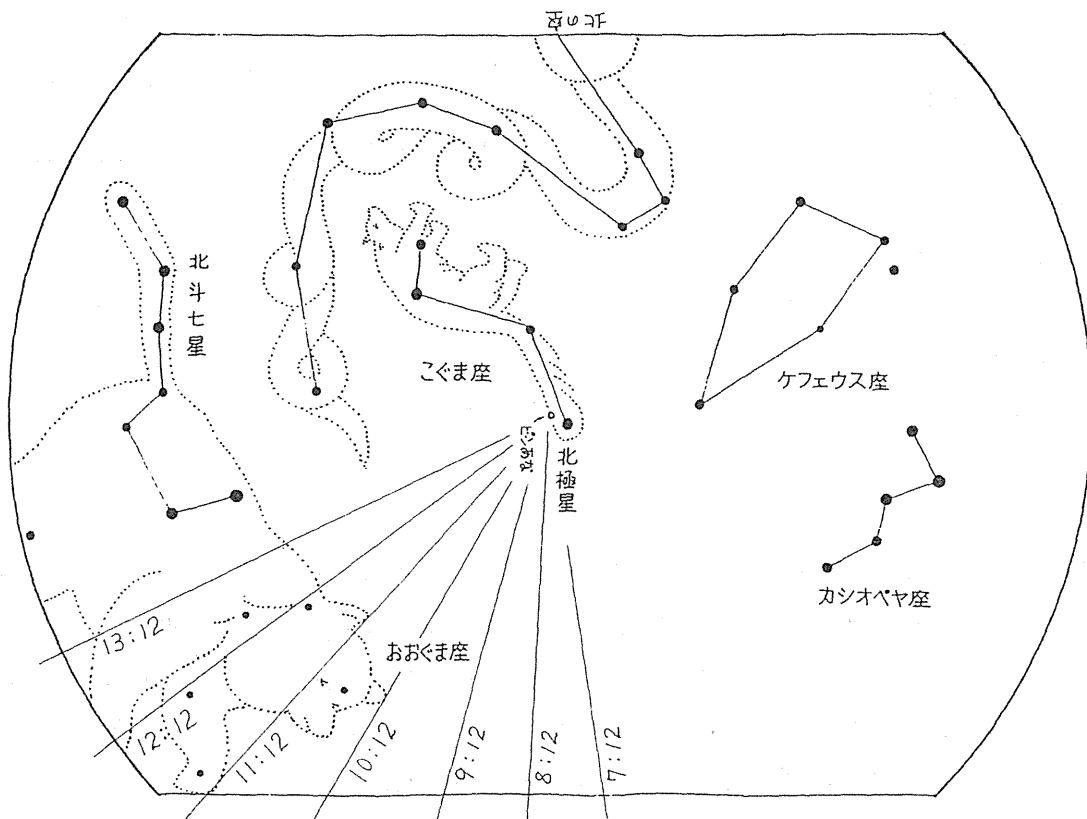


図5 北天の星の日周運動の観測用の用具、報告書など

を理解しようとする中で、立体的な地球と天球の感覚が養われていくものと思う。

2) 展開

この時間には教室全体を使って、天球と地球の自転について学習する。このため、教室の北側に前時の結果を、黒板、掲示等を使って大きく示しておく。

その上で次の発問を行う。

「前の時間にやった北の空の動きを調べたのと同じ場所で、南の星空を調べたらどの様に写真に写るだろう？」

そして生徒に各々予想を立てさせた上で、北の図の反対側の黒板に(場合によっては移動黒板を使う)色々な意見を書かせる。この時、“同じ場所”ということを押さえておかないと生徒の側で誤解することが多い。

3) 生徒の予想

前時での宿題などで、星空を見たことのある生徒ならば、北天と同じ同心円状の日周運動の模様と同じものを予想することはないと思われるのだが、なぜか、この考えが多いのが現実である(図6)。

「いかに現実の星空が見られていないか」、また、仮に見ていても動きが遅いために「いかに動きを確認しにくいか」が分かる。また、太陽の日周運動については知っていても星の動きと結びついていないことは、原因である地球の自転について正しく把握していない証拠であろう。

4) 解決

理論的な解決のためには、もう一度前時の結果から、地軸の周りに天球が日周運動をしていることを確認し、「日本付近の緯度で空を見ると、南天では地軸は地平線下へいく」ことを納得させることが決め手となろう。そのためには地球儀や、傘や、透明半球、小黒板などを自由に使って生徒自らが解決するように指導したい。この南天で解決が付きにくく、生徒の間でもめた場合にはここまで1時間の授業展開とし、この後の授業時間との間で時間の調節をしてもよい。

