

# 教育学部学生による「スマートフォンを使った疑似観察」と 「疑似観察の結果をもとに調べるモデル実験」に関する一考察

—小学校の第6学年「月と太陽」において—

佐伯 英人

A Study on “Simulated Observation Using a Mobile Phone” and “Model Experiment Based on Observation”  
by University Students in the Faculty of Education:  
Regarding “The moon and the sun” in the 6th grade of elementary school

SAIKI Hideto  
(Received JULY 31, 2024)

キーワード：教育学部、学生、月と太陽、疑似観察、モデル実験

## はじめに

『小学校学習指導要領（平成29年告示）』では「第4節 理科」「第2 各学年の目標及び内容」「第6 学年」「2 内容」「B 生命・地球」「(5) 月と太陽」において、アの（ア）では「月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月との位置関係によって変わること。」(p. 109) と示されている。また、「3 内容の取扱い」において「(6) 内容の『B生命・地球』の(5)のアの（ア）については、地球から見た太陽と月との位置関係で扱うものとする。」(p. 109) と示されている（文部科学省，2018a）。

『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』では「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や、月の形の見え方は太陽と月との位置関係によって変わることを捉えるようにする。ただし、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとし、地球の外から月や太陽の位置関係を捉えることについては、中学校第2分野『(6) 地球と宇宙』で扱う。」(p. 92) と示されている（文部科学省，2018b）。

松本・阿部（2021）では「小学校で月の満ち欠け理解を指導する場合、『何時頃どの方角にある月はどのような形か』を解答できるようにすることが1つの目標である。例えば、『正午、南の空にある月はどのような形をしているか』という問題を問うことになる。」(p. 346) と示されている。2020年にA大学の「宇宙」に関する一般教養授業の受講者175名を対象に、月の満ち欠けに関するアンケート調査を行い、134名より回答を得て「調査の結果、授業の前には正答率が3割程度であった（後略）」(p. 347) と示されている（松本・阿部，2021）。

なお、松本・阿部（2021）で用いられた月の満ち欠けに関するアンケート調査は、相場（2015）の図6の「プレテスト・ポストテスト問題」（p. 133）に示されている内容であった。その内容は「問1 夕方、東の空に月が出ていました。どんな月でしょうか。」「問2 夕方、南の空に月が出ていました。どんな月でしょうか。」「問3 朝、南の空に月が出ていました。どんな月でしょうか。」「問4 朝、西の空に月が出ていました。どんな月でしょうか。」といった問題であった（相場，2015）。

ちなみに、相場（2015）の註の6）においても「このプレテストと同じ問題を、国立大学教育学部3年生、私立大学教育学部3年生の計286名に回答させた。その結果、正答率は、問1（25.2%）、問2（28.3%）、問3（31.5%）、問4（28.7%）、（中略）であった。（中略）大学生においてもこの問題は理解できていない。」(p. 137) と示されている。

吉川・宮部（2019）では、2018年に名古屋女子大学の児童教育学専攻の学生（小学校教員を目指す学生）

151名を対象に、月の満ち欠けに関するアンケート調査を行い、「正答率はどれも高くは無く、多くは理解できていないという結果となった。」(p. 17)と示されている。また、「小学校6年生で学ぶ『月と太陽』における月の満ち欠けの理解は、小学生にとっても、また大学生にとっても難しい。」(p. 17)と示されている(吉川・宮部, 2019)。なお、吉川・宮部(2019)で用いられた月の満ち欠けに関するアンケート調査は「(1) 朝、南の空に見える月の形はどんな形ですか。」(p. 18)、「(2) 夕方、西の空に見える月の形はどんな形ですか。」(p. 18)といった問題であった。ちなみに、上記の正答者(正答率)は、前者の(1)が42名(28%)であり、後者の(2)が23名(15%)であった(吉川・宮部, 2019)。

上記のことは、月の満ち欠けについて、大学生の理解度が低いことを示唆している。つまり、大学生(教育学部の学生を含む)の多くが、第6学年の「月と太陽」で学習する内容について理解できていない状況にあるといえる。

