

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—

渡辺 寛 樹

岐阜大学教育学部附属中学校

川上 紳 一

岐阜大学教育学部

Application of Transparent Hemispheres for the study of celestial globe:
Practice in the subject "Earth and Space" in the Junior High School

Hiroki Watanabe

Fuzoku Junior High School attached to Faculty of Education, Gifu University, Gifu 500-8482, Japan

Shin-ichi Kawakami

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

要 旨

中学校理科「地球と宇宙」の単元において、透明半球を活用した授業実践を行った。天体の日周運動と地球の自転を関係づける学習では直径6cmの透明半球を用いて、生徒一人ずつに天球モデルを製作させる活動を取り入れた。天球モデル作りによって、天体学習における視点移動をイメージしやすくなっており、清水ほか(2006)の研究が裏づけられた。さらに本研究では、直径28cmの透明半球を用いて星座の季節変化と地球の公転を関係づける活動を試みた。

【キーワード】天球, 透明半球, 自転, 公転, 中学校

1. はじめに

中学校理科の「地球と宇宙」の単元では、太陽、月、惑星、恒星の観察などを行い、天体の運動や特徴を考察させ、地球の自転や公転と関連づけて理解することになっている(文部科学省, 2008)。そのためには、観察者の視点を、自転する地球の外に移動させる必要がある。さらに、新しい学習指導要領では、従来の金星の満ち欠けや大きさの変化を内惑星としての運動と関連づけて理解することに加えて、かつては小学校の内容であった月の満ち欠けが新たに追加された。月の満ち欠けを月の公転運動と関連づけて理解するには、太陽、地球、月の位置関係についての科学的な見方が要求される。

天体学習における地上からの見え方から宇宙からみた地球へと視点を変えることは、児童・生徒の空間概念の再構築が必要であり、理解が難しい内容の一つである。これまでに空間概念の変容を促す教材として、ヘッドアースモデル(小森, 2004; 小林ほか, 2004)や透明半球を用いたモデル(清水ほか, 2006)を用いた授業実践が行われている。本研究は、地球の自転に関

する透明半球モデルを用いた授業に続いて、同じく透明半球による地球の公転モデルを導入し、「地球と宇宙」の単元における地球の自転と公転を一連の流れとして学習する単元構成で授業実践を試みた。

2. 教材開発

(1) 地球の自転モデル

天体の日周運動において天動認識と地動認識が等価であることを理解する目的で、発泡スチロール球を地球に見立て、その中心に竹串で地軸をつくり、小さめの透明半球で覆う天球モデルを用いた。発泡スチロール球の直径は3cmとし、地軸に竹串を指した。地球に見立てた発泡スチロール球に日本、北極、赤道上、南半球などを描き、観測したい地点に丸形のシールを貼り、その中心にマッチ棒の先を刺した。シールには東西南北を記し、マッチ棒は観測者を表した。

このモデルは小さいために、実験結果の発表場面はわかりにくいと考え、直径28cmの透明半球に竹串を刺した大きな地球の自転モデルも用意している。

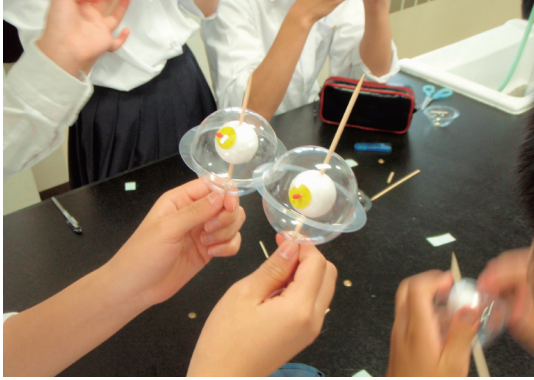


図1. 透明半球を用いた天球モデルと地球の自転。

(2) 地球の公転モデル

地球の公転を考えるために、直径28cmの大きさの透明半球を用いた。中心部には太陽をモデルとした直径10cmの発泡スチロールをおき、竹串を刺して、天の北極と南極の位置にとりつけた。地球を模した直径3cmの発泡スチロール球は太陽の赤道面に竹串で取り付け、天の北極と南極を貫く竹串を回転させることができるようにした。透明半球には、四季の星座を四方向に貼って、季節ごとに見える星座が違ってくるようにして考えることができるようにした。

