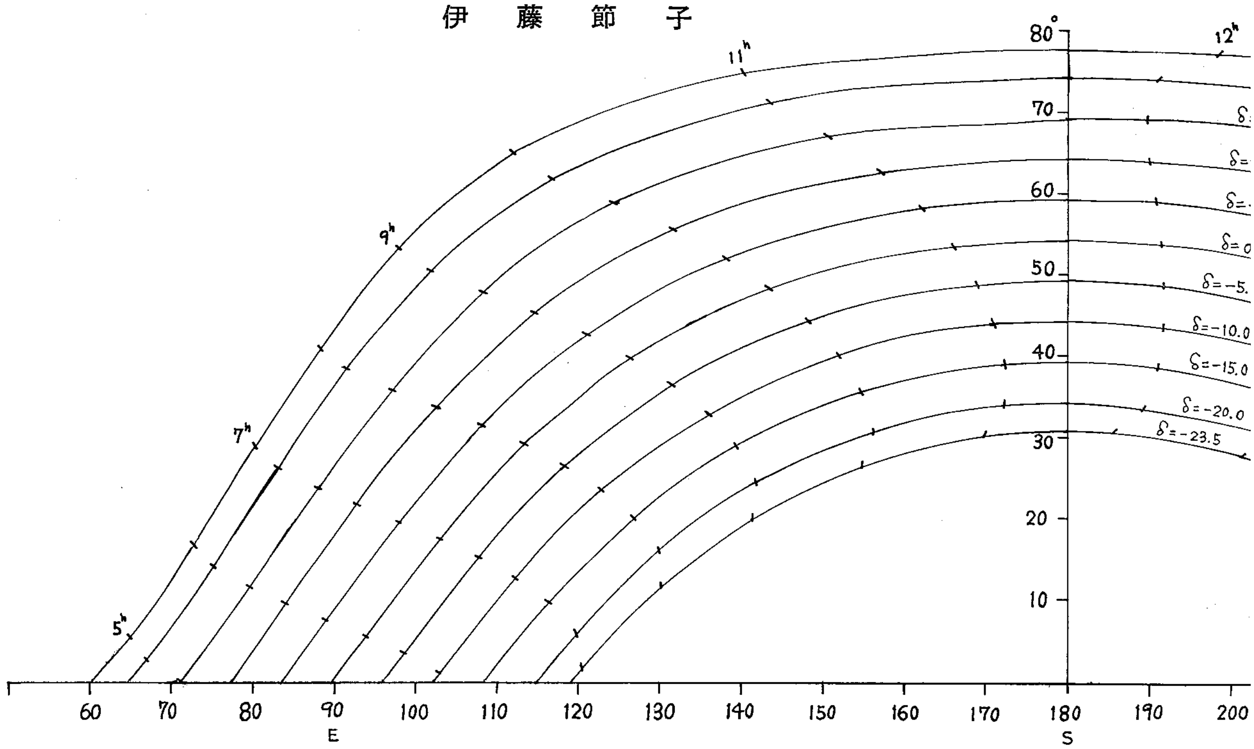
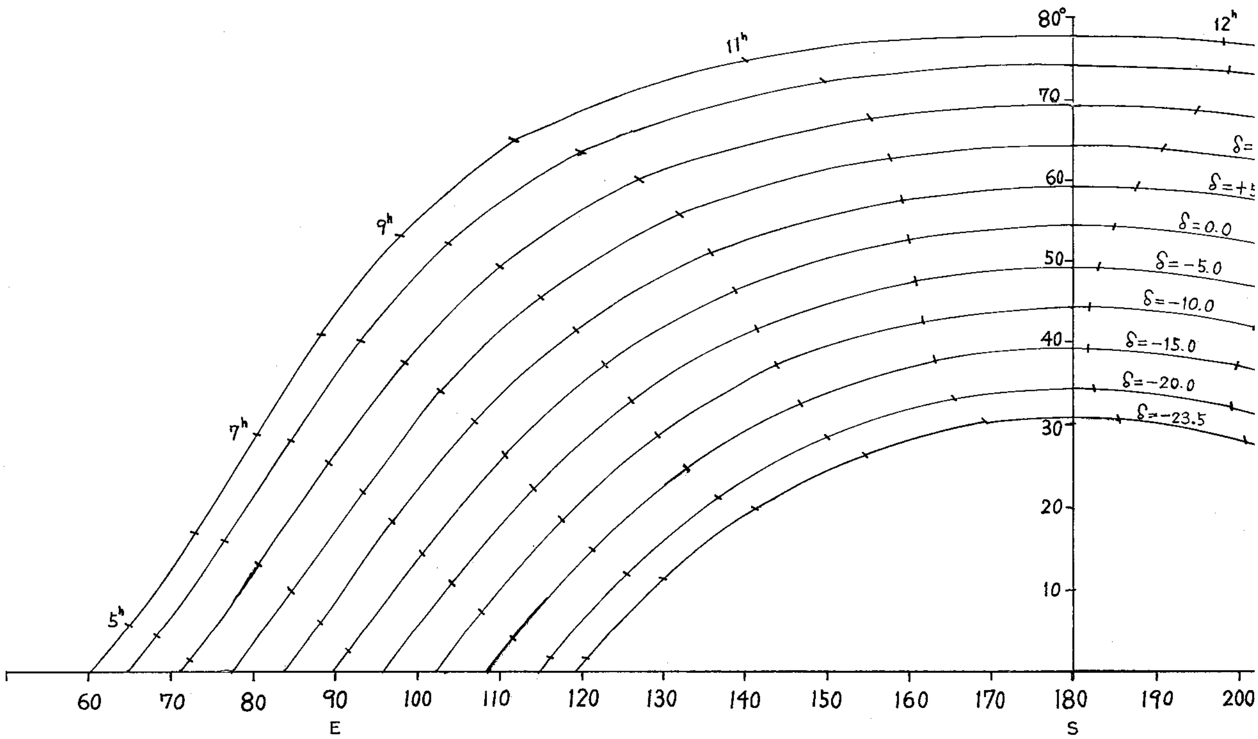
太陽の方位と高度