## 1. 研究の目的

佐伯・郡司(2019)では、小学校理科の第6学年「月と太陽」の授業に「野外観察後、タブレットPCを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動の導入を提案し、授業実践を通して、その教育効果を明らかにした。

本研究では、2024年度の教育学部の第2学年の授業「初等科理科」で「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動を行った。調査の対象者は「初等科理科」の授業に参加した小学校教育コースの小学校総合選修に所属している学生41名である。なお、小学校総合選修では、小学校教諭一種免許状の取得を卒業要件として設定しており、学生の多くが卒業後、公立小学校の教員になっている。

佐伯・郡司(2019)と本研究との違いの1つは、学生に野外観察を行わせていないことであり、また、タブレットPCではなく、スマートフォンを用いたことである。

本研究の1つめの目的は、小学校総合選修に所属している学生の月の満ち欠けに関する理解度を明らかにすることである。本研究の2つめの目的は「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動を授業に導入し、授業実践を通して、その教育効果を検証することである。なお、「スマートフォンを使った疑似観察」と「疑似観察の結果をもとに調べるモデル実験」の授業実践、調査の方法及び分析の方法は、主に佐伯・郡司(2019)に従った。

## 2. 授業実践

本研究では、前述したように教育学部の第2学年の授業「初等科理科」で「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動を行った。授業の実施日は2024年5月31日であった。なお、本稿では「スマートフォンを使った疑似観察」を疑似観察、「疑似観察の結果をもとに調べるモデル実験」をモデル実験と以下に称する。

疑似観察では、学生一人ひとりにスマートフォン(iPhone)を使わせた。使用した天体シミュレーションソフト(アプリケーション)は『スカイ・ガイド』である。

疑似観察で観察する場所と日時は指定した。観察する場所は現在位置(山口市)とし、観察時刻を日没直後(19:30)と日の出前(5:00)とした。観察時刻が19:30の場合、調べる日を2024年6月11日・13日・15日・17日・19日・21日とした。一方、観察時刻が5:00の場合、調べる日を2024年6月23日・25日・27日・29日・7月1日・3日とした。つまり、観察時刻が19:30の6日分、観察時刻が5:00の6日分の太陽、月の位置と月の見え方をそれぞれ調べさせた。記録用紙を図1に示す。

なお、佐伯・郡司(2019)では、疑似観察で観察する時刻を日没直後(18:00)と日の出前(6:00)に設定し、観察する日をそれぞれ7日分指定して調べるようにしていた。具体的にいうと、18:00の場合、2016年10月3日、5日、7日、9日、11日、13日、15日であり、6:00の場合、2016年10月17日、19日、21日、23日、25日、27日、29日であった。佐伯・郡司(2019)の設定に従うと、観察時刻が5:00の場合、2024年7月5日を調べる日に指定することになるが、この日時の月齢は28.3(正午月齢:28.6)であった(国立天文台暦計算室, 1994)。そのため、本研究では、日の出前(5:00)の6日分を指定して調べるようにした。

これに従って、日没直後（19：30）も 2024 年 6 月 9 日を除き、6 日分を指定して調べることにした。

『スカイ・ガイド』では、前述したように疑似観察する場所と日時を設定することができる。また、月など観察対象の天体を検索する機能が付いている。さらに、月（天体）を拡大表示する機能が付いている。疑似観察のようすを図 2 に示す。

モデル実験は、疑似観察を行った後に実施した。このモデル実験では、疑似観察の結果をもとに発砲ポリスチレンの球にライトで光を当てて、月の形が変わって見える理由を学生一人ひとりに調べさせた。モデル実験の方位は、実際の方位（東、西、南、北）と一致させた。このことは、学生が、モデル実験中に視点移動をする必要が無いことを意味している。学生を教室内で南の方角に向かせ、観察時刻が 19：30 の 6 日分を調べる時はライトを西（右）から照射させた。一方、観察時刻が 5：00 の 6 日分を調べる時はライトを東（左）から照射させた。このとき、学生は「記録用紙に記入している月の形と位置（方位）」と「発砲ポリスチレンの球の形と位置（方位）」を比較しながら調べている。モデル実験のようすを図 3 に示す。