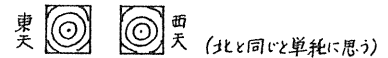
5) さらなる展開

「東と西の空では、星はどう動いて見えるだろうか」と、発問して教室の東と西に小黒板を掲げて予想させる。その結果は、東から昇り、西へ沈むという一般常識から、東では垂直に昇り(↑)、西では垂直に沈む(↓)と、安易に予想している生徒が多いと思われる。しかし、これまでの経緯を踏まえて、予想の根拠を説明させれば、ほとんどの生徒が自分の間違いに気が付き、正答への修正がなされることと思う。ここでは常に修正を繰り返しながら、科学的、立体的な考え方を養っていくことが大切だと思われる。ここまでの、教室の全周囲に生徒達が考えた全天の星の動きの様子が明示されたこととなる。

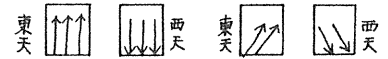
★ 生徒の思考の予想 (南の空)



北の逆だから同じように円を描く、南にも極がある
東天、西天も円を描いている



東かりのぼり、西へしずむと考えている



(のぼり、しずむと単化に表現) (観測したことあり)

地球のまわりの星の動きを考えている



図6 南天の星の移動についての生徒の予想

6) 確認

以上の確認を教室で時間内に行うには、スライドや VTR を使うと効果的である。特に身近な星座であるオリオン座等が西の空へ斜めに沈んでいく様子などは見事である。ただし、これらの映像はあくまで平面的に表現されたもので、これらにたよってしまうのは危険である。あくまで授業をとおして生徒達に考えさせた立体的なとらえ方を中心にするべきであろう。

〈第二時の宿題〉 南天の星の動きの観察

ここまでに得た南天の星の動きの様子を実際に生徒に課題として与え、実習した結果を出してみる。冬の時期であれば天の赤道付近にある身近なオリオン座などの星座を対象にするとよい (図7参照)。

1年 5組 15番 氏名 福村晋ス

観察日時 昭和61年2月12日

PM	7時12分	10	12時12分	14
	8時12分	10	13時12分	12
	9時12分	15	AM	
	10時12分	12		
	11時12分	14		

観察からわかったこと

15°ずつじくわかっていったのがやっかいな感じというのね自分でやってみると確かめたい方が実感としてよくわかった。15°の時と10°の時とあるが、だいたい(そんな)くらいは、おなじようさういふたより本をみれば、星座もさかして、みれば、みつかって来た。ちやうど、いかに、星空が見えていたので、思わず見逃してしまっただけだ。不思議だった。もともと星は好きだったが、ついでに、おもしろい気がした。もとい、うやってみて、いと思う。

観察した台紙に、この表紙を付けて提出する。

板書

まとめ
星空全体は北極星を中心に、東から西に動いてみえる
↳ 日周運動

原因
地球が西から東へ地軸を中心に1日1回転、自転しているため

北 東 南 西

南中: 太陽や星が真南にくること
南中高度: 南中した時の高度

天球: 星がはりついている大きな丸天井

図7 南天の星の日周運動観察用のシート、報告例

図8 星の日周運動のまとめのための板書

〈第三時〉 これまでの結果をまとめよう。(図8)

前時までに北、南、東、西の各方位の星空の動きを推論し、立体的に考えさせ、平面的には表現し確かめてきた。その立体感を大切にしたい。その際には宇宙の外側から天球を見つめることになるので、思考の転換が必要になる。本時では透明プラスチックを使い、天球の動きを確認したい。

1) 展開、空を教室全体でとらえよう。

前時の確認として、移動黒板などで、教室の周囲に4方位の星の動き方を描かせる。その中心という意味で地球儀を置き、その回転から空にある星の動き方を確認する。その上で次の発問を行う。

- 「空ってどんな形をしている？」
- 「教室みたいに四角？」

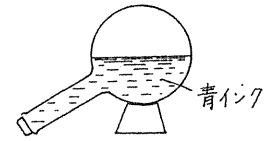
ここで星は実際には様々な距離に存在していても、あまり遠方にあるために、仮に地球の周囲をと

りまく大きな丸天井にはりついたものとして考えると便利であるという意味をもつ、「天球」の概念を導入する。

2) 天球を縮めてフラスコで考えてみよう (図9)

班毎に丸底フラスコに青インクで色をつけた水を入れ、フラスコの首を地軸方向に傾けたものを用意し、各班毎にフラスコの底の中央に北極星を示すシールをはらせる。フラスコをその首方向を軸として回転し、地軸の周りの天球の回転を実験する。

フラスコを回しながら北極、南極、赤道を確認し、フラスコのまわりに星の動きをサインペンで記入させ、生徒に天球の動きを体験させる。



北極星にシールを貼らせる。まわしながらサインペンで星の動きがわかる。(赤道・北極など確認)

