

# 月の満ち欠けの理解不足を生む要因とその対策

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いる。現在も、筑波大学大学院人間総合科学研究科にて「月・惑星の運動」に関する教授・学習方略について研究を継続中している。本稿では、その中から、これまでの研究内容と、月の満ち欠けの理解不足を生む要因とその理解不足を克服するための対策について報告する。

[キーワード] 月の満ち欠け 理解不足 教授・学習方略

## はじめに

これまで、月の満ち欠けの教授学習に関しては、多くの研究がなされてきた。

月の満ち欠けの認識については、Baxter<sup>\*1)</sup>や宮脇・南部が調査により、科学的に妥当な認識を抱いている児童・生徒もいるが、その数はかなり少ない実態を報告している。

また教授法についても、様々な先行研究が存在し、教材の開発については、小林ら<sup>\*2)</sup>が、月の自転や公転を理解するためのモデルを開発し、実証的にその有効性を検証している。高野は、スチロール製の丸水槽を加工した月の満ち欠けのシミュレーション教材を開発し、簡単で小規模な装置でも、容易に月の満ち欠け現象を再現できることを報告している。また、加藤・西尾<sup>\*3)</sup>は、地球儀とCCDカメラを組み込んだ天体モデルを活用することにより、地球と宇宙双方からの相対運動の視点を獲得できる、と提案している。

こうした先行研究を総括すれば、月の満ち欠け現象の理解不足の原因は、視点移動能力や関連する科学的知識の不足にあるとし、その克服には、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科学的に正しい認識の形成が必要であることを指摘している。

しかしながら、これまでの教育課程状況調

査等の結果や先行研究に見られるように、上記のような問題点とその改善点が繰り返し指摘されているものの、現在でも根本的な解決には至っていないのが現状である。さらに、多くの小学校教師が、月の満ち欠け現象を科学的に正しく教授できないことも報告されている。

そこで本稿では、月の満ち欠けの理解の鍵を握る重要な視点と目される「かげのしくみ」に着目し、月の満ち欠けの理解不足の要因とその理解不足を克服するための指導展開の一部を紹介する。なお、本研究では、「影」、「陰」、「かげ」を区別して用いている。「影」は、光源に照らされている物体によって光が遮られ、光源とは反対側に物体の外にできる暗部を示している。一方、「陰」は、光源に照らされている物体の形状によって、光源の反対側に物体そのものの表面にできる暗部を示している。この両者を包括している場合、「かげ」を用いている<sup>\*4)</sup>。

## 1 月の満ち欠けの理解不足を生む要因

前述のように、先行研究では、月の満ち欠け現象の理解不足の原因は、視点移動能力や関連する科学的知識の不足にあるとされているものの、児童が持つ月の満ち欠けに関しての誤認識や教師が月の満ち欠けを教授するこ

との困難性、ならびに、教科書の記述内容と理解不足の関係については、ほとんど検討されてこなかった。

月の満ち欠けの理解不足を生む要因について、筆者のこれまでの研究<sup>\*4)</sup>や当センターにおける小学校研修講座での受講者への聞き取り調査の結果を、下表にまとめる。

表1 月の満ち欠けの理解不足を生む要因

<p>○児童がもつ誤認識</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・月は自ら光っている。</li> <li>・月の満ち欠けは、雲がかかることで起こる。</li> <li>・月の満ち欠けは、月への太陽の光のあたり方の変化によって起こる。</li> <li>・太陽を月がかくすことで起こる。</li> </ul>
<p>○教授の困難性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書の<u>演示実験の意味が教師に十分に理解されていない。</u></li> <li>・教室でボールに光を当てる演示実験を行った際、教室での児童一人ひとりの観察位置が異なるため、児童の位置によってボールの見え方が違ってしまい、<u>教室内の児童すべてが同じ結果になることを確認できない。</u></li> <li>・同様な演示実験を行った際、ボールを持っている児童と、そのまわりから見ている児童の見え方が違ってしまいうので、ボールを持っている児童と、まわりから見ている児童とのボールの見え方の関係について、その関係をまとめることができない。</li> </ul>
<p>○教科書の記載について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書に記載されている演示実験において、<u>上弦の月と下弦の月の見え方について混乱してしまうことがある。</u></li> </ul>



