

## 投稿

## 児童を対象とした“周極星学習”の指導例

## ～簡易赤道儀を利用して～

古俣龍一（天文教育普及研究会中部支部）

## 1. はじめに

赤道上の夜空のすべての星々は、日周運動によって東から西へと半円を描くように昇沈していく。しかし、球体である地球は観測者の位置する緯度の違いによって、赤道上で見られるような日周運動とは異なる星の動きを観察することができる。

北半球においては、緯度の高低の違いにより北極星（ポラリス）への仰角が変化するため、例えば北緯 30～40 度前後に位置する日本では、北寄りの星々は東の地平線から西の地平線へと大きな弧を描いて昇沈していく様子が見られるようになる。そしてさらには北極星付近では円周軌跡を描いて地平線下に沈まない星々を観察することになる。これらの星々は「周極星」と呼ばれ、南半球においても同様の説明で天の南極（現在南極星に位置する星はない）を中心として周極星が存在することが理解できる。

この周極星については、一般に上述した説明で理解が可能と思われるが、実体験の少ない小学校児童（ここでは中学年以降の児童）を対象とした場合、容易に説明できる内容とは言い難い。

筆者は小学校に勤務した時期があり、中高学年児童に対して天球儀や DVD など関連する教材を活用し周極星の指導を行った経験があるが、十分な理解は得られず指導の難しさを痛感している。周極星の存在を理解するには星空観望会や観測イベントなどを利用して長時間にわたっての視覚に訴えた「実体験」が理想的と考えるが、対象者の年齢的、時間的な制約を考えると現状は難しい。

しかし、現行の小学校学習指導要領「理科」

第 4 学年で提示される「(5) 月と星」[1]での一連の学習活動は、この時期の児童の多くが宇宙に興味をもち始める重要な機会と捉えることができ、さらに沈むことのない周極星の存在を知ることは一層の宇宙への関心が高まる良い機会と考える。加えて、これらの学習活動は中学校第 3 学年における「(6) 地球と宇宙」[2]の領域へと継続的に繋がっていくものであり、宇宙へのさらなる興味関心を高める適時的な学習と考える。

したがって、この時期の児童における「星の動きにかかわる学習」の効果的な指導法の検討が望まれるところである。

ところで、種々の天文分野で観測や調査研究に用いられている「ドイツ式赤道儀」（以下：赤道儀）[3]は近年、正確な自動導入機能や精密な自動追尾機構あるいは関連ソフトの充実などオプションでの装備が豊富であり、プロ・アマチュアの天文家を問わず広く活用されている。超新星や新彗星の発見、星食観測での掩蔽確認あるいは深宇宙の星雲星団の精巧な写真の提供など最新の赤道儀を駆使した多くの研究成果が報告されている[4、5]。

ただ、赤道儀そのものは図 1 に示すように赤経体と赤緯体とを直角に組み合わせた構造であり、操作は比較的単純である。

もし、この赤道儀の基本的な構造と操作の手順さえ理解できれば、実体験の少ない児童にとっても星々の日周運動さらには周極星運動の理解へと“実体験に準じた学習”（以下：“周極星学習”）が期待される。

