

### 予習確認プリント

学年：\_\_\_\_\_ 学籍番号：\_\_\_\_\_ 名前：\_\_\_\_\_

・太陽の位置は、何と何によってどのように定めることができますか？

・太陽の動きをできるだけ詳細に説明すると、どのように説明できますか？（頭の中でイメージできますか？図や絵を使って説明しても結構です。）

・真太陽時とはどのようなものですか？どのような意味をもつ時刻ですか？また、真太陽時と中央標準時には、どのような違いがありますか？

※予習の段階に比べて、授業を聞き終わった段階では、何がわかりましたか？よくわからなかったところは、どこですか？質問はありませんか？



0 今日の内容：太陽の動きをイメージできるようにしよう

1

2

ポイント

先に補足

日照：

日照時間：

→定義：直達日射量が  $200\text{W}/\text{m}^2$  以上ある時間

日照率：

※太陽の動きについて、学修する前に、You Tube 上の動画を視聴してみよう。

以下のようなキーワードを入れて、関連する You Tube 上の動画を探してみよう。

少なくとも次の 2 つの動画は是非見て欲しい。

- ・「日本での太陽の動き」(CG 理科・天体)
- ・「微速度撮影 1 日の影の動き」(理科映像)
  
- ・「太陽の通り道と影の動き」
- ・「地球の自転と太陽・月の動き」(CG 理科・天体)
- ・「南中高度 (ある季節での地点比較)」(CG 理科・天体)
- ・「南中高度 (ある地点での春夏秋冬比較)」(CG 理科・天体)
  
- ・「地軸の傾きと南中高度の違い」(CG 理科・天体) など

※※太陽の動きを頭の中でイメージできるか否かが、今日の講義の内容を理解できるか否かの分かれ目、とても重要なポイント

1 太陽の動き（を理解する，イメージする）←中学の理科で学習した内容を思い出そう

教科書 p. 69 の「2-1 太陽動きと南中高度」の図を参照

※日常生活の中で，太陽の動く様子を想像する

日本の場合

注) 夏の「日の出」や「日の入」の頃には，北側に太陽がある

→日常生活の中で，そのような経験がなかったか，想像してみよう

⇒太陽と地球の回転軸との関係

夏

冬

春分・秋分

2 太陽の位置を示す (位置を特定するには, 位置を同定するには) どうするか?

・ 2 種類の情報

たった 2 つの情報だけで, 太陽の位置に関する情報を他の人と共有することが可能

1) 決まりごと

① 太陽方位角

② 太陽高度

2) 復習

① 角度の単位

② 三角関数を復習しておきましょう

参照) 『図説 やさしい建築数学』(今村仁美・大谷一翔, 学芸出版社)

③ ギリシア文字 (ギリシャ文字)

参照) 教科書 p. 140  $\phi$  : ファイ  $\delta$  : デルタ

### 3) 太陽高度と太陽方位角を求めるための式

太陽高度  $h$  ( $^{\circ}$  ], もしくは [度]) と太陽方位角  $\alpha$  ( $^{\circ}$  ], もしくは [度]) は, 次の (1) ~ (4) 式により計算することができる。今回の講義で扱う三角関数はすべて  $^{\circ}$  ] (「度」) で計算する。

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t \quad \langle 1 \rangle$$

$$\cos \alpha = \frac{\sin h \cdot \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cdot \cos \varphi} \quad \langle 2 \rangle$$

ここで,

$\varphi$  : その土地の緯度 (北緯, または南緯) [度] ( $\varphi$  : ファイ)

$\delta$  : \_\_\_\_\_ [度] ( $\delta$  : デルタ)

$t$  : \_\_\_\_\_ [度]

日赤緯  $\delta$ , 時角  $t$  の略算式を以下に示す。

$$\delta \cong 23.45 \cdot \sin(0.983540 \cdot n - 80.145404) \quad \langle 3 \rangle$$

$$t = 15 \cdot (T_t - 12) \quad \langle 4 \rangle$$

ここで,

$n$  : 元旦起算の通し日 (元旦から  $n$  日目)

$T_t$  : \_\_\_\_\_ による時刻 (時)

- ・日赤緯  $\delta$  : 天球の赤道面からの太陽の高度。赤道上を 0, 天球の北極側を正とする。地軸が公転軸と  $23^{\circ} 27'$  ずれているために日赤緯は  $\pm 23^{\circ} 27'$  (夏至~冬至) の範囲内で毎日変わる。
- ・時角  $t$  : 太陽が南中 (太陽が真南にくること) してから翌日南中するまでの 1 日を  $360^{\circ}$  に換算したもの。1 時間が  $15^{\circ}$  に相当し, 南中時を 0, 午前を負, 午後を正の値とする。  
この 1 日を真太陽日といい, その  $1/24$  が \_\_\_\_\_ による 1 時間に相当する。  
真太陽日の 1 日の長さは, 地球の公転軌道が楕円であることと地球の自転軸が公転軌道と直角でないことにより, 季節によって異なっている。したがって, 通常は 1 年を通して平均した \_\_\_\_\_ を用い, (日本) 標準時からその土地の東経  $L$  による補正を行う。

