

第11問 下記の測量成果は、見取図に示す四角形DCBAの土地の筆界点、道路中心点V及びW並びに多角点T1の測量成果である。この成果に基づき、別紙第11問答案用紙を用いて、次の(1)から(7)までの問いに答えなさい。

なお、計算結果は、小数点以下第3位を四捨五入すること。ただし、(5)においては、角度の秒以下を切り捨て、(6)においては、小数点以下第3位を切り捨てること。

- (1) G点及びH点の座標値を求めなさい。ただし、直線GHと直線VWは平行で、その間隔は2mである。
- (2) E点及びF点の座標値を求めなさい。ただし、DE間の距離とEC間の距離は等しいものとし、直線EFと直線BCは平行である。
- (3) 多角点T2の座標値を求めなさい。
- (4) 四角形、DCBAの土地は、座標系の第何象限にあるか答えなさい。  
また、なぜこの象限にあるか図解しなさい。
- (5) 多角点T2にトランシットを据え、T1点を後視点としてE点を現地に測設するために必要な右回りの角度及びT2点とE点との間の距離を求めなさい。ただし、角度は秒単位まで求めなさい。
- (6) 四角形ECHFの土地の面積を倍横距法面積計算により求めなさい。  
なお、答案用紙には、計算過程を明らかにすること。
- (7) 四角形DEFGの土地、四角形ECHFの土地及び四角形GHBAの土地について、縮尺250分の1で図面を作成しなさい。なお、図面には、縮尺、方位記号、点名及び筆界点間の距離を記入すること。



第 11 問 <解答例>

問(1)

G 点の座標値

X 座標	Y 座標
- 29,986.08	- 534.08

H 点の座標値

X 座標	Y 座標
- 29,986.08	- 514.91

点 名	X 座標	Y 座標
A	- 29,986.72	- 534.08
B	- 29,986.72	- 515.08
C	- 29,972.23	- 511.20
D	- 29,972.23	- 534.08
V	- 29,988.08	- 534.08
W	- 29,988.08	- 515.08
T1	- 29,987.22	- 540.08

本試験問題中に示される座標一覧表には必ず同一の値を持つ点が複数あり、直角の関係から電卓を使う前に暗算で求められることがある。表中の印  
 この場合も、求点の座標値は単純に X 軸正方向に 2m だけである。

$$G_x : V_x + 2.00m = -29,988.08 + 2.00 = -29,986.08$$

$$G_y : V_y = -534.08$$

$$x = C_x - B_x = -29,972.23 - (-29,986.72) = +14.49$$

$$y = C_y - B_y = -511.20 - (-515.08) = +3.88$$

H 点の Y 座標値を比例関係から求めてみる。B 点から C 点に達するには X 座標が 14.49m 増加し、同時に Y 座標が 3.88m 増加することを意味する。

X の増分は文意により 0.64m(注)であるから、Y の増分は

$$y = +3.88 \times (0.64/14.49) = +0.171373 \dots +0.17 \text{ と簡単に求められる。}$$

(別解) 問題文中の「 $\angle ABC = 105^\circ$ 」により辺 CD への垂線に対して  $15^\circ$  なので  
 $\tan 15^\circ \times 0.64m = +0.171487 \dots +0.17$  としてもよい。

$$H_x = B_x + 0.64 = G_x = -29,986.08$$

$$H_y = B_y + 0.17 = -515.08 + 0.17 = -514.91$$

注) V・W 点と A・B 点との X 座標値の差は +0.64m である。

$$2.00 - (A_x - V_x) = 2.00 - (B_x - W_x) = 2.00 - \{-29986.72 - (-29988.08)\} = +0.64$$

## 第 11 問 &lt;解答例&gt;

問(2)

E 点の座標値

X 座標	Y 座標
- 29,972.23	- 522.64

F 点の座標値

X 座標	Y 座標
- 29,986.08	- 526.35

E 点は辺 CD の中点なので、両端の座標値の平均になる。ところが、両点の X 座標値は同じなので、Y 座標値について計算する。

$$E_x = C_x = D_x$$

$$E_y = C_y + (D_y + C_y) \times 1/2 = -511.20 + \{(-534.08) - (-511.20)\} / 2 \\ = -511.20 + (-22.88/2) = -511.20 - 11.44 = -522.64$$

F 点も同様に辺 GH 上にあるため、X 座標は G 点及び H 点と同一である。ここでも、Y 座標のみを考慮するだけで足りる。

$$F_x = G_x = H_x \quad (\text{G点H点の算出を間違ると以後は全て違ってしまうので注意})$$

$$F_y = H_y - (D_y + C_y) \times 1/2 = -514.91 - \{(-534.08) - (-511.20)\} / 2 \\ = -514.91 + (-22.88/2) = -514.91 - 11.44 = -526.35$$

