

太陽方位高度測定器の作成と 日影曲線を用いた授業展開

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、現在も筑波大学大学院人間総合科学研究科において、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、太陽の方位と高度を示すことができる測定器の作成と、日影曲線を用いた授業展開についてその一部を紹介する。

[キーワード] 太陽方位高度測定器 日影曲線 太陽の軌道 かげのしくみ

はじめに

近年、児童・生徒の自然体験不足が問題となっている。特に、太陽、月、星などの天体の観察については、観察に時間がかかること、天候に大きく左右されることなどから、天体観察・観測にじっくりと取り組んだことの無い児童・生徒の割合が多いことが、北海道における理科教育の充実を図るための調査等、国内の各種調査において数多く指摘されている。

そこで本稿では、児童・生徒が天体に対する興味・関心を持ち、天体の観察・観測を意欲を持って行うよう、天体を観察し、その天体の動きを探究するための教材として、太陽方位高度測定器ならびに日影曲線を取り上げた。なお、今回取り上げる教材は、当センターの理科教育指導資料（第31号^{*1}）に紹介されているものを改良したものである。

1 太陽方位高度測定器の作成

準備；方位角測定用紙(図1)，方位測定台の台紙(図2)，高度目盛板(図3)，方位磁針，竹串，割ピン，ガムテープ，ボンド

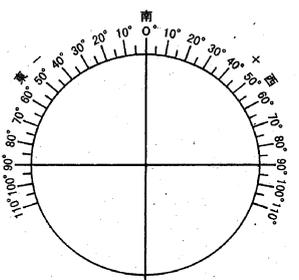


図1 方位角測定用紙

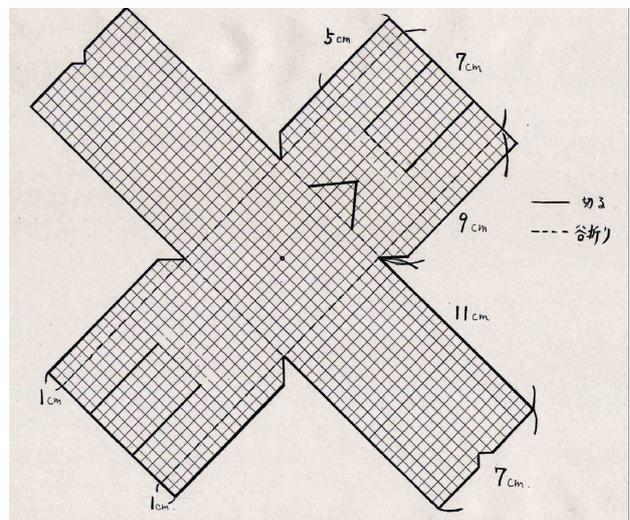


図2 方位測定台の台紙

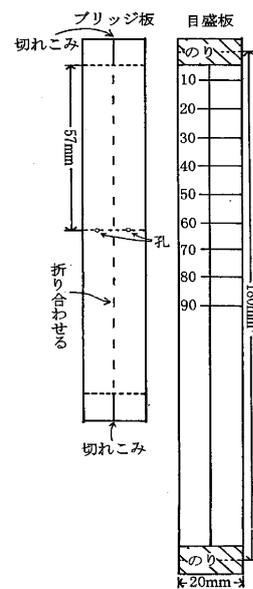


図3 高度目盛板

方法；

- (1) 方位測定台の台紙（図2）の外周を切り取り，図4のように組み立てる。

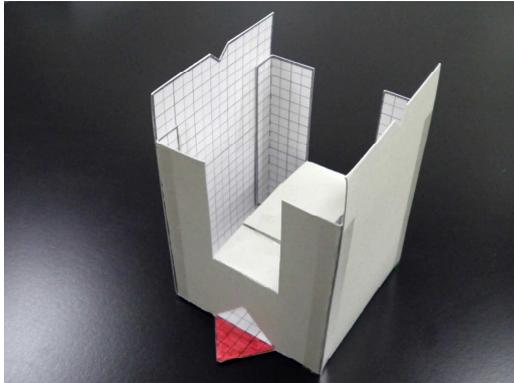


図4 方位測定台

- (2) 高度目盛板（図3）を，目盛が内側になるように半円形にそらし，両端をブリッジ板の両端と接着する。
 (3) 竹串（回転軸）がブリッジ板と垂直になるように，ボンドで取り付け，高度測定器（図5）を作る。

