

## 地軸の傾きと日本の四季（中学三年生）

### 1 はじめに

天体の学習について相談を受けました。これまで実践したことを踏まえて、提案しました。

ポイントは次の2点です。

※四季による太陽の南中高度と昼の長さの変化

※南中高度の違いによる気温の違い

今回の提案では、南中高度を作図から求めることを学習課題にあげています。太陽の南中高度の求め方を中学校理科として理解すべきこととは思っていません。したがって、公式を暗記する必要はないです。作図から求められるという経験が大切であると考えています。

別添の動画では、懐中電灯を使って、壁に垂直に光を当てた場合と斜めに光を当てた場合について、光の濃さを比較する実験を行っています。簡単な実験なので教室で実施していただきたいです。動画を見るより、実物を見る方が説得力があります。

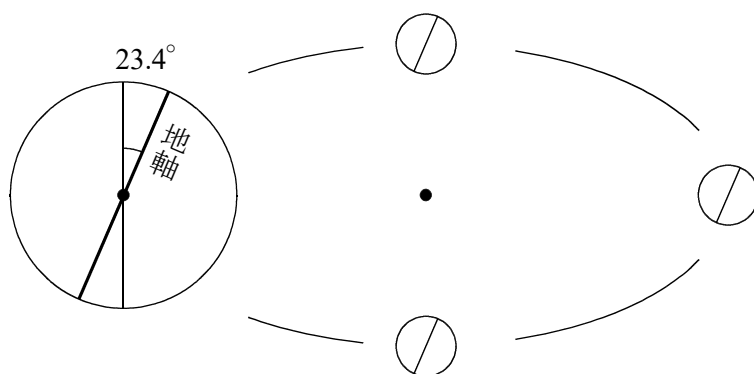
### 2 地軸の傾きと日本の四季

○日常の経験から、夏と冬を比較して、気温、昼頃の太陽の高さ(太陽の南中高度)、日の出や日の入り位置について話し合う。

○日本で観察したとき、夏至、冬至、春分・秋分の日、天球上を太陽がどのように動くか資料で確かめる。日常の経験から話し合ったことと比較する。

○これらのことは、地球の地軸が傾いていることによる。

○地球の地軸は公転面に対して垂直ではなく $23.4^\circ$  傾いたまま、太陽の周りを回っている。



これから使用する図の記号は次の通りです。

図の記号

地球の中心: O

北極点: P

観察地点: K

観察地点の天頂: T

観察地点 K の真南: S

観察地点 K から真南に向かい赤道との交点: Z

直線 DO は昼と夜の境目(交点軌道面に垂直な直線)

