

教育学部理科教育専修の授業における「月と太陽と地球の位置関係」の理解

Understanding of position relation between the Sun, the Earth and the Moon by observation of the Moon in a science teacher education.

藤林紀枝^{1)*}, 山上遥那²⁾, 高橋洋子¹⁾

Norie Fujibayashi^{1)*}, Haruna Yamakami²⁾, Yoko Takahashi¹⁾

要旨

小・中学校の学習内容である「月の満ち欠け」「地球から見た月の動き」「月と太陽と地球の位置関係」「月の運動（公転）と見え方」は、小学校理科の学習項目の中で「教える自信」のない項目であり、また中学生の苦手意識の高い項目である。教育学部理科教育専修の2年次学生を対象としてこれらの項目についての理解度を測り、また授業後の記述式アンケートにより理解を困難にしている要因を明らかにした。授業では、各自に4週間の月の観測をさせ、それを基に月の満ち欠けと地球から見た月の動き、同じ時刻に見える月の形の変化をグループでまとめ、月と太陽と地球の位置関係と月の運動（公転）について考察させた。また、ボールとライトを用いた月の満ち欠け実験と、月齢カレンダーを用いた月の形と月の出・入時刻の規則性の調べを行った。授業前より授業後に理解度は明らかに上昇したが、月と太陽と地球の位置関係を地球外からの視点で説明する過程で、地球の自転による時刻（日本時間）の変化を太陽との位置関係から明確に理解させることが重要なことがわかった。また、月を地球から見た場合の月の形と動きは、視点を地球上に転換して理解させることが重要で、それによって学習内容の理解と教える自信の向上に繋がると考えられる。

キーワード：教員養成，理科専修，月の満ち欠け，月と太陽と地球の位置関係，月の公転，地球の自転

Key words: Science teacher education, Position relation between the Sun, the Earth and the Moon, Observation of the Moon, Orbit of the Moon, Earth rotation

1. はじめに

小学校理科の授業に関する興味深い調査結果が、下井倉他(2014)によって示されている。彼らは学習指導要領に示された小学校理科の学習全内容31

項目について、国公立大学の教員養成課程の理科専攻以外の学生1815人を対象に、「教える自信」の度合いを調査している。その結果、最も自信がないのは「風船とゴムの働き」で、その次に「月の見え方」や「月と太陽」といった天体に関する項目が低いということを明らかにしている。そして、理科専攻の学生177人の調査結果についても同じ事を示している。

そもそも、理科専攻以外の多くの学生は理科の授業を行うことに不安を抱いている（下井倉・土橋, 2012; JST 2011; 森本, 2010）、これが小学校教員の苦手意識が高いことに繋がっている。小学校教員の苦手意識が高い原因として、小学校教員養成課程

2017.6.26 受理

1) 新潟大学教育学部

Faculty of Education, Niigata University, Niigata
950-2181, Japan

2) 新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

* Corresponding author: fujib@ed.niigata-u.ac.jp

の教科内容学の履修要件単位数が少ない事や（佐野, 2010）、文系大学または学部出身者の割合が高まった事（藤林他, 2010; 文部科学省, 2008）などがある。しかし、理科専攻の学生であっても、「月の見え方」や「月と太陽」を教える自信の程度が低いのは何故か。これは、「月の見え方」や「月と太陽」の項目が現行学習指導要領で増えた項目であることと関係しそうである。平成21年4月（2009年4月）から徐々に移行したものの、完全実施されたのは小学校で平成23年、中学校では平成24年である。下井倉・土橋（2012）の調査は、2011年4月から2012年10月までの間で、その調査対象となった大学生は現行の学習指導要領が実施される前の学習指導要領により学校教育を受けてきた世代である。現在の大学2年生が小中学校の現行指導要領（平成21年3月公示）が完全実施された最初の年の中学3年生にあたる。つまり“脱ゆとり教育”世代である。しかし、彼らは平成21年3月に告示された現行の高等学校学習指導要領と学校教育法施行規則に基づく教育課程により、高校理科の選択科目が従来とは大きく変わった学年でもある。

そこで本研究では、新潟大学教育学部学校教員養成課程の理科教育専修の2年次学生の「月の見え方」（小学校第4学年）、「月と太陽」（小学校第6学年）及び「地球と宇宙」（中学校第3学年）で学習する「月の満ち欠け」、「地球から見た月の動き」「月と太陽と地球の位置関係」「月の運動（公転）と見え方」の4つの内容についての理解度を測り、月の観察を含む一連の実習を行った後に再度理解度を測定した。その後のアンケートから、どのようなことが理解の妨げになっていたかを明らかにした。これらの結果から、「教える自信」の度合いの低さを改善するために必要な指導ポイントをいくつか示したい。

2. 現行小・中学学習指導要領の天体に関する学習内容

現行の小・中学学習指導要領に示されている月に関する学習内容をまとめると資料1のようになる。比較のために平成32年度から適用される新学習指導要領の内容については資料2に示したが、学習内容は現行とほぼ同じである。

