

天文分野における日周運動と年周運動 に関する一考察

柳本 高秀

筆者は、平成17年度から、天文分野における空間概念の形成に関する研究を行っており、現在も天体の運動に関する教授・学習方略についての研究を継続している。本稿では、その中から、日周運動と年周運動を取り上げ、教科書記述の分析と新たに考案しているモデル実験をもとに、この分野における児童・生徒の理解を深める指導についての提案を行う。

[キーワード] 日周運動 年周運動 モデル実験 探究活動

はじめに

これまで、小・中学校の天文分野における日周運動と年周運動に関しては、児童・生徒の理解不足が、様々な調査や先行研究等で指摘されてきた。

例えば、平成15年度に実施された教育課程実施状況調査において、北天の星の動きや太陽の自転、日の入りや太陽の動きに関する問題では、設定通過率を下回る結果となり、空間的な認識や思考面に課題が見られるという報告がなされた。また荒井は、小学校3年生から中学3年生までの全天の星の動きの認識について調査し、中学3年生の学習後でも、東西南北の空について正しく認識している生徒は半数に満たないことを述べている^{*1)}。

そこで本稿では、教授・学習の基本となる教科書記述の分析をもとに、新たに考案しているモデル実験を通して児童・生徒の理解を深める指導について、提案を行う。

1 教科書の内容分析

北海道内で使用されている3社（東京書籍＝以下（東）、啓林館＝以下（啓）、教育出版＝以下（教））の中学校3年生の教科書（天文分野）について、日周運動・年周運動に関する内容の分析を行った。

①透明半球を使った太陽の1日の動きの観測

図1のような透明半球を用い、太陽の動きを観測・記録した後、次のような考察をしている。



図1 透明半球を用いた観測の例（東）

*観測後の考察に関する記述

- ・ビニルテープと透明半球のふちが交わる点は何をあらわしているか（教）。
- ・太陽がもっとも高くなるのはどの方位のときか。またその時刻は何時ころか（教）。
- ・透明半球上の●印をなめらかに結んだ曲線は何を表しているか。また、それを延長して画用紙と交わった点は何を表しているか（啓）。
- ・季節が変わると、太陽の動きはどのように違ってくると考えられるか（東）。

②太陽の1年の動き

- ・太陽は星座の間を西から東へ移動しているように見え、1年度には再び同じ場所に戻ってくる（東）。
- ・地球の公転による太陽の星座に対する動きは太陽が沈んだすぐあとの西の空に見られる星座（太陽の近くにある星座）を調べることでわかる。太陽は、夜に見られる星座とは反対に、星座の間を西から東へ動いていき、天球上を1年で一回りする（教）。

- 地球から見た太陽は、地球が公転することによって、図2の天球に矢印で示した経路上をゆっくりと移動しているように見える(啓)。

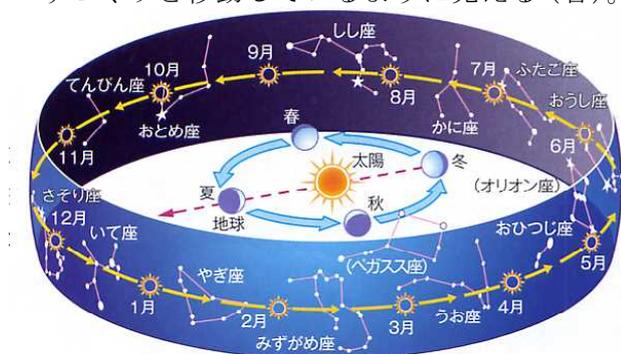


図2 啓林館の図

③季節による太陽の動きの変化

- 日の出と日の入りの位置は、夏至のころは北寄りになり、冬至のころは南寄りになる。春分、秋分の日には、太陽は真東からのぼり、真西にしずむ(東)。
- 同じ場所で太陽の動きを調べると、図3のように、季節によって南中高度や日の出・日の入りの位置が変化していることがわかる(啓)。