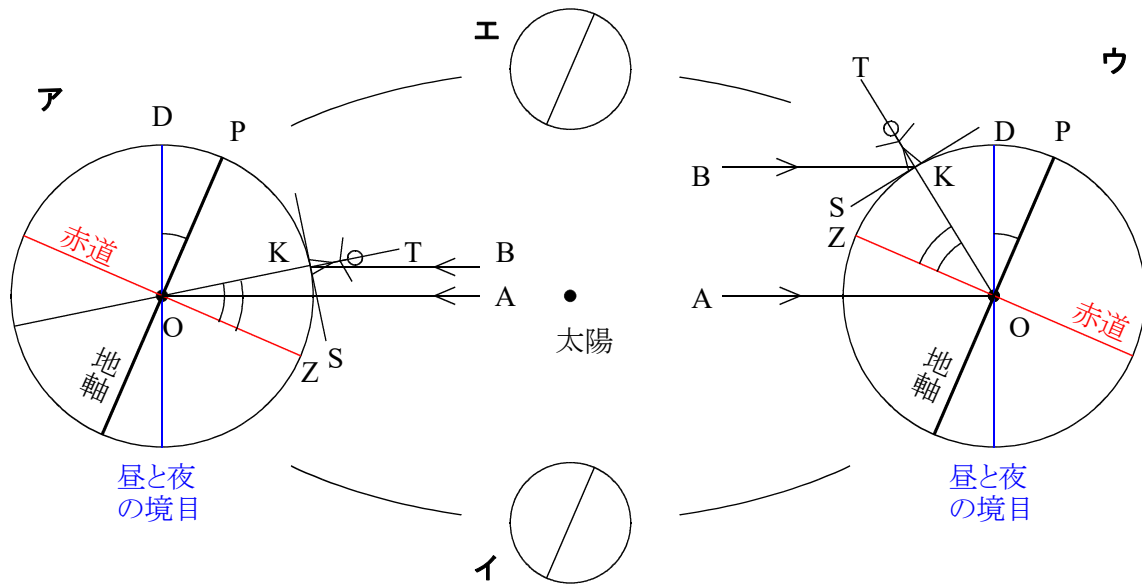
矢印 AO は太陽から地球の中心に向かってくる光の向き

矢印 BO は太陽から観察地点 K に向かってくる光の向き

※太陽からくる光は平行光線であることを確認してから、課題に取り組む。

課題1 日本(北緯 $35^\circ$ )で太陽の観察をします。次の質問に答えなさい。

- (1) 地球がアの位置に来たとき、太陽の南中高度は、図のどこに表されていますか。
- (2) 地球がアの位置に来たとき、昼と夜の長さは、図のどこに表されていますか。
- (3) 地球がウの位置に来たとき、太陽の南中高度は、図のどこに表されていますか。
- (4) 地球がウの位置に来たとき、昼と夜の長さは、図のどこに表されていますか。
- (5) (1)~(4)の結果から、地球がアイウエの各位置に来たときの季節を答えなさい。



図の記号

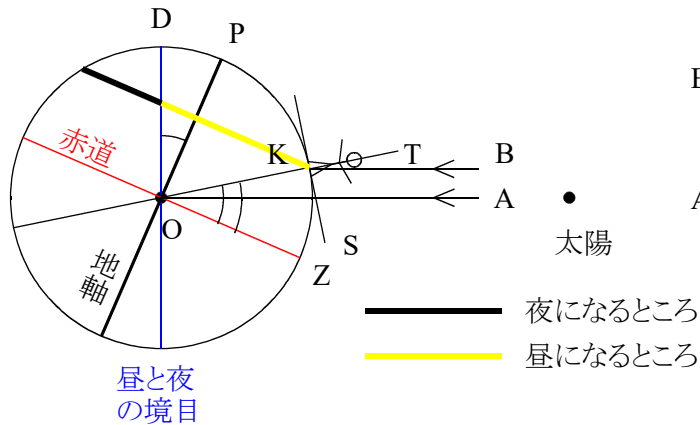
- 地球の中心: O
- 北極点: P
- 観察地点: K
- 観察地点の天頂: T
- 観察地点 K の真南: S
- 観察地点 K から真南に向かい赤道との交点: Z
- 直線 DO は昼と夜の境目 (交点軌道面に垂直な直線)
- 矢印 AO は太陽から地球の中心に向かってくる光の向き
- 矢印 BO は太陽から観察地点 K に向かってくる光の向き

次のページに続く

課題の答え

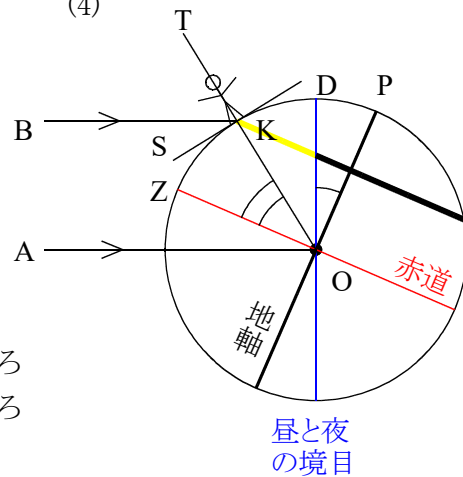
(1)  $\angle SKB$

(2)



(3)  $\angle SKB$

(4)



