

月に対する教員志望学生の認識状態の分析

一月の見かけの形を中心にして一

Preservice Elementary Teachers' Recognition of the Moon : Focused on the Moon Shapes

佐藤寛之 一瀬絢子* 松森靖夫
Hiroyuki SATO Ayako ICHINOSE Yasuo MATSUMORI
山下和之
Kazuyuki YAMASHITA

1. はじめに

内外において月の満ち欠けに関する認識調査研究が多数行われてきている。その中には、教員志望学生(以下、学生と略記)を対象として、月の見かけの形に対する認識状態を調査している研究も散見される(例えば、Bell & Trundle, 2008; 川上ら, 2002; 伊東ら, 2007)。

Bell & Trundle (2008) では、米国の学生を対象にして、描画法を用いて、月に関する授業前後の認識状態の変容を調査している。その結果、調査対象の9割以上の学生が科学的誤り(科学的に正しくない形)を含む月の見かけの形を描き、月の見かけの形の時系列的変化について科学的に描写できた者は皆無であったことを明らかにしている。

同様に、我が国においても月に対する認識状態の調査は行われており、川上ら(2002)は、描画形式の質問紙法を用いて、各学生が知っているだけの月の見かけの形を回答させた結果を報告している。この川上らの報告では、回答結果について、月の満ち欠けの時系列等の観点から分析を加え、1サイクル分の連続した満ち欠け(新月から新月まで)を描けない学生が約4割も存在したことを指摘している。また、伊東ら(2007)は、選択形式の質問紙法を用い、計8種類の月の形(月食時に観測されるような形を含む)を学生に提示して、各形が月の満ち欠けの時系列中に存在するか否かについての調査を実施した。その結果、月の満ち欠けの時系列中に、月食時に観測される形が含まれると回答した学生が約7割存在しており、約30年前の同様の調査結果(正答率)と比較しても有意に低下したことを指摘している。この要因の一つとして、調査対象となった学生の中学校在籍時、月の運行に関する内容が希薄であった平成10年改訂の学習指導要領準拠の理科教科書が使用されていたことを挙げている。

このように、上述した先行研究において、月の見かけの形に対する学生の低い認識状態が明らかにされてきた。しかしながら、いずれの研究においても、月の見かけの形が生起する原因に関する学生の認識状態を、詳細かつ直接的に把握するまでには至っていない。

また、周知の通り、平成20年改訂の現行の学習指導要領においては、平成10年の学習指導要領改訂の際に削減された「月の位置や形と太陽の位置」に関する学習内容についての見直しが図られ、小学校に月の見かけの形や時系列的変化に関する内容が導入された。そのため、現在の学生(小学校から平成10年改訂の学習指導要領施行下で学んできた学生)の認識状態を詳細に把握し、不完全なものであれば変容・再構成を行い、理科授業を担当する教師が具備すべき天文学的資質の向上を図る必要がある。

そこで、本研究では、学生を対象として、月の見かけの形が生起する原因に関する調査の分析から、月に対する教員志望学生の認識状態についての知見を得ることを研究の目的とし、調査を実施した。

*山梨県市川三郷町立市川小学校

2. 調査の実施

2.1. 調査期日及び調査対象

調査は、2012年4月から7月にかけて実施した。調査対象は、山梨大学に在籍し、科目「初等理科実験」を履修している学生計121人（男子55人、女子66人）である。本科目は、学校教育課程の小学校教員免許状一種または二種の取得を希望する学生（1年生）を対象とした、卒業のための必修科目の一つである。学生の所属と人数を表1に示す。

表1 調査対象学生の所属コース

コース名	人
幼小発達教育コース	21
障害児教育コース	22
言語教育コース	18
生活社会教育コース	19
科学教育コース	18
芸術身体教育コース	23
計	121

2.2. 調査内容と方法

(1) 質問紙を構成する月の形の選定

本研究の調査で使用した質問紙を構成する月の形は、表2に示したように、月の満ち欠けで見られる形8種類（類型P：Moon Phase）、月食（皆既月食）時に見られる月の形6種類（類型E：Moon Eclipse）、及び月の架空上の形6種類（類型D：Deformed Shape）の計20種類である。なお、本調査において、調査者側で予め作成した月の形によって選択肢を構成するのは、学生の自由記述による月の形状の曖昧性（科学的正誤の判断の困難性）の表出を避けるためである。

