

① 測量士
受験対策セミナー

「写真測量」

2026年3月6日（金）

13：30～16：30

近畿測量専門学校に於て

写真測量の解説の配布

(内容)

- ①これは本説明は皆さんに配布します。(PDF)
- ②協会支部にメールアドレスを連絡しておいてください。
- ③受講後メールでDL先を送ります。
- ④DLできない場合、支部か、直接私に連絡してください。

[連絡先小林和夫k.kobayashi20221020@outlook.jp](mailto:k.kobayashi20221020@outlook.jp)

<http://w01.tp1.jp/~a540015671/>

[測量国家試験解答集R1～R7](#)

(士) 合格点

午前：25点@28問 = 700点（できる限り700点）

午前合格点(25点@18問 = 450点)

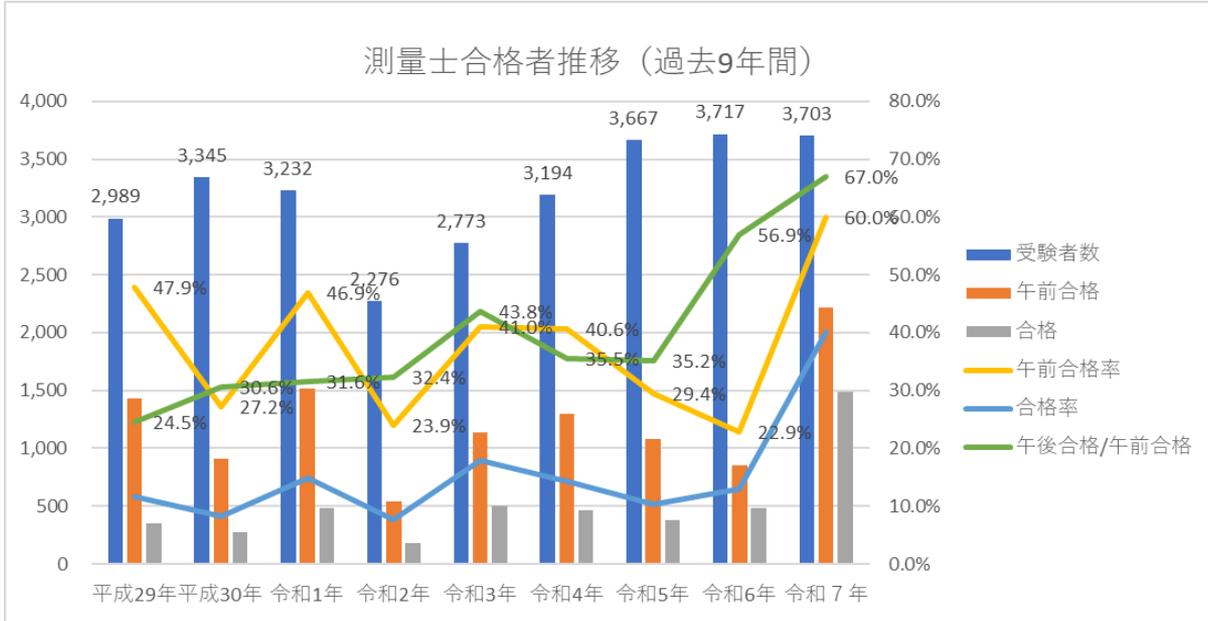
午後：必須300点+選択（2題@200点） = 700点

最低合格点 $\frac{700+210}{1400} = \frac{910}{1400} \geq 65\%$ (合格)

合格：午前450以上+午後460 = 910点(むり)

(例) 午前700+午後必須210 = 910点(専門科目
関係なし)

測量士試験午前通過と合格率



- ①R7は合格率40.2%（過去2回）
- ②午前合格2221名
- ③合格510名

写真午前の問題内容 (H27...R5,R6,R7)

測量士午前写真	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7
デジタル写真の縮尺(対地高度の範囲)		16●			17●						
標高の変化する場合の重複度の計算	18●	17●	17●	17●		18●	19●	19●	17●		
同時調整(空三)		18◎				17◎					
写真地図(正射投影画像)		19○	19○		18○	19○		18○			
リモートセンシング	20○	20○		20○	20○		18○			18○	18○
橋(駅)の長さ(高塔の高さ)	19●		18●	19●						17●	
空中写真測量	16○		20○	18○							
GNSS/IMU装置	17◎										
UAVによる三次元点群データ(準則)					19○				18○	20○	
航空レーザ測量(DTM計測)						20○	20◎		19●		
UAV写真測量(重複度)								17◎			17●
三次元点群測量(フィルタ、地上、UAV)								20○			20○
車載レーザ(地形に含まれる)			16◎				17○		20○		
地上レーザ・UAV3Dレーザ・車載・航空									16○	19○	16○

●計算、◎穴埋め、○文章

午後N03の内容

R7出題内容 (N03)	
デジタル空中写真撮影計画	A1A2A3A4○
UAV三次元点群	B1△B2○B3○
航空レーザ点群	B4●
車載レーザ	C1△C2○C3○
○文章記述、◎選択記述、△穴埋記述、●計算	

地形測量・写真測量の準則

第3編地形測量・写真測量第104条～	第4編地形測量・写真測量(三次元点群) 第362条～
2章現地測量109～	2章地上レーザ測量第365条～
3節基準点の設置第115条	3章UAV写真点群測量第409条～第436条
4節細部測量第116条	3節標定点・検証点の設置412～416
3章UAV写真測量第132条～第167条	4節撮影417～425
4章空中写真測量第168条～第252条	5節三次元形状復元計算426～429
5章既成図図化第253条～第270条	6節グラウンドデータの作成・構造化430～432
6章修正測量第271条～第308条	4章UAVレーザ測量第437条～第478条
7章写真図作成第309条～第331条	5章車載写真レーザ測量第479条～第534条
9章基盤地図情報の作成第348条～	6章航空レーザ測量第535条～第572条
	7章航空レーザ測深測量第573条～第614条

本日写真測量解説の予定

- ①13：30-15：00
- 測量士午前問題「写真測量」第1回（R7）、第2回（R6）、第3回（R5）、第4回(R4)...R7模擬問題解説
- 休憩
- ②15：15～16：30
- 測量士午後問題「地形・写真測量」第1回（R7）、第2回(R6)、第3回（R5）、第4回（R4）...模擬問題解説
- ただし、全部説明は無理と思います。途中で説明を終わるかもしれません。なるべく過去のさかのぼって、説明したいと思っています。

参考書

- ①令和7年測量士・測量士補
- 国家試験問題模範解説集
- ②測量士・測量士補国家試験
- 科目別模範解答集令和元年～令和6年
- なお、上の参考書をかがない方は、
- 本解説を聴いて、ノートをとってください。
- この解説のファイル（PDF）は、皆さんに差し上げます。
- <http://w0.tp1.jp/~a540015671/>

• 令和7年測量士問題

• 解答法の解説

午前第1回目

[N017] UAV写真点群測量

- 標高が20mから40mまでの土地
- 最少オーバーラップ $p = 80\%$
- 撮影基準面の標高を20m
- 撮影基準面 p' はいくらか？
- 最も近いものを次の1～5の中から選べ。
- 使用デジタルカメラの焦点距離21 mm,
- 画面の大きさ5,040画素×3,360画素,
- 撮像面の素子寸法7 μm
- 画面短辺は撮影基線と平行とする。
- また、写真の撮影は撮影基準面に対し等高度で、撮影基線長は撮影範囲全体にわたって一定とし、
- 撮影基準面での地上画素寸法は2 cm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。
-

〔N 0.18〕 人工衛星のリモートセンシング
 間違っているものはどれか。
 正解...3

- 1. 近赤外線は、可視光に比べ、植物からの反射率が高い。正しい

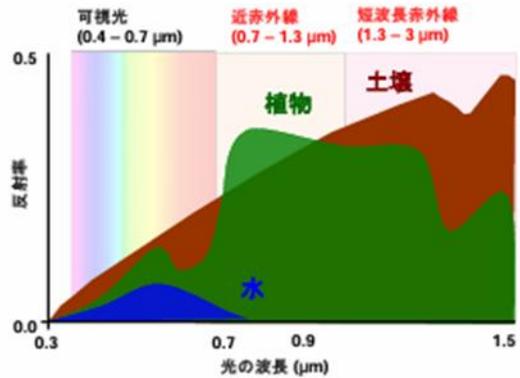
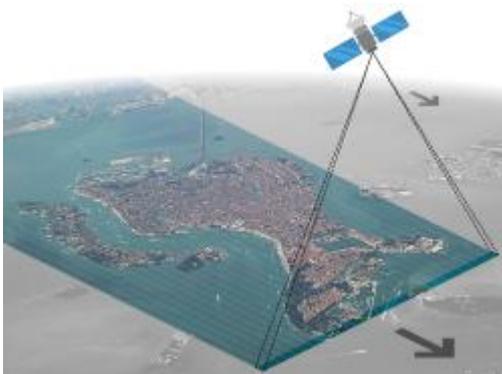


図2 植物・土壌・水域の分光反射特性



- Push broom=line sensor(wikipedia)

- 2. マイクロ波センサは光学センサに比べ波長の長い電磁波を観測し、雲の影響を受けにくい。正しい
- 3. 合成開口レーダ (SAR) は、観測対象物が自ら放射する電磁波を受信して、その性質を調べる受動型センサである。間違い (SARはレーダを発射しその反射波を受信するセンサである。)
- 4. プッシュブroom走査方式の光学ラインセンサを搭載した人工衛星により、面的に連続した衛星画像を得たとき、その投影中心はスキヤンラインごとに1点となる。正しい
- 5. 現在、地上における空間分解能が50 cm よりも細かい画像を取得できる、光学センサを搭載した人工衛星が実用化されている。正しい

- 正解3

〔N 0.19〕 U A V を用いた測量
明らかに間違っているものはどれか。
正解...3

- 1. U A V 写真測量において、高低差が大きい地域を撮影する場合、撮影基準面は数コース単位に設定することができる。正しい(145条4項)
- 2. U A V 写真点群測量では、撮影した数値写真を用いて、三次元形状復元計算により三次元点群データを作成する。正しい(427条)
- 3. U A V 写真点群測量において、水平位置及び標高の基準となる標定点を検証点としても利用し、三次元点群データの位置精度の評価を行う。間違い
- 準則第413条「標定点及び検証点の設置」とは、三次元形状復元計算に必要な水平位置及び標高の基準となる点(以下「標定点」という。)並びに検証点を設置する作業をいう。
- 第415条2項 検証点は、標定点とは別に、次の各号のとおり配置するものとする。
- 4. U A V レーザ測量において、画像による地物確認に用いるため、レーザ計測と同時期に数値写真を撮影する。正しい(459条)
- 5. U A V レーザ測量では、オリジナルデータの点検測量を、検証点の設置による点検や横断測量による点検などの方法で行うことができる。正しい(467条4項三号)
- 正解3

〔N 0.20〕三次元点群データ作成
明らかに間違っているものの組合せ
次の1～5の中から選べ。
正解...4

- a. 地上レーザ測量において同一箇所から複数回計測する場合は、それぞれ地上レーザスキャナの器械高を変えて行う。正しい
- 準則第376条9項 同一箇所から複数回計測する場合は、それぞれ地上レーザスキャナの器械高を変えることを原則とする。
- b. 車載写真レーザ測量では、車載写真レーザ測量システムを用いて道路などを計測し、計測した距離と角度から三次元形状復元計算により三次元点群データの座標を求めている。間違い（三次元形状復元計算は行わない）
- 第484条「車載写真レーザ測量」とは、車両に自車位置姿勢データ取得装置、レーザスキャナ、計測用カメラ又は参照用カメラ及び解析ソフトウェアを搭載した計測・解析システム（「車載写真レーザ測量システム」）を用いて道路及びその周辺の地形、地物等を計測し、取得した数値写真及び点群データからオリジナルデータ等を作成する作業をいう。

1. a, c
2. a, d
3. b, d
4. b, e
5. c, e

- c. UAV写真点群測量には、性能などが作業規程に規定されている条件を満たしていれば、市販されているデジタルカメラを使用できる。正しい
- d. UAV写真点群測量において、三次元形状復元計算に必要な標定点を、作業地域を囲むように配置するとともに作業地域内で最も標高の低い地点及び最も標高の高い地点に設置した。正しい
- e. UAV写真点群測量において、隣接コースの数値写真との重複度が40%以上となるように撮影計画を立案した。間違い
- 第421条8項 撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合には、同一コース内の隣接数値写真との重複度が80%以上、隣接コースの数値写真との重複度が60%以上を確保できるよう撮影計画を立案することを標準とする。撮影後に写真重複度の確認が困難な場合には、同一コース内の隣接数値写真との重複度は90パーセント以上、隣接コースの数値写真との重複度は60パーセント以上として撮影計画を立案するものとする。

正解4

- 令和6年測量士問題
- **解答法の解説**
- 午前第2回目**

令和6年測量士午前[No.17]

デジタル航空カメラで鉛直写真の撮影

画面距離10 cm, 画面の大きさ17,000画素×11,000画素, 素子寸法 $6 \mu\text{m}$ 。
建物と高塔が図17のように写っている

建物の屋上の一辺（数値写真上）300画素の長さ

この建物は標高180 m の地点に立ち、建物の高さは20 m, 屋上の一辺は36mである。

高塔は標高0mで傾斜のない場所に立っている。

主点からこの高塔の先端までの長さは4,000画素,
高塔の像の長さは140画素

この高塔の高さは幾らか。最も近いものを次の1～5の中から選べ。

ただし、数値写真の主点と鉛直点は一致するものとし、建物の屋上の一辺、及び高塔の像は画面の短辺と平行に写っているものとする。

また、高塔は鉛直方向にまっすぐに立ち、高塔の太さは考慮しないものとする。

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。

1. 70 m
2. 71 m
3. 74 m
4. 76 m
5. 77 m

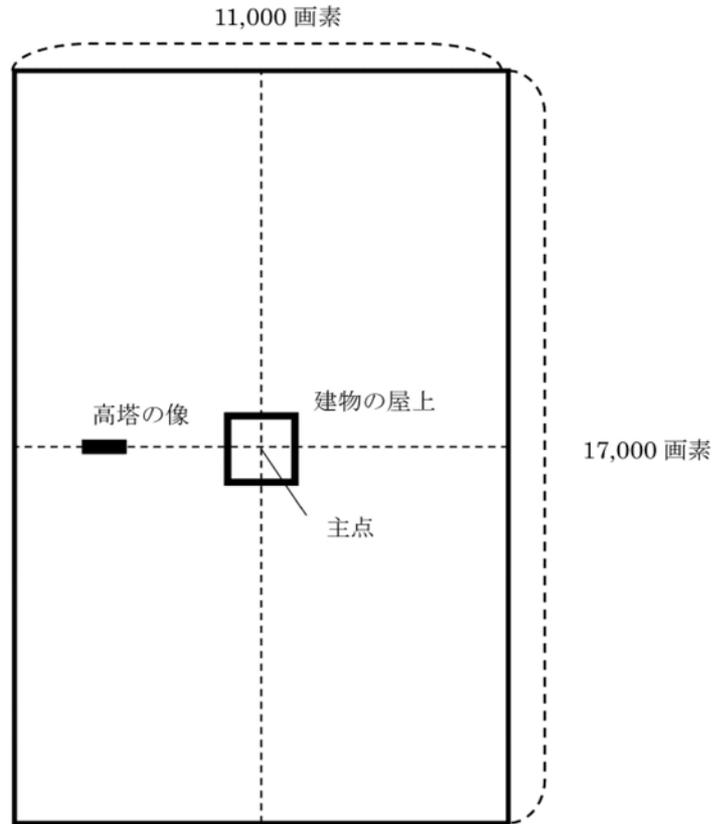
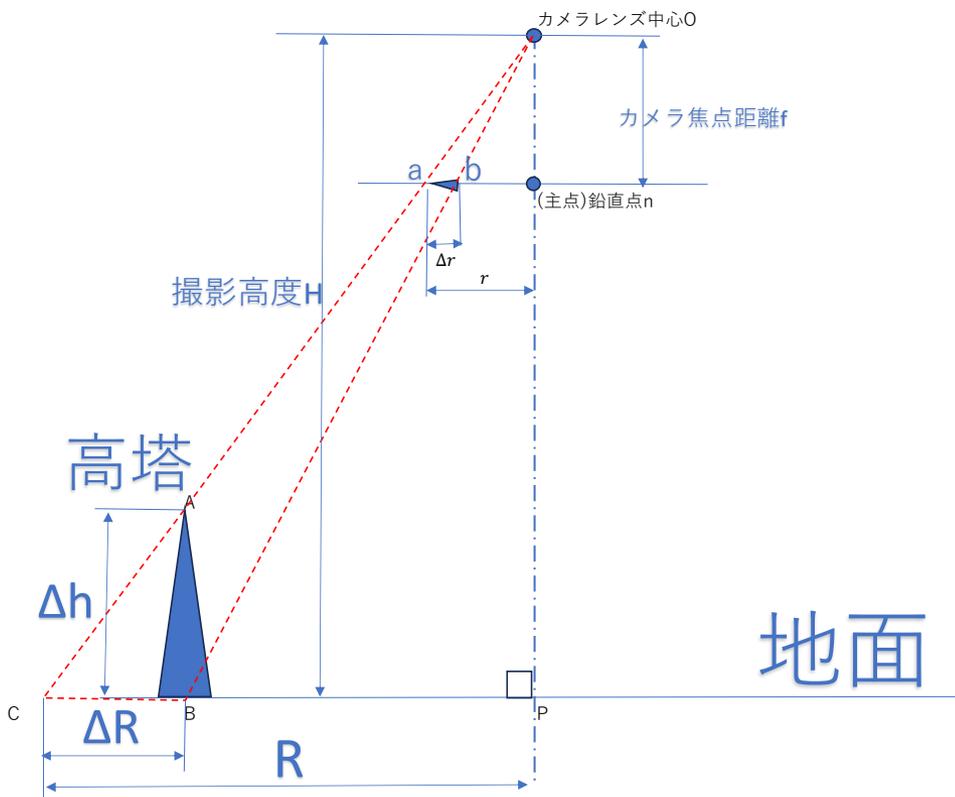


図 17

射影変換式(relief displacement)



△Oab ∽ △OBCより

$$\Delta r / f = \Delta R / H$$

$$\Delta r / \Delta R = f / H \quad \text{①}$$

△Onb ∽ △OPCより

$$f / r = H / R$$

$$r / R = f / H \quad \text{②}$$

① = ②より

$$\Delta r / \Delta R = r / R = f / H \quad \text{③}$$

$$\Delta r / r = \Delta R / R \quad \text{④}$$

△ABC ∽ △OPCより

$$\Delta R / \Delta h = R / H$$

$$\Delta R / R = \Delta h / H \quad \text{⑤}$$

④、⑤より

$$\Delta r / r = \Delta h / H = \Delta R / R$$

これが射影変換式である。

[No.18]

- 次の a ~ e の文は、**リモートセンシング**について述べたものである。明らかに間違っているものだけの組合せはどれか。次の 1 ~ 5 の中から選べ。
- a. 光学センサで広く採用されているプッシュブルーム走査方式のラインセンサでは、人工衛星の進行とともに帯状に画像を取得しており、その画像は正射投影画像である。✕
- **b.** 熱赤外線のリモートセンシングでは、対象物からの熱放射を観測するため、夜間でも水面の温度や雲の分布を観測することができる。
- c. 可視光の波長帯は、近赤外線の波長帯に比べて植物からの反射率が高い。✕
- **d.** 合成開口レーダ (SAR) は、対象物にマイクロ波を照射し、その反射波を受信して地表面の状態を把握する能動型センサである。
- **e.** 光学センサで受信する電磁波は、マイクロ波センサで受信する電磁波より波長が短く、より雲を透過しづらい。

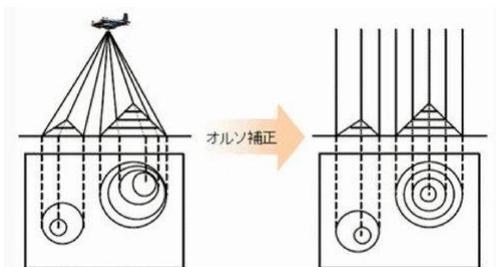
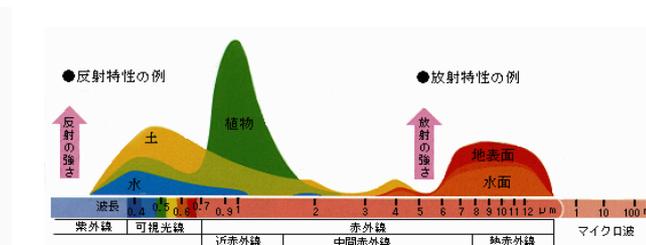


図2 オルソ補正航空写真



日本測量協会関西支部 令和8年3月6日(金)

1. a, b
2. a, c
3. b, d
4. c, e
5. d, e

リモートセンシングと写真測量の違い

- ①写真測量は地図作成、写真は中心投影、撮影は飛行機で、波長は可視光線
- ②リモセンは画像解析で対象物を特定、画像は写真のような中心投影でなく、画像取得は人工衛星で、波長はマルチスペクトル、

写真測量とリモートセンシングの違い

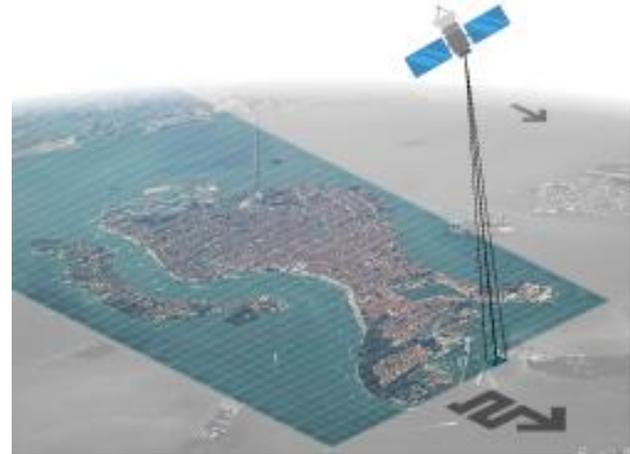
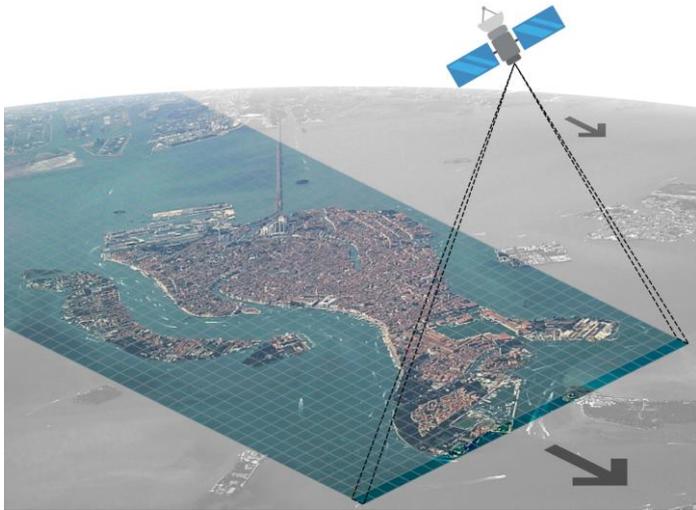
使用するもの	RS	写真測量
プラットフォーム	人工衛星	航空機、UAV
カメラ/センサ	センサ(pushブルーム、wiskブルーム)	カメラ
波長	可視光線～マイクロ波	可視光線 (RGB)
赤外線	NIR,熱赤外	-
SAR	マイクロ波 (雲透過)	-
地図作成	-	ステレオモデル
解析	植生、雪、雲	田、畑、など
DEM	SRTM	航空レーザ等

問18の解答

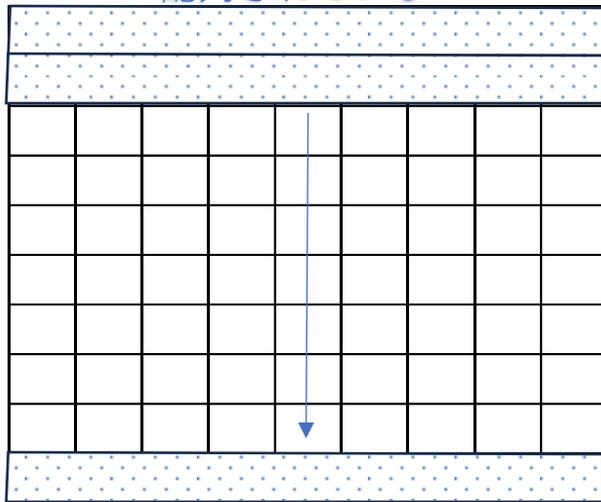
答え2

測量に近い分野の一つはリモートセンシングです。

項目	説明文	○/×	間違いの理由
a	光学センサのプッシュブルーム走査方式のラインセンサでは、人工衛星の進行とともに帯状の画像を取得し、その画僧はオルソである	×	正射投影画像(オルソ)ではない
b	熱赤外RSでは、対象物からの熱放射を観測するため、夜間でも水面の温度や、雲の分布を観測できる	○	
c	可視光の波長帯は、赤外線波長帯に比べ植物からの反射が高い	×	赤外線の方が高い
d	SARは、対象物にマイクロ波を照射し、その反射波を受信して地表面の状態を受信して地表面の状態を把握する能動型センサである	○	
e	光学センサで受信する電磁波は、マイクロ波で受信する電磁波より波長が短く、雲を透過しにくい	○	

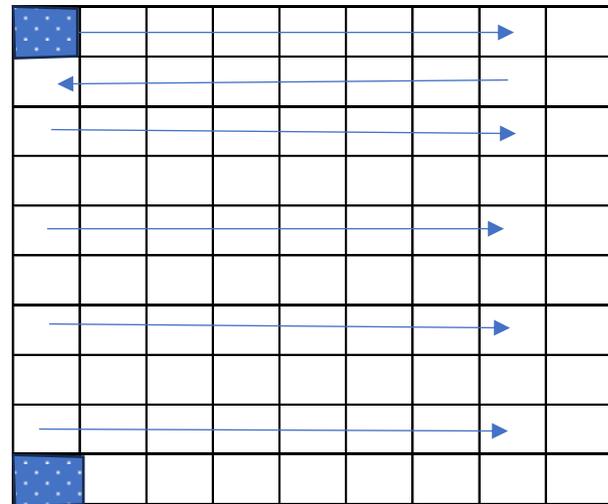


進行方向に対し直角にラインセンサが
配列されている



pushbroom

スキャン方法



地上画素セル

wiskbroom

[No.18] (解説)

フレームセンサ：二次元にセンサを配列したもの（CCDカメラ）					
対物面走査方式：ポイントセンサによってプラットフォームの移動に					
加えて対象物(地面)を機械式操作により直角方向に走査する方式					
→この方式は <u>1本ずつ走査するのでウィスクブルーム方式(whiskbroom)</u> ともいう。					
対物面方式は広い範囲の走査に適している。					
像面走査方式：プラットフォームの移動と共に移動方向に得られた					
映像面を逐次的に走査する方式					
1つの画像面の全画像の観測時間が同じになる特徴がある。					
→ファックスに使用されるCCDと同様に複数の光電変換素子を一次元に					
<u>一列に並べたリニアアレイセンサ</u> を衛星の進行方向に直角配列し、					
衛星移動と同時に電子的走査により画像データを得る <u>プッシュブルーム</u>					
(pushbroom)方式がある。					
→CCDを用いたプッシュブルーム方式は、MOS-1/MESSR,SPOT/HRV、					
JERS-1/OPS (VNIR,SWIR) に採用されている。					
1) 1ラインのデータが同じ観測時間で一度に取得でき、機械可動部が					
少なく信頼性が高い(利点)					
2) 製造上素子間の特性上のばらつきでノイズの影響を受ける。					
→スキャンミラーを用いた機械式走査は、観測幅が広く、バンド間の位置ずれが少ない、					
また解像度が高いなどの利点がある。LANDSATのMSSとTMに採用されているが、					
SN比がよくないという欠点がある。					