図1 月の満ち欠けに関する演示実験

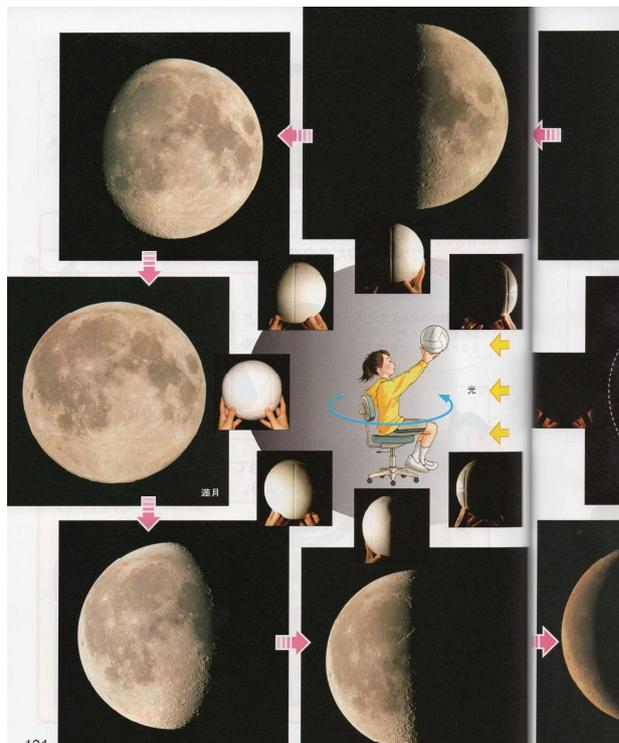


図2 演示実験の結果

教科書<sup>\*5)</sup>には、図1、2のように、ボールと光源を用いた月の満ち欠けに関する実験の記載があるが、この実験には、表1のような理解不足を生む可能性がある。この課題克服のため、筆者は、かげのしくみに着目した教授・学習方略を考案し研修講座において紹介している。

## 2 月の満ち欠けに関する指導展開

### (1) 光とかげの授業内容

表2 「光とかげ」の学習指導案（略案）

	教授活動	学習活動
導入	・小3で行った「日なたと日かげ」の復習	・太陽と影の位置に関する問題に答える。
展開	・光と陰のでき方の学習 (光っているものの「自分で光っているもの(光源)」と「光を受けてそれが輝いて見えるもの(反射物)」の区別を定義する。)	・光源と反射物の違いを、ワークシートに記入する。
	・ライトと様々な立体を使い、陰のでき方の観察をさせる。	・グループ活動により、様々な反射物(球や立方体)にライトで光を当て、その立体そのものにできている陰の様子を観察し、ワークシートに記入する。
	・球にできている反射面と陰に特に注目させる。	・球に関して、半球状の反射面と、そのほかの暗部である陰に注目し、結果を記入する。
まとめ	・「自ら光るもの」と「光を受けて輝いているもの」の区別、球体にできている「半球状の反射面と陰」について確認させる。	・まとめの問題を解く。

「光とかげ」の授業は、月の満ち欠けの理解に必要である月の反射の認識の形成を目指している。本授業における学習活動の中心は、光と陰のでき方の実験にある。この実験を行う前に、二つの定義を行った。まず一つ目は光源と反射物の区別\*6)、二つ目は影と陰の区別についてである。定義を行う理由は、ライトと球を太陽と月に見立てて実験を行うことで、光源とは自ら光っているもの(太陽)で、球はライトからの光を受けて輝いているもの(月)であること、つまり太陽と月との関係を理解させるためである。さらに、球体(月)にある半球状の反射面以外の暗部である「陰」に着目し、多視点からの球体の観察による陰の形の変化から、月相の変化の理由を理解させるねらいがある。観察では教室を暗くし、球、円錐、立方体、直方体にライトで光を当てて、その立体にできる陰に着目させた。

その際、全員の児童にライトと対象物に対して真横の方向(ライトと対象物を結ぶ延長線と直角方向)から対象物を観察させる。こ

の観察によって、児童全員に、球体には半球状の反射面と、そのほかの陰の部分があることを認識させるねらいがある。球にできているこの反射面と陰のしくみが、月の満ち欠け現象を理解する上での基本になっていることを学習させる構成になっている。

