

<H24-pm3-A : 問題>

X市では、中心部に当たる東西 16 km、南北 10 kmの平たんな地域について、公共測量により、以下に示す撮影条件で、デジタル航空カメラを用いて鉛直方向に空中写真の撮影を行うこととした。次の各問に答えよ。

撮影条件

- ・ デジタル航空カメラの性能は、画面の大きさ 14,430 画素×9,420 画素、画面距離 10 cm、撮像面での素子寸法  $72\mu\text{m}$ とし、画面短辺が航空機の進行方向に平行であるとする。
- ・ 撮影基準面は 0m、撮影基準面における地上画素寸法は 20 cmとする。
- ・ 撮影基準面における隣接撮影コースの空中写真との重複度を 30%、同一撮影コース内の隣接空中写真との重複度を 60%とする。
- ・ 撮影コースは東西とする。
- ・ 南北両端の撮影コースでは、撮影区域外を画面の大きさの 20%以上含むように撮影する。
- ・ 各撮影コースの両端は、撮影区域外に各 1 モデル分撮影する。

問 A-1.

撮影基準面における 1 枚の空中写真の撮影範囲を m 単位で求め、解答欄に記せ。

問 A-2.

この場合の最少撮影コース数を求め、解答欄に記せ。

問 A-3.

この場合の最少写真枚数を求め、解答欄に記せ。

問 A-4.

この場合の撮影高度を m 単位で求め、小数点以下第 1 位を四捨五入し解答欄に記せ。

問 A-5.

X市では、上記のデジタル航空カメラによる撮影と同時に、小型デジタルカメラを使った空中写真の撮影試験を検討している。このデジタルカメラは、焦点距離 24 mm、画面の大きさ 5,600 画素×3,750 画素、撮像面での素子寸法  $6.4\mu\text{m}$ であるとする。また、このデジタルカメラの傾きは鉛直方向で、かつ画面短辺は航空機の進行方向に平行であるとする。このとき、小型デジタルカメラで撮影された画像の地上画素寸法は幾らか。地上画素寸法を cm 単位で求め、小数点以下第 1 位を四捨五入し解答欄に記せ。

<H24-pm3-B : 問題>

既成図数値化における座標変換に関する次の問いに答えよ。

問 B-1.

ある地形図を数値化するため、スキャナにより地形図を読み取り、コンピュータソフトウェアを用いて、ディスプレイ上で座標変換に使用する点を計測した。次の文は、この数値化された地形図のひずみを補正するため、変換式（式 3-1）の係数  $a, b, c, d, e, f$  を最小二乗法により求める過程について述べたものである。

~  に入る最も適当なものを次のページの選択肢から選び、その番号を解答欄に記せ。

ただし、同じ番号を使用することもあるものとする。

$X, Y$  を地形図の地上座標値、 $x, y$  を数値化された地形図の画像座標値とし、利用する変換式を

$$\begin{cases} X = ax + by + c \\ Y = dx + ey + f \end{cases} \quad \dots \text{式 3-1}$$

（  $a, b, c, d, e, f$  は係数）

とする。このとき、 $X$  座標の残差を  $V_x$ 、 $Y$  座標の残差を  $V_y$  とすると、観測方程式は

$$\begin{cases} V_x = ax + by + c - X \\ V_y = dx + ey + f - Y \end{cases}$$

となる。この式は、計測をした点の数だけ作ることができるので、 $n$  個の点の計測を行った際の  $i$  番目の点の地形図の地上座標値を  $X_i$ 、 $Y_i$  数値化された地形図の画像座標値を  $x_i, y_i$ 、 $X$  座標の残差を  $V_{x_i}$ 、 $Y$  座標の残差を  $V_{y_i}$  とする（ $i=1, 2, \dots, n$ ）。

$X$  座標の残差の 2 乗和と  $Y$  座標の残差の 2 乗和を加えたものを  $V$  とおく。この  $V$  が最小となる条件で係数  $a, b, c, d, e, f$  を求める。このとき、

$$\begin{aligned} V &= \sum_{i=1}^n \text{ア}^2 + \sum_{i=1}^n \text{イ}^2 \\ &= \sum_{i=1}^n (ax_i + by_i + c - \text{ウ})^2 + \sum_{i=1}^n (dx_i + ey_i + f - \text{エ})^2 \end{aligned}$$

となる。これを  $a, b, c, d, e, f$  で偏微分したものがそれぞれ 0 となるとき、 $V$  が最小となるから、求める  $a, b, c, d, e, f$  は、

$$\frac{\partial V}{\partial a} = \sum_{i=1}^n 2x_i (ax_i + by_i + c - \text{ウ}) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial b} = \sum_{i=1}^n 2y_i (ax_i + by_i + c - \text{ウ}) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial c} = \sum_{i=1}^n 2(ax_i + by_i + c - u) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial d} = \sum_{i=1}^n 2x_i(dx_i + ey_i + f - x) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial e} = \sum_{i=1}^n 2y_i(dx_i + ey_i + f - x) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial f} = \sum_{i=1}^n 2(dx_i + ey_i + f - x) = 0$$