そこで本稿では、日本における小学校児童を対象に簡易赤道儀を用いた“周極星学習”の指導例を検討した。

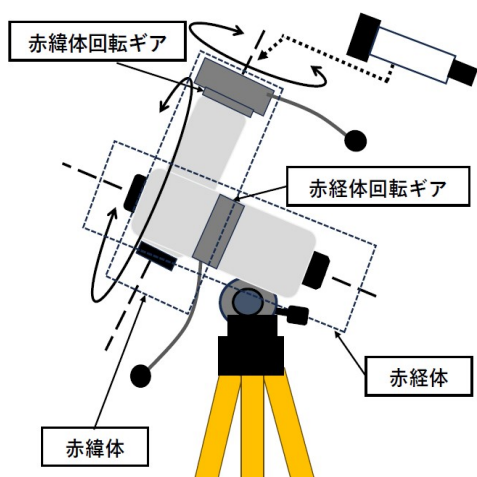


図1 赤道儀の基本的な構造図

## 2. 簡易赤道儀の操作と観測手順

指導には図2に示すような赤経・赤緯部の粗・微動操作が可能な簡易赤道儀を使用する。



図2 “周極星学習” に使用する赤道儀

一般に赤道儀を用いた観測は概ね以下の3つの手順で行う。

- ① 高度調整ノブを使用し、赤経体先端部（極軸部）を北極星（南半球では天の南極）の方向に合わせる。
  - ② 赤経・赤緯部を粗動で操作しながら、赤緯体上端に搭載した望遠鏡やカメラなどに目標天体を導入する。
  - ③ この後は、目標天体の動きに合わせて赤経微動ノブを操作（回転）させながら追尾する（必要に応じて赤緯ノブも操作）。
- ①の操作で「赤経軸」（極軸）は地球の自転軸と同じ向きになり、赤経軸を回転させるだけで赤緯上に搭載した望遠鏡やカメラはどの

方角の天体も追尾可能となる。

本格的な観測には、赤道儀の水平出しや方位磁針を用いた正確な極軸合わせが必要であるが、①～③の手順で星の動く様子は十分に観察することが出来る。本指導では、この簡易赤道儀の基本的な操作を利用し、児童に対して日中での指導を計画する。なお、赤道儀各部の主な名称は図3に示す。

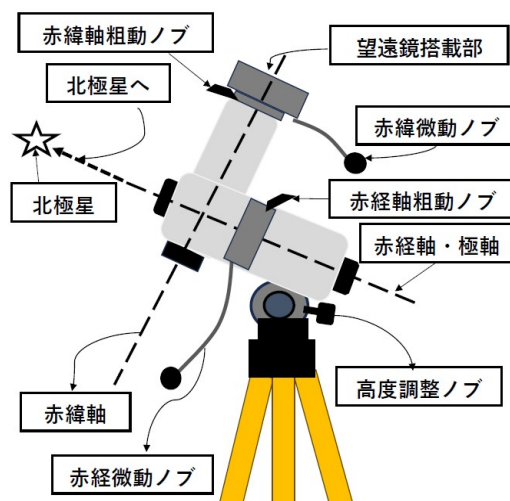


図3 赤道儀各部の主な名称

## 3. “周極星学習” の位置づけと指導の流れ

対象児童は小学校第4学年とし、「B.生命・地球」分野で学習する「(5) 月と星」の単元内で発展的な学習として取り扱う[1]。本単元は第3学年における「B.生命・地球」領域の「(2) 太陽と地面の様子」の学習内容を踏まえた内容であり、指導に当たっては、DVD教材や各種資料などを活用し、月や星の特徴や動きについて学習活動が計画される。今回の“周極星学習”はこれを受けて、本単元の最終時に1時間扱いで行う。本指導のめあては、『赤道儀の構造を理解し、赤道儀の動きを利用して星の日周運動ならびに周極星の動きを理解する』とする。実施場所は日中の見晴らしの良い校庭や屋上を基本とするが、教室での実施も可能とする。指導者は事前に指導場所からのおよその北極星の方位と高度を把握しておく。準備する赤道儀は図2に示したよ

うに三脚に搭載し、赤緯体上端には“ひとみ”を模したイラストを張り付ける（図4）。



図4 赤緯軸先端に貼り付けた“ひとみ”

