

まえがき

測量技術の発展は、近年では特に著しく、GIS(地理空間情報)の活用は、分野を問わず重要となっています。また、人々の空間への意識は、インターネットの発達から来る情報処理の瞬時性により、前時代とは全く異なる次元に進もうとしています。

今は、インターネットを使用することにより、世界中の詳細な地図を、誰もが見ることができる時代です。こうした地図情報を作成する測量士・測量士補の役割は、大きなものとなっていくでしょう。特に、測量士補は、受験資格が必要でないので、すべての人に門戸が開かれています。

本書「分野別・図解 問題解説集 測量士補試験」は、初学者のために作られています。そのため、測量士補試験の全体像と、あらゆる計算問題に対応できる計算スキル10則を、**動画講習**にて解説しています。初学者の計算問題に対する不安を取り除き、試験への準備を整えることが、GET 研究所の方針です。

GET 研究所の「分野別 問題解説集」シリーズは、建設関係の分野で、既に大きな成果を上げています。GET 研究所は、受験者の一発合格を目指して、**分かりやすくポイントを押さえたテキストの作成・動画講習**に本気で取り組んでいます。

本書「分野別・図解 問題解説集 測量士補試験」は、単なる参考書ではなく、ひとりひとりの学習環境に寄り添った最強の講習システムです。低コストかつ**最短の学習時間**で合格力が身に付く、GET 研究所の講習システムで合格をつかみましょう。

GET 研究所



電子基準点

Contents

- まえがき 1
- 測量士補試験 受験ガイダンス **無料** **You Tube** 動画講習 3
- 動画講習Ⅰ 図解！測量士補試験の概要 **無料** **You Tube** 動画講習 6
- 動画講習Ⅱ 計算問題を解く！計算スキル10則 **無料** **You Tube** 動画講習 8

第1分野 測量法規

- 1.1 出題分析表 18
- 1.2 重要項目集 20
- 1.3 最新問題 解答・解説 32
- 1.4 確認テスト 61

第2分野 多角測量

- 2.1 出題分析表 65
- 2.2 重要項目集 67
- 2.3 計算技術集 78
- 2.4 最新問題 解答・解説 99
- 2.5 確認テスト 156

第3分野 水準測量

- 3.1 出題分析表 161
- 3.2 重要項目集 163
- 3.3 計算技術集 174
- 3.4 最新問題 解答・解説 183
- 3.5 確認テスト 223

第4分野 地形測量

- 4.1 出題分析表 228
- 4.2 重要項目集 229
- 4.3 計算技術集 235
- 4.4 最新問題 解答・解説 240
- 4.5 確認テスト 270

第5分野 写真測量

- 5.1 出題分析表 273
- 5.2 重要項目集 275
- 5.3 計算技術集 294
- 5.4 最新問題 解答・解説 302
- 5.5 確認テスト 362

第6分野 地図編集

- 6.1 出題分析表 368
- 6.2 重要項目集 370
- 6.3 計算技術集 381
- 6.4 最新問題 解答・解説 389
- 6.5 確認テスト 432

第7分野 応用測量

- 7.1 出題分析表 436
- 7.2 重要項目集 438
- 7.3 計算技術集 451
- 7.4 最新問題 解答・解説 464
- 7.5 確認テスト 519

※本書の「最新問題 解答・解説」では、学習を効果的に行えるよう、各年度の問題を分野別に振り分けているため、問題の番号・年度が正順になっていない場合があります。

- 測量士補試験 合否判定模試 **無料** **You Tube** 動画講習 523
- 試験のキーワード！必須用語解説 537

測量士補試験 受験ガイド

本書「分野別・図解 問題解説集 測量士補試験」は、分野別に再整理した演習問題を中心として、合格までの流れを解説したものである。本書の最大の特徴は、初受験者が一発合格するための動画講習を提供していることにある。これは、試験に出題される問題を特定し、その攻略法を示した**虎の巻**である。

