

| | |
|-------------|----------|
| 群 教 セ | G04 - 03 |
| | 平18.236集 |

マルチメディア教材「天体のうごき」の 作成と活用

— 地球上から地球外へ視点を切りかえて

天体の動きを理解させるために —

特別研修員 栗原 淳一 (太田市立宝泉中学校)

《研究の概要》

本研究では、中学校3学年理科の「天体の動きと地球の自転・公転」の学習において、地球上から地球外へ視点を切りかえて天体の動きをとらえられるように工夫した、マルチメディア教材「天体のうごき」を作成した。本教材を授業で活用することで、生徒は地球上から地球外へ視点を換えることができ、天体の見かけの動きを地球の自転・公転と関連付けて理解することができた。

I 天体の動きはとらえづらい

群馬県における理科教育の充実を図るための調査研究（群馬県総合教育センター、2003）によれば、中学校教師にとって地学領域は、他の物理領域・化学領域・生物領域に比べて指導しにくい領域としてとらえられている。また、埴田・谷（2004）の調査では、中学校理科の第2分野において、教師から見た生徒の学びづらい単元は「天体の動きと自転・公転」で、その理由は「概念やモデルをとらえづらいから」という結果が示されている。

太陽が東から昇り西に沈んだり、恒星が時間や季節とともに動いたりするのは、地球の自転や公転が原因である。しかし、生徒にとって、天体の見かけの動きを理解することは難しい。これは、地球上の視点から地球外の視点へと視点を切りかえることが難しいからであると考えられる。そのため、「天体の動きと地球の自転・公転」の単元では、コンピュータシミュレーションソフトや天球儀や地球儀を用いたモデル実験が活用されている。しかし、視点の切りかえが難しく、天体の動きを理解しにくいと感じる生徒は多い。

II 天体の動きをとらえさせるためには

既存のコンピュータシミュレーションソフトの多くは、地球上から見た天体の動きと地球外から見た天体の動きを同時に画面表示する工夫がある。しかし、生徒によっては視点を切りかえるこ

とができず、2つの画面が同じ現象であることが理解できないことがある。

モデル実験においては、地球上から地球外へ視点が切りかわる様子を示すことが難しい。また、天体が移動する方角や観測している方角が分かりにくく、正確に天体の動きが理解できない場合がある。モデルを使った先行研究に、中高下・前原・永田・山手（2000）がある。この研究は、地球儀上にCCDカメラを固定して設置し、方角をとらえさせる工夫があり、天体の日周運動をとらえさせるのに有効な教材である。

本研究では、地球儀等を用いたモデル上でCCDカメラを移動させれば、視点の切りかえを支援することができ、生徒が天体の動きを理解しやすくなると考えた。しかし、このような装置を各学校で準備するのは難しく、自作することも大変である。そこで、CCDカメラでモデル実験の様子を撮影した動画に方角を表示させ、さらにその動画に視点移動する工夫を施した教材「天体のうごき」を作成した。

III マルチメディア教材「天体のうごき」の作成

1 「天体のうごき」の基本的な考え方

中学校理科第2分野の「天体の動きと地球の自転・公転」において、地球上から地球外へ視点を切りかえて天体の動きを理解させることができ、動画を活用したWeb形式の教材「天体のうごき」を作成した。

本教材は提示用で、モデル実験の補助的な教材と位置付ける。本教材は、地球上から地球外への視点の切りかえを支援するとともに、天体の動きを理解させる目的で使用されるものである。

2 自転モデルの作成

本教材作成に当たって、図1のように、地球の自転モデルを作成した。

地球には直径約35cmの地球儀、太陽には発泡スチロール柱に固定した豆電球を使用した。図2は、地球の自転モデルを図示したもので、小型CCDカメラの位置をA、Bで示している。