指導は以下の3段階に分けて指導する。

- I. 赤道儀の構造および操作についての理解
- II. 赤道儀の追尾による星々の動きについての理解
- III. 特定の方角における星の動きについての理解

指導の流れは表1に示す。

## 4 本指導の解説

### 4.1 赤道儀の扱いについて

赤道儀は赤経部・赤緯部を粗動操作できるものであれば特に問題はないが、両軸の微動ノブ（図3、4）が付属していればより理想的である。三脚は必要に応じて用意するが必須ではなく、赤道儀をじかに机の上などにおいての指導も可能である。本時は日中での指導であり、追う星々は「架空の星」であるため、極軸合わせは特に正確に行う必要はなく、おおよその極軸合わせで問題はない。また、晴天の屋外での指導であれば表1「指導II」の前段において、太陽の動きを観察するのもよい。指導の際にはある程度の正確な極軸合わせが事前に必要となるが、望遠鏡や接眼鏡（低～中倍率）、太陽投影版などを準備し、投影版上を移動していく太陽の様子を観察させると日周運動を直接実感でき効果的な指導と言える。ただ、太陽は黄道上を移動するため恒星

とは厳密には動きが異なるため本時のめあてに沿わない部分もある。あくまでも「指導II」の導入部分（表1中く\*くで示している）での短時間の観察に留めたい。太陽を直接観ることは厳禁であることにも注意が必要である。

本指導では、赤緯体先端に望遠鏡やカメラの代わりに“ひとみ”を張り付けた。“ひとみ”はこの時期の児童には具体的でわかりやすいアイテムであり、児童も“ひとみ”の動きとともに「架空の星」に興味をもって追うことが予想される。

### 4.2 赤道儀の構造について

赤道儀は児童にとって必ずしも馴染みのあるものではない。一方でよく目にする経緯台との違いの説明は必要と思われる[3、6]。機材に余裕があれば実際に経緯台も用意し、操作の違いを理解させるのもよい。また、単なる構造の説明のみで終わらず、実際に数人の児童に手で触れさせて操作させるのもよい。赤道儀の構造や操作にかかわる理解は本時のめあて達成に直結する重要な部分であるので丁寧に指導したい。

観測所やドームなどに設置されている大型の赤道儀は、専門的で高度な観測が要求されるため様々な最新鋭の機能が搭載されているが（しかも極めて高価）、基本的には本指導で扱う簡易赤道儀も同様の構造をもった機材に他ならないことを知らせると児童の興味関心もより高まるかもしれない。

今回作成した指導例の実践を通して指導効果を多角的に検証し、今後におけるより効果的な“周極星学習”の指導計画の検討を行いたい。

### 4.3 “周極星学習”の発展的指導

今回指導する“周極星学習”は、我々の住む北半球での星々の動きを観察しながら周極星の動きを学習することを目的としているが、

時間に余裕があれば、南の星々の動きを観察させることも有効な指導である。南東低空から昇る星が南中時前後の僅かな時間だけ現れる「出没星」(カノープスが代表的である)の存在や南側の地平線から全く昇ってこない「全没星」の存在まで説明することも可能である。さらに、極軸を真上に向けることにより観測者は北極点あるいは南極点上に位置することから、すべての星が周極星になることも理解することができる。これらはすべて赤道儀の操作によって容易に説明が可能である。

## 5. 児童以降での“周極星学習”の可能性

筆者は大学の教育学部に勤務した時期もあり、教員志望の学生を対象とした「教員採用試験対策講座」を担当した経験がある。受講生は小学校教員を志望する学生であり、講義内容は「過去の問題における傾向と対策」(以下:過去問)が中心となる。例年、各自治体では「一般教養」、「教職教養」および「専門教科」など教師にとって必要な専門知識の理解度を図る設問を幅広く出題している。「専門教科」においては各教科別に問題が出題されるが、理科分野では星の動きに関連する問題も散見する。資料 1-1 および 1-2 に最近の過去問例を紹介するので参考にされたい。

資料 1-1 の問題は小学校段階で理解の定着が図られる学習内容と思われるが[1]、必ずしも正答率が高い割合ではなかったことを記憶している。年齢に違いはあるがこのような講義の一部にも表 1 の流れに沿った“周極星学習”を扱っていくことも有効かもしれない。

