

## 教員養成課程大学生が持つ月の位相の認識<sup>†</sup>

長沼 侑生・川村 教一\*

秋田大学教育文化学部

教員養成課程大学生を対象として、月の位相の認識に関連する内容の理解状況について質問紙調査を行った。この結果、月の位相について適切に説明できる者には、次の事柄が当てはまることが明らかになった。

- ・月の昼半球は太陽光が差し込む側にあることを認識している。
- ・宇宙からの視点を地表における視点へ心的に移動させることができる。
- ・月食のしくみも適切に説明できる。
- ・月の公転軌道図が概念モデルの模式であるとは必ずしも認識していない。
- ・月の公転周期を必ずしも理解していない。
- ・月の観察やモデル実験を通して学んだことがある学生が多いわけではない。

月の位相について理解していない場合、小学校6年生や中学校3年生の月に関する学習内容のいずれかが身につけていなかったり、中学校で学ぶ概念に混同が見られたりすることから、特に中学校における指導の改善が必要である。

**キーワード**：小学校、中学校、理科、月の満ち欠け、アンケート調査

### 1. はじめに

宮脇・南部 (1992) は、アンケート調査により、大学生でも月の位相変化を理解できていない者が多くいたことを明らかにした。その後、伊東ほか (2007) は、1976年と2006年に大学生に対して実施した調査結果を比較し、月の位相変化の知識の保有状況が低下していることを明らかにしている。柚木 (2014) は、教員養成課程大学生に対して調査を実施したところ、月の位相についての設問に対する誤答には、月食による説明が最も多いことを報告している。加えて、大学生に対して月の位相変化のモデル実験を行ったが、課題として「問題点の分析とさらに効果的な指導法の開発、実践が必要」を挙げた。

ところで平成10年告示の学習指導要領では小・中学校理科の内容から月の学習の一部が削減されてい

たが、平成20年告示（理科などは平成21年から実施）の小・中学校学習指導要領では月の学習が「復活」した。本年度19歳の大学生は、前小学校学習指導要領（平成10年告示、14年実施）の教育課程下で月を学び、現行中学校学習指導要領でも月を学んでいる。従来から指摘されていた月の位相の理解の低さに加え、現在の大学生は、小学校理科教育課程で内容が削減されていた影響を受けている可能性がある。そこで本研究では、小学校教員免許状を取得しようとする教員養成課程大学生の月の位相変化に関する認識の実態について分析を深め、その要因を探ることをねらいとしている。先行研究（伊東ほか、2007；柚木、2014など）では、月の位相変化の認識などについての調査問題において、文章のみの解答形式であったものを、本研究では、より詳しい分析を行うために、図と文章両方で解答を求めた。本研究成果によって、教員免許状を取得する大学生の誤った月の位相についての認識を改善するための、より効果的な方法を検討することができる。なお、本研究成

2017年1月10日受理

<sup>†</sup>Undergraduate Students' Conception of Moon Phases

\*Yuusei NAGANUMA and Norihito KAWAMURA, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

果の一部は長沼・川村（2016）で発表した。本論文ではデータを加えて詳細に検討する。

## 2. 月の位相認識のために必要な知識や能力の分析

大学生が月の位相を適切に理解するために、教育課程を通じて身につけることが期待される知識や技能を整理して、これらと月の位相の認識状況の関係を分析する手がかりとする。

### 1) 小学校第6学年での学習

#### ①太陽光による月の昼半球の認識

現行学習指導要領下の小学校では、第6学年で月の形の見え方が太陽と月の位置関係によって変わることについて学習する（文部科学省、2009b）。このとき、月には昼半球と夜半球があることを学ぶ。これはその後、中学校理科教科書（岡村ほか、2016）に掲載されているように、月の位相変化を説明するために、北極上空から見下ろした地球、公転軌道上の月、太陽光の向きが模式的に図示されるとき、月のうち太陽に面した半球が常に昼となり、残りの部分は陰になる説明につながる。

### 2) 中学校第3学年での学習

#### ①月の公転軌道の認識

月の満ち欠けの周期が約1か月であることや地球の周りを月が公転することは中学校理科の学習内容であり（文部科学省、2009a）、月の位相変化を理解するうえで欠かせない重要な概念である。

#### ②月を観察する際の視点の移動

地球-月系の模式図は、月の公転軌道上の位置と太陽光の向きから、地球の表面から観察できる月の位相を推測する手がかりを得ることができるが、その際に、地表から見る月と、地球の北極上空にいる観察者からみる月とを心的に切り替える必要があり、いわゆる視点移動の能力を必要とする。模式図を見るときには、後者の視線から前者の視線に心的に「移動」する必要がある（松森、1983による視点移動のタイプⅡA）。

#### ③縮尺モデルと概念モデルの差異

先に挙げたような中学校の理科教科書に掲載されている、地球-月系の模式図は概念モデルに基づいており、天体と公転軌道半径の縮尺は同一ではないモデルである。概念モデルとしての模式図で月の位相変化を説明しようとするとき、縮尺モデルとの差異を理解しておく必要がある。