図1 地球の自転モデル

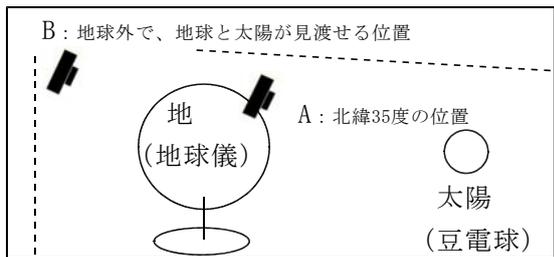


図2 地球の自転モデル図 (■はCCDカメラ)

3 公転モデルの作成

図3のように地球の公転モデルを作成した。

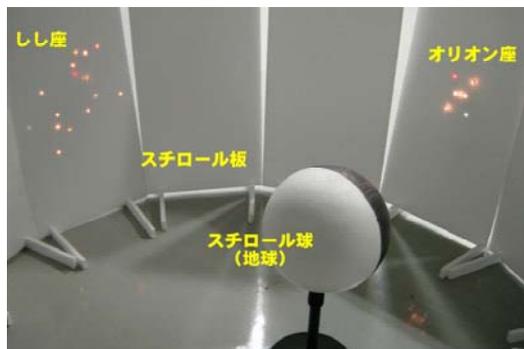


図3 地球の公転モデル

地球には発砲スチロール球体を使用した。この球体を、回転板の上ののせて回転させることで、公転の現象を再現した。星座は、発砲スチロール板に麦球を埋め込んで点灯させて作製した。本教

材では、秋・冬・春の代表的な星座であるペガサス座・オリオン座・しし座の形に見えるようにしたものを使用した。図4は、地球の公転モデルを北極のほぼ天頂から見て図示したもので、小型CCDカメラの位置A、Bと地球が公転した時の地球の位置を示している。

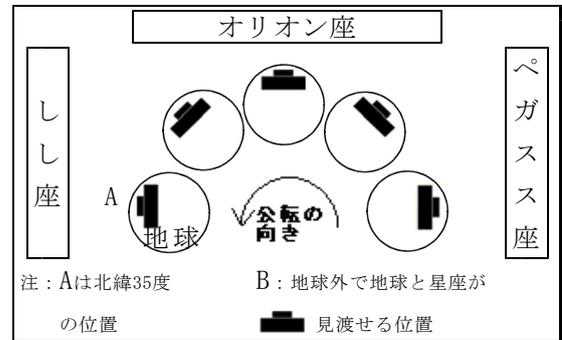


図4 地球の公転モデル図 (■はCCDカメラ)

4 動画の作成

自作したモデルと小型CCDカメラを使って、天体の動きを撮影した。

(1) 地球上から見た天体の動き

カメラを地球の位置Aに南向き（経線に沿って南向き）にのせて固定し、地球を自転・公転の向きに回転させながら録画し、自転・公転モデルそれぞれに対して「地球上から見た天体の動き（以下動画①）」を撮影した。動画①では、地球上で見えているため、地球の動きに合わせて天体が動いているように見える。

(2) 地球外から見た天体の動き

カメラを位置Bに固定し、地球を自転・公転の向きに回転させながら録画をし、自転・公転モデルそれぞれに対して「地球外から見た天体の動き（以下動画②）」を撮影した。動画②では、地球外から見ているため、天体は動かず、地球だけが動いているように見える。

(3) 地球上から地球外へ視点が移動する様子

地球を自転・公転方向に回転させながら、カメラを位置Aから位置Bへ移動させて、自転・公転モデルそれぞれに対して「地球上から地球外へ視点が移動する様子（以下動画③）」を撮影した。動画③では、初め、天体が動いているように見えるが、カメラが地球を離れると天体は動かずに地球だけ動いているように見える。

動画の時間経過に伴う視点の変化を次頁図5、図6で示す。



図5 動画③の視点の変化(自転モデル)

