

Science classwork using ICT to develop scientific viewpoint and way of thinking : Through the teaching unit of Astronomy in junior. high school

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 神谷, 昭吾, 郡司, 賀透, 延原, 尊美 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00028712">https://doi.org/10.14945/00028712</a>

# 教育実践報告

## 理科の見方・考え方を育むための ICT 活用に関する実践研究

— 中学校 3 年生天体の単元を通して —

神谷昭吾<sup>1</sup> 郡司賀透<sup>2</sup> 延原尊美<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 静岡大学教育学部附属島田中学校 <sup>2</sup> 静岡大学大学院教育学領域)

### Science classwork using ICT to develop scientific viewpoint and way of thinking

Through the teaching unit of Astronomy in junior high school

Shogo KAMIYA, Yoshiyuki GUNJI, Takami NOBUHARA

#### 要旨

中学校 3 年生地球領域の天体の単元において、時間的・空間的な見方・考え方を育むためには、観測者による視点の移動を再現する教材を活用することが重要である。本研究では、時間的・空間的な見方を育むために、日食を題材として「新月のたびに日食を観測できないのはなぜか」という問いを立て、モデルと ICT によるデジタル教材を併用した教材の開発を試み、その成果と課題を抽出した。成果としては、モデルとデジタル教材の併用が多く生徒の時間的・空間的な見方を助けることが明らかとなった。課題としては、三次元の情報を二次元に落とし込んだ地図の理解に対して個人差があることが明らかとなった。

キーワード： 見方・考え方 時間的・空間的 天体 日食 ICT

#### 1. はじめに

中学校理科地球領域においては、時間的・空間的な見方を働かせながら、課題を解決していくことが重要である<sup>1)</sup>。天体の動きや月や金星の満ち欠けを理解するためには、地球上の観測者からの視点と宇宙空間からの観測者の視点に立って考えること、すなわち両者の視点を行き来しながら考えることが大切である。

しかし、天文学を学ぶ多くの児童生徒は、このように視点の移動を伴う空間的な見方を苦手としている。さらに、授業者にとっても、地学を教えることを苦手としている教員が多いことが知られており<sup>2)</sup>、時間的・空間的な見方をどう教えていくのかを課題としている教員の割合が多いことが考えられる。

これまで、中学校の天体単元における時間的・空間的な見方の育成については「月の満ち欠け」を中心に多くの研究が行われてきた<sup>3)</sup>。また、ICT 機器を教材に取り込む研究も盛んに行われるようになってきている<sup>4)</sup>。

筆者も月の満ち欠けについて、数多くの授業を行ってきた。その中で、生徒から毎回出る疑問があった。それは「新月のたびに日食が見られないのはなぜか」というものである。その疑問からは、月の満ち欠けについて、太陽、月、地球の三者の位置関係を時間的・空間的に把握することはできても、その見方を日食に適用することができない生徒が存在することが読み取れる。教科書の記述を見ると、太陽、月、地球を北極側から俯瞰した図で示されていることが多く、赤道側から捉えた図を掲載しているものは少ない。日食を 2

次元で捉えたり、教えられたりしている生徒が多いのではないかと考えられる。

そのため、日食を 3 次元で捉えさせることが、時間的・空間的な見方を育むために有効な手立ての一つとなるのではないかと考えた。また、月の満ち欠けに関する授業実践や教材は数多く報告されているが、日食に関するものは乏しい。

そこで本実践研究では、時間的・空間的な見方を育むことを目的として、日食の教材の開発を試み、それに関する成果と課題について検討した。

#### 2. 研究方法

上述の問題意識に基づいて、以下の方法において、実践研究を行った。

(1) 日食に関する教材を開発し、授業を実施した。

授業実施日：2020 年 11 月 26 日

対象校：静岡大学教育学部附属島田中学校

対象生徒：3 年 A 組 (男子 17 名 女子 19 名)