図9 フラスコを使った天球の回転の実験

〈第四時〉 これまでの結果を透明半球に記入しよう (図10)

この時間ではこれまでに得た結果を透明半球を使って地球の自転と関連させて、天球の動きを確認する。

1) 展開、前時までの結果を透明半球に記入しよう。

教室の四方を4方位に見立てた図や、透明フラスコを使った実験からさらに天球の動きの様子を透明半球に記入する。星座早見盤や星図を用いて様々な星座を天球上に記入していくのもよい。ここではさらに各自のノートに描かせる。

「ノートに描いてみよう」 (生徒各個人についての事実の確認と抽象的な表現)

ここで南十字星、アルファケンタウリなど、日本では見にくい南天の星の話などをして星への興味を呼ぶのもよい。

以上の課題を終わり、基本的な天球の動き方を理解した段階で、応用問題として次の発問を行う。

「北極、南極や赤道へいったら星はどんな動き方をするのか？」

透明フラスコを使って考えさせ、実際にその動かし方を指導し、その解答をOHPシートや黒板に板書することで示す。

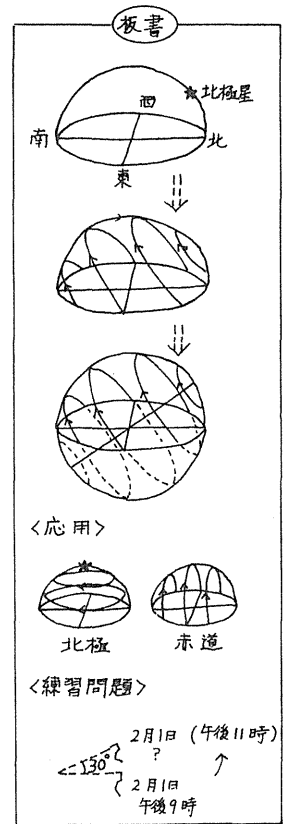


図10 透明半球にこれまでの結果を記入する

5. 生徒の疑問とそれに対処する方法

授業の展開については上に述べた通りであるが、生徒の理解を進めるため、カード形式の理解の記録を毎時間書かせ(図11)、帰りの会までに班長が集め、さらに理科係が教師の机上に提出するようなシステムを作るとよい。これに対し、教師は疑問には次の時間に間に合うように答えを記入しておき、返すようにする。これを教科委員が授業前にとりにきて個人に分ける。

これに対して生徒達の感想は、

疑問などあった時に気楽に聞ける。

分かったことを書くと、まとめになる。

理解の記録

1年 組()番 氏名

月/日	わかったこと	疑問におもったこと

図11 理解の記録カード、これに生徒は疑問点などを記入し、教師はこれに答える

他人が分かったことを書いているのを見ると参考になる。

等の意見が寄せられた。また教師側としても生徒側の、授業に基づく発展的ないし、基本的な疑問やつまづいていること、日常感じている疑問などをつかむことができる。

以下に〈第一時〉についての疑問の例をいくつか挙げてみよう。

- 南北の星の動きの違いは？
- 星の数はいくつ？
- 赤く見える星はなぜそうなのか？
- どのくらいの距離になれば星は動いてみえるのか？
- なぜ星は時計の針と反対方向に回っているように見えるのか？
- 星の明るさはどういうふうを決めるのか？
- 北極星があるなら、南の空にも止まって見える星は（南極星は）あるのか？
- 北極星はどんな形をして、どんな大きさか？
- 北極星はどこにいても見えるのに、南十字星はどうしてその場所によって見え方が違うのか？
- 星は何時間で一周するのか？
- なぜ星座などの星は動かないのか？
- 地球は何故自由に動かないで軌道をズーッと回っていかれるのか？
- どうしてシャッターを開いていると線になるのか？
- なぜ緯度と北極星の高度が同じなのか分からない？
- 月では光が当たるところと当たらないところが、満月、三日月というふうに見えるが、地球もそうなのか？
- 北極星は遠いのに、2等星という明るさに見えるのはなぜか？
- なぜ星があるのか？
- 銀河系の外はどうなっているのだろう。銀河系の中の星はいくつあるのか？
- 宇宙には外があるのか？

- 地球の自転はどうして起こるのか？
- 北極星はなぜ動かないのか？
- 北極星は月からどのくらいの所にあるのか？

6. おわりに

この資料を作製するにあたって、協力していただいた昭和60年度焼津市立和田中学校1年生の皆様、和田中学校の諸先生方にお礼を申し上げます。

参考文献

- 宮城県高等学校教育研究会理科部会地学部会編 (1988) 実験・実習地学改訂版
- 宇留野 勝敏 (1988) 太陽を対象にした地学実験の簡略化一日影曲線・日射量測定・スペクトル観察の例・福島大学教育実践研究紀要, No. 13, 45~54.