

実践報告

月の満ち欠けを理解する上での 簡易月球儀の有効性 ～文科系学生向け実習授業での実践例～

福江 純（大阪教育大学）

1. はじめに

大阪教育大学では、理科に強い教師を育てるために、2007年度から「実践的理科力養成プログラム」を実施している[1]。このプログラムでは、主として理科以外の学生が受講する小学校教員免許必須科目（小学校教員免許用「理科」、通称、“小専理科”）をドラスティックに改革し、小学校教員免許を取得する文科系学生向けに、実習実験主体の内容を理科全分野について教授している。その流れで、こちらも文科系学生向けにいろいろ新しいネタを用意する必要がある、やはり月の満ち欠けはやらなあかんやろうなと思って、今年は“月球儀”を作成して試してみた（図1）。

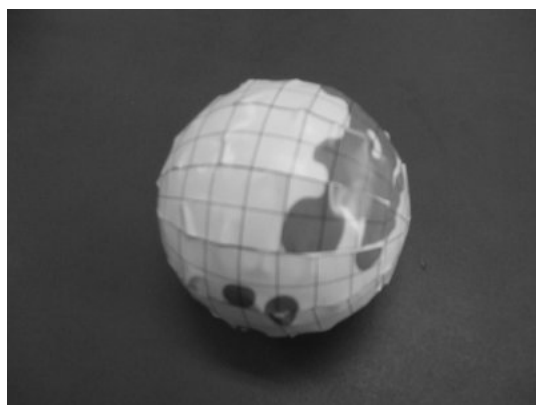


図1 月球儀

灰色が海、黄色が陸のつもりだが、ちょっとコントラストがきつい。

もちろん月球儀については、先駆的な実践例がたくさんあるかと思う、2009年7月6日に tenkyo-ML に下記のようなメールを流させてもらった。[tenkyo:02825]

（メール形式を整形、一部省略）

みなさま

福江です

太陽を隠す月の方の話です。

この数年、理科実験関係の実習講義が増えて、消耗品の購入などでメーカーの人と会う機会があり、いろいろ教具を購入することもあるのですが、何しろ、据え置き式の理科教材は値段が高いし、生徒一人一人に渡せるものも、ほとんどありません。

メーカーの人ともいろいろ安い教具を議論したのですが、その過程で“月球儀”の試作をして、数日前に届きました。

月の満ち欠けをテニスボールにライトを当てて実演している人は多いと思います。ぼくも何度かやったのですが、テニスボールだと模様がなくて寂しいので、材料や方法など、いろいろ議論して、発泡スチロール球（6cm 径）に月面模様のシールを貼る教具を試作してみました。

1つで100円程度を目標にしたのですが、発泡スチロール球だけで仕入れ100円強かかるらしく、どうもトータルで300円ぐらいはかかりそうです。さて、この先、どうしたものかと思っています。

文科系学生向けの実習や、一級免許講習、免許更新講習、などいろいろな機会を捉えて、使ってみるつもりですが、まず似たようなものを作っている方がおられたら、どんな感じが教えてもらえればありがたいです。

これに対して、小野智子さん（国立天文台）[tenkyo:02826]、谷川さん（兵庫県三田祥雲館高校）[tenkyo:02830]、小野夏子さん[tenkyo:02834]、小山さん（高井戸東小学校）のみなさんから、いろいろな実践例を紹介いただいた。また、とくに小山さんからは、過去の集録記事を PDF 化したデータもいただいた[2]。いろいろ参考になったことも多く、この場を借りて、みなさんに感謝したい。

さて、以上のような流れのもとで、簡易月球儀を制作し、今冬、冒頭に述べた文科系学生向けの実習講義で、その有効性を試してみた。具体的には、(1) 文科系の学生でも、小学校で月の満ち欠けと地球・太陽・月の位置関係は必ず習っているだろう、(2) でも、おそらくはほとんどが、ちゃんと理解していないか、あるいは忘れてしまっているだろう、(3) そのようなほぼ白紙の状態で、簡易月球儀を利用することで、どれくらい、月の満ち欠けが理解できるだろうか、有効だろうか、という点を確認してみたかった。