小学校第4学年で「月の満ち欠け」と「地球から見た月の動き」を学習し小学校第6学年でこの学習内容を「月と太陽と地球の位置関係」で捉えられるようにすることとなっている。その際、月に見立て

たボールに光をあてるなどのモデル実験を行って位置関係を捉えるようにし、地球から見た太陽と月の位置関係を扱うものとされている。またこれらの小学校での学習を受け、中学校では第3学年で「月の運動（公転）と見え方」について学習し、「月が約1ヶ月周期で満ち欠けし同じ時刻に見える位置が毎日移り変わっていくことを月の公転運動と関連付けてとらえさせること」となっている。

平成32年適用予定の学習指導要領では、観察実験などに関する技能を身につけることと、学習内容の追求過程で根拠のある予想や仮説を発想し、またより妥当な考えを作りだしてそれらを表現することが求められる。教員の教育力の向上と学習内容の理解が一層求められると考えられる。

3. 事前アンケート

本研究ではまず学生の理解度を測るため、資料3のような簡単なアンケートをとった。夕方と朝方に東方、南方、西方に見える月の形を問うたものである。月と太陽と地球の位置関係が分かっていたら、正解できる。

しかし、表1に示すとおり、正解率はいずれの問題に関しても38%未満と低かった。図1に誤答例を示したが、月の形が真上や真下を向いている回答は例外的なものとしても、南の空に見える月が大きく傾いていた。朝方や夕方に南に見える月を満月としたりする回答があるなど、月と太陽と地球の位置関係の基本的な理解ができていないことがわかった。無回答のものも多く見受けられた。全問題に無回答だったものは24名中6名に達した。

表1 アンケート1の回答結果（事前及び事後）のまとめ

事前調査結果	正答者数 (24人中)	正答率 (%)
(1) 夕方（18～19時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	8	33.3
(2) 夕方（18～19時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	4	16.7
(3) 夕方（18～19時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	8	33.3
(4) 朝方（6～7時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	4	16.7
(5) 朝方（6～7時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	4	16.7
(6) 朝方（6～7時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	9	37.5
事後調査結果	正答者数 (22人中)	正答率 (%)
(1) 夕方（18～19時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	17	77.3
(2) 夕方（18～19時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	19	86.4
(3) 夕方（18～19時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	14	63.6
(4) 朝方（6～7時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	10	45.5
(5) 朝方（6～7時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	17	77.3
(6) 朝方（6～7時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	9	40.9

授業前																					
問	正答例	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
(1)																					
(2)																					
(3)																					
(4)																					
(5)																					
(6)																					

授業後																					
問	正答例	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
(1)																					
(2)																					-
(3)																					-
(4)																					-
(5)																					-
(6)																					-

図1 アンケートの誤答例 / は無回答, - は欠席

4. 月の観測

1日のうちに見られる月の位置の変化と月の形の観測を4週間に渡って行い、最低4日間、測定可能な時間帯に2時間おきに実施するよう指示し、その結果をワークシート(図2)に記載させた。ワークシートには、測定時刻と場所、クリノメータを使って測定した月の方位と仰角を記入させ、大学生の生活事情を考慮して、同じ地点から観測することにせず、複数の地点で観測できるようにした。そのため、ワークシートの図に建物等は一切記載していない。月の形は「正中時」の形を描くよう指示した。また、この月の形から、月が公転軌道のどこに位置すると予想されるかを描くよう指示した。

その結果、月の出の時刻にも左右されるが、同じ日に2~6回の測定を行っており、その中で4回の測定を行ったものが多く、6回の測定を行ったものは2名であった。図2にその例を示す。地球から見て月が弧を描くように東側から西側へと移動する位置の変化がよく表されている。また、測定時刻の月の傾きが変化する様子も描かれている。しかし、このような例とは違って、時刻による月の傾きの変化が表されていないワークシートを3名が作成していた。また「正中時」の月の形が傾いているワークシートを2名が作成し、2名が無記入であった。観測日の月の位置を表す図は、間違った位置を記入した者

が1名、無記入が9名いた。

5. 異なる日の同じ時刻に見える月の位置の変化と月の形

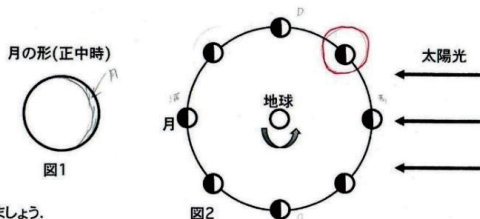
4.の観測結果から、2名一組で月の形の経日変化をまとめ(図3)、全員をさらに4~6名の5班に分けて、19:00 ± 10分の範囲に入る月の形とその位置を図にまとめ(図4)、位置の変化を発表させた。その結果、同じ時刻の月は、日が経つにつれて西側から東側へ移動し、それに伴い月の形が次第に変化することにはほとんどの班が気づいていた。しかし、間違った班が1つあった。これは、今回測定に用いたクリノメータの性能が悪かったため、観察者によって仰角の測定に違いが出たため、取りまとめに混乱を生じたことと、前もって19:00ぴったりに測定するという指示をしなかったために、同じ時刻で比較をすることが難しかったせいである。しかし、大半の班が西側から東側に移動することに気づいたことで、同じ時刻に見える月の位置と形が変化することは理解したようである。