## 6. まとめ

小学校学習指導要領解説「理科編」では、第 3 学年で日陰の位置が太陽の動きによって変わること、第 4 学年で月や星が時刻の経過に伴って位置を変えること、第 6 学年で月の位置や形と太陽の位置との関係といった内容

が提示されており、地球上に視点をおいた学習がねらいである[1]。星や太陽を含めた天体の動きについての詳細な学習は、中学校理科における第 2 分野「(6) 地球と宇宙」で扱うことになる[2]。したがって、この時期の児童においては観察した太陽や星の日周運動が、地球の自転によって起こる相対的な動きによるものであることを理解させる必要は特になく、定点観測による星や太陽の動きを理解するにとどめておくことで学習の目的は十分に達成されるものである[1、2]。

ただ一方で、第 4 学年における「月と星」の学習に際しては、DVD の視聴や各種資料、あるいはプラネタリウムなどを活用しての学習が主となり、あくまでも机上の学習の域を出ておらず実体験を伴った学習には程遠いものであることは否めない。児童にとっては十分な時間をかけた実体験を伴う観察が理想と考えるが、現実には様々な制約があり机上の学習に頼らざるを得ないのも現状である。その点を考慮すると、本稿で紹介した赤道儀を利用した“周極星学習”は将来的に実体験をするであろう児童たちへの“橋渡しの学習”と理解したい。

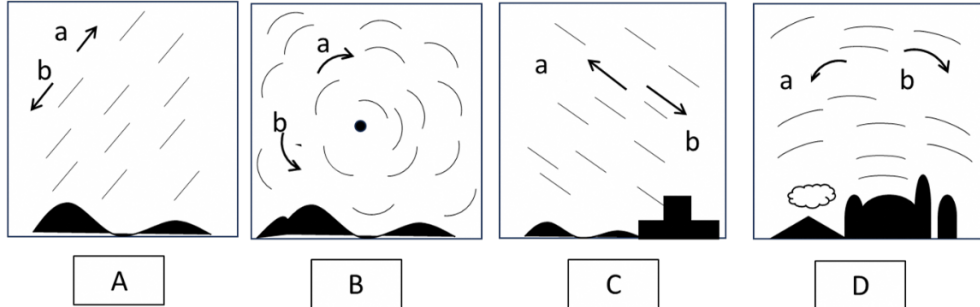
## 文 献

- [1] 文部科学省 (平成 29 年)「小学校学習指導要領 理科編」, pp.42-44, 59-60, 92-93.
- [2] 文部科学省 (平成 29 年)「中学校学習指導要領 理科編」, pp.104-108
- [3] 大野裕明・榎本司 (2020)「天体望遠鏡の使い方」, 誠文堂新光社, pp.18-23.
- [4] 星ナビ (2023,12)「リモート天文台で大望遠鏡をレンタル」アストロアーツ編 KADOKAWA, pp.36-47.
- [5] 天文ガイド (2023,10)「9 月 21 日のアンタレス食」, 誠文堂新光社, pp.15-19.
- [6] 公益社団法人日本天文学会 (2018)「経緯台」<https://astro-dic.jp/alt-azimuth-mounting/>

