

かげの区別に着目した空間認識の形成に関する 学習プログラムの開発

柳本 高秀

筆者は、平成17年度から、天文分野における空間概念の形成に関する研究を行っている^{*1)}。現在は、プロジェクト研究において、かげの区別に着目した空間認識の形成に関する学習プログラムを開発中である。本稿では、その取り組みの中から、児童・生徒の月の満ち欠けと食現象に関する認識の調査結果、ならびに授業、講座での実践の一部を紹介する。

[キーワード] かげの区別 影と陰 月・惑星の運動 空間認識

はじめに

教育課程実施状況調査の結果において、「空間的な認識やその思考面に課題が見られる」等の指摘^{*2)}があるように、小学生の多くは月の満ち欠け、中学生の多くは金星の満ち欠け、食現象、高校生の多くは惑星の視運動の理解に困難を抱えている^{*3)}。本研究は、空間認識が必要とされるこれらの学習を、かげの区別に着目して、新たに構成するための基本的知見を得ることを目的とする。

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^{*4)}。

1 本研究の目的

本研究の目的を、以下の3つに焦点化した。

①月の満ち欠け、金星の満ち欠け、食現象、惑星の視運動等（以下、「月・惑星の運動」）に関して、児童・生徒は、授業を受ける以前にはどのような認識を有し、そして変容していくのか、その認識の特徴について明らかにする。

②カリキュラムの面から、系統的な空間認識の形成に関する問題点を明らかにする。

③「月・惑星の運動」に関する教授・学習法を開発する。

2 本研究の方法

本研究の目的を達成するために、以下の3つの方法により研究を行う。

①文献調査

児童・生徒が、当該内容の授業を受ける以前に有する認識の調査法やその分類法、ならびに「月・惑星の運動」における教授法や授業実践など、研究目的に沿った知見を得るため、空間認知・発達、天文分野の空間認識能力の形成、変容・再構築に関する先行研究の文献を調査し分析する。

②教材分析

日本ならびに英米における、初等から中等教育段階の「月・惑星の運動」に関するカリキュラム・シラバス^{*5)}、教科書や教材を分析する。

③フィールド調査

児童・生徒が、当該内容の授業を受ける以前に有する、「月・惑星の運動」についての認識を、質問紙法や面接法などを用い調査する。加えて、「月・惑星の運動」に関する授業実践を通して、その後の理解への効果についても調査を行う。

3 児童・生徒の認識

児童・生徒が、当該内容の授業を受ける以前に有する「月・惑星の運動」についての認識の調査結果から、その一部を紹介する。

(1) 授業前の月の満ち欠けに関する認識

平成21～23年7月～8月、旭川市内の小学生318名に、以下の内容の質問紙調査を行った。

Q. どうして月が違う形に見えるか知っていますか。わけを文字で書いてください。また、図も書いてください。

授業前に児童がもつ月の満ち欠けの認識を、Baxter^{*6)}の分類（月の満ち欠けに関する認識を、(ア)雲が月を覆うから、(イ)惑星が月に影を落とすから、(ウ)太陽が月を隠すから、(エ)地球の影が月にかかるから、(オ)月の反射を地球から見ているから、の5つに分類した研究）と、さらに筆者が新たな分類として、(カ)日にちや時間が経過するから、(キ)地球が動くから、(ク)月が動くから、(ケ)色々な月があるから、(コ)月の明るさの変化するから、の5つの項目を追加し、分析した。（なお、正しい回答である、(オ)の中から、太陽－月－地球の相対的な運動を正確な図として表記している回答を、新たに(オ')とした。）この分類で、結果をまとめると、図1のようになった。その内訳は、(ア)が30.0%、(イ)が0.1%、(ウ)が2.0%、(エ)が2.7%、(オ)が6.0%、(オ')が3.3%、(カ)が5.3%、(キ)が2.0%、(ク)が3.3%、(ケ)が4.0%、(コ)が2.7%、(サ)が12.1%となった。なお、無回答が26.6%であった。

