

① 令和元年（平成 31 年 2019 年）測量士試験午後問題集（解答）

必須〔No. 1〕

問 A. 次の文は、測量法（昭和 24 年法律第 188 号）の条文の一部である。

～  に入る語句を解答欄に記せ。

第三条 この法律において「測量」とは、土地の測量をいい、 及び測量用写真の撮影を含むものとする。

第十条の二 この法律において「測量業」とは、基本測量、公共測量又は

を請け負う営業をいう。

第二十四条 基本測量の  又は  の汚損その他その効用を害

するおそれがある行為を当該  若しくは  の敷地又はその

付近でしようとする者は、理由を記載した書面をもって、国土地理院の長に当該

又は  の移転を請求することができる。

（第 2 項 ～ 第 4 項 省略）

第五十五条の十三 測量業者は、その営業所ごとに  を一人以上置かなければならない。

（第 2 項 省略）

問 B. 公共測量における測量作業機関に関する事項について、次の各問に答えよ。

問 B-1. 次の文は、測量作業機関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。

「測量作業機関」とは、 の  又は  ) を受け

て測量作業を  する者をいう。

測量作業機関は、 前に、測量作業の方法、使用する主要な機器、

カ＝要員， キ＝日程 などについて適切な作業計画を立案し，これを

ア＝測量計画機関 に提出して，その承認 を得なければならない。

#### 語群

委託 関係都道府県知事 構造 国土地理院の長 作業規程 指示 市町村長 実施  
受託 守秘義務 遵守 使用 使用機器の検定 書面 審査 正確 積算  
測量計画機関 測量作業受注 測量作業着手 調整 日程 要員

問B－2. 測量作業機関は，測定の正確さを確保するため，適切な精度管理を行わなければならない。測量作業機関が行う精度管理について次の（ア），（イ）の各問に答えよ。

ア. 測量作業機関が各工程別作業の終了時に行わなければならない精度管理の具体的な内容について，50 字以内で解答欄に記せ。

（解答）

#### 観測値の点検、点検計算

イ. 測量作業機関が作業終了後速やかに行わなければならない精度管理の具体的な内容について，70 字以内で解答欄に記せ。

ただし，各工程別作業の終了時に行う精度管理及び品質評価は除く。

（解答）

#### 点検測量、精度管理表

問B－3. 測量作業機関は，測量計画機関が定める作業規程や製品仕様書などにに基づき，成果等を作成しなければならない。測量計画機関が定める製品仕様書に記載される項目を二つ，例 に倣ってそれぞれ解答欄に記せ。ただし，例として示す項目は除く。

（例）データ品質

（解答）準則 5 条、20 条、386 条

#### 測量成果の概要、データ的内容及び構造

問B－4. 測量作業機関は，現地での測定における作業者の安全確保について，適切な措置を講じ なければならない。

地震による津波浸水が想定されている地域において，水準測定を受注し，現地での測定を行うこととなった。現地での測定の安全確保のため，この作業地域へ向かう前に社内で事前に行うべき地震に備えた対策について二つ，解答欄に記せ。

（解答）

#### 1. 地震情報の即時取得

2. 避難経路の確認

3. 連絡網の確認

問C. 図 1-1 は、測量計画機関が公共測量を実施する場合の諸手続の流れを示したものである。 次の各問に答えよ。

(手続の時期)

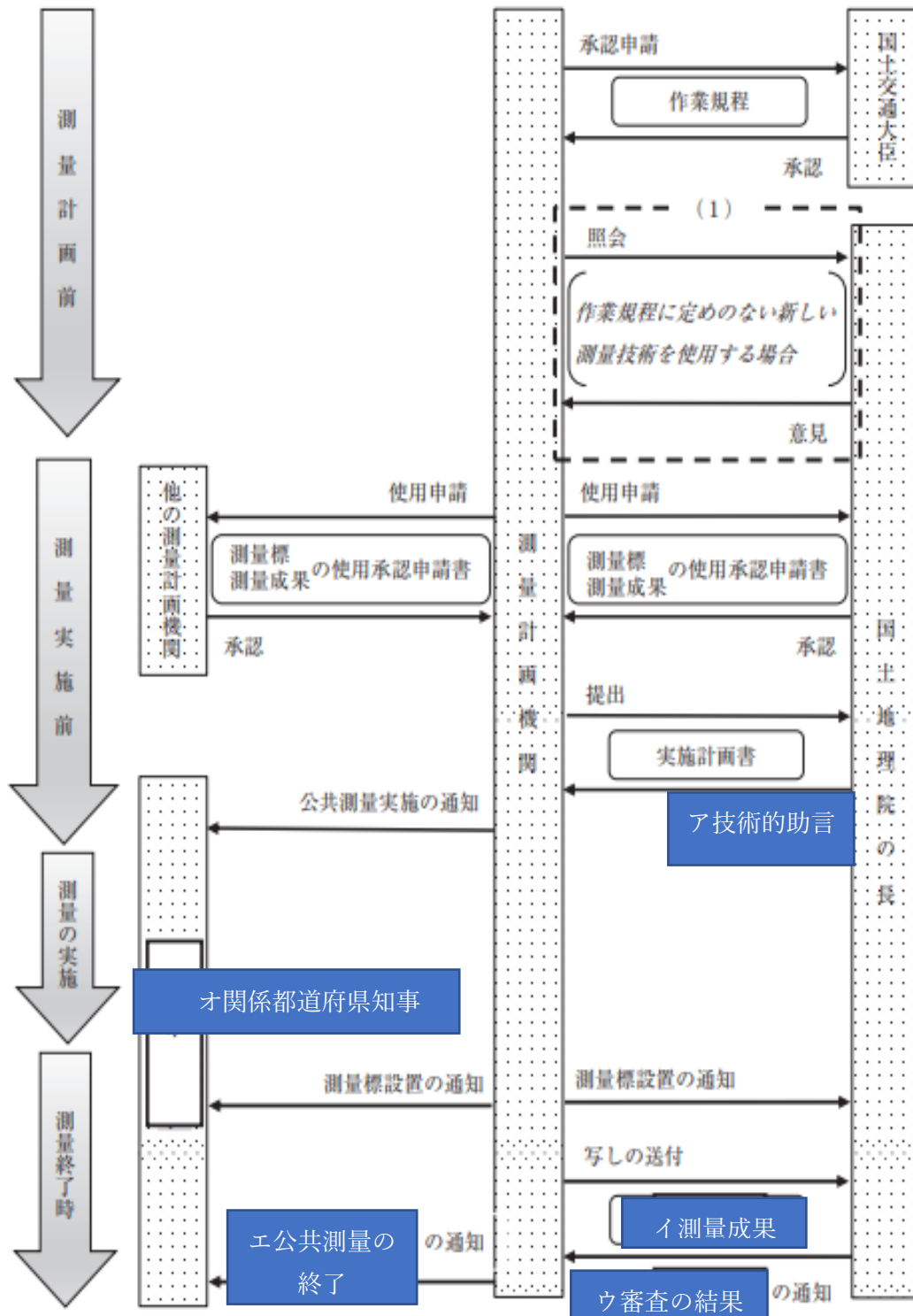


図 1-1

〈次のページに続く〉

問C-1. 図 1-1 の ア ～ オ に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。

(解答)

ア＝技術的助言（法 36 条）、イ＝測量成果（法 40 条）、ウ＝審査の結果の通知（法 41 条）  
エ＝公共測量の終了、オ＝関係都道府県知事

問C-2. 測量計画機関は、公共測量を実施しようとするときは、当該公共測量に関して作業規程を定め、あらかじめ、国土交通大臣の承認を得なければならない。測量計画機関が作業規程を定める主な目的を 60 字以内で解答欄に記せ。

(解答)

1. 必要な精度を確保（法 33 条）

問C-3. 測量計画機関から測量成果及び測量標の使用申請があった場合において、国土地理院の長若しくは当該測量成果を有する測量計画機関が、確認しなくてはならないことは何か。主なものを、例に倣って解答欄に記せ。ただし、例として示す内容は除く。

(例) 申請手続きの記載内容が法令に違反していないか。

(解答)

1. 当該測量成果を使用することが当該測量の正確さを確保するうえで適切であること。  
（法 30 条）

問C-4. 次の文は、図 1-1 に破線の囲みで示した（1）作業規程に定めのない新しい測量技術を使用する場合に行う手続きを具体的に述べたものである。a ～ d 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。（準則 17 条）

測量計画機関は、必要な a＝精度 の確保及び b＝作業能率の維持 に支障がないと認められる場合には、作業規程に定めのない新しい測量技術を用いることができる。

その場合、使用する資料、機器、測量方法などにより a＝精度 が確保できることを測量作業機関からの c＝検証 結果などに基づいて確認するとともに、確認に当たっては、あらかじめ国土地理院の長の意見を求めなければならない。

国土地理院が新しい測量技術による測量方法に関する d＝マニュアル を定めた場合は、

当 該 d = マニュアルを確認のための資料として使用することができる。

語群

勧告 経営の状態 検証 検定証明 告示 作業能率の維持 集計 承認 所有者の承諾 助言 精度 測量成果 法令 マニュアル 要員
--

問C-5. 次の1～5に示す測量を作業規程の準則で規定されている測量及び規定されていない新しい測量技術による測量に分類し、その番号をそれぞれ解答欄に記せ。

1. 地上レーザスキャナを用いた地図情報レベル 500 の数値地形図データ作成  
(解説) 地上レーザスキャナマニュアルでは250、500の規定があるが、準則なし。
2. 電子基準点のみを既知点とする2級基準点測量  
(解説) 電子基準点のみのマニュアルはある。準則22条。
3. GNSS 測量機を用いた3級水準測量  
(解説) マニュアルあり、準則なし。
4. 車載写真レーザ測量による地図情報レベル 500 の数値地形図データ作成  
(解説) マニュアルあり、準則106条。
5. 航空レーザ測量による地図情報レベル 500 の数値標高モデル作成  
(解説) マニュアルあり、準則312条。

問D. 次の各問に答えよ。

問D-1. 次のa～dの文は、公共測量における測量作業機関の対応について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×及び正しい対応を80字以内で、それぞれ解答欄に記せ。

- a. 基準点測量を円滑かつ確実に実行するために、作業計画は測量士が立案し、精度管理には十分な実務経験を有する測量士補を総括する者として配置した。また、観測者には、測量士補の資格を持たないがトータルステーションの操作に詳しい者を配置した。×  
(解説) 精度管理＝測量士(準則9条)、観測は有資格者でないといけない(法48)。
- b. 基準点測量において、GNSS 観測をすることになった。必要な精度を確保するため、作業員がその場で判断して基準点上空及び周辺の樹木を伐採し、速やかに測量計画機関に報告した。×  
(解説) 樹木の伐採はあらかじめ土地所有者に連絡し了解を得る必要がある。(法16条)
- c. 測量作業を実施中、計画に対して作業全体に大幅な遅延が生じたが、測量計画機関への月ごとの進捗状況の報告では、作業計画書提出時の予定で進んでいることを報告し、そのままの体制で作業を進めた。×  
(解説) 測量計画機関へ大幅な遅延を報告し、その対策を講じることを速やかに連絡する。

(準則 11,12 条)

d. 測量作業が順調に進み計画より早く終了した。納品期日前であったが、得られた測量成果などを、あらかじめ測量計画機関が定めた様式に従って電磁的記録媒体に格納し、ウィルスチェックを行った上で、測量計画機関に提出した。○

問D-2. 次の a～f の文で述べている測量について、測量法(昭和 24 年法律第 188 号)第 5 条に規定する公共測量に該当するものには○を、公共測量に該当しないものには×及び該当しない具体的な理由を例に倣って解答欄に記せ。ただし、例として示す内容は除く。

(例) 百万分の一未満の小縮尺図の調製で、高度の精度を必要としないため。

a. A 町は、道路管理のため、町内の改修した町道について、地図情報レベル 500 の道路台帳附図の修正を車載写真レーザ測量により行った。○

(解説) 準則 107 条

b. B 市は、地震に伴う大規模な地殻変動によって、現状と合わなくなった B 市で管理する基準点の測量成果について、国土地理院が地殻変動後の測量結果を基に作成、公開した補正パラメータを使用して改算を行い、現地で測量することなく測量成果を改定した。○