まとめとして、図2の月と太陽と地球の位置関係の図において、地球の自転による日本の位置の移動と、時刻の変化、そして月が地球の周りを公転することによる地球から見える月の形の変化の組み合わせであることを解説した(図5)。あわせて、月の

5月29日

時	10	12	14	16	18	20
分	00	00	00	00	00	00
方位	105°	140°	215°	255°	275°	290°
仰角	41°	65°	68°	50°	25°	4°
場所	U	U	U	U	H	H

場所: H(家), U(大学), W(アルバイト先など)



(1) 月の位置(方位と仰角)を上表にメモし、下のグラフにその位置と形を示しましょう。

※仰角: クリノメーターで月の仰角を測定する。※方位: クリノメーターで月の方位を測定し、磁北を0°とした時の時計回りの角度で表す。

(2) 見た月の形を円(図1)に表してみてください。また、その形から地球と月と太陽の位置関係を考え、月の位置を赤い円で図2に示してください。

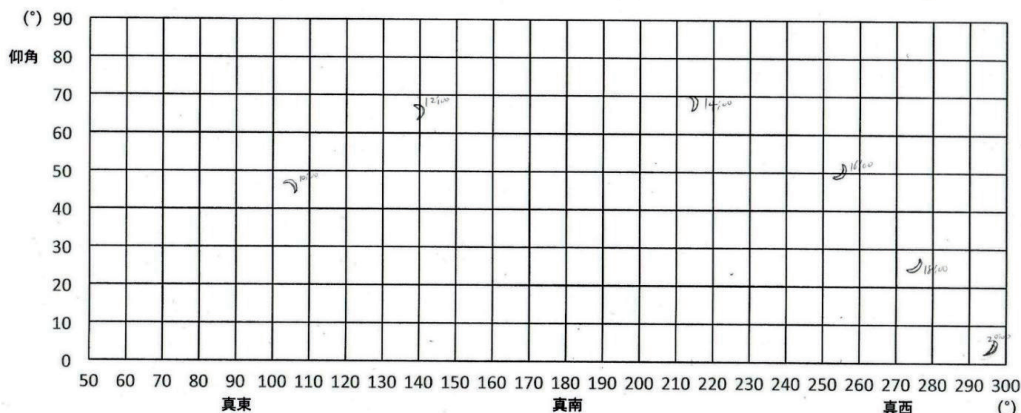


図2 月の観察ワークシートの記入例

観測日	5/21	5/22	5/27	5/29	5/31	6/4	6/6	6/8		
月の形(見え方)										
朝方(6-7時頃)の月の位置	時刻 7:00 方位 170° 仰角 45°	時刻 7:10 方位 150° 仰角 45°	時刻 10:00 方位 105° 仰角 46°							
夕方(6-7時頃)の月の位置			時刻 18:00 方位 265° 仰角 45°	時刻 19:00 方位 265° 仰角 79°	時刻 19:00 方位 255° 仰角 180°	時刻 18:00 方位 140° 仰角 83°	時刻 18:00 方位 125° 仰角 36°	時刻 19:18 方位 170° 仰角 100°		

