

1 4	岡 崎	北中学校	イソガイ シュント
			氏名 磯貝 駿斗
分科会番号	0 5 b	分科会名	理科教育 (中学校)

1. 研究テーマ 「ICTを活用し、天体現象を理解することで、
達成感を味わい学びに向かうことができる生徒の育成」
～3年生「地球と宇宙」の学習を通して～

2. 主題設定の理由

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）では、「知識及び技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」の育成が求められ、理科では自然事象を科学的に捉える見方・考え方を働かせながら主体的に探究する学習が重視されている。しかし、本校の生徒は基礎的な知識の定着が不十分であり、前学年の学習内容を生かした授業では、導入段階から理解を諦めてしまう姿が見られた。

その背景には、小学校理科の学習内容が十分に定着していないことがあると考えられる。理科は学年間・校種間の系統性が強く、小学校で培う観察、比較、関係付けなどの基礎的な力が十分でない場合、中学校で扱う抽象的な内容の理解が困難になる。知識が断片的な状態では自然事象を総合的に捉えられず、「分からない」「難しい」という意識から達成感を得られないため、学習意欲の低下につながりやすい。

こうした課題が特に顕著に表れるのが、中学校3年生の「天体」分野である。この単元では、地球の自転・公転や天体の位置関係など、日常生活では直接観察しにくい現象を扱うため、教科書や板書だけではイメージを形成しにくく、暗記中心の学習に陥りやすい。また、受験期が近いことから、理解よりも得点獲得を目的とした学習になりやすく、理科の見方・考え方を十分に働かせることができないという課題も見られた。

そこで本研究では、「ICTを活用し天体現象を理解することで、達成感を味わい学びに向かうことができる生徒の育成～3年『地球と宇宙』の実践を通して～」を主題として設定した。特に拡張現実（AR）に着目し、現実空間に仮想情報を重ねる機能を活用して、天体の動きや位置関係を三次元的かつ動的に可視化することで、生徒が理解しにくい天体現象を実感を伴って捉えられるようにすることを目指した。さらに、ARを単なるICT活用にとどめず、観察した現象を比較・関係付け・因果的に考察する学習過程に位置付けることで、生徒の理解を深め、達成感と学習意欲の向上につなげようとするものである。

3. めざす生徒の姿

研究主題に迫るために、目指す生徒の姿を以下のように設定した。

地球と天体の位置関係を科学的に捉え、ARやアプリを活用した協働的な学習を通して理科の見方・考え方を働かせながら天体現象を理解し、達成感を味わい学びに向かうことができる姿。

本研究の「理科の見方」とは、地学分野の「地球や宇宙に関する事物・現象を主として時間的な視点・空間的な視点で捉えること」とする。「理科の考え方」とは、「比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えることと整理すること」とする。また、「達成感を味わい学びに向かう」とは、「生徒の振り返りにできた、わかった」の記述があること、または、授業内容以外を自ら学習することなどの学習意欲を高めることができること」とする。

4. 研究の仮説

地球と天体の位置関係を理解し、天体を科学的な視点で考える場面において、ARや天体観測アプリ等のICTを活用し、協働的な学習活動を取り入れることで、理科の見方・考え方を働かせながら天体現象を理解し、知識の定着を図ることができれば、達成感を味わい学びに向かうことができるだろう。

5. 研究の手だて

【手だて1】理科の見方・考え方を働かせることができるAR教材や天体アプリの活用

地球と他の天体の位置関係や動きを学習する場において、生徒自身が視点を変えながら観察し、理科の見方・考え方を働かせられるように、AR教材や天体アプリを用いて操作的に確認できる活動を設定する。