(解説) 公共測量

c. C 市は、庁舎管理のため、地図情報レベル 250 の庁舎平面図を作成した。×

(解説) 建物の測量は公共測量ではない。

d. D 町に設置されている二等三角点が河川工事の範囲にあるため、作業を受注した E 測量会社に移転を行った。×

(解説) 二等三角点の設置者管理者は国土地理院であり、基本測量であり、勝手に移転してはならない。

e. F 県は、地盤沈下監視のため、一等水準点と G 市で設置した 1 級水準点を使用して、1 級水準測量を行った。○

(解説) 地盤沈下水準測量は公共測量である。

f. H 電力株式会社は自社が保有する施設管理のため、地図情報レベル 2500 の基盤地図情報を使用して、地図情報レベル 10000 の数値地形図データを修正した。×

(解説) 基本測量及び公共測量以外の測量である。

士 午後 平成 31 年測量士試験問題集

選択〔No. 2〕

問 A. 公共測量における基準点測量をトータルステーションを用いて実施することになった。次の各問に 答えよ。

問 A-1. 表 2-1 は、工程別作業区分、各工程で作成する資料及びその概要を示したものである。

～  に入る適当な語句を解答欄に記せ。

表 2-1

工程別作業区分	作成する資料	資料の概要
作 業 計 画	作業計画書	測量作業の方法、使用する主な機器、作業期間などを踏まえて、作業工程を記載したもの。
	<input type="text" value="ア"/>	選点の基図とするために、地形図上で新点の概略位置と、使用する <input type="text" value="イ"/> を決定し、理想的な路線による網を記載したもの。
選 点	基準点現況調査報告書	<input type="text" value="イ"/> の現況を調査し、異常の有無などを報告するために作成するもの。
	<input type="text" value="ウ"/>	新点の位置を選定した際、その位置、視通線などを地形図に記載したもの。
	平均図	<input type="text" value="ウ"/> に基づき、作業規程に規定された条件や必要な精度を満たす路線の網であるかを確認するためのもので、 <input type="text" value="エ"/> の承認を得る必要がある。
	建標承諾書	永久標識を設置する際、 <input type="text" value="エ"/> が土地の所有者又は管理者から承諾を得たことを示したもの。
測 量 標 の 設 置	<input type="text" value="オ"/>	設置した永久標識について、今後の測量で利用できるように、所在地、所有者、自動車到達地点、周囲の状況や要図などを記載したもの。
	測量標設置位置通知書	永久標識を設置した際、所在地、地目、測量標の種類及び設置年月日を通知するもの。
観 測	観測図	承認された平均図に基づき、測角・測距の方向など、平均計算を行うために必要な観測値の取得法を図示したもの。
	<input type="text" value="カ"/> , 観測記簿	観測の際に測定値を記入するもの及び測定値をもとに計算作業に必要な数値をまとめたもの。

(解答)

ア＝平均計画図    イ＝使用する既知点

ウ＝選点図、エ＝測量計画機関、オ＝点の記、カ＝観測手簿



計 算	<input type="text" value="キ"/>	新点の水平位置及び標高を求めるための計算過程を示したもの。
	成果表	新点の水平位置、標高、ジオイド高など計算の最終結果をまとめたもの。
	<input type="text" value="ク"/>	点検計算や平均計算の結果をまとめたもの。
品 質 評 価	<input type="text" value="ケ"/>	製品仕様書において規定する品質を満たしているかを評価し、その評価結果をまとめたもの。
成果等の整理	基準点成果の <input type="text" value="コ"/>	製品仕様書に従い、測量成果の管理及び利用に必要な概要データをまとめたもの。

(解答)

キ＝計算簿、ク＝点検計算簿（精度管理表）、ケ＝品質評価表、コ＝成果簿（メタデータ）

問A-2. 4級基準点測量において、電子基準点のみを既知点として設置した2級基準点を既知点とし、かつ、2級トータルステーションを用いて実施する場合に、緩和される作業方法の条件を一つ、例に倣って解答欄に記せ。

ただし、例として示す内容は除く。

(例) 結合多角方式で路線の辺数を15辺以下とすることができる。

(解答) 結合多角方式の路線長を700m以下とすることができる。

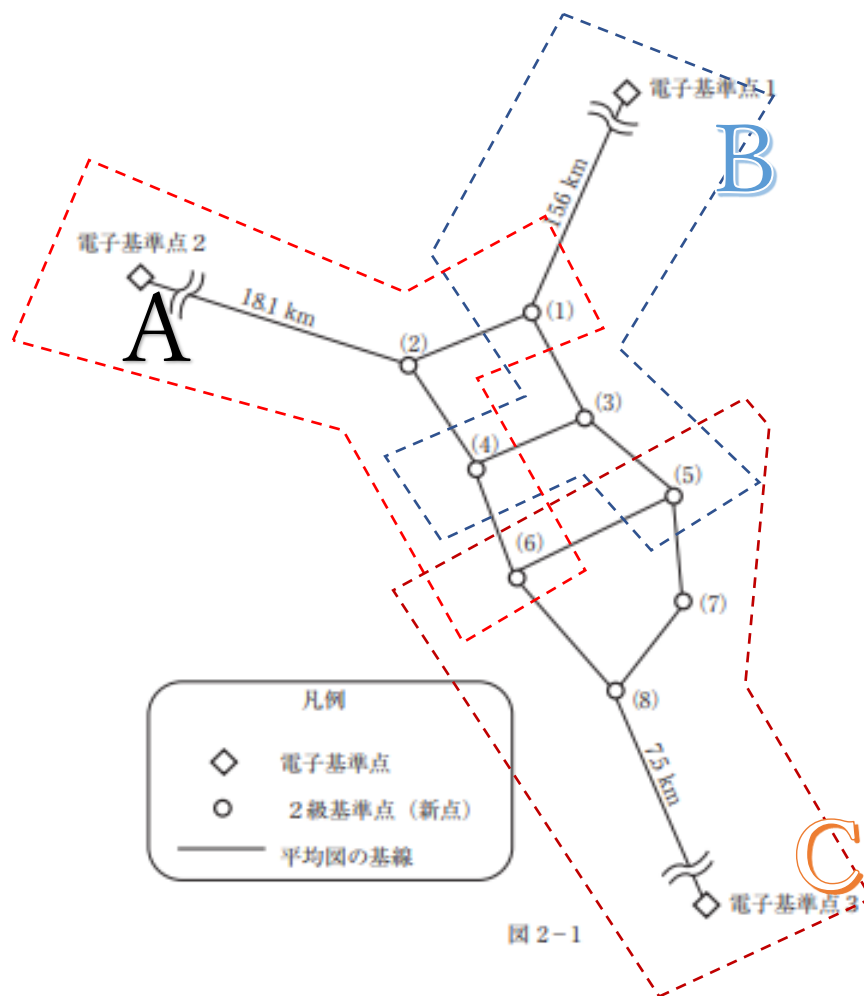
問B. 公共測量における2級基準点測量を、GNSS測量機を用いた測量により実施することになった。次の各問に答えよ。

問B-1. 図2-1は、既知点に電子基準点のみを用いて実施する際の、平均図を模式的に表したものである。以下の条件を考慮して観測計画を立案し、解答欄に観測図を作図せよ。

- ・1級GNSS測量機を1台、2級GNSS測量機を3台使用できる。
- ・観測セッションは最少となるよう計画する。
- ・偏心点は無く、節点は設けない。
- ・各測点間の移動時間や機器設置の難易度の差は考慮しなくてよい。
- ・観測セッションは破線で囲い、観測順にアルファベットでAから順に表記する。（セッションA、セッションB、セッションC....）

ただし、セッションの破線は、セッション毎の観測点のはっきり識別できるよう、線の引き方等に留意すること。

(解答)



問 B-2. 観測値の点検方法を二つ解答欄に記せ。

(解答)

(基準点測量作業規程) 平成 30 年 4 月

20 条

(4) 観測値の点検計算は次のとおり行う。

1) 電子基準点等のみを既知点としない場合

① 全てのセッションについて、次のいずれかの方法で行う。

イ) 異なるセッションの組合せによる最少辺数の多角形を選定し、基線ベクトルの環閉合差を点検する。

ロ) 異なるセッションで重複する基線ベクトルの較差を点検する。

(準則 42 条)

ロ 電子基準点のみを既知点とする場合の観測

(1) 点検計算に使用する既知点の経度と緯度及び楕円体高は、今期座標とする。

(2) 観測値の点検は、次の方法により行うものとする。

(i) 電子基準点間の結合の計算は、最少辺数の路線について行う。ただし、辺数が同じ

場合は路 線長が最短のものについて行う。

(ii) 全ての電子基準点は、1つ以上の点検路線で結合させるものとする。

(iii) 結合の計算に含まれないセッションについては、イ(1)の(i)又は(ii)によるものとする。

問C. 公共測量におけるセミ・ダイナミック補正について、次の各問に答えよ。

問C-1. 次の文は、1級及び2級基準点測量において電子基準点のみを既知点とする場合、セミ・ダイナミック補正を行うことが必要である理由について述べたものである。

ア～オに入る適当な語句を解答欄に記せ。

我が国は複数の ア=プレート 境界に位置し、それぞれが異なる方向へ動くことから、複雑な地殻変動が起こっている。測量に利用される基準点もこの地殻変動の影響により、実際の地球上の位置と イ=基準点 の示す座標値が時間とともにずれていき、時間が経つにつれて 測量の結果に大きな誤差をもたらすこととなる。

ウ=測量地域近傍の三角点を既知点とする測量を行う場合であれば、既知点間の距離が短く相対的な変動量も小さいため、地殻変動によるひずみの影響はそれほど問題にならなかったが、電子基準点のみを既知点として測量を行う場合は、既知点間の距離が長いいため地殻変動によるひずみの影響を考慮しないと、近傍の基準点との間に不整合が生じる。

セミ・ダイナミック補正では、「測地成果 2011」の基準日を エ=元期、新たな測量を行った時点を オ=今期 と定義し、エ=元期 から オ=今期 の間の地殻変動によるひずみの影響を補正する。

問C-2. 公共測量において、電子基準点のみを既知点とする1級基準点測量を行い、新点(1)、(2)を設置した。表2-2は、既知点A、Bの測量成果を地心直交座標系に変換した座標値である。表2-3は、既知点A、Bのセミ・ダイナミック補正の補正量である。式2-1は、閉合差(DX, DY, DZ)から閉合差(DN, DE, DU)に変換する式である。基線解析によって、基線ベクトル成分を得て、表2-4にあるようにセミ・ダイナミック補正を適用し点検計算を実施した。

表2-4の(カ)～(ソ)に入る適当な数値を、(カ)～(ス)についてはm単位で小数第3位まで求め、(セ)、(ソ)についてはm単位で小数第4位を四捨五入し、小数第3位まで求め、解答欄に記せ。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

表 2-2

	X (m)	Y (m)	Z (m)
A	-3,957,235.060	3,310,368.350	3,737,529.800
B	-3,967,566.270	3,305,363.990	3,731,046.081

表 2-3

	セミ・ダイナミック補正量		
	X 成分 (m)	Y 成分 (m)	Z 成分 (m)
A	-0.280	-0.140	-0.080
B	-0.290	-0.130	-0.100

表 2-4

	X (m)	Y (m)	Z (m)
Aの座標値	<input type="text" value="カ"/>	3,310,368.210	<input type="text" value="キ"/>
A→(1)	-3,522.271	-1,988.794	-1,982.310
(1)→(2)	-2,305.149	-716.340	-1,778.259
(2)→B	-4,503.810	-2,299.206	-2,723.150
Bの観測値	-3,967,566.570	<input type="text" value="ク"/>	3,731,046.001
Bの座標値	<input type="text" value="ケ"/>	<input type="text" value="コ"/>	<input type="text" value="サ"/>
閉合差 (ΔX, ΔY, ΔZ)	ΔX= -0.010	ΔY= <input type="text" value="シ"/>	ΔZ= <input type="text" value="ス"/>
閉合差 (ΔN, ΔE, ΔU)	ΔN= <input type="text" value="セ"/>	ΔE= <input type="text" value="ソ"/>	ΔU= 0.023
許容範囲	0.94	0.94	0.201

$$\begin{pmatrix} \Delta N \\ \Delta E \\ \Delta U \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.452 & -0.377 & 0.808 \\ -0.641 & -0.768 & 0.000 \\ -0.621 & 0.518 & 0.589 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \cdots \cdots \text{式 2-1}$$