学びを変える！ GET 研究所

スーパーテキストの構成&動画講習

案内

受験ガイド & 学び方講習 ————— 無料 YouTube 動画講習

攻略準備

測量士補試験の概要 動画講習 ————— 無料 YouTube 動画講習

計算スキル10則 動画講習 ————— 無料 YouTube 動画講習

本編

分野別 重要項目集

分野別 最新問題 解答・解説

分野別 確認テスト

模擬試験

測量士補試験 合否判定模試 動画講習 ————— 無料 YouTube 動画講習

測量用語

試験のキーワード！必須用語解説（辞書として活用できます）

<http://www.get-ken.jp/>

GET 研究所

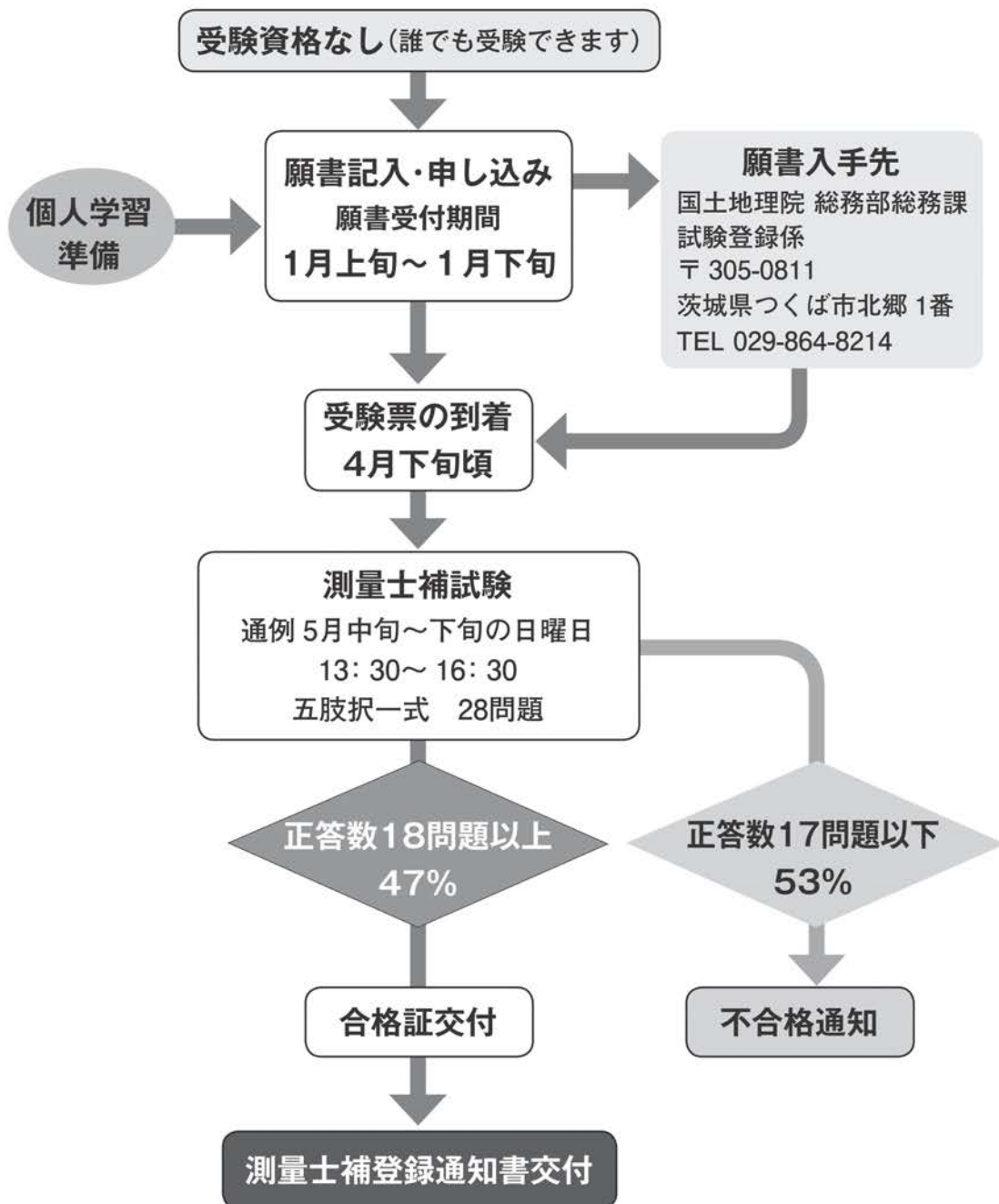
検索

スーパーテキスト
無料動画

本テキスト動画視聴のパスワード

願書入手から合格までのスケジュール

無料 YouTube 動画講習



GET WEB 講習 講習

平成30年度
測量士補試験

図解！測量士補試験の概要 & 計算問題を解く！計算スキル10則

無料 YouTube 動画講習

<http://www.get-ken.jp/>

GET 研究所

検索



スーパーテキスト
無料動画



本テキスト動画視聴のパスワード

動画講習 I 図解！測量士補試験の概要

攻略準備	測量士補試験の概要 動画講習	無料 YouTube 動画講習
	計算スキル10則 動画講習	無料 YouTube 動画講習

<http://www.get-ken.jp/>

GET 研究所 → → 本テキスト動画視聴のパスワード

分野	問題番号	標準出題項目 ●: 正誤判断 ◆: 計算問題	ポイント	図解による測量士補試験のイメージ
測量法規	1	● 測量法	測量法の目的	<p>世界測地系 (ITRF94) Z軸</p> <p>グリニッジ</p> <p>GRS80</p> <p>O</p> <p>重心</p> <p>X軸</p> <p>Y軸</p> <p>h: 標高</p> <p>地表</p> <p>ジオイド</p> <p>楕円体高 H</p> <p>N: ジオイド高</p> <p>楕円体</p>
	2	● 作業規程の準則	作業の手順	
	3	● 測量の基準	ジオイド・標高	
多角測量	4	◆ 偏心計算	正弦定理 微小角	<p>D: 斜距離</p> <p>ℓ: 水平距離</p> <p>ℓ₀: 球面距離</p> <p>L: 平面距離</p> <p>H: 楕円体高</p> <p>θ</p> <p>地形図</p>
	5	◆ 座標計算	$\sin \theta \cdot \cos \theta$	
	6	◆ ベクトル計算	三平方の定理	
	7	● TS 測量	観測の方法	
	8	● GNSS 測量	観測の方法	

第2分野

多角測量

2.1 多角測量 出題分析表

項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
作業規程	基準点測量・公共測量		●		●	●				
	TS 等による測量	●●	●●	●●	●	●	●	●	●	●
	GNSS による測量	●●	●	●	●●	●	●	●●	●●	●
計算技術	偏心計算					●		●	●	●
	方向角の計算	●					●			
	平面直角座標位置の計算				●			●		●
	ベクトル計算		●	●		●	●			●
	水平角の最確値・標準偏差の計算								●	
	高度定数の計算・間接水準測量			●			●			
	倍角差・観測差の計算									
	平面直角座標への投影の計算									
	計算スキル 10 則	●	●							

計算問題	公式
(1) 偏心計算	① 既知点の偏心角の計算： $T = T' + x_1 - x_2$ (正弦定理) ② 新設点の偏心角の計算： $T = T' - x$ (正弦定理) ③ 2 辺挟角の計算： $L = \sqrt{S^2 + e^2 - 2Se \cos \theta}$ (余弦定理)
(2) 方向角の計算	① B 点の方向角 $T_B = \Sigma \beta - (T_A' + (n-1) \times 180^\circ)$ (角度計算)
(3) 平面直角座標位置の計算	① P 点の座標 (X_P, Y_P) $X_P = X_A + L \cos \theta$ $Y_P = Y_A + L \sin \theta$ (三角関数)
(4) ベクトル計算	① $\vec{BC} = \vec{AC} - \vec{AB}$ ② ベクトル成分差が $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ であれば、 $\Delta X = X_A - X_B, \Delta Y = Y_A - Y_B, \Delta Z = Z_A - Z_B$ なので、 $BC = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$
(5) 水平角の最確値・標準偏差の計算	① 最確値 $m = \frac{\Sigma L}{n}$; L: 測定データ n: データ数 ② 残差 = $m - L$ ③ 標準偏差 = $\pm \sqrt{\frac{\Sigma (m-L)^2}{n \times (n-1)}}$
(6) 高度定数の計算	① 高低角 $\alpha = 90^\circ - \frac{r - \ell}{2}$ ② 高度定数 $K = (r + \ell) - 360^\circ$ ③ 高度定数の較差 = $k_{\max} - k_{\min}$ (角度計算)
(7) 倍角差・観測差の計算	① 倍角差 = 最大の倍角 - 最小の倍角 (1 級基準点測量では 15" 以下) ② 観測差 = 最大の較差 - 最小の較差 (1 級基準点測量では 8" 以下)
(8) 平面直角座標への投影の計算	① 傾斜補正： $S = L - \frac{h^2}{2L}$; L: 斜距離 h: 高低差 ② 楕円体投影： $S_0 = \frac{S}{1 + \frac{H}{R}}$; H: 楕円体高 R: 地球の半径 ③ 縮尺係数 m_0 による変換： $s = S_0 \times m_0$

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

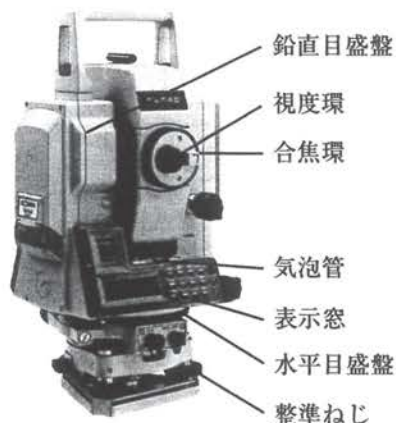
※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

2.2 多角測量 重要項目集

1 多角測量に使用する主な機器

① TS(トータルステーション)

- (1) 距離測定用の光波測距儀と、角度測定用のセオドライトを組み合わせた機器である。1 視準(1 観測)で水平角・鉛直角・斜距離を同時に観測できる。ただし、水平距離を直接測定することはできない。
- (2) 測定結果は、データコレクタ(電子野帳)に記録される。測定精度の許容範囲を予め入力しておく、自動計算により再測の要否が明示される。なお、不都合なデータもすべて記録しておき、測量計画機関に提出する必要がある。データコレクタは衝撃に弱いので、内部のデータを早期にバックアップすることが望ましい。
- (3) TS の設置高さ・反射鏡高さや、気温・気圧などの気象条件は、測定時に入力する。これらを入力しておく、測定値の調整・補正などの計算が自動的に行われる。
- (4) TS で測定されたデータは、パソコン処理が可能なデジタルデータである。データコレクタをパソコンに接続し、基線解析を行うと、測定されたデータを GRS80 準拠楕円体上の距離に換算することができる。



② GNSS(グローバルナビゲーションサテライトシステム)

- (1) 衛星からの電波を受信して測量を行うもので、汎地球測位航法衛星システムと呼ばされる。GPS(アメリカが運用)・GLONASS(ロシアが運用)・準天頂衛星システム(日本が運用)等の総称でもある。準天頂衛星システムは、日本では GPS と同等として扱われる。
- (2) 1 級 GNSS 測量機は、同一の航法衛星が発信する 2 つの周波数の電波(L1 帯と L2 帯)を同時に受信することで、電離層による電波の遅れを補正し、精度を確保できる。2 級 GNSS 測量機は、L1 帯のみを受信するので、電離層による電波の遅れを補正できない。観測距離が短ければ、電波の遅れの影響が小さいので、観測距離が 10 km 以内であれば 1 周波としてよいが、必要とされる精度に応じて 2 周波・1 周波を使い分けることが望ましい。
- (3) GNSS 測量で求められる値は、GRS80 楕円体上の水平位置(X 座標・Y 座標)と、その位置の楕円体高(Z 座標)である。アンテナの設置高さを [mm] の位で測定して入力すると、ITRF94 地心直交座標系の座標位置 P(X,Y,Z) を求められる。P(X,Y,Z) が分かれば、P 点の緯度 L・経度 B を計算できる。また、楕円体高 Z からジオイド高 GH を引くことで、標高 H が算出される。これにより、P 点の平面直角座標系(日本地図を表す座標系)における北緯・東経・標高(L,B,H)を求めることができる。

- (4) GNSS 測量機に用いるアンテナは、その位置特性を統一できるように、すべてのアンテナを同一方向(北)に向け、PCV 補正を行う。PCV 補正とは、アンテナの中心で電波を受信できるようにすることである。

