

空間認知が苦手な生徒が「分かった!」と実感できる地球の自転に関する理科学習 ～巨大地球儀「アースボール」の活用～

Scientific learning on the rotation of the Earth resulted in "Oh I see"
for every students who feel difficulties in the recognition of space:

A practice with a big Earth model

真 鍋 陽 子*

七宗町立上麻生中学校

川 上 紳 一

岐阜大学教育学部

Yoko Manabe*

Kamiaso Junior High School, Hichiso-town, Gifu Prefecture, 509-0402, Japan

Shin-ichi Kawakami

Faculty of Education, Gifu University, Gifu-shi, 501-1193, Japan

要 旨

中学校理科「地球と宇宙」の単元では、天体の日周運動を観察し、それが地球の自転に伴うみかけの運動であることを学習する。天体の日周運動と地球の自転を関係づけるには、地上からの視点から太陽系を俯瞰した視点へと視点を移動して空間認識させる必要がある。本研究では、空間認識に困難をもつ特別支援学級において、天体の日周運動を地球の自転と関係づけて納得して理解できる教材の開発を行い、授業実践でその効果の検証を試みた。地球のモデルとして、直径1メートルのアースモデルを用い、ウェブカメラをとりつけて、カメラを通して見える世界をパソコン画面に表示させ、地上からの視点と、このモデルを直接眺める太陽系を俯瞰した視点を同時に示すことで、天体の日周運動が地球の自転によるものであることを納得させることができた。

【キーワード】：地球、自転、天体、日周運動、視点移動、中学校、特別支援学級

1. はじめに

中学校第3学年「地球と宇宙」の単元では、地球の自転や公転について学ぶ。生徒は、小学校の学習を通して、太陽や星の動きに関して、空が動いているのではなく、地球が自ら回っていることを知っている。また、テレビなどのCGやアニメーションなどの発達により、太陽を中心に地球が公転していることも知っている。しかし、地上から見た天体の動きと、太陽系を俯瞰して捉えた天体の動きを関係づけて理解するという課題に対しては、理解が困難であるとする調査結果が古くからある(例えば、土田・小林, 1986)。

地上からみた天体の動きと、太陽系を俯瞰し

てみた天体の動きを関係づけて空間概念を理解する能力は、視点移動能力と呼ばれてきたものである。これら2つの視点については、地球視点と宇宙視点、あるいは主観視点と俯瞰視点などと呼ばれてきた。また、対応する空間概念としては天動認識、地動認識といわれてきた。近年、天文分野における視点移動の学習を支援するVR技術を導入した学習システムの開発が行われている(川崎ほか, 2010; 大崎, 2011)。しかし、こうしたシステムはいつでも、どこでも、誰でも使えるような学習環境として整備されているわけではない。

日周運動の理解のための教材・教具の開発については、全天カメラによる天体の動きの観測

*現在：御嵩町立御嵩小学校、〒505-0121 岐阜県可児郡御嵩町中2628

を取り入れた実践（門脇ほか，2009）や日周運動のビデオ教材を用いた実践（伊藤ほか，2002）などがある。従来，小中学校の理科授業では，透明半球を用いて天球をモデル化し，透明半球の中心に地上の方位と観察者の位置を示した地球モデルを設置して，天球の回転と地球の自転が等価であることを追究する教具が広く使われている（例えば，荒井，2000；清水ほか，2006；渡辺・川上，2010）。しかし，空間概念の把握に困難な特別支援学級の生徒にとっては，こうしたモデルでも理解が困難ではないかと考えられた。

そこで，本研究では，直径1mほどある巨大な地球儀（アースボール），ウェブカメラ，USB延長ケーブルを用意して，地上からの視点と太陽系を俯瞰した視点を同時に理解できるような教具を製作し，特別支援学級で授業実践を行い，空間概念の理解が苦手な生徒でも実感を伴った理解に至らせることができるかを調べた。

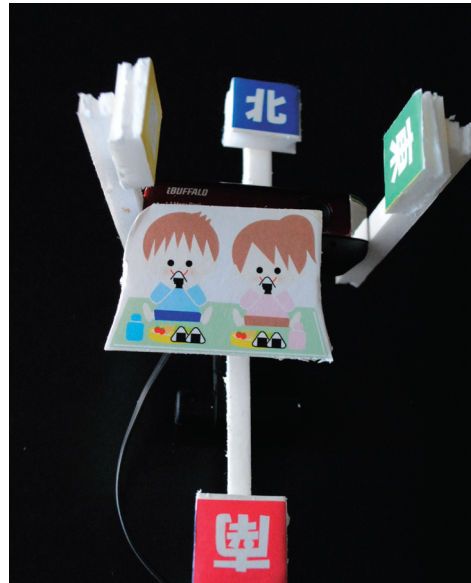
2. 自転学習のための教材開発

サイズの大きい地球儀として，ビニール製で空気を入れて膨らませる「アースボール (the Earth Ball)」(Orbis Company) を使用し，ウェブカメラを用いて地上からみた天体の動きを映像化し，モニター画面に映し出すことにした(図1)。