## 3. 研究方法

### (1) 調査のねらい

柚木（2014）によると、月の位相変化によって観察できる月の形を選ぶ設問の正答者・非正答者と、星座の観察経験の有無との間で有意な差が見られなかった。伊東ほか（2007）や柚木（2014）で見られた大学生の月の位相についての反応が、月の位相を理解するために必要な基本的な天体についての概念や視点移動の能力、月の観察や位相変化のモデル実験経験の有無と関係するのではないかと予想し、このことを明らかにするためにアンケート調査を行う。

### (2) 調査・分析対象

本研究は、X大学の教員養成課程大学生のうち、平成27、28両年度後期に実施した小学校理科指導法科目受講者を対象とした。各年度の一連の調査回数は5回にわたったので、受講者のうちすべての調査日に出席した学生を対象に分析した。対象者は、平成27年度は83名（2年生17名、1年生66名）、平成28年度は88名（3年生1名、2年生11名、1年生76名）で、2年分合計で171名である。

### (3) 調査内容

一連の調査ではA～Eの5枚の質問紙の調査を5回に分けて行った。概要は以下の通りである。

質問紙A：月の位相変化を説明させる問題（自由記述）

質問紙B：月食のしくみを説明させる問題（自由記述）

質問紙C：宇宙から見たときの月の陰および地球から見たときの月の陰を描画させる問題（描画解答）

質問紙D：宇宙から見たときの月の図を基に、地球から見たときの月の陰を描画させる問題（描画解答）

質問紙E：月の観察や位相変化モデル実験の経験の有無（選択式解答）

なお、質問紙C、Dの描画解答とは、調査票に示された月の模式図に陰を塗る形式である。

### (4) 調査時期

平成27年度調査では、11月30日～平成28年2月22日までの授業があった日のうち5日に分けて、質問紙A～Eの順に実施した。質問紙は配布後に教室で記入させた後、直ちに回収した。解答（あるいは回答）時間は、質問紙E以外は5分に設定した。質問紙Eは時間制限を設けなかった。同様に、28年度調

査では10月17日～11月21日の間の5日に分けて実施した。

#### 4. 調査結果

##### (1) 両年度調査結果の同等性の検討

平成27, 28年度調査の結果の同等性を検討するために、各設問における正答者／非正答者の割合を、フィッシャーの直接確率検定（両側検定，有意水準5%，本章における検定はすべて同様）を行った。その結果，質問紙Dの(1)以外では有意差はなかった。このことから先の設問を除き両年度の結果は同等とみなし，両年度のデータを一括して集計・分析する。なお，なぜD(1)において有意差が生じたかについての検討は，今後の課題である。

##### (2) 質問紙A（月の位相についての理解）

###### 1) 月の位相の説明

質問紙A問1は，伊東ほか（2007）や柚木（2014）で実施されたアンケート調査票の一部を参考にして作成した。問1は月の位相変化の説明をさせる問題で，設問文は，「月の満ち欠けは，なぜ起こりますか。下の枠内に図と文章の両方を用いて簡潔に説明してください。」である。正答規準は伊東ほか（2007）にならい，「天体の位置関係」と「太陽光の反射」の両方の要素を記入していることとした。例えば，「月は地球のまわりを公転しているため，地球から見ると，月と太陽の位置関係が変化し，太陽光を受けて輝いている半球の見え方が変化するため満ち欠けが起こる。」（柚木，2014）が模範例である。文章と整合的な図も描かれていることで，正答とした（質問紙B問1も同様）。

反応率は，正答者33.3%（171名中57名），非正答者59.1%（101名），無解答者7.6%（13名）であった。正答率が1割程度と報告していた伊東ほか（2007）や柚木（2014）より，本調査の正答率は高かった。非正答者の記述内容を分類したところ人数分布は図1の通りとなった。

図1に示した非正答の内容について詳述すると，「月が地球の影に隠れるから」などと明確に月食の説明した者は21名，月食の記述はしていないが満月の位置にある月を真っ黒に陰で塗りつぶすなどして月食と判別される図を描画した者は14名，このように月食で月の位相を説明したと思われる者は合計で35名と，非正答者101名のうち34.7%を占めた。また，「地球が自転しているから」などと，地球の運動で

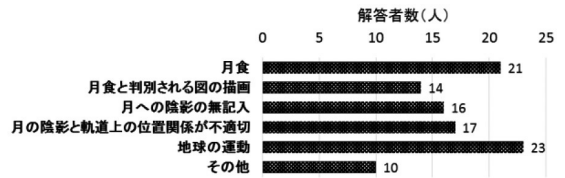


図1 月の位相の説明（質問紙A問1）の非正答者（n=101）の記述内容の分類

説明をした者が22.8%（23名）であった。その他に，月に陰を描かず説明する不完全な記述のように，正答規準の「天体の位置関係」には正しく言及しているが，「太陽光の反射」には言及していない者が非正答者の15.8%（16名）を占めた。月の軌道を内惑星，もしくは外惑星として描画した者は16.8%（17名）であった。その他では，場所によって太陽光の量が変化するとした者や，太陽光を平行光と考えずに，あたかも地球の近くに光源があるように月に陰を描画した者などがいた。