(2) 生徒の追究用紙の記述内容から、時間的・空間的な見方に関する記述を探り、生徒の理解度と合わせながら成果と課題を抽出した。

#### 3. 教材の開発

##### 3-1. 単元の構成

「地球と天体の運動」の単元計画は表 1 に示した。まず太陽の日周運動、年周運動を扱った。その後、月の

満ち欠け、日食、月食、金星の満ち欠けの順に単元を構成した。

表1 本実践の単元計画

時数	内容
第1-4時	日周運動 ・太陽の日周運動（透明半球による観測、世界各地の太陽の軌道） ・天体の日周運動
第5-9時	年周運動 ・季節が生じる理由 ・星座の年周運動
第10-14時	天体の満ち欠け ・月の満ち欠け ・日食（本時）と月食 ・金星の満ち欠け
第15-17時	太陽系の惑星 ・太陽系の惑星 ・銀河

### 3-2. モデルの活用

日食について考えるために、太陽、月、地球の三つのモデル（模型）を準備した。日食は地球上で観測される現象なので、「地球上の観測者からの視点」から捉える。さらに、宇宙空間からこれら三つの天体を俯瞰する「宇宙からの視点」も必要である。これら二つの視点を行き来しながら考えることで、現象の理解が深まる。しかし、前述したように、このような観測者の視点の移動を伴う「空間的な見方」を苦手としている生徒は多い。

そこで、天体の単元を通して、各班（4人×9班）に地球儀（ $\phi=250\text{mm}$ ）、月のモデル（発泡スチロール球  $\phi=60\text{mm}$ ）、太陽のモデル（LED電球 白熱電球換算60W相当）を用意し、生徒自身が自由に使えるようにした。2次元の紙上で考えるだけでなく、手元のモデル（模型）を何度も動かしたり、見る方向を変えたりしながら3次元で現象を捉えることが重要となる。

### 3-3. タブレット端末の活用

#### 3-3-1. 視点の移動を記録するためのICT活用

前述したモデルに加えて、タブレット端末を併用することで、空間的な見方の育成につながるのではないかと考えた。そこで、本単元を通して、タブレット端末のカメラ機能を活用して「地球上の観測者からの視点」と「宇宙からの視点」の二つの視点から撮影、比較させた。両観測者の視点から撮影した写真を比較し、説明し合うことで、空間的な見方の育成を試みた。日食の授業でも、太陽、月、地球のモデルを一直線上に並べて日食を再現させ、二つの視点から撮影、比較させた（図1）。



図1 モデルで再現した日食を撮影する生徒

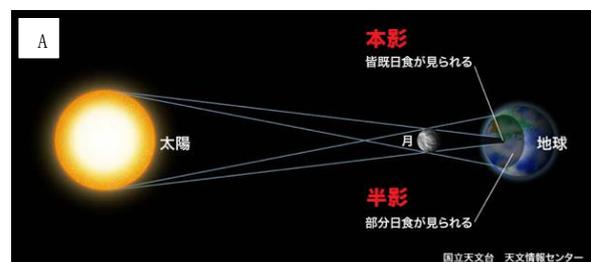
#### 3-3-2. 月の公転軌道に関するデジタル資料

月の公転軌道が地球の公転面に対して傾いていることに気づかせるために、Google Classroomを活用して資料A~Dを配布した（図2, 3）。配布した資料は、日食の位置関係と本影と半影（資料A）<sup>5)</sup>、過去20年間で日食が観測できた地帯を示した地図（資料B）<sup>6)</sup>、気象衛星ひまわりが撮影した月の影が地球を横切る動画（資料C）<sup>7)</sup>、皆既日食、金環日食、部分日食の違いに関する説明（資料D）<sup>8)</sup>、太陽、地球、月の直径と太陽—地球間と太陽—月間の距離（資料E）である。

Google Classroomは、ウェブブラウザ上で動作するソフトウェアであり、教師が授業や学級ごとに「部屋」を用意することができる。そこに資料を添付したり、コメントを投稿したりすることができる。生徒からの投稿も可能である。月の満ち欠けの授業では、生徒に自宅から観察した月をデジカメやスマートフォンで撮影させ、任意で投稿させ、授業資料として活用した。

本授業を実践した当時、1人1台端末の環境が整備されていなかったため、4人班に1台のノートPCを用意した。さらに、生徒1人に一つGoogleのアカウントを用意し、全員がGoogle Classroomを利用可能な環境を構築した。1人1アカウントを用意したことで、学校や家庭のどの端末やOSであっても、Google Classroomの閲覧ができる。