※北緯 $35^\circ$  のK地点は、地軸を軸に回転することから、図の場合、地軸に垂直に、かつ、赤道と平行に移動する。昼と夜の境目により、昼になるところと夜になるところが分かる。

(5) 南中高度である $\angle SKB$ の大きさは、(3)より(1)の方が大きい。また、昼の長さは(3)より(1)の方が長い。

したがって、アが夏(夏至)、ウが冬(冬至)である。地球は宇宙の北から見て左回りに公転していることから、イが秋(秋分の日)、エが春(春分の日)である。

次のページに続く

※平行線における同位角が等しいことは、中学2年生数学で学習済みである。

※太陽からくる光は平行光線であることを確認してから、課題に取り組む。

課題2 日本(北緯 $35^\circ$ )で太陽の観察をします。図1において、地球がイの位置に来たとき、北極点と南極点が昼と夜の境目にくることから、矢印の方向(地軸に垂直な方向)から見た図が図2である。次の問いに答えなさい。

- (1) 太陽の南中高度は、図のどこに表されていますか。
- (2) 太陽の南中高度を求めなさい。
- (3) 昼と夜の長さは、図のどこに表されていますか。

図1

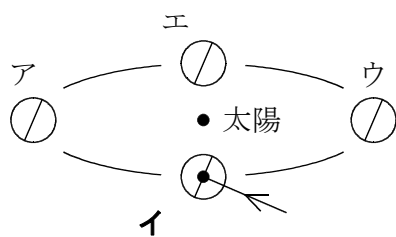
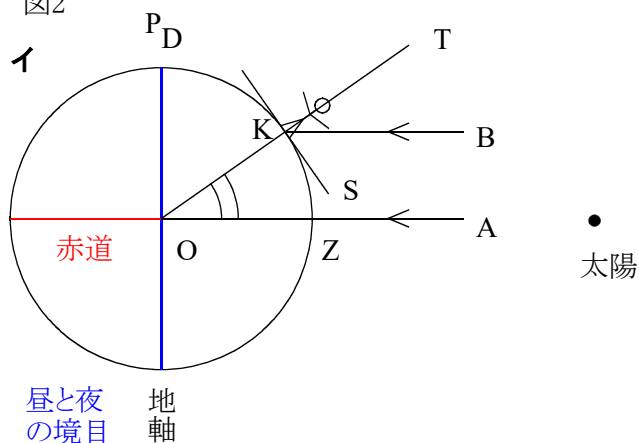


図2



図の記号

地球の中心: O

北極点: P

観察地点: K

観察地点の天頂: T

観察地点 K の真南: S

観察地点 K から真南に向かい赤道との交点: Z

直線 DO は昼と夜の境目(交点軌道面に垂直な直線)

矢印 AO は太陽から地球の中心に向かってくる光の向き

矢印 BO は太陽から観察地点 K に向かってくる光の向き

課題の答え

(1)  $\angle SKB$

(2) 太陽からくる光は平行光線であることから、 $AO \parallel BK$ 。

$AO \parallel BK$  により、 $\angle TOA$  と  $\angle TKB$  は同位角にて等しい。

$\angle TOA$  は北緯 $35^\circ$   $\angle TKB = 35$

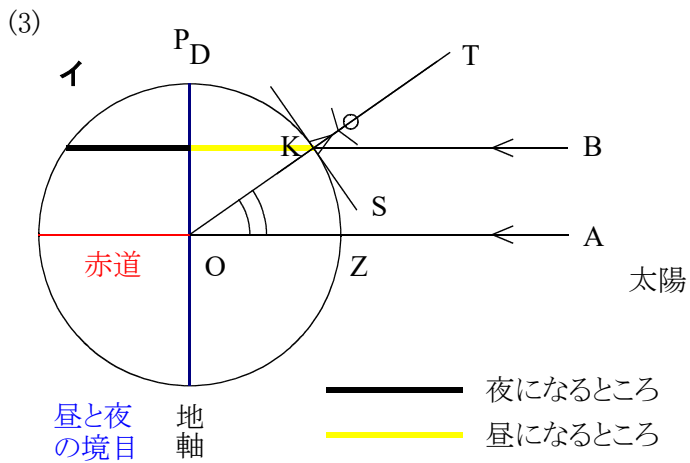
T は観察点 K の天頂にあることから、 $\angle SKT = 90^\circ$