(解答)

	X(m)	Y(m)	Z(m)
A の座標値	-3957235.34	3310368.21	3737529.72
A→ (1)	-3522.271	-1988.794	-1982.31
(1) → (2)	-2305.149	-716.34	-1778.259

(2) →B	-4503.81	-2299.206	-2723.15
B の観測値	-3967566.57	3305363.87	3731046.001
B の座標値	-3967566.56	3305363.86	3731045.981
閉合差 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	-0.01	0.01	0.02
閉合差 $\Delta N, \Delta E, \Delta U$	0.008	-0.001	0.023
許容範囲	0.94	0.94	0.201

A の座標値

$$X = \text{カ} - 3957235.060 - 0.280 = -3957235.340$$

$$Z = \text{キ} \ 3737529.800 - 0.080 = 3737529.720$$

B の観測値

$$YB = 3310368.210 - 1988.794 - 716.34 - 2299.206 = \text{ク} \ 3305363.87$$

B の座標値

$$X = \text{ケ} - 3957,235.060 - 0.29 = -3967566.560$$

$$Y = \text{コ} \ 3305363.990 - 0.130 = 3305363.860$$

$$Z = \text{サ} \ 3731046.081 - 0.100 = 3731045.981$$

閉合差

$$\Delta X = -0.01, \Delta Y = \text{シ} \ 0.01, \Delta Z = \text{ス} \ 0.02$$

$$\Delta N = \text{セ} \ 0.008, \Delta E = \text{ソ} - 0.001, \Delta U = 0.023$$

問D. 図 2-2 は、既知点 A, B と新点 S, T からなる水準路線において実施した、公共測量における 1 級水準測量を模式的に表したものである。表 2-5 はその観測結果である。表 2-6 は既知点間の 検測結果と前回の観測高低差である。次の各問に答えよ。なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

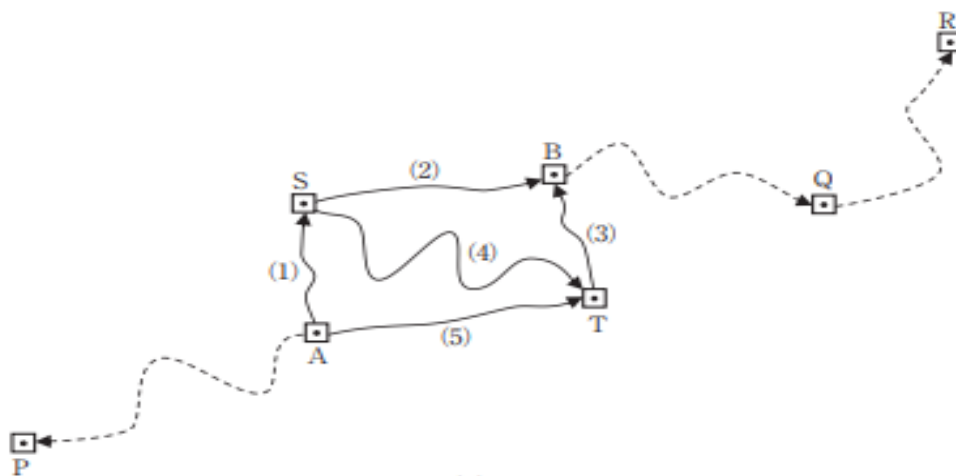


図 2-2

表 2-5

路線番号	路線方向	観測高低差 (m)	観測距離 (km)
(1)	A→S	+ 5.4029	1.00
(2)	S→B	+ 2.6027	2.00
(3)	T→B	+ 5.4012	1.00
(4)	S→T	- 2.8022	4.00
(5)	A→T	+ 2.5983	2.00

表 2-6

路線方向	検測結果 (m)	前回の観測高低差 (m)	観測距離 (km)
A→P	+ 12.2472	+ 12.2466	4.00
B→Q	+ 4.2127	+ 4.2081	3.24
B→R	+ 9.0133	+ 9.0181	5.76

問D-1. 既知点 A, B について, それぞれ隣接既知点 P, Q との間での検測を行った。その結果, A→P 間では許容範囲内であったものの, B→Q 間では許容範囲を超過した。そのため, 更に B から既知点 R で検測を行ったところ, 許容範囲内であった。A→P 間, B→R 間で許容範囲内であること及び B→Q 間で許容範囲を超過していることを確かめるための計算過程を解答欄に記せ。

ただし, 検測における結果と前回の観測高低差との較差の許容範囲は  $2.5 \text{ mm}\sqrt{S}$  とし, S は観測距離 (片道, km 単位) とする。

(解答)

	検測-前回 (閉合差)	距離 (Skm)	許容値	合否
A→P	0.6mm	4	5mm	合
B→Q	4.6	3.24	4.5	否
B→R	-4.8	5.76	6mm	合

∴B→Q の観測は不合格

問D-2. 路線 A→S→T→A と路線 B→S→T→B について環閉合差を計算したところ, いずれも許容範囲内であった。

2つの路線の環閉合差がともに許容範囲内であることを確かめるための計算過程を解答

欄に記せ。

ただし、環閉合差の許容範囲は  $2\text{mm}\sqrt{S}$  とし、 $S$  は観測距離（片道、km 単位）とする。

（解答）

路線  $A \rightarrow S \rightarrow T \rightarrow A$

$(1) + (4) - (5) = 2.4\text{mm} \leq \text{許容値 } 5.2\text{mm}$ （合）

路線  $B \rightarrow S \rightarrow T \rightarrow B$

$-(2)+(4)+(3) = -3.7\text{mm} \leq \text{許容値 } 5.2\text{mm}$ （合）

問D-3. 次の文は、新点  $S$ 、 $T$  の標高を決定するための計算過程を示したものである。  
（ア）～（コ）に入る適当な数値を、（ウ）～（オ）及び（キ）、（ク）については小数第2位まで求め、（ア）、（イ）、（カ）、（コ）については小数第4位まで求め、（ケ）については小数第5位を四捨五入し、小数第4位まで求め、解答欄に記せ。

路線（ $i$ ）（ $i=1,2,\dots,5$ ）における観測高低差の残差を  $V_i$ 、点  $S$ 、 $T$  の仮定標高の補正量をそれぞれ  $X_S$ 、 $X_T$  とする。また、点  $A$ 、 $B$ 、 $S$ 、 $T$  の仮定標高をそれぞれ  $10.0000\text{m}$ 、 $18.0000\text{m}$ 、 $15.4000\text{m}$ 、 $12.6000\text{m}$  とする。このとき、観測方程式は以下になる。

$$H_A + (1) = H_S$$

$$H_A + (1)' + v_1 = H_S' + X_S$$

$$v_1 = X_S - (H_A + (1)' - H_S') = X_S - 0.0029$$

$$H_S + (2) = H_B$$

$$H_S' + X_S + (2)' + v_2 = H_B$$

$$v_2 = -X_S - 0.0027$$

$$H_T + (3) = H_B$$

$$H_T' + X_T + (3)' + v_3 = H_B$$

$$v_3 = -X_T - 0.0012$$

$$H_S + (4) = H_T$$

$$H_S' + X_S + (4)' + v_4 = H_T' + X_T$$

$$v_4 = -X_S + X_T + 0.0022$$

$$H_A + (5) = H_T$$

$$H_A + (5)' + v_5 = H_T' + X_T$$

$$v_5 = X_T - H_A - (5)' + H_T'$$

$$= X_T + 0.0017$$

$$V_1 = X_S - (\text{ア} = 0.0029)$$

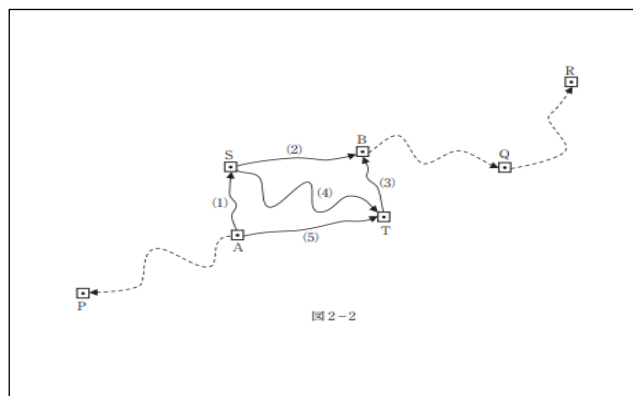


図 2-2

$$V_2 = -X_S - (0.0027)$$

$$V_3 = -X_T - (\text{イ} = 0.0012)$$

$$V_4 = -X_S + X_T - (-0.0022)$$

$$V_5 = X_T - (-0.0017)$$

これらの式を行列で表記すると,

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ -1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_S \\ X_T \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \text{ア} \\ 0.0027 \\ \text{イ} \\ -0.0022 \\ -0.0017 \end{pmatrix}$$

(解答)

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ -1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_S \\ X_T \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.0029 \\ 0.0027 \\ 0.0012 \\ -0.0022 \\ -0.0017 \end{pmatrix}$$

となる。ここで,

$$V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ -1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} X_S \\ X_T \end{pmatrix}, \quad L = \begin{pmatrix} \text{ア} \\ 0.0027 \\ \text{イ} \\ -0.0022 \\ -0.0017 \end{pmatrix}$$

と置くと,  $V = AX - L$  と書ける。また, 重量の行列を  $P$  とすると,

$$P = \begin{pmatrix} 1.00 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \text{ウ} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \text{エ} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \text{オ} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.50 \end{pmatrix}$$

$$1/1 = 1, \text{ウ} = 1/2 = 0.5, \text{エ} = 1/1 = 1, \text{オ} = 1/4 = 0.25, 1/2 = 0.5$$

となる。行列  $A$  の転置行列を  $A^T$  と表すと,

$$A^T P = \begin{bmatrix} 1.00 & -0.50 & 0.00 & -0.25 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & -1.00 & 0.25 & 0.50 \end{bmatrix}$$

となるので

$$A^T P L = \begin{bmatrix} 0.0021 \\ -0.0026 \end{bmatrix}$$



$$A^T P A = \begin{bmatrix} 1.75 & -0.25 \\ -0.25 & 1.75 \end{bmatrix}$$

キ = 1.75 = ク、

$$(A^T P A)^{-1} = \frac{1}{12} \begin{bmatrix} 7 & 1 \\ 1 & 7 \end{bmatrix}$$

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L = \frac{1}{12} \begin{bmatrix} 7 & 1 \\ 1 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.0021 \\ -0.0026 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0010 \\ -0.0013 \end{bmatrix}$$

$$\text{ケ} = 0.0010$$

が得られる。以上より、新点 S、T の標高はそれぞれ、

$$H_S = 15.4\text{m} + X_S = 15.4 + 0.0010 = 15.4010\text{m}$$

$$H_T = 12.6 + X_T = 12.6 - 0.0013 = 12.5987\text{m}$$

士 午後 平成 31 年測量士試験問題集

選択 [No. 3]

問A. 近年、i-Construction の導入が進むなかで、公共測量において様々な新しい技術が用いられるようになってきている。S 県でも地理空間情報の効率的な取得・更新に向けて新技術の利用を検討しており、以下に示す会話は、S 県の職員である P 氏が、測量士の資格を持つ地元の有識者である Q 氏に 公共測量での無人航空機（以下「UAV」という。）の利用について相談している内容の一部である。次の各問に答えよ。