また、写真や動画などのデジタル資料は、教師が学級全体に見せることが一般的には多い。しかし、それだと生徒が再度確認したいと思ってもすぐに見ることが難しい場合がある。生徒によって資料を見たいタイミングが異なることもある。1人1アカウントがあることで、生徒は自分が見たいタイミングでいつでも資料を閲覧したり、振り返ったりすることが可能となる。



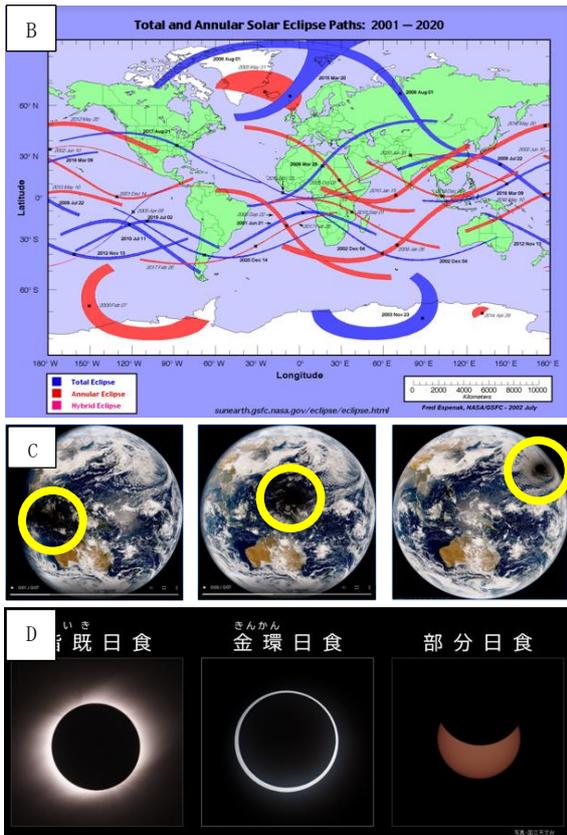


図2 Google Classroomで生徒に配布した資料

- A: 日食の位置関係と本影、半影
- B: 過去20年間の日食の世界地図
- C: 月の影が地球を横切る動画（円で囲まれた部分が月の影を示す。）
- D: 皆既日食、金環日食、部分日食の違い



図3 Google Classroomの資料を閲覧する生徒

#### 4. 生徒の表れ

##### 4-1. 本時の理解度に関する自己評価

今回の日食の授業後に、理解度を5段階で自己評価させた。理解度は、表2のように生徒に明示した。

表2 理解度の基準

理解度5	十分理解することができた。
理解度4	8割程度理解することができた。
理解度3	半分程度理解することができた。
理解度2	あまり理解できなかった。
理解度1	全く理解できなかった。

その結果、理解度5の生徒は全体の44.4%（16名）、理解度4の生徒は25%（9名）、理解度3の生徒は30.6%（11名）、理解度2、1の生徒は0%であった。概ね70%の生徒が理解度4以上を示し、本時の課題に対して自分の考えを書くことができた。（表3）

表3 授業後の自己評価(n=36)

1	2	3	4	5
理解度低 ←				→ 理解度高
0%	0%	30.6%	25.0%	44.4%

##### 4-2. 成果と課題

表3には、本授業実践後の生徒の追究用紙に記述されていた空間的な見方に関する記述内容の一例を示した。

表3 空間的な見方に関する生徒の振り返りの一例

- ・宇宙からの視点では、太陽、月、地球の距離が遠すぎて考えるのが難しかったです、それぞれの周期で考えると斜めに公転しているもの同士が回って、一直線になる確率はとても低いことがわかりました。（生徒K 理解度5）
- ・日食が起きるのは、太陽、月、地球が一直線上に並び、天体の位置関係によって月の影と太陽の大きさが一致するからである。また、新月のたびに日食が起こらないのは、月の公転軌道が黄道からわずかにずれているからだとわかった。（生徒L 理解度5）
- ・天体間の距離という限られたデータからなんとか結果を導き出そうとするのは、「宇宙」「天体」という大きな対象を扱う天文学ならではのと思った。昔の科学者が日食や月食を予想していたのがいかに大変なことだったのかを思い知った追究だった。（理解度5）
- ・今まで平面ばかりにとらわれてしまい、月の公転軌道の傾きに気がつくことができなかった。しかし、追究を通して、月と地球の公転軌道の違いや軌道に若干の傾きがあって、日食が減多に見られないことが理解できた。（生徒M 理解度5）
- ・宇宙からの視点で考えるのが難しかった。地球からの視点で考えたら、理解が深まった。（理解度4）
- ・月の公転面が地球の公転面に対して傾いていたことは理解できましたが、どうして新月のたびに日食が起こらないのかわかりませんでした。（生徒N 理解度3）
- ・資料Bから読み取れることがわからなかったです。実際の縮尺を見ることができなかったのので、実際にその関係を見て考えることができ