*朝方または夕方に観測できなかった場合は、記入しないでください。

図3 月の形の経日変化をまとめた例

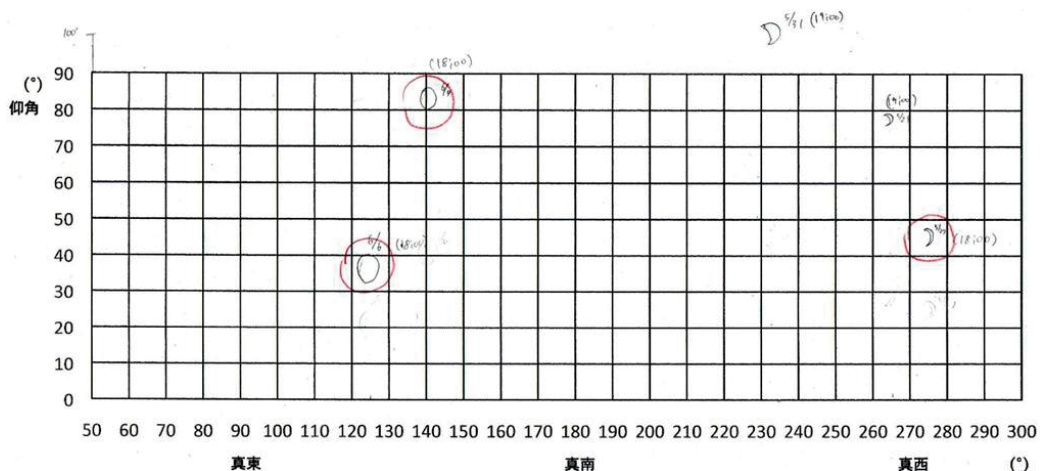


図4 19:00 ± 10分の月の位置をまとめた例

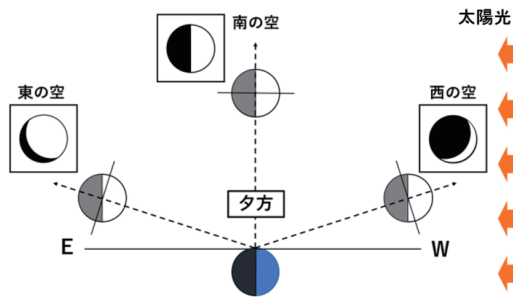


図5 月の公転と夕方見える月の形の解説図

公転は北から俯瞰して反時計回りに公転することも解説した。

6. ボールとライトを用いたモデル実験による月の形、月と太陽と地球の位置関係の理解

実際に実験を体験することは、将来教員に採用されてからの授業実践に役立つと考え、5.の解説だけでなく、実際に小・中学校での実験として提案されているボールとライトを用いた月の満ち欠けモデル実験を4グループに分かれて行わせた。実験は非常に簡易的なもので、白い軟式テニスボールにライトから光を当て、それを諸々の角度から観察することで、色々な形に見える月について、それぞれ月と太陽と地球の位置関係を考えさせた(図6)。しかし、月と太陽を固定して、自分が地球としてボールの周りを回って位置関係を理解させたため、よく理解できた者とはよく理解できなかった者がいたようである。後述のアンケート1と2の結果にそれが表れている。

7. 月齢カレンダーを用いた月の月齢(形)と出入時刻の規則性調べ

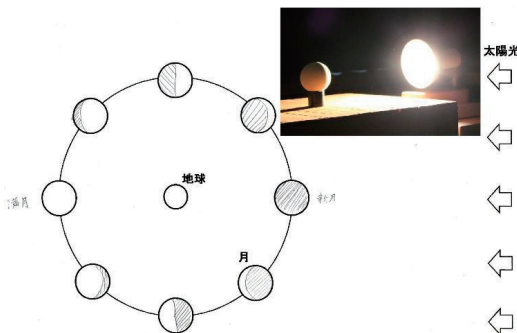


図6 ボールとライトを用いたモデル実験

これまで、地球から見える月の形は、月と太陽と地球の位置関係によって決まることを学習させてきた。次に、その位置関係によって日本時間の何時からその位置の月が見え始めるか(月の出)、逆に見えなくなるか(月の入)を地球の自転との関係から理解させるために、まず月齢カレンダーを用いて、月の月齢と出入時刻の規則性調べさせた(表2)。使用した月齢カレンダーは「ちびむすドリル」のコンテンツから無料ダウンロードできる「2017年(平成29年)月齢と月の出入り時刻カレンダー(東京)」(<http://happyilac.net/pdf/calendar-geturei-t-2017.pdf>)を活用させていただいた。調べた結果から、月の出の時刻、入の時刻と見える月の形に規則性があること、実際に自分で観測した月の形と月の入の時刻がこの調べの結果に合致することを確認できたようである。

表2 月の月齢と出入時刻のまとめ

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月齢	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
月の出(東)	6:37	8:35	10:33	12:24	14:45	17:49	18:54	20:57	23:48	1:36	4:14	5:25
2月	—	—	10:25	12:37	15:31	18:40	19:40	21:36	23:26	2:05	4:29	5:54
3月	5:42	7:44	9:48	12:22	15:24	18:25	19:23	21:15	23:56	1:35	3:47	5:02
4月	—	7:41	10:17	13:17	16:16	19:06	20:01	21:48	23:29	1:41	3:35	4:52
5月	4:56	7:53	10:08	13:12	16:04	18:49	19:43	21:25	23:39	0:55	2:45	4:08
6月	4:30	7:44	11:04	13:59	16:44	19:22	20:11	21:39	23:31	0:42	2:43	—
7月	—	7:35	10:38	13:44	16:28	18:55	19:39	20:58	22:43	23:56	2:14	4:16
8月	5:15	8:24	11:16	13:25	16:02	18:19	18:58	20:11	21:57	23:18	2:00	4:09
9月	—	8:07	10:54	13:24	16:14	18:10	18:46	19:57	22:04	23:51	3:00	5:07
10月	5:56	8:45	11:18	13:25	15:29	17:18	17:54	19:14	21:46	23:48	2:56	4:57
11月	—	8:24	10:43	12:35	15:13	17:06	17:51	19:37	22:44	0:15	3:48	5:42
12月	6:20	8:43	10:36	12:16	14:12	16:26	17:20	19:24	22:42	0:44	3:36	5:26
月の入(西)	17:21	20:25	22:32	0:40	4:01	7:02	7:50	9:12	10:51	12:32	14:38	16:24
2月	—	—	23:38	1:48	4:49	7:05	7:42	8:49	10:30	12:31	15:08	17:10
3月	18:06	21:31	23:42	1:47	4:20	6:14	6:47	7:53	9:42	12:00	14:52	17:00
4月	—	21:29	(0:40)	2:19	4:14	5:52	6:25	7:38	9:51	12:35	15:44	18:01
5月	19:08	22:12	(0:19)	1:41	3:22	5:06	5:37	6:59	9:29	12:22	15:37	17:57
6月	18:58	21:37	(0:19)	1:26	3:02	4:57	5:42	7:23	10:13	13:39	16:43	—
7月	—	20:50	22:32	0:32	2:15	4:27	5:19	7:10	10:07	13:17	16:38	18:37
8月	18:44	20:30	22:12	(0:15)	1:36	4:06	5:03	7:00	10:05	13:20	16:24	18:02
9月	—	19:34	21:26	23:46	1:57	4:50	5:51	7:57	11:13	14:17	16:39	17:52
10月	17:32	19:21	21:36	(0:19)	1:36	4:38	5:43	7:56	11:14	13:55	15:52	16:58
11月	—	18:42	21:13	(0:03)	2:19	5:36	6:45	9:03	11:55	13:55	15:33	16:41
12月	16:40	19:07	21:54	(0:53)	3:04	5:30	6:40	8:52	11:19	13:04	14:42	15:57