表 1 指導の流れ

指導段階	指導者	児童
事前	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置した赤道儀の周りに集合させる</li> <li>・「月や星」について、今まで学習したことを思い出させる</li> <li>・方角を確認させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集合する</li> <li>・DVD やプレゼンテーションなどで月や星は東の空から西の空に沈んでいくことなど学習したことを思い出す</li> <li>・現在位置での東西南北を確認する</li> </ul>
I	赤道儀の構造・操作 <ul style="list-style-type: none"> <li>・赤道儀各部の名称および操作についての説明をする</li> <li>・極軸部を北極星の方向に合わせた後、赤経微動ノブを回転させ、赤緯部の“ひとみ”がどのように動くのか観察させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・赤経軸、赤緯軸、極軸などの各名称を知る</li> <li>・赤経軸、赤緯軸は粗動や微動操作ができることを知り、極軸を北極星に合わせると“ひとみ”(赤緯軸)は星の動きに合わせて追尾できることを知る</li> </ul>
II	赤道儀の追尾による星の動きについて <p style="text-align: center;">〈*〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ほぼ真東の地平線上から昇る「架空の星」に“ひとみ”を合わせ、星がどのような動きをするのか予想させ、“ひとみ”の動きを観察させる</li> <li>・時間の経過を早め、赤緯体を回転させると“ひとみ”の先の「架空の星」は西の地平線にどのように沈んでいくのか、3時間後、6時間後と動きを予想させる</li> <li>・東から昇る「架空の星」を徐々に北の地平線上の星々に移動させ、赤道儀を同様に操作すると“ひとみ”はどのような動きをするのか予想させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「架空の星」は時間とともに南寄りの高い上空を通り、やがて南中することを知る</li> <li>・「架空の星」はその南中後、西の地平線に沈んでいくことを知る</li> <li>・「架空の星」は東の地平線から昇り、北寄りの上空を弧を描くように西の地平線に沈んでいくことを知る</li> </ul>
III	特定の方角における星の動き <ul style="list-style-type: none"> <li>・さらに北の地平線に位置する「架空の星」を選び“ひとみ”がどのような動きをするのかを予想させる</li> <li>・北極星周辺の複数の星々はどのような動きをするのか予想させる</li> <li>・北斗七星もしくはカシオペア座の位置を思い出し、北極星の周りをどのように移動するか予想させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北寄りの東の地平線へ移動するごとに「架空の星」はやがて円を描いて沈まない星が出始めることを知る</li> <li>・北極星周辺の星々は円周軌道を描いて地平線下に沈まないことを知る</li> <li>・両星座とも北極星近くに位置するため、周極星と同様の軌跡をたどることを知る</li> </ul>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の学習を振り返らせる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・赤道儀の操作から星は東から西へと昇沈すること知る</li> <li>・北極星付近の星は円周軌道を描き、地平線下に沈まない星々が現れることを知る</li> <li>・これらの星々を周極星と呼ぶことを知る</li> </ul>

次の図は、日本のある地域で東西南北それぞれの星の動きを、カメラのシャッターを開いたまままで撮影した様子を示したものである。次の各問いに答えよ。

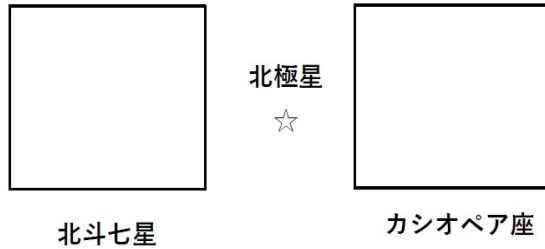


- (1) A~Dはそれぞれどの方向の写真か、答えよ。
- (2) A~Dそれぞれにおいて、星の動く方向はa, bのどちらか。
- (3) 図のB, Dのように星の動きの軌跡が、弧状になる理由を次から選び、記号で答えよ。  
 ア、地球は地軸が傾いた状態で公転しているため。  
 イ、地球は太陽を中心に1年で1回公転しているため。  
 ウ、地球は地軸を中心に1日に1回自転しているため。  
 エ、地球は地軸の傾きを一定に保っているため。

資料 1-1

日本のある地点で北極星付近の星座を観察した。次の各問いに答えよ。

- (1) 北斗七星とカシオペア座は、右の図の位置ではどのように見えるか。図に描け。



資料 1-2

教員採用試験対策問題集 専門教科 小学校全科 (2023年) 東京アカデミー編 七賀出版から引用



古俣龍一 (Ryuichi KOMATA)