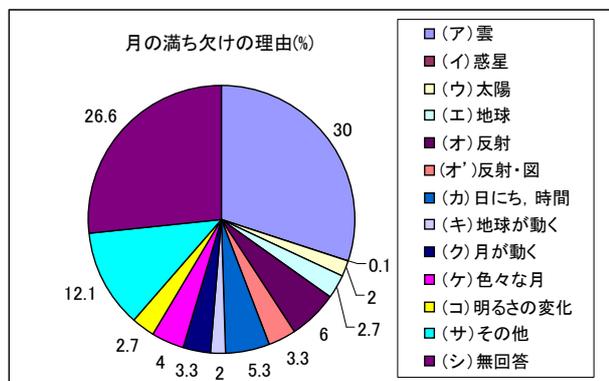


図1 月の満ち欠けの理由

本調査から得られた「月の満ち欠け」現象の認識の実態について、以下の4点にまとめることができる。

- ①月の満ち欠けの理由として「雲に覆われるから」が最も多い（約30%）。
- ②科学的に正しい認識である「月は太陽の光を受けて輝き、それを地球から見ているから」という回答は、わずかに9.3%にとどまり、約90%以上の児童が誤った認識をもっている。
- ③月の満ち欠けの理由として、雲以外に、自己の視点（地球）と月の間に障害物があるとする認識は4.7%と非常に少ない。
- ④これまでのBaxterなどの先行研究では、着目されてこなかった月の満ち欠けの理由として、「地球や月の運動だけを理由としてあげているタイプ」、「様々な種類の月が存在するタイプ」、「時間的な経過を理由にしているタイプ」が合わせて17.3%存在している。

(2) 授業前の食現象に関する認識

平成22～23年6月～9月、旭川市内および近郊の中学校3校の251名を対象に、以下の内容の質問紙調査を行った。

Q1. 「日食」はどのようにして起きていますか。

（太陽・月・地球の関係で図示して説明しなさい。また、太陽からの光と、その他の天体でできる“かげ”についても図示しなさい）

Q2. 「月食」はどのようにして起きていますか。

Q3. 食現象と月の満ち欠けのちがいはどのような点ですか、説明しなさい。（なお、図示で説明してもよい）

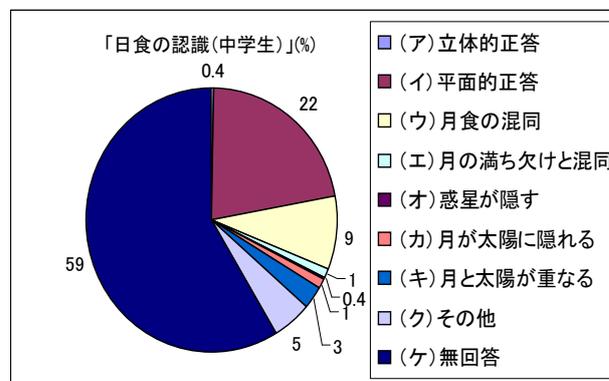


図2 日食に関する認識（中学生）

調査結果の中から、日食に関する認識について、図2に示した。

平面的な正答として、相対的な位置関係（太陽－月－地球）を平面的に回答している生徒が、約22%に上った。立体的な正答として、正確に三者の関係が、一直線に描かれていた生徒は、わずか0.4%にすぎなかった。食現象を平面的に捉えた部分的な正答をする生徒は、20%程度存在するが、食現象を三次元的・立体的に捉えた正答は、非常に少ない。

また、「日食」と「月食」現象とを混同している生徒が多数見られた。加えて、顕著な傾向として、無回答の生徒が約60%存在した。

図示された回答を分析したところ、食現象における『かげ』の役割については、地球によってできる「影」、月によってできる「影」、月本体にできる「陰」のすべてを正確に回答できた生徒は非常に少なく、「陰」と「影」の正しい認識を併せ持つ生徒は、ほとんど存在しないことが明らかになった。

また、食現象と月の満ち欠けの違いを説明させる問題（Q3）の回答の結果から、両者の現象の違いを正確に回答することができた生徒は、非常に少ない傾向が明らかとなった。

4 月の満ち欠けに関する授業実践

平成21～23年9～10月、旭川市内の小学校6年生を対象に、「月の満ち欠け」に関する授業を、担任教諭らと共同計画して実践した。その授業の内容構成を、表2に示した。

表2 月の満ち欠けの内容構成

	内容構成
1時間目	月に関する疑問と月の満ち欠け
2時間目	半月の動き
3時間目	満月の動き
4時間目	月の動きのまとめ
5時間目	光とかげ
6時間目	月の見え方の変化とそのわけ
7時間目	太陽－月－地球の動きと月の満ち欠け

7時間の配当時間のうち、はじめの1時間は、

「月に関して疑問に思っていること」の話し合いに当てた。2時間目から4時間目までは、4年生の既習事項の復習として、半月及び満月の日周運動についての学習に当てた。5時間目には、本研究の中で最も特徴的な内容である「光とかげ」の授業（図3）を実施し、かげのできるしくみに注目して、光源と反射物の区別や、球体にできている半球状の陰について、その存在に気づかせる内容を扱った。6時間目の「月の見え方の変化とそのわけ」の授業（図5）では、月のモデル（図4）及び、太陽－月のモデルを使用して、月の満ち欠けにおける月の形の変化を、様々な角度から観察することで再現した。7時間目の「太陽－月－地球の動きと月の満ち欠け」の授業では、生徒自らが天体役を演じ、太陽－月－地球の相対的な位置関係を変化させることにより、月相が変わることを再現する月の満ち欠け現象の表現活動^{*7)}を行った。