###### 2) 解答の情報源

問2は，問1を解答するときどのようなことを基にして考えたのかを問うものである。設問文は，「前の設問で，答えを考えたときのことについて，次のうちもつとも当てはまるものを1つ選んでその記号に丸を付けてください。その他を選んだ場合には，かっこ内に記入してください。」である。選択肢は以下のように設定した。

- 小学校の授業で先生から学んだことをもとにして考えた（以下，dまで校種が異なるほか同様）
- 中学校の授業（以下略）
- 高校の授業（以下略）
- 大学の授業（以下略）
- 小学校の教科書に書いていたことをもとにして考えた（以下，gまで校種が異なるほか同様）
- 中学校の教科書（以下略）
- 高校の教科書（以下略）
- 大学生になって読んだ本に書いていたことをもとにして考えた
- 覚えていない
- その他

結果を示した図2より，一番多かったものが中学校の授業の39.0%（164名中64名），次いで小学校の授業が20.1%（33名），覚えていないが18.3%（30名）となった。小・中学校の授業によって月の位相変化

についての認識を形成したと思っている者が約2/3を占める一方、いつ学習したか覚えていない者が約1/5見られる。

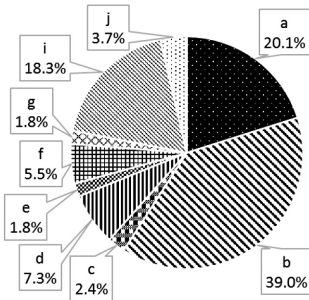


図2 月の位相について回答するときに参考にした情報源 (質問紙A問2) の集計結果 (N=164)  
選択肢の内容は本文参照

### (3) 質問紙B (月食の仕組みの理解)

#### 1) 月食の説明

質問紙Bは、月の位相変化の認識と月食の認識の関連性を調査するために、月食の認識を問う問題を掲載した。問1の設問文は、「月食は、なぜ起こりますか。下の枠内に図と文章の両方を用いて簡潔に説明してください。」である。正答規準は「天体の位置関係」と「地球の影」の両方の要素を記入していることとした。例えば、「太陽、地球、月が一直線に並び、太陽の光がさえぎられてできたかげに入ることによって起こる。」(岡村ほか, 2016) が正解例である。

問1の正答率は60.8% (171名中104名)、非正答者33.3% (57名)、無解答者は5.8% (10名)であった。正答率は、質問紙A問1の月の位相変化の認識を問う設問より高い結果となった。この傾向は先行研究 (柚木, 2014) と同様である。

非正答者の記述内容を分類したところ図3の通りであった。月食と日食を混同しているものが非正答者に占める割合は50.9% (57名中29名)であった。



図3 月食の認識 (質問紙B問1) の非正答者 (n=57) の記述内容の分類

また、月の軌道を地球の内惑星、外惑星のように描画する者が19.3% (11名) いた。「不完全な解答」とは、正答規準とした「天体の位置関係」と「地球の影」のどちらかのみに着目した解答のことであり、15.8% (9名)であった。その他、月の位相変化の説明をしている者などが14.0% (8名)であった。

#### 2) 解答の情報源

問2は、質問紙A同様、問1を解答するとき、どのようなことを基にして考えたのかを問うもので、選択肢は次の通りである。

- 小学校の授業で先生から学んだことをもとにして考えた (以下、cまで校種が異なるほか同様)
- 中学校の授業 (以下略)
- 高校の授業 (以下略)
- 小学校の教科書に書いていたことをもとにして考えた (以下、fまで校種が異なるほか同様)
- 中学校の教科書 (以下略)
- 高校の教科書 (以下略)
- 大学生になって読んだ本に書いていたことをもとにして考えた
- 覚えていない
- その他

結果は図4の通りである。一番多かったものが中学校の授業の33.1% (157名中52名)、次いで、覚えていないが31.8% (50名)、小学校の授業が11.5% (18名)となった。また、中学校を回答した者とそれ以外を回答した者の割合について、前問の正答者/非正答者との間でクロス集計をすると、問1正答者では中学校回答者数: 中学校非回答者数 = 38 : 58、問1非正答者では13 : 39で、人数の偏りは有意ではない ( $p=0.1026$ ,  $p>.05$ )。

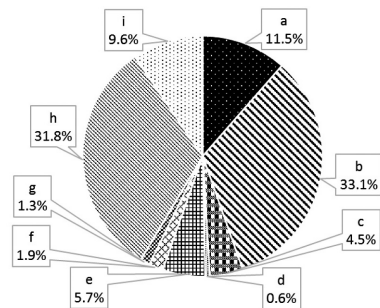


図4 月食について回答するときに参考にした情報源 (質問紙B問2) の集計結果 (N=157)  
選択肢の内容は本文参照

(4) 質問紙C (宇宙から地表への視点移動)