伊藤節子





* 東京天文台: S. Ito

図 1　夏至～冬至

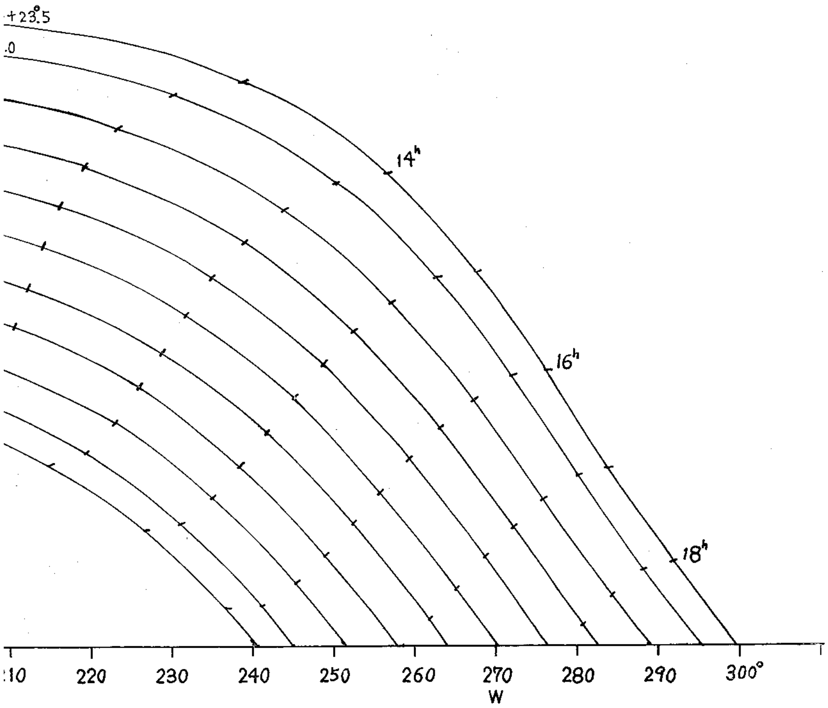
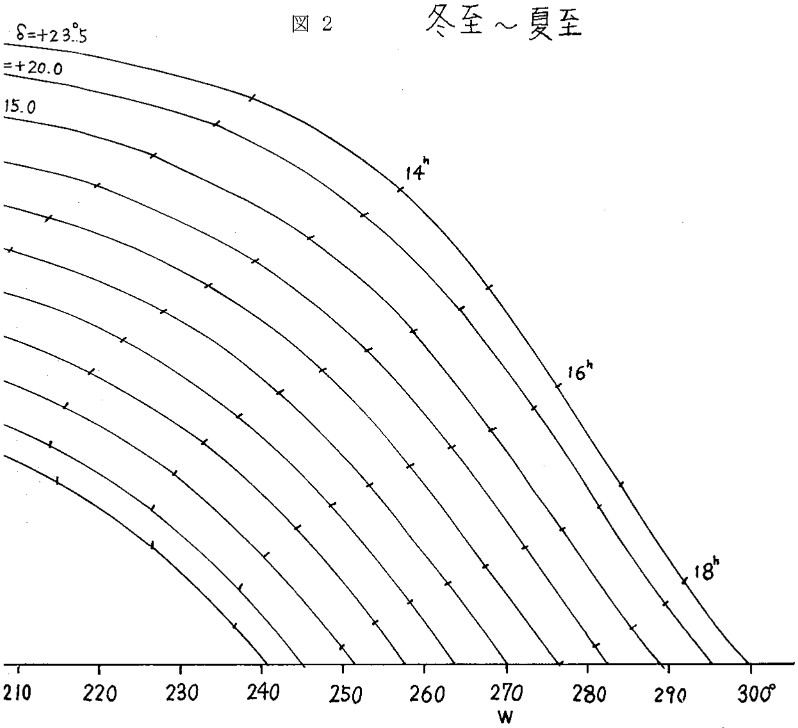