[NO.19]

次の1～5の文は、公共測量における地形測量及び写真測量のうち、**三次元点群測量**について述べたものである。明らかに間違っているものはどれか。次の1～5の中から選べ。

- ① 地上レーザ測量では、地上レーザスキャナを用いて地形、地物等を計測し、取得したデータから三次元点群データを作成する。
- ② UAV（無人航空機）写真点群測量では、UAVにより地形、地物等を撮影し、その数値写真を用いて三次元点群データを作成する。
- ③ ~~UAVレーザ測量では、UAVに搭載した位置姿勢データ取得装置及びレーザ測距装置を用いて地形、地物等を計測し、**三次元形状復元計算**により三次元点群データを作成する。（レーザ計測＝3D計測）~~
- ④ 車載写真レーザ測量では、車両に搭載した自車位置姿勢データ取得装置、レーザ測距装置、計測用カメラなどを用いて道路及びその周辺の地形、地物等を計測し、取得した写真・点群データから三次元点群データを作成する。
- ⑤ 航空レーザ測量では、航空レーザ測量システムを用いて地形、地物等を計測し、レーザ測距データと最適軌跡解析データの統合解析により、三次元点群データを作成する。

解答3

[NO.19]解答

答え3

1	地上レーザ測量では、レーザスキャナを用いて地形、地物を計測し、取得データから三次元点群データを作成するので、この文は正しい	○	準則365条
2	UAV写真点群測量では、UAVで地形、地物を撮影し、その数値写真を用いて三次元点群データを作成するので、正しい	○	409条
3	UAVレーザ測量では、IMUを付属したレーザ測距装置（UAVレーザ測量システム）で地形、地物を計測し、取得したデータから三次元点群データと数値地形図データを作成するのは正しいが、三次元形状復元計算は行わないので、これが間違い	×	437条
4	「車載写真レーザ測量」とは、車両に自車位置姿勢データ取得装置、レーザ測距装置、計測用カメラ又は参照用カメラ及び解析ソフトウェアを搭載した計測・解析システムを用いて道路及びその周辺の地形、地物等を計測し、取得した写真・点群データからオリジナルデータ等の三次元点群データ及び数値地形図データを作成する作業をいうというのは正しい	○	479条
5	「航空レーザ測量」とは、航空レーザ測量システムを用いて地形、地物等を計測し、格子状の標高データであるグリッドデータ等の三次元点群データファイルを作成する作業をいう。この文は正しい。	○	535条

[NO.20]

次の1～5の文は、公共測量における
UAV（無人航空機）レーザ測量について
述べたものである。
明らかに間違っているものはどれか。次の
1～5の中から選べ。

- 1. 標準的な計測点間隔は、要求点間隔（要求点密度等を満たすために均等かつ最小限に計測する場合の点間隔）と定数 θ を用いて、計測点間隔 = 要求点間隔 / θ （ただし、 θ は1.1～1.5）で求めることを標準とする。
- 2. スキャン角度は、計測対象物へのレーザ光の入射角を 45° 以上とするとともに、必要な計測距離を満たすように定めることを標準とする。
- 3. 計測対象物との距離は、使用するレーザ測距装置の最大測距距離の80%以下となるように定めることを標準とする。
- 4. コース間重複度は、30%以上とすることを標準とする。
- 5. UAVの位置の決定は、GNSSによるキネマティック法で行うものとし、キネマティック解析で用いる固定局は、計測地域から直線距離で80 kmを超えないものとする。 

[No.20]

1	準的な計測点間隔は、要求点間隔（要求点密度等を満たすために均等かつ最小限に計測する場合の点間隔）と定数（ θ ）を用いた次の式で求めることを標準とする。計測点間隔 = 要求点間隔 / θ （ θ : 1.1 ~ 1.5）正しい	○	準則448条3項
2	スキャン角度は、計測対象物へのレーザ光の入射角を45度以上とするとともに、必要な計測距離を満たすように定めることを標準とする。また、コース間重複度の確認においても同様とする。正しい	○	448条5項
3	計測距離は、使用するレーザ測距装置の最大測距距離の80パーセント以下で計測を行うように定めることを標準とし、最大測距距離を超えないものとする。正しい	○	448条6項
4	コース間重複度は、30パーセント以上とすることを標準とする。正しい	○	448条7項
5	UAVレーザ計測における位置の決定は、GNSSによるキネマティック法で行うものとし、キネマティック解析で用いる固定局には、電子基準点を用いることを原則とする。ここまでは正しい。		451条1項
	固定局は、計測地域から80kmを超えない点を用いるものとする(正しくは50km)だから5の説明は間違い。	×	同2項

答え5

令和5年測量士
午前NO.3
午前第3回目

[N 0.17] サイドラップの問題

正解...2

鉛直空中写真測量

土地の標高が150 m から350mまでの範囲

最少サイドラップ $q = 35\%$

撮影基準面の標高を150 m

最大サイドラップ q' はいくらか

最も近いものを次の中から選べ。

デジタル航空カメラの画面距離は10 cm,

撮像面での素子寸法は $6 \mu\text{m}$,

画面の大きさは17,000画素 \times 11,000画素

画面短辺が撮影基線と平行

撮影基準面での地上画素寸法は15cm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。

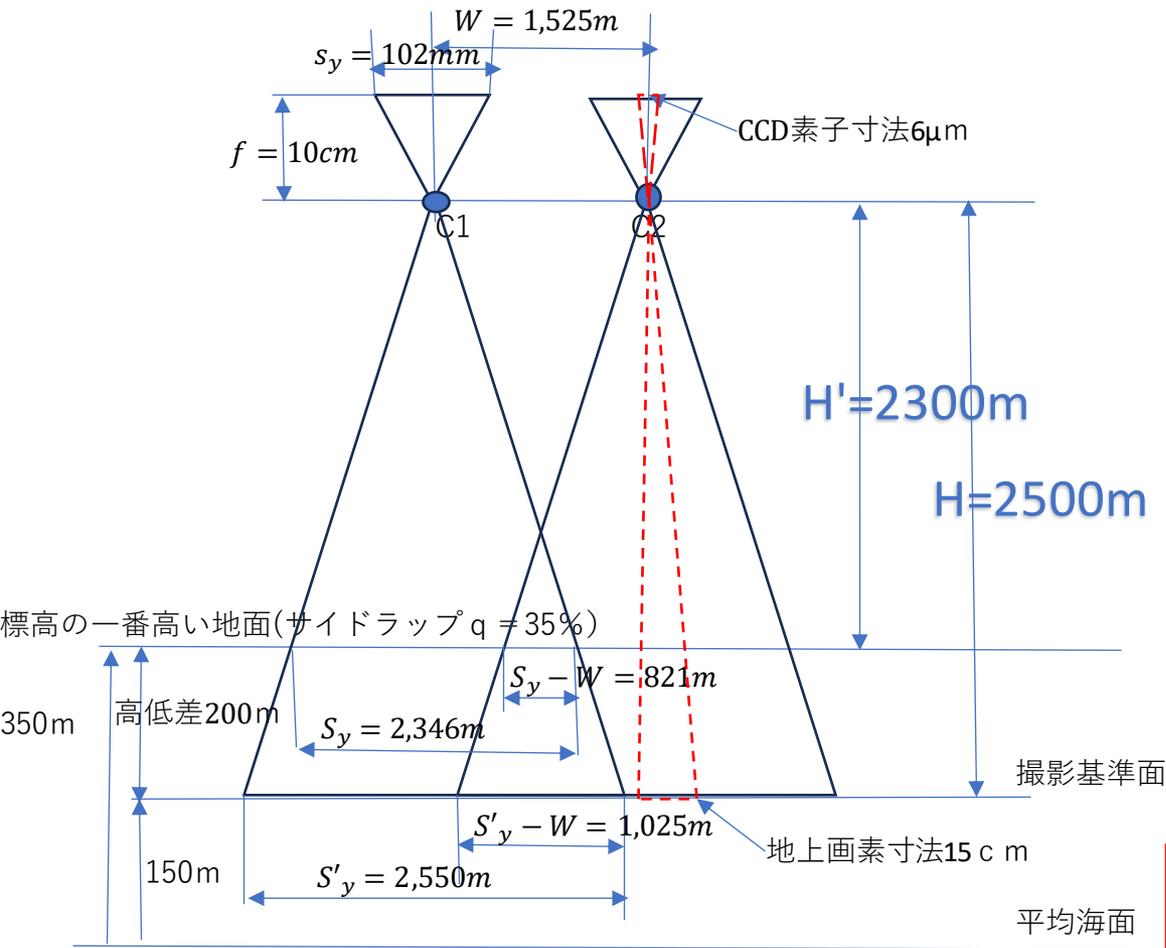
R5年[NO.17]

1. 38%
2. 40%
3. 42%
4. 44%
5. 46%

答え2

N017の解答

No.17



撮影基準面の縮尺1/mb

$$m_b = \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}} = \frac{15\text{cm}}{6\mu\text{m}} = 25,000$$

撮影高度H

$$H = f \times m_b = 10\text{cm} \times 25,000 = 2,500\text{m}$$

標高の一番高い地面の撮影高度H'

$$H' = H - 200\text{m} = 2,500 - 200 = 2,300\text{m}$$

$$m'_b = \frac{H'}{f} = 23,000$$

画面の縦サイズ s_y

$$s_y = s'_y \times \text{画素寸法} = 17,000 \text{画素} \times 6\mu\text{m} = 102\text{mm}$$

画面の縦 S_y

$$S_y = s_y \times m'_b = 102\text{mm} \times 23,000 = 2,346\text{m}$$

重複度 $q = 35\%$

コース間隔W

$$q = \frac{S_y - W}{S_y}$$

$$W = S_y(1 - q) = 2,346\text{m}(1 - 0.35) = 1,525\text{m}$$

撮影基準面でのサイドラップ q'

$$S'_y = s_y \times m_b = 102\text{mm} \times 25,000 = 2,550\text{m}$$

$$q' = \frac{S'_y - W}{S'_y} = \frac{2550\text{m} - 1525\text{m}}{2550\text{m}} = 0.4019 = 40.1\%$$

[NO.18]

UAV写真によるUAV点群測量→三次元点群データを作成
明らかに間違っているものはどれか。次の中から選べ。

正解...1

- ✕ 1. 標定点は外側標定点が3点以上，内側標定点が1点以上となるように設置し，検証点を兼ねることができる。
- 2. 位置精度が0.10m以内の三次元点群データを作成する必要がある場合，撮影する数値写真の地上画素寸法が0.02m以内となるように撮影計画を立てる。
- 3. 高低差が大きい地域を撮影する場合，撮影基準面は数コース単位で設定することができる。
- 4. 撮影後に実際の写真重複度を確認することが困難であると予想される場合，同一コース内の隣接数値写真との重複度が90%以上となるように撮影計画を立てる。
- 5. 外側標定点を結ぶ範囲のさらに外側に少なくとも1枚以上の数値写真を撮影するように撮影計画を立てる。

[NO.18] 答え1

1. 「標定点は外側標定点が3点以上、内側標定点が1点以上となるように、設置する。」は、正しい(準則第414条1項四)、「**検証点を兼ねることができる**」は間違い。検証点は、標定点からできるだけ離れた場所に、作業地域内に均等に配置する。(第414条2項一) **1が間違い**。

2. 準則第420条2項位置精度0.1m以内のとき、地上画素寸法は0.02m以内に計画する。この文は正しい。

3. (準則第420条4項) 撮影基準面は1つ定める。高低差が大きい場合、数コース単位に設定できる。この文は正しい。

4. (準則第420条8項) ...後段：撮影後に写真重複の確認が困難な場合には、オーバーラップは90%以上、サイドラップは60%以上に設定できる。この文は正しい。

5. (準則第420条9項) 外側基準点を結ぶ範囲の外側に、少なくとも1枚以上の写真を撮影するようにする。この文は正しい。

[NO.19]航空レーザ測量（午前初めて）

- 数値地形モデルを作成
 - 計測時の対地高度2,000mで航空レーザ測量
 - このとき、航空機直下の地表面における**進行方向の計測間隔**は幾らか。最も近いものを次の中から選べ。
 - ただし、計測エリアは平坦であり、航空機の対地高度及び対地飛行速度は一定であるとともに機体の傾き、回転は考慮しないものとする。
 - レーザ測距装置のパルスレートP（1秒当たりの照射回数）は毎秒600,000回,
 - スキャンレート（1秒当たりの走査回数） $S_n/2 = 105$ 往復/秒, スキャン角度 $\lambda = \pm 25^\circ$
 - 航空機の計測時の対地飛行速度 $v_m/\text{sec} = 70\text{m}/\text{sec}$
 - 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。
1. 0.3 m
 2. 0.5 m
 3. 0.7 m
 4. 1.5 m
 5. 3.0 m

NO.19航空レーザー計測の計算（初）

- 多分、この計算が午前の問題で出題されるのは初めてである。

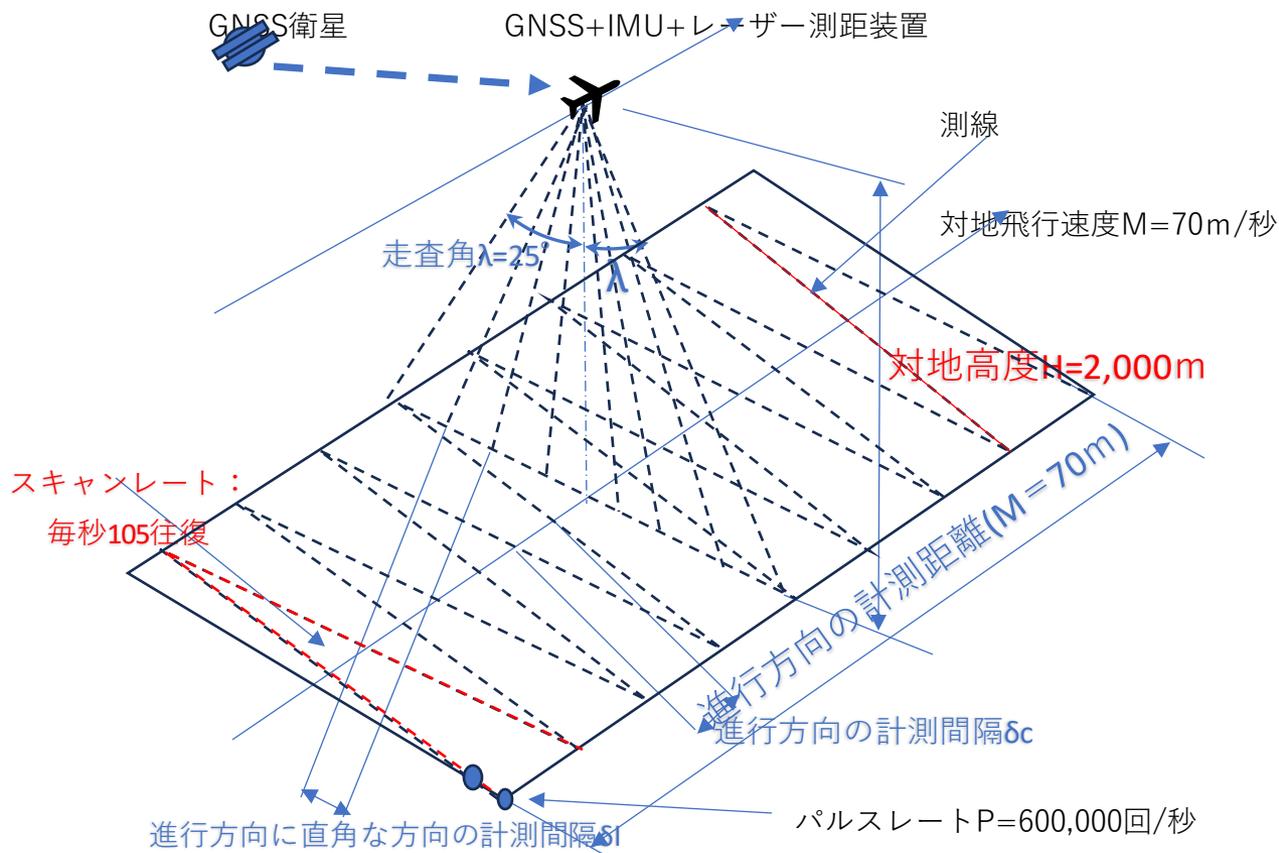


図19 1秒間のパルスレート

[NO.19]

1. 0.3 m
2. 0.5 m
3. 0.7 m
4. 1.5 m
5. 3.0 m

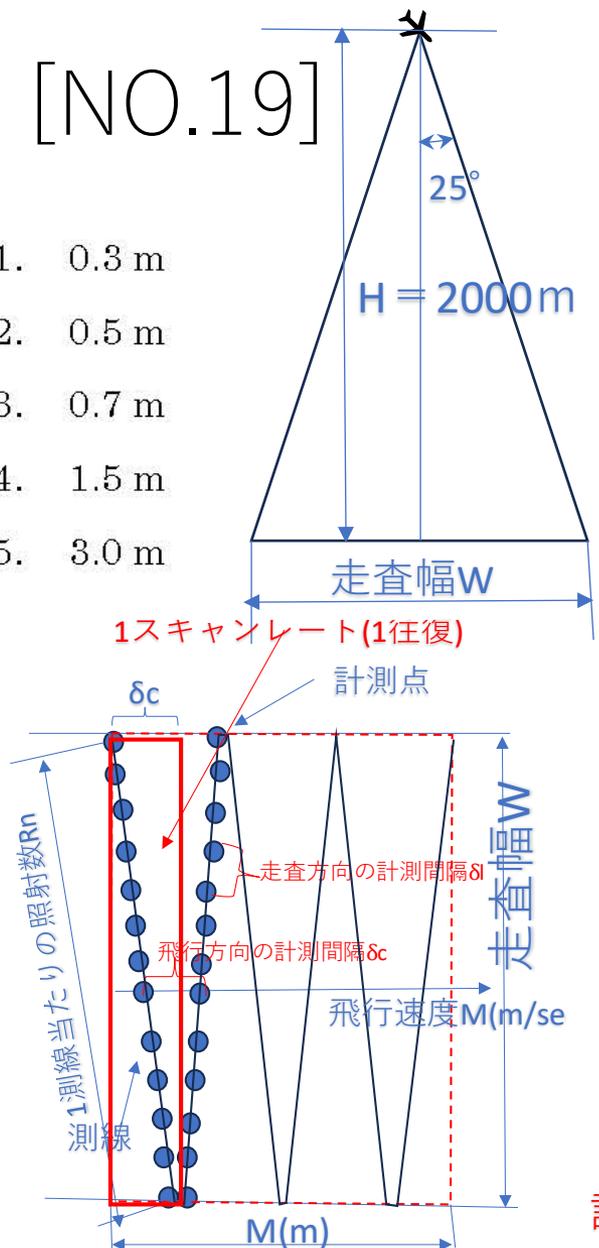


図19 計測時間1秒での計算

- 測線数 $S_n = \text{スキャンレート} \times 2 = 105 \times 2 = 210$ 本
- 測線当たりの計測数 $R_n = P/S_n = 600,000/210 = 2857$ 点
- $W/2 = H \tan \lambda = 2000 \times 0.4363 = 933$ m
- $W = 1865$ m
- 飛行方向に直角な計測間隔 $\delta_c = W/R_n = 1856 \text{ m} / 2857 \text{ 点} = 0.65$ m
- 飛行方向の長さ $M(\text{m}) = v_{\text{m/sec}} \times 1 \text{ 秒} = 70 \text{ m/sec} \times 1 \text{ 秒} = 70$ m
- 飛行方向の計測間隔 $\delta_c = M/S_n = 70 \text{ m} / 210 \text{ 本} = 0.33$ m

計算は測線数を使うこと

(公社)日本測量協会関西支部 令和8年3月6日(金)

答え1

[NO.20]

車載写真レーザ測量

明らかに間違っているものはどれか。次の中から選べ。

正解...3

- ① 車載写真レーザ測量により作成する数値地形図データの地図情報レベルは、500及び1000を標準とする。
- ② 調整点は、走行区間の路線長や景況に応じて2点以上設置することを原則とする。
- ③ 着脱式システムについて、キャリブレーションの有効期間は1年を標準とする。× (6か月)
- ④ 固定局は、取得区間との基線距離を原則10km以内とし、やむを得ない場合でも30kmを超えてはならない。
- ⑤ 数値図化できる範囲は道路縁内を原則とするが、車載写真レーザ測量システムの性能が数値地形図データの精度内であれば、道路縁外も数値図化してよい。

[NO.20]解答

1.車載写真レーザ測量により作成する数値地形図データの地図情報レベルは、500及び1000を標準とする。(準則第483条1項4) 正しい

2.調整点は、走行区間の路線長の景況に応じて2点以上設置することを原則とする。(準則第491条) 正しい。

3.着脱式システムについて、キャリブレーションの有効期間は1年を標準とする。(準則第487条3項2号) **間違い**。着脱式は6か月。

4.固定局は、取得区間との基線距離を原則10km以内とし、やむを得ない場合でも30kmを超えてはならない。(準則第495条5項三号) 正しい。

5.数値図化できる範囲は道路縁内を原則とするが、車載写真レーザ測量システムの性能が数値地形図データの精度内であれば、道路縁外も数値図化してよい。(準則第520条1項) 正しい。

答え3

• 令和4年測量士午前
NO3

• 午前第4回目

〔N 0.17〕 U A V (無人航空機) 写真測量

ア～ウに入る語句

正解...2



- a. 撮影時の対地高度は、 $\{ (地上画素寸法) \div (使用するデジタルカメラの1画素のサイズ) \times \text{ア} \}$ 以下とし、地形や土地被覆、使用するデジタルカメラ等を考慮して決定する。
- b. 撮影が複数コースの場合、水平位置の標定点は、ブロックの イ に必ず配置するとともに、~~両端のコース~~については6ステレオモデルに1点、その他のコースについては3コースごとの両端のステレオモデルに1点、ブロック内の位置精度を考慮して30ステレオモデルに1点を均等の割合で配置することを標準とする。
- c. パスポイントは、主点付近及び主点基線に直角な両方向の3箇所以上に配置することを標準とする。なお、主点基線に直角な方向は、上下端付近の等距離に配置することを標準とする。

ア = 焦点距離、イ = 四隅、

	ア	イ	ウ
1.	焦点距離	中央	直線状
2.	焦点距離	四隅	直線状にならないようジグザグ
3.	撮影縮尺	四隅	直線状
4.	撮影縮尺	中央	直線状にならないようジグザグ
5.	基線長	中央	直線状

問17 (UAV写真測量)

正解...2

- a. 対地高度 $H = f \times mb =$ (ア) 焦点距離 $\times \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}}$
- b. ブロック撮影の場合、水平位置基準点はブロックの (イ) 四隅に配置する。
- c. タイポイントは1モデルに1点、かつ
- (ウ) 直線状にならないようにジグザグに配置する。

答え2

	ア	イ	ウ
1.	焦点距離	中央	直線状
2.	焦点距離	四隅	直線状にならないようジグザグ
3.	撮影縮尺	四隅	直線状
4.	撮影縮尺	中央	直線状にならないようジグザグ
5.	基線長	中央	直線状

〔N 0.18〕写真地図の作成

間違っているものだけの組合せはどれか。

正解...3

- a. 高層建物が密集している都市部で、建物による影の少ない写真地図を作成するために、太陽高度の高い時間帯を選んで空中写真撮影を行った。
- b. 建物の倒れ込みの影響が少ない写真地図を作成するために、同一撮影コース内の隣接空中写真との重複度及び隣接撮影コースの空中写真との重複度ができるだけ大きくなるように撮影計画を立てた。
- ~~c.~~ 撮影縮尺1/30,000の空中写真及びグリッド間隔50 m、標高点の標準偏差5 mの数値地形モデルを使用して地図情報レベル2500の写真地図を作成した。
- ~~d.~~ モザイクとは、隣接する空中写真をデジタル処理により結合させ、モザイク画像を作成する作業をいい、モザイク画像を正射変換して正射投影画像を作成する。
- e. 段差の大きい人工斜面や高架橋が存在する地域において、ブレークライン法を使って数値地形モデルを作成した。

- 1. a, b
- 2. b, c
- 3. c, d
- 4. c, e
- 5. d, e

問18 (解答)

- a.通常撮影は太陽高度が 30° ぐらいで撮影するが、高層建物などがある場合は高度の高い時間帯に撮影する。正しい
- b.写真は中心投影なので、オーバーラップ、サイドラップを大きくして、倒れこみの少ない画像で写真地図を作る。正しい
- c.2500は10000か、12500の写真でつくるので、
• **1/30,000の写真では間違い。**
- d.各写真はそれぞれ正射変換して(オルソ)、これらを集合しつなぎ合わせた写真地図にする(モザイク)。説明文は間違い。
(**空中写真はモザイクできない**)
- e.段差の大きい斜面や高架橋などの地形モデルはブレークラインを使って作成するとスムーズな直線状の人工的な形になる。これは正しい。

答え3

オーバーラップの計算

〔N 0.19〕鉛直写真の撮影

標高が200 m から600 m までの範囲にある土地

オーバーラップ p = 最小で60%

撮影基準面の標高を200 m

撮影基準面における同一コース内の隣接空中写真間の重複度は何%となるか。

最も近いものを次の中から選べ。

デジタル航空カメラの面面距離 9 cm,

画面の大きさ14,000画素×11,000画素,

撮像面での素子寸法 $7 \mu\text{m}$ とし,

面面短辺が撮影基線と平行であるとする。

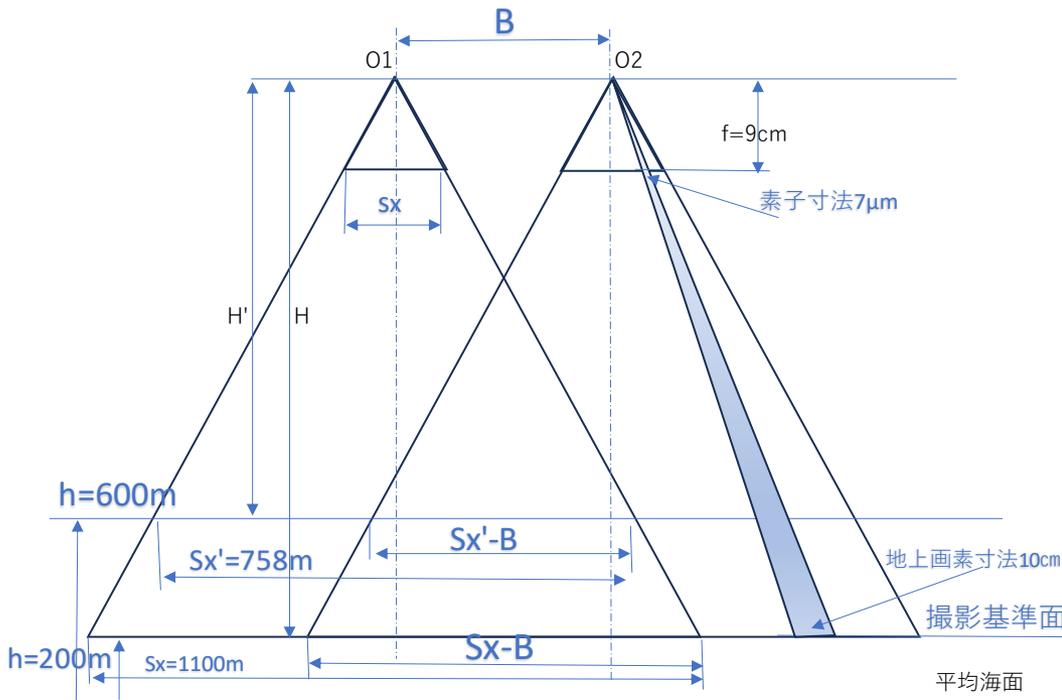
また、空中写真の撮影は等高度で、撮影基線長は撮影範囲全体にわたって一定であるとし、撮影基準面での地上画素寸法は10 cm とする。

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。

1. 59 %
2. 60 %
3. 63 %
4. 67 %
5. 72 %

答え5

問19解答



答え5

写真縮尺1/m_b

$$m_b = \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}} = \frac{10\text{cm}}{7\mu\text{m}} = 14,286$$