—: 該当なし (): 前後の日の時刻

8. 事後のアンケート1(評価)

以上のような授業の後に再びアンケート1を行い、理解度が改善されたかを見た。正答率は、6問とも上昇し、特に夕方見える月の形とその方角については、63.6～86.4%の正答率となった(表1)。特に半月の場合の正答率が高く(86.4%)、朝方に見える月の場合も同じ傾向がある。しかし、朝方に東と西の方角に見える月の形については、事前調査より正答率は上がったものの、それぞれ45.5、40.9%と低かった。

誤答例を(図1)に示す。これを見ると、月の形

は合っているけれども左右が逆になっている場合が多いことに気づく。しかし、事前アンケート1で正中時の形になっていなかった回答は、ほぼ全てが正中時の形に変わっていることがわかる。

9. アンケート2の実施と回答

アンケート1の事後調査を行い、正解と考え方をパワーポイントで作成した図を使って解説し正解を示した後(図5)、アンケート2を実施した(対象者22名)。アンケート2は、次の3つについて記述式で述べさせたもので、それぞれの回答内容は表3～5にまとめた通りである。率(%)は、回答数を22で割った値を百分率で示した数字である。

問1 授業前に行ったアンケートの間(1)～(6)について、それぞれ考え方が分かっていたか分かっていなかったかを答えてください。また分かっていなかった場合は、なぜ間違えたのか、どのように考えていたかを書いてください。

問2 今回の授業で、新たにわかったことは何か。また、何がわかるきっかけになったか。

問3 わかりにくかったところや、その理由は何か。また、まだわからないところはどこか。

問1の回答で「わかっていた」と回答したのはわずか1名(4.5%)で、「問題の意味が理解できなかった」が全体の22.7%と多かった(表3)。また、「月と地球に射す太陽光の方向の考え方」(27.3%)、「月と太陽と地球の位置関係」(22.7%)の2つが、わからなかった理由として最も多かった。別項目にしたが、「光の当たる範囲」という回答(4.5%)を「月と地球に射す太陽光の方向の考え方」がわからなかったという回答に含めると、これに含まれる回答は31.8%に達する。

他には、「朝方と夕方場所」、「方角」をわからなかった理由としてあげている回答、「地球からの見方」がわからなかったとする回答が見られた(表3)。

問2の回答では、授業の成果として「同じ時刻に同じ方位に見える月の月齢は一定」、「北から俯瞰して月の公転は反時計回りで、月は西側から東側に移動」「月の満ち欠けの仕組み」がわかったとする回答が多かった(22.7～31.8%, 表4)。「月と太陽と地球の位置関係」、「地球の自転」、「月の公転」について新たに理解した学生が、それぞれ約30%程度

いたと言える。

一方、問3の回答で、モデル実験による位置関係の理解の困難性、観測に用いた仰角の測定器具のトラブル、測定時刻を指定しなかったために19:00 ± 10分の月の位置のデータに不足が出たといった授業方法の問題の他に、9名(40.6%)から内容理解に関する回答があった(表5)。表5には、各記述内容について、筆者らが獲得させようとした概念の何に相当するかを()で付記した。これを見ると、「地球の自転と方位」を挙げた者が4名、「月の公転と(3つの天体の)位置関係」を挙げた者が2名、「地球から見た月の形」を挙げた者が3名である。これらは、上述の問2で2～3割が新たにわかったと答えた内容をまだ理解していないことを表している。