1) 宇宙視点で見た月の描画 (月の昼半球の認識)

質問紙は問1と問2から構成されている。問1は宇宙から見たときの月の陰を描画する問題(記号a~hの8問)で、月の太陽に面した半球が太陽光に照らされていることが分かるか調べる問題である。設問文は、「下図は月が地球の周りを公転する様子を模式的に示しています。図の左側から太陽光が差し込んでくるとき、図のa~hの位置にある月の陰(月面で太陽光が当たっていない部分)はどのようになりますか。月に陰を入れる場合には、斜線で表してください。ただし、月食は起きていないものとします。」である。正答例を図5に示す。

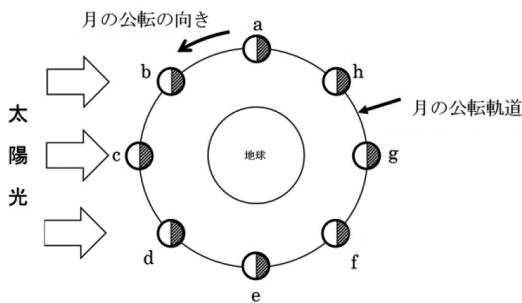


図5 質問紙Cに示した月の公転軌道の模式と設問のため月の位置a~h (正答例)

問1の枝問ごとの正答率は図6の通りである。正答率が高かった枝問は、記号aの下弦の月を描画する問題89.5% (171名中148名) や、記号eの上弦の月を描画する問題84.2% (144名)であった。その他の記号の正答率は60%前後であった。これらのことから、太陽に面した月の半球が照らされていることを適切に認識している者は約6割であるといえる。また、記号gの誤答例として、月を全て黒く塗

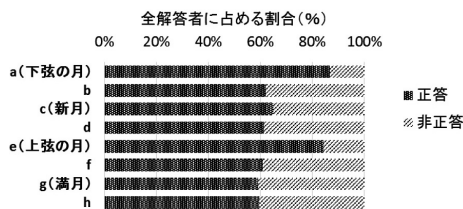


図6 宇宙視点で見た月の描画(質問紙C問1)の解答状況 (N=171)

りつぶしている者が見られたことから、満月になる位置にあると必ず月食が観察できると考えている者がいることが分かる。

2) 地表視点で見た月の描画 (視点移動能力)

問2は地球から見たときの月の陰を描画させる問題(図5の記号a, c, e, gの4問)で、宇宙視点から地表視点への視点移動(松森, 1983の視点移動タイプII A)ができることを調べる問題である。設問文は、「上の模式図のa, c, e, gの位置に月があるとき、南中した月を日本から見ると、月の陰はそれぞれどのようになりますか。下の枠内の円を月、円の左方が東側、右方が西側だとして描いてください。また、月の陰を入れる場合には、斜線で表してください。」とした。また、南中という言葉には、「天体が真南の方向に来たときのこと」という注を入れた。

正答例は図7の通りである。ここでは、南中したときの月の描画を求めているので、例えば、記号aで下半分に陰の斜線を描いた解答は非正答である。

問2の解答状況は図8の通りである。正答率が高かったものは、記号gの満月を描画する問題73.1% (171名中125名)であった。正答は満月、すなわち月に陰を描画しないものであるため、無解答者と区別がつかない。そのため、正答者が他の記号よりも多くなっている可能性がある。

記号	a	c	e	g
月				

図7 質問紙C問2の正答例

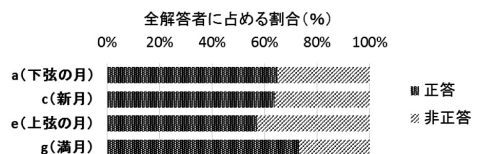


図8 質問紙C問2の解答状況 (N=171)

(5) 質問紙D (月の公転周期や概念モデル)

1) 設問内容

質問は(1)~(4)から構成され、(4)には枝問があり全5問構成である。

この調査票で用いた模式図は図9の通りである。

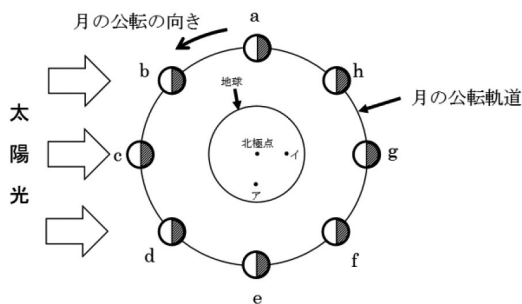


図9 質問紙Dに示した模式図

質問(1)は、視点移動(松森, 1983のタイプII A)ができるかを調べる問題である。観察者が秋田市において、月は図9中の記号eにあるときに観察できる陰を描画させるもので、宇宙から見たときの月の陰と、地球から見たときの月の陰は調査票上では左右逆になる。

質問(2)は、模式化された月の公転軌道の理解を調べることをねらいとしており、観察者が質問(1)と同じ場所において、月が記号g(満月の位置)にあるときに見える月の陰についての問題である。

