

太陽を中心とした地球領域における 小・中・高の系統的プログラムの構築に向けて

－太陽がつくる「かげ」に着目して（中間報告）－

柳本 高秀

筆者は、平成17年度から、天文分野における空間認識の形成に関する研究を行っており、現在も天体運動に関する教授・学習方略についての研究を継続している。本稿では、今年度実施している、太陽のつくる「かげ」に着目した、小・中・高等学校の系統的プログラムの構築に向けた基礎研究について、その中間報告を行う。

〔キーワード〕 系統的プログラム 太陽 かげ

はじめに

これまでに実施された教育課程実施状況調査では、中学校の第2分野「地球と宇宙」において、北天の星の動きや太陽の自転、日の入りや太陽の動きに関する問題等、空間的な認識やそれに基づく思考面に課題が見られるという報告がなされている^{※1)}。

空間的な認識に関しては、天体運動の理解に関する先行研究が数多く存在し、小学生から高校生の多くに、月や金星の満ち欠け、惑星の視運動等の理解に困難を抱えていると報告されている^{※2)}。これらの課題の克服には、適切な教材開発や、身近な事象と地球・宇宙全体の関連づけによる認識の育成が必要であることが提案されているが^{※3)}、先行研究に見られるように、児童・生徒の天体運動の理解不足については、まだその問題状況は十分に改善されていないのが現状である^{※4)}。

そこで本研究では、天体運動の理解の鍵を握る重要な視点と目される、太陽がつくる「かげ」に着目し、小・中・高等学校を通した系統的プログラムを構築することを目的とする。

1 小・中・高等学校の系統性とは

地球領域は、「地球の内部」、「地球の表面」、「地球の周辺」の3つの内容に分けられる。今回取り上げる太陽を中心とした学習内容は、「地球の周辺」にあたるものである。言い換えれば、「地球の周辺」は”天文分野”となり、その内

容構成は、小学校3年から高校にかけて、下表のようになる。

表 「地球の周辺」の内容構成

年	内容構成
小3	太陽と地面の様子 ・日陰の位置と太陽の動き ・地面の暖かさや湿り気の違い
小4	月と星 ・月の形と動き ・星の明るさ、色 ・星の動き
小6	月と太陽 ・月の位置や形と太陽の位置 ・月の表面の様子
中3	天体の動きと地球の自転・公転 ・日周運動と自転 ・年周運動と公転 太陽系と恒星 ・太陽の様子 ・月の運動と見え方 ・惑星と恒星
高校	宇宙の構成 ・宇宙のすがた ・太陽と恒星 惑星としての地球 ・太陽系の中の地球 ・地球の形と大きさ ・地球内部の層構造

2 教科書における観察・実験の内容

(1) 太陽と地面の様子（小3）

建物によってできる日陰や、物によってできる影を継続的に観察して、太陽が影の反対側にあることをとらえられるようにする。また、太陽の位置については影をつくっている物を目印にして継続的に調べ、地面にできる影の位置の変化と太陽の位置との関係をとらえられるようにする（図1）。



図1 かげの向きと太陽の向きの観察

(2) 月と太陽（小6）

月に見立てたボールに光を当てるなどのモデル実験をして、太陽と月の位置と月の見え方の関係を調べ、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることをとらえるようにする（図2）。



図2 月の満ち欠けのモデル実験

(3) 天体の動きと自転・公転（中3）

透明半球を用いて太陽の日周運動の経路を調べ、太陽の動きと地球が自転していることを関連付ける（図3）。

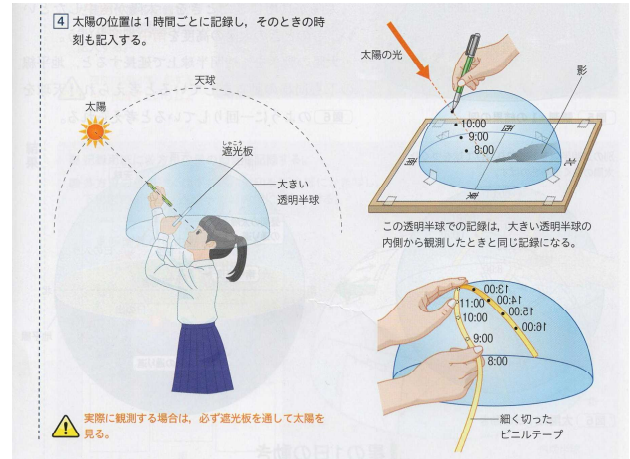


図3 透明半球を用いた太陽の動きの記録

(4) 太陽系と恒星（中3）

日食や月食が、月の公転運動とかかわって起こる現象であることに触れる（図4、図5）。

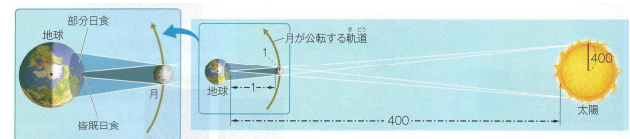


図4 日食のしくみ

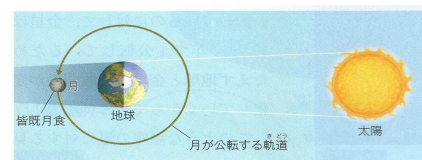


図5 月食のしくみ

(5) 太陽と恒星（高校）

太陽の表面の現象について、スペクトルを調べることで吸収線や輝線から存在する元素がわかることを扱う。吸収線は太陽大気中の原子によって、特定の波長の光が吸収されてできることに触れる（図6）。