表2 質問紙を構成する月の形（類型別）

類型	形状群
P	
E	
D	

(2) 質問紙の構成と内容

本研究の調査で使用した質問紙を図1に示す。この質問紙では、上述した計20の月の形を無作為に並記し、「どのような形の月が見えますか。見える月の番号すべてに○をつけてください。」と問い、被験者が見えると考えている月の形をすべて回答するように求めた。また、「そのように思った理由を、絵や言葉などを使って、くわしく説明してください。」と記し、その回答理由についても問い、さらに学生の回答に補足説明が必要な箇所があれば、再度加筆を求めた。

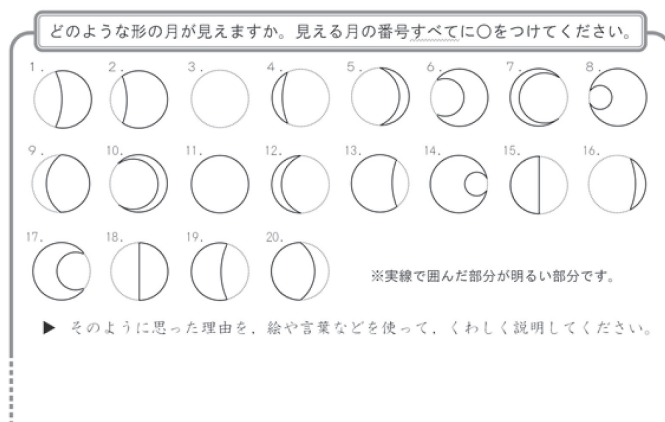


図1 調査に使用した質問紙

2.3. 調査結果

図2は、各選択肢の延べ人数とその割合を示したものである(図2の選択肢番号は、図1のそれらと対応している)。月の満ち欠けで見られる形である類型Pに属する正答選択肢(3, 5, 9, 11, 12, 15, 18, 20)を回答していた割合は、いずれも60%を超えていることが分かる。月食時に見られる形である類型Eに属する正答選択肢(1, 2, 4, 13, 16, 19)を回答している割合は、いずれも50%前後であることが読み取れる。一方、月の架空上の形である類型Dに属する誤答選択肢(6, 7, 8, 10, 14, 17)を回答した割合は、30%以下にとどまった。

また、正答選択肢を回答できた学生(月の満ち欠けの形すべてと、月食時の形すべての選択者)は10人(8.3%)のみで、非常に低率だった。また、月の満ち欠けの形のみをすべて選択した学生21人(17.4%)を含み併せても、計31人(25.7%)にしかならない。

なお、学生の回答理由については、次項以降で結果を分析する中で具体的に示すこととする。

3. 調査結果の分析

3.1. 月の形の類型(表2)と学生の回答との包摂関係

既に図2に示したように、学生の回答結果は実に多様であった。そこで、表2に示した月の形の類型と、学生の回答との包摂関係を整理したものが図3である(図3において、2つ以上の形状群にまたがった回答の場合、各形状群に相当するアルファベットを並記している)。

形式的には、図3の縦軸に示した計14種類の包摂関係(P-allからPED-partまで)を考えることができるが、実際に認められたのは7種類の包摂関係(P-all, P-part, PE-all, PE-part, PD-part, PED-all, PED-part)であった。さらに、これらの包摂関係は三種類に大別することができる。具体的には、全正答選択肢に相当する包摂関係PE-all(8.3%)、正答選択肢の一部のみに相当する包摂関係P-all, P-part, PE-part(計57.9%)、及び正答選択肢と誤答選択肢との混在に相当する包摂関係PD-part, PED-all, PED-part(計33.8%)である。