質問(3)は、観察地が真夜中で、月は記号gの位置にあるときの月の見え方を描画させる問題である。質問(1)同様、視点移動(松森, 1983のタイプII A)ができるかを調べる問題である。

質問(4)は、月の公転周期についての理解に関するもので、質問(3)の場面から3時間後の月はどこにあるのかを選択肢から選ばせ、さらに、そのときの月の陰を描画させる問題である。3時間での月の公転軌道上の動きは角度にして約 $1.5^\circ$ であり、模式図の公転軌道上ではほとんど動いていない。

なお、質問(1)と(3)は、観測者の南方にある月の描画問題であり、質問(2)と(4)は、観測者の南方にはない月の描画問題である。

以上について、実際の設問文は次のとおりである。

(1)ある日、月はeの位置にあり、秋田市の地点がアとすると、秋田市から見える月はどのように描けますか。

(2)(1)と別の日、月はgの位置にあり、秋田市の地点がアとすると、秋田市から月が見えました。そのときの月はどのように描けますか。

(3)(1)と別の日、月はgの位置にあり、秋田市の地点

がイとすると、秋田市から見える月はどのように描けますか。

(4)(3)から3時間後、月はどの位置にありますか。a~hから最も近い位置の記号を選んでください。また、そのとき、秋田市から見える月はどのように描けますか。

なお、観察できる月を満月とした正答者と無解答者を区別するために、解答がわからないときはその旨を記入する欄を解答欄に設けた。

## 2) 集計結果

質問(1)は、平成27年度調査と28年度調査の結果において、同等性が認められなかったため、年度別に表示する(図10)。(2)~(4)の解答状況は、図11の通りである。



図10 夕方の上弦の月の描画(質問紙D(1))の解答状況(平成27年度N=83, 平成28年度N=88)

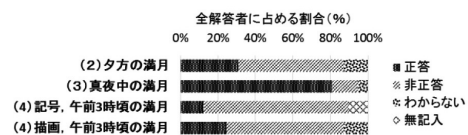


図11 月の描画(質問紙D(2)~(4))の解答状況(N=171)

図より、質問(2)や(4)よりも(3)の正答率は高いことが分かる。

質問(4)の記号の選択の解答状況は図12の通りである。(4)の記号選択の正答は記号gであるが、正答率

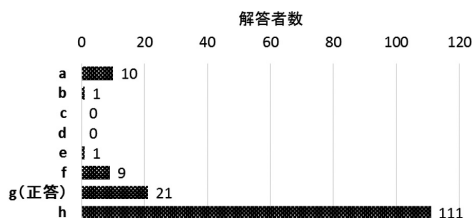


図12 午前3時ごろの満月の位置(質問紙D(4)記号解答)の解答状況(N=171)

は12.2% (171名中21名) である。記号h (満月に見える位置と下弦の月に見える位置の中間の位置) を選択したものが111名で、解答者の64.9%を占めた。記号hを選択した者は、月の公転周期を約1日とみなした可能性がある。月の公転周期が約1か月であることを理解していない者が約2/3以上である。

#### (6) 質問紙E (月の観察と位相変化のモデル実験についての学習歴)

##### 1) 月の観察の学習歴

問1は、月の観察の経験について問うものであり、次の選択肢からの択一式回答である。

- ア 宿題として出されたときに観察できた
- イ 宿題として出されたときに観察しようとしたが、くもるなどしてできなかった
- ウ 宿題として出されたが観察しなかった
- エ 宿題として出されたときに観察したかどうか覚えていない
- オ 宿題として出されず教室だけで学習した
- カ 宿題として出されたかどうか覚えていない
- キ 月の動きについて学習しなかった
- ク その他

結果は図13の通りである。この図に示したように、アの回答率が48.0% (171名中82名) と最も高かった。次いで、エ・カの「覚えていない」の計27.5% (47名)、イ・ウ・オ・キの「観察経験なし」が計21.6% (37名) と続く。大学生に見る宿題の実施率はア～ウの合計の51.5% (88名) であるが、秋田県の小学校教員を対象に月の観察の宿題の実施率を調査した例では、「必ずは行わせた」「だいたい行わせた」を合わせて約9割であった (田口ほか, 2012)。大学生は秋

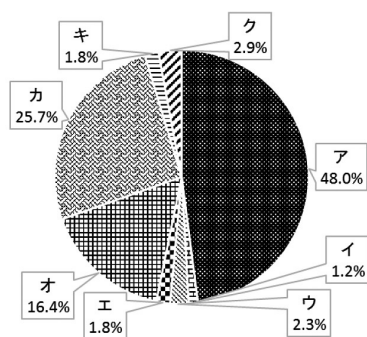


図13 月の観察の学習歴 (質問紙E(1)) の集計結果 (N=171)