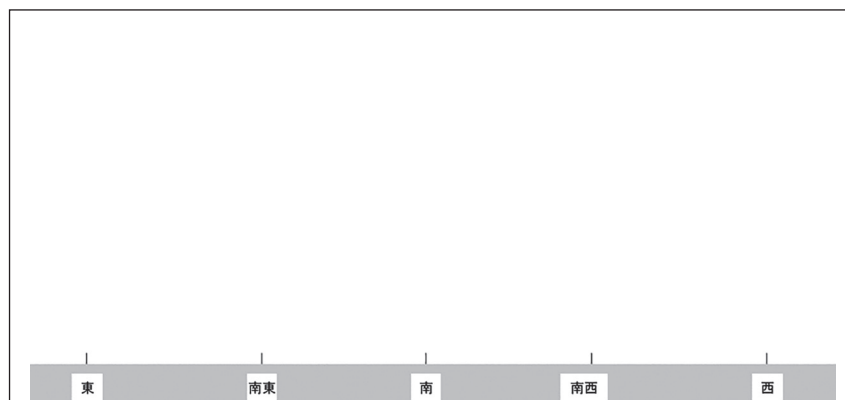


図 1 記録用紙



図 2 疑似観察



図 3 モデル実験

### 3. 調査の方法と分析の方法

#### 3-1 学生の観察記録

学生が疑似観察を行い、結果を記録した用紙（記録用紙）をもとに、記録の有無を確認し、記録有りと記録無しの人数を集計した。記録有りの場合、記録した月の形と位置（方位）をもとに、適切であるか否かを判定し、その人数を集計した。

#### 3-2 学生の理解度

調査の方法について以下に示す。

学生の理解度（「日によって月の形と位置がどのようにかわるのか」に関する理解度）を把握する目的でテストを作成した。作成したテストは 2 枚である。1 枚目は、観察時刻を日ぼつ直後（19：30）と設定し、また、2 枚目は、観察時刻を日の出前（5：00）と設定した。

1 枚目のテストは、日ぼつ直後（19：30）の月の形と位置に関する問い、また、「見える順」の問いで作成した。月の形と位置に関する問いでは「あなたは南を向いて、南の空を見えています。右が西で、左が東です。次の ABC にあなたの考えを書いてください。」という表示を行い、A～C の 3 つの問いを示し、回答を図

で記入させた。Aの問いは「日ぼつ直後、夕方7時30分(19:30)に南の空に月が出ていました。どのような月が出ていたでしょうか。右の中から1つ選んで下の図の中にかいてください。」である(図4)。A～Cの3つの問いの違いを以下に示す。Aの問いでは「日ぼつ直後、夕方7時30分(19:30)に南の空に」と表示しているが、Bの問いでは「日ぼつ直後、夕方7時30分(19:30)に東の空に」と表示し、また、Cの問いでは「日ぼつ直後、夕方7時30分(19:30)に西の空に」と表示した。次に、「A、B、Cで問うた3つの月を2024年の6月11日、6月15日、6月21日のいずれかで観察することができました。すると、どの順番に見えるでしょうか。見える順にA、B、Cを( )に書いてください。」という表示を行い、回答欄を示し(図5)、A～Cの3つの記号を( )に記入させた。