以下、2 節で、今回用いた簡易月球儀の制作方法について簡単に述べ、3 節で実際の実践結果について紹介する。

2. 簡易月球儀の制作

今回のそもそもの目的は、月球儀の作成過程自体ではなく、作成した月球儀を用いて月の満ち欠けを疑似体験し理解することなので、月球儀の制作には以下の 2 点を考慮した。

(1) 地上から眺めた月面の様子に似ている

もともとは、真っ白のスチロール球やテニスボールではあまりに味気ないので、地上から眺めた月ぐらいの模様が欲しかった。現在では「かぐや」衛星の詳細な地図もあるが、そこまでの情報は不要で、海と陸と数カ所のクレーターぐらいがわかる程度の模様でよかったのだが、美麗な写真はいくらでもあるものの、なかなかそんな展開図は見当たらない。

そこで、夏前に作った試作品では、とりあえず、ぼくが略図を描いて、黄色の下地に灰色で海を塗るなどした。そのころの目論見では、だれか卒論で綺麗な月面展開図を描かないかなあ、と思っていたけど、残念ながら、今年はその種の教材に関心をもつ学生はいなかったもので、結局、当初の試作品に少し手を加えた程度の展開図をそのまま用いた(図 2)。

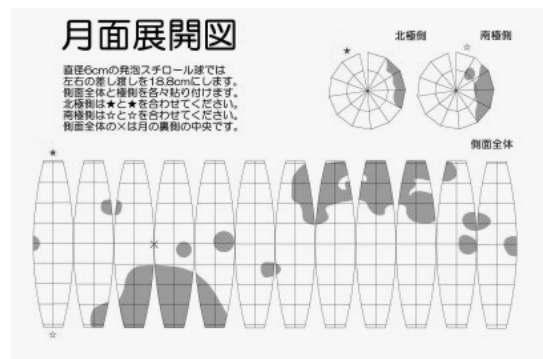


図 2 月面展開図

(2) 作成作業自体は容易

作成自体が目的ではないので、作成作業ができるだけ容易になるように、月面展開図はシール紙に印刷し、台紙を切り取って裏紙を剥がせば、そのままスチロール球に貼り付けられるようにした。

通常の紙にプリント・コピーすれば、安くなるが、ボンドで台紙を貼るときに時間がかかるし、出来上がりもゴワゴワになりそうだったので、今回はシールにしてみた。ただし、コストは跳ね上がった。

その制作コストだが、「実践的理科力養成プログラム」で、この数年は、実験教材や消耗品などへはかなり潤沢に予算が使えた。その結果、天文分野では、たとえば、経緯台の小型望遠鏡を 10 数台購入したり、太陽系図鑑などをカラー印刷したり、今年は観察実習用に DS Lite 本体+星空ナビも購入できた(“ゲーム機”ですよ!)。簡易月球儀の制作費も、その予算から賄った。

そうそう、一応“世間的な”誤解のないように書いておくと、大学全体の予算は毎年数パーセント減少している。数パーセントとは言っても、金額にするとかなり大きく、たしかうちの大学で年に 5000 万とか 1 億ぐらいじゃなかっただろうか（ちょっとうる覚え）。人間を 5 人から 10 人ぐらい首を切らないといけない勘定である。その結果、通常の研究費はガクッと減っているし（およそ半減）、人件費を削るために人員数もガクガクッと激減している（理科の教員はほぼ半減）。今年の夏からはボーナスさえ 1 割程度削られている（ありえない！）。その一方で、大学内部での重点配分の結果、一部で予算が潤沢になるような、そんな変なことが起こっている。

それはともかく、具体的な制作コストとしては、シールが思いの外に高額になって、発泡スチロール球（6cm）＋シールを 100 セットで、10 万強ほどかかった。業者を通したので、発泡球は 1 個 110 円ほどだが、シール代が 1 枚 900 円くらいになった勘定である。

うーん、さすがに 1 個で 1000 円はかかりすぎなので、シール仕様は今回限りかなあ。

3. 文科系学生向け実習授業での実践

小学校教員免許用「理科」、通称、“小専理科”では、半期一コマで、物理・化学・生物・地学の全分野についての実習実験を 3 回ずつ行う。物理などについては一通りの実験をしているが、地学については、スタッフ不足などから、今年は天文だけで実施している。3 回の内訳は、小型望遠鏡の操作方法、ペーパ一分光器、太陽系図鑑の作成などである。今年は、そのうちの 1 回で、最新の太陽系像の紹介と月球儀の作成を行った。