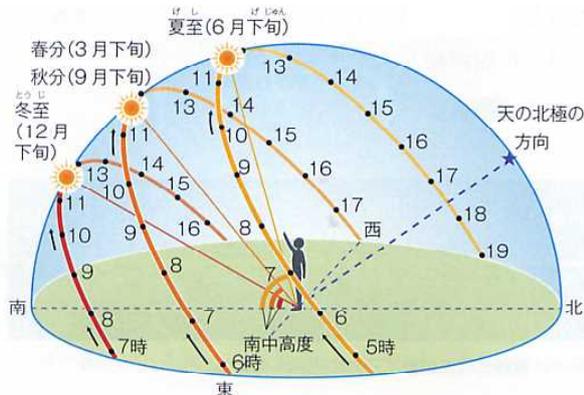


図3 季節による太陽の動きの変化(啓)

- 太陽の日周運動の経路は、図4のように変化していることがわかる(教)。

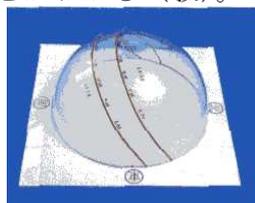


図4 教育出版の図

- 1年間調べると、太陽の日周運動の経路は、

季節によって、図5のように変化していることがわかる(教)。

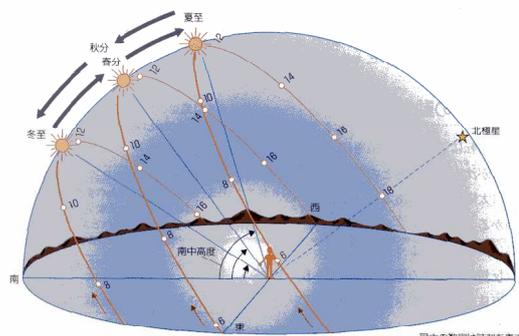


図5 教育出版の図

教育出版のみ、前述①の太陽の1日の観測結果が、季節によってどのように変化しているのかという記述がある。また、図5では、1年を通じた周期的な日周運動の経路の変化についての記述がある(図5中の矢印⇄)。加えて、図3(啓)、図5(教)では、季節による日の出・日の入りの位置の変化も図示されている。

2 これまでの先行研究等で指摘されてきた問題点

これまで、天文分野の日周運動・年周運動の理解不足の原因として、以下のような問題点が指摘されてきた。

- 季節による太陽高度の変化に比べて、日の出、日の入りの位置が変化する認識が非常に低い。
- 日の出・日の入りの位置の変化を認識している生徒でも、季節によって周期的に変化していることまで認識している生徒は非常に少ない。
- 黄道12星座について、太陽が星座の中を動くという考え方や星座が観察できる時期に、誤認識がある。

これらの問題点を解決する方策として、以下のような実践を行った。

3 透明半球と日の出・日の入りガイドを融合した実践

中学校授業づくり講座、ならびに教育課程研究協議会において実践を行った。受講者・参加者に対し、透明半球を使用し、季節による太陽の軌道の違いについての演習を行った。

その際、表1のような日本4カ所での春分・夏至・冬至の日における、日の出・南中・日の入りの時刻と南中高度が示されたプリント(2014年のデータ)を配布した。

表1 日の出・南中・日の入りの時刻(2014)

	春分 (3/21)	夏至 (6/21)	冬至 (12/22)
根室 E145° 34' N43° 19'	5:19 11:25 17:31 46.9°	3:36 11:19 19:02 70.1°	6:46 11:16 15:46 23.2°
旭川 E142° 21' N43° 33'	5:31 11:38 17:45 46.3°	3:46 11:32 19:18 69.6°	6:59 11:29 15:59 22.8°
江差 E140° 6' N41° 52'	5:42 11:47 17:53 48.0°	4:04 11:41 19:19 71.3°	7:03 11:38 16:13 24.7°
明石 E135° N34° 38'	6:03 12:07 18:12 55.5°	4:47 12:02 19:16 78.8°	7:03 11:58 16:54 31.9°