対地高度H

$$H = f \times m_b = 9\text{cm} \times 14,286 = 1,286\text{m}$$

h=600mの地点の撮影高度H'

$$H' = H - 400\text{m} = 1,286 - 400 = 886\text{m}$$

h=600mでの写真縮尺1/m_b'

$$m'_b = \frac{H'}{f} = \frac{886\text{m}}{9\text{cm}} = 9,844$$

写真の短辺の長さs_x(mm)

$$s_x = s'_x \times \text{素子寸法} = 11,000\text{画素} \times 7\mu\text{m} = 77\text{mm}$$

h=600mでの画面短辺の長さS_x'

$$S'_x = s_x \times m'_b = 77\text{mm} \times 9,844 = 758\text{m}$$

撮影基線長B

$$B = S'_x (1 - p) = 758(1 - 0.6) = 303\text{m}$$

撮影基準面上の画面短辺の長さS_x

$$S_x = s_x \times m_b = 77\text{m} \times 14,286 = 1,100\text{m}$$

撮影基準面上のオーバーラップp'

$$p' = \frac{S_x - B}{S_x} = \frac{1,100 - 303}{1,100} = 0.725 = 72.4\%$$

[N 0.20]

三次元点群データの作成

明らかに間違っているものはどれか。次の中から選べ。

正解...4

- ① 三次元形状復元計算とは、撮影した数値写真及び標定点を用いて、数値写真の外部標定要素及び数値写真に撮像された地点の位置座標を求め、地形、地物等の三次元形状を復元し、オリジナルデータを作成する作業をいう。
- ② 地上レーザ点群測量は、地表面だけでなく、周囲に存在する地物の側面の三次元点群データも作成できる。
- ③ UAV（無人航空機）写真点群測量において、三次元点群データの位置精度を評価するため、標定点とは別に検証点を設置した。
- ✕ ④ UAV写真点群測量において、同一コース内の隣接写真との重複度を60%以上確保できるように撮影計画を立案した。
- ⑤ UAV写真点群測量において、作業地域内で最も標高の高い地点及び最も標高の低い地点に標定点を設置した。

問20 (解答)

- 1. 第426条 「三次元形状復元計算」とは、撮影した数値写真及び標定点を用いて、数値写真の外部標定要素及び数値写真に撮像された地点（特徴点）の位置座標を求め、地形、地物等の三次元形状を復元し、オリジナルデータを作成する作業をいう。正しい
- 2. 第365条 「地上レーザ測量」とは、地上レーザスキャナを用いて地形、地物等を計測し、取得したデータからオリジナルデータ等の三次元点群データ及び数値地形図データを作成する作業をいう。正しい
- 3. 第412条 「標定点及び検証点の設置」とは、三次元形状復元計算に必要なとなる水平位置及び標高の基準となる点（標定点）並びに検証点を設置する作業をいう。正しい
- 2項標定点及び検証点には対空標識を設置する。
- 4. 第420条 8 撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合には、同一コース内の隣接数値写真との重複度が80%以上、隣接コースの数値写真との重複度が60%以上を確保できるよう撮影計画を立案することを標準とする。4の文は間違い
- 撮影後に写真重複度の確認が困難な場合には、同一コース内の隣接数値写真との重複度は90%以上、隣接コースの数値写真との重複度は60%以上として撮影計画を立案するものとする。
- 5. 第414条1項
- 標定点は、作業地域の形状及び比高が大きく変化するような箇所、撮影コースの設定、地表面の状態等を考慮しつつ、次の各号のとおり配置するものとする。正しい。

答え4⁴⁹

士午前令和3年の問題

- 午前第5回目
- 問題解説
- NO3

〔N 0.18〕 次の a～e の文は、リモートセンシングについて述べたものである。明らかに間違っているものだけの組合せはどれか。次の中から選べ。

- a. 人工衛星からのリモートセンシングの特徴は、広域を一度に観測できることや周期的に観測ができることである。
 - b. リモートセンシングで一般的に扱われる電磁波の波長域には、波長の短い順に可視光域、赤外域、マイクロ波域などがある。
 - c. 人工衛星による熱赤外線のリモートセンシングでは、電磁波を照射し、対象物からの反射の強さを観測するため、夜間も観測することができる。
 - d. 合成開口レーダ（SAR）は、マイクロ波を地表面に照射し、地表面より戻ってくる反射波を受信する。また、マイクロ波を利用することから雲に覆われていても地表を観測することができる。
 - e. 人工衛星から観測した衛星画像は、航空機から撮影した空中写真より高度が非常に高いため、実体視ができるオルソ画像となる。
1. a, b
 2. a, d
 3. b, e
 4. c, d
 5. c, e

No.18 (解説)

- a. リモートセンシングの特徴は、広域を一度に観測できることや周期的に観測ができることである。
- b. リモートセンシングで一般的に扱われる電磁波の波長域には、波長の短い順に可視光域，赤外域，マイクロ波域などがある。(短い順と長い順) ○
- c. 熱赤外線のリモートセンシングでは、電磁波を照射し，対象物からの反射の強さを観測するため、夜間も観測することができる。(電磁波を照射しない) ×
- d. 合成開口レーダ (SAR) は、マイクロ波を地表面に照射し、地表面より戻ってくる反射波を受信する。また、マイクロ波を利用することから雲に覆われていても地表を観測することができる。
- e. 人工衛星から観測した衛星画像は、航空機から撮影した空中写真より高度が非常に高いため、実体視ができるオルソ画像となる。(一般的に実体視はできないし、DEMを使わないとオルソにならない) ×

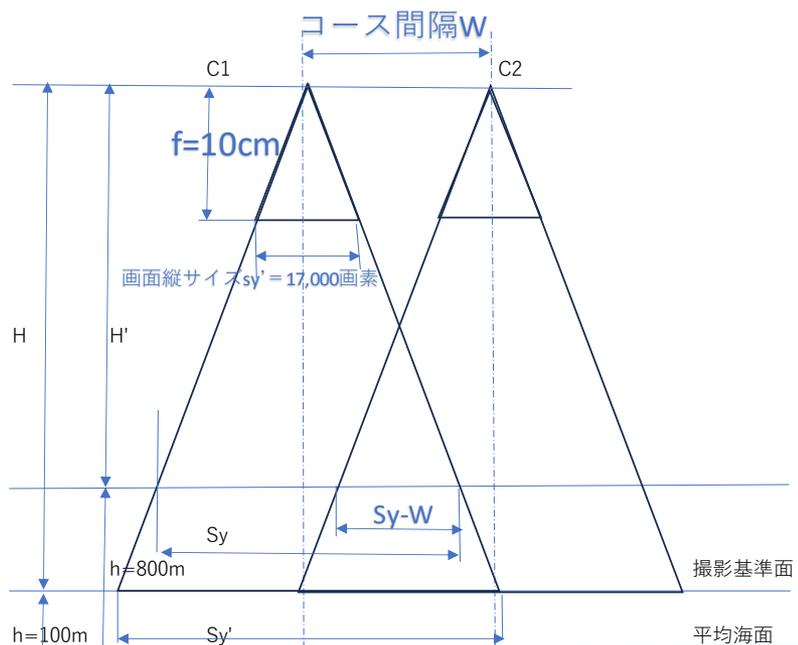
解答5

R3NO.19サイドラップの問題

- 標高が100 m から800 m までの範囲にある土地の、デジタル航空カメラを鉛直下に向けた空中写真撮影において、撮影範囲全体にわたって隣接するコースの数値写真との重複度が最小で30%となるように計画した。撮影基準面の標高を100 m とするとき、隣接コースの数値写真との重複度は最大で何%となるか。最も近いものを次の中から選べ。
- ただし、使用するデジタル航空カメラの画面距離は10 cm、撮像面での素子寸法は $10\ \mu\text{m}$ 、画面の大きさは17,000画素 \times 11,000画素とし、画面短辺が撮影基線と平行であるとする。
- また、空中写真の撮影は等高度かつコースの間隔を一定で行うものとし、撮影基準面での地上画素寸法は20 cm 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。

1. 46 %
2. 55 %
3. 58 %
4. 61 %
5. 81 %

R3NO.19 (解説)



答え2

(公社)日本測量協会関西支部 令和8年3月6日(金)

① $h = 100\text{m}$ での縮尺 $1/m_b$

$$m_b = \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}} = \frac{20\text{cm}}{10\mu\text{m}} = 20,000$$

$$H = f \times m_b = 10\text{cm} \times 20,000 = 2,000\text{m}$$

② $h = 800\text{m}$ での撮影高度 H'

$$H' = H - 700\text{m} = 2000 - 700 = 1,300\text{m}$$

写真縮尺 $1/m_b'$

$$m_b' = \frac{H'}{f} = \frac{1,300\text{m}}{10\text{cm}} = 13,000$$

画面縦サイズ(mm)

$$sy = sy' \times m_b' = 17,000\text{画素} \times 10\mu\text{m} = 170\text{mm}$$

$$\text{画面縦の実サイズ } S_y = sy \times m_b' = 2,210\text{m}$$

サイドラップ $q=30\%$ より、コース間隔 W を求めると

$$W = S_y(1 - q) = 2210\text{m}(1 - 0.3) = 1,547\text{m}$$

③ $h = 100\text{m}$ での計算

$$Sy' = sy \times m_b = 170\text{mm} \times 20,000 = 3,400\text{m}$$

サイドラップ q'

$$q' = \frac{S_y' - W}{S_y'} = \frac{3,400\text{m} - 1,547\text{m}}{3,400\text{m}} = 0.545 = 54.5\%$$

R3NO.20 次の a～c の文は，公共測量における航空レーザ測量について述べたものである。～に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の中から選べ。

- a. レーザ測距装置はファーストパルス及び の 2 パルス以上計測できる必要がある。
- b. 航空レーザ測量システムは，ボアサイトキャリブレーションを実施したものをを用い，キャリブレーションの有効期間は とする。
- c. 東西10 km，南北10 km の平坦な地域で航空レーザ計測を行う予定である。三次元計測データの点検及び調整を行うための調整用基準点は，標準で 点必要となる。

	ア	イ	ウ
1.	ラストパルス	6ヶ月	4
2.	アザーパルス	1年	4
3.	アザーパルス	6ヶ月	4
4.	ラストパルス	6ヶ月	5
5.	ラストパルス	1年	5

NO.20(解説) 準則を覚えていないと解けない。

- a. ファーストパルスとラストパルスで地表面の標高計算をするので、ア＝ラストパルスが正解。
- b. 6か月か1年であり、普通の器械検定は1年。ボアサイト(IMU)は6か月である。(準則542条2項七号)
- c. 調整用基準点は
- $\frac{\text{計測面積}}{25} + 1 = \frac{10\text{km} \times 10\text{km}}{25} + 1 = 5$ 点以上
- (準則547条2項二号) 面積/25+1
- ※調整点

正解4

- 以上が、午前中の写真の問題解説です。
- 午前は計4年分の解説です。
- 以後は午後の地形・写真の解説です。

写真測量午後の問題解説

出題内容 (NO3)	R5	出題内容 (NO3)	R6
UAV写真点群測量	A1△	地上レーザスキャナ地形	A1△
UAV適する場所、不適場所	A2○	同計測地点から高い方へ測定理由	A2◎
検証点のIDW平均、較差	A3●	レーザ光と地面との角	A3●
地上レーザ水平距離計算	A4●	三次元点群計測法(一般)	B1△
2500の更新(3地区) 重複排除	B1○	3つの三次元点群取得の適用性	B2◎
トンネル内の地図作成法	B2○	2つの内挿法の計算 (NN法、TIN)	B3●
航空レーザでの樹木高計測	B3○	UAV写真測量計画	C●
写真地図作成倒れこみの問題	C1○	航空レーザ計画	D●
撮影計画	C2●	LiDARによる樹高計測法 (FPとLP)	D4◎
航空レーザ計測	D1△		
内挿補間法	D2△		
洪水シュミレーション	D3●		
湛水量の計算	D4●		
○文章記述、◎選択記述、△穴埋記述、●計算			

① 午後 令和7年測量士試験問題

NO3地形・写真測量

午後第1回目

R7選択〔N 0.3〕 空中写真測量の撮影計画

- 問A. A市の範囲
- 東西19 km, 南北14 kmの鉛直空中写真の撮影を行う。
- 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。
-
- デジタル航空カメラは、画面距離80 mm, 画面の大きさ26,000画素 x 17,000画素,
- 撮像面の素子寸法4.0 μ
- 画面の短辺は撮影基線と平行
- GNSS/IMU装置を使用して撮影を行う。
- 撮影コースは東西方向
- 南北両端の撮影コースでは、撮影区域の外側を写真1枚当たりの画面長辺の撮影幅の20%以上を含むように撮影する。
- 各コースでは始めと終わりに撮影区域外を各1モデル分加えて撮影する。
- 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10 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60%, 隣接撮影コースの空中写真との重複度を30%とする。

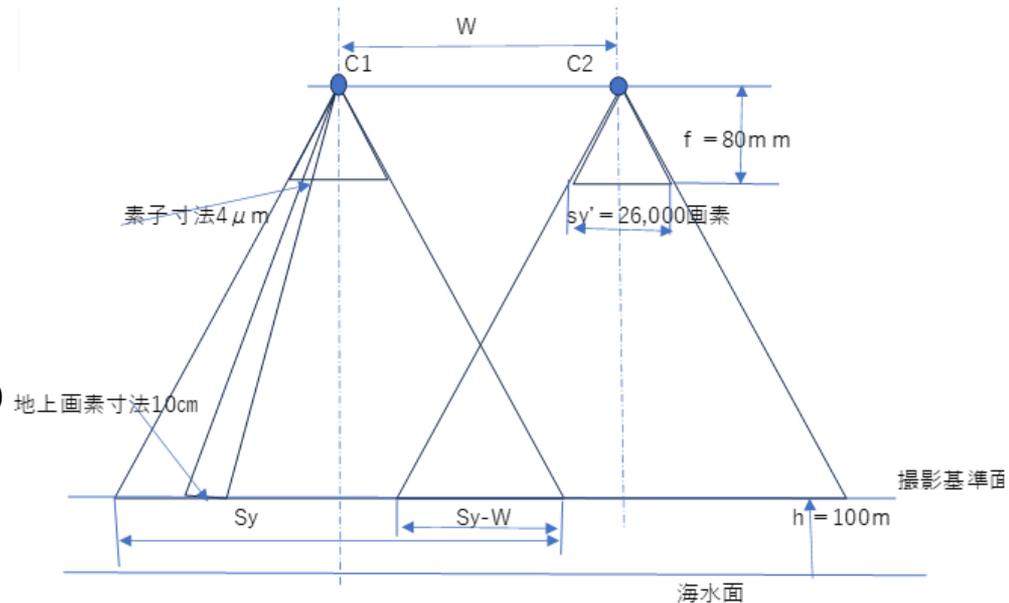
解答

- 問 A - 1. 撮影コース間隔を m 単位で小数第 1 位を切り捨て、整数で求め解答欄に記せ。

- (解説) 撮影コース間隔 (W)
- 写真縮尺 $1/m_b$
- $m_b = \text{地上画素寸法} / \text{素子寸法} = 10\text{cm} / 4\ \mu\text{m} = 25,000$
- 画面の縦 (m) $= s_y' \times \text{素子寸法} = 26,000\text{画素} \times 4\ \mu\text{m} = 104\text{mm}$
- 撮影基準面での画面の縦 $S_y = s_y \times m_b = 104\text{mm} \times 25,000 = 2,600\text{m}$
- $W = S_y(1-q) = 2,600\text{m} (1-0.3) = 1,820\text{m}$

- ※サイドラップ $q = 0.3$
- (解答)

撮影コース間隔
1820m



問 A - 2. 最少コース数Cを求め、解答欄に記せ。

• (解説) 最少コース数 (C)

$$C = \left\lceil \frac{\text{南北の長さ (km)}}{W(\text{km})} \right\rceil = \left\lceil \frac{14(\text{km})}{1.82(\text{km})} \right\rceil = 7.69 = 8 \text{ コース}$$

• ここで、南北の余り ($\Delta Y + (0.5q \times S_y)$) が 20% S_y より多い場合合格。

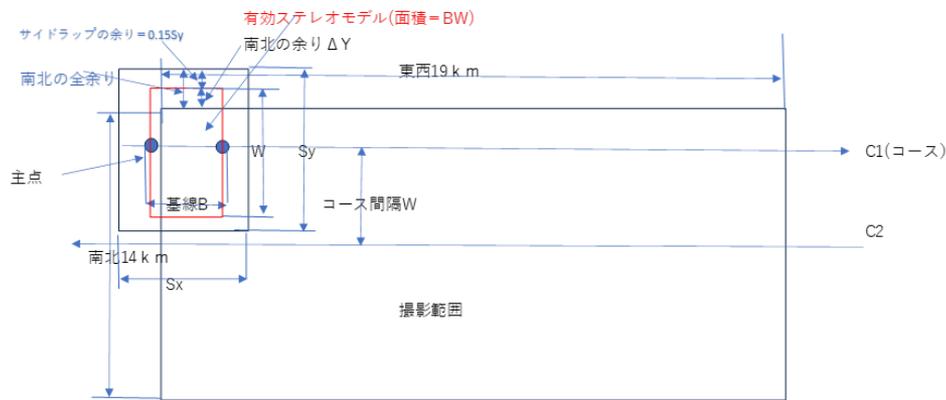
• 南北の余り $2 \Delta Y = CW - \text{南北の長さ} (14 \text{ km}) = 8 \times 1,820(\text{m}) - 14,000\text{m} = 560\text{m}$

• $\Delta Y = 560\text{m} / 2 = 280\text{m}$

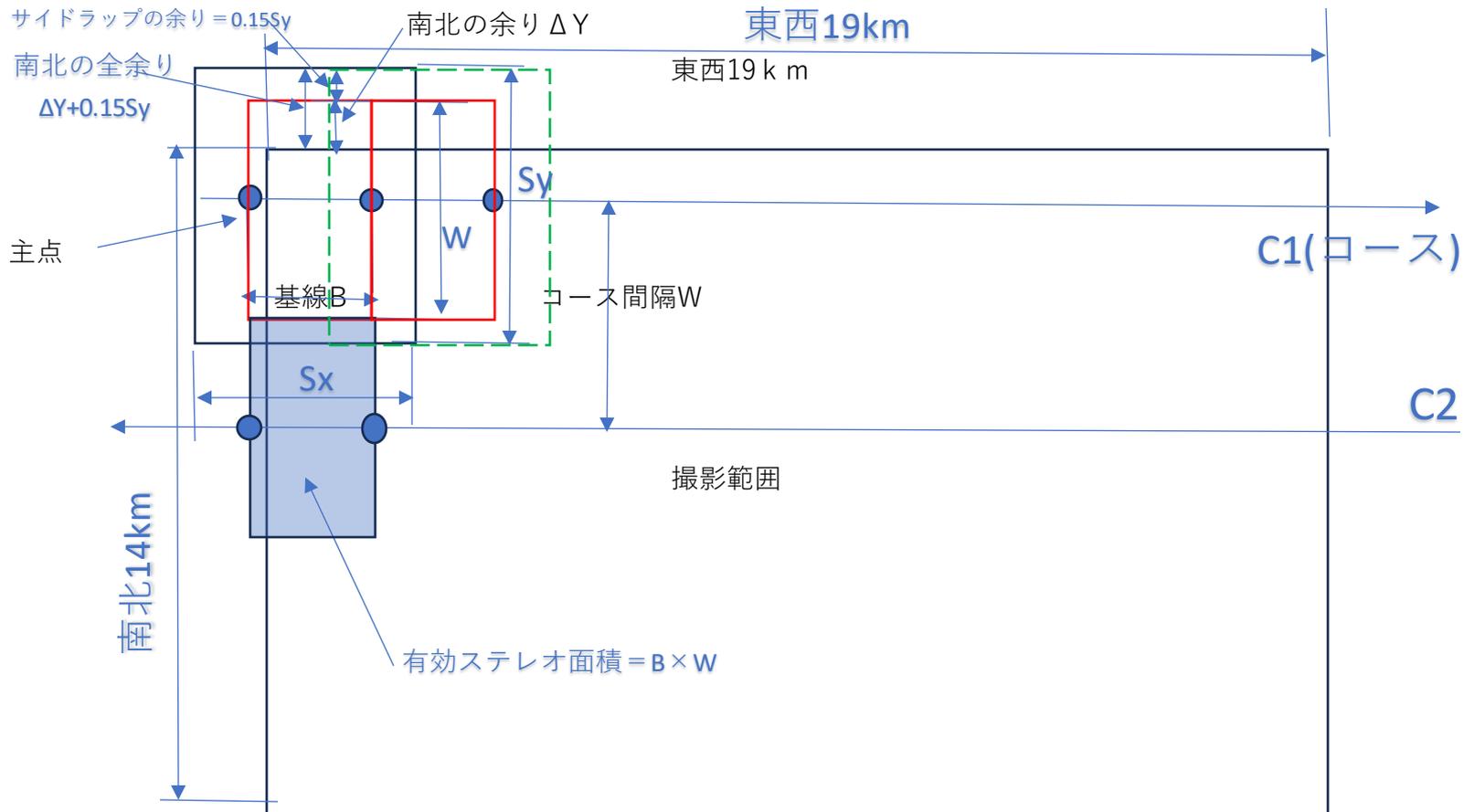
• 南北の余り率 $= \frac{\Delta Y + 0.15S_y}{S_y} = \frac{280\text{m} + 0.15 \times 2600\text{m}}{2600\text{m}} = 0.303 = 30.3\% > 20\%$ (合格)

(解答)

最少コース数
8 コース



- コースは長方形の長い方に決める
 - 画面の短辺を基線方向にする
- $$\Delta Y = \frac{1}{2}(CW - \text{南北}14\text{km}) = \frac{1}{2}(8 \times 1820\text{m} - 14000\text{m}) = 280\text{m}$$



- ・コースは長方形の長い方に決める
- ・画面の短辺を基線方向にする

$$\Delta Y = \frac{1}{2}(CW - \text{南北}14\text{km}) = \frac{1}{2}(8 \times 1820\text{m} - 14000\text{m}) = 280\text{m}$$

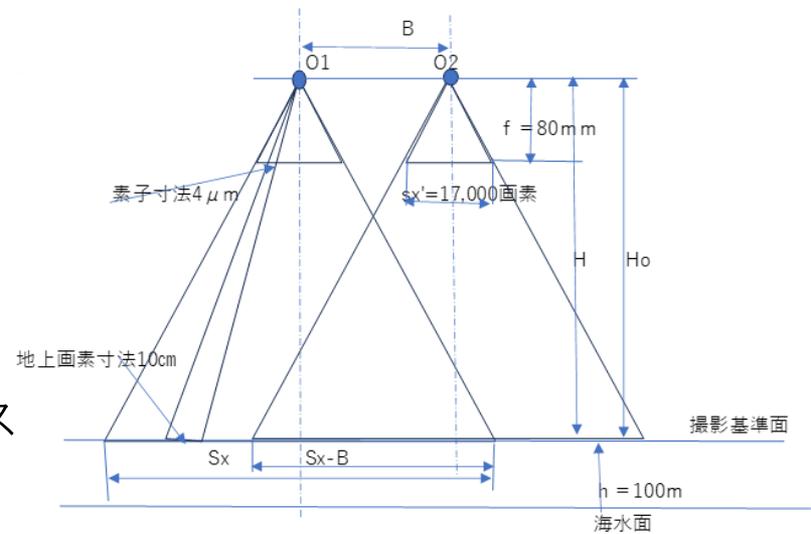
南北の余り率

$$= \frac{\Delta Y + 0.15S_y}{S_y} = \frac{280\text{m} + 0.15 \times 2800\text{m}}{2800\text{m}} = 30.3\% > 20\%$$

問 A - 3. 最少撮影枚数を求め、解答欄に記せ。

- (解説) 最少写真枚数 (N)
- 画面の横(mm) $s_x = s_x' \times \text{素子寸法} = 17,000 \text{画素} \times 4 \mu\text{m} = 68 \text{mm}$
- 画面の横(実長) $S_x = s_x \times m_b =$
- $68 \text{mm} \times 25,000 = 1,700 \text{m}$
- 撮影基線長 $B = S_x(1 - p) = 1,700 \text{m}(1 - 0.6) = 680 \text{m}$
- ※オーバーラップ $p = 0.6$
- コース当たりの写真枚数

$$N_p = \left\lceil \frac{\text{東西の長さ(m)}}{B(m)} \right\rceil + 3 = \left\lceil \frac{19000 \text{m}}{680 \text{m}} \right\rceil + 3 = 30.9 = 31 \text{枚/コース}$$
- 全写真枚数 $N = C \times N_p = 8(\text{コース}) \times 31 \text{枚/コース} = 248 \text{枚}$



(解答)

最少写真枚数
248枚

(解説)

第142条 撮影に使用するUAVは、次の各号の性能及び機能を有するものを標準とする。

- 一 自律飛行機能及び異常時の自動帰還機能を装備していること。
- 二 航行能力は、利用が想定される撮影区域の地表風に耐えることができること。
- 三 撮影時の機体の振動や揺れを補正し、デジタルカメラの向きを安定させることができること。

第143条 撮影に使用するデジタルカメラの本体は、次の各号の性能及び機能を有することを標準とする。

- 一 焦点距離、露光時間、絞り、ISO感度が手動で設定できること。
 - 二 レンズの焦点距離を調整したり、レンズのブレ等を補正したりする自動処理機能を解除できること。
 - 三 焦点距離や露光時間等の情報が確認できること。
 - 四 十分な記録容量を確保できること。
 - 五 撮像素子サイズ及び記録画素数の情報が確認できること。
- 2 撮影に使用するデジタルカメラのレンズは、単焦点のものを標準とする。
- 3 撮影した画像は、非圧縮形式で記録することを標準とする。

昭和27年法律第231号：航空法

平成28年法律第9号：重要施設の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律

「空港等の周辺」、「緊急用務空域」、「150m以上の上空」、「人口集中地区」のよう
に、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがある空域や、落下した場合に地上の人の
なかに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させようとする場合は、あ
らかじめ、国土交通大臣（申請先は飛行エリアを管轄する地方航空局・空港事務所）の
許可を受ける必要があります。

問B-2. 昼間でも樹木の下が薄暗い山林のうち東西500 m, 南北200 mの範囲において, 地表面形状の把握を目的として, U A Vを用いた三次元点群データの取得を計画している。表3-1に示す①及び②の測量技術を比較し, より計測に適した測量技術の番号及びその理由をそれぞれ解答欄に記せ。

ただし, 法律上の制限や安全に関する内容は除く。

• 表3-1

- 番号 測量技術
- ① U A Vレーザ測量
- ② U A V写真点群測量
-

• 解答

• 昼間でも薄暗いので写真には地表面が写らないが、レーザを照射すると樹木の間から帰ってくるレーザがあり、この場合①の方がより計測に適している。

問B-3

- UAVレーザ測量を実施する際のスキャン角度やコース間重複度などの計測諸元
- の設定においては、測量作業範囲の地形条件や天候を考慮する必要がある。UAVレーザ測量において、標高差の大きい傾斜地を含む範囲を対象に、等高度で複数のコースの計測計画を作成する場合、コース間重複度30%以上を確保するために特に気を
- つけるべき点及び対応方法は何か。次の語群の語句を全て使用して解答欄に記せ。

語群

計測幅 コース間重複度

- (解答)

- 傾斜地では、対地高度の低くなる箇所（傾斜地の上部）では計測幅が狭くなる。このような場合等間隔で計測を行った場合コース間重複度を確保できず欠測が起こる可能性がある。
- レーザ光の入射角を変更し、コース間重複度が30%以上になるようにする。

解説

- の影響を受ける。UAVの高度をなす欠有風揺がまた、斜面の射角を大きく設定する場合は、照射角を大きく維持する。照射幅が狭い場合、重複が比較的多い。傾斜地では、コース間重複度が小さくなる。傾斜地の影響でコース間重複度が小さくなる。