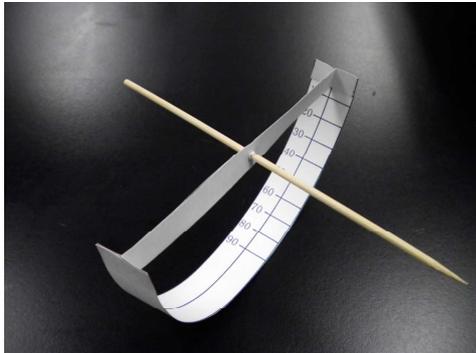


図5 高度測定器

- (4) 方位測定器の底の中央に穴を開けておき，方位角測定用紙の裏から中心部に割ピンを入れ，割ピンを開く。
 (5) 測定台の上に測定器をのせる。（図6）
 (6) 日の当たる窓側や校庭などで，方位磁針に合わせて方位測定用紙を置く。
 (7) 高度測定器を，付いている目盛が北側になるように測定台にのせる。

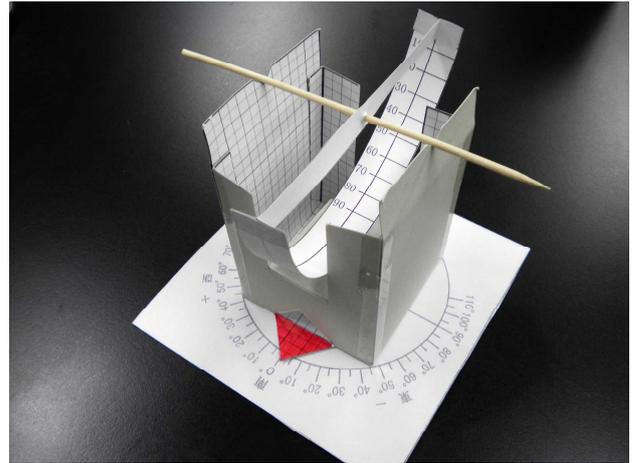


図6 太陽方位高度測定器

- (8) 高度測定器のブリッジ板の影が目盛板の中心に一致するように測定台を回し，方位測定針（三角形）の位置を方位測定盤で読みとり，太陽の方位角を測定する。
 (9) 高度測定器の目盛板に竹串の影が映った角度の数値を読み，太陽高度を測定する。

○太陽方位高度測定器を使った授業展開

これまで，太陽の高度は，図7に示すような簡易高度計（図7）を使用し，方位は方位磁針を使って測定するなど，一つの計測器で同時に太陽の方位と高度を測定することができる教材はあまりなかった。



図7 簡易天体高度計

今回，紹介した方位高度測定器は，操作が簡単で，しかも比較的正確な数値が測定できるため，一日における太陽の位置を記録用紙に記録させたり，また，いろいろな季節での太陽の動きを比較させるなど，太陽の動きの継続的な観察・観測に適した教材と考えられる。

2 日影曲線を調べる

準備；台紙（画用紙），厚紙，コンパス，方位磁針

方法；

- (1) コンパスで台紙（画用紙）に半径 5 cm, 10 cmのを描く。（図 9）
- (2) 厚紙を図 8 のように切り，点線で折り曲げ，円の中心に貼り付けて日影曲線記入台（図 9）を作る。