まず、ひので衛星やかぐや衛星やはやぶさ探査機などによる新しい太陽系像について 30 分ほど話した後に、以下のように進めた。

3.1 現時点での知識の確認

月の満ち欠けと地球・太陽・月の位置関係については、小学校で必ず習っている“はず”である（実は、ゆとり教育で習っていない可能性もある）。でも、最初に触れたように、おそらくまったくわかっていないままか、あるいはすでに忘れていいるだろう。そこで、まずは、黒板に図 3 のような絵を描いて、「夕方に南を向いて空を眺めたとき、西の方の空に、このような三日月が見えた。このときの、地球と太陽と月の位置関係を図に描きなさい」と言って、図に描いてもらった。

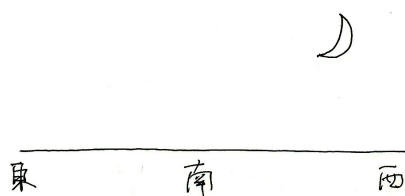


図 3 三日月がかかる夕方の空

このときにとくに念を押したのは、あくまでも現在の知識を確認するためのものなので正解を求めているわけではない、わからなければ、わからないと書いていいから、隣の人の図をみて描き直したらダメ、というような点だ。その結果の例が図 6 の上側の図である。

さて、この事前の確認で、そのときの受講者 25 人中、正しい位置関係を描けたのは、たったの 4 人で、間違った位置関係＋わかりませんが 21 人だった。他のクラスでも似たような結果だった。

やはり最初の推測どおり、文科系の学生は月の満ち欠けについて、ほとんどわかっていないようである。じゃあ、理科系（理科所属）の学生はわかっているのかと言えば、その調査はしていないので不明だが、もしかしたら、

五十歩百歩かもしれない。そもそも、この20数年間、月の満ち欠けを講義で取り上げたことは一度もないし、取り扱おうと思ったことすら一度もないのだから。大学教育ですべき内容だとは思えなかったし、現在でもその考えは変わらないが、そうは言っておられないかもしれないと思う。

…余談だが、2010年度の新入生からは学部課程の再編があつて、カリキュラムもかなり変更するので、高校数学と大学数学の橋渡しをするような『理科基礎』という科目を設けることになった。前半では、三角関数・指数・対数・微積などをして、後半では、科学的な考え方や測定と誤差、微分方程式などを講義する。物理の先生とぼく（後半）とで担当するのだが、もともと物理や天文の講義で最初の数回をつぶしてやっていた内容を、科目に仕立てた感じである。閑話休題

3.2 月球儀の作成と利用

つぎに、月面展開図を切り取り、発泡スチロール球に貼り付けて、月球儀を作成してもらった。手際の悪い学生も何人かはいるが、さすがに大学生なので、それほど大きな差はなくて、だいたい2, 30分弱ほどの作業である（図4）。



図4 月球儀の作成中



図5 これは新月？

あらかじめ作成できた時点で、実験室後方に太陽代わりのランプを用意して、自分を地球に見立てて、月の満ち欠けの様子を体感してもらった（図5）。自分の体が邪魔して“満月”は見にくいようだが、その他の月相はわかるだろう。

3.3 実際に理解できたかの確認

そして再度、図3の三日月のときの、地球・太陽・月の位置関係を描いてもらった（図6）。よくわからない場合には、何度もランプのところで確認するようにしてもらった。

その結果、再度描いた図で、正しい位置関係が描けたのが17人、相変わらずわからないままが8人という結果だった。最初にわからなかった21人中、理解できたそうなのが13人か。別のクラスでも結果は似たり寄ったりだった。もうちょっとわかって欲しかったかなあ（笑）。