【手だて2】学びの過程を振り返るメタ認知的活動の充実

授業の最後に毎時間「何が分かり、どのように考えたか」を振り返る記述活動を行い、学びに

向かう姿勢を自己評価する場を設定する。また、単元の最後に今回の単元で理解できたことをレポートにまとめる場を設定する。

6. 抽出生徒Aについて

実践について、抽出生徒（以下、生徒A）を追いながら学級や学年全体を分析し、手だての有効性について述べていく。

生徒Aは、一斉授業では、発言はたくさんするものの、自分の感覚で答えているため間違った知識が多い。これまでの単元では既習知識が乏しく、小学校の知識であっても答えることが難しい場面も見られた。また、教科書の内容を暗記しようとする姿が多く、自ら疑問をもったり、根拠を基に考察したりする場面は少なかった。自身が分からない場面に直面すると思考を止めがちで、理科の見方・考え方を十分に働かせた学びに至っていない。本実践を通して理科の見方・考え方を働かせながら学びに向かう力を養ってほしいと願う。本実践では、小テストの結果、授業中の発言、授業後の感想、自己評価、レポートの記述内容などでの検証が主となる。

7. 単元の指導計画と手だて

実践番号	学習課題	学習内容	手だて
実践1	太陽の1日の動きとは？	・太陽の日周運動について学ぶ。 ・太陽は東から南を通して西に沈むことを理解する。	1 2
実践2	星の1日の動きとは？	・星の日周運動について学ぶ。 ・星座は様々な距離の星が重なって見えていることを理解する。	1 2
実践3	天体の1年の動きはどのようなになっているのだろうか。	・天体の年周運動について学ぶ。 ・地球が公転することで、季節によって見える星座が違うことを理解する。	1 2
実践4	太陽の動きは季節によってどう変化するのだろうか。	・季節が変わると南中高度が変化し日照時間も変わることも理解する。	1 2
実践5	月の形と位置はどのような関係にあるのだろうか。	・月が満ち欠けするときの太陽、地球、月の関係を正しく理解する。 ・月の満ち欠けを宇宙視点と地球視点から理解する。	1 2
実践6	金星はどのような動きや見え方をするのだろうか。	・金星が満ち欠けするときの太陽、金星、地球の関係を正しく理解する。 ・金星の満ち欠けを宇宙視点と地球視点から理解する。	1 2
実践7	今までの学習を振り返り、レポートにまとめよう。	・今までの学習を振り返り、自分が理解できたことをレポートにまとめる。 ・さらに学習したいことについて調べまとめる。	2

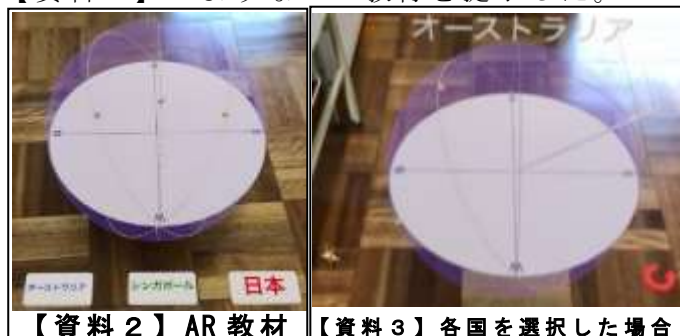
8. 研究実践

【資料1】単元構想と手だてについて

8-1 (1) 【手だて1】

理科の見方・考え方を働かせることができるAR教材や天体アプリの活用

実践1「太陽の1日の動きとは？」の実践では、日本の太陽の動きを確認した。手だて1でも述べたように多くの生徒が太陽の動きについて分かっていなかった。シンガポールやオーストラリアではどのような動きをするのかを考えた。生徒たちは、日本の太陽の動きと同じであると考えた生徒が多かった。そこで教科書とともに、【資料2】のようなAR教材を提示した。この教材は日本、シンガポール、オーストラリアの太陽の日周運動のようすを表せるとともに、各国のボタンを押すとその国のみの太陽の日周運動を確認できるものとなっている【資料3】。また、ARを操作すると現象を俯瞰して見られるとともに、天球の観測者視点で見ることにも可能である【資料4】。AR教材を提示した後にまずは日本の太陽の動きについて確認をした後に、