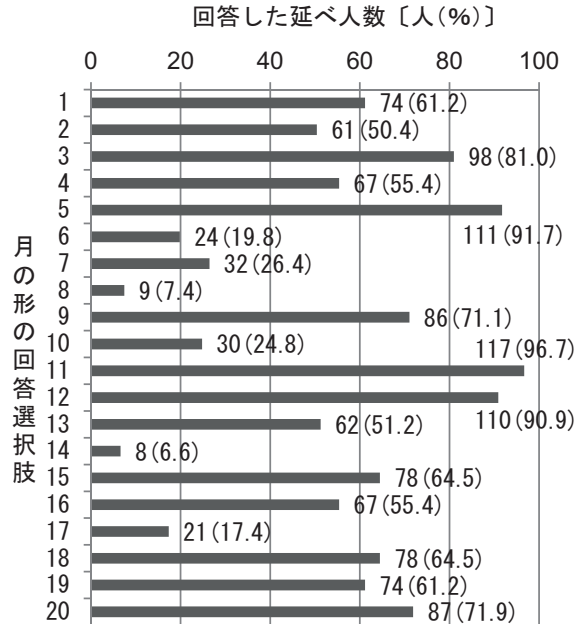
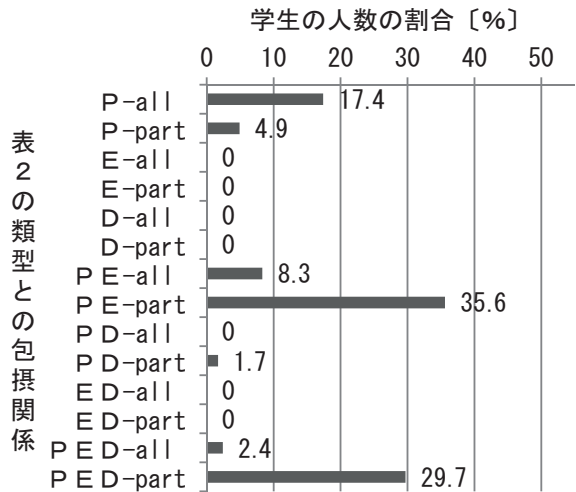


図2 各選択肢を回答した延べ人数 [人 (%)]



P : 月の満ち欠けの形 all : 全選択
 E : 月食時に見られる月の形 part : 一部選択
 D : 月の架空上の形

図3 包摂関係別にみる回答者の割合 [%]

なお、小学校で理科授業を担当する教員には、月の満ち欠けで見られる類型Pに属する形状群に対する科学的な理解が最低限必要となるが、類型Pに内包される形状すべてを回答している学生(P-all)は、17.4%にとどまった。

以下では、大別した包摂関係毎に回答理由を例示しながら、学生の月に対する認識を分析していく。

3.2. 包摂関係 PE-all の分析

類型P及びEに属する形状群すべてを回答した学生の回答理由として、以下のものが例示できる。

図4に示したように、学生82は、提示された月の形を、表2に示した月の形の三類型を基準にして分類し、類型ごとに理由づけを行っている。この学生は、“月食”や“月の満ち欠け”という言葉ラベルは使用していないものの、月の見かけの形について科学的に理解している学生である。

しかしながら、科学的に正しい理由づけを行っているのは学生82の1人のみであり、他の学生による理由付けは、不十分もしくは科学的な誤りを含むものであった。例えば、「太陽の光の当たる面積によってそう見える。(学生48)」という、この包摂関係に属するある学生の記述は、日光が常に月面の半分を照射していることを理解していない非科学的な理由づけがなされていることを示していた。

また、「地球の陰に入るから月が欠けて見える。陰の形が大きくなっている形を選んだ。(学生5)」という他の学生の記述からは、月食が生起する原因のみに依拠しており、月の満ち欠けに関する科学的理由づけが欠落していることが理解できた。

また、地球、月、及び太陽の三天体の相対的位置関係について科学的に理解できていない学生も認められた。例えば「月のかげになる部分は太陽の形。だいたい同じ大きさに見えるものがかぶさってかげになるので、月よりあまりにも小さい円のかげができるはずがないから。(学生53)」等の理由づけが、これに相当する。

このように、正答選択肢をすべて回答できた学生中で、理由まで科学的に正しく記述できた者は、わずかに1名に過ぎないことが明らかとなった。

3.3. 包摂関係 P-all, P-part, 及び PE-part の分析

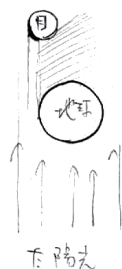
(1) P-all について

上述したように、P-allの理解は、小学校で理科授業を担当する教員にとって、最低限必要となる。

科学的な誤りを含まない説明の一例としては、図5のような記述が認められる。図5に示した学生65は、月の中心を通る線分を基準として、満ち欠けする月の形状を同定するとともに、太陽・月・地球の相対的位置関係に依拠しながら月の満ち欠けが生起する原因を説明していた。

一方、図6に示した学生85のように、月食が生起する原因を回答理由として挙げている者も存在する。この他にも、図7の学生83のように、月食が生起する原因と月の満ち欠けが生起する原因とを混同した学生も存在した。包摂関係P-allに該当する学生17.4%のうち、科学的な誤りを含まない理由を記した者は、わずかに3.3%であった。