P 氏（S 県職員）：S 県の公共測量でも UAV を活用できないか、と考えているのですが。

Q 氏（有識者）：UAV を用いた測量ですね。最近では、公共測量でも UAV を利用する環境が整ってきたところです。

P 氏：法令上で、公共測量の手続きを含め、何か違いはあるのでしょうか。

Q 氏：公共測量に関する手続きとしては従来とほとんど変わりません。一方で、UAV の場合はその飛行に関して特有の注意が必要となる部分があります。例えば、ア=航空法に

より DID や イ=空港 周辺、150 m 以上の高さの空域は飛行が禁止されています。また、人や建物と機体との間に 30 m の距離を保てない飛行や、夜間、目視範囲外の飛行も

ウ=国土交通省 の事前の承認が必要です。

P 氏：DID とは何ですか。

Q氏：DID とは **エ＝人口集中**地区（Densely Inhabited District ）地区のことで、総務省によって実施されている調査において設定されています。他にも、小型無人機等飛行禁止法によって、国の重要施設である **オ＝国会議事堂**，外国 公館や原子力発電所等の周辺地域の上空が UAV の飛行禁止対象地域として指定されています。

P氏：いろんな法律も勉強しなければいけないですね。

Q氏：そうですね。新しい技術なので利用する上での注意点も多いですが、それでも① UAV は有人 航空機と比べてもコストや天候条件の面でメリットがあります。

P氏：なるほど。技術面ではこれまでの有人航空機による測量とどう違うのでしょうか。

Q氏：UAV を用いた数値地形図作成に関しては、これまでの有人航空機による空中写真測量と原理 はほとんど変わりません。専門的な話では、同時調整に必要な

**カ＝POS＝GNSS/IMU** を装備した UAV が現時点では広く普及していない、といったことがあります。

P氏：専門的な話は難しいですね。

Q氏：また、UAV による空中写真を用いた測量に関しては、数値地形図の作成に加えて三次元点群 データの作成も行われるようになってきています。三次元点群データから地形の断面図の作成 といったことも可能です。

P氏：同じ手法で地形図以外の成果を同時に作れる、ということでしょうか。

Q氏：いいえ、全く同じというわけではありません。例えば、UAV による数値地形図作成ではオーバーラップ（隣接写真との重複度）を 60 %以上で撮影することが標準なんです。三次元点群データ作成ではオーバーラップを 80 %以上として撮影することになっています。また、UAV の場合はかなり高い地上画素寸法で撮影ができますので、特徴点の抽出が容易になり、**キ＝写真解析**ソフトウェアを用いることで自動処理によって各特徴点

に座標値を与えることができます。

P氏：そういう違いもあるんですね。

Q氏：三次元点群データ作成に関しては、これまで航空レーザ測量によるものが一般的でしたが、 UAV 搭載のレーザスキャナや、TLS と呼ばれている

**ク＝地上型レーザスキャナ** を用いた測量も公共測量として利用できる環境が整ってきています。さらには、②従来の航空レーザでは計測ができなかった河床地形の測量にも対応した航空レーザ測深（ALB）という技術も公共測量で利用された実績があるようです。

P氏：技術の進歩には目を見張るものがありますね。このように新しい技術がいろいろ出てきている なか、S 県としてはどういった役割を求められているのでしょうか。

Q氏：計画機関としては、UAV といった手法ありきではなく、製品仕様書の作成のように作成する 成果の要求仕様をきっちりと定めていただくことかと思います。機材の性能なども多種多様で すので、要求仕様にあわせて作業機関とも連携して適切な手法を選択できるようにすることが 必要です。そのためには技術的な側面だけではなく、関係法令などの制度面も含めていろいろ と勉強していかなければならないですね。

問A-1. 

ア
---

～

ク
---

に入る適切な語句を解答欄に記せ。

問A-2. 会話中の下線①に関して、UAV にメリットがある天候条件とはどのような天候のことを指しているか。その理由とあわせて解答欄に記せ。

(解答)

洪水時の撮影

問A-3. 会話中の下線②に関して、近赤外線を用いたレーザスキャナでは河床地形の計測が困難 な理由は何か。解答欄に記せ。

(解答)

通常のレーザは水面を透過しないことによる

問A-4. UAV による空中写真を用いた測量において、オーバーラップ（隣接写真との重複度）を 60 %で撮影を計画した時、ある 1 コースの写真枚数は 12 枚となった。同じコース設定で オーバーラップが 80 %になるように計画を変更した場合、60 %計画時に 12 枚であったこのコース上での写真は全体で何枚となるか。解答欄に記せ。

ただし、このコースは連続した直線コースとなっており、60 %計画時のコース両端の写真（1 枚目と 12 枚目）で撮影される範囲は 80 %計画時でも変更しないものとする。なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

(解答)

$p = 60\%$ の場合

コース長 $=X$  (m)

カメラの画面の縦の実長 $S_y$ 、横の実長 $S_x$  とすると

撮影基線長 $B=S_x(1-p)=0.4S_x$

コース当たりの写真枚数 $N=X/B+1=12$  より

$X/0.4S_x=11$

$X/S_x=4.4$

$p = 80\%$ の場合

$B=S_x(1-0.8)=0.2S_x$

答え  $N=X/B+1=X/0.2S_x+1=5(X/S_x)+1=5\times 4.4+1=23$  枚

問B. 図 3-1 は、T市を模式的に示した図である。全域が都市計画区域に指定されてい

るT市では、過去に都市計画の策定や防災対策の強化などを目的として、公共測量により地理空間情報を整備してきたが、一昨年頃から一部の地域で急速に都市開発が進んできたことと、近年多発する災害への対策を強化するため、この地理空間情報を更新することを検討している。

そこで、T市では、5年前に市全域で公共測量として整備した地図情報レベル 2500 の数値地形図データを更新することとした。次の各問に答えよ。



図 3-1

問B-1. A地区では、都市開発が進み高層ビルが建ち並び立体交差の道路が増えるなど状況が大きく変化しているが、そういった変化は一部の狭い地域に限られるという現状である。T市では、空中写真、GNSS 測量機、トータルステーションのいずれかを使用した地図情報レベル 2500 の数値地形図データ更新を検討しているが、それぞれの手法によって適する地域、適さない地域が異なる。更新に各手法を用いる場合、各手法が他の手法に比べて適する地域についてそれぞれ解答欄に記せ。

(解答)

空中写真：面的に広がりのある地域

GNSS 測量：狭い範囲で、視通の確保が困難、上空視界の確保が可能な地域

TS：狭い地域で、上空視界が取れない地域で、視通が取れる地域。

問B-2. B地区は、A地区と違ってここ数年ほとんど開発はされていない。また、B地区では、3年前に撮影された空中写真をもとに基盤地図情報が国土地理院により整備されている。加えて、公共測量成果ではなく撮影時期は不明であるが、地上解像度が 20 cm 程度で最近撮影したと思われる空中写真による正射投影画像がインターネット上で公開されていることがわかった。B地区における地図情報レベル 2500 の数値地形図データの適切な

更新手法 について、45 字以内で解答欄に記せ。

(解答)

経年変化部分を基盤地図情報を用いて修正し、隣接地区と接合処理を行う。

問B-3. 公共測量における数値空中写真と写真地図(数値空中写真の正射投影画像)との違いについて、以下の語群の語句をすべて使用して 60 字以内で解答欄に記せ。

語群 重ね合わせ 正射変換 中心投影

(解答) 投影 ひずみ

数値空中写真 中心投影 比高による像のずれ、傾きによるずれ

写真地図 正射投影 なし、地図と同じ(同じ縮尺の地図と重ねると一致)

問C. U市では、東西 300 m, 南北 200 m の平坦な地域を計測対象範囲として、無人航空機(以下「UAV」という。)による空中写真を用いた三次元点群データの作成を行うことにし、以下に示す条件での撮影を計画した。次の各問に答えよ。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

撮影条件

・UAV に搭載したデジタルカメラは、焦点距離 16 mm, 有効画素数(画面の大きさ) 6,000 画素×4,000 画素, 撮像面での素子寸法  $4\ \mu\text{m}$  とし、画面の短辺は撮影基線と平行とする。

・撮影基準面の標高は地表面の標高と同じ 100 m とし、撮影基準面における地上画素寸法は 1 cm とする。

・撮影基準面における同一撮影コース内の隣接写真との重複度を 80 %, 隣接撮影コースの空中写真との重複度を 60 %とする。

・撮影コースは東西方向とし、UAV は撮影中も止まることなく常に秒速 4 m で直線飛行しているものとする。

・南北両端の撮影コースは、撮影される範囲のすべてが計測対象範囲の外となるようにする。

・各撮影コースの両端の写真は、撮影される範囲のすべてが計測対象範囲の外となるようにする。

問C-1. 海面からの撮影高度をm単位で求め、小数第1位を四捨五入し、解答欄に整数で記せ。

(解答)

$$mb = \text{地上画素寸法} / \text{素子寸法} = 1\text{ cm} / 4\ \mu\text{m} = 10\text{ mm} / 0.004\text{ mm} = 2500$$

$$H = f \times mb = 16\text{ mm} \times 2500 = 40\text{ m}$$

$$\text{海面からの撮影高度 } Ho = 40\text{ m} + 100\text{ m} = 140\text{ m}$$

問C-2. 撮影間隔を秒単位で求め、解答欄に整数で記せ。

(解答)

画面の横のサイズ  $s_x = 4000 \times 4 \mu\text{m} = 16\text{mm}$

画面の横実長  $S_x = s_x \times mb = 16\text{mm} \times 2500 = 40\text{m}$

撮影基線長  $B = S_x(1-p) = 40\text{m}(1-0.8) = 8\text{m}$

対地速度  $v = 4\text{m/s}$  より

$\therefore$  撮影間隔  $t = B/v = 8\text{m}/4\text{m/s} = 2$  秒

問C-3. 最少コース数を求め、解答欄に記せ。

(解答)

画面の縦  $s_y = 6000 \times 4 \mu\text{m} = 24\text{mm}$

画面縦の実長  $S_y = 24\text{mm} \times 2500 = 60\text{m}$

コース間隔  $W = S_y(1-q) = 60\text{m}(1-0.6) = 24\text{m}$

コース数  $C = (Y(m) + S_y)/W(m) = (200 + 60)\text{m}/24\text{m} + 1 = 11 + 1 = 12$  コース

問C-4. 最少撮影枚数を求め、解答欄に記せ。ただし、試験撮影に関しては考慮しなくてよい。

(解答)

コース当たりの写真枚数  $N = [(X + S_x)/B(m) + 1] = [(300\text{m} + 40)/8\text{m} + 1] = 44$  枚/コース

写真枚数  $n = N \times C = 44 \times 12 = 528$  枚

問C-5. UAV による空中写真を用いた三次元点群データの作成を行い、数値地形モデル (DTM) を作成する手法は、どのような地域に適しているか。以下の語群の語句をすべて使用して 解答欄に記せ。

ただし、法律上の制限や安全上の理由に関する点は除く。

語群

植生のある場所      裸地

(解答)

① 樹林下のデータを取得することが可能 ② 対空標識の設置が少ない個数での計測が可能 ③ 計測 (撮影) 時間の大幅な短縮 ④ 解析時間の大幅な短縮 ⑤ 早朝や夕方・夜間においても計測が可能 ⑥ 電線やロープといった線状構造物が計測可能 ⑦ 水面や動体物付近でも計測精度が低下しない ⑧ 樹冠構造の把握が可能

問D. 公共測量において航空レーザ測量により数値地形モデル (DTM) を作成することとした。次の各 問に答えよ。

問D-1. 次の文は、以下に示す計測諸元及び条件で航空レーザ測量を行う場合の計測密度

について述べたものである。ア ～ カ に入る数値を指定された単位で小数第 1 位

を 四捨五入し、整数で求め解答欄に記せ。また、キ ～ コ については、解答欄 の

「上げる」又は「下げる」のいずれかのうち適切な語句を選び丸で囲め。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

#### 計測諸元及び条件

パルスレート（1 秒あたりの照射回数）：毎秒 458,800 回

スキャンレート（1 秒あたりの走査回数）：毎秒 100 往復

スキャン角度：± 16 度

計測時の対地高度：2,000 m

計測時の対地飛行速度：時速 180 km(M=180/3.6=50m/sec)