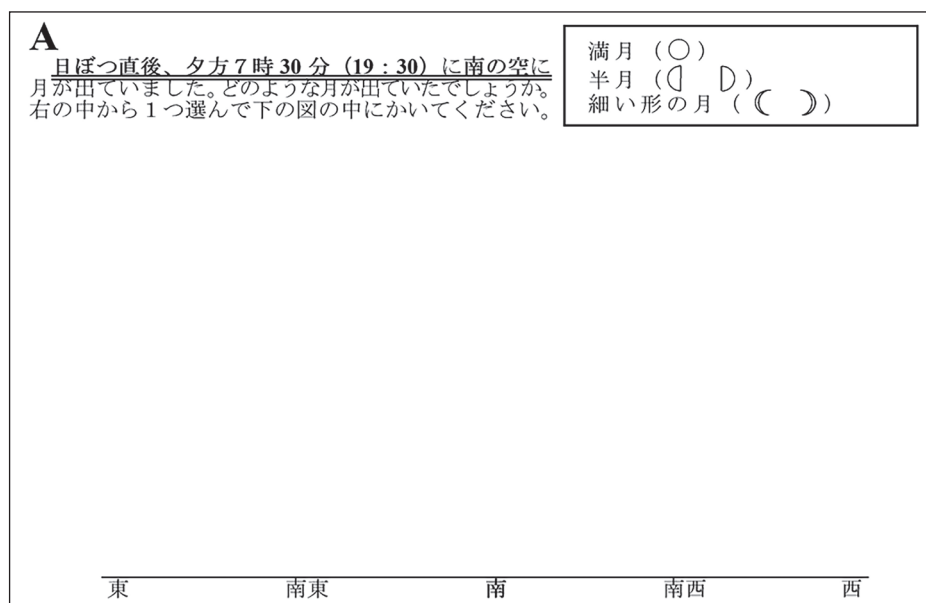


図4 テスト用紙の例 (Aの問い)

見える順 ( 6月11日 ) → ( 6月15日 ) → ( 6月21日 )

図5 テスト用紙の例 (「見える順」の問い)

2枚目のテストは、基本的に1枚目のテストと同じ様式であり、日の出前(5:00)の月の形と位置に関する問い、また、「見える順」の問いで作成した。月の形と位置に関する問いでは「あなたは南を向いて、南の空を見えています。右が西で、左が東です。次のDEFにあなたの考えを書いてください」という表示を行い、D～Fの3つの問いを示し、回答を図で記入させた。Dの問いは「日の出前、朝5時(5:00)に南の空に月が出ていました。どのような月が出ていたでしょうか。右の中から1つ選んで下の図の中にかいてください。」である。D～Fの3つの問いの違いを以下に示す。Dの問いでは「日の出前、朝5時(5:00)に南の空に」と表示しているが、Eの問いでは「日の出前、朝5時(5:00)に西の空に」と表示し、また、Fの問いでは「日の出前、朝5時(5:00)に東の空に」と表示した。次に、「D、E、Fで問うた3つの月を2024年の6月23日、6月29日、7月3日のいずれかで観察することができました。すると、どの順番に見えるでしょうか。見える順にD、E、Fを( )に書いてください。」という表示を行い、回答欄を示し、D～Fの3つの記号を( )に記入させた。

なお、調査時に口頭で「テストでいう『西の空』を具体的な方位でいうと『西～南西』の位置のことであり、また、『東の空』を具体的な方位でいうと『東～南東』のことである。」という補足説明を行った。

上記の2枚のテスト(月の形と位置に関する問い、「見える順」の問い)による調査は、3時点(疑似観察の前、疑似観察とモデル実験の間、モデル実験の後)で行った。本稿では、「疑似観察の前の調査」を調査時①、「疑似観察とモデル実験の間の調査」を調査時②、「モデル実験の後の調査」を調査時③とした。分析の方法について以下に示す。

月の形と位置に関するA～Cの問いの回答を正答、誤答、未回答で集計した。一方、「見える順」の問いについては、A～Cの問いのすべての回答が正答であった者を抽出し(A～Cの問いのいずれかで誤答した

者・未回答者を除き)、該当者を通過者とした。A～Cの問いのいずれかで誤答した者・未回答者については、未通過者とした。次に、通過者の回答について、正答、誤答、未回答で集計した。

上記の月の形と位置に関するA～Cの問いにおいて、正答を1点、誤答と未回答を0点とした。また、「見える順」の問いにおいて、正答を1点、誤答、未回答、未通過者を0点とした。このようにA～Cの問いと「見える順」の問いを各1点とし、調査時ごとに和を算出した(得点: 0点～4点)。この得点をもとに平均値と標準偏差を算出し、床効果の有無と天井効果の有無を確認した。さらに、調査時(調査時①, 調査時②, 調査時③)を要因とした1要因分散分析を行った。

月の形と位置に関するD～Fの問いの回答、また、「見える順」の問いの回答に対しては、月の形と位置に関するA～Cの問いの回答、また、「見える順」の問いの回答の集計方法・分析方法と同様の処理を行った。