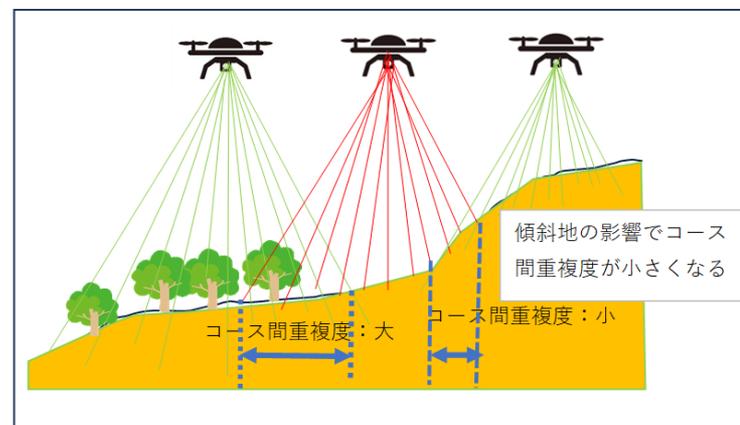


図1 レーザー計測幅

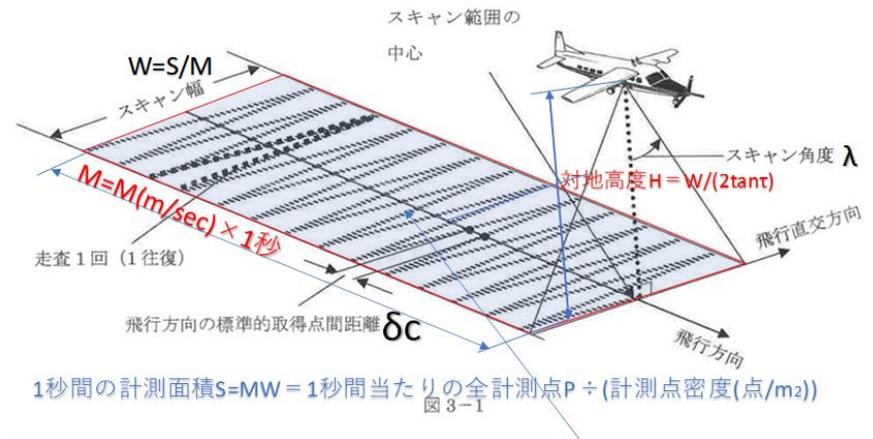
問B - 4. 航空レーザ測量（数値標高モデルを作成）。
 飛行方向の標準的取得点間距離、対地高度は幾らか。

$\delta c =$ 、 $H =$

- また、スキャン範囲における平均的な取得点密度を 1 m^2 当たり4点以上としたいとき、対地高度を何m以下とする必要があるか。1の位を切り捨て、10の位までの概数で解答欄に記せ。
- ただし、計測エリアは平坦であり、航空機の対地高度及び対地飛行速度は一定であるとともに、機体の傾きや回転は考慮しないものとする。また、飛行コース間の重複は考慮しないものとする。
- 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。

計測諸元

- 対地飛行速度：50 m/秒
- スキャン角度： $\pm 30^\circ$
- パルスレート（1秒当たりの照射回数）：800,000回/秒
- スキャンレート（1秒当たりの走査回数）：50往復/秒



解答

- (解説)
- 飛行機の対地速度 v (m/sec) = 50 m/sec
- 飛行機の1秒間に飛行した距離
- M (m) = $v \times 1$ 秒 = 50 m
- 測線数 S_n = スキャン数 $\times 2 = 50$ 往復 $\times 2 = 100$ 本
- 飛行方向の計測間隔 (δc)
- $\delta c = \frac{M(m)}{S_n} = \frac{50m}{100\text{本}} = 0.5m$
- 飛行機の対地高度 (H)
- これは $W = 2H \tan \lambda$... ①より求める。
- 全計測面積
- $S(m^2) = \frac{\text{パルスレート } P(\text{点/sec})}{\text{取得点密度 } (4\text{点/m}^2)} = 800,000 / 4 = 200,000 m^2$
- 計測面積 $S = \text{縦} \times \text{横} = M \times W$
- $200,000 = 50 \times W$
- $W = \frac{200,000}{50} = 4000(m)$... ②

- ①において
- $\lambda = 30^\circ$, $\tan 30^\circ = 0.57735$
- $W = 4000 = 2H(0.57735)$
- $H = 4000 / (2 \times 0.57735) = 3,464 m$
- $= 3,460 m$
- ここで $\tan \lambda = \tan 30^\circ = 0.57735$

- $\delta c = 0.5 m$
- $H = 3460 m$

解答

(1) 飛行方向の計測間隔
0.5m

(2) 飛行機の対地高度
3460m

選択N03

問C. 公共測量における車載写真レーザ測量について、次の各問に答えよ。

問C-1. 次のa及びbの文は、述べていたものである。ア～カに入る最も適切な語句はどれか。次の語群から選り解答欄に記せ。

ただし、同じ語句を使用してはならない。

a. 車載写真レーザ測量システムは、
自転車位置姿勢データ取得装置、

ア(レーザ測距装置)及び解析ソフトウェアなどで構成されている。このうち、自転車位置姿勢データ取得装置は、GNSS測量機、

イ(IMU)、走行距離計等で構成されるもので、それらを適切に同期させ、解析処理に必要な自転車位置姿勢データを取得する。

b. データの取得において、基準となるGNSS測量機を整置する観測点(以下「固定局」という。)は、データを取得する区間との基線距離を原則ウ(10 km)以内とし、やむを得ない場合でも

エ(30 km)を超えないものとする。固定局には、

オ(電子基準点)を用いることを原則とする。また、固定局の観測データ取得間隔はカ(1秒)以下とし、自転車位置姿勢データ取得装置のGNSS測量機の観測データ取得間隔もカ(1秒)以下とする。

問C-2. 車載写真レーザ測量システムを用いて、図3-2で模式的に示すようにトンネル内を含めて道路とその周辺のデータを取得した。データ処理の際などで使用するため、データを取得する区間の路線周辺で水平位置及び標高の基準となる点を現地に設置することとした。設置する点の位置を解答棚の図上に赤色の●印で一つ記入し、選定した理由を45字以内で解答欄に記せ。

- また、設置した点の座標を用いて、データ処理の際に行う作業内容を15字以内で解答欄に記せ。

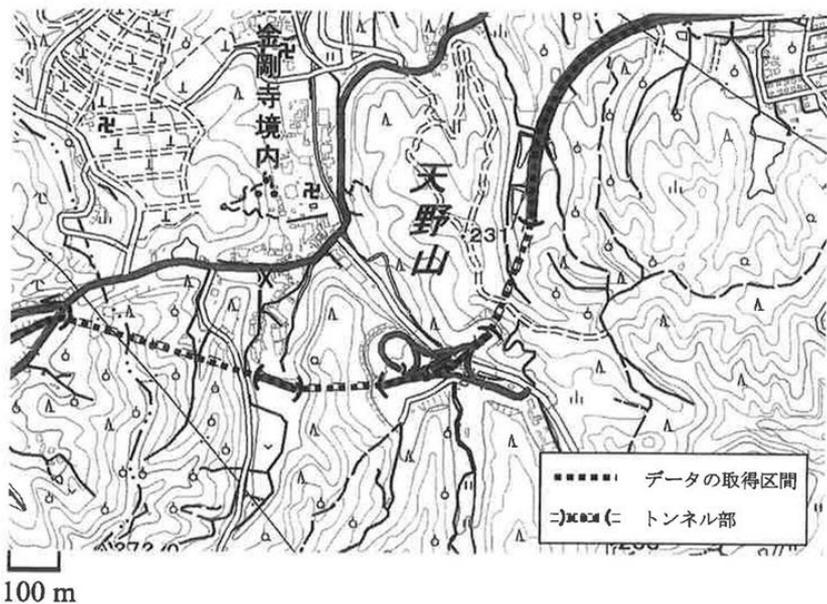


図3-2

- 解説
- MMSマニュアルより
- (調整点の設置) 第36条調整点は、走行区間の路線長や景況に応じて2点以上を、次の各号の順で設置することを標準とする。
- 一 G N S S衛星からの電波の受信が困難な箇所
- 二 カーブや右左折等の進路変動箇所
- 三 取得区間の始終点
- 2 調整点は、オリジナルデータ上で明瞭に確認できる地物とする。ただし、それらが存在しない場合には標識、反射テープ等を使用して設置するものとする。
-

- (調整点の設置)
- 準則第496条 調整点は、走行区間の路線長や景況に応じて2点以上を、次の各号の順で設置することを原則とする。
- 一 GNSS衛星からの電波の受信が困難な箇所
- 二 カーブや右左折等の進路変動箇所
- 三 取得区間の始終点
- 第504条 「データ処理」とは、第5及び第5の調整点の調整処理等を行うこと。

- (解答)

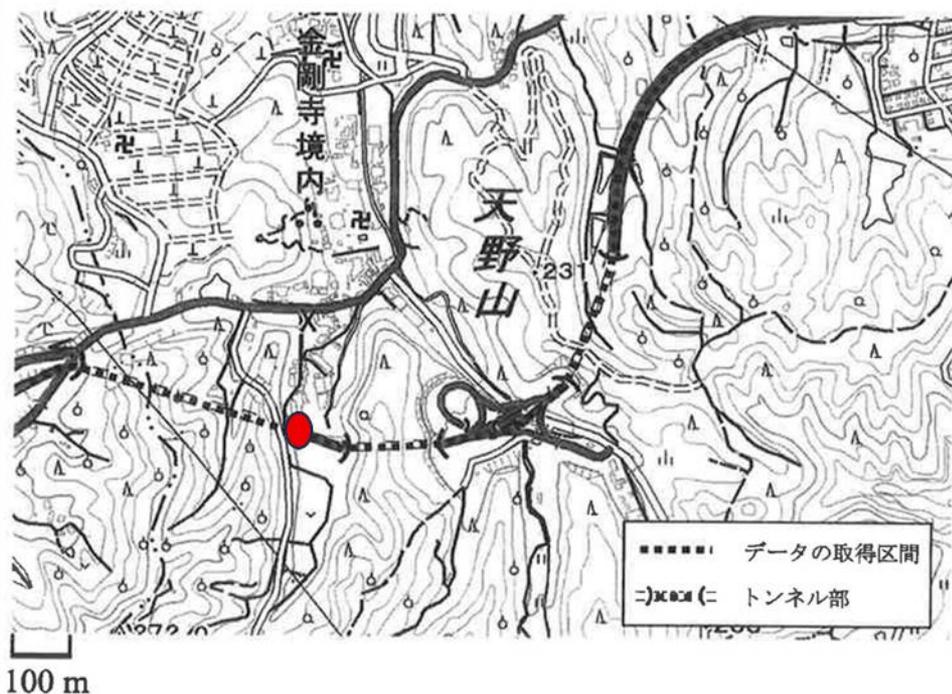


図 3-2

- データ処理の内容
- (13字/15字制限)

選定した理由

GNSS衛星からの電波の受信が困難な箇所であるため。

作業内容

点群データの調整処理

① 午後 令和6年測量士試験問題

NO3地形・写真測量

午後第2回目

① 午後 令和6年測量士問題[NO.3]

- 問A. 公共測量における地上レーザスキャナを用いた地形測量について、次の各問に答えよ。
- 問A-1. 次の文は、地上レーザスキャナを用いた三次元点群データ作成について述べたものである。～に入る最も適当な語句を語群から選べ。
- 地上レーザスキャナとは、地上に設置した機器から計測対象物に対しレーザ光を照射し、対象物までの距離と から、対象物の位置や形状を三次元で計測する測量機器である。地上レーザスキャナからの距離計測方法には、方式や位相差方式がある。
- 地上レーザ計測の方法として、座標系で計測する場合は、器械点・後視点法を用い、座標系以外の座標系で計測する場合は、変換法又は交会法で行うことを原則とする。ただし、器械点・後視点法及び交会法を用いる場合は、コンペンセータ及び求心器を備えた地上レーザスキャナを用いなければならない。

ア=方向、イ=タイム・オブ・フライト、ウ=平面直角、エ=相似、オ=後方

語群

アフィン 温度差 局地 経路 後方 三角測距 前方 相似
 対数 タイム・オブ・フライト 平面直角 方向

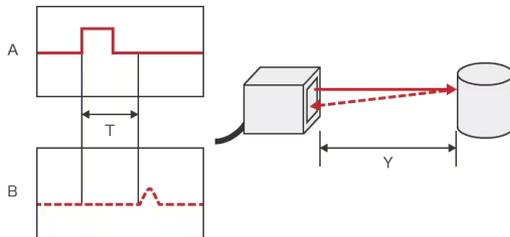
問A-1解説(解答)

項目	解答	根拠	条文
ア	方向	準則第377条	地上レーザ計測は、地形、地物等に対する方向、距離及び反射強度を計測するものとする。
イ	タイム・オブ・フライト	第377条一号	地上レーザスキャナの距離計測方法は、タイム・オブ・フライト方式又は位相差方式とする。
ウ	平面直角	第377条5項一	平面直角座標系で計測する場合は、器械点・後視点法を用いるものとする。
エ	相似	第377条5項二	平面直角座標系以外の座標系で計測する場合は、相似変換法又は後方交会法を用いるものとする。
オ	後方	同条同項同号	上と同じ

レーザースキャナの測定法

① タイムオブフライト法

- TOF方式では図のように、パルス投光したレーザ光が対象物表面で反射して受光するまでの時間を T 、光の速さ C (30万km/秒)をかけて、センサと対象物の往復距離 $2S$ が求められます。
- $2Y$ (往復距離) = C (光速度) × T (反射光を受光するまでの時間)
- 例：計測時間 = 20ナノ秒の場合
- 0.00000002 秒 × 30万km = 往復距離6m
- $Y = 6\text{m} / 2 = 3\text{m}$



② 位相差測定法

- 強度変調をかけた光を連続放射し、出射光と対象物で反射した戻り光との間に生じた位相の差を測定し、距離を求める方式で、**TSの距離測定と同様**である。

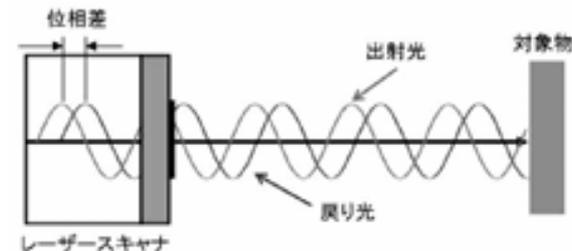


図3 位相差測定法の原理

問A-2

- 斜面に地上レーザスキャナを設置し，その斜面を計測する場合，観測精度を向上させるために，計測の方向は，地上レーザスキャナを設置した地点よりも高い方への向きを原則とする。
- 観測精度が向上する理由について，以下の語群の語句を全て使用して，30字以内で解答欄に記せ。

語群

スポット長径 点密度

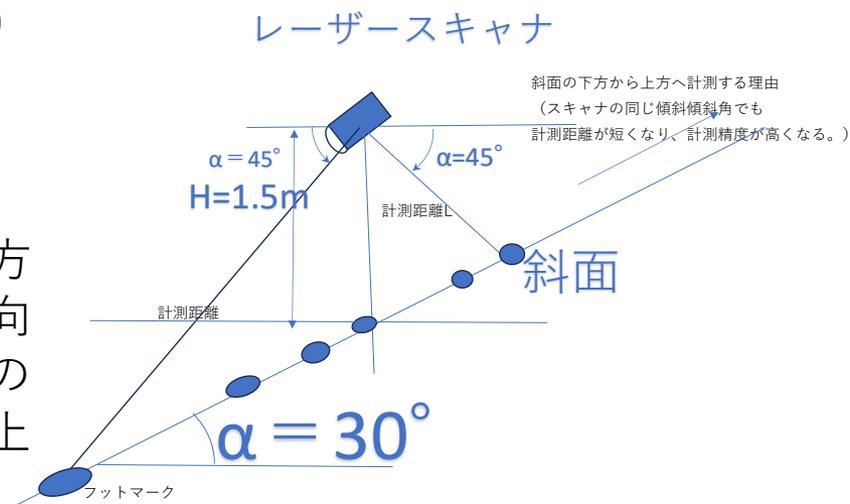
問A-2(解答)

- 点密度が大きくなり、スポット長径が短くなるため

計測の方向は、地形の低い方から高い方へ向きを原則とする。

(準則377条2項)

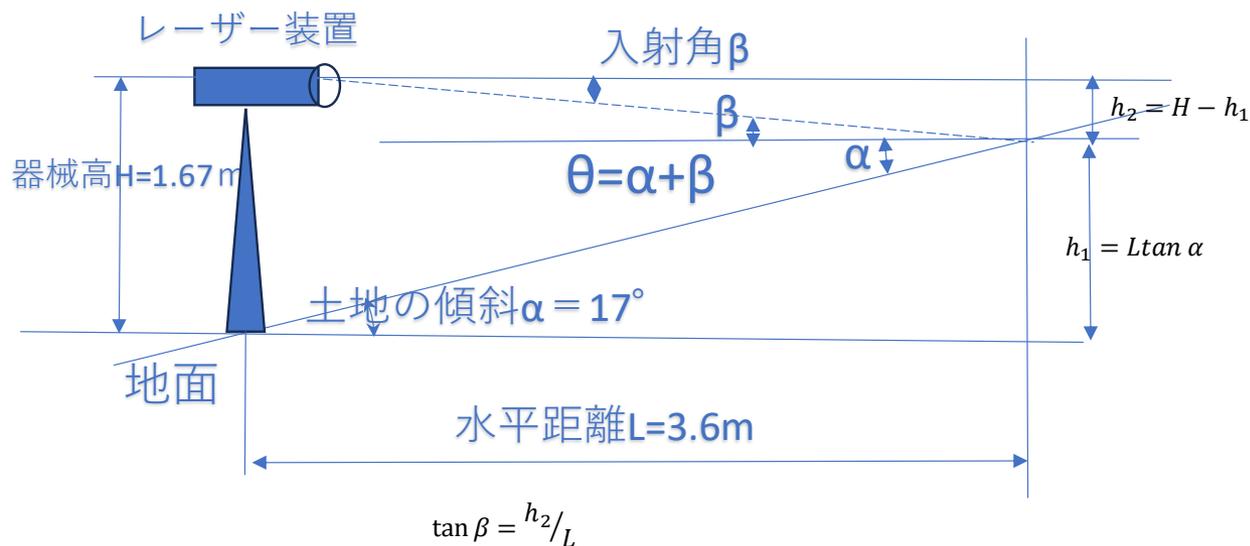
入射角を同じにして考えると、下方に向かって測定する場合と上方に向かって行う場合では、下方の場合の方が測定距離が長くなり、精度が上方に向かうより極端に悪くなる。



問A-3

- 一定の傾斜がある場所において，地上レーザスキャナを用いた計測を行う場合，器械高1.670 m で整置し，水平距離3.600 m 先の地面を計測したときの，地上レーザスキャナから照射したレーザ光と地面とがなす角度を整数で求め，解答欄に記せ。
- ただし，地面の傾斜は 17° で一定であるものとし，上り斜面に向けて計測を行うこととする。
- なお，関数の値が必要な場合は，巻末の関散表を使用すること。

問A-3 (解説)



巻末関数表より

$$\tan 17^\circ = 0.30573$$

$$h_1 = L \tan \alpha = 3.6\text{m} \times 0.30573 = 1.101\text{m}$$

$$h_2 = H - h_1 = 1.67\text{m} - 1.10\text{m} = 0.569\text{m}$$

$$\tan \beta = \frac{h_2}{L} = \frac{0.569\text{m}}{3.6\text{m}} = 0.1582$$

巻末関数表より

$$0.15838$$

$$\therefore \theta = \alpha + \beta = 17 + 9 = 26^\circ$$

問B. 近年、建設現場における生産性向上のため、i-Constructionの導入が進む中で、公共測量においても様々な測量技術が用いられるようになってきている。次の文は、B市の担当者であるQ氏が、有識者であるA氏に相談した際の会話である。次の各問に答えよ。

Q氏：わが市の公共測量で三次元点群データの取得を考えているのですが、どのような測量手法がありますか。

A氏：三次元点群データの取得には様々な測量手法があるけど、i-Construction推進のための三次元数値地形図データ作成に必要な計測作業はUAV（無人航空機）レーザ測量を基本としているよ。また、このほかにSLAM技術というものがあるよ。SLAMは、Simultaneous Localization and Mapping（自己位置推定同時地図作成）のことで、その技術を利用したリアルタイム空間把握手法の開発が行われているね。 測位を利用しなくても移動経路の位置情報が得られるので、屋内や地下空間などのインドアマッピングが可能になるし、屋外の測量でも活用できる可能性があるよ。

Q氏：これまでの航空レーザ測量車載写真レーザ測量などの測量技術と、SLAM技術の違いについて、もう少し教えてください。

A氏：航空レーザ測量などの従来の移動体による測量技術は、 測位や、 （慣性計測装置）、DMI（走行距離計）等の内界センサによって得られた結果から、自己位置を推定しているよ。

※SLAM:地図を作成しその中で自身の位置を把握する技術

一方、SLAM技術は、内界センサを利用することなく、移動しながら周辺の地形今地物の特徴点を見つけ出し、それらの見え方今測定距離の変化を把握し、自らの移動の方向と移動量を求めて移動軌跡を推定しているね。外界センサとしてレーザを主体とするものをLidar SLAMと呼ぶよ。令和4年6月に国土地理院が「Lidar SLAM技術を用いた公共測量マニュアル」を制定しているね。

Q氏：なるほど、新しい測量技術なので、一から勉強していかなければならないですね。

A氏：いや、Lidar SLAM技術を用いた測量で得られる成果品は、既に作業規程の準則にある、三次元点群測量の成果品と同様だよ。は、計測範囲に存在するすべての地物 から、建物や植生などを除去する 処理により地表面の形状のみを表現した三次元点群データだね。このデータに最近隣法やTIN（不整三角網）のような内挿補間を行うことで、格子状に標高を表したデータである を作成することもできるよ。これらのデータから、地形の起伏を等高線として表現した「等高線データ」なども作成できるよ。

Q氏：なるほど。効率的に測量を行っていくために このような新しい測量技術を十分理解して適切に取り入れていきたいと思います。

SLAM：新技術（）

- 問B-1. ～に入る最も適当な語句を語群から選び、それぞれ解答欄に記せ。

語群

オリジナルデータ	グリッドデータ	スクリーニング	バッファリング		
フィルタリング	ベクタデータ	マスキング	マスターデータ		
ALB	GNSS	IMU	SAR	SLR	VLBI

問B-1(解答)

SLAMは、
 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)自己位置推定同時地図作成のことで、
 ア：GNSS測位を利用しなくても移動経路の位置情報が得られる。

ア や、 イ：IMU (慣性計測装置)

ウ:オリジナルデータ は、計測範囲に存在するすべての地物の表面や地表面を
 三次元点群として表現している。

グラウンドデータは、
 ウ：から 建物や植生などを除去する エ：フィルタリング 処理により
 地表面の形状のみを表現した三次元点群データである。

グラウンドデータに最近隣法やTIN(不整三角網) のような内挿補間を行うことで、
 格子状に標高を表したデータである オ：グリッドデータ を作成することができる。

ア	GNSS
イ	IMU
ウ	オリジナルデータ
エ	フィルタリング
オ	グリッドデータ

問B-2. B市では、以下のような状況の土地で、地表面の三次元点群データの取得を計画している。

- ・データの取得対象となる土地の範囲は東西800 m, 南北600 m である
- ・土地の南側半分は植林された針葉樹林である
- ・全域にわたって人口集中地区 (D I D) の区域外である

この土地において最も適切な方法はどれか。次の a ~ c に示す方法の中から一つ選び、解答欄に○を記号を記せ。

また、それ以外の二つの方法については、それぞれ最も適切な方法ではないとした理由を、この土地の状況を踏まえ、解答欄に記せ。

方法

- | |
|----------------------|
| a. UAVレーザー測量 |
| b. UAV写真点群測量 |
| c. 有人航空機を用いた航空レーザー測量 |

解答

三次元点群データの取得で最も適している方法
a. UAVレーザー測量
適していない方法
b. UAV写真点群測量
土地の半分が樹林なので樹高が取り除けない
c. 航空レーザー測量(有人)は範囲が狭いので効率的でない

問B-3

図3-1は、グラウンドデータの一部を示したものである。また、表3-1は、図3-1で示したレーザ計測点データの各点の平面直角座標系（平成14年国土交通省告示第9号）における座標値と標高値を示したものである。

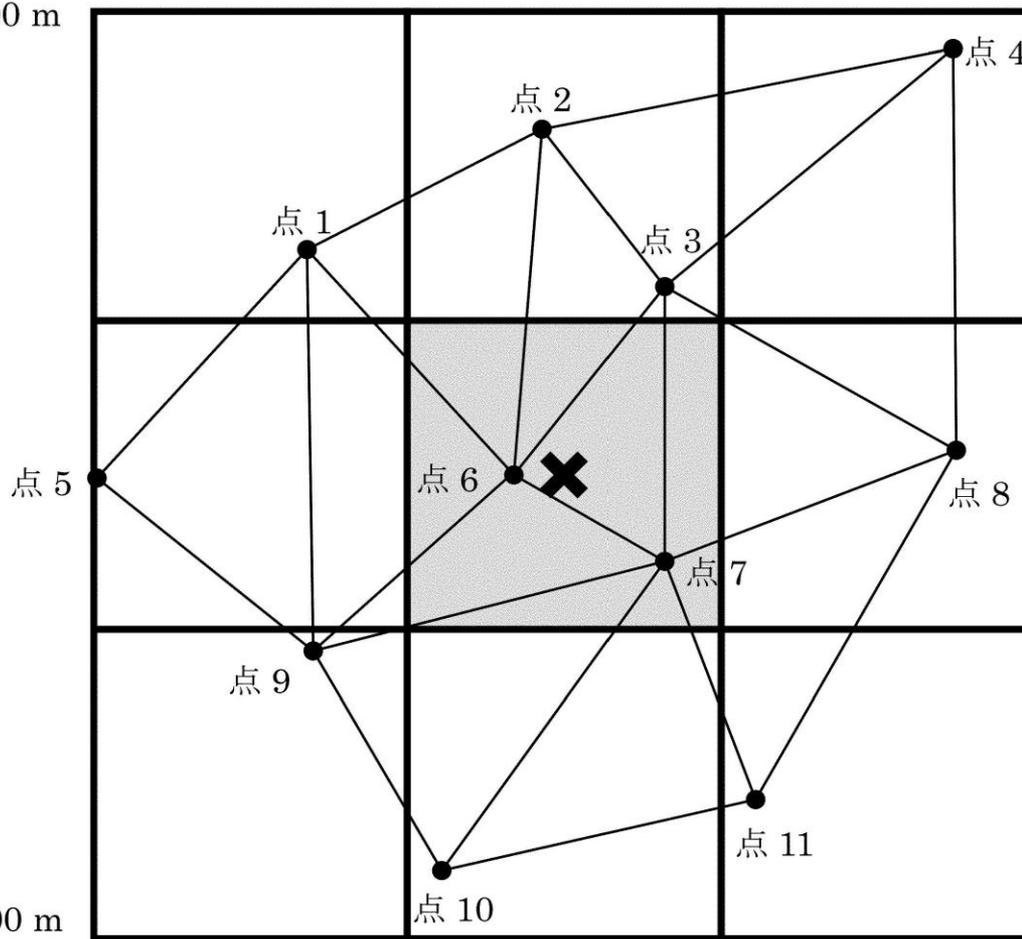
最近隣法と図3-1に示したTIN（不整三角網）を用いる方法の2通りの方法で格子の代表点の標高を求める場合、図3-1の求点のあるマス目の標高値はそれぞれ幾らか。m単位で小数第3位を四捨五入し、小数第2位まで求め解答欄に記せ。

ただし、格子間隔は0.100 m とし、各マス目の標高値は、格子の中心点で取得することとする。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関散表を使用すること。