③ 機器の点検・調整

- (1) 観測に使用する機器の点検は、観測着手前および観測期間中に適宜行う。観測に使用する機器の調整は、必要に応じて行う。

2 基準点測量の計画

① 公共測量

- (1) 公共測量は、基本測量または公共測量の測量成果に基づいて実施する。公共測量により新たに得られた測量成果は、その写しを国土地理院の長に送付して審査を受けた後、精度についての意見を付されて公表される。
- (2) 測量成果は、平面直角座標系の水平位置 X,Y と、標高 H で表される。
- (3) 国土交通大臣は、公共測量の作業規程の準則を定めることができる。

② 基準点測量の通則

- (1) 基準点測量とは、電子基準点・三角点・水準点などの既知点に基づき、新点の位置を定める測量である。なお、測量において、「位置」と書かれた場合は標高を含む水平位置を表し、「水平位置」と書かれた場合は標高を含まない水平位置を表す。
- (2) 基準点とは、位置に関する数値的な成果を有する測量標である。
- (3) 既知点とは、位置のデータを持つ既設の基準点である。
- (4) 新点とは、基準点測量により新設される新設点および改測点である。

③ 基準点測量の方法

- (1) 基準点測量は、次の表のように既知点の種類・既知点間の距離などにより、1級・2級・3級・4級に区分される。

項目 \ 区分	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量	4級基準点測量
既知点の種類	電子基準点 一～四等三角点 1級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～2級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～2級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～3級基準点
既知点間距離(m)	4,000	2,000	1,500	500
新点間距離(m)	1,000	500	200	50

- (2) 1級基準点測量により設置される基準点を、1級基準点という。4級基準点測量により設置される基準点を、4級基準点という。2級・3級も同様である。
- (3) 1級・2級基準点測量では、電子基準点のみを既知点とすることができる。既知点とするすべての電子基準点は、他の1つ以上の電子基準点に結合させる。
- (4) 1級・2級基準点測量は、結合多角方式により行う。やむを得ないときは単路線方式により行う。
- (5) 3級・4級基準点測量は、結合多角方式または単路線方式により行う。

第3分野

水準測量

3.1 水準測量 出題分析表

項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
作業 規程	水準測量の作業計画			●	●	●	●	●	●	●
	水準測量の観測方法	●●	●●	●●	●	●	●	●	●	●
	水準測量の計算方法					●				
	復旧測量									
計算 技術	標高の平均計算		●		●				●	
	レベルの視準線の調整		●					●	●	●
	往復観測区間の合否判定	●		●		●	●			
	標高の傾斜補正計算									
	標尺補正計算	●			●		●	●		●

計算問題	公式
(1) 標高の平均計算	重量平均で標高を求めるときは、路線の方向を求点 E に向けて揃える。 $H_E = \frac{p_1 \times H_A + p_2 \times H_B + p_3 \times H_C + p_4 \times H_D}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}$
(2) レベルの視準線の調整計算	① 読定値 a から調整量 x を求める。 (a と b は B 点から視準、a' と b' は A 点から視準) $d = (a - a') - (b - b') \quad x = 1.1 \times d$ ② 調整位置 B からの視準軸を水平とするための視準読定値を求める。 視準読定値 = a - x
(3) 往復観測区間の合否判定	① 各区間の往復観測の較差 = $\Delta \ell$ ② 各区間の許容差 = $2.5 \text{mm} \sqrt{S} [\text{km}]$ (S = 区間距離) ③ 1 級水準測量では、 $\Delta \ell \leq 2.5 \sqrt{S}$ なら合格とする。
(4) 標高の傾斜補正計算	補正後の高さ(h_0)は、傾斜標尺の読み(h)、標尺の変位量(d)から計算する。 $h_0 = \sqrt{h^2 - d^2} \approx h - \frac{d^2}{2h}$
(5) 標尺補正計算	① 標尺補正係数(C_0)は、 $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ として計算する。 ② 補正量 $\Delta C = [C_0 + (T - T_0) \times \alpha] \times \Delta H$ ③ 正しい標高差 = $\Delta H + \Delta C$

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

3.2 水準測量 重要項目集

1 水準測量の方法

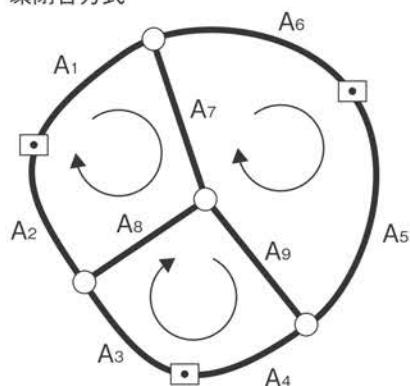
① 水準測量の種類

- (1) 水準測量とは、既知点の標高に基づき、新点とする水準点の標高を定める作業である。
- (2) 水準測量は、既知点の種類・既知点間の路線長・観測の精度などにより、1級・2級・3級・4級・簡易水準点測量に区分される。それぞれの区分の測量で定められた水準点は、1級・2級・3級・4級・簡易水準点と呼ばれる。
- (3) 区分に応じた既知点の種類・既知点間の路線長は、下表を標準とする。

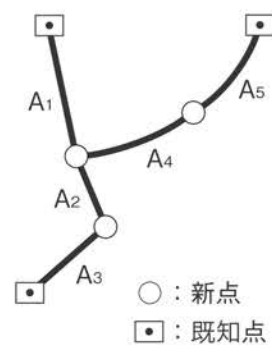
項目 \ 区分	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量	4級水準測量	簡易水準測量
既知点の種類	一等水準点 1級水準点	一～二等水準点 1～2級水準点	一～三等水準点 1～3級水準点	一～三等水準点 1～4級水準点	一～三等水準点 1～4級水準点
既知点間の路線長	150km以下	150km以下	50km以下	50km以下	50km以下

- (4) 水準路線とは、2点以上の既知点を結合する路線のことである。2点以上の水準点がない離島などで、水準路線を直接結ぶことができない場合は、渡海(河)水準測量により連結する。

環閉合方式



結合方式



環閉合方式水準路線

$A_1-A_7-A_8-A_2$
 $A_3-A_8-A_9-A_4$
 $A_5-A_9-A_7-A_6$
 $A_1-A_6-A_5-A_4-A_3-A_2$

結合方式水準路線

$A_1-A_2-A_3$
 $A_1-A_4-A_5$
 $A_3-A_2-A_4-A_5$

○：新点
□：既知点

- (5) 水準測量の観測は、平均図に基づき、直接水準測量または渡海(河)水準測量により行う。

② 水準測量の作業計画

- (1) 作業計画を作成するときは、事前に地形図上で新点の概略位置を決定し、平均計画図を作成する。
- (2) 選点とは、平均計画図に基づき、現地において既知点の現況および水準路線を調査すると共に、後続作業における利用を考慮しつつ新点の位置を選定し、選点図と平均図を作成することである。

- (3) 新点を選定したとき、その位置および視通線などを地形図に記入し、選点図を作成する。その選点図に基づき、平均図を作成し、測量計画機関の承認を得る。
- (4) 既知点の現況調査では、異常の有無を確認し、基準点現況調査報告書を作成する。
- (5) 測量計画機関が持つ土地以外の土地に永久標識を設置しようとするときは、その土地の所有者または管理者から、建標承諾書等による承諾を得る。

③ 測量標の設置

- (1) 新設点の位置には、原則として、永久標識(測量標)を設置し、測量標設置位置通知書を作成する。
- (2) 設置した永久標識は、写真などにより記録する。また、必要があれば、固有番号等を記録したICタグを標識面に埋め込む。
- (3) 永久標識を設置した水準点の水平位置(X,Y)は、ネットワーク RTK法を用いた単点観測法により求めることができる。観測は下表に従って2セット行う。その際、1セット目を採用値とし、再初期化後の2セット目を点検値とする。採用値と点検値との較差が許容範囲を超えているときは、再測を行う。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔	許容範囲		備考
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック以上を2セット	1秒	ΔN ΔE	100mm	ΔN : 水平面の南北成分のセット間較差 ΔE : 水平面の東西成分のセット間較差 ただし、平面直角座標で比較することができる。