計測エリアは平坦であり、対地高度および対地飛行速度は一定とする。

この航空レーザシステムでは 1 秒あたり 100 往復の計測を行うので、1 秒あたり

ア 200 本の測線が計測される。そのため、1 測線あたりの計測点数は、イ 2294 点と

なる。スキャン角度と対地高度より、スキャン幅（1 測線の長さ）は ウ 1147 m となる

ので、走査方向（進行方向に直交する方向）の点の計測間隔は航空機直下の地表面で（エ 50 ）  
cm となる。

また、地上に対して航空機は 1 秒あたり オ 50 m 進むため、航空機直下の地表面にお

ける進行方向の計測間隔は カ 25 cm となる。

作成する数値地形モデル（DTM）に対して、計測間隔が広すぎる場合、計画を修正する

必要がある。走査方向の計測密度を高めるためには、パルスレートを キ 上げる 又は対地高

度を ク 下げる といった対応を検討する。一方、進行方向の計測密度を高めるためには、

スキャンレートを ケ 上げる 又は対地飛行速度を コ 下げる といった対応を検討する。

（解説）

測線数（ $S_n$ ）＝スキャンレート（ $S_n/2$ ）×2＝100 往復×2＝200 本

$$1 \text{ 測線当たりの照射数 } R_n = \frac{\text{パルスレート } P}{\text{測線数 } S_n} = \frac{458,800}{200} = 2,294 \text{ 点}$$

$$\text{スキャン幅 } W = 2 \times H \tan \lambda = 2 \times 2,000 \text{ m} \times 0.28675 = 1,147 \text{ m}$$



進行方向の計測間隔  $\delta c$

$$\delta_c = \frac{1 \text{ 秒間の飛行機の進行距離}}{1 \text{ 秒間の測線数}} = \frac{M(m)}{S_n} = \frac{50m}{200} = 0.25m = 25cm$$

問D-2. 図 3-2 ～図 3-4 中に点で示す3種類のデータA～Cは、公共測量における航空レーザ 測量の標準的な作業工程により作成されるデータである。それぞれのデータの名称を解答 欄に記せ。

【データA】計測データから調整用基準点成果を用いて点検・調整した三次元座標データ

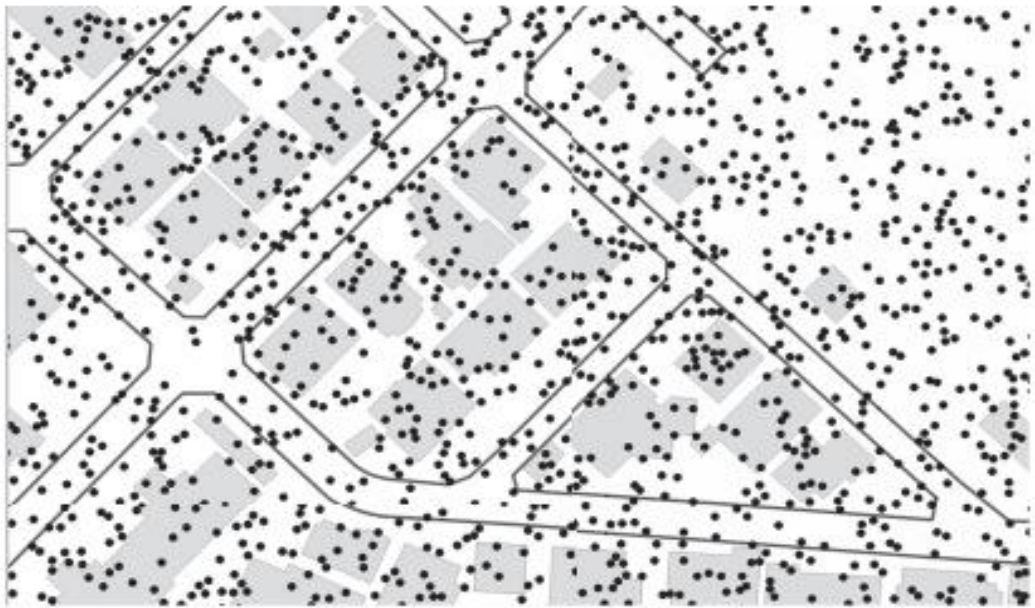


図 3-2

答 オリジナルデータ

【データB】データAをフィルタリング処理した地表面の三次元座標データ



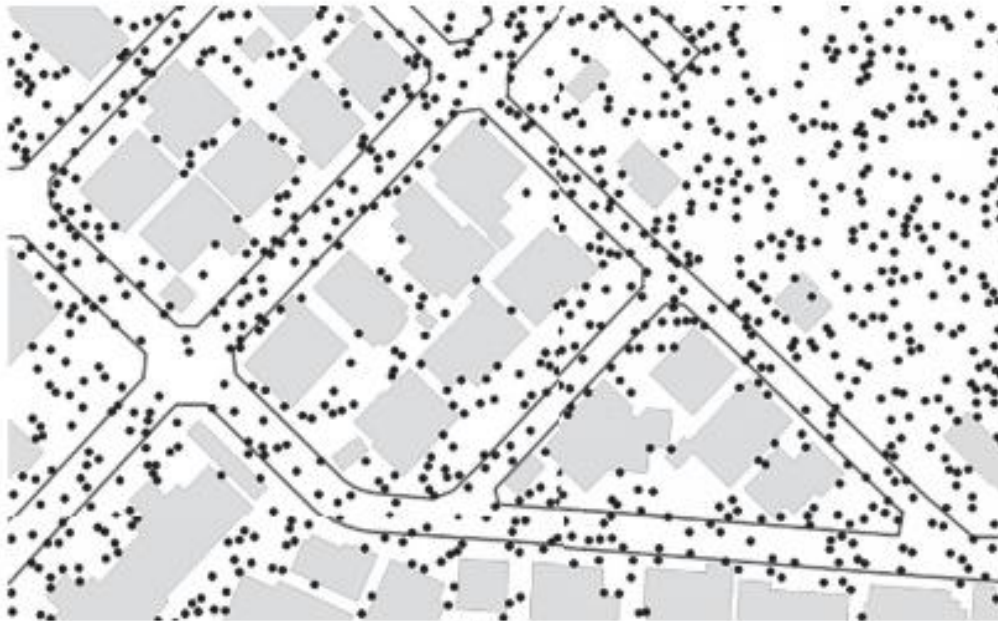


図 3-3

答 グランドデータ

【データC】 データBから内挿補間により作成した格子状の標高データ

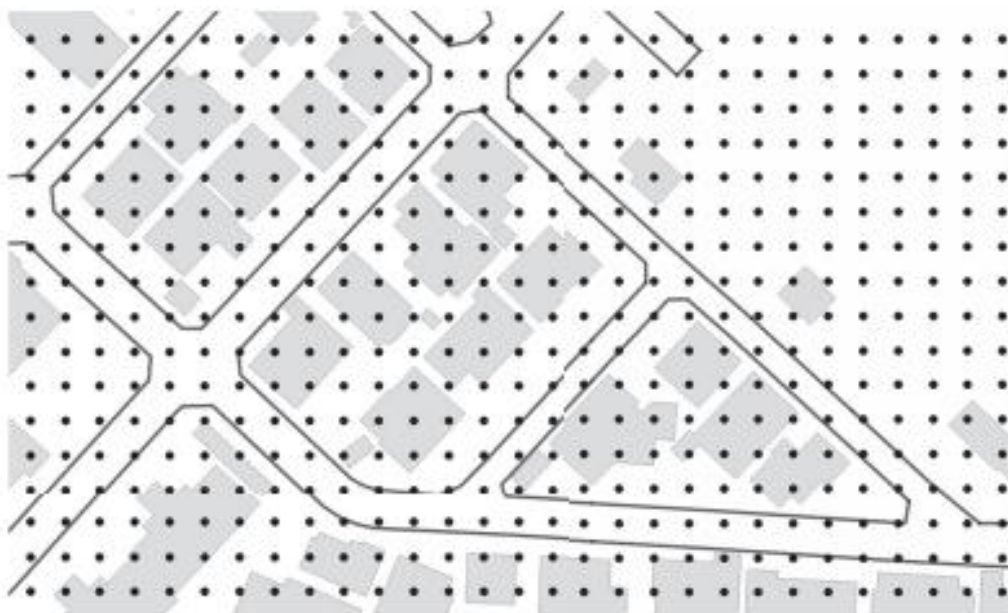


図 3-4

答 グリッドデータ

問D-3. データ A を用いて、森林地帯の樹木の高さを推定したい。その主な方法について解答欄 に記せ。

(解答)

樹木等の最初に反射してくる光をファーストパルス、地表面で最後に反射するものをラストパルス、その間で反射するものをアザーパルスといい、それぞれの高さを検出できます。ただし、照葉樹のように葉が密に茂るところでは、レーザ光が地上にまで達しないことがあります。この場合は地面の高さのデータは得られません。

問D-4. データ B からデータ C を作成するための標準的な内挿補間法の名称を二つ解答欄に記せ。

(解答)

1. 最近隣法 2. 双一次補間 3. 三次畳み込み法

解説

最近隣法 [nearest neighbor interpolation]

画像処理用語。画像を変換したときに、画素の情報がないものが出てきます。

その画素の画像情報を周辺の画素から得ますが、一番近いものの画像情報を採用するのが「最近隣法」です。」 LiDAR で計測した標高から DEM (等間隔メッシュ) を作成する場合、画像と同様に、ある点の標高情報をそれに一番近い点の標高をそのある点の標高にするのが「最近隣法」です。

双一次内挿法 (バイリニア補間)

画像処理用語。画像を変換したときに、画素の情報のないものが出てきます。

その画素の周りにある 4 点の画素の画像情報の距離を重みづけして、その画素の画像情報を求める方法です。

標高データも同じように 4 点から近似して標高データを計算します。

三次畳み込み法 (cubic convolution interpolation)

画像処理用語。ある点の周りの 16 点の画像情報からその点の画像情報にする方法です。

DEM を作る場合も同様です。

画像の綺麗さは、最近隣法 < 双一次補間 < 三次畳み込み法ですが、精度は最近隣法が一番よく、双一次内挿法は中間、三次畳み込み法が一番悪くなります。

士 午後 平成 31 年測量士試験問題集

選択 [No. 4]

問A. M 市では、市全域について地図情報レベル 2500 数値地形図を作成し、それを 1 枚に編集し多目的 に利用できる管内図を作成することになった。

地図情報レベル 2500 数値地形図の図郭は、M 市公共測量作業規程の数値地形図データ

ファイル仕 様に基づき、平面直角座標系（平成 14 年国土交通省告示第 9 号）（以下「平面直角座標系」とい う。）の X 軸及び Y 軸を基準とし、南北 300 km 東西 160 km を含む地域を 30 km×40 km の長方形 に分割して区画を定め、その 1 区画を縦横 20 等分したものとす。

図 4-1 は、M 市の範囲を平面直角座標系で示したものである。表 4-1 は、点 A ～ H の各地点に おける X 座標と Y 座標を示したものである。作成する地図は、これと同一の平面直角座標系を用い、 図郭の縦方向を X 軸方向に、横方向を Y 軸方向にそれぞれ一致させるものとする。次の各問に答え よ。