最近隣法点6：H

X = 78.500 m



X = 78.200 m

Y = 93.000 m

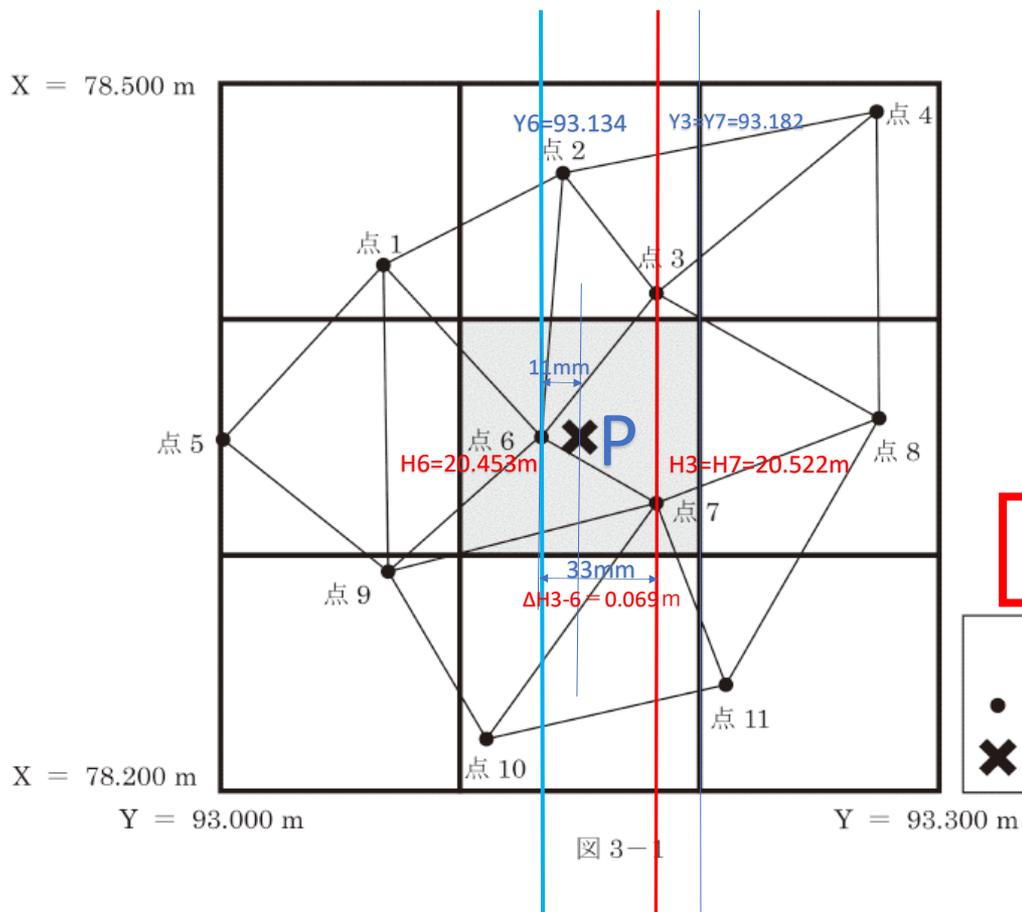
Y = 93.300 m

図 3-1

表 3-1

レーザ計測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
点 1	78.423	93.068	20.477
点 2	78.462	93.143	20.561
点 3	78.411	93.182	20.522
点 4	78.488	93.274	20.612
点 5	78.349	93.001	20.441
点 6	78.350	93.134	20.453
点 7	78.322	93.182	20.522
点 8	78.358	93.275	20.584
点 9	78.293	93.070	20.440
点 10	78.222	93.111	20.446
点 11	78.245	93.211	20.489

問B-3 (解答) 最近隣法H6=20.45m



点3,7のY座標 = 93.182m
 点6のY座標 = 96.134m
 点3(7),6のY座標差(図上) $\Delta Y = 33\text{mm}$
 $H_3, H_7=20.522\text{m}$
 $H_6=20.453\text{m}$
 点3と6の標高差 $\Delta H_{3-6} = 20.522 - 20.453 = 0.069\text{m}$
 点6とPのY座標差(図上) $\Delta y=11\text{mm}$
 点6とPの標高差
 $\Delta H = \frac{11\text{mm}}{33\text{mm}} \times 0.069\text{m} = 0.023\text{m}$
 Pの標高
 $H_P = H_6 + \Delta H = 20.453 + 0.023 = 20.476\text{m}$

問C. C市の都市計画（UAV写真測量），
東西500 m，南北900 mの裸地について，
UAV写真測量撮影

ただし，風の影響は考えないものとする。

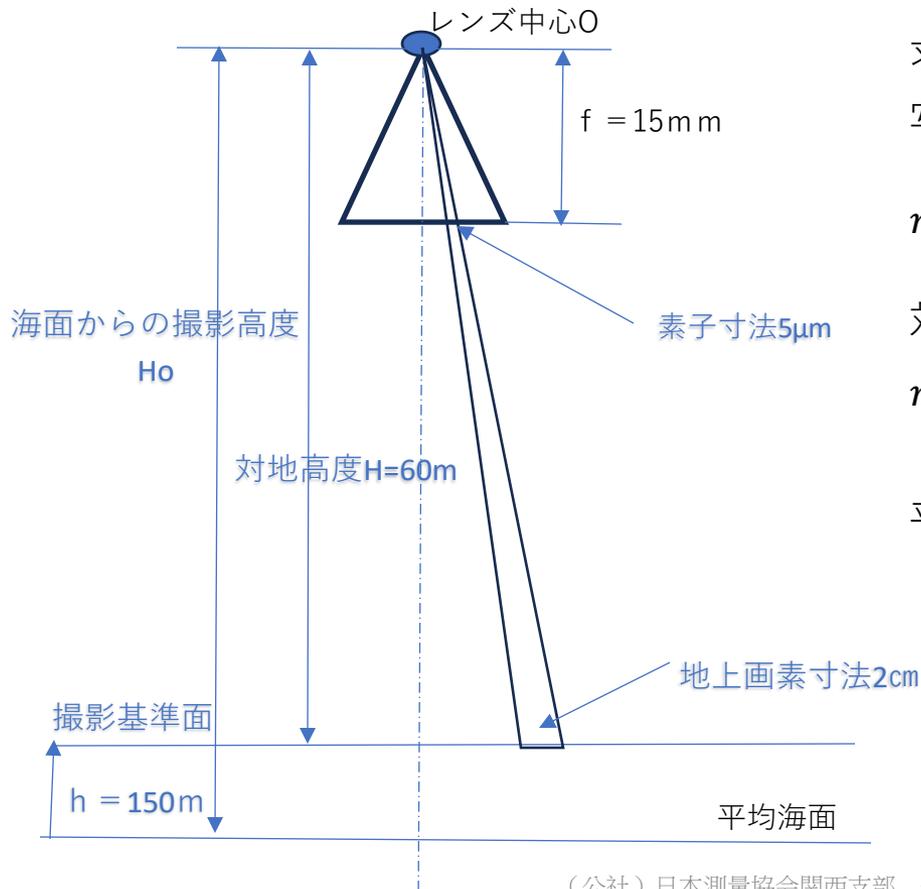
なお，関数の値が必要な場合は，巻末の関数表を使用すること。

撮影条件

- ・ UAVのデジタルカメラは，焦点距離15 mm，画面の大きさ6,000画素×4,000画素，撮像面での素子寸法5 μm とする。
- ・ 画面の短辺は撮影基線と平行とする。
- ・ 撮影基準面の標高 = 最低標高150 m
撮影基準面における地上画素寸法は2 cmとする。
- ・ オーバーラップ $p = 60\%$ ，サイドラップ $q = 30\%$ とする。
- ・ 撮影コースは直線で南北方向とする。
- ・ 対地飛行速度 $v =$ 秒速4 mで，
標高0 mからの撮影高度を一定に保って自律飛行をしているものとする。
- ・ 東西両端の撮影コースでは，撮影区域の外側を画面の大きさの50%以上含むように撮影する。
- ・ 各撮影コースの両端は，撮影区域の外側に各1ステレオモデル分撮影する。

問C-1. 標高0mからの撮影高度をm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。

解答



求件：撮影高度（平均海面からの飛行高度）

写真縮尺1/ m_b

$$m_b = \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}} = \frac{2\text{cm}}{5\mu\text{m}} = 4,000$$

対地高度(撮影基準面上) H

$$m_b = \frac{H}{f} \text{ より } H = f \times m_b = 15\text{mm} \times 4,000 = 60\text{m}$$

平均海面上の撮影高度 H_0

$$H_0 = H + h = 60\text{m} + 150\text{m} = 210\text{m}$$

問C - 2. 撮影間隔を秒単位で小数第1位を四捨五入し、整数で求め解答欄に記せ。

• (解説)

画面の短辺 $s_x(\text{mm}) = s_x' \times \text{素子寸法} = 4.000 \text{画素} \times 5 \mu\text{m} = 20 \text{mm}$

短辺の実長 $S_x = s_x \times m_b = 20 \text{mm} \times 4,000 = 80 \text{m}$

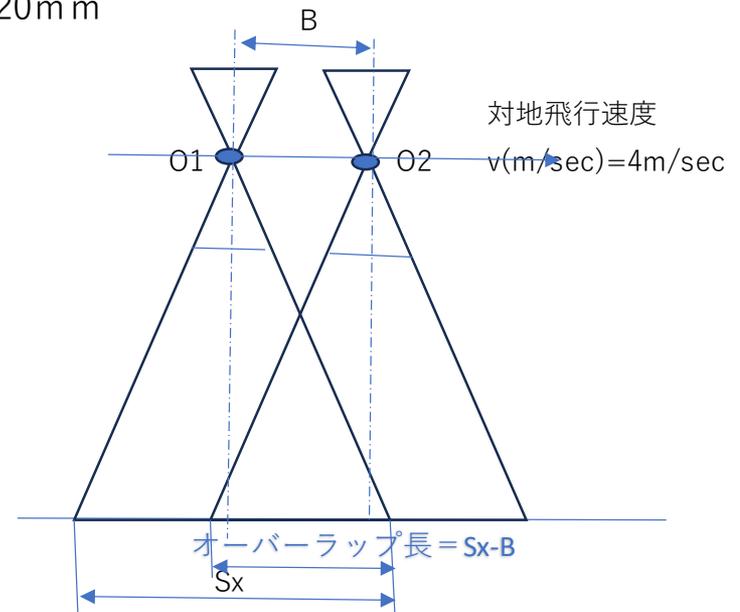
オーバーラップ (%) $p = \frac{S_x - B}{S_x}$ より

撮影基線長

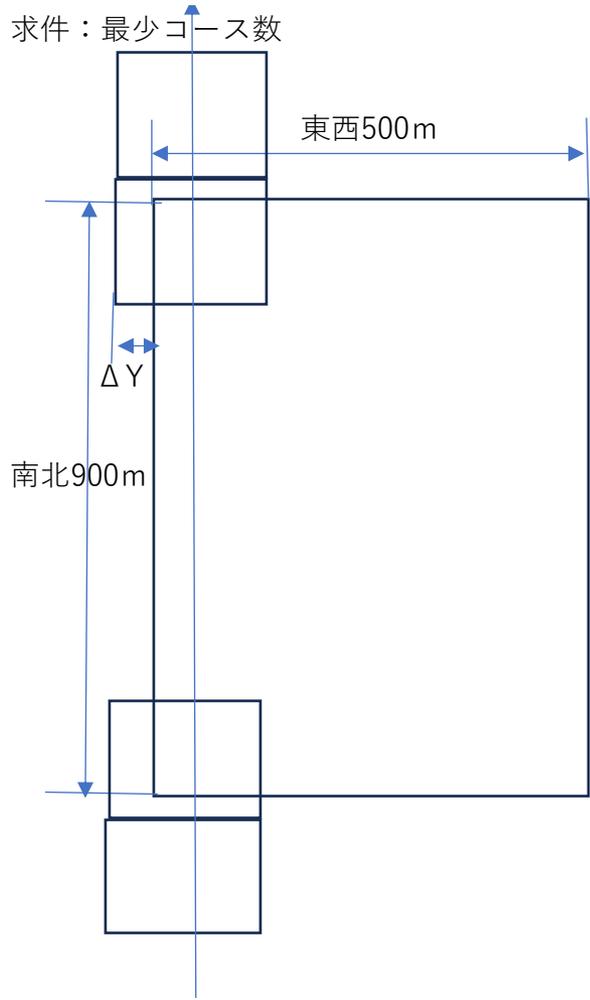
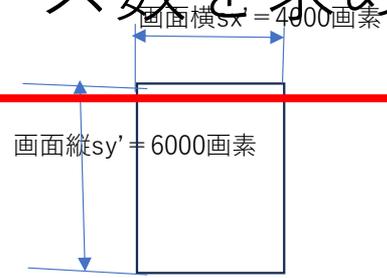
$$B = S_x(1 - p) = 80 \text{m}(1 - 0.6) = 32 \text{m}$$

撮影間隔

$$t(\text{sec}) = \frac{B(\text{m})}{v(\text{m/sec})} = \frac{32(\text{m})}{4(\frac{\text{m}}{\text{sec}})} = 8 \text{sec}$$



問C-3. 最少コース数を求め、解答欄に記せ。



$$mb = 4000$$

$$\text{画面縦(mm)} sy = sy' \times \text{素子寸法} = 6000 \text{画素} \times 5 \mu\text{m} = 30 \text{m}$$

$$\text{画面縦の実寸 } Sy = sy \times mb = 30 \text{m} \times 4,000 = 120 \text{m}$$

コース間隔W

$$W = Sy(1 - q) = 120 \text{m}(1 - 0.3) = 84 \text{m}$$

コースC

$$C = \frac{\text{東西の距離}}{W(m)} = \frac{500 \text{m}}{84 \text{m}} = 5.95 = 6 \text{コース}$$

東西コースの余裕率の計算

余りの計算 (ΔY)

$$2\Delta Y = C \times W - 500 \text{m} = 6 \times 84 \text{m} - 500 \text{m} = 4 \text{m}$$

$$\Delta Y = \frac{4 \text{m}}{2} = 2 \text{m}$$

$$\text{余り率} = \frac{\Delta Y + (q/2) \times Sy}{Sy} = \frac{2 \text{m} + 0.15 \times 120 \text{m}}{120 \text{m}} = 0.166 = 17\% < 50\%$$

17% < 50%なので、1コース増やすことにすると

C = 7コース

$$\text{余り } 2\Delta Y = C \times W - 500 \text{m} = 7 \times 84 \text{m} - 500 \text{m} = 88 \text{m}$$

$$\Delta Y = 88 \text{m} / 2 = 44 \text{m}$$

$$\text{余り率} = \frac{\Delta Y + (q/2) \times Sy}{Sy} = \frac{44 \text{m} + 0.15 \times 120 \text{m}}{120 \text{m}} = 0.516 = 51.6\% > 50\%$$

問C-4. 数値写真1枚に必要な記録容量は、写真の付加情報なども含めて75メガバイトであるとする。撮影区域の最少撮影枚数に相当する数値写真を、デジタルカメラに挿入した電磁的記録媒体を撮影途中で交換することなく、一度のUAV飛行で記録したい。

このとき、電磁的記録媒体には最少で何ギガバイトの記録容量を確保する必要があるか。小数第1位を切り上げ、整数で求め解答欄に記せ。
ただし、試験撮影及び再撮影については考えないものとし、1ギガバイトは1,000メガバイトとする。

• (解答)

撮影基線長 $B=32\text{m}$

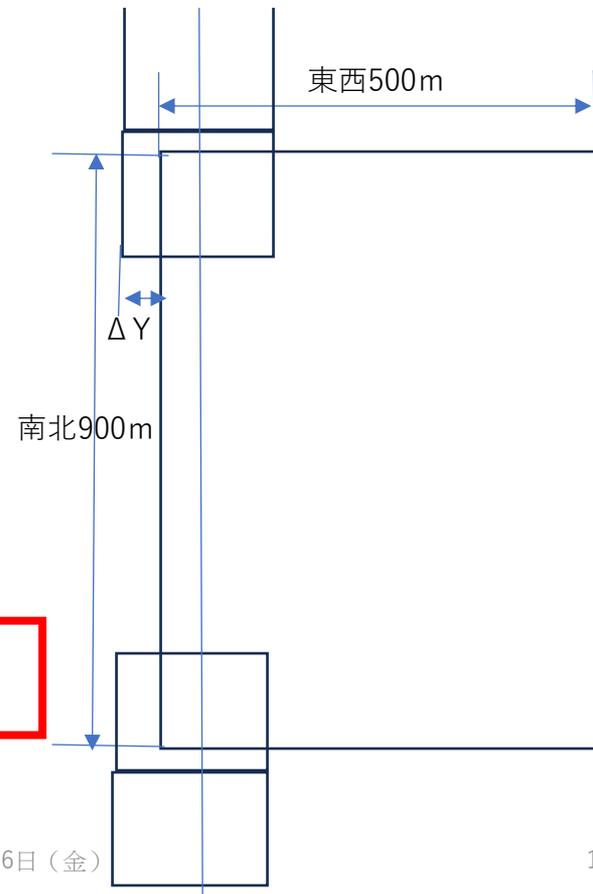
コース当たりの写真枚数

$$N_{p/c} = \frac{\text{東西の長さ}}{B(m)} + 3 = \frac{900\text{m}}{32\text{m}} + 3 = 28.1 + 3 = 32\text{枚/コース}$$

全写真枚数 $N=C \times N_{p/c} = 7\text{コース} \times 32\text{枚} = 224\text{枚}$

1枚75mbなので、

$$\text{全容量} = 75 \times 224\text{枚} = 16800\text{Mb} = 17\text{Gb}$$



問C－5．都市計画の検討段階において，撮影区域の地形を表した三次元点群データが必要となったため，公共測量におけるUAV写真点群測量を行うよう撮影計画を変更することにした。このとき，前のページの撮影条件で変更すべき事項について，以下の語群の語句を全て使用して解答欄に記せ。

ただし，使用するUAV及びデジタルカメラ並びに撮影基準面における地上画素寸法は同一とする。

また，撮影区域の外における撮影に関する内容は除く。

問C-5（解答）

- （解説）UAV写真測量は、（準則第133条1）より数値地形図データ250、及び500を作成する。
- したがって、（準則第146条8項）より、オーバーラップは60%、サイドラップは30%にする。
- 今回、UAV三次元点群測量に変更したので、撮影は以下のようにする。
- （解答）（準則第420条8項）より、
- オーバーラップは80%以上、サイドラップは60%以上になるようにする。

問D. 次の文は、航空レーザ測量について述べたものである。次の各問に答えよ。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関散表を使用すること。

図3-2は、航空レーザ測量を複式的に示した図である。航空レーザ測量では、レーザ光を1秒当たり数万回という高頻度で発射しながら航空機の飛行方向に対して垂直な方向にスキャンするので、航空機の進行に伴いフットプリント（レーザ光が地上に当たった点）がジグザグ状に並ぶことになる。したがって、パルスレート（1秒当たりの照射回数）及びスキャンレート（1秒当たりの走査回数）は、各フットプリントの平均的な間隔である飛行方向及び飛行直交方向の標準的取得点間距離、航空機の対地高度、対地飛行速度、スキャン角度に基づき設定される。S市では、公共測量において航空レーザ測量により地形データの取得を計画しており、以下に示す計測条件を設定した。

計測条件

- 計測時の対地高度:2,000 m
- 計測時の対地飛行速度：秒速72m
- スキャン角度： $\pm 20^\circ$
- 飛行方向の標準的取得点間距離:0.4m
- 飛行直交方向の標準的取得点間距離:0.4m

(公社)日本測量協会関

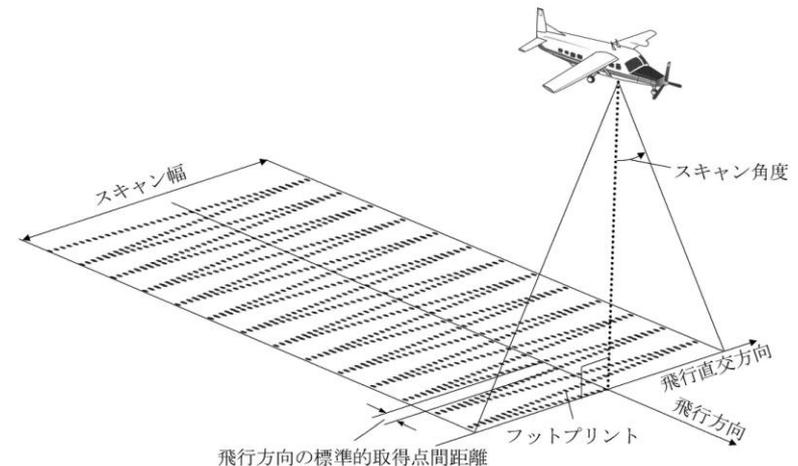


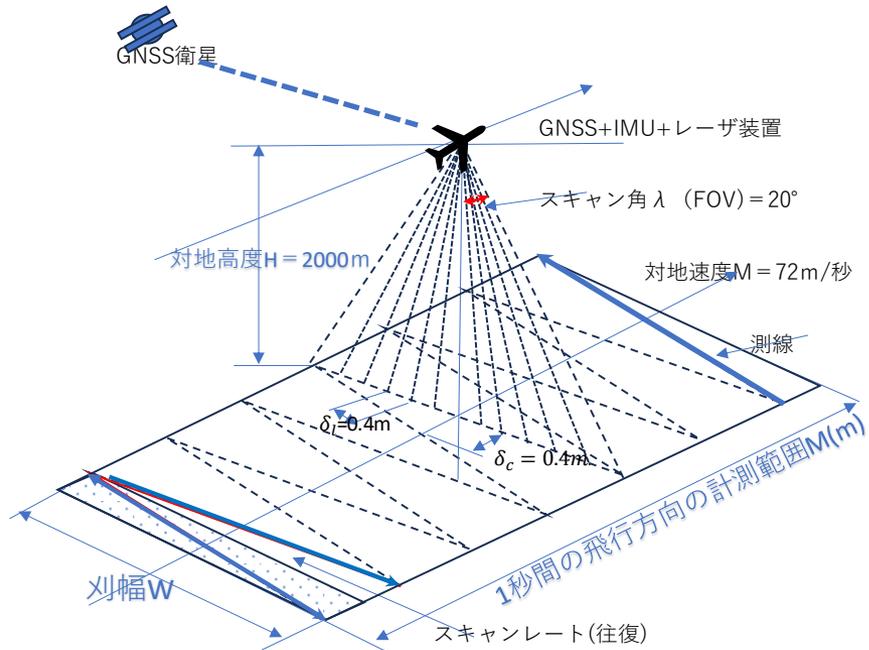
図 3-2

計測エリアが平たんであり，機体の傾きや回転は考慮しなくてよいものとする，(1) スキャン幅（飛行直交方向に観測される幅）は，計測時の対地高度とスキャン角度から計算することができる。

また，(2) スキャンレートは，飛行方向の標準的取得点間距離と，計測時の対地飛行速度から計算することができる。

さらに，(3) パルスレートは，飛行直交方向の標準的取得点間距離，スキャン幅及びスキャンレートから計算することができる。

問D-1. 文中の下線部 (1) に関して、スキャン幅は何mか。
 小数第1位を四捨五入し、整数で求め、解答欄に記せ。



スキャン幅W

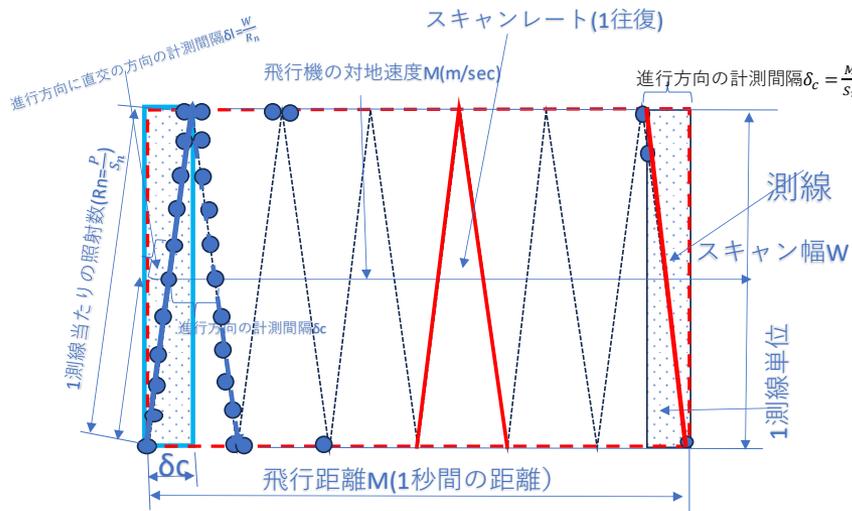
巻末表より $\tan 20^\circ = 0.36397$

20	0.34202	0.93969	0.36397
----	---------	---------	---------

$$W = 2H \tan \lambda = 2 \times 2,000m \times 0.36397 = 1,456m$$

問D-2. 文中の下線部 (2) に関して、**スキャンレート($S_n/2$)**は毎秒何往復か。小数第1位を切り上げ、整数で求め、解答欄に記せ。

• (解説)



図D-2 計測時間1秒での計画図

問D-2 スキャンレート ($S_n/2$) を求めよ。

測線数(S_n) とは、1秒間の測線数であり、スキャンレートは ($S_n/2$) で表される。

進行方向の計測間隔 δ_c は1秒間の飛行距離 M を測線数 (S_n) で割れば求められるので、

$$\delta_c = \frac{M}{S_n}$$

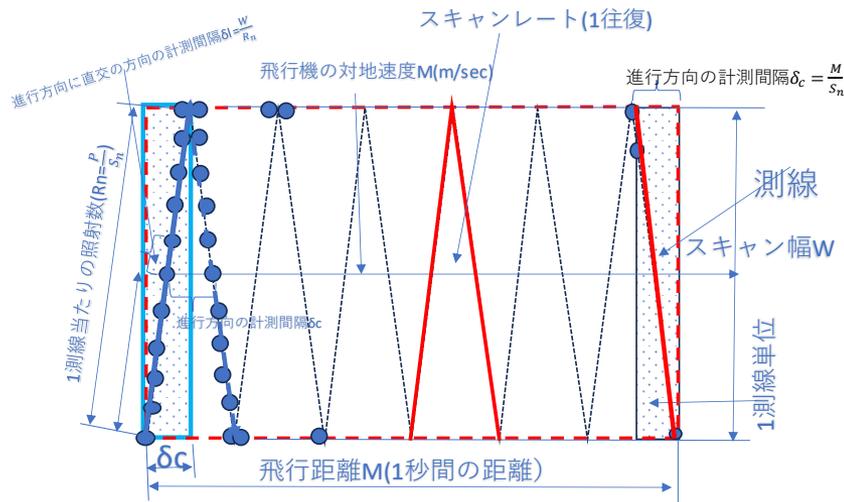
で表され、測線数 (S_n) は

$$S_n = \frac{M}{\delta_c} = \frac{72(m/sec)}{0.4m} = 180 \text{本/秒}$$

スキャンレート ($S_n/2$) = 108本/2 = 90本/秒

スキャンレート ($S_n/2$) = 1秒当たりの測線数/2

問D-3. 文中の下線部 (3) に関して、**パルスレート**は毎秒1,000の位までの概数で求め、解答欄に記せ。



図D-2 計測時間1秒での計画図

問D-3 パルスレートPの計算。

図D-2に示すように、飛行方向に直角な計測点間隔(δl)は、スキャン幅Wを1測線当たりの照射点数(Rn)で割れば求められるので、

$$R_n = \frac{W}{\delta_l} = \frac{1456(m)}{0.4(m)} = 3,640 \text{ 点/秒}$$

また、パルスレートPを測線数(Sn)で割れば、1測線当たりの測線数(Rn)になるので

$$R_n = \frac{P}{S_n}$$

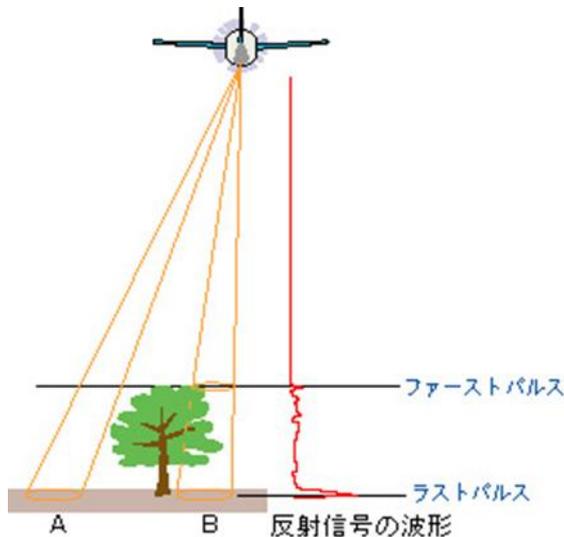
となるので、Pは次式で求められる、

$$P = S_n \times R_n = 180 \times 3,640 = 655,200 \approx 656,000 \text{ 点}$$

問D-4. 航空レーザ測量は、樹高を推定することにも用いられる。その主な方法について、以下の語句を用いて、45字以内で解答欄に記せ。

語句

ファーストパルス



- (解答)
- 樹高は、ラストパルスからファーストパルスを差し引けば求められる。
(32字)