- (4) 成果数値データファイルには、水準点の水平位置(X,Y)を、それぞれ0.1m単位まで記入する。水準点上で直接観測ができないときは、TSなどにより偏心点を設けて偏心要素を測定する。
- (5) 永久標識を設置したときは、近隣の地形や、経年後にも発見しやすい事項を記した「点の記」を作成する。
- (6) 新設点の観測は、永久標識の設置後、24時間以上経過してから行う。

第4分野

地形測量

4.1 地形測量 出題分析表

項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
作業規程	現地測量の作業計画									
	TS等による細部測量			●			●		●	
	GNSS測量機による細部測量					●	●	●		
	TS・GNSS測量機による細部測量	●		●	●					●
	数値編集・補備測量	●				●				
現地測量計算	傾斜地における等高線との交点	●	●	●	●	●	●	●	●	
	点・線・面のデータ化(GIS)							●		●
	観測誤差(方向誤差と水平誤差)				●					

計算問題	公式
(1) 傾斜地において等高線との交点までの距離を算出	$\triangle ABB'$ と $\triangle ACC'$ の相似関係から、比高を用いた比例関係を使用して考える。 $\frac{AC \text{ の長さ}}{AB \text{ の長さ}} = \frac{h_C \text{ (C 点の比高)}}{h_B \text{ (B 点の比高)}}$
(2) 点・線・面のデータ化(GIS)	① 道路は、交差点と交差点を結ぶ道路中心線で構成される。 ② 街区面は、道路中心線で囲まれる。 ③ 道路中心線の時計回り方向を正(+)、反時計回り方向を負(-)とする。
(3) 最大偏位角 θ から偏位量 Δl を計算	$\Delta l = l \times \theta \text{ [rad(ラジアン)]}$ $\theta \text{ [rad(ラジアン)]} = x \text{ ['(分)]} \div 3333' = x \text{ [''(秒)]} \div 200000''$

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

1 現地測量の概要

- (1) 現地測量とは、基準点測量・水準測量で設置された基準点・水準点に基づき、人が現地に出かけて、地形の凹凸や地物の形状などを測量し、その位置を定める細部測量を行い、数値地形図データを作成する作業である。
- (2) 細部測量に際して基準点が不足しているときは、細部測量の前に、4級基準点または簡易基準点を設置する。
- (3) 基準点に機器を設置して観測することが困難なときは、TS(トータルステーション)やGNSS測量機を既設の基準点に設置し、放射法などの方法により、基準点と同等に扱うことのできるTS点を定めることができる。ただし、TS点が基準点になるわけではないので、TS点に基づいて新たなTS点を設置してはならない。TS点は、必ず基準点に基づいて設置する。
- (4) 現地測量に使用する機器は、TS・GNSS測量機・レベルなど、基準点測量と同じものである。そうした機器を用いた観測方法・作業方法も、多角測量と同様である。しかし、現地測量の精度は、基準点測量より劣る場合が多い。
- (5) 現地測量により作成した数値地形図データは、ステレオ図化機・ステレオ視装置・デジタルカメラ・スキャナなどを用いて、図式規定に基づき数値編集する。データが不足している箇所は、補備測量を行い、再度数値編集する。その後、数値地形図データファイルを作成し、品質評価を行い、それを測量成果とする。

2 現地測量の作業計画

① 現地測量

- (1) 現地測量とは、現地においてTS等やGNSS測量機を用いて、地形・地物などを測定し、数値地形図データを作成する作業をいう。
- (2) 現地測量は、4級基準点・簡易水準点またはこれと同等以上の精度を有する基準点に基づいて実施する。
- (3) 現地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、原則として1000以下とし、250・500・1000の3種類を標準とする。

② 細部測量

- (1) 細部測量とは、基準点またはTS点に、TS等やGNSS測量機を整置し、地形・地物などを測定し、数値地形図データを取得する作業をいう。
- (2) 細部測量における地上座標値は、ミリメートルの位で表示する。
- (3) 細部測量の工程別作業区分および順序は、下記の通りである。
 - ① 作業計画：作業計画を立案する。
 - ② 基準点の設置：基準点が不足している場合、4級基準点または簡易基準点を設置する。
 - ③ 細部測量：基準点に基づき、TS・GNSS測量機などを用いて、地形・地物の凹凸・

位置を測定する。併せて、地名・橋の名称など、地物の属性情報を取得する。

- ④ 数値編集：現地で測定された細部測量データを、図式規程（公共測量標準図式）に基づき、ステレオ図化機・デジタイザなどを用いて統合し、数値編集することにより、編集済データを作成する。
- ⑤ 補備測量：細部測量において、不明瞭な点や抜け落ちがあった場合は、現地で補備測量を行い、補足編集する。
- ⑥ 数値地形図データファイルの作成：編集済データに基づき、数値地形図データファイルを作成し、測量成果とする。
- ⑦ 品質評価：数値地形図データファイルの品質を確認する。
- ⑧ 成果等の整理：メタデータ（インターネットで公開するときの索引などのデータ）を作成し、測量成果を整理する。

(4) 細部測量で必要となる基準点（既設点を含む）の配点密度は、次表を標準とする。

10,000 m ² あたりの配点密度			
地域 地図情報レベル	市街地	市街地近郊	山地
250	7点	6点	7点
500	6点	5点	6点
1000	5点	4点	4点

(5) 細部測量は、オンライン方式またはオフライン方式により行う。

- ① オンライン方式：携帯型パーソナルコンピュータ等の図形処理機能を用いて、図形表示しながら、TSなどによる計測および編集を現地で直接行う方式である。電子平板方式は、オンライン方式の一種である。取得する数値は、ベクタデータ（数値型データ）である。
- ② オフライン方式：現地でデータ取得だけを行い、その後、データコレクタ内に取り込んだデータを図形編集装置に入力し、図形処理を行う方式である。取得する数値は、ベクタデータである。

(6) 地形・地物などの状況により、基準点にTS等やGNSS測量機を整置して細部測量を行うことが困難な場合は、基準点に基づいてTS点を設置することができる。ただし、TS点に基づいて新たなTS点を設置してはならない。TS点の精度は、次表を標準とする。

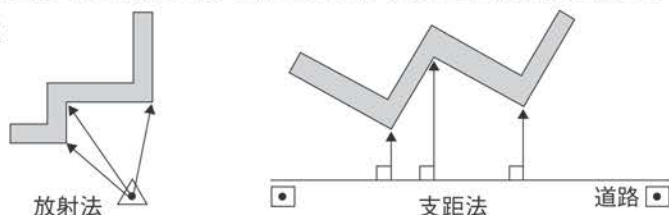
地域 地図情報レベル	水平位置 （標準偏差）	標高 （標準偏差）
500	100 mm以内	100 mm以内
1000	100 mm以内	100 mm以内
2500	200 mm以内	200 mm以内

(7) 標高の測定は、必要に応じて、水準測量により行うことができる。

3 TS等による細部測量

① TS等によるTS点の設置

- (1) TS等を用いるTS点の設置は、基準点にTS等を整置し、4級基準点測量の規定を準用して放射法または支距法により行う。



② TS等による地形・地物等の測定

- (1) 地形・地物等の測定精度は、地図情報レベル×0.3mmとする。例えば、地図情報レベルが1000であれば、測定の誤差が $1000 \times 0.3\text{mm} = 300\text{mm}$ を超えてはならない。
- (2) 標高の測定精度は、等高線の主曲線間隔の4分の1以内とする。
- (3) TS等を用いた地形・地物等の測定は、基準点またはTS点にTS等を整置し、放射法などにより野外測量を行う。
- (4) 標高の測定については、必要に応じて水準測量により行うことができる。
- (5) 基準点またはTS点からの地形・地物等の測定では、下記のような処理を行う。
- ① 地形は、地性線(尾根や谷などの線)および標高値を測定し、図形編集装置により等高線描画を行う。
 - ② 標高点の密度は、地図情報レベル×4cmを辺長とする格子に1点を標準とする。
 - ③ 標高点の数値は、センチメートルの位で表示する。
 - ④ 細部測量では、地形・地物等の測定を行い、編集および編集した図形の点検に必要な資料(測定位置確認資料)を作成する。
 - ⑤ 測定位置確認資料には、編集時に必要となる地名・建物等の名称や、取得したデータの結線のための情報等を記載する。
 - ⑥ 測定位置確認資料は、「現地において図形編集装置に地名・建物の名称・結線情報等を入力する方法」または「写真等で現況等を記録する方法」により作成する。
- (6) 取得した数値地形図データについては、編集後に重要事項を確認するとともに、必要部分を現地において測定する。
- (7) 測定した座標値等には、その属性を表すために、原則として、分類コードを付ける。
- (8) 分類コードは、数値地形図データ取得分類基準を標準とし、適宜略コード等を使用する。ただし、略コード等を用いた場合は、数値編集を行うときに、略コード等を数値地形図データ取得分類基準に変更する。
- (9) 地形・地物等の測定終了後に、データ解析システムにデータを転送し、計算機の画面上で編集および点検を行う。
- (10) 地形・地物等の測定方法は、次表を標準とする。