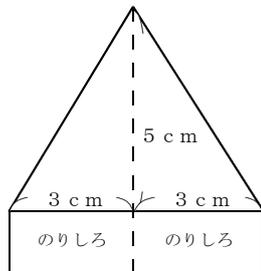


図 8

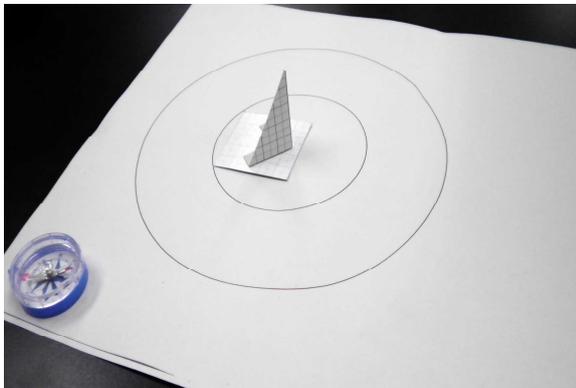


図 9 日影曲線記入台

- (3) 厚紙の開いた方がほぼ南を向くように台紙を置く。
- (4) 先端部の太陽光の影の位置を 1 時間後ごとに台紙に記入し、その位置を時間順に滑らかな曲線で結び、日影曲線を描く。

3 講座（科学と人間生活，教育課程研究協議会）等での日影曲線を用いた実践

受講者・参加者に対し，日影曲線を調べる前に，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，表のような日本 4 か所での春分・夏至・冬至の日の（2013年のデータ），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を配布した。

表 日の出・南中・日の入りの時刻（2013）

	春分 (3/20)	夏至 (6/21)	冬至 (12/22)
根室 E 145° 34'	5:21	3:36	6:46
N 43° 19'	11:25	11:19	11:16
	17:30	19:03	15:46
	46.5°	70.1°	23.2°
旭川 E 142° 21'	5:32	3:46	6:59
N 43° 33'	11:38	11:32	11:29
	17:44	19:18	15:59
	46.0°	69.6°	22.8°
江差 E 140° 6'	5:43	4:04	7:03
N 41° 52'	11:47	11:41	11:38
	17:52	19:19	16:13
	47.9°	71.5°	24.7°
明石 E 135°	6:04	4:47	7:03
N 34° 38'	12:08	12:02	11:58
	18:12	19:17	16:54
	55.2°	78.8°	31.9°

受講者の多くは，表をもとにして，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たのは，半数に満たなかった。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 11）。この結果については，多くの中学生にも同じような誤認識が存在していることが，先行研究等においても指摘されている。



図 10 正答



図 11 誤答

次に，表をヒントにし，春分，夏至，冬至における日影曲線を考えさせた。

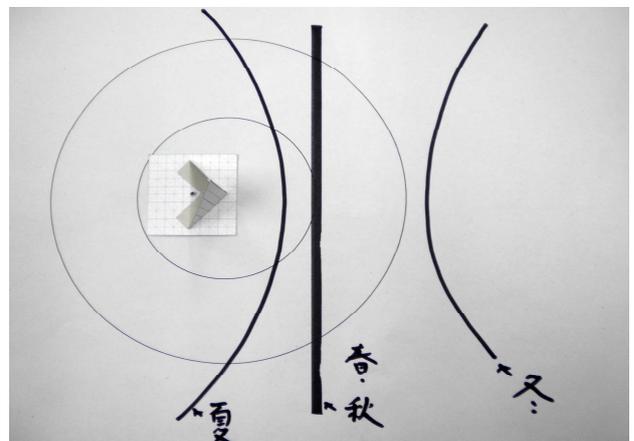


図 12 日影曲線

正解は、図12のようになるが、透明半球における太陽の軌道がヒントになり、春分・秋分の軌道について、ほぼ直線的な軌道を描く正答が多く見られたが、夏至と冬至の日影曲線については、数多くの誤答が見られた。曲線の向きだけでなく、日の出・日の入りの位置（真東・真西）を誤答する受講者も見られ、太陽の軌道について、季節による南中高度の変化の認識は高いものの、日の出・日の入りの位置の変化について誤認識が多いことが、この結果からも裏付けられた。