○○○○○○○○のような、月の円よりも小さい円の部分が影となることはないと考えた(地球が月より小さくなければならぬのでおかしい)。



○○○○○○○○は、左の図に示したように、影の部分は地球の影である。地球は月より大きいので、影を延長した時に、月の円より影の円が大きくなっているものを選んだ。

○○○○○○○○は、下図のようなもの。

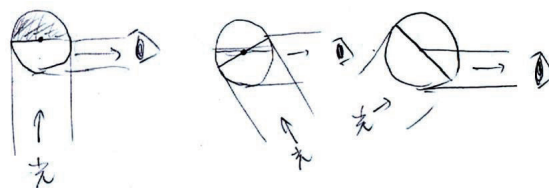


図4 学生82の記述

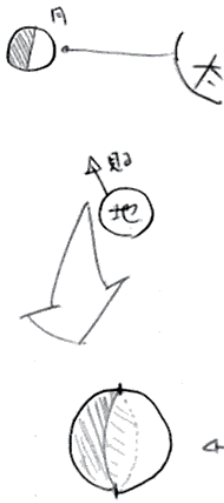


図5 学生 65 の記述

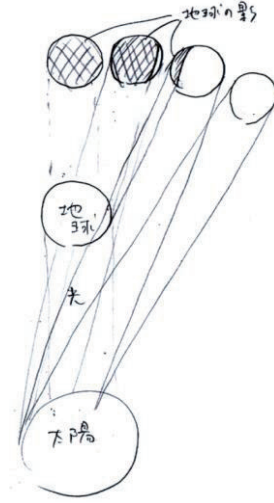
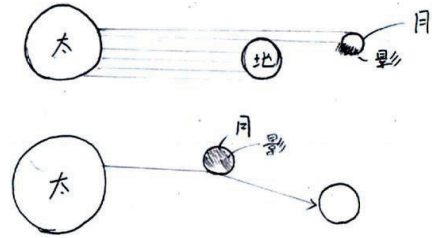


図6 学生 85 の記述



「地球の影によって欠けていく場合と、反射の角度によって変わる場合がある。」

図7 学生 83 の記述

(2) P-part について

包摂関係 P-part に属する学生には、「○は月食などが起こった時におこるのではないと思う。○、○は三日月のようなものであると思うし、○は満月であるとおもう。(学生 40)」のように理由づけし、三日月・満月の形しか回答していない者もいた。満月、三日月は学習指導要領(文部省, 1998)でも述べられている形だが、左右対称でも形は同じである選択肢 12(二十七日月)も三日月として捉えており、この学生には月齢の概念が欠落していることが推察できる。

また、満月のみしか回答していない学生もおり、この学生の「欠けている月も見ただことはあるが、その時に左右のどちらが欠けているかを意識していなかったので分からない(学生 23)」という記述からも、月の満ち欠けの現象自体に対する興味・関心の低さを読み取ることができた。

(3) PE-part について

類型 P に属する形状群すべてと、類型 E に属する形状である選択肢 1(○)と 2(○)を回答した学生 28 は、次頁の図 8 に示すように、月が満ち欠けする理由を図示できていた。

しかしながら、この学生の記述では、十日月と二十日月が見えるはずの位置に選択肢 1(○)と 2(○)の形状を当てはめており、日光が月面の半分を照射している様子を地球上から眺めるとどのような形に見えるか判断するための視点移動能力(松森, 1983)が欠如していることが推察できた。

また、2名の学生が、類型 E に属する形状群すべてと、類型 P に属する形状群の一部を回答していた。そのうちの一人の学生は、類型 E の形に加えて満月を回答しており、「地球の影が映り込んで月が欠けたように見えると聞いたことがあるので、月の直径よりも小さな影は選ばなかった。(学生 42)」と回答理由について記述していた。類型 E の形すべてと満月は、皆既月食の際に確認できるため、月食の説明としては科学的な誤りを含まない理由づけであると理解できる。

一方、もう一人の学生(学生 29)は、類型 E の形に加えて、選択肢 11, 5, 18, 15, 12(満月, 三日月, 上弦の月, 下弦の月, 二十七日月)を回答している。次頁に示した図 9 より、三日月・二十七日月については、地球が落とす影の輪郭である「ゆるいカーブ」の存在を根拠に選択していることが理解できる。しかしながら、カーブ(明部と暗部の境界を示す円弧)を伸ばして円を描くと、選択肢 5(○)と 12(○)の場合は、選択肢 16(○)と 4(○)よりも小さな円が描けるが、この学生はこの二円の大きさの違いに着目するまでには及んでいない。