座標一覧表 (全ての点を表記してある)

点名	X 座標	Y 座標
A	- 29,986.72	- 534.08
B	29,986.72	- 515.08
C	- 29,972.23	- 511.20
D	- 29,972.23	534.08
V	- 29,988.08	- 534.08
W	- 29,988.08	515.08
T1	- 29,987.22	- 540.08
G	- 29,986.08	- 534.08
H	- 29,986.08	- 514.91
E	- 29,972.23	- 522.64
F	- 29,986.08	- 526.35
T2	- 29,997.22	- 522.76

## 第11問 &lt;解答例&gt;

問(3)

T 2 の座標値

X 座標	Y 座標
- 29,997.22	- 522.76

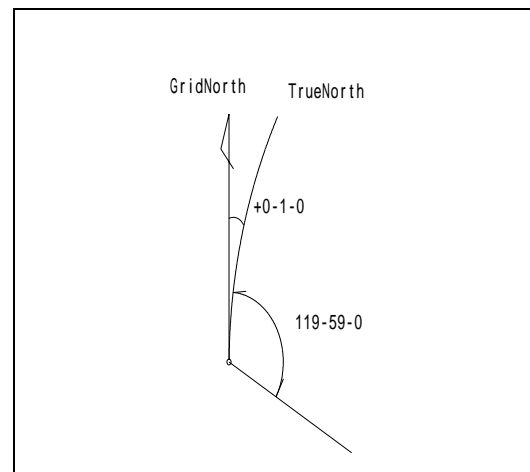
問題文には方向角でなく「方位角」が示されている。方位角とは真北から右回りに測った角度である。

座標計算に使う方向角は座標北から測った角度であるので、方位角を方向角に変換することになるが、座標北と真北との関係である真北方向角が問題文に示されているので、これを使う。

本問における真北、及び座標軸北並びに真北方向角を示すと右図のようになる。

真北(自転軸の北極側)を望むと T 1 点は座標系原点よりも西にあるため、座標軸北よりも東側を向く。

このように方位角は当該地点から北極点に向け地球曲率に沿って湾曲した方向になるので、座標面上で真北に平行な測線である座標軸北からの方向角を求める必要がある。



## ・方向角の算出

$$\text{方向角} = \text{方位角} + \text{真北方向角} = 119^\circ 59' 0'' + 0^\circ 1' 0'' = 120^\circ 0' 0''$$

## ・座標差の算出(電卓の関数機能を使う方がミスが少ない)

$$\begin{aligned} D_x &= D \cdot \cos = 20.00 \times \cos 120^\circ = 20.00 \times (-\cos 60^\circ) \\ &= 20.00 \times (-0.50000) = -10.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_y &= D \cdot \sin = 20.00 \times \sin 120^\circ = 20.00 \times (\sin 60^\circ) \\ &= 20.00 \times 0.86603 = +17.3206 \quad +17.32 \end{aligned}$$

## ・座標値の算出

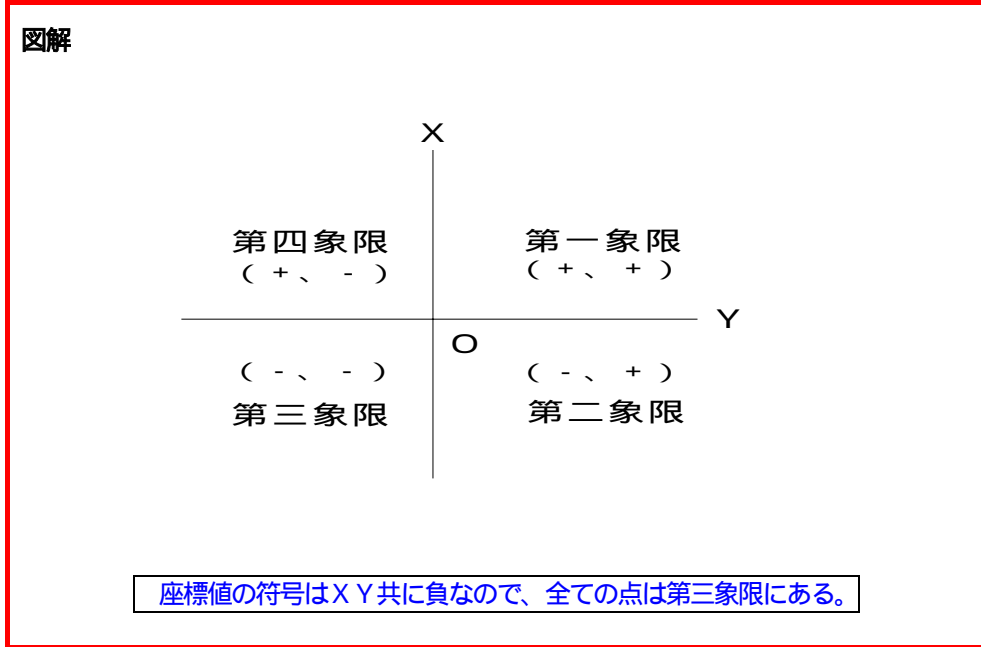
$$T_2 x = T_1 x + D_x = -29,987.22 + (-10.00) = -29,997.22$$