南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - \angle TKB$

$= 90 - 35 = 55$

$\therefore$  南中高度は $55^\circ$  である。

春分・秋分の日々の南中高度  $= 90^\circ - \text{北緯}$



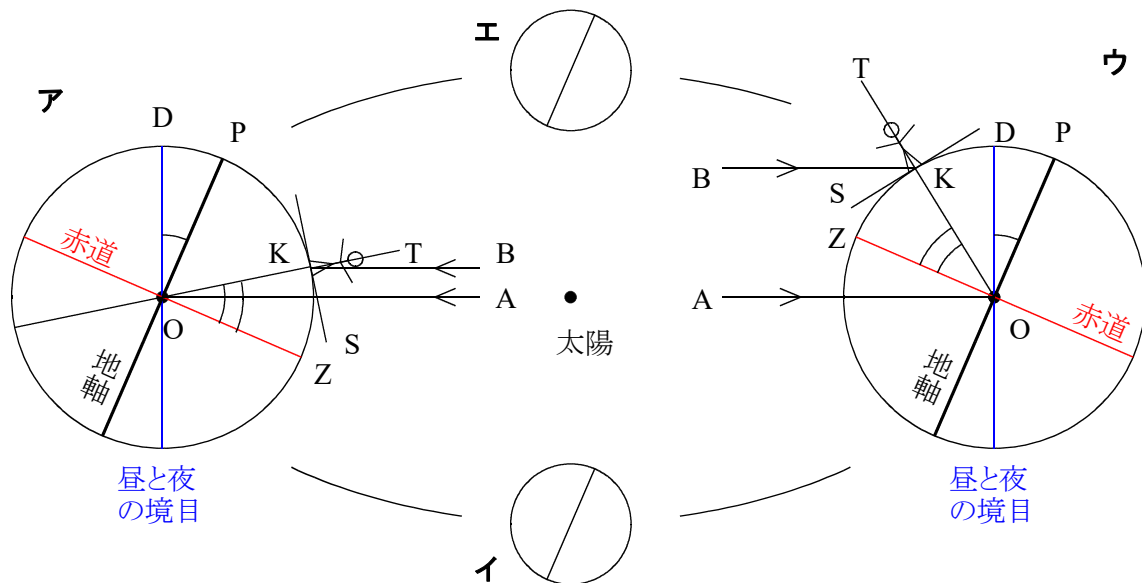
※北緯35° のK地点は、地軸を軸に回転することから、図の場合、地軸に垂直に、かつ、赤道と平行に移動する。昼と夜の境目により、昼になるところと夜になるところが分かる。

次ページに続く

※平行線における同位角が等しいことは、中学2年生数学で学習済みである。

※太陽からくる光は平行光線であることを確認してから、課題に取り組む。

課題3 日本(北緯 $35^\circ$ )で太陽の観察をします。地球がア・ウの位置に来たときの太陽の南中高度をそれぞれ求めなさい。(ウから考えましょう。)



図の記号

地球の中心: O

北極点: P

観察地点: K

観察地点の天頂: T

観察地点 K の真南: S

観察地点 K から真南に向かい赤道との交点: Z

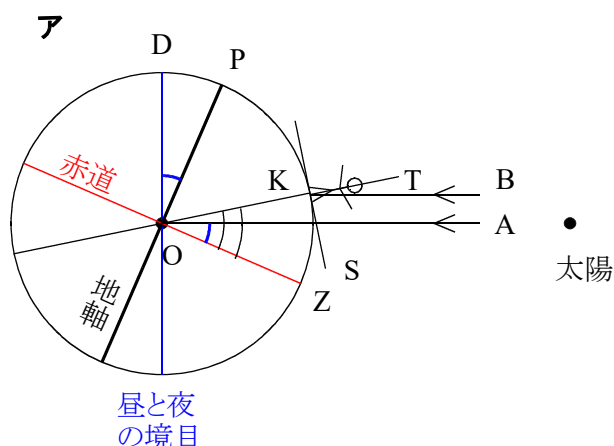
直線 DO は昼と夜の境目(交点軌道面に垂直な直線)