地図情報レベル	機 器	水平角観測対回数	距 離測定回数	測定距離の許容範囲
500以下	2級トータルステーション	0.5	1	150m
	3級トータルステーション	0.5	1	100m
1000以上	2級トータルステーション	0.5	1	200m
	3級トータルステーション	0.5	1	150m
備 考	ノンプリズム測距機能を有し、ノンプリズムによる公称測定精度が2級短距離型測距儀の性能を有する場合は、反射鏡を使用しないで測定することができる。			

4 GNSS 測量機による細部測量

① GNSS 測量機による地形・地物等の測定

- (1) GNSS 測量機による細部測量では、TS 等による野外で行う細部測量とは異なり、基準点間の視通は必要でない。衛星からの電波を用いているため、上空視界内に5衛星以上が確保されていれば、霧や雨の中でも観測ができる。
- (2) GNSS 測量機による細部測量では、小出力無線機等で観測データを送受信する。この方法では、基線解析により基線ベクトルがリアルタイムで得られるため、地形・地物等の相対位置を求めることができる。
- (3) GNSS 測量機を持ってトンネルなどを通過すると、一時的に電波が途絶える。そうした場合は、再初期化を行ってから観測を再開する。
- (4) GNSS 測量機のみによる細部測量が困難なときは、基準点に GNSS 測量機を整置し、放射法により TS 点を設置する。
- (5) 標高を求める場合は、国土地理院が提供するジオイドモデルにより、ジオイド高を補正して求める。なお、「標高 = 楕円体高 - ジオイド高」である。

② キネマティック法または RTK 法による細部測量

- (1) キネマティック法または RTK (リアルタイムキネマティック) 法による地形・地物等の測定は、基準点または TS 点に GNSS 測量機を整置し、放射法により行う。
- (2) 地形・地物等の測定は、TS 等による測定の規定に従って行う。
- (3) 観測は、1 セット行うものとする。
- (4) 観測に使用する衛星数および1セット内の観測回数などは、次表を標準とする。

使用衛星数	観 測 回 数	データ取得間隔
5 衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック以上	1 秒(ただし、キネマティック法は 5 秒以下)
摘 要	GLONASS 衛星を用いて観測する場合は、使用衛星数は 6 衛星以上とする。ただし、GPS・準天頂衛星及び GLONASS 衛星を、それぞれ 2 衛星以上用いること。	

- (5) 初期化を行う観測点では、下記の方法で観測値の点検を行ってから、次の観測点に移動する。
 - ① 点検のために1セットの観測を行う。この観測は、観測位置が明確な標杭等で行う。
 - ② 1セットの観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。
 - ③ 再初期化後に行った2セット目の観測値を採用値とし、観測を継続する。

第5分野

写真測量

5.1 写真測量 出題分析表

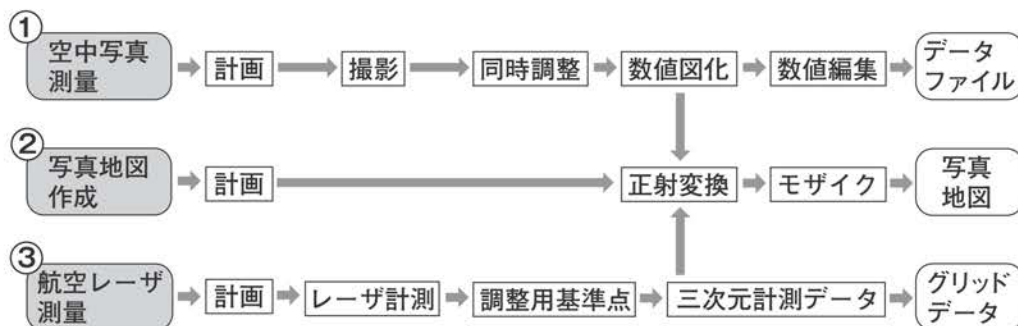
項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
撮影	空中写真測量における計画		○			○○	○	○	○	○
	空中写真測量における数値図化		○	○	○	○		○	○	○
作業 規程	写真地図作成	○			○		○	○	○	○
	航空レーザ測量	○	○	○	○		○	○	○	○
	車載写真レーザ測量		○							
現地 測量 計算	デジタル画像による実長計算	○	○	○	○○	○○	○		○	
	デジタル画像による基線長計算	○					○	○		
	フィルムサイズと画素数									
	フィルム画像による標高計算		○	○					○	○
	フィルム画像による基線長計算									○
読図	空中写真の判読			○						

計算問題	公式
(1) デジタル航空カメラの画素寸法 ($\Delta \ell$) と地上画素寸法 (ℓ) との関係	$\frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{f}{H} = \frac{\Delta L}{L}$ (各記号を文章化すると下式になる。単位は[m]に統一する) $\frac{\text{画素寸法}(\Delta \ell)}{\text{地上画素寸法}(\ell)} = \frac{\text{画面距離}(f)}{\text{対地高度}(H)} = \frac{\text{画面上の長さ}(\Delta L)}{\text{地上の長さ}(L)}$
(2) デジタル航空カメラによる撮影基線長(B)の計算	$\text{重複実長}(W) = 0.6 \times n \times \frac{H}{f} \times \Delta \ell$ $\text{撮影基線長}(B) = 0.4 \times n \times \frac{H}{f} \times \Delta \ell$ n = 画面の縦方向の画素数(通常は 7500)、 $\Delta \ell$ = 画素寸法
(3) フィルム航空カメラのシャッター間隔	$\text{基線長}(B) = 0.4 \times \Delta L \times \frac{H}{f}$ シャッター間隔(t) = 基線長(B) ÷ 飛行平均速度(V)[m/s] ΔL = 画面上の長さ
(4) フィルム航空カメラによる地物の高さ(比高)(h)の計算	$h = H \times \frac{\Delta \ell}{\ell}$ (各記号を文章化すると下式になる) $\text{地物の高さ} = \text{対地高度} \times \frac{\text{写真上における地物の高さによる歪みの長さ}}{\text{写真上における主点から地物の先端までの長さ}}$

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

空中写真測量は、基準点・水準点に基づき、地形・地物等を数値地形図データとして表現するためのものである。これは、細部測量の中心的な作業である。空中写真測量の出題は、「数値図化」「写真地図作成」「航空レーザ測量」から構成される。学習前に、その工程の概略を理解しておこう。



※平成 24 年度以降(測量法改正後)は、フィルム航空カメラに関する出題はほとんどありません。

※平成 24 年度以前(測量法改正前)の問題は、改正後の法律の基準に合わせて用語を修正しています。

5.2 写真測量 重要項目集

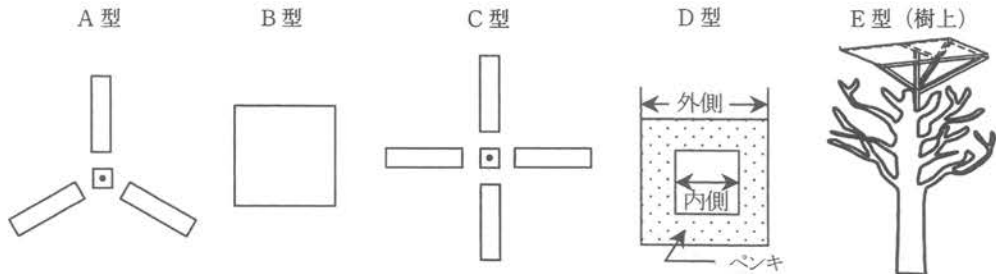
1 写真測量の作業計画

- (1) 空中写真測量には、下記①～⑫の工程別作業区分がある。作業は、①→⑫の順に行う。
①作業計画→②標定点の設置→③対空標識の設置→④撮影→⑤同時調整→⑥現地調査→⑦数値図化→⑧数値編集→⑨補測編集→⑩数値地形図データファイルの作成→⑪品質評価→⑫成果等の整理
- (2) 標定点とは、同時調整に必要な水平位置および標高の基準となる既知点と、同時調整のために設けた基準点のことである。標定点の設置方法は、下記の通りである。
 - ①標定点の水平位置は、ネットワーク型 RTK 法を用いた単点観測法により定める。
 - ②標定点の標高は、簡易水準測量に準じた方法で定める。
 - ③周辺地物との色調差が明瞭な構造物が測定できるときは、その構造物上に標定点を設置し、設置した標定点を対空標識として扱うことができる。