【資料2】AR教材

【資料3】各国を選択した場合

各自シンガポールとオーストラリアの太陽の日周運動を、天球の観測者視点で確認する時間を設定した。本時の生徒Aの振り返りは【資料5】のようである。「赤道にるとき～わかった。」の記述から、赤道や北半球、南半球で比較しながら考えることができた。また、「今回は立体的に考えることができた」という記述から、空間的な視点で捉えることができたと考える。これは、ARを活用したことで3つの緯度を比較しながら、空間的な視点で捉えることができたため、理科の見方・考え方を働かせることができたと考える。

赤道にるとき、北半球にるとき、南半球にるときなど、
いる場所によって太陽の動きが変わることがわかった。今回は
立体的に考えることができたが、教科書みたいな平面でもわ
かるようにしたい。

【資料5】生徒Aの振り返り



【資料4】天球の観測者視点

実践2「星の1日の動きとは？」の実践では、まず星座の見え方について学習をした。そこで「オリオン座ってどのくらい遠くにあるか分かる？」と質問した。すると、多くの生徒が「とても遠い。光の速さで何年か」と答えた。生徒Aは「分からない」と発言しており、星座の見え方については何も知識がないことが確認できた。そこで、時間的な視点・空間的な視点に捉えられるために【資料6】のようなAR教材を提示した。この教材は、オリオン座を地球視点【資料6】と宇宙視点【資料7】と切り替えることができる。AR教材を使用して、地球視点と宇宙視点を切り替えて、オリオン座を観察する時間を設定した。生徒たちは、オリオン座を構成している恒星の遠さに驚いている姿が見られた。本時の生徒Aの振り返りが【資料8】である。「オリオン座は～ARで星はそれぞれ全然違う距離なんだと分かった。」という記述から、ARを使用し自分自身で視点の変換をしたことで、オリオン座の恒星の星々を空間的な視点で捉えることができたことが読み取れる。また、「何年も前に光った光が届いていることを知って」という記述から、地球視点からだけでなく、宇宙視点からの観察をしたことで、時間的な視点で捉えることができたことが読み取れる。



【資料6】地球視点のオリオン



【資料7】宇宙視点のオリオン座

オリオン座は地球から見ると平面に見えるけど、ARで星はそれぞれ全然違う距離なんだと分かった。今まで星座に興味なかったけど、何年も前に光った光が届いていることを知って興味があった。

【資料8】生徒Aの振り返り

実践3「天体の1年の動きはどのようなになっているのだろうか」の実践では、導入時に「季節によって見える星座が違うのって知ってる？」と質問した。すると、生徒Aは「冬にオリオン座が見えることは知っている」と発言をした。多くの生徒が生徒Aと同じ状況であり、「冬にオリオン座が見える」という知識はあるものの、冬に見える理由や他の星座については全く知識がない姿であった。さらに地球を北極から見たときの東西南北が分かっている生徒が多かった。そこで、【資料9】のようなAR教材を提示した。この教材は、教科書220・221ページの図をARにしたものであり、宇宙視点【資料9】と地球視点【資料10】を切り替えることができる。中心に太陽があり、太陽の反対側の星座が見えること、見たい星座をタップすると白い部分が昼間、黒い部分が夜になっていることを伝え自由に観察する場とした。授業の最後に【資料11】の問題を提示し、理解できているのかを確認した。その際に、ARを使用してもよいものとした。【資料12】のように各自タブレットを使用しながら、問題を解く姿が見られた。その際の各問いの正答率は次のようであった。(1)は82%、(2)は74%、(3)は62%、(4)は58%であった。生徒Aは全問正解であった。星座の知識がなく、東西南北についても分かっているか