図 2　冬至～夏至



最近，よく任意時刻の太陽の高度と方位についての質問を受けるので，東京における太陽の高度と方位を計算してみた．場所を東京に固定したのでは，あまり意味がないので，あわせて，緯度，経度，時刻，太陽の赤緯の変動がどのような変化を与えるかも併記した．

図 1～2 は，それぞれの線に示された赤緯の値を持つ太陽の東京における高度，方位を中央標準時で表わしたものである．太陽赤緯と時刻を引き数として，それらの値を持つ時の高度，方位と，その様な赤緯を持つ太陽が日出から日入までに描く高度，方位の曲線（この曲線には太陽の運動は含まれていない）の概略を見ることが出来る．

図 1～2 は縦軸が高度，横軸が方位を示す．方位角は北から東回りに測っているので，90 度が東，270 度が西の方位を示している．中央の縦線と交わるところが南中時の太陽の高さを示す．いい換えると地方真太陽時の 12 時の時の高度である．この縦線と中央標準時 12 時との差は，経度差と均時差の加えられたものである．図が同一の太陽赤緯に対して，冬から夏，夏から冬の 2 枚になっているのは均時差が季節によって異なるためである．この図を描くに当って，時角を求めるのには，平均時－12 時にそれぞれの太陽赤緯に相当する均時差の近似的な値を加えてある．

図 1～2 からも，任意の赤緯と時刻の高度，方位は比例配分することによって求められる．

高度，方位は，

$$\cos z=\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos h$$

$$H=90°-z+r$$

$$\cos A=\frac{\sin\delta-\sin\varphi\cdot\cos z}{\cos\varphi\cdot\sin z}$$

$$\sin A=\frac{\sin H}{\sin z}\cdot\cos\delta$$

の式によって求められ，式中に用いた記号は，φ: 緯度，δ: 太陽赤緯，h: 時角，z: 天頂距離，H: 高度，A: 方位角，r: 大気差である．それぞれの関係を図示すると図 3 の様である．