2 対空標識

1 対空標識の形状

- (1) 対空標識とは、同時調整および数値図化において基準点・水準点・標定点等の写真座標を測定するために設置する一時標識のことである。
- (2) 対空標識の形状・寸法・色などは、空中写真上での確認ができるものとする。
- (3) 対空標識の形状は、下図の A 型・B 型・C 型・D 型・E 型のいずれかとする。



- (4) 対空標識は、上図のうち A 型と B 型を基本型とする。
- (5) 対空標識板の色は、白色を標準とするが、状況に応じて黄色または黒色とする。

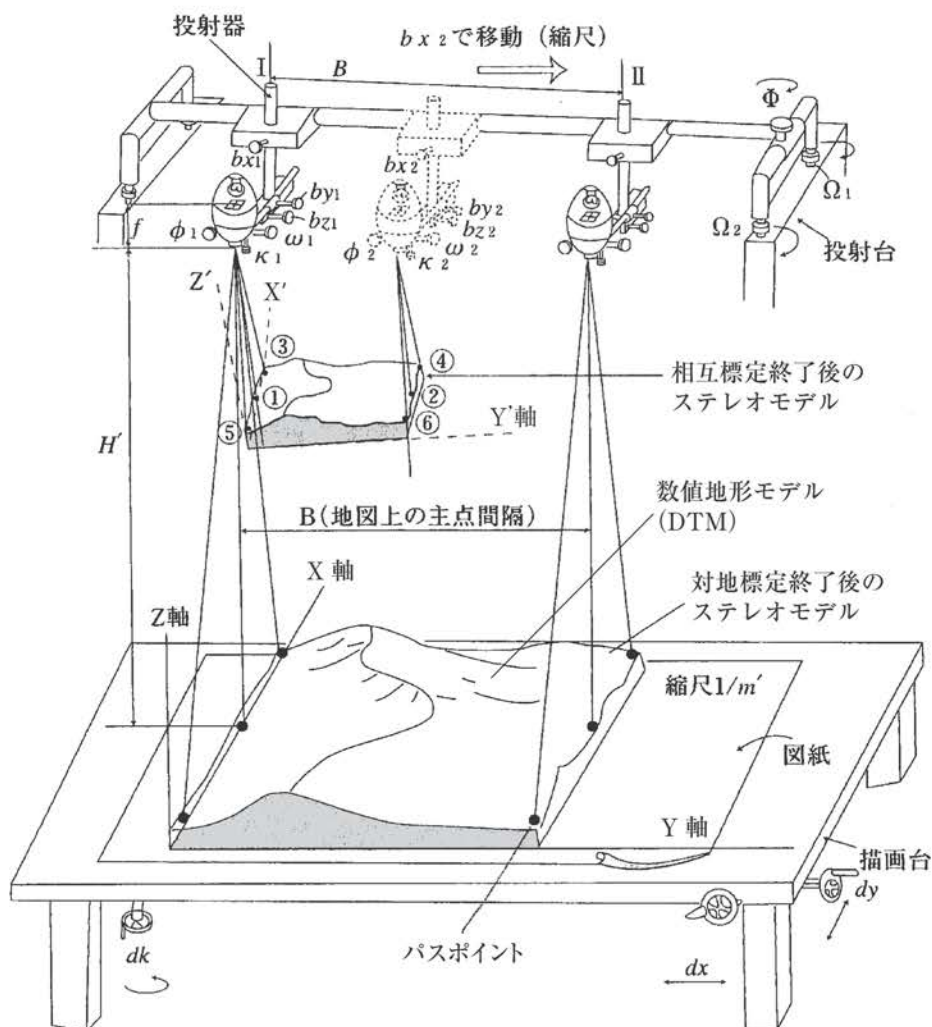
2 対空標識の設置・撤去

- (1) 対空標識を設置するときは、対空標識の各端点において、天頂からおおむね 45 度以上の上空視界を確保する。
- (2) 対空標識を樹上に設置するときは、付近の樹冠より 50cm 程度高くする。
- (3) 対空標識を基準点から偏心して設置するときは、偏心点に木製またはプラスチック製の標杭を設置し、これを中心として対空標識板を取り付ける。
- (4) 対空標識には、「公共測量であること」「計画機関名」「作業機関名」「保存期限」を標示する。

- (5) 設置した対空標識は、撮影作業完了後、速やかに撤去・清掃し、現状を回復させる。現状を回復させるとは、対空標識を設置する前の状態にすることをいう。

3 写真測量に用いる機材

- (1) 写真測量に用いる航空機は、GNSS アンテナを機体頂部に、IMU(慣性計測装置)を航空カメラ本体に取り付けられるものとする。
- (2) 写真測量に用いるフィルム航空カメラは、原則として、広角航空カメラとする。
- (3) 写真測量に用いるデジタル航空カメラは、下記の条件を満たすものとする。
- ① ジャイロ架台を装備したフレーム型とする。
 - ② 所要の面積と所定の地上画素寸法を確保できるものとする。
 - ③ GNSS およびカメラの3軸とIMUの3軸を一致調整(ボアサイトキャリブレーション / Boresight Calibration)したものとする。
- (4) GNSS/IMU 装置で取得したデータは、電子基準点と GNSS アンテナとを結ぶ基線ベクトルから、キネマティック解析ソフトにより、撮影位置データ(外部標定要素)を求めることができる。
- (5) GNSS 測量機が1秒以下の間隔で取得したデータは、点の集合として求まる。IMU 装置により、その点と点を繋ぎ、座標位置の集まりとしての線を描くことで、飛行コース上のすべての撮影位置を特定することができる。
- (6) フィルムカメラのロールフィルムを用いると、空中写真用スキャナにより、画像形式の数値写真を取得することができる。
- (7) デジタルステレオ図化機を用いると、ステレオ視(立体視)可能な数値写真から、ステレオモデルを作成・表示し、数値形式の数値地形図データを取得・記録することができる。
- (8) デジタルステレオ図化機は、内部標定・相互標定・絶対標定・外部標定の各要素により、ステレオモデルを構築するものである。そのイメージを理解するためには、アナログ図化機(次頁に示す)によるステレオモデルを理解するとよい。これをコンピュータで行うのが、デジタルステレオ図化機である。
- (9) デジタルステレオ図化機による作業では、一般に、相互標定によりステレオモデルを作成した後、このステレオモデルの縮尺を合わせるために対地標定を行う。この対地標定が終了した後のステレオモデルを目視確認しながら、地形・地物の位置データに分類コードを付与し、数値地形図データを取得する。



4 撮影

1 撮影計画

- (1) 比高(2個の基準点間の標高差)に大きな差がある地形(山岳部など)の状況により、実体空白部が生じないように計画する。
- (2) 撮影時のGNSS衛星の配置を考慮し、必要な精度を得られるよう計画する。
- (3) ひとつのコースの撮影は、直線かつ等高度の撮影となるよう計画する。
- (4) 撮影重複度(同一コース内の隣接空中写真との重複度)は、60%を標準とする。
- (5) 隣接重複度(隣接コースの空中写真との重複度)は、30%を標準とする。
- (6) 撮影高度は、対地高度に対地標高(撮影基準面からの高さ、測量士補試験では標高=対地標高である)を加えたものとする。
- (7) GNSS測量のキネマティック解析における整数値バイアスの決定は、地上初期化方式または空中初期化方式とする。整数値バイアス決定およびIMUドリフト初期化のための飛行は、撮影前後に行うものとする。