矢印 AO は太陽から地球の中心に向かってくる光の向き

矢印 BO は太陽から観察地点 K に向かってくる光の向き

次ページに続く

課題の答え  
アの場合



地軸は交点軌道面に垂直ではなく $23.4^\circ$  傾いていることから $\angle POD = 23.4^\circ$   
これは軌道面に対して赤道が $23.4^\circ$  傾いていることでもあることから、 $\angle ZOA = 23.4^\circ$

$\angle ZOA = 23.4^\circ$  の別の理由

地球に届く太陽からの光は矢印 AO であるから、昼と夜の境目である DO とは直角になる。

$$\angle AOD = 90^\circ$$

赤道 ZO と地軸 PO とは垂直である。

$$\angle ZOP = 90^\circ$$

$$\begin{aligned} \angle POD &= \angle AOD - \angle AOP \\ &= 90^\circ - \angle AOP \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \angle ZOA &= \angle ZOP - \angle AOP \\ &= 90^\circ - \angle AOP \end{aligned}$$

$$\therefore \angle POD = \angle ZOA$$

$$\angle POD = 23.4^\circ \quad \angle ZOA = 23.4^\circ$$

観測地点 K に太陽からくる光は矢印 BK である。  
観測地点における南中高度は $\angle SKB$  である。

T は観測地点 K の天頂、S は観測地点の真南であることから、 $\angle TKS = 90^\circ$

$$\text{南中高度 } \angle SKB = 90^\circ - \angle TKB$$

太陽からくる光は平行光線であることから、矢印  $BK \parallel AO$

$\angle TKB$  と  $\angle TOA$  は同位角で等しい。

$$\angle TOA = \angle KOZ - \angle ZAO$$

$$\angle ZAO = 23.4^\circ$$

$$\angle TOA = \angle KOZ - 23.4^\circ$$

$$\angle TKB = \angle TOA \text{ により}$$

$$\angle TKB = \angle KOZ - 23.4^\circ$$

南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - \angle TKB$  であることから  
南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - (\angle KOZ - 23.4^\circ)$

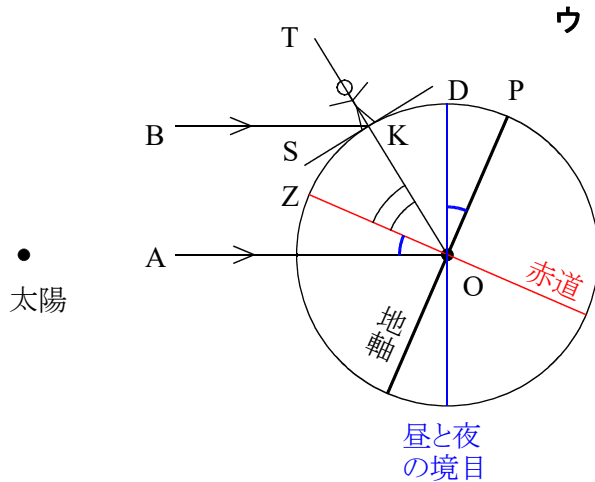
$\angle KOZ$  は観測地点 K の北緯 $35^\circ$  であるので  
南中高度  $= 90^\circ - (35^\circ - 23.4^\circ) = 78.4^\circ$