【資料9】宇宙視点



【資料10】地球視点

右の図は、3か月ごとの地球の位置ア
ベエと4つの星座の方向を北極側から見た
模式図である。次の各問いに答えよ。

(1) 地球の①自転の向きをa, bから選び、
②公転の向きをc, dから選べ。

(2) 地球が図のアの位置にあるとき、真
夜中に南の空に見える星座はどれか。

(3) 地球が図のイの位置にあるとき、日没直後に東の空に見える星座はどれか。

(4) 地球が図のウの位置にあるとき、夜明け前にベガス座が見えるのは、東、西、南、北
のどの方向か。

【資料11】提示した確認問題



【資料12】問題を解く姿

った生徒AがAR教材を活用したことで、日周運動と季節の関係について理解することができた。また、6割程度の生徒が理解することができたことが読み取れた。しかし、4割の生徒については【資料11】の

(3)(4)のような夜明けや日没の位置が分からない生徒が多かった。本実践の生徒Aの振り返りが【資料13】のようである。【最初は全然～地球視点の方角で見たらできた】という記述から、最初は理解できていなかった生徒AがARを活用し学習をしたことで、時間や方角を正確に捉え理解できたことが読み取れる。これは自分自身で視点変換したことで、日周運動と星座の関係性について時間的な視点・空間的な視点で捉えることができたと考える。

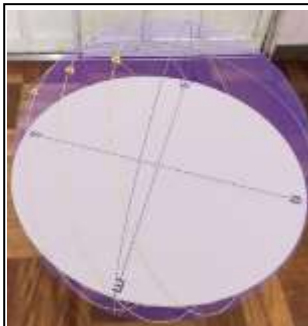
実践4「太陽の動きは季節によってどう変化するのが正しいのか。」の実践では、導入時に「季節によって太陽の動きはどのように変化する」と質問をした。「日の出と日の入りの時間が違う」と解答した生徒が多かった。日照時間については生活経験から学習前であっても知識があることが分かった。しかし、太陽の南中高度に

関わる発言については見とることができなかった。そこで、太陽の南中高度が季節によって変化することを空間的な視点に捉えるために【資料14】のようなAR教材を提示した。この教材は、春分、秋分、夏至、冬至の南中高度の変化を表したものであり、すべて同時に観察することができる。また、天球の観測者視点でも観察することができるため、生徒が理解しやすいと考えた【資料15】。AR教材を提示した後、各自で季節ごとの南中高度の違いを観察する時間を設定した。本時の生徒Aの振り返りは【資料16】のようである。「今日は～分かった」という記述から、ARで夏至や冬至などの季節によって比較しながら考えたことで南中高度が変わることが理解できたと考える。また、「普段の生活～日照時間の原因が分かった」という記述から、太陽の日照時間について知識があった生徒AがARを活用し観測者視点になったことで、太陽の日周運動を時間的・空間的な視点で捉えることができ原因まで理解したことが読み取れる。

実践5「月の形と位置はどのような関係にあるのだろうか。」の実践では、小学校での知識を確認した。学習前は手だて1でも述べたように多くの生徒が月の動きについて理解していない。また、生徒Aをはじめ、月が満ち欠けするときの太陽・月・地球の関係が分かっているのはほとんどいなかった。そこで【資料17】のような「moonAR+」というアプリを提示した。このアプリは、月の満ち欠けを宇宙視点と地球視点で観察することができる。【資料17】のように宇宙視点で捉えることができる。また、【資料18】のように小人を出すこともできるため、地球視点で捉えることができるものになっている。ARを使用しながら、Gから時計周りに地球視点で見える月の形をグループで話し合いながら考えることにした。最後に【資料19】の確認問題を提示し、ARを用いて解いてもよいこととした。生徒たちはARを使いながら確認問題を解く姿が見られた。確認問題の正答率は73%であった。生徒Aも正解することができた。ほとんどの生徒がARを活用したことで、空間的な視点で月の満ち欠けを捉えることができたと考える。しかし、27%の生徒はARと確認問題では太陽・月・地球の関係性とアルファベットが違ったため間違えてしまった。本時の生徒Aの振り返りは【資料20】のようである。「ARで～小人の気持ちになればできた」の記述から、学

