

## 〔Ⅱ〕 地学の授業における実習帳使用の意義について

—— 地球の形の指導より ——

高 須 明

### はじめに

「百聞は一見にしかず」のごとく、ただ一度の事象の観察が何時間も授業による説明をしのご効果をもつことはよく知られるところのことである。しかし、そのような一見に値する観察や実験も、地域的、時間的、又経済的に、制約を受ける地学教育にあっては思うにまかせないのが実情である。そこで、授業を補足するための様々な試みが必要になるわけであるが、本校では実習帳やVTRにより、その補足を行なっている。

授業による理解がどの程度のものであり、その授業内容を実習帳で補足した場合、内容理解にどれほどの効果があるかを調べてみた。

### 「地球の形」の授業内容

3時間中の2時間目 第1学年

きのうの話によると、こうであったですね。第1回目の資料では緯度0度付近の、0度とは言わなかった。パリよりも北か南かと言う話であったんだけど、極端な例をとって0度近辺の経線1度の長さ。この経線弧の長さは90度。つまり北極や南極の経線弧1度の長さと比べてやると、第1回目の場合は0度の方が大きかった。このことから、こういう地球の形が求まったと言った(図1)。どうだろう。みんなこの図と資料を見くらべて、何か奇妙な感を抱かないかね。

これを何としようか。 $l'$ とし、これを $l$ としようか。そうすると、どうみても $l'$ の方が $l$ より大きいじゃないか(図2)。にもかゝらず、経線弧1度に対応する経線は $l$ の方が大きいと資料には示してある。一体地球の形っていうのはどうやってだすんだろう。みんなならどうやってだすかな。……それを今から考えてみたい。

これが現在公認されている数値です。緯度0度、赤道近辺の経線弧1度の長さは101.5 kmです。きのうも話したね、これは。少しとばして30度近辺では110.9 km、60度では111.4 km。90度が111.7 kmと確実に極の方へくると1度の長さが大きくなっている。このことから現在我々が知っているようなこの地球が出てくる(図3)。弧1度の半径はどうかといたら、どうみたら極の方が小さくなるね。半径は赤道よりも小さいわ

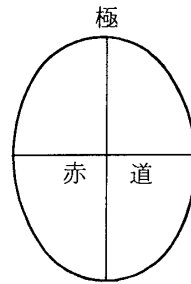


図1

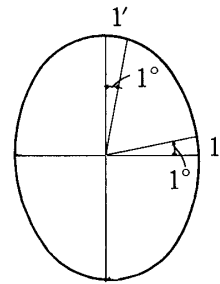


図2

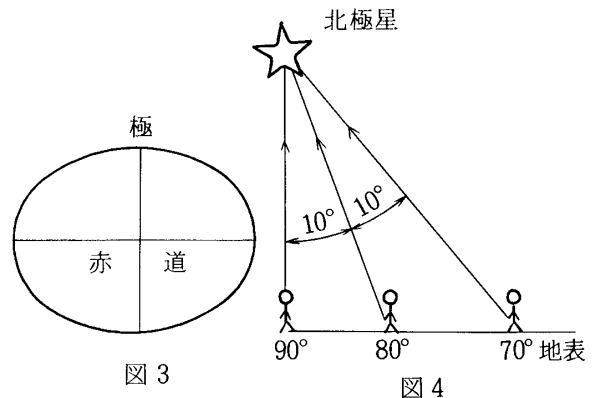


図3

図4

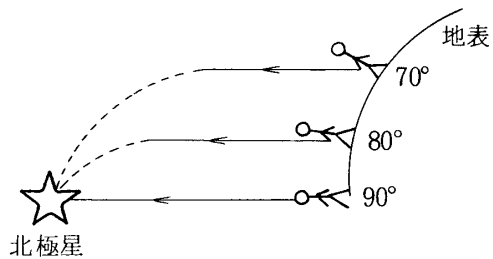


図5

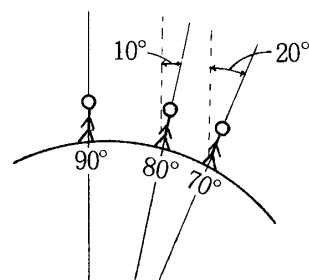


図6

けだから。弧は半径に比例して小さくなる。にもかかわらず、逆になるんだね。なぜこういうことになるんだろう。……だれかわかるかな。……

ここで大事なことはね、最初からは地球の形はわからないってことだね。資料は出ている、地球の形はまだわからない。ところが、こういう図はどうだろう。もう、地球は球であるという先入感でもって書いてしまっている。さらに、勝手に中心まで決めてしまっている。……ここが理屈に合わないところなんだ。