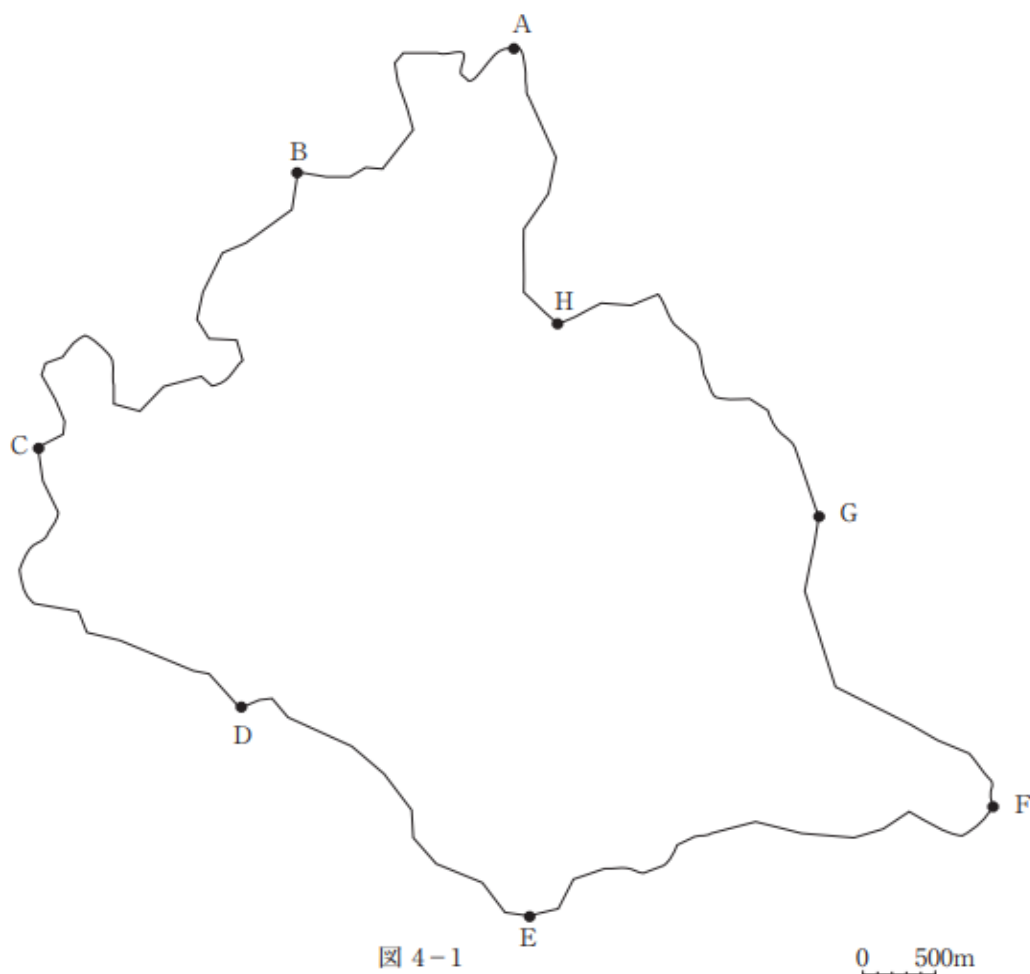


表 4-1

点名	$X$ (m)	$Y$ (m)
A	- 57,600	+ 79,500
B	- 58,500	+ 78,000
C	- 60,500	+ 76,200
D	- 62,400	+ 77,600
E	- 63,900	+ 79,600
F	- 63,100	+ 82,800
G	- 61,000	+ 81,600
H	- 59,600	+ 79,800

問 A-1.

M 市全域をカバーする地図情報レベル 2500 数値地形図の図郭を解答欄に図示し、その面数を解答欄に記せ。

(解答) 縦横  $30 \text{ km}/20$ 、 $40 \text{ km}/20 = 1.5 \text{ km} \times 2 \text{ km}$

答え  $14 \text{ 枚} \times 2 \text{ km} \times 1.5 \text{ km} = 42 \text{ km}^2$

問 A-2. 問 A-1 の場合において、点 D 及び点 G が含まれる図葉の左下隅の平面直角座標系の  $X$  座標、 $Y$  座標の値を求め、それぞれを解答欄に記せ。

(解答)

D の含まれる図葉の左下座標

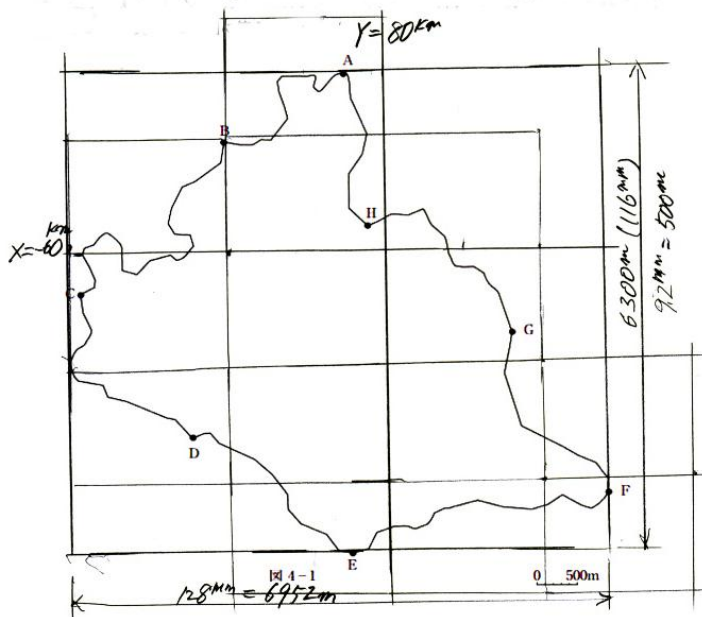
$$X = -60 \text{ km} - 1.5 \text{ km} \times 2 = -63,000 \text{ m}$$

$$Y = 80 \text{ km} - 2 \text{ km} \times 2 = 76,000 \text{ m}$$

G の含まれる図葉の左下座標

$$X = -60 \text{ km} - 1.5 \text{ km} = -61,500 \text{ m}$$

$$Y = 80 \text{ km} = 80,000 \text{ m}$$



問A-3. M市の全域が1枚の図葉に収まるような管内図も併せて作成することになった。M市の 全域が 494 mm × 741 mm の図郭内に収まる最大縮尺を解答欄に記せ。ただし、縮尺分母は 1,000 の倍数とし、地図情報レベル 2500 数値地形図の図郭が全て含まれている必要はない。

(解答)

2500 の図の大きさ

6300mm × 6952mm

494mm/6300mm = 1/12753

741mm/6952mm = 1/9382

∴ 1/12000

問B. 地図の作成においては、地図投影法の性質を理解して適切な投影法を選択する必要がある。次の各 問に答えよ。

問B-1. 次の文は、A教授と学生Bさんによる地図の投影法についての会話である。

ア ～ キ に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。

Bさん：A教授、GIS と地形分類のデータなどを使って日本全国の防災に関する主題図のデータを作ったのですが、ディスプレイ上において北海道と沖縄の画面で表示されるスケールバーの長さが違います。どうしてでしょうか。

A教授：この地図の投影法は何を使っていますか。

Bさん：国土地理院がインターネットで配信している地図情報サービス「地理院地図」の地図画像を 背景地図として使用しているのですが、その地図画像がメルカトル投影の数式を

使って作成されているものだったので、GIS 上ではメルカトル図法に設定しました。すると、地域によってスケールバーの長さに差が生じていることに気づいたんです。

A教授：スケールバーの長さが違うということは、縮尺が変わるということだね。地図上のどこでも縮尺が同じ地図を作成したいのであれば、投影法に関する知識が必要だよ。地理院地図では、北緯約 85 度から南緯約 85 度、西経 180 度から東経 180 度の範囲の地図を、縦横の画素数が等しくなるような正方形の画像に投影し、一定のルールに従って地図画像を分割して配信しているんだ。この分割した画像を「地理院タイル」といって、利用者はブラウザで閲覧したり GIS に取り込んで利用したりできるんだよね。

Bさん：そうなんです。地理院タイルは、最新の地図が無料でインターネットで配信されていて、GIS に取り込んで他の地図データと重ね合わせることもできるので、主題図のデータを容易に作成できました。

A教授：ただ、一つ気を付けなきゃいけないことがあるんだ。地理院タイルでは、地図の詳細度を表す数値として、縮尺ではなく、「ズームレベル」Z を定義しているんだ。ズームレベルの値が大きいほど地図が拡大されることになっていて、Z の値が1つ大きくなるごとに、地理院タイルの辺の長さを2倍にして縦横それぞれ2分の1ずつ分割しているんだよね。この図がわかりやすいかな。(図 4-2 を見せる)

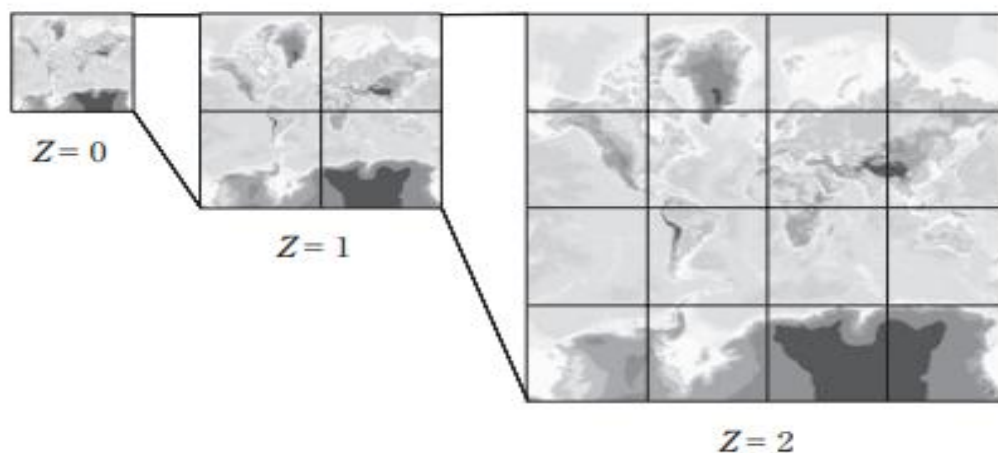


図 4-2

地図の縮尺はこのズームレベルだけでなく、当該地理院タイルの位置する ア 緯度に応じて変化することになるんだよ。Bさんの作成した北海道と沖縄の地図も、ズームレベルは同じなのに縮尺に差が生じたんじゃないかな。

Bさん：はい、たしかにズームレベルは同じにしました。それだけでは同じ縮尺にはならないんです ね。

A教授：そうなんだよ。ちなみに、国土地理院が刊行している 1/25,000 地形図では、



イ UTM 図法 が使われているけど、地球を経度差  $ウ = 6$  度ごとに  $エ = 60$  の座標帯に

分割して、座標帯ごとに  $オ = \text{ガウスクリューゲル}$  図法で平面に投影しているのは、B さんも知っているよね。

B さん：はい。確か、投影後の各座標帯の形状は、図 X のようになっていますよね。

A 教授：そう。1/25,000 地形図は、図 X の一部を切り出しているんだよね。一つの座標帯の範囲内では、地形図は隙間なく平面に貼り合わせることができるんだ。

それともう一つ、地方公共団体が作成している 1/500 や 1/2,500 などの大縮尺の地図は、

平面直角座標系が使われているけど、これも  $オ = \text{ガウスクリューゲル}$  図法で投影してい

るんだ。平面直角座標系は、全国を  $カ = 19$  の区域に分けていて、縮尺係数が各中央経線

上で  $キ = 0.9999$ 、中央経線から東西方向に約 90 km 離れたところで 1.0000 になって

いる。一枚の紙地図の中では地図投影によるひずみが小さくなっているんで、平面とみなして距離や角度を測っても問題ないようになっているんだよ。

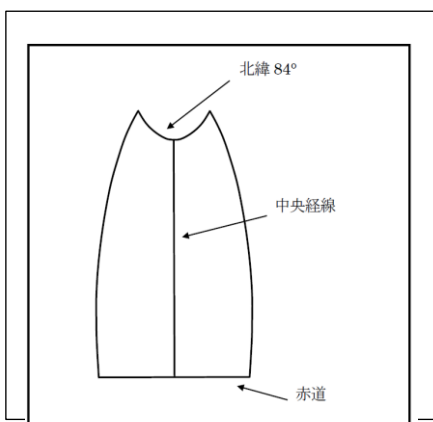
B さん：なるほど、いろんな特徴があるんですね。ありがとうございました。

問 B-2. 問 B-1 の会話にある図 X について、投影後の座標帯の形状の概略図を解答欄に図示せよ。

ただし、概略図は座標帯一つ分で北半球部分のみとし、「赤道」「中央経線」「北緯  $84^\circ$ 」の語句を用いてそれぞれの該当部分を矢印で記すこと。

なお、この概略図は線分と曲線が区別できるようにはっきり書くこと。

解答



問 C. GIS の機能と GIS を使った地理空間情報の利用について、次の各問に答えよ。

問 C-1. 表 4-2 は、一般的な GIS の機能について述べたものである。表 4-2 の

ア ～ エ に入る GIS の機能の名称を語群から選び解答欄に記せ。

表 4-2

番号	機能の名称	機能の内容	利用例
1	オーバーレイ	複数の異なる地理空間情報のレイヤを重ね合わせる機能	オ
2	ア	地図や写真などの画像に座標を与える機能	過去の写真画像に座標を与えて、現在の地図と比較できるようにする。
3	空間検索	空間的な位置関係に基づいて地物を検索する機能	カ
4	イ	任意の点、線、面から一定の距離内にある領域を生成する機能	自宅から半径 500 m の範囲内にあるコンビニエンスストアを把握する。
5	ウ	平面上に分布した各点について、その点が最も近い点となる区域を分ける機能	市内のすべての建物について、その建物から直線距離で最も近い避難所を把握する。
6	エ	2 地点間の最短ルートや、複数の地点を巡回する最適ルートを求める機能	自宅から駅までの最短ルートを探索する。