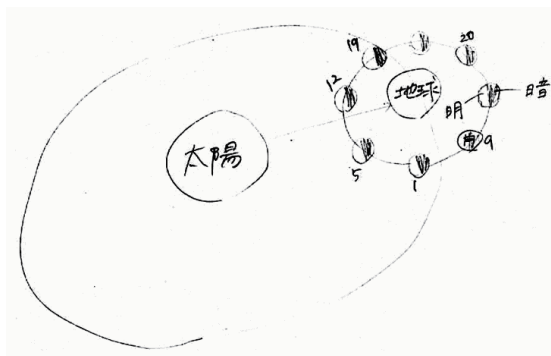


図8 学生28の記述



「月の影は地球の影のはずだからゆるいカーブを描いていると思うから。
○○○○○○○○ は影のカーブが急すぎると思った。
○○ はカーブの向きが逆だと思った。」

図9 学生29の記述

この他にも、食現象（地球の影による隠蔽、太陽の影による隠蔽、太陽自体による隠蔽、何らかの天体の影による隠蔽、及び何らかの天体自体による隠蔽等）を用いて理由付けを行っている学生の回答が散見された。

3.4. 包摂関係 PD-part, PED-all, 及び PED-part の分析

(1) PD-part について

図10に示す学生69は、「月は少しずつ円にそってけずるように欠けて、三日月のような形となって、まったく見えない状態になるので、半分の月のようにこのへんが直線になることはないのではないかと考えたから。」という理由づけと共に、選択肢3, 5, 6, 8, 10, 11, 17, 20を月の見かけの形と回答した。

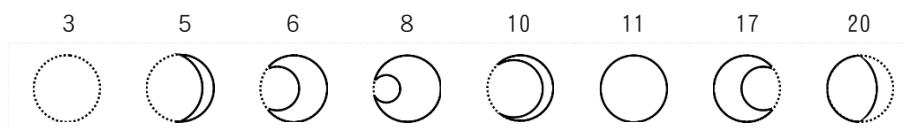


図10 学生69の選択した月の見かけの形（選択肢番号順）

この学生69が回答した選択肢6, 8, 10, 17は類型Dに属する形状であり、上述したように月の架空上の形である。よって、平行光線が照射した球の明部と暗部のでき方や形状について、十分に理解できていないことが推察できる。また同様に、半月（選択肢15, 18）を除外した学生もおり、この学生は、「月は球の形をしているので、光が当たるところは曲線になる。（学生74）」という理由づけにより、回答を記述した。これらの回答とその理由づけからは、包摂関係PD-partに属する2名の学生のいずれも、「球体は湾曲しているのに、陰はどこから見ても直線には見えない」というプリコンセプションを保持していたことが示された。

(2) PED-all について

包摂関係PED-allに属する学生は、調査問題に記載された月の形（計20）の全選択肢を回答した学生であり、3名が該当した。例えば、このうちの一人の学生は、「月と太陽の位置関係のパターンの数だけ、だいたい30パターンぐらい月の形がある（学生34）」と述べている。また、この学生は、月のカレンダーを引き合いに出しながら回答の理由づけを説明しており、類型P、類型E、及び類型Dのすべてが月のカレンダーに掲載されているという誤読が記述内容から理解できた。さらに、この学生には、月のカレンダーに関する別の誤読に関する内容も回答に記載されており、具体的には、「1日間隔（24時間隔）で形が変わっていく」と考えており、月の見かけの形が時々刻々と連続的に変化していることについての認識を獲得できていないことも理解できた。