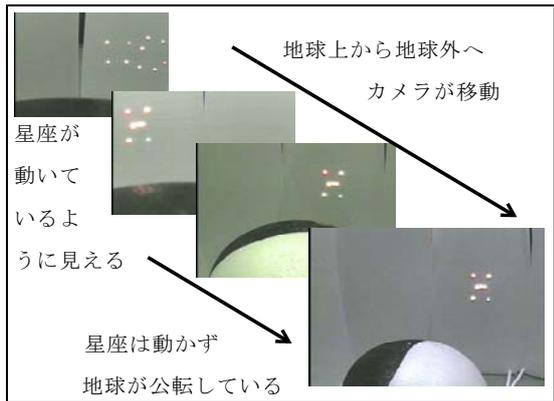


図6 動画③の視点の変化(公転モデル)

(4) 地球外から地球上へ視点が移動する様子
地球を自転・公転方向に回転させながら、カメラを位置BからAへ移動させて、自転・公転モデルそれぞれに対して「地球外から地球上へ視点が移動する様子(以下動画④)」を撮影した。動画④では、地球外から見ている時は天体が動かず地球だけが動いているが、カメラが地球上に固定されると、天体が動き出すように見える。

5 動画の教材化

自転・公転モデルでそれぞれ撮影した動画①～④を組み合わせて教材化した。動画には、モデルの補助説明や方角を入れ、現象が分かりやすくなるよう工夫した。また、教材の内容を「時間が経つにつれて太陽が東から西へ動く理由」と「季節ごとに見える星座が違う理由」の2つにし、そのそれぞれに対して、動画①～④が見られるように工夫した。特に、動画③と動画④は、カメラを移動させながら撮影したので、視点が変わる瞬間をとらえさせることができる。また、動画は、生徒の理解度に応じて1画面ずつ何度も見られるように、マウスカーソルを各画面に合わせることで再生できるようにした。