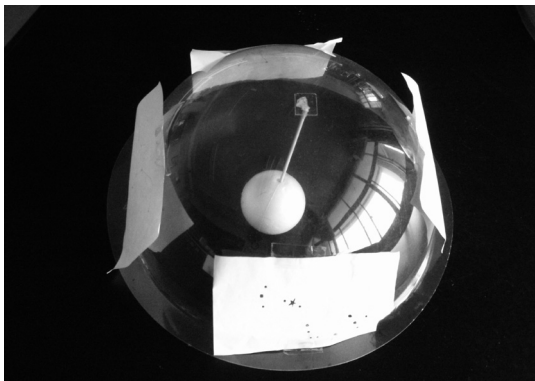


図2. 透明半球を用いた天球モデルと地球の公転。

3. 授業実践

「地球と宇宙」の単元は、晴天の日が多い10月から11月にかけて実施することが多いが、新しい学習指導要領で新たに導入された月の満ち欠けと月の公転に関する授業を岐阜大学教育学部附属中学校の公開授業と研究発表会に位置づけることにし、6月から7月にかけて授業実践を行った。

透明半球を用いた天球モデルは、単元導入時に製作した。このモデルを用いた太陽の日周運動に関する考察は2時間目に行った。その後、

直径28cmの透明半球を用いて、太陽の日周運動の観察記録をとらせた。第4時間目に、再び透明半球モデルによる太陽の日周運動の学習を位置づけた。続いて、季節による星座の移り変わりを天球モデルで追究する授業を行っている。

(1) 透明半球モデルと地球の自転

太陽や星の一日の動きが地球の自転によるものであることを理解する目的で、一人一つずつ透明半球を用いたモデルを製作する授業を行った。丸型のシールを観察者の位置に貼り、マッチ棒の頭を刺してモデルにおける観察者の位置を明確にしたあと、竹串を刺して透明半球に取り付けることで、天球をイメージさせた。透明半球に太陽や星座を描き、竹串を回転させることで、観察者にとっては、天球が回転している場合と、天球が固定されていて地球が自転している場合で、天体の日周運動が等価であることを確認させた。清水ほか(2006)は、透明半球に対して、地軸を23.4度傾けたモデルと、地軸を90度にしたモデルを用いているが、今回の実践では、90度にしたモデルを製作させた。

このモデルを用いて、第2時に太陽の日周運動を調べる授業を実践した。天球を回転させた場合と、地軸のまわりに地球を自転させた場合で、天体の動きが等価であることを追究した。モデルの構築によって空間的なイメージづくりができ、天体の日周運動を地球の自転と関連づけて考察することができており、清水ほか(2006)の実践を裏づける学習成果が得られた。

以下は、この授業における生徒のノートの記入例である：

- 地球を右回りに回すと太陽が左回りに回っているように見え、地球を左回りに回すと、太陽が右回りに回っているように見えることがわかった。このモデルを使うと、地球がどちら向きに回っているかがよくわかった。
- 太陽が東から西に動いて見えるのは、地球が北極側から見て反時計回りに回っているからなんだ。

(2) 太陽の日周運動と緯度による違い

第3時には、太陽の動きを実際に調べる活動を行った。直径28cmの透明半球は20個用意しており、生徒2名で1組になって、太陽の動きを透明半球に記録させた。太陽が東から昇り、南を通過して西へ沈むこと、太陽の動くスピードが一定であることを確認できた。この活動を受け