- 令和5年測量士午後問題解説
- NO.3地形・写真測量

午後2回目

午後令和5年測量士試験

- 選択〔NO.3〕

- 問A. 公共測量における三次元点群測量について、次の各問に答えよ。

- 問A-1. 次の文は、公共測量において無人航空機（以下「UAV」という。）を用いたUAV写真点群測量における三次元形状復元計算について述べたものである。

- ~ に入る最も適切な語句を語群から選び、それぞれ解答欄に記せ。

- 三次元形状復元計算とは、撮影した数値写真及び

- を用いて、数値写真の 及び数値写真に撮像された地点（特徴点）の位置座標を求め、地形、地物などの三次元形状を復元する作業のことである。

- また、UAV写真点群測量におけるカメラのキャリブレーションは、三次元形状復元計算において キャリブレーションを行うことが標準である。

外部標定要素	検証点	セルフ	調整点	独立したカメラ
内部標定要素	標定点	ボアサイト	メタデータ	

解答

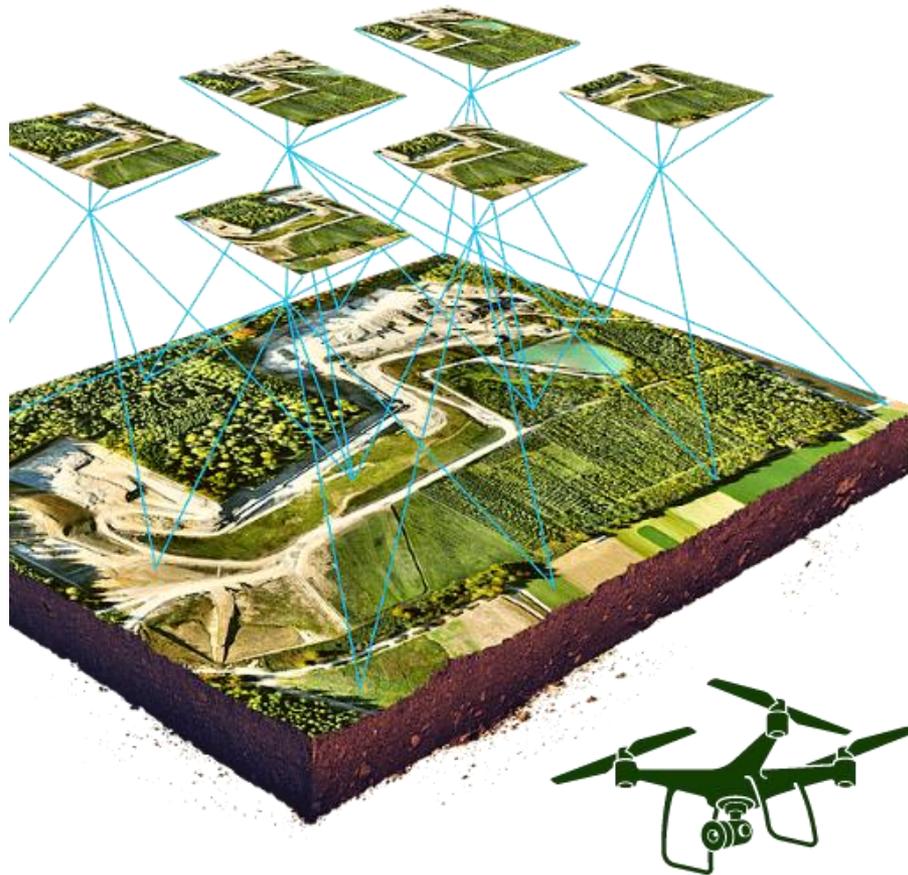
第426条「三次元形状復元計算」とは、撮影した数値写真及び(ア)標定点を用いて、数値写真の(イ)外部標定要素及び数値写真に撮像された地点（以下この章において「特徴点」という。）の位置座標を求め、地形、地物等の三次元形状を復元し、オリジナルデータを作成する作業をいう

第426条

5項 カメラのキャリブレーションについては、三次元形状復元計算において、

(ウ)セルフキャリブレーションを行うことを標準とする

三次元点群測量(三次元復元)



問 A - 2. 以下の (1) ~ (2) の土地について、三次元点群データを作成することを計画している。U A V 写真点群測量によるグラウンドデータの作成に適した土地には○を、適さない土地については×及びその理由を、それぞれ解答欄に記せ。

ただし、法律上の制限や安全上の問題に関する理由は除くものとする。

なお、いずれの土地も U A V の飛行に適した規模の面積であるものとする。

- (1) 山あいの植林された土地で、樹木の下では昼間でも薄暗い。
- (2) 土地区画整理事業を計画している裸地で、平坦化されておらず起伏がある。

解答

- 1) 山間の植林された土地で、樹木の下では昼間でも薄暗い。×（写真に写らない。）
- 2) 土地区画整理事業を計画している裸地で、平坦化されておらず起伏がある。○

問A-3. UAV写真点群測量で作成した三次元点群データについて、あらかじめ現地で測量を行って求めた**検証点Tの位置座標 (X_T, Y_T, H_T) を用いて、平面位置及び標高の較差を点検**する。使用した三次元形状復元計算ソフトでは、三次元点群データにおける検証点Tの位置座標 (X', Y', H') を直接求めることができなかったため、以下に示す手順で X', Y', H' を求め、平面位置及び標高の較差を点検することにした。

まず、平面位置の較差を点検した。三次元形状復元計算で作成したオルソ画像上で X', Y' を計測したところ、 X_T, Y_T との較差はいずれも0mであった。

次にこの結果を踏まえて、標高の較差を点検する。三次元点群データから検証点Tの周辺に位置する点群を抽出し、抽出した点の位置座標から内挿補間により H' を求め、 H' と H_T の差をとることで、検証点Tにおける標高の較差 ΔH を求める。

ただし、H'は検証点Tに対し平面座標上の距離が15cm以内にある三次元点群データを用いて、式3-1に示す距離の重み付内挿法（IDW法）により求めるものとし、ΔHは式3-2により求めるものとする。

H'及びΔHについて、それぞれ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、検証点Tの位置座標（X_T, Y_T, H_T）を表3-1に作成した三次元点群データのうち検証点Tの周辺に位置する点t1からt4の位置座標を表3-2にそれぞれ示す。表中のX座標及びY座標は、平面直角座標系（平成14年国土交通省告示第9号）に基づく座標値である。

また、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

$$H' = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \cdot W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad \dots \dots \dots \text{式3-1}$$

$$\Delta H = H' - H_T \quad \dots \dots \dots \text{式3-2}$$

$$H' = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \cdot W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad \dots \dots \dots \text{式 3-1}$$

$$\Delta H = H' - H_T \quad \dots \dots \dots \text{式 3-2}$$

ただし、

H_T : 検証点 T の標高

H' : 検証点 T の位置における三次元点群データの標高

H_i : 三次元点群データの各点の標高

$$W_i = \frac{1}{S_i}, \quad S_i = \sqrt{(X_i - X')^2 + (Y_i - Y')^2}$$

X_i : 三次元点群データの各点の X 座標

Y_i : 三次元点群データの各点の Y 座標

X' : 検証点 T の位置における三次元点群データの X 座標

Y' : 検証点 T の位置における三次元点群データの Y 座標

とする。

表 3-1

	X 座標 (m)	Y 座標 (m)	標高 H (m)
検証点 T	-37,454.479	5,270.253	5.464

表 3-2

	X 座標 (m)	Y 座標 (m)	標高 H (m)
点 t ₁	-37,454.329	5,270.353	5.513
点 t ₂	-37,454.399	5,270.193	5.433
点 t ₃	-37,454.509	5,270.293	5.477
点 t ₄	-37,454.499	5,270.253	5.439

問A-3

	X=X'	Y=Y'	HT
T	-37454.479	5270.253	5.464

	X	Y	H
t 1	-37454.329	5270.333	5.513
t 2	-37454.399	5270.193	5.433
t 3	-37454.509	5270.293	5.477
t 4	-37454.499	5270.253	5.439

S=17cm>制限15cmなので、これを省く

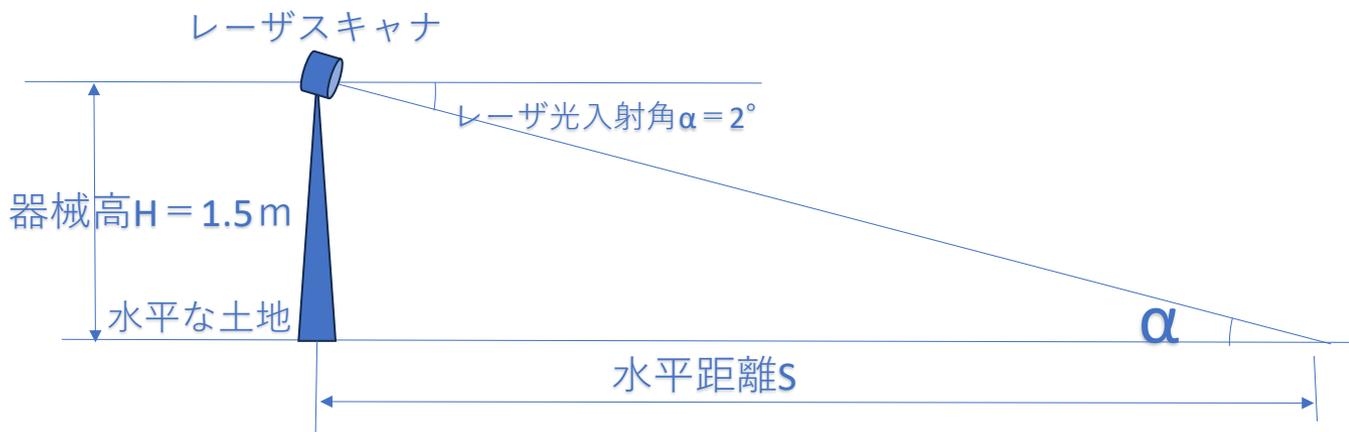
	$v_x = X - X'$	$v_y = Y - Y'$	$S = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$w = 1/S$	HW
v 1	0.15	0.08	0.17	5.9	32.429
v 2	0.08	-0.06	0.1	10	54.330
v 3	-0.03	0.04	0.05	20	109.540
v 4	-0.02	0	0.02	50	271.950
			計	80.0	435.820

解答

$$H' = \frac{\sum HW}{\sum W} = \frac{435.82}{80} = 5.448m$$

$$\Delta H = H' - H^T = 5.448 - 5.464 = -0.016m$$

A-4 水平で凸凹のない土地において、地上レーザスキャナを器械高 1.5m で計測を行い、三次元点群データを取得した。ある地表面上の地点におけるレーザ光の入射角が 2° の時、器械の位置からこの地点までの水平距離はいくらか。



$H = S \tan \alpha$ より

巻末表から

巻末表から $\tan 2^\circ = 0.03492$

$$S = H / \tan \alpha = 1.5\text{m} / 0.03492 = 42.95\text{m}$$

問B. 図3-1は、I市を模式的に示した図である。I市では、都市計画や防災体制の強化などの一環として、市全域を対象とした地図情報レベル2500の数値地形図データの更新を、公共測量により行うことを計画している。

次の文は、I市の担当者であるKさんが、上司であるM課長に計画について相談した際の会話である。次の各問に答えよ。

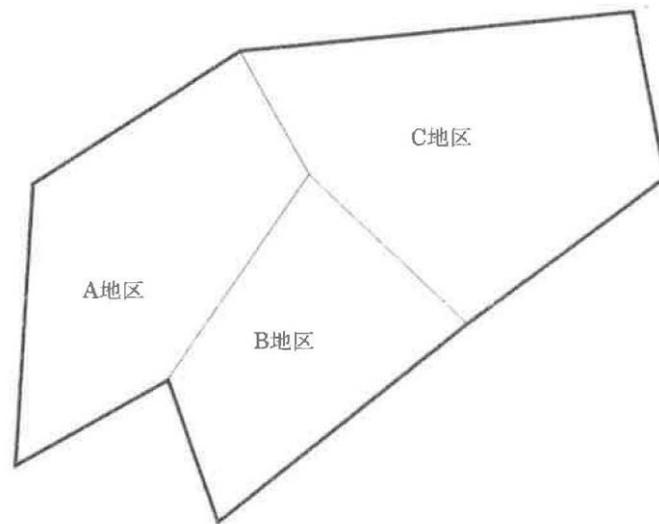


図 3-1

Kさん：当市では5年前に地図情報レベル2500の数値地形図を整備しており、今回は5年ぶりに数値地形図を更新することになります。市全域の更新ですから、空中写真を全域で撮影し、空中写真測量で数値地形図を新規に作成してはどうかと考えています。

M課長：5年前に整備した数値地形図データがあるのだから、そのデータを基に、各地区の状況に応じて最も適した測量方法を検討し、それらを組み合わせて修正していく方が良いでしょう。既に整備されたデータで利用できるものがあれば、それらの活用も積極的に検討しましょう。

Kさん：既に整備されたデータですか。そういえば、3年前に撮影された空中写真を基に国土地理院が地図情報レベル2500で基盤地図情報を整備していました。

M課長：基盤地図情報は、前回の数値地形図更新以降に整備されていますから、有効に活用したいですね。それでは、前回の数値地形図更新以降、当市ではどのような変化があったか思い出してみましよう。

Kさん：4年前、A地区に高速道路のインターチェンジが新設されました。

M課長：交通の利便性が高まりましたから、今後当市の経済活動の活発化につながればよいですね。

Kさん；B地区では先月、全長7 kmの道路が新たに開通しました。交通の利便性向上はもちろんのこと、災害時の緊急輸送用ルートとしての活用も見込まれています。この道路も新しい数値地形図には反映させる必要があります。

M課長：B地区では最近大きな変化がなかったので、久々に大きなニュースでしたね。

Kさん：C地区は主に山林からなる広大な地区で、近年土砂災害が頻発しています。地形に変化が生じたと思われる箇所が地区内に点在しているので、C地区の全域で空中写真を撮影し、数値地形図を更新するのが良いと考えています。ただ、今回の数値地形図更新とは別の話になりますが、災害状況を把握するためには、高精度な標高データが必要という意見もあります。近い将来、C地区において航空レーザ測量を実施することも検討しなければならないかもしれません。

M課長；航空レーザ測量の成果は、災害状況把握以外の用途にも活用のお機会がありそうですね。もし航空レーザ測量を行うことになったら、市役所内の他の部署にも相談しながら作業計画を立てることにしましょう。

Kさん：それぞれの地区ではこの間の変化情報に違いがあることが分かりました。効率的な数値地形図の整備方法心地区ごとに異なるかもしれません。

M課長：新しい測量方法もいろいろと出てきていますが、それぞれの測量方法には特徴があり、適した条件があります。測量方法の特徴をよく理解し、条件に応じて適切な方法を選んでいく必要がありますね。

Kさん：もう一度計画を練ってみることにします。

問B－1. A地区に新設された高速道路のインターチェンジとその周辺道路の工事は、地形の変化を伴わないもので、4年前に完了した。また、A地区ではそれ以外に大きな変化はなかった。A地区において数値地形図データを整備するに当たり、**測量の重複を排除する観点からどのような方法が考えられるか。**その方法について、60字以内で解答欄に記せ。

インターチェンジとその周辺道路工事は地形の変化がなく、4年前に完了。このデータで地図データを更新する。(19*2+13=51字)

問B－2. B地区で新たに開通した全長7 kmの道路（途中に長さ1 km及び1.5 kmのトンネルを含む）については，設計段階で計画図を作成したものの，工事中に一部計画の見直しが生じたため，トンネル内を含めて道路の線形が計画図とは異かっている可能性がある。数値地形図データを整備するに当たって，改めて測量する必要があることから，Kさんは以下のa及びbの測量方法のどちらを採用するか検討するため，それぞれの測量方法の利点及び欠点を比較している。このうち，現地作業日数の観点からbの測量方法の利点だと考えられることについて，60字以内で解答欄に記せ。

また，bの測量方法により，トンネル区間など，GNSS衛星からの電波の安定した受信が長時間にわたって期待できない区間について，移動取得計画を策定する際の留意事項として考えられることを，「待避場所」の語句を用いて60字以内で解答欄に記せ。

- a.トータルステーション（TS）による測量
- b.車載写真レーザ測量

解答

bの測量方法の利点

レーザスキャナの範囲にある地物の三次元座標を一瞬で取得できる。車で移動しながら座標値の取得が行えるため、省力化が行える。(60字)

移動取得計画を策定する際の留意事項

- 1) GNSS 衛星電波の安定と車両の安定走行ができる
- 2) GNSS 電波受信できない区間は、移動取得（データ再取得）が行える退避場所の確保（60文字）

問B-3. C地区において航空レーザ測量を実施することについて、市役所内の他部署にニーズ調査を行ったところ、C地区の大部分を占める山林において、樹木の高さの推定に活用したいという意見が挙げられた。航空レーザ測量で得られる成果を用いて樹木の高さを推定する方法について、45字以内で解答欄に記せ。

解答

航空レーザ測量による樹高データは、30m 四方程度の範囲で平均値を取ると、実測値に近くなる。(43文字)

問C. S市では、東西10 km, 南北25 km の平たんな地域について、公共測量により、デジタル航空カメラを鉛直下に向けた空中写真撮影を計画している。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。

問C-1. S市では撮影した数値写真を用いて写真地図を作成することを予定しているため、隣接コースの数値写真との重複度及び同一コース内の隣接数値写真との重複度を、標準的な値より大きく設定した撮影計画とすることを検討している。写真地図を作成する上で、このように重複度を大きくして撮影することの利点を、40字以内で解答欄に記せ。

解答

高低差による歪は鉛直点からの半径方向の距離に比例する。重複を増やして、写真の中心部だけでオルソを作れば歪の影響を受けない写真地図になる。

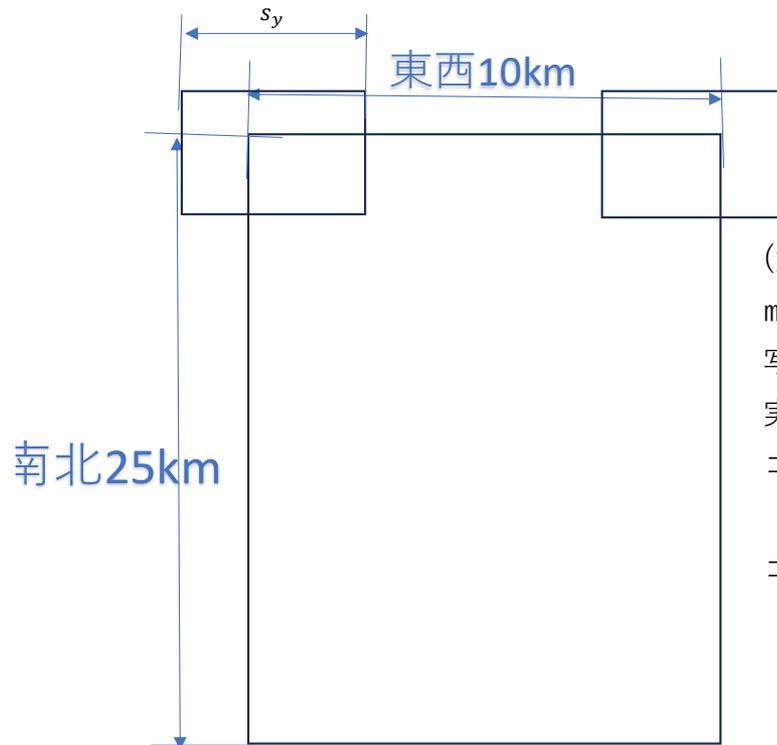
問C－2. S市は以下に示す撮影条件で撮影することとした。このとき、標高0mからの撮影高度をm単位で、小数第1位を四捨五入し、整数で求め解答欄に記せ。

撮影条件

- ・ デジタル航空カメラは、画面距離7cm、画面の大きさ17,000画素×11,000画素、撮像面での素子寸法6 μ 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100m、撮影基準面における地上画素寸法は20cmとする。
- ・ 撮影基準面における隣接撮影コースとの重複度を40%、同一撮影コース内の隣接数値写真との重複度を70%とする。
- ・ 撮影コースは南北とする。
- ・ 東西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C-3. 上記の撮影条件において、最少撮影コース数を求め、解答欄に記せ。

解答



(解答)

$mb = 33,333$ 、サイドラップ $q = 40\%$

写真の縦サイズ $s_y = s_y' \times \text{素子サイズ} = 17,000 \text{画素} \times 6 \mu\text{m} = 102 \text{m}$

実際の画面縦サイズ $S_y = s_y \times mb = 102 \text{m} \times 33,333 = 3,400 \text{m}$

コース間隔 W

$$W = S_y(1 - q) = 3,400 \text{m}(1 - 0.4) = 2,380 \text{m}$$

コース数 C

$$C = \frac{\text{東西の距離}}{W} = \frac{10,000 \text{m}}{2,380 \text{m}} = 4.9$$

5コース

問C - 4. 上記の撮影条件において、最少写真枚数を求め、解答欄に記せ。

解答

$m_b = 33,333$ 、オーバーラップ $p = 70\%$

写真の横サイズ $s_x = s_x' \times \text{素子サイズ} = 11,000 \times 6 \mu\text{m} = 66\text{mm}$

実際の画面横サイズ $S_x = s_x \times m_b = 66\text{mm} \times 33,333 = 2,200\text{m}$

撮影基線長 $B = S_x(1-p) = 2,200\text{m} (1-0.7) = 660\text{m}$

コース当たりの写真枚数 $N_{p/c}$

$$N_{p/c} = \frac{\text{南北の長さ}}{B} + 3 = \frac{25,000\text{m}}{660\text{m}} + 3 = 41\text{枚/コース}$$

全写真枚数 $N = N_{p/c} \times C = 41 \times 5 = 205\text{枚}$

問D. 近年，周辺の市町村で水害が相次いで発生したことを受け，W市では，公共測量における航空レーザ測量により数値地形モデルを作成し，被害想定や災害発生時の応急復旧対策に活用することを検討している。次の各問に答えよ。

問D-1. 次の文は，航空レーザ測量の特徴を説明したものである。

～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。

航空レーザ測量は，航空機から地上に向かって を照射して測定した地上までの距離と，測定機器の位置情報から，地形，地物の形状を計測する技術である。航空レーザ測量システムは，，レーザ測距装置及び解析ソフトウェアから構成される。陸部を計測する航空レーザ測量に用いられるレーザ測距装置は主に波長を使用しているが，水深が浅い河床や海底の地形を計測する目的では緑波長も用いられている。

語群

青	赤	位相	音波	近赤外	合成開口レーダ	紫外
地上局	トータルステーション	マイクロ	マイクロ波			
ミリ	紫	ラジオ	レーザ光	GNSS/IMU装置		

問D-1解答(航空レーザの特徴)

航空レーザ測量は、航空機から地上に向かって
(ア) レーザ 光を照射して測定した地上までの
距離と、測定機器の位置情報から、地形、地物の
形状を計測する技術である。航空レーザ測量シス
テムは、**(イ) GNSS/IMU装置**、レーザ測距装
置及び解析ソフトウェアから構成される。陸部を
計測する航空レーザ測量に用いられるレーザ測距
装置は主に**(ウ) 近赤外** 波長を使用している
が、水深が浅い河床や海底の地形を計測する目的で
は緑波長も用いられている。

問D-2. 次の文は、グラウンドデータからグリッドデータを作成する際の代表的な内挿補間手法について説明したものである。

～ に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。
また、については、解答欄に示した語句のうち適切なものを選び、丸で囲め。

グリッドデータへの標高値の内挿補間法は (不整網)又は 法を用いることが標準的である。ただし、データの欠損が多い箇所については、Kriging法により内挿補間することができる。

では、グラウンドデータから不整網を発生させ、各グリッドが含まれる形から標高値を内挿する。地形が等傾斜の場合に有利であるが、形を構成するグラウンドデータの組合せによって結果が異なってくる。

法は、グリッド点から最も近い距離にある点群を採用する方法であり、比較的=平坦な、急峻な地形の場合に有効である。

解答

グリッドデータへの標高値の内挿補間法は **エ = TIN** (不整 **オ = 三角** 網) 又は **カ = 最近隣** 法を用いることが標準的である。ただし、データの欠損が多い箇所については、Kriging法により内挿補間することができる。

エ = TIN では、グラウンドデータから不整 **オ = 三角** 網を発生させ、各グリッドが含まれる **オ = 三角** 形から標高値を内挿する。地形が等傾斜の場合に有利であるが、**オ = 三角** 形を構成するグラウンドデータの組合せによって結果が異なってくる。**カ = 最近隣** 法は、グリッド点から最も近い距離にある点群を採用する方法であり、比較的 **キ = 平坦な** 急峻な地形の場合に有効である。

問D-3. W市では作成した数値地形モデルを用いて、浸水シミュレーションを行った。

図3-2は、W市内を流れるY川流域の数値地形モデルを模式的に表したものである。格子間隔は5mで、数値は格子の各マス目が表す領域の標高（単位：m）を示しており、堤防の標高を考慮したものである。また、木部が示す範囲は平常時のY川であり、平常時の水面標高は全て6m、水深は一様に2mである。

シミュレーションの結果、24時間に250mmの集中豪雨がY川流域で発生した場合、Y川の水位が3.5m上昇することが分かった。

このとき、○で数値を囲んだエリアの堤防が決壊した場合に浸水被害が想定される範囲を、**決壊した堤防部分は含めず赤で囲い**、解答欄の図に記せ。

ただし、堤防の決壊後においてもY川の水位に変化けなく、浸水域からの排水や浸水域における水面の傾斜はないものとする。

なお、建物など、堤防以外の構造物は考慮しないものとする。

上流側

9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	9	9	9	9	9
9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	10	9	9	9	10
9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	10	11	11	11	9
9	10	12	6	6	6	6	6	12	12	11	10	10	10	10
9	10	11	11	6	6	6	6	6	6	11	10	9	8	10
8	9	9	11	11	11	6	6	6	6	11	9	9	8	11
8	8	8	9	11	11	6	6	6	6	11	9	9	8	11
7	7	8	10	11	6	6	6	6	6	11	9	8	8	11
7	7	10	11	6	6	6	6	6	11	11	8	8	8	10
10	11	11	6	6	6	6	6	11	11	10	8	9	10	11
11	6	6	6	6	6	11	11	10	10	8	8	9	10	10
6	6	6	6	6	11	11	10	10	9	8	8	9	10	9
6	6	6	6	6	11	11	10	9	9	8	9	9	10	8
6	6	6	6	10	10	10	8	8	8	8	10	10	10	7
6	6	6	6	10	7	10	10	10	10	10	10	7	7	7