夏至の日の

$$\text{南中高度} = 90^\circ - (\text{北緯} - 23.4^\circ)$$

次ページに続く

ウの場合



地軸は交点軌道面に垂直ではなく23.4° 傾いていることから  $\angle POD = 23.4^\circ$   
 これは軌道面に対して赤道が23.4° 傾いていることでもあることから、 $\angle ZOA = 23.4^\circ$

$\angle ZOA = 23.4^\circ$  の別の理由  
 地球に届く太陽からの光は矢印 AO であるから、昼と夜の境目である DO とは直角になる。  
 $\angle AOD = 90^\circ$

赤道 ZO と地軸 PO とは垂直である。  
 $\angle ZOP = 90^\circ$

$$\begin{aligned} \angle POD &= \angle ZOP - \angle ZOD \\ &= 90^\circ - \angle ZOD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \angle ZOA &= \angle AOD - \angle ZOD \\ &= 90^\circ - \angle ZOD \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \angle POD &= \angle ZOA \\ \angle POD &= 23.4^\circ \quad \angle ZOA = 23.4^\circ \end{aligned}$$

観測地点 K に太陽からくる光は矢印 BK である。  
 観測地点における南中高度は  $\angle SKB$  である。  
 T は観測地点 K の天頂、S は観測地点の真南であることから、 $\angle TKS = 90^\circ$   
 南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - \angle TKB$

太陽からくる光は平行光線であることから、矢印  $BK \parallel AO$

$\angle TKB$  と  $\angle TOA$  は同位角で等しい。

$$\angle TOA = \angle KOZ + \angle ZAO$$

$$\angle ZAO = 23.4^\circ$$

$$\angle TOA = \angle KOZ + 23.4^\circ$$

$$\angle TKB = \angle TOA \text{ により}$$

$$\angle TKB = \angle KOZ + 23.4^\circ$$

南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - \angle TKB$  であることから  
 南中高度  $\angle SKB = 90^\circ - (\angle KOZ + 23.4^\circ)$   
 $\angle KOZ$  は観測地点 K の北緯35° であるので  
 南中高度  $= 90^\circ - (35^\circ + 23.4^\circ) = 31.6^\circ$

冬至の日の

$$\text{南中高度} = 90^\circ - (\text{北緯} + 23.4^\circ)$$

南中高度のまとめ

夏至の日  $\text{南中高度} = 90^\circ - (\text{北緯} - 23.4^\circ)$

冬至の日  $\text{南中高度} = 90^\circ - (\text{北緯} + 23.4^\circ)$

春分・秋分の日  $\text{南中高度} = 90^\circ - \text{北緯}$



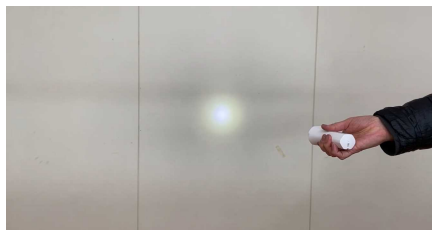
## 【夏が暑い理由】

夏は南中高度が高く、昼が長いため、太陽から光エネルギーをたくさん受けるからである。

- ①光が垂直に当たる場合と斜めから当たる場合では、垂直に当たる方が光エネルギーを多く受ける。
- ②昼が長い方が光エネルギーを多く受ける。

### ①について

懐中電灯の光を壁に当てるとき、垂直に当てた場合と斜めから当てた場合の明るさを比べることで理解できる。光を斜めから当てると、光が当たる面積は広がるが、光の濃さは薄くなる。



壁に垂直に光を当てる



壁に斜めから光を当てる

別添の動画はその実験である。この動画では、壁から懐中電灯までの距離を一定になるようにして撮影した。上の写真はその動画から取ってきたものである。本動画では、壁から懐中電灯までの距離が一定であることが分かりにくい。壁から懐中電灯までの距離が一定であることがはっきり分かるように、壁と懐中電灯を糸でつなぎ、糸がピンと張っている様子も同時に撮すことで解決できる。

## 3 終わりに

本案は一部しか実践ができていません。ぜひ、実践していただき、成果と課題を共有したいものです。