10. 考察

本研究では、理科教育専修の2年次学生の「月の満ち欠け」、「地球から見た月の動き」、「月と太陽と地球の位置関係」、「月の運動(公転)と見え方」の4つの内容についての理解度を測り、月の観察を含む一連の実習を行った後に、理解度を再度測定した(事前事後のアンケート1)。正答率は上昇し、アンケート1の(1)～(3)と(5)は75%を超える正答率となった。しかし、(4)と(6)の正解率はまだ50%に満たず(それぞれ45.5%と40.9%)、アンケート2の間3では、9名(約40%)から内容理解に困難を

表3 アンケート2の間1の回答のまとめ

問1. 分からなかった理由	人数	率(%)
・太陽光の方向.	6	27.3
・月, 地球, 太陽の位置関係.	5	22.7
・朝方と夕方場所. (自転と位置関係が分かっていない)	1	4.5
・地球からの見方.	1	4.5
・朝方と夕方場所は逆で、満月に近づくと月が東に位置すると思っていた.	1	4.5
・光の当たる範囲.	1	4.5
・方角. (東西南北)	1	4.5
・問題の意味が理解できなかった. 分からなかった.	5	22.7
・分かっていた.	1	4.5

表4 アンケート2の間2の回答のまとめ

問2. 新たに分かったこと(複数回答あり)	人数	率(%)
・同じ時刻に同じ方位に見える月の月齢は一定.	7	31.8
・北から俯瞰して月の公転は反時計回り. 月は西から東に移動.	7	31.8
・月の満ち欠けの仕組み.	5	22.7
・夜に月が見えないこともある.	2	9.1
・太陽の光が一方からくると考えていいこと.	2	9.1
・太陽と月の関係性.	2	9.1
・北から見ると地球の自転は反時計回り.	1	4.5
・満月に近づいていくときは月の右側が明るく見え、満月になった後欠けていくときは左側が明るくなる.	1	4.5

表5 アンケート2の間3回答

間3 わかりにくかったところ、わからないところ	人数	率(%)
・なぜ太陽の光が朝方は東、夕方は西から差すのか、(地球の自転と方位、地球から見た太陽の動き)	2	9.1
・クリノメーターの仰角。(授業の方法)	2	9.1
・月には月齢があり、約30日周期で満ち欠けをしている。アンケートの問題では夕方の18-19時の月の見え方を答えたが、月齢を考慮したらよいのかで、考えることが難しくなった。(月の公転と位置関係)	1	4.5
・ライトとボールを使ったモデル実験でその位置関係と紙の向きを合わせなきゃなのがよくわからなかった。(授業の方法)	1	4.5
・どうして方位によって月の形がだまかに定まるか理解しにくいと感じた。特にどこが夕方でE-W軸がどうなって、視点がどこなのか。(地球の自転と方位)	1	4.5
・測定場所や時間が統一されてなかったこと。(授業の方法)	1	4.5
・月の影を見るとき視点。(地球から見た月の形)	1	4.5
・日が経つにつれて、月が、西から東へと移動すると、公転の向きが北から見て反時計回りになるというところが、少しわかりにくかった。(月の公転と位置関係)	1	4.5
・どこから見た方向がどちら側なのか、自分が地球上に立っているのか、その場の光景をうつすのか。(地球の自転と方位)	1	4.5
・太陽光が真横から当たるといふ考え方は理解したが、それを地球から見たらどのように見えるか。(地球から見た月の形)	1	4.5
・月と太陽と地球の位置と地球から見た月の観測を関係させて考えることが難しかった。(位置関係、地球から見た月の形)	1	4.5
・問題提起、発問。	9	40.9
・無回答。	5	22.7

感じた回答があった(表5)。(4)と(6)は、それぞれ朝方に東と西の空に見える月の形を問うた問題である。理解できなかった主な原因は、地球の自転と月の公転の組み合わせにあり、特定の位置にある月が自転する地球上から特定の時刻(日本時間)に決まった方位見えることについての理解がやや難しい点にあると考えられる。したがって、月の公転による位置の変化を学習する前に、太陽と地球の位置関係において、自転に伴う地球上のある地点(例えば日本)の時刻の変化を俯瞰的に捉えさせる必要があることがわかった。

現行の学習指導要領では、地球の自転を天体の日周運動の動きと関連づけて学習させるのは中学校第3学年である。新潟市総合教育センターの「授業に役立つページ」に掲載されている「中学校理科3(平成22年度)第3学年理科学習指導案 日周運動と自転」(http://www.netin.niigata.niigata.jp/hiroba/24_t_rika/tyurika3.pdf)には、「地球と宇宙」の章の「日周運動と自転」の単元が、地球上の一つの視点で学習してきた内容に地球外のもう一つの視点が加わる単元であり、宇宙や天体の学習を理解できない中学生(第3学年)が多いことが示されている。それによると、宇宙や天体の学習を理解できた生徒と大体理解できた生徒は合わせて26.3%で、あまり理解できなかった生徒が47.4%、全く理解できなかった生徒が26.3%と2つが大きい割合を占めている。その中で日周運動(22.7%)、年周運動(24.1%)、南