を満たす。この式を整理して、行列の形で書き直す。行列の中では、総和記号の上下の添字を省略して記述している。

$$\begin{pmatrix} \text{オ} & \sum x_i y_i & \sum x_i \\ \sum x_i y_i & \text{カ} & \sum y_i \\ \sum x_i & \sum y_i & \text{キ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{a} \\ \text{b} \\ \text{c} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{ク} \\ \text{ケ} \\ \sum X_i \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \text{オ} & \sum x_i y_i & \sum x_i \\ \sum x_i y_i & \text{カ} & \sum y_i \\ \sum x_i & \sum y_i & \text{キ} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{d} \\ \text{e} \\ \text{f} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{コ} \\ \text{サ} \\ \sum Y_i \end{pmatrix}$$

この方程式を解くことにより、 a, b, c, d, e, f を求めることができる。

#### 選択肢

- |                                    |                                    |                                    |                                  |                                  |                                    |                                    |                   |                   |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1. 0                               | 2. 1                               | 3. n                               | 4. n <sup>2</sup>                | 5. Vx <sub>i</sub>               | 6. Vy <sub>i</sub>                 | 7. X <sub>i</sub>                  | 8. Y <sub>i</sub> | 9. x <sub>i</sub> |
| 10. y <sub>i</sub>                 | 11. Σx <sub>i</sub>                | 12. Σy <sub>i</sub>                | 13. Σx <sub>i</sub> <sup>2</sup> | 14. Σy <sub>i</sub> <sup>2</sup> | 15. Σx <sub>i</sub> X <sub>i</sub> | 16. Σx <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> |                   |                   |
| 17. Σy <sub>i</sub> X <sub>i</sub> | 18. Σy <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> | 19. Σx <sub>i</sub> y <sub>i</sub> | 20. ΣX <sub>i</sub>              | 21. ΣY <sub>i</sub>              | 22. ΣX <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> |                                    |                   |                   |

#### 問B-2.

式 3-1 は、アフィン変換と呼ばれている。既成関数値化においてこの変数を用いても取り除くことができないひずみにはどのようなものがあるか。40 字以内で解答欄に記せ。

#### 問B-3.

アフィン変換は、実際の測量においてどのような場面で利用されているか。25 字以内で解答欄に記せ。

ただし、既成関数値化に伴うひずみの補正は除く。

<H24-pm3-C : 問題>

A市では、市内でも低地が多く分布しているB地区（約 10 km<sup>2</sup>）について、詳細な地形状況を把握し、さまざまな防災シミュレーションに利用することを目的として、公共測量により航空レーザ測量で格子間隔 5m の数値地形モデル（DTM）を作成することになった。次の各問に答えよ。

問 C-1.

航空レーザ計測をした後、断面表示、鳥瞰表示等によりノイズを削除した三次元計測データを作成した。次の文は、三次元計測データの点検方法について述べたものである。

～  に入る最も適当な語句はどれか。語群から選び解答欄に記せ。

ただし、同じ語句が入ることもあるものとする。

三次元計測データの点検は、調整用基準点を用いて比較点検を行う。地図情報レベルごとに定められた  と同一半径の円又は  の正方形内の三次元計測データを平均化したものと調整用基準点との較差を求め、全ての調整用基準点における較差の  と  を求めることを標準とする。点検の結果、 が 25cm 以上又は  が±25cm 以上の場合は、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講ずる。

語 群

2倍辺長 縮尺	3倍辺長 点群間隔	計曲線間隔 標準偏差	格子間隔 平均値	最小値	最大値	残差
------------	--------------	---------------	-------------	-----	-----	----

問 C-2.

オリジナルデータからフィルタリングを行い、グラウンドデータを作成した。次の文はフィルタリング及びグラウンドデータの点検について述べたものである。下線の部分の語句について、正しいものには○を、間違っているものには正しい語句を、それぞれ解答欄に記せ。

フィルタリングはオリジナルデータのうち、地表面以外のデータを取り除く作業である。フィルタリングにおいて、道路の高架橋や一般住宅などの建物は除去の対象と <sup>(ア)</sup> する。なお、レーザ計測と同時期に取得した航空レーザ用数値写真を <sup>(イ)</sup> ヘルマート変換して作成した写真地図データは、

資料として使用できる。

大規模な地表遮蔽部分のフィルタリングにおいて、地形表現に不具合が生じる場合は、周囲のフィルタリングしていないグラウンドデータ等を用いて <sup>(ウ)</sup> 内挿補間を行うものとする。

グラウンドデータの点検は、「写真地図データと等高線データの重ね合せ図」及び「<sup>(エ)</sup> 数値地形図データ、オリジナルデータ及び <sup>(オ)</sup> 行政区画ポリゴンの重ね合せ図」の2種類の点検図を作成して行う。点検図におけるオリジナルデータについては、グラウンドデータとして採用された点とフィルタリングにより削除された点を色分けして表示する。



問D-2.

図3-1の P、P' 間の断面図を解答欄に作図せよ。また、断面図中にA及びBの位置をそれぞれ●を用いて記せ。

ただし、Pの標高は 37m、P' の標高は 43m であるとする。