て、第4時に再び直径6cmの透明半球を用いた天球モデルで太陽の動きを調べた。ここでは、日本だけではなく、赤道直下の場所や南半球における太陽の動きも調べていった。結果の交流の場面では、直径28cmの大きい天球モデルを用いて、太陽の動きについて発表させた。

この活動における生徒の記録には次のようなものがあった：



図3. 透明半球を用いて交流する生徒。

- 今日透明半球を使って、太陽の見かけの動きを考えた。オーストラリアについても太陽の見かけの動きを考えたが、初めは地球上どこでも同じだと思っていたが、場所によって南中高度が違うことがわかって感動した。
- 今日の学習では、地球上のどここの場所でも東側から太陽が昇ることが納得できた。今まで、日本以外の地域でどちらから太陽が昇るかなんて考えたこともなかったけれど、モデルを使って考えたら、どの場所でも東側から昇ることが納得できた。
- 説明をするとき、大きいモデルを使って説明をすると、説明がしやすかった。日本と、シンガポールとオーストラリアを同時に印をつけて竹串を回して説明したら仲間がわかってくれてうれしかった。

これらの記述は、生徒の空間概念の構築に、透明半球を用いたモデルが有効であることを示唆している。この授業のあとで、太陽だけでなく星の日周運動についても調べる授業を実践している。

(3) 透明半球モデルと地球の公転

季節によって見える星座が異なることも透明半球を用いたモデルが有効ではないかと考え、モデルを製作する授業を取り入れた。太陽をモデル化した直径10cmの発泡スチロール球に竹串を刺し、天の北極と天の南極を表し、赤道面上に地球が位置するように短い竹串で小さい発泡

スチロールをとりつけた。これを直径28cmの透明半球に入れて、天球モデルとした。地球の公転は、太陽に突き刺した竹串を回転させることで、地球モデルの位置が変わるようにした。このモデルに季節の星座であるオリオン座、しし座、さそり座、ペガサス座を貼りつけ、地球と太陽の位置関係と見える星座を調べた。

同時に教室の4方向に同じく四季の星座を貼り、季節の違いによってそれぞれの星座がどの方向に見えるかを考えた。この活動では、生徒一人ずつ使えるように人数分ヘッドアースモデルを与えている。透明半球を使って考えるよりも、教室に貼ってある星座を見て考えた方が理解がしやすいといった発言があった。教室で考えた後に、透明半球で考えると、多くの生徒が理解することができていた。

以下に、この授業後の生徒のノートの記録例を示す：

- モデルを使って、説明することができた。星は、地球の自転によって毎日360度回転するようにも見えるけど、地球の公転によっても、星の動きが変化していくことがわかりました。地球が公転することで、季節ごとに見える星座があったりなかったりするんだなと思いました。だから、本当は例えば夏では、夜にさそり座が見えるので、昼にはその反対のオリオン座があって、太陽があるために見えないだけだとわかりました。
- ヘッドアースモデルを使うことによって体で体験できるからとてもわかりやすかったです。やっぱりノートの上だけで考えていくよりも立体空間で表現していくことが大切だと実感しました。この体験を頭の中に浮かべられるよう、しっかり復習していきたい。

4. 議論

(1) 視点移動と空間概念構築のための天球モデルの有効性

天体学習における視点移動をどのように理解させるのかは、中学校理科「地球と宇宙」の学習における大きな課題となっている。これまでにヘッドアースモデルや透明半球を用いた授業実践があるが、本研究でも清水ほか(2006)の実践を参考に、透明半球を用いたモデルが有効であることが示された。とりわけ、太陽の動きを調べる活動において、地球の緯度による太陽の動きの違いを説明する活動で、直径28cmの大きな天球モデルがわかりやすいことが示された。