中高度の季節変化(20.0%)を難しいと感じる生徒の割合が高いようである。この学習指導案が作成されたのは平成22年で、まだ月の見え方や運動に関する内容が学習指導要領に含まれていない時点のものであるが、すでに「中学校3年生で最初に日周運動を考える際、日頃の日常生活にはあり得ない、地球外に視点を置いて天体の動きを考えることができず、苦手意識が大きくなる単元である」ことが指摘されている。高等学校で地学分野を全く履修してこなかった大学生は、基本的にこの苦手意識を持ったままとなるであろう。それが今回の理科教育専修の学生の調査の結果に結びついているのかもしれない。本研究の結果から、月と太陽と地球の位置関係の中で、地球の自転による時刻(日本時間)の変化を理解させておくことが重要であることを指摘する。その上で、公転軌道上の地球と月の関係をとらえさせ、地球上から見える月の形を理解させる必要がある。

以上、学習指導要領に示された「月の見え方」(小学校第4学年)、「月と太陽」(小学校第6学年)及び「地球と宇宙」(中学校第3学年)で学習する「月の満ち欠け」、「地球から見た月の動き」、「月と太陽と地球の位置関係」「月の運動(公転)と見え方」に関する「教える自信」の向上は、月と太陽と地球の位置関係を地球外からの視点で理解させ、その中で地球の自転による時刻(日本時間)の変化を理解させておくこと、そして地球上に視点を移して、地球から見える月の形や運動を理解させることが重要と考える。

11. まとめ

本研究では、理科教育専修の学生(2年次)を対象に、「月の満ち欠け」、「地球から見た月の動き」、「月と太陽と地球の位置関係」、「月の運動(公転)と見え方」に関する理解度を簡単なアンケートにより把握した。その上で実際に4週間の月の観測を行わせ、その結果をもとにグループで地球から見た月の動き月の形(満ち欠け)、同じ時刻に見える月の形の変化を「月と太陽と地球の位置関係」と「月の運動(公転)」について考察させた。またボールとライトを用いたモデル実験と月齢カレンダーを用いて月齢別の月の出・入時刻の規則性の調べを行い、再び同じアンケートで理解度の変化を見た。その結果、「月と太陽と地球の位置関係」と「月の見え方」についてはほぼ理解したものの、地球の自転と月の公転の

組み合わせである時刻（日本時間）に特定の方向に見える月の形の理解がやや難しいことがわかった。「教える自信」を持たせるためには、月と太陽と地球の位置関係を地球外からの視点で理解させ、その中で地球の自転による時刻（日本時間）の変化を理解させておくことを提案したい。その上で、地球上に視点を移し、地球から見える月の形や運動を理解させることが重要と考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、新潟大学教育学部理科教育専修の2年次生の皆様には、アンケート及び授業でご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 科学技術振興機構教育支援センター (JST), 2011, 理科を教える小学校教員の養成に関する調査に関する報告書, 217p.
- 川村寿郎・池山剛・石澤公明・猿渡英之・高田淑子・玉木洋一・千葉芳明・福田善之・内山哲治・菅原敏・出口竜作・棟方有宗, 2010, 小学校教員養成における理科実験の悉皆化と学生の履修意識－履修歴と受講意識に関するアンケート調査

結果 宮城教育大学紀要, 45, 53-62.

藤林紀枝・中井睦美・藤本光一郎・中井均・星博幸・天野和孝・七山太・牧野泰彦・伊藤 孝・山北聡・酒寄淳史・川村寿郎・林信太郎・池田保夫・高木秀雄, 2010, 知識社会における理科教育・地学分野の重要性と教員養成における問題点, 地質ニュース, 669, 69-73.

佐野 栄, 2010, 理科好きの教員を養成するために－愛媛大学教育学部の現状とこれから－, 地質ニュース, 669, 74-77.

下井倉ともみ・土橋一仁・山本伸示, 2014, 理科を専攻としない学生を対象とした「小学校理科を教える自信」に関する調査－理科内容学の視点から－, 科学教育研究, 38, 238-247.

WEBサイトからの引用

- happyilac.net, ちびむすドリル「2017年（平成29年）月齢と月の出入り時刻カレンダー（東京）」, <http://happyilac.net/pdf/calendar-geturei-t-2017.pdf> (2017年6月20日)
- 新潟市総合教育センター, 中学校理科3（平成22年度）第3学年理科学習指導案 日周運動と自転, http://www.netin.niigata.niigata.jp/hiroba/24_t_rika/tyurika3.pdf (2017年6月20日)