本教材「天体のうごき」の全体構成を図7、「時

間経つにつれて太陽が東から西へ動く理由」における動画の画面を図8で示す。

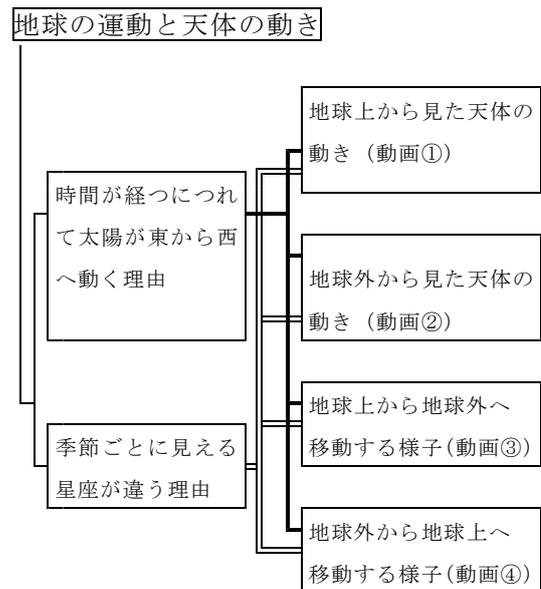


図7 「天体のうごき」の構成図

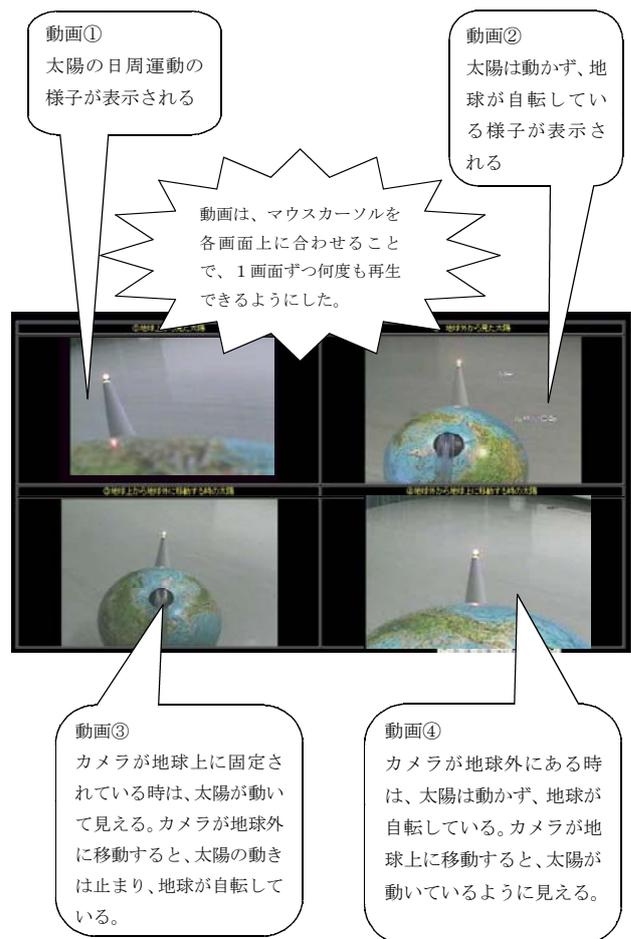


図8 本教材の動画の画面

(時間が経つにつれて太陽が東から西へ動く理由)

IV 実践

(3) 目標 天体の見かけの動きを地球の自転・公転と関連付けて考察することができる。

(4) 指導計画 表1で示す。

1 授業実践の計画

(1) 題材 「地球の運動と天体の動き」

本教材「天体のうごき」は、第1時と第7時に

(2) 対象 太田市立宝泉中学校第3学年126名

活用した。

表1 「地球の運動と天体の動き」の指導計画(全9時間予定、「天体のうごき」は第1時と第7時で活用)

| 時 | 主な学習活動 | 主な教師の支援 | 評価項目(評価方法) |
|----------|---|---|--|
| 1 実践① | ○地球が自転していることによって太陽や星などの天体が動いていくことに気付く。 | ◇地球儀を使ったモデル実験で日周運動をとらえさせる。 ◇本教材「天体のうごき」を見せ、地球上から地球外に視点を切りかえさせる。 | 考：地球外から地球外へ視点を切りかえて、天体の動きの原因が地球の自転であることを見いだしている。 (観察、記述、発言) |
| 2 3 | ○透明半球を使って日の出・日没・南中時刻を推定し、太陽の1日の動きを考察する。 | ◇透明半球を用いて太陽の日周運動の経路を調べさせる。 ◇透明半球の記録経路をもとに、日の出・日没・南中時刻を求めさせる。 | 技：記録をもとに日の出・日没・南中時刻を求めている。 (観察・記述) |
| 4 | ○視点を地球外に置き、天球全体での天体の動きを考察する。 | ◇地球儀を使ったモデル実験で、東西南北の星の動きを考察させる。 | 考：実験から天球全体での天体の動きを考察している。 (観察、記述) |
| 5 | ○太陽と地球の各地点の位置関係によって、日の出・南中・日没の時刻が違うことを説明する。 | ◇地球儀を使ったモデルで具体的に説明させる。 | 考：地球の各地点で日の出・南中・日没の時刻の違いをモデルを使って説明している。 (観察、記述) |
| 6 | ○自転に関わる問題練習を行う。 | ◇問題練習で、理解を深めさせる。 | 知：日周運動と天体の動きを理解している。 (記述) |
| 7 実践② | ○視点を地球外に置き、地球の公転によって生じている星座の見かけの動きについて考察する。 | ◇モデル実験で、同時刻に見える星座の位置の変化をとらえさせる。 ◇本教材「天体のうごき」を見せ、地球上から地球外へ視点を切りかえさせる。 | 考：地球外に視点を置き、季節ごとに見える星座が違う原因が地球の公転であることを見いだしている。 (観察、記述、発言) |
| 8 | ○季節の変化が生じる理由を説明する。 | ◇地球儀を使ったモデルでの太陽の光の当たり方から、地軸の向きと太陽の位置関係と季節の関係をとりえさせる。 | 考：季節が生じる原因を見いだしている。 (観察、記述) |
| 9 | ○公転に関わる問題練習を行う。 | ◇問題練習で理解を深めさせる。 | 知：公転と天体の動きについて理解している。 (記述) |