ず、感覚がつかみにくかったです。(生徒 0 理解度 3)

- ・太陽、月、地球が一直線に並ぶと日食になるということはわかりますが、太陽が大きすぎて、一直線ということがわかりにくかったです。(理解度 3)

#### 4-2-1. 成果

生徒 K は、理解度 5 であった。日食をモデルで再現した際に月の公転軌道について関心をもった。月の影がどのように地球上を移動するのかを知ることができれば、月の公転軌道を推測することができると考えた。そこで、資料 B の動画とモデルで軌道を再現できると考え、資料 B の動画を繰り返し視聴した。動画とモデルを何度も行き来しながら、空間的な見方を働かせ、授業の終盤には、「月の公転軌道は地球の公転面に対して傾いているのでは？」ということに気付き、課題の解決に迫ることができた。

生徒 L は、理解度 5 であった。資料 A の地図から、日食が観測された地域が曲がって分布していることに注目した。地図は 2 次元であるが、もしこれが地球儀のように丸まっていたらと考え、地球上では資料 B の動画のように、月の影が斜めに横切ることになると考え、小集団の中で説明を繰り返した。

生徒 M は、理解度 5 であったが、授業開始時には、理解に大変苦しんでいた。生徒 L と同じ班に所属しており、生徒 L とのやりとりや複数のデジタル資料から、北極側から太陽と月と地球を考えるだけでなく、図 4 のように、赤道方向からも考え、月の公転軌道が地球の公転面に対して傾いた図を描くことができた。

上記の生徒らは、課題解決のために一つのモデルや資料に頼るのではなく、それらを組み合わせて、三つの天体の位置関係を探り、説明の根拠とした。学級全体の 70% に当たる生徒が理解度 4 以上を示し、それらの生徒の追究用紙のほとんどには、図 4 のように赤道方向から見た図が描かれていた。モデルとデジタル教材を併用したことで、空間的な見方を働かせながら課題の解決に取り組んだことが明らかとなった。

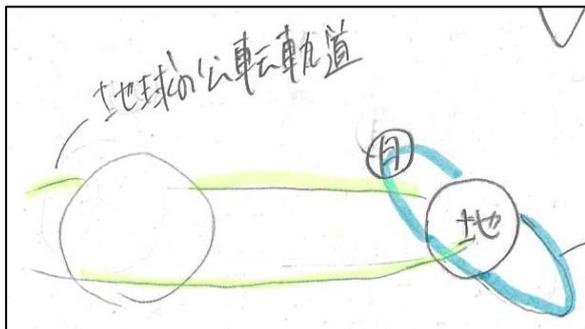


図 4 生徒 M が記述した太陽、月、地球の位置関係

#### 4-2-2. 課題

生徒 N は、理解度 3 を示した。この生徒は、月の公転軌道が地球の公転面に対して傾いていることを理解することができた。しかし、そのことと「新月のたびに日食が見られないこと」が結びつかなかった。生徒 N の追究用紙にも図 4 のように、赤道方向からの観測者の視点から描かれていた。しかし、月が地球の公転軌道に対して傾きながら公転することを、連続的に考えることができなかったのではないかと考えられる。そこで資料 F として、新月の際に三つの天体の赤道から見た図を Google Classroom で配布し、新たな視点を与えた(図 5)。生徒 N のように困っている生徒についても、教師が机間指導をしながら、同様に配布した。生徒は資料 F を見ながら課題について考え直したが、最後まで理解に苦しむ生徒がいた。

生徒 O は、理解度 3 を示した。生徒 O は、三つの天体の距離や大きさについて着目し、その比率を計算して規則性を見出そうとしていた。しかし、実感を伴うことができず、日食が起こる際のそれぞれの天体の位置関係を理解することに苦しんだ。