地球の公転モデルについても直径28cmの透明

半球を用いたモデルで追究したが、生徒にとってはわかりにくいという感想が多かった。これは、太陽のモデルとして用いた透明半球が直径10cmであり、天球モデルに対する太陽が大きすぎて、地球の公転をイメージするのに不適切であったことが原因と考えられる。しかし、透明半球を用いた天球モデルとヘッドアースモデルの両方を用いたことで、教室の壁を天球であることみなして、ヘッドアースモデルで追究したことで、空間概念の構築において役に立ったのではないかと考えている。

さらに、本研究で用いた直径6cmの透明半球と直径28cmの透明半球を用いた地球の自転モデルと公転モデルについては、2009年7月4日に岐阜市科学館で実施された教員免許状更新講習「わくわく、感動！月と星の世界」（講師：川上紳一）において、教員研修を目的に使用した。このときは、太陽のモデルとして直径3cm、地球のモデルとして直径1cmのものを用いており、天球の大きさに対し、太陽と地球を小さくしたため、地球の公転と星座の季節変化についてわかりやすかったという評価が得られている。

(2) 天体学習の時期について

本研究は、岐阜大学教育学部附属中学校の授業公開および研究発表会において、月の満ち欠けと月の公転の授業を実施したため、通常とは異なる6月に授業を行った。この時期は梅雨であり、2009年にエルニーニョ現象も発生したため梅雨明けも遅れ、モデルを用いた授業と平行して、月や星座の観察が十分行えなかった。天体分野の学習では、月や星座の動きや満ち欠けに関する観察体験をもとに授業を組み立てることで、実感をともなった理解や論理的な言語活動による追究を促す授業が実現できる（白木・川上, 2010）。

中学校での授業実践においても、夏休みが終わった9月に星座観察を行うと、西の空におとめ座のスピカ、天頂付近に夏の大三角や白鳥座、そして東の空にペガス座を一度に見ることができ、季節の星座が天球の異なる場所に配置されていることをとらえさせることができる。さらに早朝に観察を行うことができれば、南東の空にオリオン座を確認できる。

あるいは、プラネタリウムを活用した体験学習を位置づけることで、天体観察とモデル学習

を関連づけて納得のいく授業実践も可能である（山田・川上, 2005；清水・川上, 2010）。

星座の季節による移り変わりを天体の日周運動と関連づけて観察させることで、天球の概念構築のための基礎づくりとすることができるものと考えられる。

5. おわりに

地球の自転や公転による天体の動きについて、透明半球を使った教材を開発し、授業で活用した。空間的概念が形成しにくい生徒が多い中、意欲的に学習に取り組んだり、太陽や星の見かけの動きを地球の自転や公転を関係づけて考え、納得できた生徒がたくさん見られた。

今後、天体分野での単元指導計画に透明半球の教材を位置づけるとともに、公転の学習で活用しきれなかった部分を改善していくことが課題である。

本研究は、教員免許状更新講習「実物教材とICT活用でよくわかる理科学習」（講師：川上紳一）および課題解決型研究開発事業「ICTを活用した理科教育分野における教育実践研究」として実施したものである。

文 献

- 小林恵理・佐藤尚生・今村哲史・坂井伸之（2004）中学校理科における生徒の概念変容を目指した指導の研究，日本理科教育学会全国大会，**54**，178。
- 小森栄治（2004）地球と宇宙～ヘッドアースモデルによる宇宙の学習～，<http://www.sony-ef.or.jp/science/meeting/2004/pdf/hasudaminami-universe.pdf>
- 清水哲司・川上紳一（2010）飛騨プラネタリウムを活用した小学6年「地球と宇宙」の授業実践，岐阜大学教師教育研究，**6**，印刷中。
- 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。
- 白木克郎・川上紳一（2010）太陽と月の位置関係と光の当たり方の学習におけるデジタルコンテンツの開発と月の継続的観察を踏まえた授業実践，岐阜大学教師教育研究，**6**，印刷中。
- 山田茂樹・川上紳一（2005）中学校における博物館やプラネタリウムを活用した野外観察学習，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），**30**，65-76。