下流側

凡例：水部



図 3-2

解答

上流側

9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	9	9	9	9	9
9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	10	9	9	9	10
9	10	12	6	6	6	6	6	12	11	10	11	11	11	9
9	10	12	6	6	6	6	6	12	12	11	10	10	10	10
9	10	11	11	6	6	6	6	6	6	11	10	9	8	10
8	9	9	11	11	11	6	6	6	6	11	9	9	8	11
8	8	8	9	11	11	6	6	6	6	11	9	9	8	11
7	7	8	10	11	6	6	6	6	6	11	9	8	8	11
7	7	10	11	6	6	6	6	6	11	11	8	8	8	10
10	11	11	6	6	6	6	6	11	11	10	8	9	10	11
11	6	6	6	6	6	11	11	10	10	8	8	9	10	10
6	6	6	6	6	11	11	10	10	9	8	8	9	10	9
6	6	6	6	6	11	11	10	9	9	8	9	9	10	8
6	6	6	6	10	10	10	8	8	8	8	10	10	10	7
6	6	6	6	10	7	10	10	10	10	10	7	7	7	7

下流側

凡例：水部



図 3-2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	9	10	12	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	12	11	9	9	9	9	9
2	9	10	12	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	12	11	10	9	9	9	10
3	9	10	12	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	12	11	10	11	11	11	9
4	9	10	12	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	12	12	11	10	10	10	10
5	9	10	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	10	9	8	10
6	8	9	9	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	11	9	9	8	11
7	8	8	8	9	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	11	9	9	8	11
8	7	7	8	10	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	9	8	8	11
9	7	7	10	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	8	8	8	10
10	10	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	10	8	9	10	11
11	11	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	10	10	8	8	9	10	10
12	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	10	10	9	8	8	9	10	9
13	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	11	11	10	9	9	8	9	9	10	8
14	9.5	9.5	9.5	9.5	10	10	10	8	8	8	8	10	10	10	7
15	9.5	9.5	9.5	9.5	10	7	10	10	10	10	10	10	7	7	7

河川の水位が3.5m上昇

解答

問D－4．湛水量（解答）

$$1\text{マス} = 5\text{ m} \times 5\text{ m} = 25\text{ m}^2$$

$$\text{マスの全高さ} = 34\text{ m}$$

$$\text{浸水体積} = 34\text{ m} \times 25\text{ m}^2 = 850\text{ m}^3$$

湛水とは、「**水田や貯水池などを水で満たすこと。**満たされた水。」「洪水時等に内水を排除出来ずに堤内地に水が溜まってしまい、一部水没している状態」のことです。

地上画素寸法の計算式 p 311 準則第185条第1項（視差式）の証明

地図情報レベル	縮尺 (1/m)	地上画素寸法 (B:基線、H:対地高度)
500	1/3000~1/4000	90mm × $2\frac{B}{H}$ ~ 120mm × $2\frac{B}{H}$
1000	1/6000~1/8000	180mm × $2\frac{B}{H}$ ~ 240mm × $2\frac{B}{H}$
2500	1/1万~1.25万	300mm × $2\frac{B}{H}$ ~ 375mm × $2\frac{B}{H}$
5000	½万~1/2.5万	600mm × $2\frac{B}{H}$ ~ 750mm × $2\frac{B}{H}$
10000	1/3万	900mm × $2\frac{B}{H}$

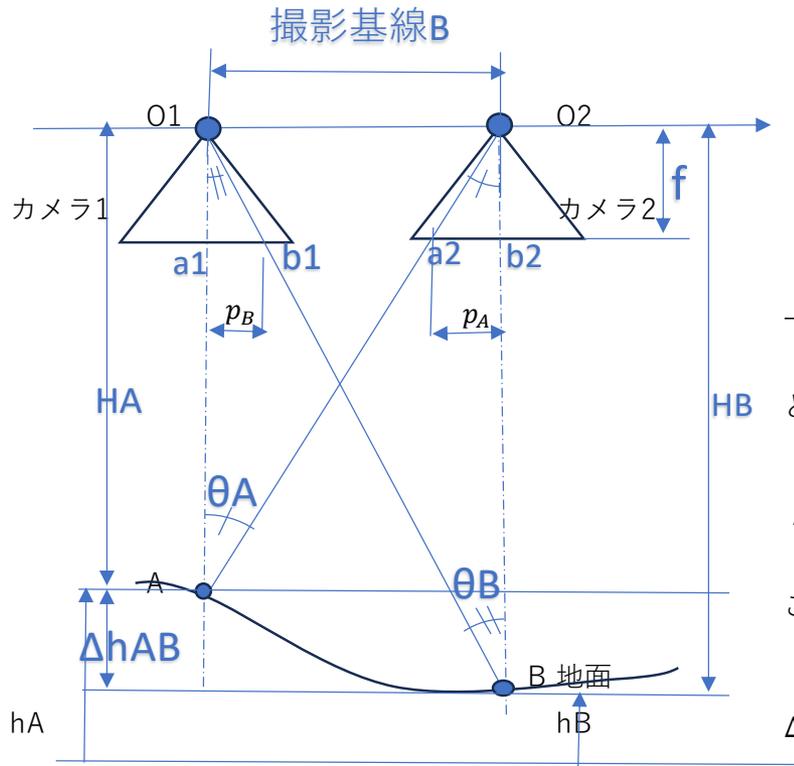
$$\begin{aligned} \text{高さの精度 } \sigma H &= 0.02\%H = 0.02\%m_b f \\ &= 0.02\% \times 3000 \times 150\text{mm} = 90\text{mm} \end{aligned}$$

高さの標準偏差 $\sigma H = 0.02\%H$

カメラの画面距離 $f = 15\text{cm}$ として計算してある

$2\frac{B}{H}$ の意味は、画素サイズの半分まで精度が保証されている。

視差式の誘導



⑤視差の定義

$a_2b_2=p_A, a_1b_1=p_B$ をA点の視差、B点の視差といい、
 θ は測定できないが、 p は視差測定かんで測定できる。

$$\text{視差々 } \Delta p_{AB} = p_B - p_A \quad \dots \text{①}$$

視差々(parallax difference) Δp は高低差 Δh の関数である。
 三角形の相似より

$\triangle O_1O_2A \sim \triangle b_2a_2O_2$ から

$$\frac{p_A}{f} = \frac{B}{H_A} \text{ 又は } H_A = \frac{Bf}{p_A} \quad \dots \text{②}$$

ここに数式を入力します。

$\triangle O_1O_2B \sim \triangle b_1a_1O_1$ から

$$\frac{p_B}{f} = \frac{B}{H_B} \text{ 又は } H_B = \frac{Bf}{p_B} \quad \dots \text{③}$$

上の図から

$$\Delta h_{AB} = H_A - H_B \quad \dots \text{④}$$

とおき、②、③を代入し、変形すると

$$\Delta h = H_A - H_B = Bf \left(\frac{1}{p_A} - \frac{1}{p_B} \right) = \frac{Bf}{p_A p_B} (p_B - p_A) = \frac{H_A}{p_B} \Delta p_{AB}$$

ここで、②より $H_A = \frac{Bf}{p_A}$ $p_B = p_A + \Delta p_{AB}$

$$\Delta h = \frac{H_A}{p_A + \Delta p_{AB}} \Delta p_{AB} \quad \dots \text{⑤}$$

この式を視差式(parallax equation)と呼び、2点の対の写真上の長さ
 (飛行機の進行方向)の差から地面の高低差が求めることができる。

第185条1項の式の証明 (mb = 3000, 地上画素寸法の係数90mmの意味)

$H = \frac{Bf}{p}$ の撮影高度Hの式において、Hをpで微分すると、
Hの誤差、つまり視差差（視差の誤差）で高低差(dh)
を求めることができる。

$$dh = \left| \frac{-Bf}{p^2} \right| dp = \frac{H}{p} dp = \frac{H}{b} dp$$

p (b) : 主点基線長(p_A)

視差の近似式より

$$dh = \frac{H}{b} dp \quad B = b \cdot m_b \quad dp = \frac{B/m_b}{H} dh$$

地上画素寸法 $dP = dp \cdot m_b$

$$dP = \frac{B}{H} dh$$

高さの精度は $\sigma h = 0.02\% H$ とするので、
仮に $mb = 3000$ 、 $f = 15 \text{ cm}$ では
 $H = mb \times f = 3000 \times 15 \text{ cm} = 450 \text{ m}$ より

また CCD画素の信頼性は1画素/2までであるので

$$dP/2 = \frac{B}{H} dh \quad \text{又は} \quad dP = 2 \cdot \frac{B}{H} dh$$

dhのところにお $\sigma h = 0.02\% H = 0.02\% \times 450 \text{ m} = 0.09 \text{ m} = 90 \text{ mm}$
を代入すると

$$dP = 2 \cdot \frac{B}{H} dh = 90 \text{ mm} \times 2 \cdot \frac{B}{H}$$

を得る。

ここで、dh : 高低差（高さの誤差）、B:撮影基線長、b : 主点基線長
mb : 写真縮尺分母数、H:対地高度、dp : 視差差(CCD素子寸法)
 σh : 高低差の標準偏差(dhと同じ)

令和4年測量士午後

- 第3回午後測量士
- 「写真測量」
- 解説

R4年N03の問題

- 選択〔N0.3〕
- 問A. 新たに建設された長さ6kmの道路について、地図情報レベル500の道路台帳附図を公共測量で整備するため、車載写真レーザ測量システムにより測量することとした。次の各問に答えよ。
- 問A-1. 次の文は、車載写真レーザ測量システムの特徴について述べたものである。ア～キに入る最も適切な語句を語群から選び、それぞれ解答欄に記せ。
- 車載写真レーザ測量システムとは、自車位置姿勢データ取得装置、数値図化用データ取得装置及びアで構成されている。自車位置姿勢データ取得装置は、イ、IMU(慣性計測装置)、ウ等で構成されており、それらが適切に同期されることで、計測車両の位置及び姿勢情報を取得できる。

ア＝解析ソフトウェア(準則479条)、イ＝GNSS測量機(486条一号)、ウ＝走行距離計(同条同号)

- 数値図化用データ取得装置は、計測用・参照用カメラや
- エ で構成されており、計測用・参照用カメラによって図化に使用する写真を、エ によって距離データを取得する。これらを ア で処理することにより、オ や外部標定要素付き写真データが得られ、道路及びその周辺の数値地形図データを作成することができる。
- 車載写真レーザ測量システムのキャリブレーションの有効期間は、固定式システムについては カ ，着脱式システムについては キ を標準とする。

語群

解析ソフトウェア	三次元点群データ	図形編集装置	赤外線
走行距離計	地名データ	電子レベル	トータルステーション
レーザ測距装置	GNSS 測量機	6か月	1年 2年

エ = レーザ測距装置 (486条)、オ = 三次元点群データ、カ = 1年、キ = 6か月 (487条)

準則：大きく変わっているので注意

問A-2

- 問 A - 2. 車載写真レーザ測量における数値図化用データについて、調整点との調整処理が必要な区間を二つ、例に倣って解答欄に記せ。
 - ただし、例に示す内容は除く。
 - (例) 位置が所定の精度を満たしていない区間
 - 解答
 - GNSS衛星からの電波を長距離にわたり受信できなかった区間
 - (トンネル)
 - 渋滞等によりGNSS衛星からの電波を長時間不均等に受信した区間

R4問A-3

- 問A-3. 次の文は、車載写真レーザ測量システムによる移動取得計画について述べたものである。～に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。
- 車載写真レーザ測量の移動取得を行うに当たっては、及び取得区間を決定し、移動取得計画図を作成する。
- は、自車位置姿勢データ取得装置の初期化から終了処理までの区間とし、取得区間は、数値図化用データ取得装置によりデータを取得する区間とする。
- また、取得区間を決定するに当たり、GNSS衛星からの電波の安定した受信が長時間にわたって期待できない箇所では、自車位置姿勢データ取得装置のが行える待避場所を確保する必要がある。
- (解答)
- ク = 走行区間 (準則495条)、ケ = セルフキャリブレーション (495条3項二号)

R4問A-4

- 問 A - 4. 新設された道路において，往復の移動取得を実施した。往路及び復路それぞれで作成した数値図化用データについて，三次元の座標変換で合成する場合に用いる主な作業方法を二つ，解答欄に記せ。
- なお，以下の語群の語句をそれぞれ一つ以上使用すること。

語群

重み付け	特徴点又は特徴線
------	----------

- (解答)
- 1) 特徴点の取得精度に応じた重みづけを行う。(506条2項二号)
- 2) 合成するそれぞれの数値図化用データから共通に認識できる特徴点又は特徴線を4つ以上抽出する。(506条2項一号)

R4NO.3

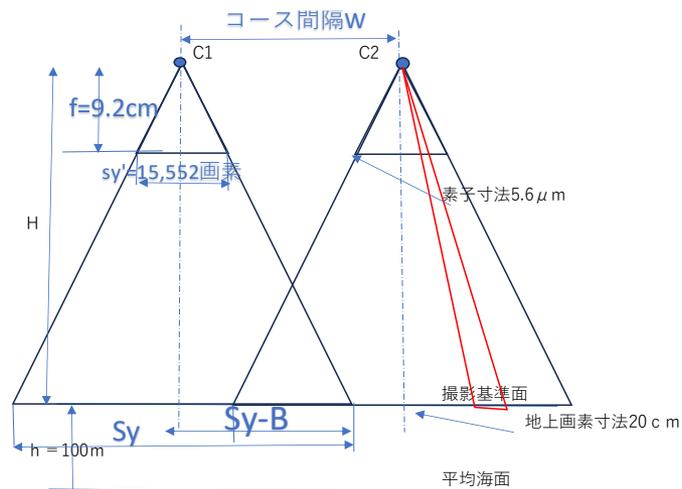
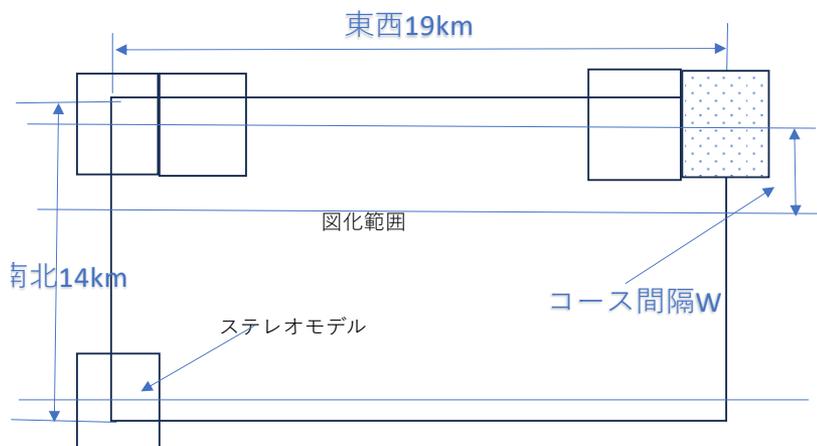
- 問B. B市では，東西19 km，南北14 kmの平たんな地域について，公共測量により，以下に示す撮影条件で，デジタル航空カメラを鉛直下に向けた空中写真の撮影を行うこととした。
- 次の各問に答えよ。
- なお，関数の値が必要な場合は，巻末の関数表を使用すること。

撮影条件

- デジタル航空カメラは、面面距離9.2 cm，面面の大きさ15,552画素×14,144画素，撮像面での素子寸法5.6 μ mとし，面の短辺は撮影基線と平行とする。
- GNSS/IMU装置を使用して撮影を行う。
- 撮影コースは東西方向とする。
- 南北両端の撮影コースでは，撮影区域の外側を画面の大きさの20%以上含むように撮影する。
- 各撮影コースの両端は，撮影区域の外側に各1モデル分撮影する。
- 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20 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60%，隣接撮影コースの空中写真との重複度を30%とする。

- 問 B - 1. 撮影基線長を 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。
- 問 B - 2. 最少コース数を求め、解答欄に記せ。
- 問 B - 3. 最少撮影枚数を求め、解答欄に記せ。
- 問 B - 4. 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。

問B-2(コース数)



問B-2 コース数

③画面の縦サイズ s_y

$$s_y = s_y' \times \text{素子寸法} = 15,552 \text{画素} \times 5.6 \mu\text{m} = 81 \text{mm}$$

画面縦の実長 S_y

$$S_y = s_y \times \text{mb} = 81 \text{mm} \times 35,714 = 2,888 \text{m}$$

コース間隔 W

$$W = S_y(1 - q) = 2,888 \text{m}(1 - 0.3) = 2,122 \text{m}$$

④コース数 C

$$C = \frac{\text{南北}14\text{km}}{W(\text{km})} = \frac{14\text{km}}{2.122(\text{km})} = 6.92 = 7 \text{コース}$$

コース方向の余り ΔY

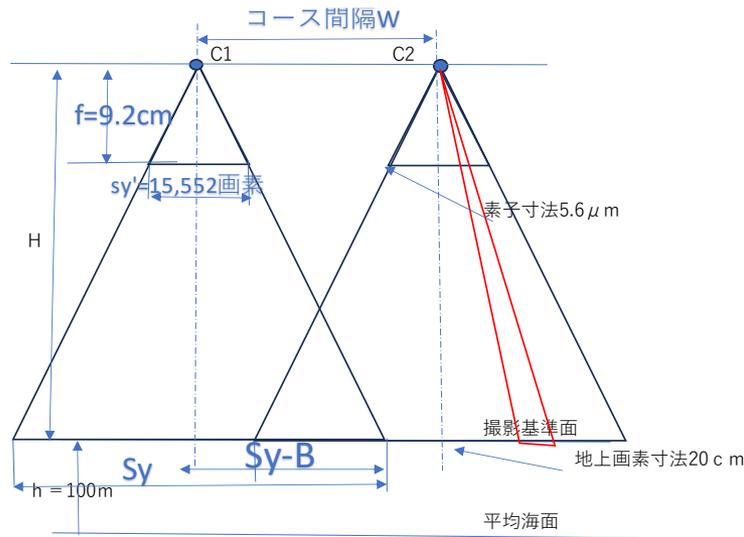
$$2\Delta Y = C \cdot W - 14,000 \text{m} = 7 \times 2,122 \text{m} - 14,000 \text{m} = 854 \text{m}$$

$$\Delta Y = 854 / 2 = 427 \text{m}$$

余り率

$$\text{南北の余り率} = \frac{427 \text{m} - 0.15 \times 2,888 \text{m}}{2,888 \text{m}} = 0.298 = 29.8\% > 20\% (\text{合格})$$

問B-3最小写真枚数と海面からの撮影高度



問B-3 写真枚数

⑤コース当たりの写真枚数 $N_{p/c}$

$$N_{p/c} = \frac{\text{東西}19\text{km}}{B(\text{km})} + 3 = \frac{19\text{km}}{1.132\text{km}} + 3 = 19.7 = 20\text{枚/コース}$$

$$\text{全写真枚数 } N = N_{p/c} \times C = 20 \times 7 = 140\text{枚}$$

問B-4 海面からの撮影高度

対地高度 H

$$H = f \times m_b = 9.2\text{cm} \times 35,714 = 3,286\text{m}$$

R4問C. 公共測量において航空レーザ測量により数値標高モデルを作成することとし、以下に示す計測諸元を設定した。次の各問に答えよ。

ただし、計測エリアは平坦であり、航空機の対地高度及び対地飛行速度は一定であるとともに、機体の傾きや回転は考慮しないものとする。

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。

• 計測条件

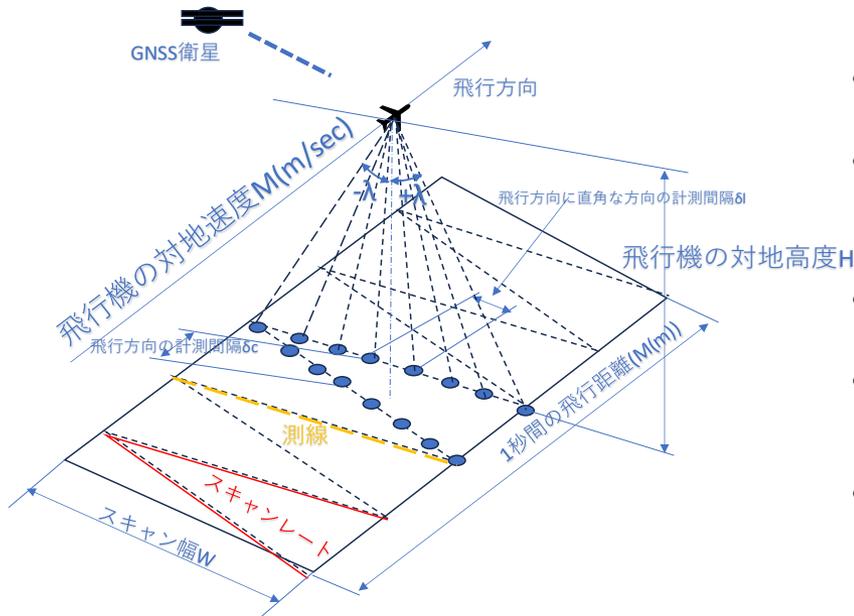
- パルスレート（1秒当たりの照射回数）毎秒 700,000回
- スキャンレート（1秒当たりの走査回数）：毎秒 90往復
- スキャン角度： $\pm 20^\circ$
- 計測時の対地高度:2,000 m
- 計測時の対地飛行速度：秒速 70m

- 問C－1． 1秒間に計測される測線数を求め，解答欄に記せ。
- 問C－2． 1側線当たりの計測点数を，小数第1位を四捨五入し，整数で求め解答欄に記せ。
- 問C－3． スキャン幅（航空機の進行方向に対して垂直な方向に観測される幅）を，m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。
- 問C－4． 航空機直下の地表面における進行方向の計測間隔を，m単位で小数第2位を四捨五入し，小数第1位まで求め解答欄に記せ。
- 問C－5． 航空レーザ測量は，樹高を推定することにも用いられる。その主な方法について，以下の語句を用いて，40字以内で解答欄に記せ。

語句

ファーストパルス

問C (解答)



図C 1秒当たりのLiDAR観測の概略図

- 問C-1測線数 (S_n)
- $S_n = 2 \times \text{スキャンレート} = 2 \times (S_n/2) = 2 \times 90 \text{往復} = 180 \text{(往復)}$
- 問C-2 1測線当たりの計測点数
- $R_n = \frac{P}{S_n} = \frac{700,000 \text{Hz}}{180 \text{(往復)}} = 3,889 \text{点/秒}$
- 問C-3スキャン幅W
- $W = 2 \times H \times \tan \lambda = 2 \times 2,000 \text{m} \times 0.36397 = 1,456 \text{m}$
- $\tan \lambda = \tan 20^\circ = 0.36397$
- 問C-4 進行方向の計測間隔 δc
- $\delta c = \frac{\text{進行方向の計測距離} M}{\text{測線数} S_n} = \frac{70 \text{m}}{180} = 0.39 \text{m}$
- 問C-5樹高の測定方法
- 答え ラーストパルスからファーストパルスを差し引けば樹高が求められる。

問D

- よる算地には、数領ものまと1の
 にユれを象的隔のすす止1次
 濫ミさま対式間1表示ヨが3.3で
 氾シ定水、模子一がをシ昇が図い
 川た想とはを格3目)一上高。つ
 河し、積1ル、図スmレの標たに
 で定い、面一デリ、マ：ユ面のっ
 区想行の3モあm各位ミ水面か範
 地をを囲図高で5の単シの水分すよ。
 る害ン範。標のに子(。川のが示え
 あ被ヨ。い値もも格高る河そとで答
 水シ。た数たと、標す、こ子に
 D. 浸一水しのし横はのと果、とる格問
 問るレ浸出域表縦字域の結るなの各
- 地表面す
 のたの。し、堤防・建物なども、
 物は考慮しないも

河 川

2.2	2.2	2.2	2.2	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	5.1
2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	4.3
2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
2.2	2.2	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1	5.1
2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	5.1
3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1

図3-1

- 問D - 1. この数値標高モデルは、公共測量における航空レーザ測量で作成したものである。次の文は、航空レーザ測量による数値標高モデルの作成に関して述べたものである。[ア]～
- [オ]に入る最も適当な語句を解答欄に記せ。
- [ア]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を[イ]という。(条文が変わっている)
- [イ]からフィルタリング処理により作成した地表面の三次元座標データを[ウ]という。フィルタリングとは、地表面以外のデータを取り除く作業をいう。
- [ウ]から内挿補間により作成した格子状の標高データをグリッドデータという。グリッドデータへの標高値の内挿補間法は、
- [エ], [オ]を用いることを標準とする。

問D-1（解答）

- 解答（この当時と現在の準則が異なっているので注意）
- ア 三次元計測データ（点群データ）（557条）
- イ オリジナルデータ（557条）
- ウ グラウンドデータ（559条）
- エ TIN（564条4項）
- オ 最近隣法（564条4項）
- （ア）第557条点群データ
- （イ）第557条「オリジナルデータの作成」とは、点群データから調整点成果を用いて点検・調整した三次元点群データを作成する作業をいう。
- （ウ）第559条「グラウンドデータの作成」とは、オリジナルデータからフィルタリング処理により地表面の点群データを作成する作業をいう。
- （エ）、（オ）564条4項グリッドデータへの標高値の内挿補間法は、地形形状及びグリッドデータの使用目的並びにグラウンドデータの密度を考慮し、TIN、最近隣法を用いることを標準とする。ただし、データの欠損が多い箇所については、Kriging法により内挿補間することができるものとする。

- 問D－2. 問D－1の エ 及び オ について、それらを用いた具体的な内挿補間方法を、それぞれ60字以内で、解答欄に記せ。
- 問D－3. このシミュレーションの結果において、図3－1の各マス目における水深をm単位で小数第1位まで求め、解答欄に記せ。
 - ただし、浸水していないマス目については空欄とすること。
- 問D－4. このシミュレーションの結果において、浸水した面積をm²単位で整数で求め、解答欄に記せ。
- 問D－5. このシミュレーションの結果において、浸水した水量をm³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。

問D-2（解答）

- （解答）
- TINの内挿方法
- 点群から三角形群を発生させ、グリッドの点を含む
- 三角形の頂点の標高を用いて頂点までの距離による
- 重みづけで計算する。

- 最近隣法の内挿補間
- グリッド点から最も近い距離にあるグラウンドデータ
- の点の標高を採用する。

問D-3 (解答) 水深 (-3.5m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
河川	1	2.2	2.2	2.2	2.2	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	5.1
	2	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	4.3
	3	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	4	2.2	2.2	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1	5.1
	5	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	6	2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	5.1
	7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	1.6
2	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	0.8
3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
4	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6
5	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
6	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.6
7	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
8	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6

問D-4 (解答) 浸水面積

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
河川	1	2.2	2.2	2.2	2.2	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	5.1
	2	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	4.3
	3	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	4	2.2	2.2	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1	5.1
	5	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	6	2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	5.1
	7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	1.6
2	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	0.8
3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
4	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6
5	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
6	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.6
7	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
8	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6

$$\begin{aligned}
 \text{浸水面積} &= \text{個数} \times 25\text{m}^2 \\
 &= 40 \times 5\text{m} \times 5\text{m} \\
 &= 1000\text{m}^2
 \end{aligned}$$

問D-5 (解答) 浸水した水量

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
河川	1	2.2	2.2	2.2	2.2	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	5.1
	2	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	5.1	4.3	4.3	4.3	4.3
	3	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	4	2.2	2.2	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1	5.1
	5	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	6	2.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	5.1
	7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1
	8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	1.6
2	-1.3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.6	0.8	0.8	0.8	0.8
3	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
4	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6
5	-1.3	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
6	-1.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.6
7	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6
8	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6

$$\begin{aligned} \text{浸水量} &= 23.4\text{m} \times 25\text{m}^2 \\ &= 585\text{m}^3 \end{aligned}$$

測量士午後写真測量

- **第4回目**
- **令和3年の問題**

R3選択〔N 0.3〕

問A. A市, B市, C町, D町では, 公共測量により地理空間情報を整備することを検討してしている。次の各問に答えよ。

- 問A - 1. A市, B市, C町では, 管内全域の地図情報レベル2500の数値地形図データの整備を行うことにした。次の前提条件から, A市, B市, C町が数値地形図データを整備するにはどのような方法が最適か。最適と考えられる方法をそれぞれ45字以内で解答欄に記せ。
- 前提条件
 - A市は, 5年前に地図情報レベル2500の数値地形図データを整備している。
 - その後に再開発が進み, 状況が大きく変化している。
 - B市は, 3年前に地図情報レベル2500の数値地形図データを整備している。
 - 2年前には, 一部交差点形状の変更が実施されたが, そのほかの変化は無い。
 - また, 交差点形状の変更後に撮影された空中写真をもとに, 国土地理院が, 地図情報レベル2500の基盤地図情報を整備している。
 - C町は, 4年前に国土地理院刊行の1/25,000地形図をもとにした管内図を整備している。