学級全体の 30% の生徒は、今回の課題について深く理解することができなかった。資料 B や資料 C のように、空間的な見方に関する情報を与えても、かえって混乱を招いたり、理解に苦しんだりする生徒が一定数存在した。資料 B のように、2 次元の地図を 3 次元の現象に変換することは困難を伴うことが明らかとなった。

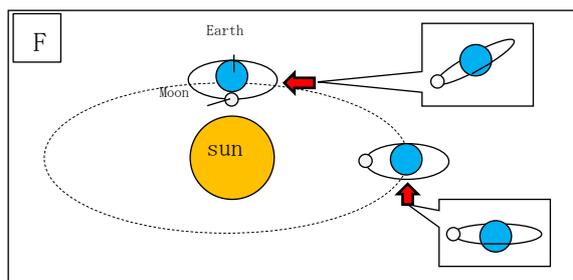


図 5 資料 F として配布した図

(吹き出しの図は矢印方向から地球と月を見たもの)

#### 5. おわりに

時間的・空間的な見方・考え方を育むために、日食を題材とした教材開発とその成果と課題について報告してきた。

今回の実践では、空間的な見方を育むために、モデルと ICT 機器を活用したデジタル教材を併用した。モデルを使って考えることは、地球上の観測者の視点と地球から離れた宇宙からの観測者の視点を育成する上では大変重要である。さらに、デジタル教材を配布することで、様々な空間的な見方を働かせながら思考し、多くの生徒の理解を助けることが明らかとなった。モデルとデジタル教材の併用は一定の効果があることが

示唆された。

しかし、全体の 30%に当たる生徒は、与えたデジタル資料によって混乱したり、空間的な見方に苦しんだりした。資料 B のような図については、地球儀に描写するなどして 3次元の資料として配布することで、混乱を防げるのではないかと考える。

今回の日食の教材化はまだ試行段階である。教材の精選や課題の提示方法について、今後は議論が不可欠である。

## 付記

本稿は、理科の教育 2021 年 11 月号<sup>9)</sup>の内容を加筆・修正したものである。

また、本論文の全体執筆および授業実践者は神谷が、論文執筆および実践への助言等は郡司、延原が担当した。

授業実施日 2020 年 11 月 26 日

## 引用参考文献

- 1) 文部科学省(2017): 中学校理科学習指導要領解説, 12.
- 2) 科学技術振興機構(2012): 平成 24 年度 中学校理科教育実態調査 集計結果 (速報) pp. 61.
- 3) 山下修一(2015): 中学校での月の満ち欠けの説明における小学校の学習の影響と改善モデルの開発, 科学教育研究, Vol. 39, No. 4, 347-358.
- 4) 吉田はるか(2021): 小型広角カメラを内蔵した透視天球儀が教材として持つ具体性の評価—中学校理科「地球と宇宙」単元での授業実践例事例—, 理科教育学研究, Vo. 62, No. 1, 197-209.
- 5) 国立天文台: 日食とは  
<https://www.nao.ac.jp/astro/basic/solar-eclipse.html> (2021 年 12 月 3 日アクセス確認)
- 6) NASA: Eclipse web site,  
<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/> (2021 年 12 月 3 日アクセス確認)
- 7) 気象庁: 宇宙から見る月の影,  
[https://www.data.jma.go.jp/video/data/kansoku/201603090800\\_1500\\_TRC\\_SolarEclipse.mp4](https://www.data.jma.go.jp/video/data/kansoku/201603090800_1500_TRC_SolarEclipse.mp4) (2021 年 12 月 3 日アクセス確認)
- 8) 柏崎市立博物館: 日食とは  
[https://www.city.kashiwazaki.lg.jp/material/images/group/50/R2plane\\_nisshoku1.png](https://www.city.kashiwazaki.lg.jp/material/images/group/50/R2plane_nisshoku1.png) (2021 年 12 月 3 日アクセス確認)
- 9) 神谷昭吾(2021): 個別最適な学びと ICT 活用—天体の単元を通して「学習の個性化」と「指導の個別化」を探る— 理科の教育, Vol. 70, No. 382, 28-30.