語群

インターセクト	空間計測	クリップ	座標変換	ジオリファレンス	
属性結合	投影変換	ネットワーク分析	バッファ	ボロノイ分割	ユニオン

語群 インターセクト 空間計測 クリップ 座標変換 ジオリファレンス  
属性結合 投影変換 ネットワーク分析 バッファ ボロノイ分割 ユニオン  
解答

ア＝ジオリファレンス、イ＝バッファ、ウ＝ボロノイ分割、エ＝ネットワーク分析、

問 C-2. 表 4-2 の オ と カ に入る具体的な利用例を 50 字以内で解答欄に記せ。

オ：全国の土地利用データを市町村行政界に重ね合わせて、市町村別土地利用データを作成する。

カ：土砂災害危険区域内にある公共施設数を算出する。

問 C-3. 表 4-2 の番号 4 と番号 6 の機能を用いることで、防災対策に関してどのような利用が可能となるか。具体的な利用例を 70 字以内で解答欄に記せ。

解答

地震により倒壊の可能性のある建物から一定の幅で区域を生成し、



その区域を通らずに避難場所へ行くルートを表示する。

問D. 図 4-3 は、地理情報標準プロファイル（以下「JPGIS」という。）に基づき、道路、鉄道等の交通 施設項目を一つにまとめた、あるベクトルデータの応用スキーマ UML クラス図を示したものである。次の各問に答えよ。

問D-1. 次の文は、図 4-3 に基づいて作成されたデータについて述べたものである。

～に入る語句を図 4-3 の UML クラス図の中にある語句を用いて答えよ。

1. 道路縁クラスの地物の形状が分かる属性の型は  である。
2. 道路中心線クラスの中に整数値で記述しなければならない属性は、個ある。
3. JR の路線を表示する場合は、鉄道中心線クラスの属性名 の属性を使用する。
4. 道路縁クラスの属性名 の属性を使用すると、建設中の道路を把握することができる。
5. 交通施設記号クラスの属性名 の属性は、必須項目ではない。



～  に 入る最も適当な語句はどれか。語群から選び、その番号を解答欄に記せ。

表 4-3

データ品質要素	エラー例
<input type="text" value="カ"/>	交通構造物データの面が閉じられていないものがあった。
<input type="text" value="キ"/>	道路中心線データの名称を「東大通り」とすべきところを「西大通り」にしていた。
<input type="text" value="ク"/>	鉄道中心線データが重複して取得されている。
<input type="text" value="ケ"/>	交通構造物データのプラットフォーム（地上）の範囲をラインデータとして取得していた。
<input type="text" value="コ"/>	道路縁データの座標が現地で測定された座標から規定の範囲を超えて外れている。

語群

1. 位置正確度（絶対正確度又は外部正確度） 2. 位置正確度（相対正確度又は内部正確度） 3. 位置正確度（グリッドデータ位置正確度） 4. 完全性（過剰） 5. 完全性（漏れ） 6. 主題正確度（非定量的属性の正しさ） 7. 主題正確度（定量的属性の正しさ） 8. 時間正確度（時間一貫性） 9. 時間正確度（時間妥当性） 10. 論理一貫性（概念一貫性） 11. 論理一貫性（書式一貫性） 12. 論理一貫性（位相一貫性）

（解答）

カ＝12、キ＝6、ク＝4、ケ＝10、コ＝1

[選択 No.5]

士 午後 平成 31 年測量士試験問題集

問 A. 公共測量における路線測量について、次の各問に答えよ。

問 A-1. 図 5-1 は、路線測量の標準的な作業工程を示したものである。

～  に入る最も適当な測量等の名称を解答欄に記せ。

また、表 5-1 は、 ～  の測量等について主な作業内容を記載したもので

ある。 ～  に入る最も適当な語句をそれぞれ解答欄に記せ。

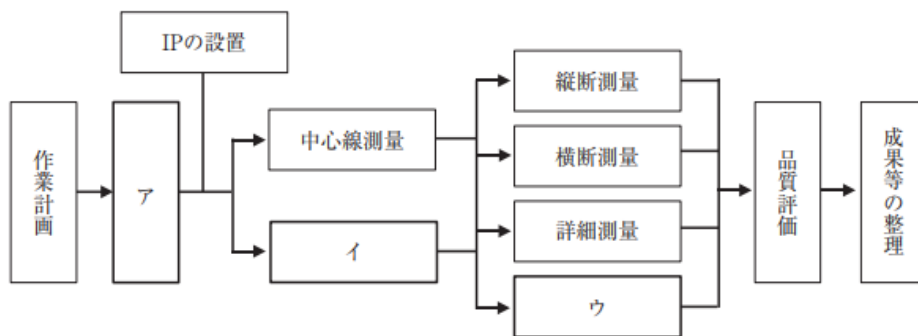


図 5-1

表 5-1

測量等の名称	主な作業内容
ア	路線選定の結果に基づき、地形図上の <input type="text"/> エ <input type="text"/> の位置を座標として定め、 <input type="text"/> オ <input type="text"/> を作成する作業。
イ	縦断測量及び横断測量に必要な <input type="text"/> カ <input type="text"/> を現地に設置し、 <input type="text"/> キ <input type="text"/> を定める作業。
ウ	取得等に係る <input type="text"/> ク <input type="text"/> の範囲を示すために、所定の位置に、 <input type="text"/> ケ <input type="text"/> を設置する作業。

### 解答

ア＝線形決定、イ＝仮 BM 設置測量、ウ＝用地幅杭設置測量、エ＝IP(交点)

オ＝線形図データファイル、カ＝水準点（仮 BM）、キ＝標高、ク＝用地、ケ＝用地幅杭

問 A-2. 次の文は、縦断測量における往路と復路での観測について述べたものである。

① ～ ⑤ に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。

ただし、同じ語句が入ることもあるものとする。

・往路は  $\left\{ \begin{array}{l} \text{①} \text{ 高} \\ \text{②} \cdot \text{③} \text{ の地盤高} \\ \text{中心線上の主要な ④ の標高} \end{array} \right\}$  について観測を行う。

・復路は  ⑤  高について観測を行う。

### 解答

①＝中心杭、②＝中心杭、③＝縦断変化点杭、④＝構造物、⑤＝中心杭

問A-3. 横断測量における点検測量は、二つの方法で行わなければならない。それぞれ 80 字以内 で解答欄に記せ。

解答

点検測量率によって選択された横断面について、再度横断測量を実施して横断面図を作成し、先に作成した横断面図と重ね合わせ横断形状を比較する。

点検測量率によって選択された横断面について、中心杭と末端見通し杭の距離、標高の測定値と点検測定値との比較を行う。

問B. 図 5-2 に模式的に示すように、旧道とバイパスを接続する道路の建設を計画している。新設する 道路A ～ Hは直線とクロソイド曲線と円曲線を組み合わせたもので、D ～ Eは直線、A, D, E 及びHはクロソイド曲線始点、B, C, F 及びGはクロソイド曲線終点、曲線B ～ C及びF ～ Gは円 曲線である。次の各問に答えよ。

ただし、直線D ～ Eの距離は 200 m、曲線B ～ C及びF ～ Gの円曲線半径は  $R=200$  m、クロソイドパラメータは  $P=120$  m、交角は  $\alpha=60^\circ$  とし、円周率は  $\pi=3.142$  とする。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

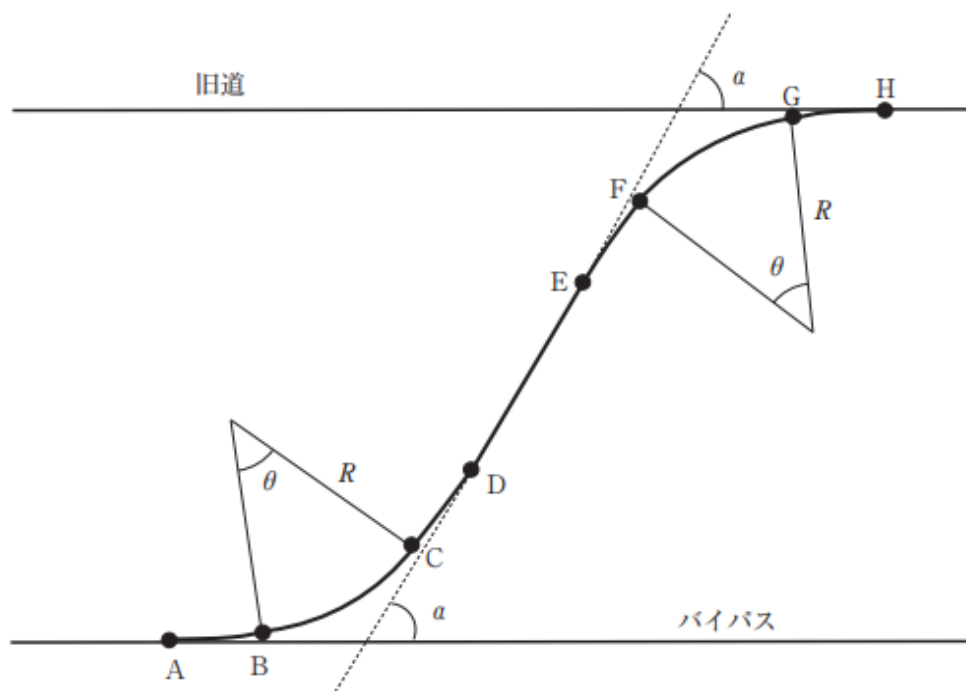


図 5-2

問B-1. B ～ Cの円曲線の中心角  $\theta$  をラジアン単位で小数第4位を四捨五入し、小

数第3位まで 求め解答欄に記せ。

$$(\text{解答}) \quad \alpha = I = 60^\circ, \quad A^2 = RL, L = A^2/R, \quad L = 120^2/200 = 72 \text{ m}$$

$$\tau = L/2R = 72/(2 \times 200) = 0.18(\text{rad}) = 10.3132^\circ$$

$$I = 2\tau + \alpha \text{ より } \alpha = I - 2\tau = 60^\circ - 2 \times 10.3132 = 39.3735^\circ$$

$$B-C = CL = R\alpha \text{ (RAD)} = 200 \times 39.3735^\circ = 137.440 \text{ m}$$

答 中心角=0.687 ラジアン

問B-2. A ~ Hの各点間の路線長をm単位で小数第1位を四捨五入し、整数で求め、それぞれ解答欄に記せ。

(解答)

$$AB=L=72.000 \text{ m}, \quad BC=CL=137.440 \text{ m}, \quad CD=L=72.000 \text{ m}, \quad DE=200.000 \text{ m},$$

$$EF=L=72.000 \text{ m}, \quad FG=CL=137.440 \text{ m}, \quad GH=L=72.000 \text{ m}$$

また、道路A ~ Hの路線長を、上記において整数で求めたA ~ Hの各点間の路線長を合計して求め、解答欄に記せ。

(解答)

$$A \sim H = 4L + 2CL + DE = 4 \times 72 + 2 \times 137 + 200 = 762 \text{ m}$$

問B-3. 図5-2において、新設する道路A ~ Hにおける路線長と曲率の関係を、図5-3の例に倣って解答欄に図示せよ。図中にはAからHまでのすべての点を示し、縦軸及び横軸にそれぞれの点に該当する曲率及び路線長の数値を記入するものとする。