地球の形を求めるには天体観測をしなければならない。たとえば、北極星を観測の目やすにするとわかりやすいだろう。我々が我々の位置を知るのに、この北極星をたよりにする。もし、天頂にこの星が見えれば、この観測者は自分が北緯90度にいることを認識する。

さて彼方には水平線だか、地平線だかが見られるね。その範囲内においてこの人は平面上に自分はいらっしゃると思うだろう。つまり最初から曲面上にいるとはなかなか判断出来ないだろう。平面と思われる面を南下して行く。時々、北極星を見上げて見る。すると、少しずつ高度が変化してゆくのに気付く。そう、10度ぐらいとってみようか。話はオーバーだからね。ここから、ここまでこの人が歩いている間は、ほとんど、これが平面であると思っている(図4)。にもかかわらず、星は頭上から離れていく。と、この人は歩いて来た面をどう理解するだろう。随分昔から、恒星までの距離は途方もなく遠いらしいことはわかっていたから、北極星は地球上のどの位置で観測した時も常に平行光線を投げかけているという知識は持っているでしょう。そうすると、北極星が頭上から徐々にずれたということは、歩いて来たところの面が曲面であったと理解しないと説明出来ない(図5)。では、どんな曲面か。完全な球だろうか。……そこで、これを考えるのにとりあえず、曲面の部分部分は球面の一部をなすと考えてやる(図6)。この考え方が非常に大事なんだよ。

それではね、経線弧を10度にとって、10度に対応する経線の長さが極から赤道の方へ行くに従い、少しずつ短くなる、だから弧の半径も小さくなるということを知って自分で地球の形を求めてみなさい。

今から用紙を渡すから、ここに求め方を書きなさい。

それから、授業の中でよく理解出来なかったところもついでに書きなさい。

(5分後) どうもよくわからないようだね。もう一度いうとね、地表の微小部分、ここでは経線弧10度、は円(球)をなすと言うこと。それで、90度から0度までを10度ごとに区切り連続的に半径を与えていく。

(15分後) では、用紙を後から集めなさい。

## 授業のねらいと授業の理解度

本時のねらいは、地球の形を求める場合、その方法はどんなものであるかを考えさせることであった。そこで授業は方法についての概略を講義し、解答は生徒から引き出させるように努めた。授業がどの程度理解されたかを知るために、内容を作図させてみた。その結果、数名の者は極の曲率半径が大きいからこそ、極軸が短軸となるようなだ円体になることを理解したが、極から赤道までを連続的に曲率半径を変えることによって、地球の概形を求めるところまでには到らなかった。大多数の者は、図6の意味をほとんど理解出来なかった。図1や図3のようなことがどうしてあり得るのか納得出来ないようであった。次の授業時に「地球だ円体の実習」についての作図を与えてみた。その結果、クラスのうち1割ほどの者は図1のような地球を作図し、あるいは、しかけたが、他の者は遅速の差こそあれ、指導者の意図する作図をすることが出来た。定期テストには地球の形の内容に関連するものを2題出した。次のようなものである。

- 1 「カッシーニ」の第1回測量によれば、経線弧1度の長さはどちらに行くに従い大きくなったか。このことから、地球はどんな形と判断されたか。形を図で示しなさい。図中に北極、南極、赤道を明示しなさい。
- 2 地球の曲率半径はどこが最小ですか。  
正答数は1の前問が23/45。後問が24/45  
2は31/45であった。

## 実習帳使用の意義について

理科教育であるからには、実地に生徒に観測させ、それにより思考させ、といったことを繰り返すことにより、理科的な能力を養ってゆくのが本来の姿であろう。しかし、地学は自然界そのものが舞台であるから、ここで取り上げた授業内容のように、観察や実験の困難なことは、しばしばある。このような場では「考え方」をいかに理解させるかが最大の眼目となる。又、それは大切なことであると考えられる。

さきほどの調べで、講義形式の授業では、図を与え、視覚に訴えさせても、理解に到らないことがわかった。地球の形とその中心が先入観として、がっちり脳裏にはめこまれていて、それが思考の自由を妨げているかのように思われる。

作図実習では、作図に必要な資料と作図の段取りを示してある。9割の生徒は先入観から解放され、地球の一点から経線弧を導くことが出来た。このことにより初めて、多くのものがその方法を理解出来たことを調査は示している。

作図に与える段取りがていねい過ぎて、生徒の思考過程を無力にするようでは、無意味であるが、その辺を十分考慮した作図実習ならば、生徒が自ら頭を働か

せ、作図という言葉は肉体的な作業に能動的に取り組むことになる。授業の一方法とは言え、それは大いに取り入れるに価するものと思うのである。