高度，方位は経度，緯度，時刻(時角)，

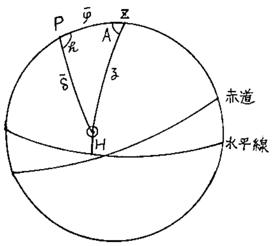


図 3

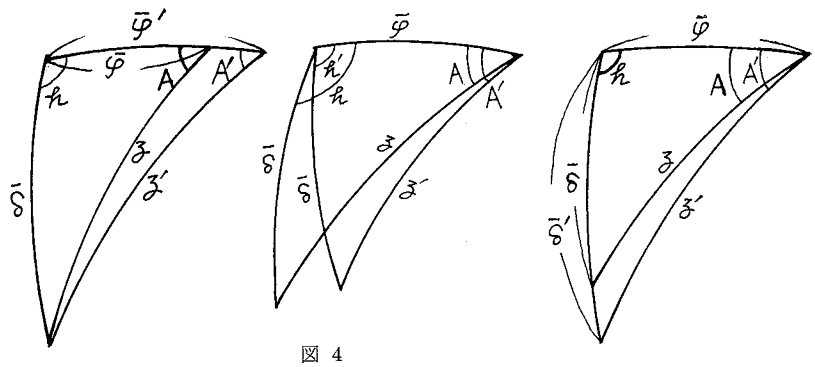


図 4

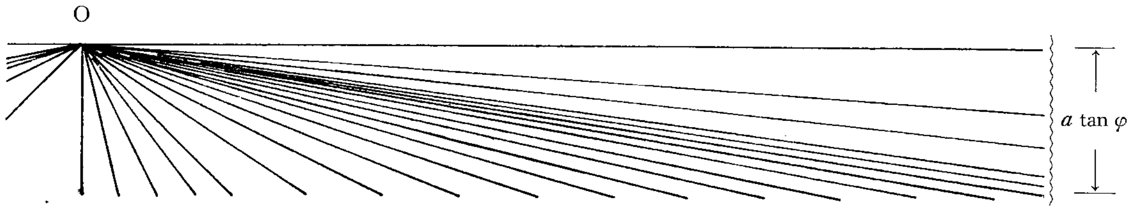


図 5

太陽赤緯が変動した時にどの様な変化をするかを以下に列挙すると,

1) 緯度の変化に対して，高度，方位はどうなるか.（図 4 参照）

a. 高度への影響

天頂距離の変化が次式で与えられる.

$$\Delta z^\circ = \frac{0.5829 \cdot \cos\delta \cdot \cos h - 0.8125 \cdot \sin\delta}{\sin z} \Delta\varphi^\circ$$

ここに用いられている δ, z, h（南中時までの時間）は計算の基準とした時の値を代入すれば，それから得られた係数に変化させた $\Delta\varphi$ を度で与えると，天頂距離も度で得られる．天頂距離による大気差の変化を無視すれば高度の変化は

$$\Delta H = -\Delta z$$

として得られる.

b. 方位角への影響

$$\Delta A^\circ = \sin A \cdot \cot z \cdot \Delta\varphi^\circ$$

で与えられ，これも前式と同様に，基準とした時の方位，天頂距離を引数として求めた係数に緯度の変化量を乗じれば，方位角の変化する量が得られる.

2) 時刻の変化

a. 高度への影響

$$\Delta z^\circ = \frac{0.2031 \cdot \cos\delta \cdot \sin h}{\sin z} \Delta h^m$$

ここで，Δh は時間の単位で表わした分．Δz は度の単位で得られる．緯度の時と同様に $\Delta H = -\Delta z$ である.

b. 方位角への影響

$$\Delta A^\circ = \frac{\sin\delta \cdot \cos z - 0.5829}{4 \sin^2 z} \Delta h^m$$

高度の時と同じく，Δh は時間の分で，ΔA は度.

3) 太陽赤緯の変化

a. 高度への影響

$$\Delta z^\circ = \frac{\sin\delta \cdot \cos z - 0.5829}{\cos\delta \cdot \sin z} \Delta\delta^\circ$$

$$\Delta H = -\Delta z$$

b. 方位角への影響

$$\Delta A^\circ = -\frac{\sin A \cdot \cos\varphi}{\sin z \cdot \cos\delta} \Delta\delta^\circ$$

4) 経度の変化は，時刻の差となってきいてくるだけなので，それだけの時間を加減することで得られ，その量は，1 度で 4 分（時間の）で，東にいく程早くなる.

太陽の高度，方位とその変化をあげてみたが，春・秋分の時（太陽赤緯，0 度）に，その日影はどんな曲線を作るだろうか，O 点に a メートルの棒を立てたとすると，影の長さ r は,

$$r = a \tan\varphi \cdot \sec A$$

その y 成分は

$$y = a \tan\varphi$$

となり，図 5 のように影の先端の軌跡は直線となる.

なお，高度への影響のところで省略した大気差について詳しくは，理科年表天文部の平均大気差の表を参照のこと.