問A-1（解答）

- A市
- 新たに空中写真を撮影し、空中写真測量により数値地形図データを修正する。
- B市
- 一部交差点形状の変更部分について、基盤地図情報を用いて、数値地図データを修正する。
- C市
- 新たに空中写真を撮影し、空中写真測量により、新たに2500数値地形図データを作成する。

問A-2

- 問A-2. D町では，山間部の森の中を通る既存道路で，狭あい箇所の拡幅を検討しており，現地測量を実施することになった。計画を策定するに当たり，現地測量の方法について，トータルステーション（以下「TS」という。）による方法及びネットワーク型RTK法を検討したが，TSによる方法で測量することとした。TSによる方法が使用できると判断される主な理由を一つ，ネットワーク型RTK法では難しいと考えられる主な理由を二つ，それぞれ20字以内で解答欄に記せ。
- 解答

問A-2（解答）

- 解答
- TSによる方法が使用できると判断された理由
- 既存道路沿いは視通が確保しやすいため

- ネットワーク型RTK法は難しいと考えられる理由
- 山や森林で上空視界の確保が困難なため

- 通信回線が不良な可能性があるため

問B. 近年，建設現場における生産性向上のため，i-Constructionの導入が進む中で，公共測量においても様々な測量技術が用いられるようになってきている。次の各問に答えよ。

• 問B-1. 次の文の ～ に入る最も適当な語句を解答棚に記せ。

- は，干渉性，指向性，単色性などに優れた特性を持つ光である。また， を物体に照射し，反射してきた光の位相・往復時間などを観測することで，正確に距離を測定できる。距離が正確に測定できるという の特性は，測量分野で有用である。
- 上空からの観測では，航空機などに設置した 測量システムがすでに広範に使われており，地上での観測では，
- 測量システムが利用され，車の進行方向に直交する方向へ を照射すると同時に，車を移動させることによって下方や周囲に存在する地形・地物までの方向と距離を観測している。

(解答)

- また、 測量については、三脚などの上に スキャナを据え付け、上下方向に を照射すると同時に、機器本体を回転させることで、周囲に存在する地形・地物までの方向と距離を観測できる。
- データとは、地形・地物を表す三次元の座標及び属性のデータであり、応用測量など様々な活用されている。
- (解答)
- ア = レーザ
- イ = 航空レーザ
- ウ = 車載写真レーザ
- エ = 地上レーザ

問B - 2. 問B - 1の文中に記載されている次の1～3の測量技術において、観測に最も適した場面を表3 - 1のa～cから一つ選び、それぞれ解答欄に記せ。

測量技術

1	イ	測量
2	ウ	測量
3	エ	測量

表3 - 1

a	トンネル内の形状を路線に沿って取得する
b	山岳地帯の広範囲で数値標高モデルを作成する
c	局所的な工事現場を計測する

イ = 航空レーザー、ウ = 車載写真レーザー、エ = 地上レーザー

解答	
1	航空レーザー b(山岳地帯のDEM作成)
2	車載写真レーザー a(トンネル内の形状測定)
3	地上レーザー c(局所的工事現場測定)

問B-3. UAV（無人航空機）写真点群測量において、
地表面の三次元点群データ作成が難しくなる場合とその理由を、それぞれ解答欄に記せ。

ただし、地表面の状況に関して解答せよ。

- （解答）
- データ作成が難しくなる場合
- 地表面が植生により見えない場合

- その理由
- 写真に地表面が写らないため

問B-4. 次の文は、エ点群測量による
 三次元点群データ編集について述べたものである。オ～クに入る最も適切な語句はど
 れか。語群から選び解答欄に記せ。

- 三次元点群データ編集は、三次元点群データ編集システムを用いてオをカで表示し、目視にて地形以外から反射してきた観測点をキし、クを作成するものである。

語群

色分け 陰影 オリジナルデータ グラウンドデータ
 グリッドデータ 再測 三次元 除去 断面 等高線
 補間 メタデータ

解答
エ＝地上レーザ
ここからが解答
オ＝オリジナルデータ
カ＝三次元
キ＝除去
ク＝グラウンドデータ

問C. T市では、道路計画検討のため、東西200 m、南北500 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。）による空中写真の撮影を行うことにし、以下に示す条件での撮影を計画した。次の各問に答えよ。

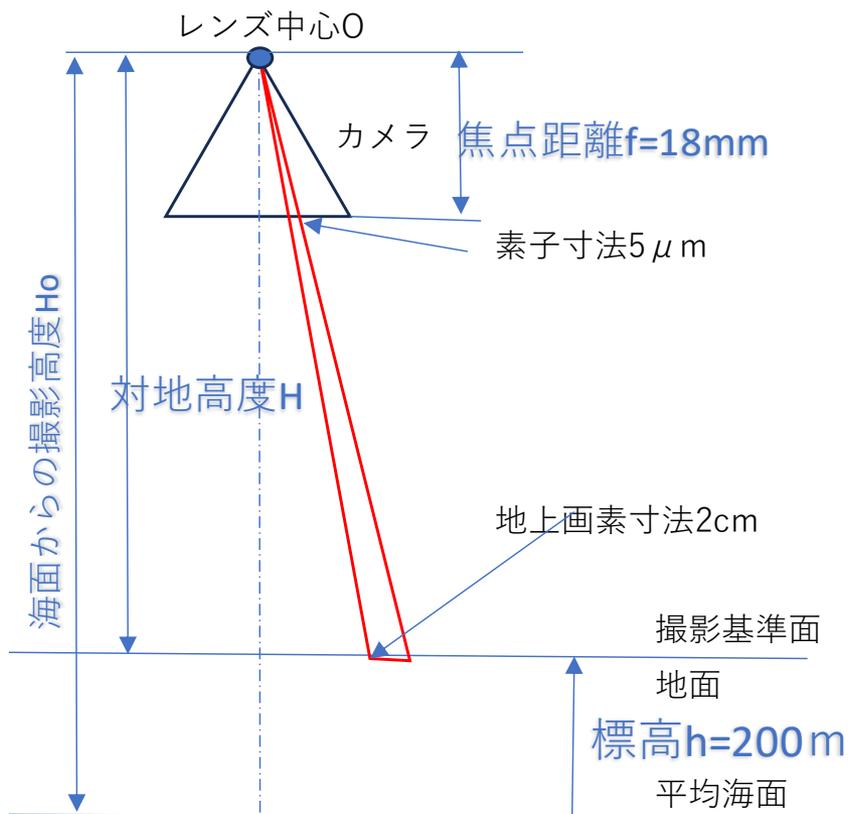
なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

- 撮影条件
- UAVに搭載したデジタルカメラは、焦点距離18 mm、画面の大きさ8,000画素×6,000画素、撮像面での素子寸法5 μm 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200 mとし、撮影基準面における地上画素寸法は、2 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90%、隣接撮影コースの空中写真との重複度を70%とする。
- 撮影コースは南北方向とし、UAVは撮影中も止まることなく常に秒速5 mで直線飛行しているものとする。
- 東西両端の撮影コースでは、計測対象範囲の外を画面の大きさの40%以上含むように撮影する。
- 各撮影コースの両端は、計測対象範囲の外に各1モデル分撮影する。

- 問C－1. 海面からの撮影高度をm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。
- 問C－2. 撮影間隔を秒単位で小数第2位を四捨五入し，小数第1位まで求め解答欄に記せ。
- 問C－3. 最少コース数を求め，解答欄に記せ。
- 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い。
- 問C－5. 計画していた道路の延長を長くすることになり，計測対象範囲を東へ100 m，北へ150 m 広げることとなった。変更後の最少撮影枚数は問C－4 で求めた当初の計測対象範囲での最少撮影枚数より何枚増えることになるか。増加分の枚数を求め解答欄に記せ。
- ただし，計測対象範囲以外の条件は変更しない。

問C(解答)

問C-1 (解答)海面からの撮影高度



①写真縮尺 $1/m_b$

$$m_b = \frac{\text{地上画素寸法}}{\text{素子寸法}} = \frac{2\text{cm}}{5\mu\text{m}} = 4,000$$

②対地高度H

$$m_b = \frac{H}{f} \text{ より}$$

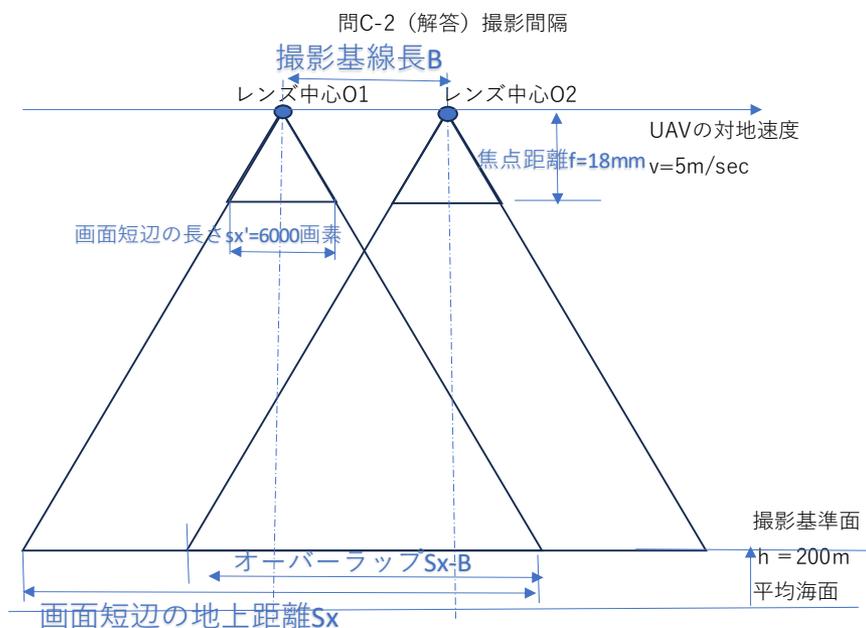
$$H = f \times m_b = 18\text{mm} \times 4,000 = 72\text{m}$$

③海面からの撮影高度 H_o

$$H_o = H + h = 72\text{m} + 200\text{m} = 272\text{m}$$

答え 272m

問C-2 (解答)



①画面の短辺長さ s_x

$$s_x = s_x' \times \text{素子寸法} = 6000 \text{画素} \times 5 \mu\text{m} = 30\text{mm}$$

画面短辺の実長 S_x

$$S_x = s_x \times mb = 30\text{mm} \times 4000 = 120\text{m}$$

②オーバーラップ p の式

$$p = \frac{S_x - B}{S_x} \text{ より}$$

撮影基線長 B は次式で計算できる。

$$B = S_x(1 - p) = 120\text{m}(1 - 0.9) = 12\text{m}$$

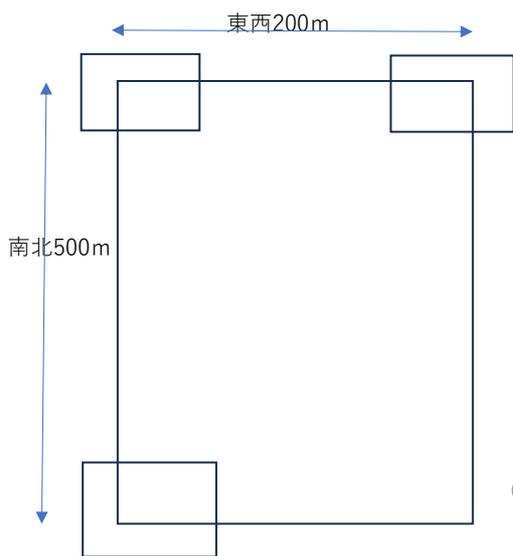
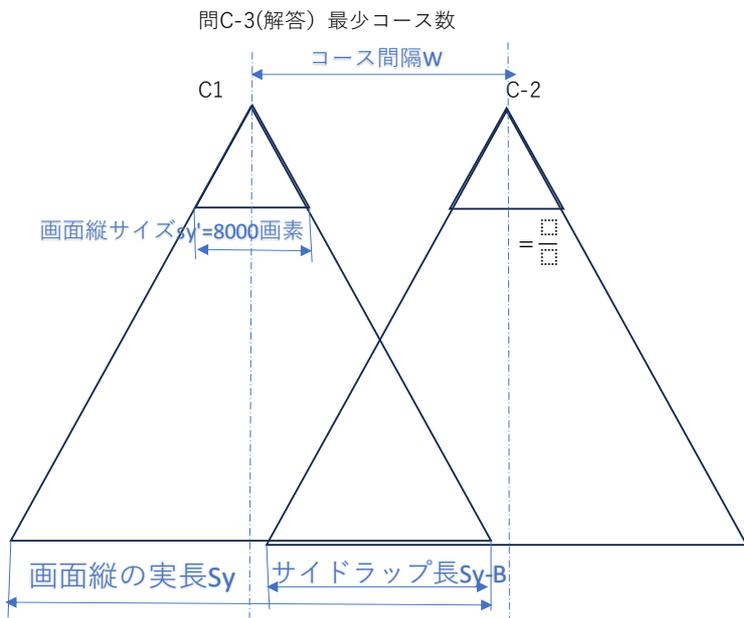
③撮影間隔 t の計算

t (sec) は UAV の速度 v (m/sec) を用いて、
撮影基線長 B を v で割れば求められる。

$$t(\text{sec}) = \frac{B(\text{m})}{v(\text{m/sec})} = \frac{12\text{m}}{5(\text{m/sec})} = 2.4\text{秒}$$

答え 2.4秒

問C-3 (解答) 最少コース数



(解答)

①画面縦の長さ s_y

$$s_y(\text{mm}) = s'_y \times \text{素子寸法} = 8000\text{画素} \times 5\mu\text{m} = 40\text{mm}$$

画面縦の実長 S_y

$$S_y = s_y \times m_b = 40\text{mm} \times 4,000 = 160\text{m}$$

②コース間隔 W

サイドラップ q の式は

$$q = \frac{S_y - W}{S_y} \quad \text{で表され、}$$

コース間隔 W は次式で表される。

$$W = S_y(1 - q) = 160\text{m}(1 - 0.7) = 48\text{m}$$

③コース数 C

$$C = \frac{\text{東西}200\text{m}}{W(\text{m})} = \frac{200\text{m}}{48\text{m}} = 4.17 = 5\text{コース}$$

東西の余裕率の計算 (40%以上で合格)

$$\text{東西の余り} \Delta Y = C \cdot W - 200\text{m} = 5 \times 48\text{m} - 200\text{m} = 40\text{m}$$

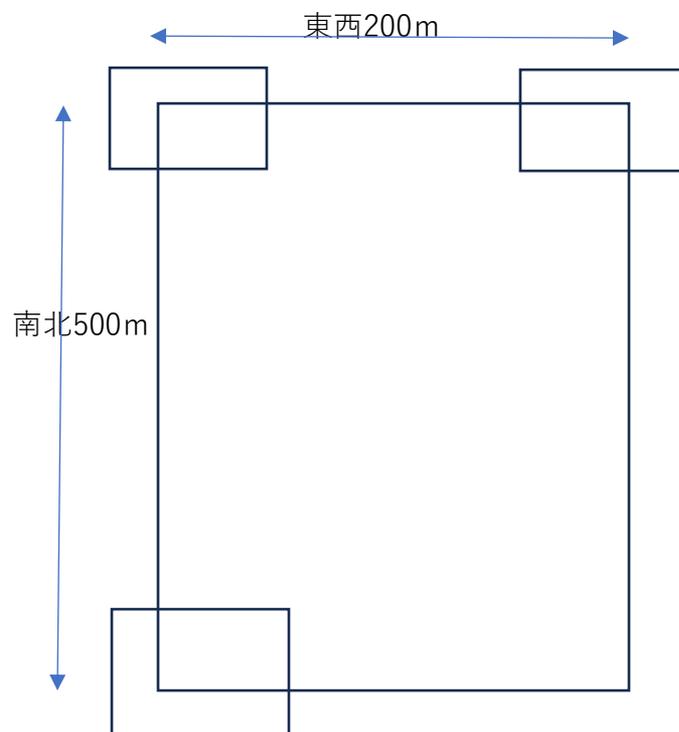
$$\text{余り} \Delta Y = 40\text{m} / 2 = 20\text{m}$$

東西の余り率

$$= \frac{20\text{m} - 0.35 \times 160\text{m}}{160\text{m}} = 0.475 = 47.5\% > 40\%(\text{合格})$$

答え5コース

問C-4 (解答) 全写真枚数N



①コース当たりの写真枚数 $N_{p/c}$

撮影基線長 $B=12m$

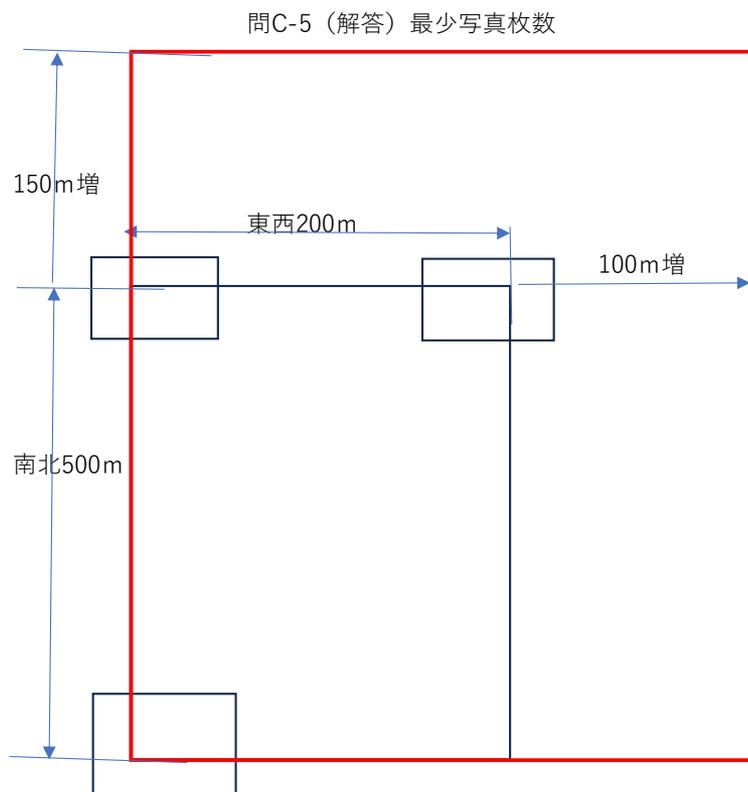
$$N_{p/c} = \frac{\text{南北}500m}{B(m)} + 3 = 44.6 = 45\text{枚/コース}$$

②全写真枚数 N

$$N = C \times N_{p/c} = 5 \times 45\text{枚} = 225\text{枚}$$

答え 225枚

問C-5 (解答)



①コース数C

$$C = \frac{\text{東西}200\text{m} + 100\text{m}}{W(m)} = \frac{300\text{m}}{48\text{m}} = 6.25 = 7\text{コース}$$

東西の余裕率の計算 (40%以上で合格)

$$\text{東西の余り} 2\Delta Y = C \cdot W - 300\text{m} = 7 \times 48\text{m} - 300\text{m} = 36\text{m}$$

$$\text{余り } \Delta Y = 36\text{m} / 2 = 18\text{m}$$

東西の余り率

$$= \frac{18\text{m} + 0.35 \times 160\text{m}}{160\text{m}} = 0.4625 = 46.3\% > 40\%(\text{合格})$$

②コース当たりの写真枚数 N_p/c

撮影基線長 $B=12\text{m}$

$$N_p/c = \frac{\text{南北}500\text{m} + 150\text{m}}{B(m)} + 3 = 57.17 = 58\text{枚/コース}$$

③全写真枚数N

$$N = C \times N_p/c = 7 \times 58\text{枚/コース} = 406\text{枚}$$

④写真の増加分

$$406 - 225 = 181\text{枚}$$

答え181枚

問D. 近年，機動性に優れているなどその利便性の高さから，測量において無人航空機（以下「UAV」という。）を使用する場面が増えてきている。UAVを用いた測量の例として，UAV写真点群測量が挙げられる。次の各問に答えよ。

- 問D－1. 次の文は，公共測量におけるUAV写真点群測量について述べたものである。
- ～に入る最も適当な語句を語群から選び，それぞれ解答欄に記せ。
- UAV写真点群測量は，UAVにより地形，地物等を撮影し，その数値写真を用いて三次元点群データを作成する作業である。図3－1は公共測量におけるUAV写真点群測量の計画から撮影までの標準的な作業工程を示している。作業計画のうち，撮影計画は，撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合，同一コース内の隣接数値写真との重複度が以上，隣接コースの数値写真との重複度が60%以上を確保できるように立案することを標準としている。撮影後に写真重複度の確認が困難な場合においては，同一コース内の隣接数値写真との重複度は以上，隣接コースの数値写真との重複度は60%以上とした計画が求められる。なお，撮影した数値写真，標定点を用いて，数値写真の外部標定要素及び数値写真に撮像された地点の位置座標を求めるとともに，三次元点群データを生成することをという。

続き

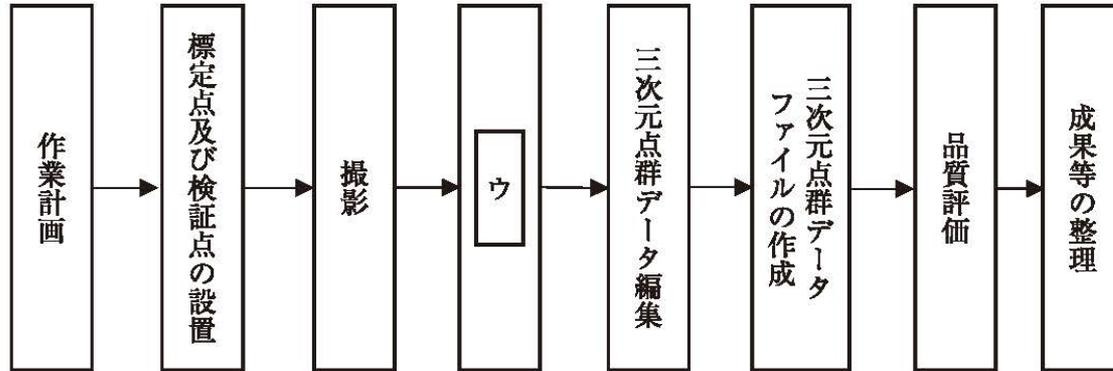


図3-1

語群

三次元形状復元計算	三次元計測	三次元モデル生成	フィルタリング				
20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%

解答ア = 80% (準則第420条8項)

イ = 90% (同条同項)

ウ = 三次元復元計算 (第410条四号)

問D - 2. 次の a ~ d の文は、図3 - 1の作業
工程中、標定点及び検証点の設置について述べ
たものである。 ~ に入る最も適当
な語句を解答欄に記せ。

- a. 標定点及び検証点にはを設置する。ただし、数値写
真上で周辺地物との色調差が明瞭な構造物がある場合はこの限り
ではなしとの色調差が明瞭な構造物がある場合はこの限りで
はない。
- b. 検証点は、標定点からできるだけ場所に、作業地
域内に均等に配置する。
- c. 検証点は、平坦な場所又は傾斜が場所に配置す
る。
- d. 設置する検証点の数は、設置する標定点の総数の
- 以上を標準とする。
- 解答
- エ = 対空標識 (412条2項)、オ = 離れた (414条2項一号)、
カ = 一樣な (414条2項三号)、キ = 半数 (414条2項二号)

写真の枚数は何倍になるか？

- 問D-3. UAVで撮影を実施するにあたり、現地で一定の風が吹いていたことから、撮影後に同一コース内の隣接数値写真との重複度が確実に確保されるよう、重複度を問D-1の文中に記載されている□ア□から□イ□に計画変更した。変更によって撮影写真の枚数はおよそ何倍になるか。解答欄に整数で記せ。
- ただし、撮影は十分に広い平坦な範囲を対象として行い、隣接コースの数値写真との重複度を含むその他の条件はすべて同じものとする。また、試験撮影は考慮しない。

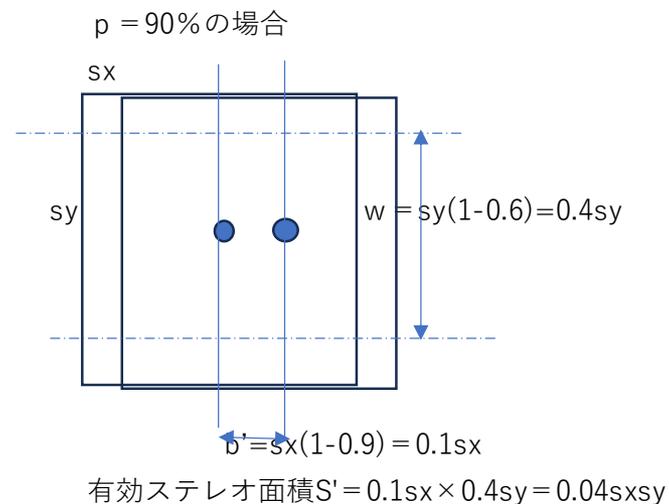
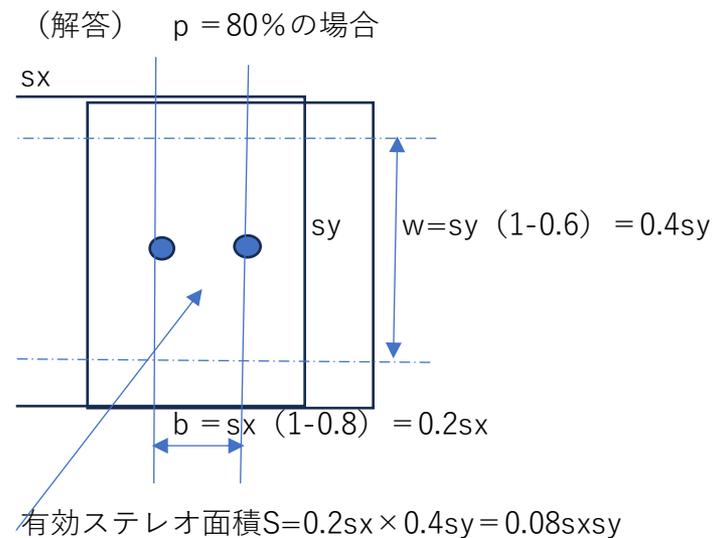
ア = 80%、イ = 90%

問D-3(解答)

420条8項

写真重複度の確認ができる場合 $p = 80\%$ 、 $q = 60\%$

重複度の確認ができない場合 $p = 90\%$ 、 $q = 60\%$



$S'/S = 0.04/0.08 = 0.5$ なので、2倍となる。

正解2倍

問D-4（解答）

- 問D-4. UAVは、一般に撮影条件や天候に応じて飛行計画を変更しやすい。UAV写真点群測量で対地高度を低くして撮影を行う場合において、三次元点群データ作成における成果の特徴と作業上の留意点をそれぞれ解答欄に記せ。
- ただし、成果の特徴は語群1の語句を、作業上の留意点は語群2の語句をそれぞれすべて使用することとする。

語群1

詳細 地上画素寸法

成果の特徴（対地高度を低くすると）地上画素寸法が小さくなり、詳細な点群が作成される。

語群2

計算処理 写真枚数

作業上の留意点：写真枚数が多くなり、計算処理に時間がかかる。

令和7年写真測量受験ゼミは以上で終了です。

午後は3回分の解説です。

ありがとうございます。

小林和夫

R7年

- 模擬問題は、各自で解いてください。
- 模試疑問点があればメールで質問してください。
- 写真測量以外でも構いません。
- k.kobayashi20221020@outlook.jp
- 小林和夫

(参考文献)

- 国土地理院HP
- 受験テキスト（日本測量協会）
- 科目別模範解答集（同）