資料1 学習指導要領に示された「月」に関連する学習内容の抜粋（現行学習指導要領）

	小学校第4学年	小学校第6学年	中学校第3学年
学習項目	「月と星」	「月と太陽」	「地球と宇宙」
内容	<p>月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア 月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること。</p>	<p>月と太陽を観察し、月の位置や形と太陽の位置を調べ、月の形の見え方や表面の様子についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア 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、太陽と月の位置関係によって変わること。</p> <p>イ 月の表面の様子は、太陽と違いがあること。</p>	<p>身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽や惑星の特徴及び月の運動と見え方を理解させ、太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。</p> <p>イ 太陽系と恒星</p> <p>(イ) 月の運動と見え方</p> <p>月の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、月の公転と見え方を関連付けてとらえること。</p>
内容の取り扱い	(記述なし)	内容のイについては、地球から見た太陽と月との位置関係で扱うものとする。	イの(イ)については、日食や月食にも触れること。
指導要領解説	<p>天体について興味・関心をもって追求する活動を通して、月や星の動きと時間の経過とを関係付けられる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や星に対する豊かな心情を育て、月や星の特徴や動きについての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいである。</p> <p>ア 地球から見た月は、東の方から昇り、南の空を通過して西の方に沈むように見える。また、月は三日月や満月など日によって形が変わって見える。</p> <p>ここでは、任意の時刻における月の位置を、木や建物などの地上の物を目印にして調べたり、方位で表したりする活動を行い、月の位置が時間の経過に伴って変わることをとらえるようにする。</p>	<p>天体について興味・関心をもって追求する活動を通して、月の位置や形と太陽の位置の関係を推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や太陽に対する豊かな心情を育て、月の形の見え方や表面の様子についての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいである。</p> <p>ア 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を月と太陽の位置関係との関連でとらえるようにする。月に見立てたボールに光をあてるなどのモデル実験を通して、太陽と月の位置と月の見え方の関係を調べ、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をとらえるようにする。ただし、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとする。</p> <p>イ 月は太陽の光を反射しているが、太陽は自ら光を発している。また、月の表面にはクレーターなどが見える。これらのことを月の観察や映像、模型、資料の活用により捉えるようにする。月の表面の様子は、双眼鏡や望遠鏡観察することが考えられる。</p> <p>ここでの指導に当たっては、月の形や位置と太陽の関係を推論し、モデルや図によって表現する活動を通して、天体における月と太陽の位置関係についてとらえることができるようにする。</p>	<p>(イ) 月の運動と見え方について</p> <p>ここでは、月が約1ヶ月周期で満ち欠けし、同じ時刻に見える位置が毎日移り変わっていくことを、月が地球の周りを公転していることと関連付けてとらえさせることがねらいである。</p> <p>そのため、例えば、日没直後の月の位置と形を2週間ほど観察し、その観察記録や写真、映像などの資料を基に、月の見え方の特徴を見いださせ、それを太陽と月の位置関係や月の運動と関連付けて考察させる。その際、太陽、月、地球のモデルを用いて、地球から見える月の形がどのように変化するかを調べ、それぞれの天体の位置と地球から見える月の形との関係を説明させたり、月の満ち欠けの様子や日没直後の月の位置が西から東へ移動することから、月が公転する向きを推測させたりすることが考えられる。ここでの学習においては、観察者の視点（位置）を移動させ、太陽、月、地球を俯瞰するような視点から考えさせることが大切である。また、日食や月食が月の公転運動とかわかって起こる現象であることにも触れる。</p>

資料2 学習指導要領に示された「月」に関連する学習内容の抜粋（平成 32 年度から適用される学習指導要領）

	小学校第 4 学年	小学校第 6 学年	中学校第 3 学年
学習項目	「月と星」	「月と太陽」	「地球と宇宙」
内容	月や星の特徴について、位置の変化や時間の経過に着目して、それらに関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (7) 月は日によって形が変わって見え、1 日のうちでも時刻によって位置が変わること。 イ 月や星の特徴について追求する中で、既習の内容や生活経験を基に、月や星の位置の変化と時間の経過との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。	月の形の見え方について、月と太陽の位置に着目して、それらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (7) 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。 イ 月の形の見え方について追求する中で、月の位置や形と太陽の位置との関係について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。	身近な天体の観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 身近な天体とその運動に関する特徴に着目しながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (イ) 太陽系と恒星 (ウ) 月や金星の運動と見え方 月の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて月の公転と見え方を関連付けて理解すること。
内容の取り扱い	(記述なし)	内容のアの(7)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。	アの(イ)のウの「月の公転と見え方」については、月の運動と満ち欠け」を扱うこと。その際、日食や月食にも触れること。

資料3 アンケート1

アンケート


問(1)～(6)の見える月の形について、右の例を参考にして答えなさい。

周りの人とは相談しないで、自分の考えを書きましょう。






分からないところは無記入でかまいません。

空欄や裏面はメモ欄として使用してよいです。

例



白：見える月の形（光が当たっている面）
黒：光が当たっていない面

問	回答
(1) 夕方（18～19 時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	
(2) 夕方（18～19 時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	
(3) 夕方（18～19 時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	
(4) 朝方（6～7 時）に東の空に見えるのはどのような形の月？	
(5) 朝方（6～7 時）に南の空に見えるのはどのような形の月？	
(6) 朝方（6～7 時）に西の空に見えるのはどのような形の月？	