**光とかげ ワークシート** 組 番 名前

Q. かげはどのようにできるでしょうか?

答え1. かげは、太陽と 同じ 反射 側 側に見える。

答え2. かげは太陽の動きとともに 動く、動かない。

Q. 見えているものの2種類とは? 答え3. 「自分で光っているもの」、「光を受けて見えているもの」。

Q. 「自分で光っているもの」と「光を受けて見えているもの」は「ライト」と「先生の顔」のどちらですか?

答え4. 「自分で光っているもの」= 先生の顔、「光を受けて見えているもの」= 自分で光っているもの。

Q. いろいろなものに光をあて、できているかげのようすを書きましよう。






Q. 「球」に光をあて、できているかげのようすを書きましよう。  
(球には、どんなかげができていますでしょうか?)




Q. 「ライト」と「球」は、「自分で光っているもの」と「光を受けて見えているもの」のどちらですか?

答え5. 「ライト」= 自分で光っているもの、「球」= 光を受けて見えているもの。

Q. 今日の授業でわかったことは、どんなことですか?

図3 「光とかげ」ワークシート

### (2) 月の見え方の変化とそのわけ

表3 「月の見え方の変化とそのわけ」の学習指導案（略案）

	教授活動	学習活動
導入	・夏休みに行った観察からの、月の形を確認させる。	・夏休み中の観察記録からの、月の形の発表。
	・月相の順序の認識させる。	・8つの月齢を、満ち欠けの順番に並べる。
展開	・月のモデルによる、見え方の再現	・反射面と陰がそれぞれ半球状に分かれている月のモデルを使い、上記で確認した8つの月の見え方が再現できるかを多視点から観察する。
	・太陽一月モデルによる、8つの月の見え方の再現	・太陽に対して月の反射面が垂直になるようにモデルをセットし、8つの方向(“1~8番”)から、異なった月齢の月(8つの形)がどこで見ることができるのかを観察し、その形を記録する。
	・月の満ち欠けのモデル演示 バランスボールに強カライトで光を照射する。半球状の反射面と陰をつくる。	・ボールにできた反射面を、光源一ボールの垂直方向から観察した後、他の位置からも観察し、その形の違いを確認する。
まとめ	・月は太陽の光を反射していること、その反射面を様々な視点から観察することで、月の形が変化していることをまとめる。	・月の形が変化している理由を、ワークシートに記入する。

「月の見え方の変化とそのわけ」の授業の目標は、「球体にできている半球状の反射面」（光とかげの授業で実施）をいろいろな視点で観察することによって、様々な形に変化することを理解することである。この内容は月相の変化に対応している。児童が月モデルにおける反射面と陰を意識しつつ、さまざまな視点で観察を実施することで、月の満ち欠け現象を理解する内容である。

授業者は授業の導入において、児童に月の形とその順番の確認を行わせる。ここでは、本授業で対象となる8つの月の形を再認識させる。

本授業における、太陽一月モデルを使用した月の見え方の再現においては、月のモデルの下にある用紙に、月モデルを中心とした45°ごとの放射線が引かれ、そのそれぞれに1から8の観察点を示している。

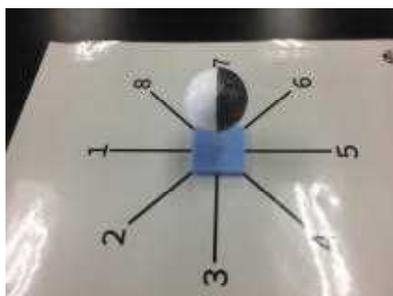


図4 月のモデル

このモデルは、8カ所から月のモデルを観察することで、授業のはじめに確認した8つの月の形と対応させる内容となっている。この観察においては、同じ番号から観察した月の形は同じ結果となるため、一つひとつの番号からの観察結果を学級全体で確認することができる。このモデル実験の結果を使い、太陽と月と地球がどのような位置関係であれば、どのように月が見えるのかを、学級全員が共有出来るのである。

この月モデルでの学習を終えた後、前述の教科書にあるボールモデルでの演示実験を行

うことが望ましい。これは、小さなボールから大きなボールに移行することで、より現実の月を想起させるためである。また、大きな球にできている反射面と陰の部分を様々な視点から観察させることで、真横では（月モデルでは3番または7番から観察）半球状に見えていた反射面の形が様々な形に変化して観察出来ることを、児童にさらに認識させる演示実験となっている。

### おわりに

月の満ち欠け現象に限らず、教授学習過程の検討にあたっては、児童・生徒の理解不足を生む要因を深く分析し、その対策を考えていくことが重要となる。同時に、特定の領域（本稿では地学領域）の教授に苦手意識を持つ小・中学校教員への早急な対応も望まれる。

これらの理由から、当センターにおいても、本研究で示したような、学習指導案を中心とした、教材・ワークシート等、授業を総合的に支える教授・学習方略の提供が切に望まれる。児童・生徒のつまずきを把握し、理解不足の原因がどこにあるのかを常に意識して授業を改善することは、児童・生徒の学びをより強化することにつながる。その点においても、きめ細かな授業展開を、より意識した研修講座の内容構成が、今後益々必要になるものと思われる。

### 主要参考文献

- 1) Baxter, J: "Children's conception of earth, sun and moon", *International Journal of Science Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 43-53, 1989.
- 2) 小林学ほか: 「中学校理科天文教材の開発とその試行に関する実践的研究」, *地学教育*, Vol. 49, No. 2, pp. 49-60, 1996.
- 3) 加藤源也・西尾健一: 「生徒の視点を地球の外に移して考えさせる「地球と宇宙」の指導」, *理科の教育*, Vol. 52, No. 1, pp. 25-27, 2003, 東洋館出版社.
- 4) 柳本高秀・大高泉: 「月の満ち欠けの理解と2種類のかけ「影と陰」の理解との関係」-小学4年生における実態-, *理科教育学研究*, Vol. 49, No. 2, pp. 81-92, 2008.
- 5) 角屋重樹: *小学理科6*, pp. 133-1334, 2011, 教育出版.
- 6) DEEQ and Curriculum Authority: "The National Curriculum Key Stage 1 and 2", p. 81, 1999.

(やなぎもと たかひで 地学研究班)