最後に、（シールは高いので）現場では展開図は紙に印刷してボンドなどで貼り付けることが多いようだなど、現場での使用例を簡単に紹介して実習を終えた。

4. 有効性・無関心層

結論としては、予想どおりではあるが、月

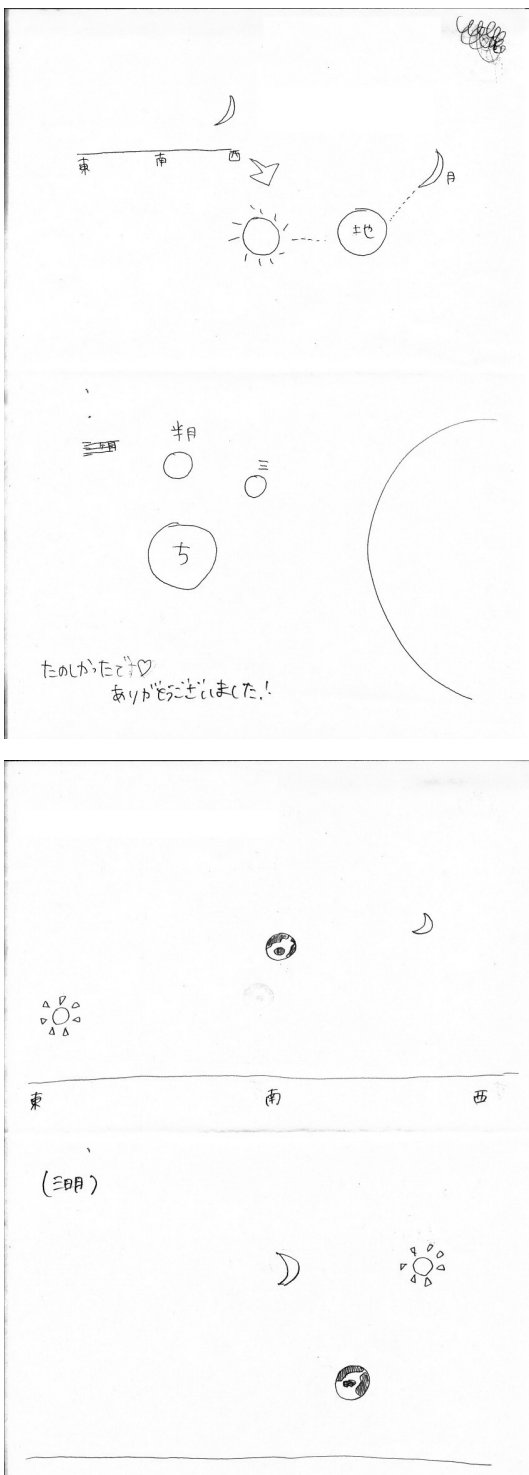


図 6 典型的に改善された例

の満ち欠けの理解にとって、簡易月球儀の利用は、大学生の場合でもたしかに著しい効果があった。

ただ、一部の学生（おおざっぱに 1 割程度）は、太陽のまわりを地球が回っていて、その地球のまわりを月が回っているという、基本的事実をわかっていない。だから、ランプの前に行っても、自分（地球）がどう動いていかわからない。

あるいは、それ以前に、このようなことに、まったく興味がない学生もいる。教育大なのでおおむね学生の知識レベルは大差なく、比較的まじめな学生が多い。そして、天文学は科学諸分野の中でも興味をもたれやすい分野にもかかわらず、天文学（そしておそらく科学すべて）にまったく関心がない学生もいる。

教える立場の人間としては、タテマエとしては、そういう学生にも興味をもたせ理解させるように努力しないといけないのかもしれない。しかし思い起こしてみれば、ぼく自身もまったく関心をもてない科目もあった。たとえば、教養で受講した「哲学」なんかは、まったく無意味だと思っていたし、関心ももてなかった（当然、単位も落としたり）。そう思うと、無関心層の解消は不可能だろう。

ただ、この“小専理科”を受講する文科系学生は、科学／理科についての授業を受けるのはこの講義が最後のチャンスなので、理科アレルギーや理科嫌いだけは、できるだけ減らしておきたいところだ。

文 献

- [1] 福江 純 (2008) 天文教育, 20 : 22.
- [2] 小山 浩 (1997) 第 11 回天文教育研究会・天文教育普及研究会年会集録, pp.62-67.

福江 純 (大阪教育大学)