受講者の多くは、表1をもとにして、春分の日における太陽の軌道をテープで正しく示すことができたが、夏至の日の太陽の軌道を正しく示すことができず、図6の点線の軌道のように、日の出・日の入りの位置を、春分・秋分の日と同じ真東・真西を起点とする誤答が見られた。

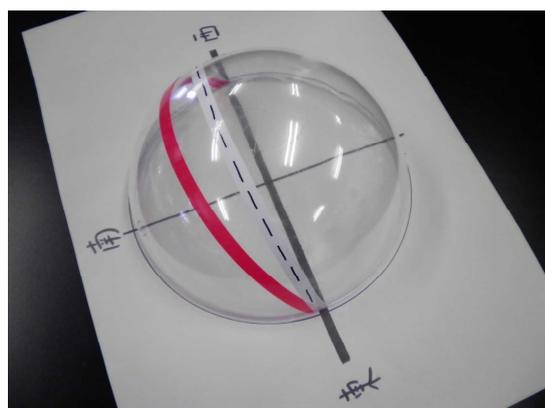


図6 夏至における太陽の軌道(誤答)

日の出・日の入りの位置に関する理解を深める目的で、Kenko社のサンガイド(日の出・日の入りを撮影するカメラマン用)を参考にして、図7のような、プラ板の上に日の出・日の入りの位置を直線で示した「日の出・日の入りの位置ガイド」を作成した。

位置ガイド」を作成した。

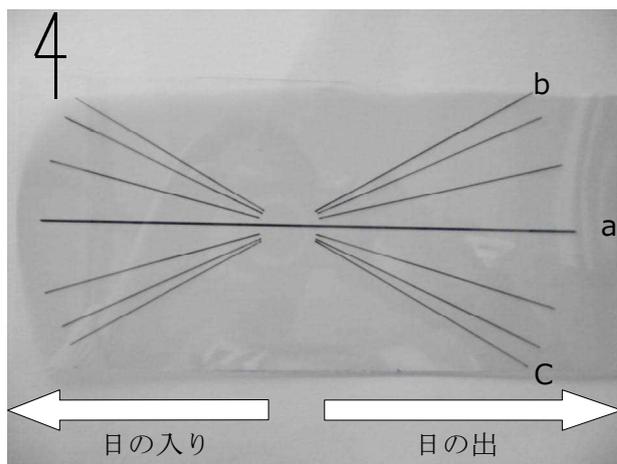


図7 日の出・日の入りの位置ガイド

図7の右側は日の出(東側)、左側は日の入り(西側)の位置を示している。なお、aは春分・秋分(真東・真西)、bは夏至(北寄り)、cは冬至(南寄り)前後の日の出の位置を示している。

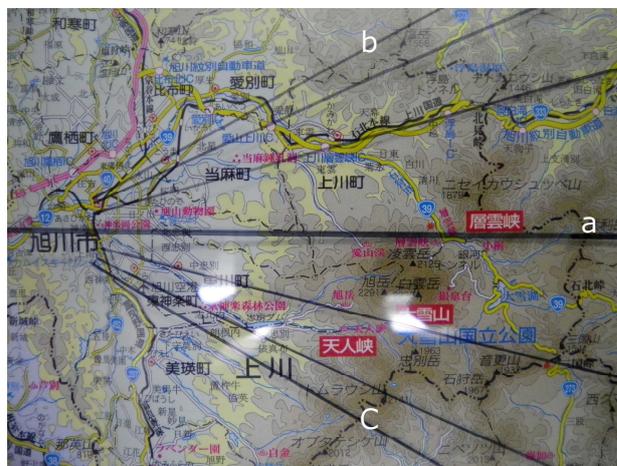


図8 地図上に置かれた日の出・日の入りの位置ガイド(観測点は旭川市の中心部)

受講者に北海道地図を配布し、その上に任意の地点に、「日の出・日の入りの位置ガイド」を置かせた。その後、任意の地点における、春分・秋分、夏至、冬至での日の出・日の入りの位置を地図上で確認させた。図8は、旭川市内を例にしたものであるが、春分・秋分では旭岳付近、夏至では天塩岳付近、冬至ではトムラウシ山付近が、日の出の位置ということがわかる。