$$T_2 y = T_1 y + D_y = -540.08 + 17.32 = -522.76$$

第 11 問 <解答例>

問(4)

第 3 象限



第11問 <解答例>

問(5)

角 度	距 離(m)
60° 16' 30"	24.99

・予備計算

$$d_x = E_x - T_2 x = -29,972.23 - (-29,997.22) = +24.99$$

$$d_y = E_y - T_2 y = -522.64 - (-522.76) = +0.12$$

・辺長の算出

$$d_s^2 = d_x^2 + d_y^2 = (+24.99)^2 + (+0.12)^2 = 624.5001 + 0.0144 = 624.5145$$

$$d_s = 24.99028811 \dots \approx \mathbf{24.99} \text{ (小数点以下3位四捨五入)}$$

・方向角の算出

$$\tan \theta = d_y / d_x = (+0.12) / (+24.99) = +0.00480192076831 \dots$$

(ラジアンになっているので  $\theta = 57.3^\circ$  や  $\theta = 2.06265 \times 10^5$  などから度分秒に換算するが、電卓の逆関数で求める方が確実)

$$\theta = 0^\circ 16' 30.46'' \dots \approx 0^\circ 16' 30'' \text{ (秒以下切捨て)}$$

・挟角の算出 測設のための挟角はE点の方向角とT1点の方向角との差を求める

$$\theta_1 = \theta_2 + 180^\circ = 0^\circ 16' 30'' - 120^\circ + 180^\circ = \mathbf{60^\circ 16' 30''}$$

## 第 11 問 &lt; 解答例 &gt;

問 6)

面積(m <sup>2</sup> )
154.44

ここで面積計算に必要な座標値をまとめると次表のようになる。

点 名	X 座標	Y 座標
E	- 29,972.23	- 522.64
C	- 29,972.23	- 511.20
H	- 29,986.08	- 514.91
F	- 29,986.08	- 526.35

「倍横距法」とは第 10 問で示したような面積計算(求積計算)をいう(後述 §)。

ここでは上位桁を省略し同様に計算を進める。

I	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sub>n+1</sub> - Y <sub>n-1</sub>	X <sub>i</sub> (Y <sub>n+1</sub> - Y <sub>n-1</sub> )
E	- 72.23	- 22.64	-11.20 - (-26.35) = +15.15	-1094.2845
C	- 72.23	- 11.20	-14.91 - (-22.64) = +7.73	-558.3379
H	- 86.08	- 14.91	-26.35 - (-11.20) = -15.15	+1304.1120
F	- 86.08	- 26.35	-22.64 - (-14.91) = -7.73	+665.3984
		2 S	点検 ( ±0.0)	+316.8880
			S	158.4440

S = 154.44 平方メートル (小数点以下 3 位切捨て)

4 点しかないので、以下のように一式で計算してもよい。

$$2S = \{-72.23 - (-86.08)\} \times \{+15.15 + 7.73\} = +316.8880$$

$$X = +13.85$$

$$2 \cdot Y = +22.88 = 11.44 \times 2$$

ここを倍横距という

$$S = +158.4440$$

## § 座標による面積の計算式

$$i) \quad A = (X_n - X_{n+1})(Y_n - Y_{n+1})/2$$

$$ii) \quad A = (X_n \cdot Y_{n+1} - X_{n+1} \cdot Y_n)/2$$

$$iii) \quad A = X_n(Y_{n-1} - Y_{n+1})$$

上式はそれぞれ等価であり 1 つの式から他の式を誘導できるものであるが、ここでは第三式を用いた。これらの式では x と y を置き換えたり、計算順序を右回り、左回りと変えてもいずれも符号が変わるだけで絶対値は同じになる。また、数値の片方あるいは両方に同じ数値を加算・減算しても結果は変わらない。

調査士実務においても必須の計算式であり、午後のみならず午前の記述試験でも絶対必要で受験生にとっても常識としなくてはならない(測量士・士補では必須とはいえない)。