図3 「光とかげ」の授業風景

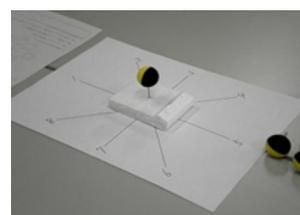


図4 月のモデル



図5 「月の見え方の変化とそのわけ」の授業風景

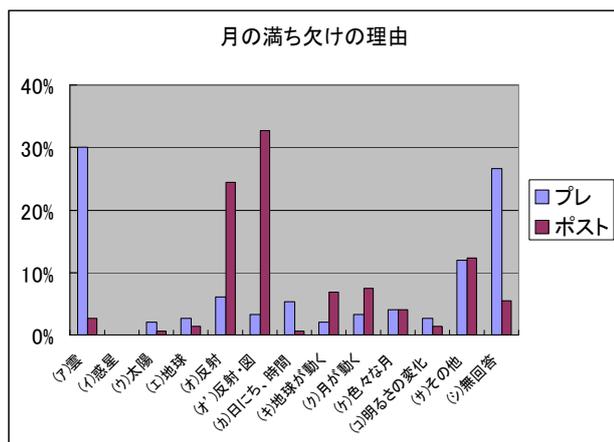


図6 授業前後における月の満ち欠けの理由

授業における月の満ち欠けの認識の変容では、授業前に最も多かった「雲に隠れるから」とする理由が授業後には激減し、正しい認識を持つ児童が、9.3%から56%へと大幅に増加した。月の満ち欠け現象の正しい認識の形成をもたらした要因として、「光とかげ」ならびに「相対運動」の内容を理解した児童が増加したことが考えられる。多くの児童が、今回の授業実践によって、「光とかげ」、「相対運動」ならびに「月の満ち欠け」に関して、正しい認識へと変容した可能性が示唆される（図6）。

5 食現象に関する講座での実践

平成23年9月、道内のSSH校3校が集まり開催されたサイエンス・キャンプにおける地学分野の内容として、生徒自らが食現象を探究的に扱った講座、「天体のかくれんぼ（食）を学ぼう」を担当した（図7）。



図7 サイエンスキャンプでの食現象の説明

「日食」、「月食」現象について、太陽、月、地球の大きさ・距離の概念と、2種類のかげの区別に着目した、探究的活動（イギリスのナショナルカリキュラム^{*8)} 参考）を中心に講座を展開した。この実践の評価を基にして、中学生向けの食現象の授業方略を計画する。

おわりに

今年度は、本研究の全体計画、ならびに、児童・生徒の天体運動等に関する認識の調査・分析を中心に行った。小学校において実施した「月の満ち欠け」の授業については、現在、授業内で収録したVIDEOならびにプロトコル（授業逐語記録）を細部にわたって分析し、授業後のポストテストとの結果も含めて、授業の有効性を検討中である。

来年度は、英米及び日本のカリキュラムの分析、及び、児童・生徒の認識の分析を基に、金星の満ち欠け、食、ならびに惑星の視運動等に関する授業方略を計画していく予定である。

児童・生徒の発達段階に応じた空間認識を育成するため、かげの区別に着目した、系統的（小・中・高校を通した）な学習プログラムの開発を、今後も継続していく。

参考文献

- 1) たとえば、柳本高秀：「天文分野における空間概念の形成に関する研究」、筑波大学大学院教育研究科修士論文、2006。
- 2) 国立教育政策研究所教育課程研究センター：「平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査－結果の概要及び教科分析－」、pp.264-280, 2005。
- 3) たとえば、Sharp, J.: "Children's astronomical beliefs", *International Journal of Science Education*, Vol.18, No.6, pp.685-712, 1996。
- 4) 柳本高秀・大高泉：「「月の満ち欠け」の理解と2種類の「影と陰」の理解との関係－小学4年生での実態－」、理科教育学研究, Vol.49, No.2, pp.81-92, 2008。
- 5) たとえば、"Department for Education and Employment・QCA", *The National Curriculum Key Stage 1 and 2*, p.81, 1999。
- 6) Baxter, J.: "Children's understanding of familiar astronomical event", *International Journal of Science Education*, Vol.11, special issue, pp.502-513, 1989。
- 7) Mississippi Department of Education: "Mississippi Science Framework", pp.22-25, 2011。
- 8) Qualifications and Curriculum Authority: "Scheme of Work", *Department for Education and Skills*, p.39, 2006。

(やなぎもと たかひで 地学研究班)