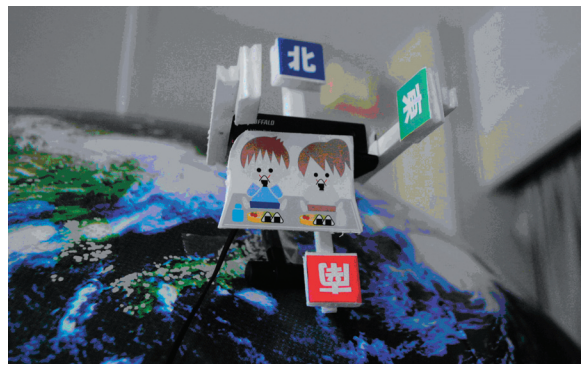
まず，ウェブカメラ（家電量販店で500円程度）に方向をつけることにした。東西南北の理解が出来ている生徒に対してであれば事前に用意しておけばよいが，本実践のように，方位に対する認識が不十分な生徒に対しては，生徒の目の前で地図や方位板上でウェブカメラに東西南北の印を付けるようにした。ここで，カメラが自分達の身代わりであることを象徴するために，名前を入れた似顔絵をカメラに貼り付けることにした。

次に，空気で膨らませたアースボールを天井から吊るした。自転の向きは予め矢印を貼り付けておく。本授業では，太陽の日周運動を理解することをテーマとし，太陽のモデルとして，投光機を横にセットした。

(a)



(b)



(c)



図1. (a) 観察者の視点をイメージさせるための工夫，(b) USBカメラに方位を取り付ける，(c) 膨らませたアース・ボールにUSBカメラを取り付け，天井からつるす。

3. 授業実践

本授業は、岐阜県加茂郡七宗町立上麻生中学校の特別支援学級で実践した。授業実施日は、2011年11月10日で、生徒は2名である。

(1) 導入と本時の課題

自転の理解を助けるために、学習指導案(末尾)のように授業を展開した。事前に把握している生徒の理解は、「太陽は東から昇り西に沈む」、「地球は自転している」という点である。授業の最初に太陽の動きについて知っていることを問い、上記の意見を出させた後、課題を「太陽が東から昇って西に沈むのはなぜだろう」とした。通常学級でも言葉で説明するのは難しい生徒が出る場面である。自分なりの意見をノートに書かせた後、アースボールを使って実験を行った。一人の生徒は意見が書けず、もう一人は「地球が自転しているから?」と書いた。しかし、その考えを詳しく説明させようとする、分からなくなってしまった。

(2) 実験

まず、地上からの視点と宇宙からの視点において、方位がどのように対応しているかを確認し、ウェブカメラとパソコンモニターの方位を一致させる。すなわち、生徒の目の前でパソコンとウェブカメラを並べて方角の確認を行った(図2)。それと同時に、理解を助けるために、方角カードはその方角をイメージしやすい色をつけた(図2)。このことによって、2つの視点での方位がどのようにになっているかを理解させることができた。



図2. ウェブカメラにつけた方位と対応するように、パソコンの画面にも方位をつけた。

次に、地球モデルを自転させて、対応するカメラの映像をモニターで見せた。本時では、紙面上で生徒は東西南北が分かっているが、立体になると困難さを感じている様子だったため、目の前で東西南北を確認した。

ウェブカメラで「見ている」画像がパソコンのモニターに映っているという認識をさせるために次の活動を行った。モニターで方位の確認を行い、生徒に実際に自転させた(図3)。実験を行う中で、モニターを見る生徒の口から「太陽が東から昇って西に沈んだ」と意見が出たので、もう一度課題に戻り、太陽が東から西に動くのはなぜかと問うと、

「そりゃ、西から東に地球が動いとるからさ」と理由をはっきり言うことができた。



図3. 地球儀を自転させて、天体の動きを確認する生徒。

4. 議論

(1) 地球の自転を理解させる教具のあり方

天体の日周運動と地球の自転運動を関係づける教材教具にはいくつかのタイプがある。天体の日周運動を疑似体験させる観察器具としては、i-CANなどのインターネット天文台を遠隔操作するもの、カメラで撮影した天体の動きを3Dソフトに加工して生徒に視聴させるものがある(伊藤ほか, 2002; 門脇ほか, 2009)。これらは、天体のみかけの動きを視覚的に捉えさせ、その原因を地球の自転と関係付けて考察させるための事象提示を重視したものである。こうしたアプローチは、事実をもとに追究させるための前提としては有効なものである。しかし、視点移動に関する理解を支援するには、2つの視点を