第6分野

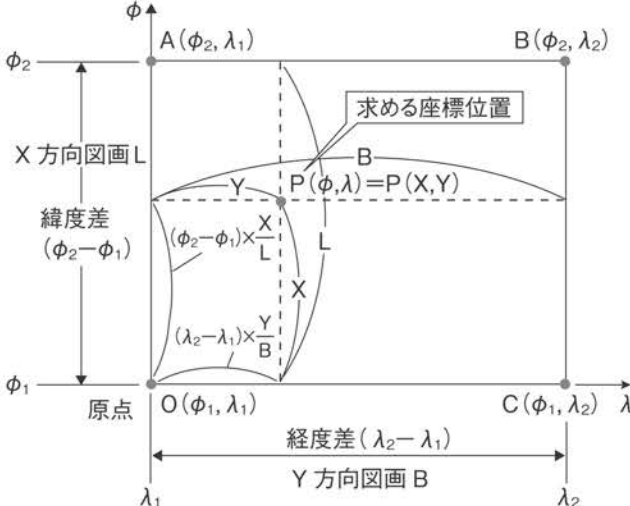
地図編集

6.1 地図編集 出題分析表

項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
地図	投影図法			○	○	○			○	○
投影法	UTM 図法・平面直角座標系	○	○				○	○		
地図編集	編集の優先順位	○	○	○	○	○	○	○	○	○
GIS	ベクタ・ラスタデータ					○		○		○
	地理空間情報				○		○		○	
読図・計算	地図の読み取り	○	○	○			○	○		○
	距離・緯度・経度の計算				○	○			○	

平面直角座標を緯度・経度に変換する

▶ 平面直角座標 $P(X,Y)$ を、緯度 (ϕ) と経度 (λ) で表示したものが、地理学的座標系 $P(\phi, \lambda)$ である。平面直角座標の原点を $O(0,0)$ とした場合、原点 O から見た座標位置 $P(X,Y)$ と、UTM 図法上の座標位置 $P(\phi, \lambda)$ は、比例関係にある。そのため、地形図上の OP の水平距離を Y 、 OP の鉛直距離を X とし、 $P(X,Y)$ と $P(\phi, \lambda)$ を地形図上で相互に変換できる。

計算問題	公式
<p>(1) 緯度差・経度差から座標位置の緯度・経度を求める</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> $\phi = \phi_1 + (\phi_2 - \phi_1) \times \frac{X}{L}$ $\lambda = \lambda_1 + (\lambda_2 - \lambda_1) \times \frac{Y}{B}$ </div> <div style="width: 45%;"> <p>緯度差(L) = $\phi_2 - \phi_1$</p> <p>経度差(B) = $\lambda_2 - \lambda_1$</p> </div> </div> 

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

6.2 地図編集 重要項目集

1 投影図法

① 地図の利用(一般図と主題図)

- (1) 一般図とは、海岸線・河川・道路・鉄道・建物・等高線・行政界・植生界・注記などを、軽重を付けずに作成した地図である。一般図は、多目的な利用のために作成されている。1/25000地形図・1/2500都市計画基本図などが、代表的な一般図である。
- (2) 主題図とは、特定のテーマに沿って作成された地図である。主題図は、一般図を基図として作成する。土地利用図・道路マップ・ハザードマップなどが、代表的な主題図である。

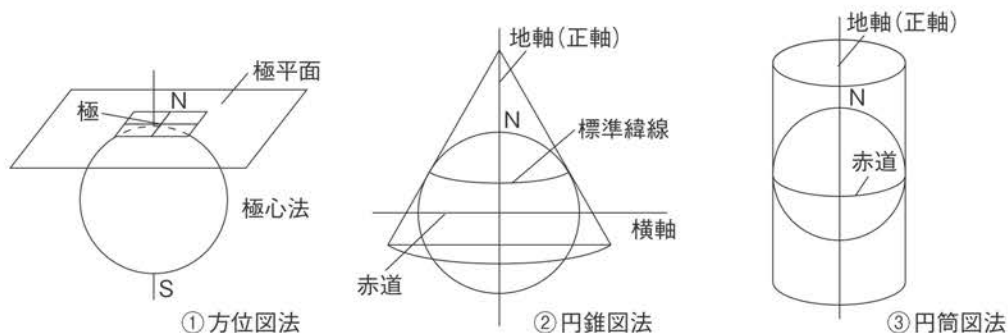
② 地図投影法の分類

- (1) 地図は、球体である地球の表面を平面に投影して描いたものであるため、極小範囲を描く場合を除き、必ず何らかの歪みを伴う。地図投影法(図法)は、下表のように分類される。

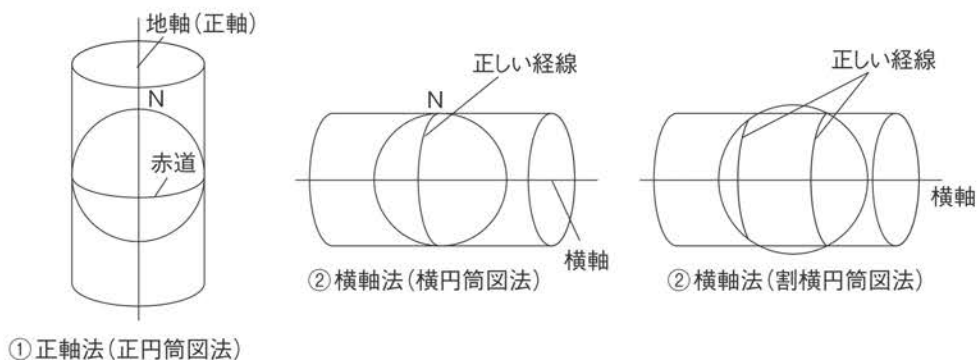
分類の方法	図法の名称
図形的性質による分類 (何を正しく描くか)	① 正距図法(距離を正しくする) ② 正積図法(面積を正しくする) ③ 正角図法(角度を正しくする)
投影面の種類による分類 (どのような面に投影するか)	① 方位図法(平面上に投影する) ② 円錐図法(円錐面上に投影する) ③ 円筒図法(円筒面上に投影する)
投影軸による分類 (投影面の軸は何か)	① 正軸法(地軸とする) ② 横軸法(地軸に直交する軸とする)
投射位置による分類 (どこに光源を置いて投影するか)	① 心射図法(地球の中心に置く) ② 平射図法(地球の裏側に置く) ③ 内射図法(地球内部に置く) ④ 外射図法(地球外部に置く) ⑤ 正射図法(無限大の遠さに置く)

- (2) 図形的性質による分類は、距離・面積・角度のうち、どれを正しく描くかで分類する方法である。距離・面積・角度をすべて正しく表現できる平面の投影図法はない。
 - ① 正距図法：地図上の平面の距離と、地球上の球面の距離が、地図上のひとつの緯線・経線などの特定の線群についてのみ、等しい比率で表される図法。
 - ② 正積図法：地図上の平面の面積と、地球上の球面の面積が、地図上のどの部分においても、等しい比率で表される図法。
 - ③ 正角図法：地図上の平面の交角と、地球上の球面の交角が、地図上の1点から任意の方向に引いた線についてのみ、等しい角度で表される図法。
 - ④ 正距正角図法：距離と角度を正しく描いた図法。正距・正角の両立は可能である。

- ⑤ 正距正積図法：距離と面積を正しく描いた図法。正距・正積の両立は可能である。
 - ⑥ 正角正積図法：このような地図は作成できない。正角・正積の両立は不可能である。
- (3) 投影面の種類による分類は、地球の表面をどのような面に投影するかで分類する方法である。地球表面を接点から剥がして、紙に貼り付けると考えると分かりやすい。
- ① 方位図法：平面の紙を、地球上の一点に接触させ、その平面上に投影する図法。
 - ② 円錐図法：地球に、円錐状に丸めた紙をかぶせ、その円錐上に投影する図法。
 - ③ 円筒図法：地球を、円筒状に丸めた紙で覆い、その円筒上に投影する図法。



- (4) 投影軸による分類は、投影面の軸(方位図法なら平面に直交する軸、円錐図法・円筒図法なら円錐・円筒の中心を貫く軸)をどこに置くかで分類する方法である。
- ① 正軸法：地軸を、投影面の軸とする。東西方向の歪みが少ない。
 - ② 横軸法：地軸と直交する軸(赤道と平行な軸)を、投影面の軸とする。南北方向の歪みが少ない。
 - ③ 斜軸法：地球中心を斜めに貫く軸を、投影面の軸とする。