注：考は科学的な思考、技は観察・実験の技能・表現、知は、知識・理解を表す。

2 授業実践①(1/9時間目)の結果と考察

実践①では、太陽や星が動いて見える理由を考えさせた後にモデル実験を行い、さらに本教材「天体のうごき」の動画を見せて、地球上から地球外への視点の切りかえを支援した。

表2に、授業実践①の学習活動と生徒の反応・記述を示した。

モデル実験に入る前に、太陽や星が動いて見え

る理由について仮説を書かせたところ、「地球の自転が原因である」とした生徒は約95%であった。地球の自転ではなく、「太陽や星が動いている」とした生徒は約2%であった。無回答が約3%であった。しかし、生徒の様子を観察した結果、地球の自転を理由にした約95%の生徒でも、半数以上の生徒が、「聞いたことがあるから」「何で太陽や星が動くのか説明できない」と答えた。

表2 授業実践①の学習活動と生徒の反応・記述

| 学習活動 | ◇生徒の反応 □生徒の記述 |
|--------------------------|--|
| 太陽と星の一日の動きを思い出す。 | ◇東から西へ動きます。 ◇太陽は東から昇り、西に沈む。 ◇南の星も太陽と同じように動く。 |
| 太陽と星が動く理由を推測する。 | □地球が回っているから（自転しているから）。 □太陽や星が動いているから。 □何で動くか分からない。無回答。 |
| モデル実験を行い、天体が動く理由を説明する。 | ◇地球に顔を近づけて回すと、太陽が動いているように見える。だから地球が回ることによって太陽が動いているように見えるだけだ。 ◇何となく分かるけど、納得いかない。◇よく分からない。 |
| 本教材「天体のうごき」を見る。 | ◇おお、分かりやすい。 ◇あっ、見方が分かった。 |
| 自転、地軸について知り、分かったことをまとめる。 | □自転の様子が分かり、映像で視点を変えながらだったので分かりやすい。 □太陽が動いているのかと思っていたが、地球が自転していることが映像でより良く分かった。 |

授業の最後に「動画を見て分かったこと」をまとめさせたところ、生徒の記述内容は図9のA群、B群の2種類に分類できた。

| |
|---|
| A群：映像から、太陽や周りが動いているのではなく、地球が自転しているから太陽や周りが動いているように見えることが分かった。 |
| B群：実験では良く実感できなかった動きの理由が、視点が変わる映像によって、見かけの動きだと分かった。 |

図9 実践①の生徒の記述(動画を見て分かったこと)

A群から、生徒は動画を見たことで、モデル実験でとらえた「地球の自転と天体の見かけの動きとの関係」を再確認できたと言える。さらに、B群から、実験では現象をとらえきれなかった生徒が、動画を見たことで視点の切りかえができ、「地球の自転による太陽の動き」が理解できたと言える。

したがって、実践①において、本教材が視点の切りかえを支援するものとなり、生徒は、地球の自転によって太陽が動いて見えることをとらえることができたと考えられる。

3 授業実践②(7/9時間目)の結果と考察

実践②では、季節ごとに見える星座が違う理由

を考えさせた後にモデル実験を行い、さらに本教材「天体のうごき」の動画を見せて、地球上から地球外への視点の切りかえを支援した。

表3は、授業実践②の学習活動と生徒の反応・記述を示している。

モデル実験に入る前に、季節ごとに見える星座が違う理由について仮説を書かせたところ、地球の公転が原因であるとした生徒は約50%で、「星が地球の周りを動いている」とした生徒は約30%であった。「分からない」「見当がつかない」「季節ごとに星座が変わることを知らなかった」とした生徒を合わせると約20%であった。地球の公転を理由にした約50%の生徒のうち、約30%は「どういふことかは理解できない」「説明できない」と答えた。