## 4. 結果と考察

### 4-1 疑似観察

学生が疑似観察を行い、結果を記録した用紙の一例を図6と図7に示す。学生の記録用紙をもとに、記録した月の形と位置(方位)が適切であるか否かを判定し、人数を集計した。その結果を表1と表2に示す。表1と表2をみると、41名中、記録有りは41名、適切な記録は41名であったことが分かる。このことから、疑似観察の記録の状況は「良好」であったといえる。別の言い方をすると、疑似観察が、学生にとって有効な観察方法であったといえる。

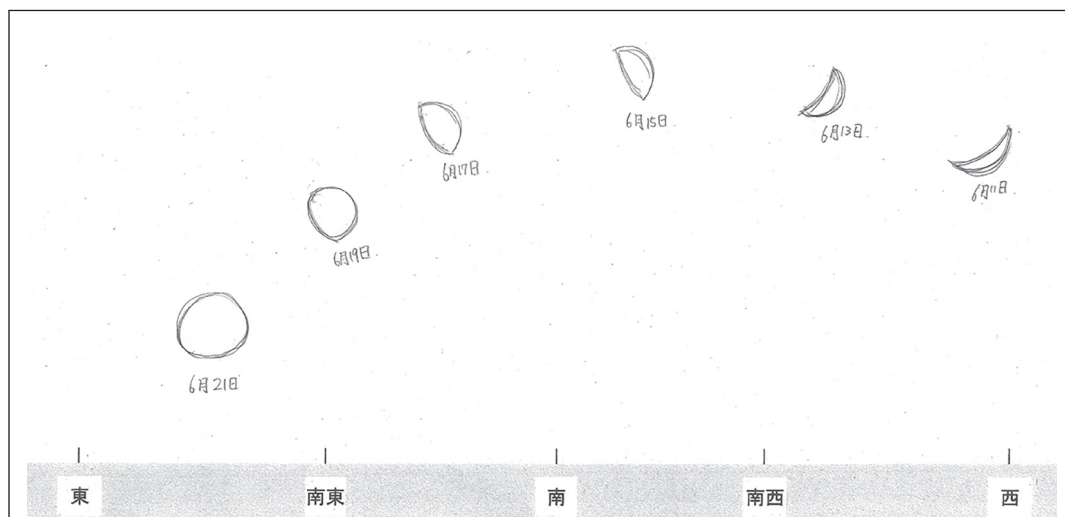


図6 学生が疑似観察の結果を記録した用紙(観察時刻, 19:30)

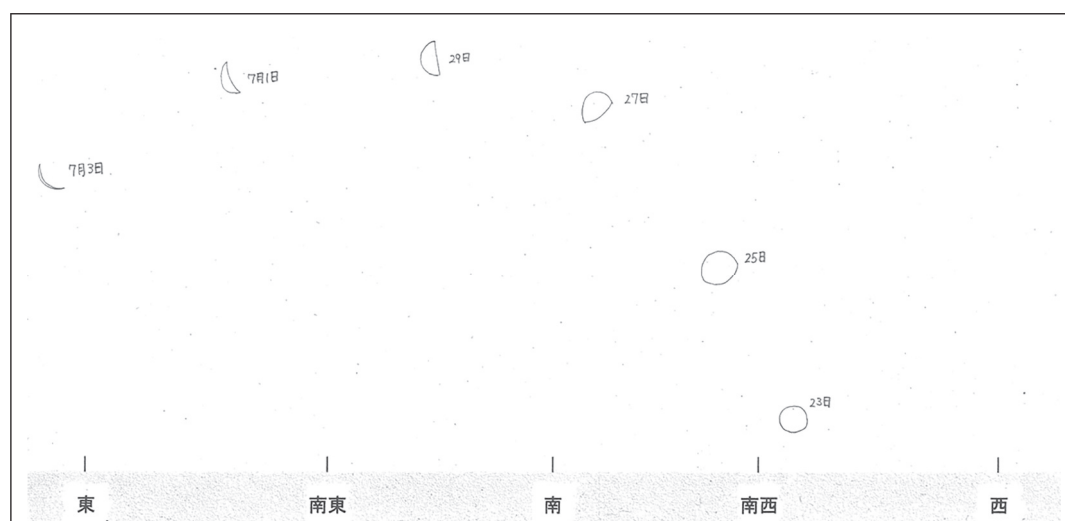


図7 学生が疑似観察の結果を記録した用紙(観察時刻, 5:00)