記号選択肢の内容は本文参照

田県以外出身の方が多いと推測されるが、それにしても両者の乖離は大きく、月の観察の学習では、教員が期待するほど成果につながっていない可能性がある。

##### 2) 月の位相のモデル実験の学習歴

問2は、月の位相変化についてのモデル実験の経験について問うものであり、問1同様の択一式回答で、選択肢は次の通りである。

- ア 自分でボールやライトを持つなどした
- イ 他の児童がボールやライトを持つなどした様子を見たが自分は持たなかった
- ウ 先生がボールやライトを持つなどした様子を見たが自分は持たなかった
- エ モデル実験はなくビデオ視聴と黒板を用いた解説であった
- オ モデル実験やビデオ視聴はなく主として黒板を用いた解説であった
- カ 月の形について学習しなかった
- キ 覚えていない
- ク その他

結果は図14の通りである。選択肢アは、松森 (1983) の視点移動タイプ I A、イ・ウはタイプ I Bである。エ・オはタイプ I Bに該当する可能性がある。図14より、キの「覚えていない」が34.5% (59名) と最も多く、次いで、アの「自分でボールやライトを持つなどした」が20.5% (35名)、ウの「先生がボールやライトを持つなどした様子を見たが自分は持たなかった」が13.5% (23名) となった。ア～ウの回答率を全部合わせても40.9% (70名) である。秋田県の小学校教員を対象に月のモデル実験の実施率を

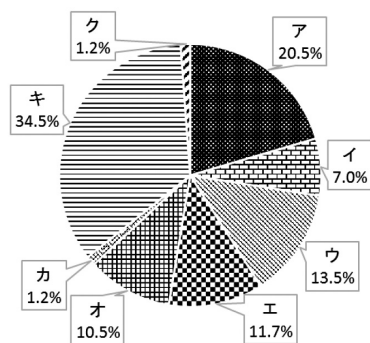


図14 月の位相のモデル実験の学習歴 (質問紙E(1)) の集計結果 (N=171)

記号選択肢の内容は本文参照

調査した例では、「必ずは行わせた」「だいたいは行わせた」を合わせて9割強であった(田口ほか, 2012)。先述の月の観察の実態と同様、モデル実験の経験を覚えている大学生は約20%しかなく、学習指導要領解説での指導法が十分に実施されているとはいいがたい状況である。

## 5. 分析

### (1) 月の位相の認識と月食の認識の関係

先行研究(伊東ほか, 2007; 柚木, 2014)にみられるように、月の位相変化の主な誤答には月食が挙げられた。月食の理解と月の位相変化の関係を改めて確かめるために、質問紙Bの正解者/非正解者、質問紙A問1の正解者/非正解者のクロス集計を行った(表1; 長沼・川村, 2016)。ただし、各設問の無解答者は除く(以下、表中の人数はすべて同様)。

質問紙B問1の正答者と非正答者間で質問紙A問1の正答者数に偏りがあるかどうかを検討するためにフィッシャーの正確確率検定(両側検定, 有意水準5%, 以下同様)を行ったところ、有意差が見られた( $p=0.0328$ ,  $p<.05$ )。このことから、月の位相についての理解と、月食のしくみの理解との間には関係があるとは言える。

表1 質問紙B問1と質問紙A問1のクロス集計結果(長沼・川村, 2016)

		質問紙B問1	
		正解者数	非正解者数
質問紙	正解者数	43	13
A問1	非正解者数	55	39

### (2) 月の位相の認識と月の半球が常に太陽に照らされることの認識の関係

質問紙C問1の全問正解者は非全問正解者よりも、月の半球が常に照らされることを適切に認識していると予想し、問1の全問正解者/非全問正解者、質問紙Aの問1の正解者/非正解者のクロス集計を行った(表2)。

集計結果から、両設問の正解者数/非正解者数の偏りは有意である( $p=0.0048$ ,  $p<.05$ )。このことから、月の位相についての理解と、月の昼半球は太陽光が差し込む側にあることの認識との間には関係がある可能性を指摘できる。

表2 質問紙C問1と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙C問1	
		全問正解者数	非全問正解者数
質問紙	正解者数	39	18
A問1	非正解者数	45	56

### (3) 月の位相の認識と視点移動の能力の関係

視点移動の能力を問う設問は、質問紙C問2および質問紙D(1)と(3)がある。

ここで、質問紙C問2の全問正解者/非全問正解者とD(3)の正解者/不正解者のクロス集計を行うと(表3)、人数の偏りは有意である( $p=0.0407$ ,  $p<.05$ )。C問2は心的に視点移動する能力が十分でない場合でも全問正解できることがあり、中学校教科書掲載と同じ設定での問題では正解を暗記しているため視点移動を行わずに答えることができるのかもしれない。一方、質問紙D(3)は真夜中の満月という、中学校理科教科書(例えば、岡村, 2016)には掲載されていないような場面設定であり、暗記した知識では答えを見いだせない。この点から、D(3)が視点移動(松森, 1983のタイプII A)の調査により適していると考えられる。

実際にデータを分析すると、質問紙C問2のa, c, e, gの全問正解者は視点移動が適切にできるとみなし、この設問の全問正解者/非全問正解者、質問紙A問1の正解者/非正解者のクロス集計を行った(表4)。集計結果からは、両設問の正解者数/非正解者数の偏りは有意ではない( $p=0.1610$ ,  $p>.05$ )。