授業の最後に「動画を見て分かったこと」をまとめさせたところ、記述内容は図10のC群、D群の2種類に分類できた。

| |
|---|
| C群：地球にいと星座が回っているように見えるが、実際は地球が回っていることが映像でより分かった。 |
| D群：モデルでは自分をどこに考えればいかに分からなくなったけど、見方が変わる映像を見て、地球の公転によって星座が変わることが分かった。 |

図10 実践②の生徒の記述(動画を見て分かったこと)

C群から、モデル実験で「視点の切りかえができていた生徒」でも、動画を見ることで地球の公転と星座の動きについて理解を深めることができたと言える。また、D群から、モデル実験で「地球の公転によって星座が移り変わる」と説明できなかった生徒が、動画を見ることで、視点の切り

かえができ、現象をとらえたことが分かる。

したがって、実践②において、本教材が視点の切りかえを支援するものとなり、生徒は、季節による星座の位置の変化が地球の公転による見かけの動きであることをとらえることができたと考えられる。

表3 授業実践②の学習活動と生徒の反応・記述

| 学習活動 | ◇生徒の反応 | □生徒の記述 |
|----------------------------------|---|---|
| 星座を確認する。 | ◇冬はオリオン座、夏はサソリ座 など | □地球が太陽の周りを回っている（公転している）から。 □星座（宇宙）が地球の周りを回っている。 □見当がつかない。 |
| 季節ごとに星座が違う理由を推測する。 | | |
| 簡易公転モデルを作成し、月ごとに見える星座が違う理由を説明する。 | ◇地球の位置が変わると、真夜中の位置も変わるの で、月ごとに星座が東から西にずれていく。 ◇真夜中の時がよく分からない。◇説明できない。 ◇地球から見るとどっちの方角なのか分からない。 | |
| 本教材「天体のうごき」を見る。 | ◇なるほど、分かったぞ。 ◇真夜中の位置が分かった。 | |
| 公転について知り、分かったことをまとめる。 | | □地球が公転しているから星座が動いているように見えることを改めて認識することができた。 □地球上では星が動いて見えるので、星が動いていないことが分かりにくかったのですが、映像はとても分かりやすかった。 |

V 研究のまとめと今後の課題

本教材「天体のうごき」を授業で活用することで、生徒は地球上から地球外への視点切りかえができ、天体の見かけの動きを地球の自転・公転と関連付けて理解することができた。また、モデル実験と本教材を組み合わせることで、より効果的に天体の動きを理解させることができた。

今後は、小型CCDカメラの位置を緯度や時間に対応させて変え、動画を作成していきたい。これによって、緯度・方角と日周運動の関係や、時間帯・方角と見える星座の関係をとらえさせることができると考えられる。そして、授業実践を通して、さらに生徒にとって分かりやすくなるよう、より使用価値の高い教材へと高めていきたい。

(担当指導主事 中村 清志)

Web検索キーワード

【理科—中 天体の動き マルチメディア教材 モデル】

<参考文献>

- ・中高下 亨 他 著 『小型CCDカメラを搭載した地球儀の製作と実験』 東レ理科教育賞受賞作品集（平成13年）
- ・『群馬県における理科教育の充実を図るための調査研究』 群馬県総合教育センター（平成15年）
- ・『中学校学習指導要領解説（平成10年12月）解説—理科編—』 文部科学省（平成16年）
- ・埴田 剛・谷 滋 著 『よりよい授業づくりはこれだ！学習内容のつながりを大切にした理科の授業』 群馬県総合教育センター長期研修員報告（平成17年）