●太陽のスペクトル● 太陽が放射する電磁波は、いろいろな波長のものを含む。電磁波を波長によって分けたものをスペクトルという。太陽のスペクトルを調べると、連続スペクトルの中に多くの暗線（吸収線）がある（図22）。これをフラウンホーファー線という。これらの暗線は太陽大気を通して光から、太陽大気中の原子によって特定の波長の光が吸収されてできる。暗線の波長や強度を調べると、太陽大気中の元素組成がわかる。



図6 太陽のスペクトルに関する記述

4 かげに着目する重要性

これらの教科書の記載にあるように、太陽の運動、月の満ち欠け、及び日食・月食現象の理解において、「かげ」の存在は大きい。

「地球の周辺」の学習のスタートとして、小学3年生では、太陽の反対側にかげができることを学習している。そしてそのかげは、太陽の動きと共に移動していることを観察から認識させている。この観察は、中学3年生での、透明半球を用いての太陽の日周運動の観察の基本となっている。

小学3年生では、固定した物体にできるかげが移動することで、太陽が動くことを認識させているが、中学3年生では、ペンの先にできたかげを透明半球の中心を合わせ、太陽の動きを透明半球の側面に記録させることで、太陽の日周運動を認識させている。小学3年生では「かげが動く」こと、中学3年生では「かげをつくるペンの先が動く」ことから、共に太陽の日周運動を認識させている。

また、小学3年生では、かげの向きの変化を扱うが、かげの長さの変化については扱わない。中学3年生では、透明半球を使った太陽の動きの観察を、一年を通して継続的に記録することで、太陽の軌道が季節によって異なることを認識する。このことは、地球の公転が原因であることを知る手がかりとなる。

上記は、物体の外にできる影についてであったが、月の満ち欠けに関しては、月そのものにできる陰に着目することが必要となる^{*5)}。教科書に記載されている月の満ち欠けのモデル実験(図2)では、ボールの輝いている部分がボールを動かすことによって変化していくことを観察させている。教科書には半月の見え方が、観察者からの視点と、宇宙からの視点の両方記載されており、2種類の半月(上弦と下弦)を混同させてしまう可能性が指摘されている。さらに、新月での位置関係(太陽-月-地球)は再現できるが、満月での位置関係(太陽-地球-月)はモデルでは再現できないのではないかと危惧する教師が多いとの指摘もある^{*6)}。なぜなら、太陽(ライト)を背にすることで、自らの身体(頭)で光が遮られ、月(ボール)に光が当たらなくなるのではないかと考える教師

が、少なくないからである。

小学校段階では、太陽、月、地球の大きさ、または、それぞれの距離については全く触れることがないので、「同じような大きさの3つの天体が、いつも直線上に並ぶのではないか」という“食現象”との混同を引き起こしてしまう可能性が、教科書の記載には存在するのである。

筆者は、月モデルを固定し、視点移動することで月の満ち欠けを再現させる授業展開を提唱している^{*7)}が、この問題の解決には、月そのものには半球状の陰がいつもできていているという、宇宙空間からの視点を小学校段階から導入することも、誤認識を排除する一つの方法であると考えている。

5 系統的プログラムを構築するための基礎資料 ー太陽を中心とした学習内容と「かげ」の関係性ー

次頁に、今後、太陽を中心とした地球領域における系統的プログラムを構築するための基礎資料を示した。表には、小学校から高等学校までの「地球の周辺」についての学習内容と、「かげ」との関係が記載されている。「かげ」に着目した学年間の関係については、矢印で示しており、矢印の前後で学習内容が深化していることを表されている。

本稿では、現在までの基礎研究に関する報告を行ったが、今後、この表をさらに深化させ、「かげ」に着目した観察・実験の方法、ならびに教材の開発等を通して、より詳細な系統的プログラムの開発を行っていく予定である。

参考文献

- 1) たとえば、国立教育政策研究所；『平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査の概要及び教科別分析』、(2005)
- 2) たとえば、宮脇亮介他；『月の満ち欠けについての子どもの観念』、地学教育、Vol. 45, No. 6, pp. 219-226, (1992)
- 3) 福岡勤他；『児童の時間・空間概念の形成に関する研究』、東京学芸大学紀要、Vol. 44, pp. 107-126, (1992)
- 4) たとえば、松森靖夫；『我が国における天文教育の危機的状況』、地学教育、Vol. 58, p. 113, (2005)
- 5) 柳本高秀他；『月の満ち欠けの理解と2種類のかげ「影と影」の関係』、理科教育学研究、Vol. 49, No. 2, (2008)
- 6) 岡田大彌；『児童・生徒の天文分野における空間認識に関する研究』、地学教育、Vol. 62, No. 3, pp. 79-88, (2009)
- 7) 柳本高秀他；『2種類のかげの区別に着目した月の満ち欠けの指導』、理科教育学研究、Vol. 51, No. 1, (2010)

(やなぎもと たかひで 地学研究班)