次に質問紙Dの(3)と質問紙A問1それぞれの正解者/非正解者のクロス集計を行ったところ、両設

表3 質問紙C問2と質問紙D(3)のクロス集計結果

		質問紙C問2	
		全問正解者数	非全問正解者数
質問紙	正解者数	18	25
D(3)	非正解者数	1	11

表4 質問紙C問2と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙C問2	
		全問正解者数	非全問正解者数
質問紙	正解者数	34	4
A問1	非正解者数	37	11



表5 質問紙D(3)と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙D(3)	
		正解者数	非正解者数
質問紙 A問1	正解者数	53	3
	非正解者数	73	21

問の正解者数／非正解者数の偏りは有意である ( $p = 0.0056$ ,  $p < .05$ , 表5).

これらのことから、月の位相についての理解と、宇宙視点から地表視点へ心的に移動させる能力との間には関係がある可能性が指摘できる。

#### (4) 月の位相の認識と概念モデルとしての月の公転軌道図の認識の関係

模式化された月の公転軌道図の理解状況を調べることをねらいとして質問紙D(2)を用意した。この設問と質問紙A問1の正解者／非正解者のクロス集計を行った(表6)。この集計結果からは、両設問の正解者数／非正解者数の偏りは有意ではない ( $p = 0.5855$ ,  $p > .05$ )。このことから、月の位相についての理解と、小・中学校教科書に掲載されている月の公転軌道図が概念モデルの模式であると認識できることとの間には、関係が見いだせない。

表6 質問紙D(2)と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙D(2)	
		正解者数	非正解者数
質問紙 A問1	正解者数	21	32
	非正解者数	29	57

#### (5) 月の位相の認識と月の公転周期の認識の関係

質問紙D(4)は、月の公転周期についての理解に関するもので、満月は南中した3時間後にどの位置にあるのかを選択肢から選ばせ、さらに、そのときの月の形について描画させた問題である。この設問のうちの選択式解答と質問紙A問1の正解者／非正解者のクロス集計を行った(表7)。この集計結果からは、両設問の正解者数／非正解者数の偏りは有意ではない ( $p = 0.2432$ ,  $p > .05$ )。このことから、

表7 質問紙D(4)と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙D(4)	
		正解者数	非正解者数
質問紙 A問1	正解者数	11	43
	非正解者数	8	81

月の位相についての理解と、月の公転周期の理解との間には、関係が見いだせなかった。

#### (6) 月の位相の認識と月の観察・モデル実験学習歴の関係

質問紙E問1は、月の観察経験を問うもので、経験の有無と質問紙A問1の正解者／非正解者のクロス集計を行った(表8)。この集計結果からは、質問紙A問1の正解者数／非正解者数の偏りは有意ではない ( $p = 0.3955$ ,  $p > .05$ )。このことから、月の位相についての理解と月の観察経験との間には関係が見いだせなかった。

また、質問紙E問2は、月の位相変化のモデル実験経験を問うもので、経験の有無と質問紙A問1の正解者／非正解者のクロス集計を行った(表9)。この集計結果からは、質問紙A問1の正解者数／非正解者数の偏りは有意ではない ( $p = 0.0872$ ,  $.05 < p < .10$ )。このことから、月の位相についての理解とモデル実験との間には今回の調査では関係を見いだせなかった。

表8 質問紙E問1と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙E問1	
		正解者数	非正解者数
質問紙 A問1	正解者数	27	15
	非正解者数	48	18

表9 質問紙E問2と質問紙A問1のクロス集計結果

		質問紙E問2	
		正解者数	非正解者数
質問紙 A問1	正解者数	27	9
	非正解者数	38	29

#### (7) 分析のまとめ

本調査の分析結果から以下のことが見出せる。

月の位相を適切に説明できる者には、次の事柄が当てはまる。

- ・月の昼半球は太陽光が差し込む側にあることを認識している。
- ・宇宙からの視点より地表における視点へ心的に移動させる能力がある。
- ・月食のしくみも適切に説明できる。
- ・月の公転軌道図が概念モデルの模式であるとは必ずしも認識していない。
- ・月の公転周期を必ずしも理解していない。

- ・月の観察やモデル実験を通して学んだことがある学生が多いとは言えない。

## 6. 大学生が月の位相変化を適切に認識していない要因

前章にまとめたように、小学校教員免許状を取得しようとする大学生のうち、月の位相についての設問に対し適切に解答できない者は、月の位相を理解するうえで重要な項目を認識していない可能性がある。具体的な内容とそれを現行学習指導要領（文部科学省，2009a，2009b）で学習する学年は以下のとおりである。

- ①月の半分が太陽によって照らされていること（小学校6年生の学習項目）を認識していない。
- ②地球、太陽、月の相対的な位置が、月の昼半球の地球からの見え方を決める（小学校6年生の学習項目）ことを認識していない。
- ③月が地球の周りを公転していることやその軌道（中学校3年生の学習項目）を適切に認識していない。
- ④月の公転に伴って、地球からは経時的に変化して見えること（中学校3年生の学習項目）を認識していない。
- ⑤月の位相変化と月食（中学校3年生の学習項目）を混同している。