今回の実践は教師を対象にしたものであるが、生徒に同様の演習を行った場合、さらに正答率が低下する可能性が示唆される。

4 日影曲線を用いた授業での展開例

- ①日影が最も短くなる時間とそのときの太陽の方角を調べさせる。
- ②日影曲線は、南北方向に対してほぼ対称であり、このことを利用してほぼ正確な方角を以下の手順で知ることができる。(図13)
 - ・台紙上の日影曲線と1つの円との交点(A, B)に印を付ける。
 - ・この2つの交点を結ぶ線分の垂直二等分線が南北を結ぶ直線になり、厚紙に向かう方角が南になる。

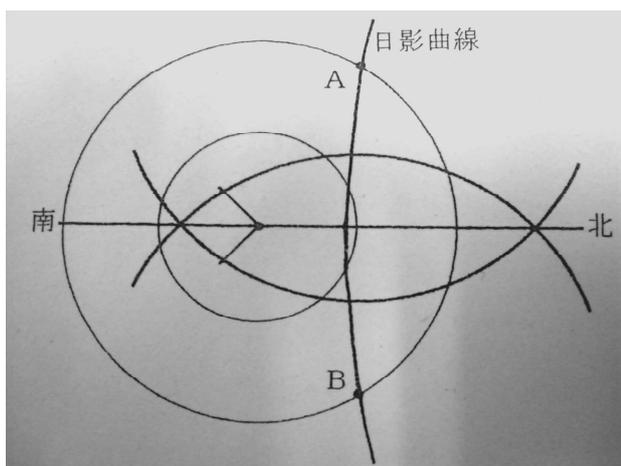


図13 日影曲線から方位を求める

- ③いろいろな季節での日影曲線の形を調べて、季節によりその形が異なる理由を検討させる。

- ・季節による日影曲線の形の違いは図12に示すようになるが、厚紙の南側に対して凸型(冬)、凹型(夏)、直線(春分, 秋分)と形が季節により大きくしている。

また、この日影曲線から日時計を作ることもできる。

5 地球の公転による日影曲線の変化

日影曲線の応用例として、小さな日影曲線観察器(画鋸を使用)を用いた実践を紹介する。目的;地球の公転や地軸の傾きを理解し、天体の位置関係や運動が見かけの動きであることをとらえる。

準備;地球儀,日影曲線観察器(画鋸,工作用紙:5cm四方),太陽光(LEDライト可)

方法;地球儀に日影曲線観察器を貼り付け、地球儀の地軸を天の北極に向け、太陽光などを当てながら、地球儀を回転させ日影曲線を観察する。なお、この演習は、太陽光の入射について、異なる季節を設定し行う。

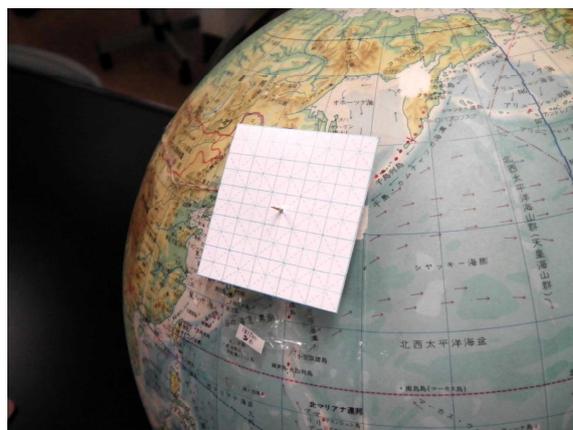


図14 地球儀につけた日影曲線観察器

おわりに

今回紹介した太陽方位高度測定器や日影曲線による教授・学習方略のさらなる開発は、これまで解決されてこなかった様々な天体運動に関する児童・生徒の認識の未発達に対し、多くの示唆を与えるものと考えられる。

主要参考文献

- 1) 北海道立理科教育センター;『理科教育指導資料』, Vol. 31, pp. 37-40, 1999.

(やなぎもと たかひで 地学研究班)