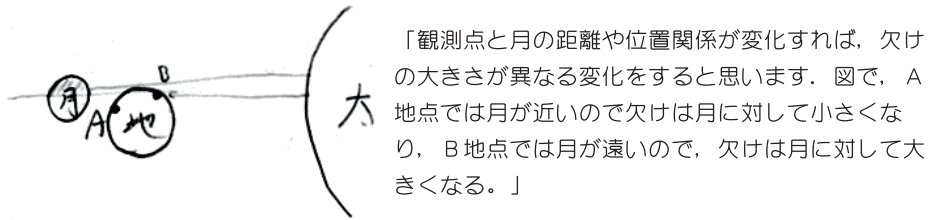


図 11 学生 115 の記述

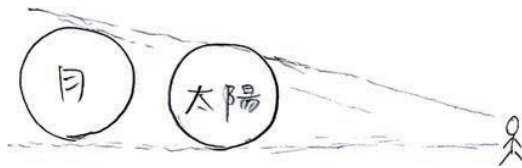


図 12 学生 50 の記述

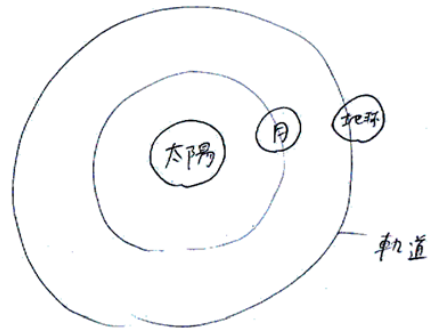


図 13 学生 72 の記述

その他にも、図 11 として示した学生 115 のように、地球-月間の距離の変化によって欠ける部分の大きさが変化するという誤解釈を示していた学生も存在した。このような理由づけが示されていたとしても、この学生は月の形の変化について言及するまでには至らなかった。

(3) PED-part について

包摂関係 PED-part に属する学生には、十日月（選択肢 9）と二十日月（選択肢 20）を除くすべての選択肢を回答していた学生も存在した（学生 31）。その背景には、この学生独自の月の形の分類基準が存在しており、この学生は、内側に凹んでいる月の形をすべて「三日月」であると見なして、月の形を 4 種類（満月型、半月型、三日月型、及び月食型）に大別していた。この学生の回答では、十日月（選択肢 9）と二十日月（選択肢 20）は、自らの分類基準である上記の 4 種類の型には属さないため、除外されたのである。一方で、この学生は月齢の概念に乏しく、月の明部の大きさによって、月を呼称していた。例えば、十日月や二十日月については“8 分月”、“半分だから半月”、及び“欠けることなく満ちているから満月”と名づけていたことが記述内容から理解できた。

他にも、包摂関係 PED-part に属する学生の理由づけには、非科学的な知識が散見された。例えば、月が太陽よりも遠くにあることを図示した図 12 の学生 50 や、太陽の惑星として月を捉えている図 13 の学生 72 等が該当する。

3. 5. 科学的な回答理由を記した学生の割合

前出の図 3 に示したように、全正答選択肢 (PE-all) を回答した学生の割合は 8.3% だけ存在した。しかしながら、そのうち、月の満ち欠けの形と月食時に見られる月の形とを区別しながら、科学的に正しい理由づけを行うことができた学生の割合は、全体のわずか 1.7%（1 名）であった。正答選択肢の一部 (P-all と PE-part) を回答した 57.9% の学生の中でも、科学的に正しい理由づけを行えたのは、P-all（月の満ち欠けの形状群）では 3.3%、PE-part（月食時の形状群）においても 1.7% のみであった。

したがって、理由づけに科学的誤りを含まない正答者の割合は、これら三者の数値を含み合わせても6.7%に過ぎない。このように、本研究の調査の結果からは、月の見かけの形に対する学生の危機的な認識状態が明らかになった。

4. 結語と今後の課題

本研究での調査により、月の見かけの形に関する学生達の非常に低い認識状態が明らかになった。このことは、被験者である学生が、現行の学習指導要領施行下で児童・生徒が学習する小学校理科の「月と太陽」や中学校理科の「月の運動と見え方」について未習であることにも起因することと考えられるが、身近な天体である「月」に関して関心や興味をもって、実際に見る機会が無いことも本研究の調査における記述内容からは想起できた。

今後は、月に対する学生の知識や思考をより明確かつ詳細に把握するとともに、将来の教壇に立つ学生に有用な効果的な学習指導資料を作成していきたい。

引用・参考文献

- 伊東明彦・千田恵・田原博人(2007)「大学生の天文分野に関する知識の変化—1976年と2006年の調査結果の比較—」, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 30, 473-482
- 川上紳一・渡村悠美子・神野愛・江川直・渡辺進武・大門佳孝(2002)「アンケートによる天文現象の理解度調査と理科教育におけるカリキュラムのあり方についての考察」, 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 27(1), 29-40
- 松森靖夫(1983)「児童・生徒の空間認識に関する考察(Ⅲ)—視点移動の類型化について—」, 日本理科教育学会研究紀要, 24(2), 27-34
- 文部省(1998)「小学校学習指導要領」, 大蔵省印刷局
- 文部省(1999)「小学校学習指導要領解説 理科編」, 東洋館出版社
- 文部省(1999)「中学校学習指導要領解説 理科編」, 大日本図書
- 文部科学省(2008)「小学校学習指導要領解説 理科編」, 大日本図書
- Bell, R. L., Trundle, K.C.(2008). The Use of a Computer Simulation to Promote Scientific Conceptions of Moon Phases, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346-372