これらに加えて以下のことも指摘できる。

- ⑥宇宙からの視点を地表の任意の地点での視点へと心的な視点移動（松森，1983のタイプII A）をすること（中学校3年生の学習で求められる技能）ができていない。

小・中学校における学習歴については次のことが言える。

- ⑦月の学習は小学校6年生や中学校3年生で行うが、そのことを思い出せたのは約6割であった。
- ⑧少なくとも約半数の大学生は月の観察を経験したが、その結果についてモデル実験を通じて解釈する学習は全体の2割程度しか経験していない。

月の位相を説明できない大学生に見られる傾向のある①～⑥のような実態は、当該大学生が小学校6年生や中学校3年生の月に関する学習内容のいずれかを身につけていないことに起因する可能性がある。⑤の項目は、中学校での学習で小学校の学習内容を深めるのではなく、概念の混同を引き起こしている可能性がある。例えば月食の説明に、惑星の軌

道のように月の軌道を描写するのは、明らかに中学校第3学年での天文領域の学習内容が混同している。中学校における月の学習に関する指導の在り方の検討が必要であるが、中学校第3学年における天文の内容が多すぎる可能性も捨てきれない。

## 7. 大学生に対する月の位相の指導の視点

今回調査対象となったような大学生に正しい月の位相変化の認識を持たせるために、小学校6年生の内容からやり直す必要がある。一体、どのような指導が考えられるのだろうか。前章で検討した要因からは、学生の実態に応じて、学部専門の理科内容科目に以下の項目を取り入れることが考えられる。

- ・地球や月の軌道に関する太陽系の構造に関する基本的な知識
- ・月の公転周期など運動に関する基本的な知識
- ・教科書の模式図は概念モデルであることの認識

調査紙A問1に対する誤答で、場所によって太陽光の量に変化する解答や、太陽光を平行光と考えずに月に陰を描画した例があった。これらはモデル実験を行ったものの、概念モデルとしての実験を縮尺モデルと理解したことが原因として考えられる。モデル実験の実施にあたり、モデルで示せるのは事物かあるいは現象か、留意させる必要がある。

- ・概念モデル実験を通じて育まれる心的視点移動能力

視点移動能力は、松森（1983）のタイプI A，BができることでタイプII A，Bができるように促進されると期待される。モデル実験を通じて学ぶ以外に適切な指導法が見いだせないことから、位相認識との関係は見られないが、引き続き適切な方法でモデル実験の実践をすることが望ましいと思われる。

これらの項目について、それぞれどのような実践で大学生に対する成果を挙げることができるかは今後の課題である。

## 謝辞

本調査とその分析にあたり、様々な御意見をいただいた秋田大学教育文化学部田口瑞穂講師、質問紙調査の実施にご協力くださった山下清次技術専門職員、本研究室の学生、そして質問紙調査にご協力くださった大学生の方々、皆様方に心から感謝申し上げます。また、匿名の査読者による指摘は表現の改善につながった。ご指摘に対して御礼申し上げます。

## 引用文献

- 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.
- 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.
- 宮脇亮介・南部省吾 (1992) : 月の満ち欠けについての子どもの概念. 地学教育, 45(6), 219-226.
- 文部科学省 (2009a) : 中学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書, 東京, 149p.
- 文部科学省 (2009b) : 小学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書, 東京, 105p.
- 長沼侑生・川村教一 (2016) : 小学校教員養成課程大学生が持つ月の位相変化および月食についての認識. 日本理科教育学会第66回全国大会論文集, p.131.
- 岡村定矩ほか (2016) : 新編 新しい科学 3. 東京書籍, 東京, 134p.
- 田口瑞穂・川村教一・上田晴彦 (2012) : 小学校理科における天体観察学習指導の問題点－秋田県内の教員向けアンケート調査より－. 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 34, 45-56.
- 柚木朋也 (2014) : 「月の満ち欠け」に関する教員養成課程の大学生の概念. 北海道教育大学紀要, 64 (2), 151-162.

## Summary

The authors conducted a group of questionnaire researches to preservice teachers who were the undergraduate students in teacher-training course at the university in 2015 and 2016. The result shows their conception of the Moon phase are as follows;

- ・ they know sun light shine on a half of the Moon,
- ・ they can change view points from out of the Earth to the surface,
- ・ they can also explain how lunar eclipse may occur,
- ・ they may not understand a schematic diagram of the Moon orbit as a conceptual model,
- ・ they may not understand a period of the Moon, and
- ・ model experiment of change of the Moon phase would not improve understanding in science classes.

In short, inadequate study in science classes at elementary and/or junior high schools might cause less achievements in understanding about change of the Moon phase.

**Key Words** : elementary school, junior high school, science class, phase of the Moon, questionnaire research

(Received January 10, 2017)