表1 学生が疑似観察を行い、観察の結果を記録した人数（観察時刻，19：30）

観察日	記録有り	記録有りの内訳				記録無し
		適切な記録	適切ではない記録			
		形：○ 位置：○	形：○ 位置：×	形：× 位置：○	形：× 位置：×	
6月11日	41	41	0	0	0	0
6月13日	41	41	0	0	0	0
6月15日	41	41	0	0	0	0
6月17日	41	41	0	0	0	0
6月19日	41	41	0	0	0	0
6月21日	41	41	0	0	0	0

N=41

表2 学生が疑似観察を行い、観察の結果を記録した人数（観察時刻，5：00）

観察日	記録有り	記録有りの内訳				記録無し
		適切な記録	適切ではない記録			
		形：○ 位置：○	形：○ 位置：×	形：× 位置：○	形：× 位置：×	
6月23日	41	41	0	0	0	0
6月25日	41	41	0	0	0	0
6月27日	41	41	0	0	0	0
6月29日	41	41	0	0	0	0
7月1日	41	41	0	0	0	0
7月3日	41	41	0	0	0	0

N=41

#### 4-2 学生の理解度

テストのA～Cの問いの回答を集計した結果を表3に示す。次に、3つの月（A, B, C）の「見える順」の回答を集計した結果を表4に示す。テストのD～Fの問いの回答を集計した結果を表5に示す。次に、3つの月（D, E, F）の「見える順」の回答を集計した結果を表6に示す。さらに、前述した方法で算出した平均値と標準偏差、床効果の有無と天井効果の有無、分散分析の結果を表7と表8に示す。

表7と表8をみると調査時①で床効果がみられる。このことから、調査時①（「疑似観察を行う前」の調査）において、学生の月の満ち欠けに関する理解度は低いといえる。このことは、前述した他の研究（松本・阿部（2021）、吉川・宮部（2019）、相場（2015））と同様の結果であったことを示している。

表7と表8をみると調査時②、調査時③で天井効果がみられる。このことから、学生の理解度は、調査時②、調査時③では高いといえる。

表7、表8ともに、分散分析の結果、調査時に有意な差がみられた。多重比較の結果をみると、表7と表8において調査時①と調査時②の間に有意な差がみられる。このことは、疑似観察が、学生の理解度を高めたことを示している。また、表7と表8において調査時①と調査時③の間に有意な差がみられる。このことは、モデル実験が、高まった学生の理解度を維持したことを示している。さらに、表8において調査時②と調査時③の間に有意な差がみられる。このことは、モデル実験が、高まった学生の理解度を、さらに高めたことを示している。つまり、疑似観察が、学生の理解度を高めたといえる。また、モデル実験が、学生の理解度をさらに高めたり、維持したりしたといえる。換言すると「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動が、学生の理解度を高めることに寄与したといえる。

表3 3つの問い（A, B, C）の回答を集計した結果

調査時	Aの問い			Bの問い			Cの問い		
	正答	誤答	未回答	正答	誤答	未回答	正答	誤答	未回答
①	4	10	27	4	8	29	5	7	29
②	37	2	2	36	3	2	37	2	2
③	38	1	2	38	1	2	37	2	2

N=41

表4 3つの月（A, B, C）の「見える順」の回答を集計した結果

調査時	通過者			未通過者
	正答	誤答	未回答	
①	0	0	2	39
②	26	0	7	8
③	27	1	7	6

N=41  
 通過者：A～Cの問いのすべてで正答  
 未通過者：A～Cの問いのいずれかで誤答・未回答

表5 3つの問い（D, E, F）の回答を集計した結果

調査時	Dの問い			Eの問い			Fの問い		
	正答	誤答	未回答	正答	誤答	未回答	正答	誤答	未回答
①	1	8	32	3	4	34	2	4	35
②	33	6	2	33	3	5	36	2	3
③	37	2	2	34	4	3	38	1	2