今日は、天体の1年の動きを学んだ。最初は全然分からなかったけど、ARで宇宙視点で時間を見て太陽の動き見て地球視点の方角で見たらできた。最後、全問正解できて嬉しかった。今度は1人で似たような問題を解けるようにしたい。

【資料13】生徒Aの振り返り



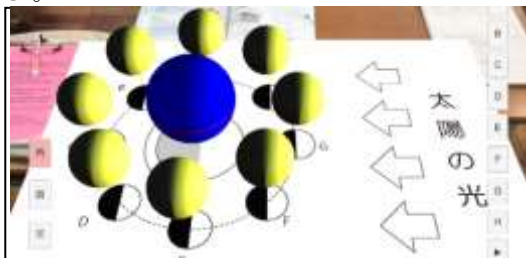
【資料14】南中高度のAR



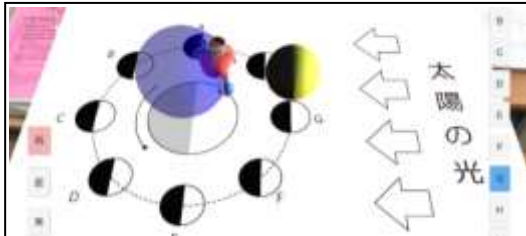
【資料15】観測者視点の南中

今日はARで季節によって南中高度が変わることが分かった。普段の生活から不思議に思っていた季節によって変わる日照時間の原因が分かった。公式も学んだので、確実に覚えていきたいです。

【資料16】生徒Aの振り返り

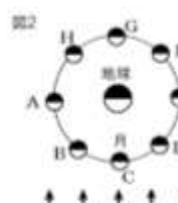
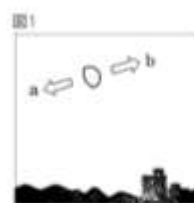


【資料17】宇宙視点の月の満ち欠けAR



【資料18】小人を出したときのAR

ある日の午後8時に、目印になる建物を基準にして月の位置と形を観察した。図1は、そのときのようすを記録したものである。また、図2は地球の北極側から見た月の位置を模式的に表したものであり、A～Hは約3.7日ごとの月の位置を表している。



【資料19】確認問題

(1) 図1の形の月が観察されたとき、月は、図2のA～Hのどの位置にあると考えられるか。

習前は月の満ち欠けについて小学校の既習内容すら理解できていなかった生徒 A が、AR アプリを用いれば月の満ち欠けについて空間的な視点で捉え理解できたことが読み取れる。

今日は月の満ち欠けについて学んだ。最初は全然分からなかったけど、の説明を聞いて分かった。最後の確認問題は、ARで地球視点と宇宙視点を切り替えて小人の気持ちで考えればできた。次は自分の力で解けるようにする。

【資料 20】生徒 A の振り返り

実践 6 「金星はどのような動きや見え方をするのだろうか。」の実践では、導入時にどれだけ

金星について知っているのかを確認した。しかし、金星については生徒 A も含め、ほとんど知識をもっている生徒はいなかった。そこで【資料 21】の AR 教材を提示した。この教材は、宇宙視点【資料 21】と地球視点【資料 22】に切り替えることができる。また金星をタップすると



【資料 21】宇宙視点



【資料 22】地球視点

【資料 22】のように金星の種類を選択

することができ、地球との距離感も観察することができる。AR を提示した後に、様々な金星を観察する時間を設定した。グループで地球から見える金星について確認をした。最後に「よいの明星」と「明けの明星」について教師から説明をし、知識の確認を行った。本時の生徒 A の振り返りは【資料 23】のようである。「AR で～わかった」という記述から、AR を使用しながら地球視点から観察をしたことで、金星と地球との距離感や満ち欠けを空間的な視点で捉えることができたことが読み取れる。また、「よいの明星～分かった」という記述から、見える時間も理解しており時間的な視点に捉えることができたことが読み取れる。