→建物に当たる日射などを考える際には, 真太陽時で考えても問題はないので, 建築環境工学では, 次頁の式を使うことは少ない。

$$T_m = T + \frac{(L - 135)}{15} \quad \langle 5 \rangle$$

$$T_t = T_m + \frac{e}{60} \quad \langle 6 \rangle$$

$$e \cong 9.8 \cdot \sin(1.967080 \cdot n - 160.290808) - 7.6 \cdot \cos(0.983540 \cdot n - 65.145356) \quad \langle 7 \rangle$$

ここで,

$T_m$  : その地点の平均太陽時

$T$  : 日本標準時 (中央標準時)

$L$  : その地点の経度 (東経)

$e$  : その日の均時差 (真太陽時と平均太陽時の差) 教科書 p. 71 参照

#### 注 1) 日本標準時

日本標準時は, 実際には, 兵庫県明石市の平均太陽時ではなく, 国立研究開発法人 情報通信研究機構 日本標準時グループが生成する協定世界時 UTC (NICT) を 9 時間 (東経 135 度分の時差) 進めた時刻のこと (<https://www.nict.go.jp/JST/JST5.html>)。

#### 注 2) 自分で計算しておこう

- ・ 6 時から 18 時までの時角を 1 時間おきに計算しておこう
- ・ 夏至, 冬至, 春分, 秋分の日赤緯を前頁の〈3〉式を使って, それぞれ計算しておこう

#### 注 3) 三角関数の逆関数

→  $\sin h$  や  $\cos \alpha$  から,  $h$  や  $\alpha$  を求める時には, 以下のような三角関数の逆関数を使う。

- ・  $y = \sin x$  の時,  $x = \sin^{-1} y$ , もしくは  $x = \arcsin y$  (arcsin : アークサイン)
- ・  $y = \cos x$  の時,  $x = \cos^{-1} y$ , もしくは  $x = \arccos y$  (arccos : アークコサイン)

→ 関数電卓で計算できる (関数電卓のマニュアルを確認してください)。

逆関数 :

関数  $y = f(x)$  において, 関数値  $y$  が定まれば逆に  $x$  の値がただ 1 つ定まるとき, すなわち  $x$  が  $y$  の関数  $x = g(y)$  と考えられるとき,  $g$  を  $f$  の逆関数という。

#### 4) 〈1〉と〈2〉を用いた太陽高度と太陽方位角の実際の計算手順

①配付資料 100 頁の〈1〉式で計算すると

$$\sinh = \boxed{\text{数値}} \text{ が出てくる}$$

次に,  $h$  を計算するために

$$h = \arcsin \boxed{\text{数値}} \text{ を使う}$$

②配付資料 100 頁の〈2〉式で計算すると

$$\cos\alpha = \boxed{\text{数値}} \text{ が出てくる}$$

次に,  $\alpha$  を計算するために

$$\alpha = \arccos \boxed{\text{数値}} \text{ を使う}$$

注 1) 関数電卓では

注 2) 配付資料 100 頁の〈2〉式を使うと, 太陽方位角は必ずプラスの値が出てきてしまう。

→午前中の場合は, 自分の手でマイナスをつける

**【参考文献】** (順に, タイトル, 編著者名, 出版社, 発行年月, 価格, ISBN。[] 内は熊本県立大学図書館所蔵情報)。

[1] 『環境工学教科書 第二版』(環境工学教科書研究会編著, 彰国社, 2000 年 8 月, ¥3,500+ 税, ISBN: 4-395-00516-0) [和書 (2 F), 525.1||Ka 56, 0000275620, 0000308034]

→第三版もあり (2020 年 2 月, ISBN: 978-4-395-32146-9) [和書 (2 F), 525.1||Ka 56, 0000387929]



学年：\_\_\_\_\_ 学籍番号：\_\_\_\_\_ 名前：\_\_\_\_\_

熊本（北緯  $32^{\circ} 49'$ ）における，春分の日（3月21日），夏至の日（6月21日）ならびに冬至の日（12月22日）の午前10時（真太陽時）の太陽の位置（太陽高度と太陽方位角）を，配付資料100頁に書かれた式を用いて求めてください。ただし，閏年でないとします。