演習の終わりに、「日の出・日の入りの位置ガイド」の上に、正しく春分・秋分，夏至，冬至における太陽の軌道が描かれている透明半球を置いた。

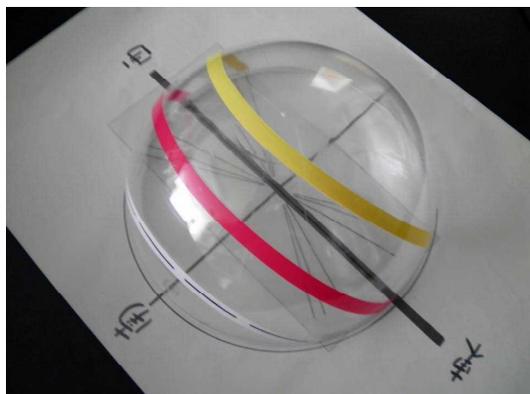


図9 日の出・日の入りの位置ガイドの上に置かれた透明半球



図10 図9の拡大図（東側から見た図）

教科書においては、図3にあるように季節による太陽の軌道の違いが述べられているが、透明半球での観測と「日の出・日の入りの位置ガイド」を組み合わせることで、2次元的な認識と3次元的な認識を、統合することができる。

4 地球の公転による星座の見え方に関するモデルの紹介（中学校講座での紹介）

中学校講座において、地球の公転による星座の見え方に関するモデルの紹介を行ったので、その中から黄道12星座に関する受講者の誤認識について紹介する。

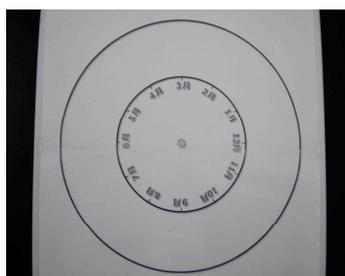


図11 講座で使用したボード



図12 黄道12星座の図（啓）

受講者に、図11のボードに図12を参考にして、ボードの外周に星座版、内周に地球を配置させた。

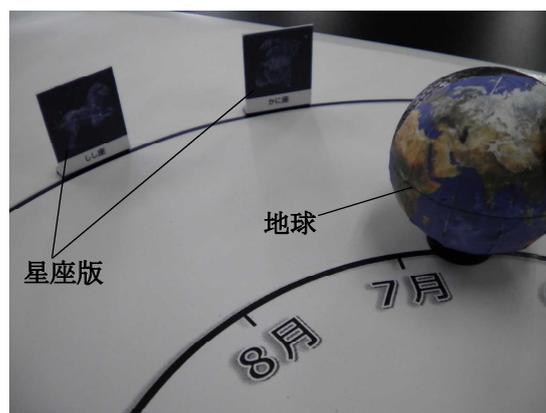


図13 星座版が6ヶ月ずれて配置している誤答例（ボードの内周にある「7，8月」は地球の公転による位置）

図13のように、正答から6ヶ月ずれて星座版を配置しているグループが半数見られた。これは、教科書に記載されている、黄道12星座の図（図12）の解釈を間違っていることが原因としてあげられる。太陽が星座の中を1年間かけて動いていくのは、あくまでも、地球の公転による見かけの運動であることの認識が弱く、図12の時期＝その星座に対して地球が一番近くなる時期として誤答しているものと考えられる。

この誤認識は、これまでの先行研究においても指摘されていることであり、今後、図11のボードを活用した学習プログラムを計画・実施することで、その改善につとめていく予定である。

おわりに

今後は、英米のカリキュラムを参考に、考案中のモデル実験の改良をさらに進めていく。

主要参考文献

- 1) 荒井豊；『埼玉県北部の児童生徒を対象とした星の動きに関する認識調査』，地学教育，Vol. 56, No. 287, (2003)

（やなぎもと たかひで 地学研究班）