今日は金星の満ち欠けについて学んだ。AR で金星の大きさと形が変わることがわかった。よいの明星と明けの明星が見える時間が限定されている理由も分かった。今度自分で見てみたいと思う。

【資料 23】生徒 A の振り返り

8 - (2) 【手だて 2】学びの過程を振り返るメタ認知的活動の充実

赤道にいますとき、北半球にいますとき、南半球にいますときなど、いる場所によって太陽の動きが変わることがわかった。今回は立体的に考えることができたが、教科書みたいな平面でもわか

今日は月の満ち欠けについて学んだ。最初は全然分からなかったけど、の説明を聞いて分かった。最後の確認問題は、ARで地球視点と宇宙視点を切り替えて小人の気持ちで考えればできた。次は自分の力で解けるようにする。

【資料 24】実践 1・5 の生徒 A の振り返り

本実践は毎時間振り返りの場を設定し、「何が分かり、どのように考えたか」を記述する活動を取り入れた。【資料 24】「赤道に～わかった」、「最初は～分かった」の記述から、自分の分かったことを明確に記述することができた。また、【資料 24】「立体的に考えることができた」、「AR で～考えればできた」という記述から、どのように考えることができたかを記述することができた。どちらの振り返りにも最後に前向きな言葉の記載があり、学習を継続しようとする姿が読み取れる。

【資料 25】「オリオン座～分かった」、「AR で～できた」、「今日は～分かった」、「AR で～わかった」という記述から、実践 2 3 4 6 についても自分の分かったことを明確に記述することができた。しかし、どのように考えたかの記述は見られなかった。

実践 7 では、各自

オリオン座は地球から見ると平面に見えるけど、AR で星はそれぞれ全然違う距離なんだと分かった。今まで星座に興味なかったけど、何年も前に光った光が届いていることを知って興味

今日は、天体の 1 年の動きを学んだ。最初は全然分からなかったけど、AR で宇宙視点で時間を見て太陽の動きを見て地球視点の方角で見たらできた。最後、全問正解できて嬉しかった。今度は 1 人で似たような問題を解けるようにしたい。

今日は AR で季節によって南中高度が変わることが分かった。普段の生活から不思議に思っていた季節によって変わる日照時間の原因が分かった。公式も学んだので、確実に覚えていきたいです。

今日は金星の満ち欠けについて学んだ。AR で金星の大きさと形が変わることがわかった。よいの明星と明けの明星が見える時間が限定されている理由も分かった。今度自分で見てみたいと思う。

【資料 25】実践 2 3 4 6 の生徒 A の振り返り



【資料 26】生徒 A のまとめレポート

自由に課題を設定し、今までの学習を振り返り、レポートにまとめた。生徒Aがまとめたレポートが【資料 26】である。生徒Aは、星座の見え方と距離についてまとめていた。これらは自分で課題を設定することができたと考える。さらには、星座の見え方と距離には授業で学習をしたオリオン座だけでなく、カシオペア座まで自ら調べている。これは自ら学びに向かう姿だと考える。また、黄道 12 星座についても調べており、授業では季節の星座の関係としか扱っていないため、占いで扱われる星座の違いの記述がある。これも自ら学びに向かう姿だと考える。