ただし、曲率(縦軸)は、AからHに向かって右回りを正、左回りを負とし、小数第4位を四捨五入し、小数第3位まで求めるものとする。また、路線長(横軸)は、問B-2で求めた値を使用して求めるものとする。

なお、図5-4は、点Aを始点とした直線、クロソイド曲線、円曲線を組み合わせた路線を表した模式図であり、図5-3は、図5-4の路線長と曲率の関係を表したグラフである。

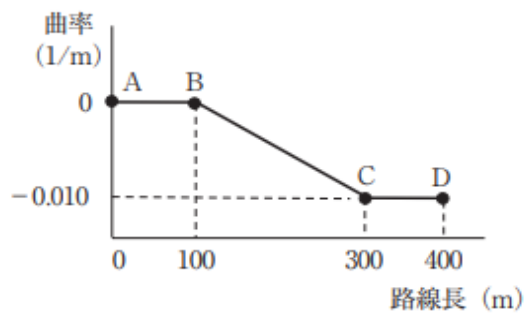


図 5-3

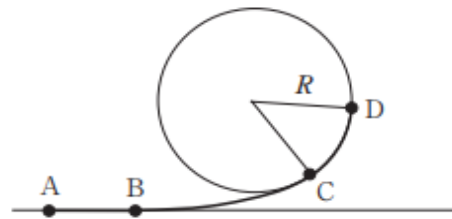
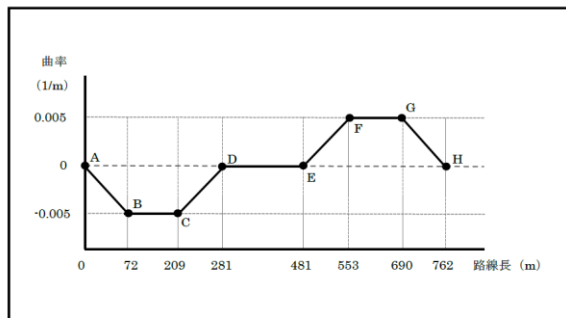


図 5-4

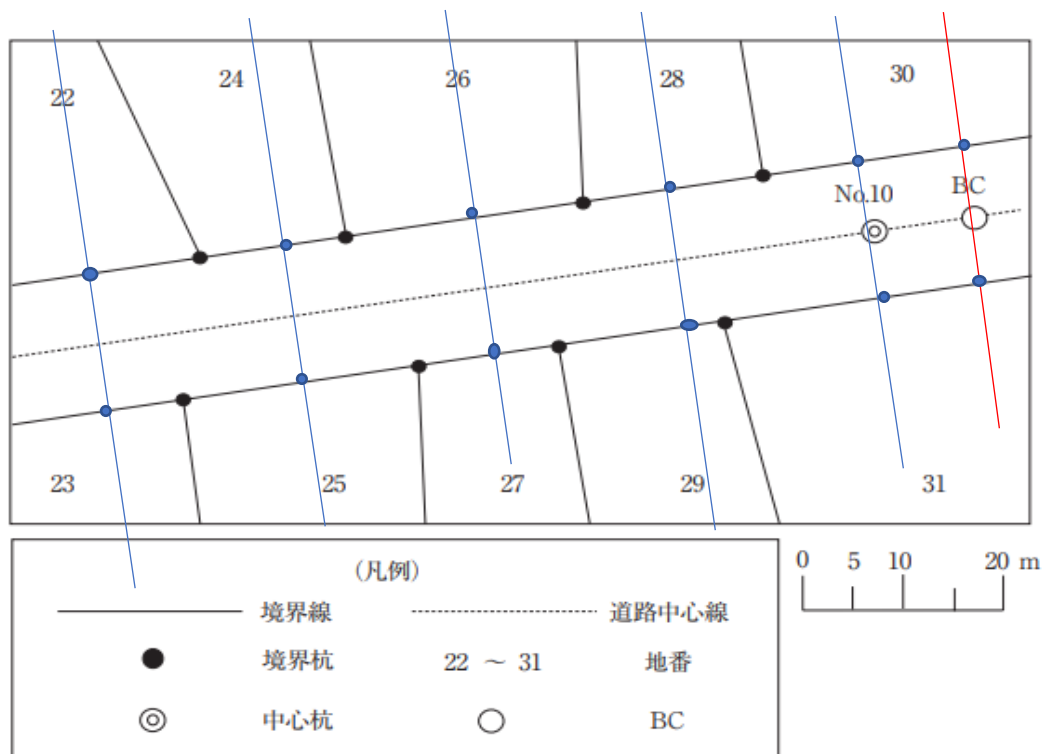
答



問 C. 公共測量における用地測量について、次の各問に答えよ。

問 C-1. 道路の拡幅に伴う用地取得を行うため、用地測量を行うこととなった。

図 5-5 は、幅 15 m の道路の道路中心線と、その周辺の地番ごとの境界杭及び境界線を示したものである。道路中心線を道路計画中心線とし、用地取得幅を道路計画中心線の左右それぞれ 15 m として拡幅を行う場合、図 5-5 に示されている区域の範囲内に設置すべき、中心杭、用地幅杭及び用地境界仮杭の本数をそれぞれ解答欄に記せ。ただし、図中の BC (円曲線始点) は、No.10+10 m とし、中心杭の設置間隔は 20 m とする。また、設置すべき中心杭の本数には、No.10 を含めて数えるものとする。なお、BC は設置すべき中心杭の本数には含めない。



答

中心杭=5 本、用地幅杭=12 本、用地境界仮杭=8 本

問C-2. 次の文は、用地境界仮杭設置について述べたものである。ア ～

エ に入る 最も適当な語句を解答欄に記せ。

用地境界仮杭設置とは、用地幅杭の位置以外の境界線上等に、用地境界杭を設置する必要がある場合に、用地境界仮杭を設置する作業をいい、交点計算等で求めた用地境界仮杭の

ア=座標値に基づいて、 イ=4級基準点以上の基準点から ウ=放射法又は用地幅

杭線及び境界線の交点を **エ=視通**法により行う。

問C-3. 境界点の精度を確認するために境界点間測量を行ったところ、一部の境界点間において 視通が確保できなかった。この場合、どのような方法で境界点の精度を確認すればよいか。主な方法を具体的に一つ、60 字以内で解答欄に記せ。

答



TS の対辺測定機能を用いて境界点間距離を測定し、  
計算した距離との較差により精度を確認する。

問D. 公共測量における河川測量について、次の各問に答えよ。

問D-1. 次の文は、河川測量の定期縦断測量について述べたものである。次の

～  に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。

定期縦断測量とは、定期的に距離標などの縦断測量を実施して (  ) データファイルを作成する作業をいい、左右兩岸の距離標の標高並びに堤防の変化点の地盤及び主要な構造物について、距離標からの距離及び標高を測定するものである。

原則として、観測の際に基準とする点は  とし、観測の路線は、

から出発し、他の  に結合するものとする。また、平地においては  級水準測量で行い、山地においては  級水準測量により行うものとする。ただし、地形、地物などの状況によっては、 級水準測量に代えて間接水準測量により行うことができる。間接水準測量は、トータルステーションを用いた単観測昇降式による  とする。

データファイルは、定期縦断測量の結果に基づいて作成し、

データファイルには、測点、単距離、追加距離、計画河床高、計画高水敷高、計画高水位、計画堤防高、最低河床高、左岸堤防高、右岸堤防高、

、水位標、各種構造物などの名称、位置、標高などのデータを格納する。

データを図紙に出力する場合は、横の縮尺は 1,000 分の 1 から 100,000 分の 1 まで、縦の縮尺は  分の 1 から  分の 1 までを標準とする。

問D-2. 平野部を流れる河川において、図 5-6 に示す河川横断図を作成するために定

期横断測量 を実施した。この定期横断測量は、水際杭 B 及び C を境にして、左岸陸部、水部、右岸陸 部の三つに分け、左岸陸部側は左岸距離標を、右岸陸部側は右岸距離標を基準として測定 し、水部は深淺測量により測定した。表 5-2 は、この定期横断測量において実施した点検 測量結果の一部を示したものである。表 5-2 の ア ~ ス に入る数値を、 m 単位で小数第 4 位以下を切り捨て、小数第 3 位まで求め解答欄に記せ。

ただし、左岸側の水際杭 B は、左岸距離標からの視認が困難であるため、見通杭 A から測定している。

また、点検測量値の較差の許容範囲は、表 5-3 のとおりとする。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

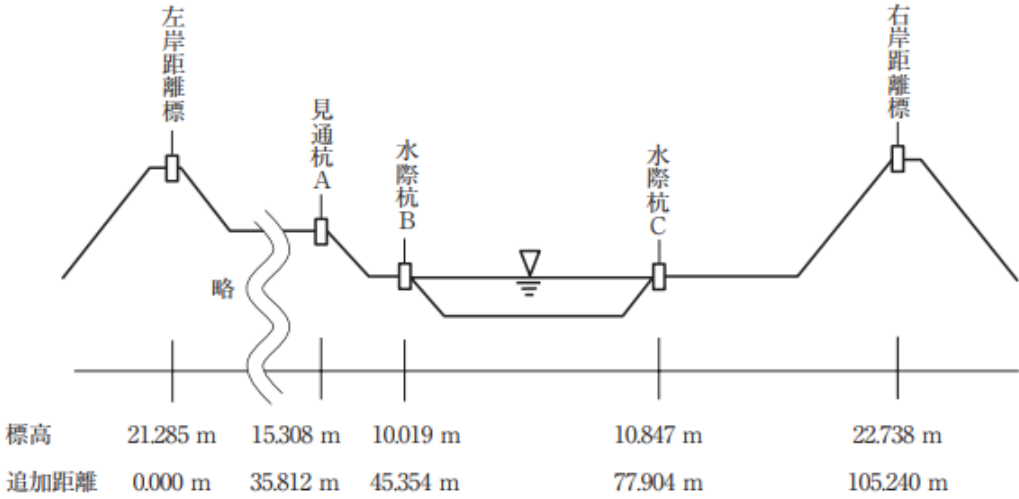


図 5-6

表 5-2

	左岸側					右岸側	
	左岸距離標から測定した距離 (m)			見通杭 A から測定した距離 (m)		右岸距離標から測定した距離 (m)	
	距離標	見通杭 A	水際杭 B	見通杭 A	水際杭 B	距離標	水際杭 C
測定値	0.000	35.812	45.354	0.000	9.542	0.000	27.336
点検測量値	0.000	35.803	ア	0.000	9.540	0.000	27.374
較差	0.000	イ	ウ				エ
許容範囲	0.000	オ	カ				キ
	左岸距離標から測定した標高 (m)			見通杭 A から測定した標高 (m)		右岸距離標から測定した標高 (m)	
	距離標	見通杭 A	水際杭 B	見通杭 A	水際杭 B	距離標	水際杭 C
測定値	21.285	15.308	10.019	15.308	10.019	22.738	10.847
点検測量値	21.285	15.301	10.006	15.301	10.006	22.738	10.799
較差		ク	ケ				コ
許容範囲		サ	シ				ス

表 5-3

区分	平 地	備 考
距離 (m)	$L/500$	$L$ は距離標から水際杭又は見通杭までの測定距離 (m 単位)
標高 (m)	$0.02 + 0.05\sqrt{L/100}$	

解答

ア＝45.343、イ＝0.009、ウ＝0.011、エ＝0.038、オ＝0.071、カ 0.090、キ＝0.054

ク＝0.007、ケ＝0.013、コ＝0.048、サ＝0.049、シ＝0.053、ス＝0.046

問 D-3. 表 5-2 の結果から今後行うべき現地作業を解答欄に記せ。また、その作業を行う理由を 30 字以内で解答欄に記せ。

答

行うべき現地作業

右岸側の再測

理由

水際杭 C の標高の許容範囲が超過している。