- 投影軸による分類は、投影面の種類による分類と併せて、図法の名称とする場合が多い。
- (5) 投射位置による分類は、どの位置に光源を置き、地図を投影するかで分類する方法である。
- ① 心射図法：地球中心に光源を置く。通常は、この方法が用いられる。
 - ② 平射図法：投影面から見て地球の裏側に光源を置く。
 - ③ 内射図法：地球内部の任意の点に光源を置く。
 - ④ 外射図法：地球外部の任意の点に光源を置く。
 - ⑤ 正射図法：地球から見て無限に遠い点に光源を置く。

第7分野

応用測量

7.1 応用測量 出題分析表

項目		平成30	平成29	平成28	平成27	平成26	平成25	平成24	平成23	平成22
応用測量 作業	路線測量		○	○	○	○	○			○
	河川測量	○	○	○	○		○	○	○	
	用地測量							○	○	○
	主題図（ハザードマップ等）	○	○	○						
応用測量 計算	曲線設置計算	○	○	○	○			○	○	
	座標法による面積計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	点高法による地盤高計算	○								
	間接水準測量						○			
	昇降式水準測量									○
	器高式水準測量					○				

計算問題	公式
(1) 曲線設置計算	<p>接線長(TL) = $R \times \tan \frac{I}{2}$ (R = 半径 [m]、I = 交角 [°])</p> <p>曲線長(CL) = $R \times I = 2 \pi R \times \frac{I}{360^\circ}$</p> <p>外線長(SL) = $R \times \left(\frac{1}{\cos \frac{I}{2}} - 1 \right)$</p> <p>中央縦距(M) = $R \times \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right)$</p> <p>弦長(C) = $2R \times \sin \frac{I}{2}$</p> <p>中心角($\theta$) = $360^\circ \times \frac{CL}{2 \pi R}$</p> <p>偏角($\delta$) = $\frac{\theta}{2}$</p> <p>交角(I) = $360^\circ - (\alpha + \beta)$ (IP 点を設置できない場合の計算)</p>
(2) 座標法による面積計算	<p>倍面積(2S) = $\sum_{i=1}^n x_i \times (y_{i+1} - y_{i-1})$</p>
(3) 間接水準測量における高低差の計算	<p>高低差(h) = $L_2 \times \sin \theta_2 - L_1 \times \sin \theta_1$</p>
(4) 昇降式水準測量における地盤高の計算	<p>地盤高(H) = $BM + (\sum BS - \sum FS)$ ($\sum BS$ = 後視合計、$\sum FS$ = 前視合計)</p>
(5) 器高式水準測量における地盤高の計算	<p>地盤高(H) = 器高 - FS</p>

※計算問題では、適宜、関数表を使用する必要がある。

※公式中の記号の意味等は、計算技術集を参考にしてください。

1 応用測量の概要

- (1) 応用測量とは、道路・河川・公園などの計画・調査・実施設計・用地取得・管理などに必要な測量である。応用測量には、主として、下記の3分野がある。
- ① 路線測量
 - ② 河川測量
 - ③ 用地測量
- (2) 応用測量は、基本測量・基準点測量・水準測量・地形測量・写真測量の成果を使用し、作業規程の準則に従って実施する。
- (3) 応用測量に使用する機器は、トータルステーション・GNSS測量機・レベル・標尺・音響測深器・レッド(錘を付けたロープ)などである。
- (4) 測角・測距・水準(高さの測定)などの表示単位・計算精度は、次表を標準とする。

区分	方向角	距離	標高	座標値
単位	秒	m	m	m
位	1	0.001	0.001	0.001

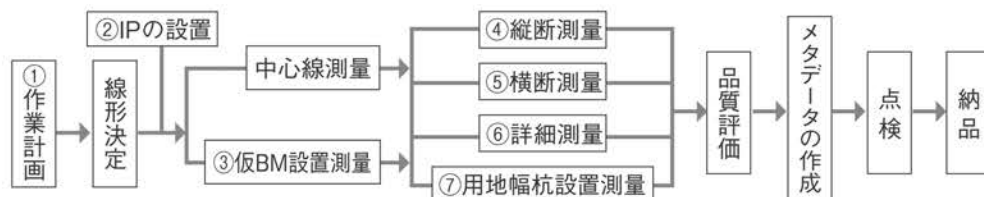
2 路線測量

1 路線測量の概要

- (1) 路線測量とは、線状建築物(道路や橋などの長い構造物)を建設するための調査・計画・実施設計などを行う測量である。測量士補試験においては、曲線道路を設置することに関する計算問題の出題が多い。
- (2) 路線測量では、様々な点を示す必要がある。各点の定義は、下記の通りである。
- ① 条件点：建物の角など、動かすことのできない既知点。主要点を求めるために使われる。設計変更があっても条件点を変更することはできない。発注者が定める。
 - ② 主要点：道路の起点・終点・交点や、直線と曲線が入れ替わる点。設計上重要な既知点となる。受注者が定める。
 - ③ 中心点：路線の中心線上の点であり、一定の間隔(一般的には起点から20m間隔)で設置される。既知点としては扱われない。受注者が定める。

2 路線測量の作業手順

- (1) 路線測量の作業手順は、下記フローチャートの通りである。



- ① 作業計画では、作業手順を確認し、事前調査により路線の地形などを把握する。

- ② IP (Intersection Point) とは、曲線の始端 (BC) の接線と、曲線の終端 (EC) の接線との交点である。2つの接線が成す角 (外角) を、交角 (I) という。
- ③ 仮 BM (Bench Mark) を設置し、それを縦断測量の基準点とする。
- ④ 縦断測量は、仮 BM を基準点として、路線の中心杭に沿って行う。
- ⑤ 横断測量では、中心杭の高さを基準として、路線と直角方向の高低差を測定する。
- ⑥ 詳細測量では、橋・インターチェンジなどの構造物の設計に必要な断面の位置・高さなどを測量する。
- ⑦ 用地幅杭設置測量では、構造物を建設するために買収する必要がある用地の面積を計算する。

3 線形決定

- (1) 線形決定とは、地図情報レベル 1000以下の地形図上において、路線測量の対象となる道路の線形を定めることである。
- (2) 線形決定を行うときは、4級基準点以上の精度を持つ基準点に基づき、地物の座標を放射状に定める。その座標を既知点とし、この既知点を条件点と呼ぶ。各観測方法の詳細は、下記の通りである。
- ① トータルステーションにより座標を定める場合、下表の方法で観測を行う。

区 分	水平角観測	鉛直角観測	距離測定
方 法	1 対回	0.5 対回	2 回測定
較差の許容範囲	40"	—	5 mm

- ② キネマティック法・RTK 法・ネットワーク型 RTK 法により座標を定める場合、観測を 2 セット行う。その際、使用衛星数は 5 衛星以上とし、1 セット目の観測値を採用値、2 セット目の観測値を点検値とする。詳細は、次表の通りである。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔	許容範囲		備 考
5 衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック以上	1 秒 (ただし、キネマティック法は 5 秒以下)	ΔN ΔE	20 mm	ΔN : 水平面の南北成分のセット間較差 ΔE : 水平面の東西成分のセット間較差 ただし、平面直角座標値で比較することができる。
摘 要	GLONASS 衛星を用いて観測する場合は、使用衛星数は 6 衛星以上とする。ただし、GPS・準天頂衛星及び GLONASS 衛星を、それぞれ 2 衛星以上を用いること。				

- ③ ネットワーク型 RTK 法による観測は、間接観測法または単点観測法 (1 台の GNSS 測量機だけで観測を行う方法) とする。
- ④ 単点観測法による観測では、下記の作業方法に従い、測量の整合性を確保する。
 - a. 電子基準点などの既知点数は、3 点以上とする。
 - b. 既知点は、作業地域の周辺を囲むように配置する。
 - c. 水平方向の補正 (整合処理) は、平面直角座標上の座標で行う。
 - d. 高さ方向の補正 (整合処理) は、標高を用いて行う。
 - e. 点検距離の較差が、下表の許容範囲内であれば、補正が正しく行われたことに