同時に表示して、関係性に着目させるような工夫が必要であろう。

地上からの視点と太陽系を俯瞰した視点の2つの視点を同時に提示して、理解を深めるためのツールとして、VR技術を導入したシステムが開発されている(安藤ほか, 2004; 川崎ほか, 2010)。こうしたシステムは活用できる環境が限られていることや、どのように学習者に提示するかに関する工夫が必要であると考えられる。

中学校の理科教師がいつでも、どこでも、だれでもすぐに導入できるような指導法としては、透明半球を用いて天球モデルをつくり、その中心に地球モデルを設置して、天球を回転させた場合と、地球を自転させた場合で、天体の日周運動が地上の観察者にとっては、見え方が等価であることを確認するというアプローチがある。

今回用いた器具では、直径1メートルという比較的大きな地球儀にウェブカメラを設置することで、VR技術を用いたシステムと同様に、2つの視点を同時に表示できるようにしたもので、現場で授業をする教師にとっては比較的入手しやすい器具を用いていることに特色がある。しかし、VR技術を導入したシステムと比較すると、カメラの回転に関する機能はないこと、表示する天体も太陽や月といった限られた天体のみを扱っている点など、改良する余地は残されている。空間認識が苦手な生徒にとっても、天体の日周運動と地球の自転が納得できる実験器具としては、有効であると判断された。

(2) モデルにおける方角指導の徹底について

本実践では、特別支援学級において、天体の日周運動と地球の自転の関係性を学習し、実感をともなった理解に至らせるような指導の工夫が必要であった。そのため、大きな地球儀とウェブカメラを用いることで、地上からの視点と宇宙からの視点の両方を対応させて考えることができるようにモデルを準備した。ここで、ウェブカメラにおける方位とモニター画面における方位の関係がわかるように、地球儀にウェブカメラを取り付けてモニター画面で見えるようにする過程で、方位を一つずつ確認しつつ授業を進めた。こうした細かい配慮によって、天体の

日周運動と地球の自転の関係を納得して理解させることができた。

本授業を実践した上麻生中学校では生徒数が少なく、教具と指導方法の有効性に普遍性があるのか客観的なデータを提示するには至っていない。今後もアースボールを用いた授業実践を重ねて、検証を行っていく必要がある。

5. おわりに

ビニール製で空気を入れて膨らませる「アースボール」とUSBカメラを活用することで、パソコン、電子黒板や大型のディスプレイを備えた理科室で、容易に天体の日周運動と地球の自転に関する観察・実験を行うことができた。配慮すべきは、モデルの視野で、方位をしっかりと確認して、天体の動きを捉えるように丁寧に指導することである。本実践で、児童・生徒の視点移動を伴う空間認識の理解に有効であることが示唆されたので、平成24年度に、岐阜県教育委員会・岐阜大学の実施するコアサイエンスティーチャー養成プログラムにおける、県内5箇所の理数教育支援拠点の教材として整備している。

謝辞. アース・ボールは、岐阜大学環境サークルESDクオリアが、ネイチャーゲームとして使用するために所有しているものを使用させていただいた。ここに記して深謝する。

引用文献

- 荒井豊(2000) 理科における視点移動能力の習得に関する一考察, 理科教育学研究, 41, 25-36.
- 安藤真・谷川智洋・吉田和弘・王燕康(2004) 天文現象学習用VRコンテンツと時間コントローラの開発, 日本科学教育学会年会論文集, 28, 455-456.
- 伊藤芳春・吉田和剛・高田淑子(2002) 日周運動のビデオ教材製作による星空環境教育, 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5, 59-64.
- 大崎貢(2011) 中学校理科におけるタンジブル地球儀システムの利用, 教育実践研究, 第21集, 113-118.
- 門脇駿・斎藤弘一郎・高田淑子・宮地竹史(2009) 日周運動観測システム『ぜんてん』の開発と実践, 日本理科教育学会全国大会要項, 59, 364.

川崎亨・岩根典之・松原行宏・岡本勝（2010）身体動作に連動した直感的な視線操作と視点切り替えが可能な仮想天体学習環境の構築，日本教育工学会論文誌，**34**，153-160.

清水俊介，稲葉浩一，小林辰至（2006）中学校理科における日周運動の学習用モデル教材の開発とその評価，理科の教育，**55**，No.10，708-710.

土田理・小林学（1986）児童・生徒の天体分野における視点移動能力の発達過程と関係する基礎的研究，地学教育，**39**，No.5，167-176.

渡辺寛樹・川上紳一（2010）透明半球を用いた天球モデルを活用した理科授業の試み：中学校理科「地球と宇宙」における実践，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），**34**，87-90.