9. 仮説と今後の課題

9- (1) 【仮説】について

【手だて 1】理科の見方・考え方を働かせることができる AR 教材の活用

手だて 2 では、理科の見方・考え方を働かせるために、6 つの AR 教材やアプリを活用して実践を行った。【資料 5】の「赤道にるとき～わかった」、【資料 8】の「オリオン座～分かった」、【資料 20】の「AR で～小人の気持ちになればできる」、【資料 23】の「AR で～分かった」の記述から、AR を活用し視点変換を自ら行ったことで天体現象を空間的な視点で捉えることができた。【資料 8】の「何年も～知って」、【資料 23】の「よいの明星～分かった」の記述から、AR を活用し視点変換を自ら行ったことで天体現象を時間的な視点で捉えることができた。【資料 13】の「最初は全然～できた」、【資料 16】の「普段の生活～日照時間の原因が分かった」の記述から、様々な視点で観察をしたことで時間的・空間的な視点で捉えることができた。これらはすべて時間的・空間的な視点で捉えることができたため理科の見方を働かせることができた。また、【資料 5】の「赤道にるとき～分かった」、【資料 16】の「今日は～分かった」の記述から、季節や時間などの違いを比較しながら考えることができた。これらは理科の考え方を働かせることができた。一方で学力低位の生徒には、AR を使用しながら【資料 11】を考えたが、4 割の生徒が問題と AR の違いに困惑してしまい、空間的な視点で理解できた状況とは言えなかった。ゆえに手だて 2 は一部有効であったと考える。

【手だて 2】学びの過程を振り返るメタ認知的活動の充実

各実践の最後に自らの学びを振り返る場面を設定した。【資料 24】「赤道に～わかった」、「最初は～分かった」【資料 25】「オリオン座～分かった」、「AR で～できた」、「今日は～分かった」、「AR で～わかった」の記述から、自分の分かったことを明確に記述することができた。また、【資料 24】「立体的に考えることができた」、「AR で～考えればできた」という記述から、どのように考えることができたかを記述することができた。どちらの振り返りも自らの学びを自己評価することができており、記述内容にも「わかった」、「できた」などの達成感を味わうことができた実践が多かった。しかし、【資料 25】「オリオン座～分かった」、「AR で～できた」、「今日は～分かった」、「AR で～わかった」という記述から、どのように考えたかの記述を読み取ることができず天体現象を理解することができたのかが分からない振り返りもあった。

本単元の最後に自らの学習を振り返り、レポートを作成する時間を設けた。生徒Aは「星座について」と自らの課題を設定し、授業内容だけでなく、カシオペア座や黄道 12 星座まで詳しく調べていた。これは、本単元で星座についての授業以外の学習内容であり、自ら進んで調べるという学習意欲が高まったと考える。以上のことから手だて 4 は一部有効であったと言える。

9- (2) 今後の課題

本単元がすべて終了した際に知識の定着ができているのかを確認するために AR やアプリの使用を禁止とし【資料 27】の単元まとめテストを行った。1. 2 については正答率が 72%、52%と授業後小テストよりは正答率が下がったもののできている生徒が多かった。一方で AR を活用せずにやった 3. 4 は 38%、32%と低い正答率であった。AR 教材を使用すると、その場では理解できるものの、応用問題や思考力を問われる問題についてはできないことが分かった。また、低位の生徒は授業の場面でも AR が何を表しているのかを理解できていない生徒も見られた。今後は、AR 教材のさらなる有効的な活用方法を日々研鑽していきたい。

3年生 天体 単元 検 査 ()

1. 太陽の動きについて次の()を埋めなさい。
太陽は(①)から昇り、(②)を過ぎて、(③)に沈む。
(①) (②) (③)

2. 月を毎日同じ時間に同じ場所から観察すると、月の形は(④)し、(⑤)から(⑥)へ移動する。
(④) (⑤) (⑥)

3. 次の問題を解きなさい。
図1は、ある日の午後8時に撮影された月の様子(左)と、その翌日の午前8時に撮影された月の様子(右)を示している。また、図2は月の公転の軌道を示している。
① 図1の左の月の写真は、図2の軌道のどの位置で撮影されたか。
② 図1の右の月の写真は、図2の軌道のどの位置で撮影されたか。
③ 図1の左の月の写真は、図2の軌道のどの位置で撮影されたか。
④ 図1の右の月の写真は、図2の軌道のどの位置で撮影されたか。

4. 次の問題を解きなさい。
図3は、太陽と地球を軸に静止した位置での太陽と地球の位置関係を示している。また、図4は地球の自転の向きを示している。図5は地球の自転の向きを示している。図6は地球の自転の向きを示している。
① ()
② ()
③ ()

【資料 27】単元まとめテスト