N=41

表6 3つの月（D, E, F）の「見える順」の回答を集計した結果

調査時	通過者			未通過者
	正答	誤答	未回答	
①	0	0	1	40
②	23	0	6	12
③	28	0	3	10

N=41  
 通過者：D～Fの問いのすべてで正答  
 未通過者：D～Fの問いのいずれかで誤答・未回答

表7 日ぼつ直後の月の形と位置及び「見える順」に関する理解度

調査時	平均値 (標準偏差)	床 効果	天井 効果	分散分析の結果			
				自由度	F 値	有意確率	多重比較の結果
①	0.32 (0.76)	●		1.43 57.24	191.63	***	調査時①<調査時② 調査時①<調査時③
②	3.32 (1.19)	-	●				
③	3.41 (1.07)	-	●				

max=4, min=0, ●: 有り, -: 無し, n.s.: 非有意, \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ , \*\*\*:  $p<0.001$

表8 日の出前の月の形と位置及び「見える順」に関する理解度

調査時	平均値 (標準偏差)	床 効果	天井 効果	分散分析の結果			
				自由度	F 値	有意確率	多重比較の結果
①	0.15 (0.53)	●		1.39 55.68	173.89	***	調査時①<調査時② 調査時①<調査時③ 調査時②<調査時③
②	3.05 (1.32)	-	●				
③	3.34 (1.17)	-	●				

max=4, min=0, ●: 有り, -: 無し, n.s.: 非有意, \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ , \*\*\*:  $p<0.001$

## 5. まとめ

山口大学教育学部の小学校教育コースの小学校総合選修に所属している学生を対象として、月の満ち欠けに関する理解度を調査した。分析の結果、疑似観察を行う前、学生の月の満ち欠けに関する理解度は、低かったことが明らかになった。このことは、前述した他の研究（松本・阿部（2021）、吉川・宮部（2019）、相場（2015））と同様の結果であったといえる。

本研究では「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動を実践した。実践研究を通して、以下のことが明らかになった。

疑似観察では、すべての学生が、観察時刻を 19:30 と 5:00 に設定し、それぞれ指定された 6 日分を調べ、適切に記録していた。このことから、疑似観察の記録の状況は「良好」であったといえる。

疑似観察が、学生の理解度を高めたことが明らかになった。また、モデル実験が、学生の理解度をさらに高めたり、維持したりしたことが明らかになった。つまり、「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動が、学生の理解度を高めることに寄与したといえる。このことは、学生の理解度という視点から教育効果がみられたことを意味している。

上記のことから、「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動が有効であったといえる。

## おわりに

本研究では、教育学部の授業「初等科理科」で「スマートフォンを使って疑似観察を行い、その結果をもとにモデル実験を行う」という学習活動を行い、その教育効果を検証した。前述したように、本研究では、学生に野外観察を行わせていない。学生に野外観察を行わせる意義について、また、野外観察を行わせた場合の教育効果について、実践研究を通して明らかにする必要がある。

## 文献

相場博明 (2015) : 「地球視点による月の満ち欠けの指導と「月の満ち欠け説明器」の開発」, 『理科教育学研究』, 第 56 巻, 第 2 号, 129-139.

国立天文台暦計算室 (1994) : 「こよみの計算」, <https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi> (accessed 2024.7.31).

佐伯英人・郡司浩史 (2019) : 「「タブレット PC を使った疑似観察」と「疑似観察の結果をもとに調べるモデル実験」- 小学校理科の第 6 学年「月と太陽」において - 」, 『理科教育学研究』, 第 59 巻, 第 3 号, 379-391.

松本榮次・阿部洋一郎 (2021) : 「「月の動きと形しらべ盤」簡易版の開発 - 一人一人が作成・操作できる教材開発をめざして - 」, 『日本科学教育学会第 45 回年会論集』, 345-348.

文部科学省 (2018a) : 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示)』, 東洋館出版社.

文部科学省 (2018b) : 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編』, 東洋館出版社.

吉川直志・宮部彩 (2019) : 「大学生による小学校での月の見え方と太陽の学習方法の検討」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』, 第 33 巻, 第 8 号, 17-22.