

刊行のことは

工業高等専門学校（高専）や大学の土木工学科が名称を変更しはじめたのは1980年代半ばです。高専では1990年ごろ、当時の福井高専校長 丹羽義次先生を中心とした「高専の土木・建築工学教育方法改善プロジェクト」が、名称変更を含めた高専土木工学教育のあり方を精力的に検討されました。その中で「環境都市工学科」という名称が第一候補となり、多くの高専土木工学科がこの名称に変更しました。その他の学科名として、都市工学科、建設工学科、都市システム工学科、建設システム工学科などを採用した高専もあります。

名称変更に伴い、カリキュラムも大幅に改変されました。環境工学分野の充実、CADを中心としたコンピュータ教育の拡充、防災や景観あるいは計画分野の改編・導入が実施された反面、設計製図や実習の一部が削除されました。

また、ほぼ時期を同じくして専攻科が設置されてきました。高専～専攻科という7年連続教育のなかで、日本技術者教育認定制度（JABEE）への対応も含めて、専門教育のあり方が模索されています。

土木工学教育のこのような変動に対応して教育方法や教育内容も確実に変化してきており、これらの変化に適応した新しい教科書シリーズを統一した思想のもとに編集するため、このたびの「環境・都市システム系教科書シリーズ」が誕生しました。このシリーズでは、以下の編集方針のもと、新しい土木系工学教育に適合した教科書をつくることに主眼を置いています。

- (1) 図表や例題を多く使い基礎的事項を中心に解説するとともに、それらの応用分野も含めてわかりやすく記述する。すなわち、ごく初歩的事項から始め、高度な専門技術を体系的に理解させる。
- (2) シリーズを通じて内容の重複を避け、効率的な編集を行う。
- (3) 高専の第一線の教育現場で活躍されている中堅の教官を執筆者とす

ii 刊 行 の こ と ば

る。

本シリーズは、高専学生はもとより多様な学生が在籍する大学・短大・専門学校にも有用と確信しており、土木系の専門教育を志す方々に広く活用していただければ幸いです。

最後に執筆を快く引き受けていただきました執筆者各位と本シリーズの企画・編集・出版に献身的なお世話をいただいた編集委員各位ならびにコロナ社に衷心よりお礼申し上げます。

2001年1月

編集委員長 澤 孝 平

改訂版にあたって

測量とは、地表面上の諸地点の位置関係を測定し、決定する技術である。山や河川などの自然物を利用し、道路、鉄道、トンネル、橋などの施設をつくるにあたっては、それらの設計や施工に先駆けて、まず測量が行われる。したがって、測量は都市・環境システム系、土木系の学科で学ぶ学生にとっては外すことのできない専門科目である。

本書は、工業高等専門学校（以下、高専という）および大学における都市・環境システム系、土木系の学科に在籍する学生を対象にして、測量学の基礎の習得に主眼を置いた教科書として執筆されたものである。測量学は、幾何や統計などの数学を応用した学問であるが、高専や大学のこれらの学科では、最初に学ぶ専門科目であることが多い。加えて、数学の理解が不十分な学生が測量学を履修することも十分考えられる。

そのため、本書では高専および大学の授業で扱われる内容に絞り、それらについてできるだけ平易に解説を行った。また、取り扱った内容の基礎となる数学の知識についてもできるかぎり取り上げた。

その『測量学Ⅰ』も初版の執筆から9年が経過した。拙著は高等学校の教諭として過ごした時代に諸先輩方からいただいた指導の内容をもとに、高等専門学校で職を得たのちに学生諸君が最初に出会う専門科目の教材として心を込めて執筆・編集したものである。多くの学校で教科書としてご採用いただき、大変光栄である。

その一方で、測量の実務を担当される方々からは苦言を頂戴した。そのおもな内容は、実務において機器および成果の電子化が進んでいる状況にまったく対応できていないということである。しかしながら、著者の勤務校では実習の機器は以前のままであり、授業を行うにあたってその必要性をまったく感じて

いなかった。著者は、平成19年からの6年間、測量士補国家試験の受験指導をする機会を得たが、測量の分野における電子化の進展と普及は著者の予想をはるかに超えるものであることを知り、自身の不勉強をおおいに反省した。さらに、平成23年の公共測量作業規定の準則の改正においては測量の成果は電子データとして扱うことが標準となっている。

近年、シンガポールを中心に東南アジア諸国へ出張する機会が多いが、そこで見かける測量の現場で用いられているのはトータルステーションであり、電子レベルである。グローバル化を標榜する国立高等専門学校機構（以下、高専機構）傘下の学校現場にこれらの導入が早急に望まれるところであるが、導入されていない場合であっても知識として必須と思われる。

以上の経緯に加え、高専機構傘下の学校においてモデルコアカリキュラムが導入されることになり、その対応も考慮して拙著の改訂を行うに至った。

土木工学科を起源とする学科において、卒業生は測量法第五十一条の定めによって測量に関する科目を修めれば、国家試験を受験することなく測量士補となる資格を有する。しかしながら、モデルコアカリキュラムと国家試験で扱われる内容は若干異なる。そこでモデルコアカリキュラムで扱われる内容は、その見出しの部分に上付き文字で「専」、測量士補国家試験で出題される内容は「補」と表し、測量士補国家試験を受験する初学者にも使いやすように配慮した。また、お使いいただいている先生方の要望を受け、「誤差論」を本書に含めることにした。

改訂版の執筆にあたっては、第一工業大学 岡林 巧 教授、大分工業高等学校 佐藤啓治 指導教諭に指導、助言ならびに資料の提供をいただいた。感謝申し上げます。

2014年2月

著 者

目 次

1. 測量学概説

1.1 はじめに	1
1.1.1 測量の目的	1
1.1.2 測量に関する法律	2
1.1.3 測量に関する資格	2
1.2 点の位置の決定	2
1.2.1 準拠楕円体	2
1.2.2 点の座標値	3
1.3 測量の分類	5
1.3.1 測量地域の大小による分類	5
1.3.2 測量の順序による分類	7
1.3.3 測量の方法による分類	8
1.3.4 測量の目的による分類	9
1.3.5 測量の法律による分類	9
演習問題	10

2. 距離測量

2.1 はじめに	11
2.1.1 測量で扱う距離の定義	11
2.1.2 距離測量の分類	12
2.2 必要な器具	12
2.2.1 巻尺	12
2.2.2 ポール	13
2.3 距離測量の方法	13

2.3.1 測線に見通し点を求める方法	14
2.3.2 距離の測定方法	15
2.4 誤差の取扱い方	19
2.4.1 誤差の定義	19
2.4.2 距離測量で生じる定誤差と補正方法	20
2.5 光波測距儀を使った距離測量	24
2.5.1 光波測距儀の概要	24
2.5.2 光波測距儀の誤差	25
演習問題	28

3. 水準測量

3.1 はじめに	30
3.1.1 水準測量の定義	30
3.1.2 水準測量の分類	30
3.1.3 公共測量作業規定による水準測量の区分	31
3.2 必要な器具	31
3.2.1 レベル	31
3.2.2 標尺	34
3.2.3 標尺台	35
3.3 水準測量の方法	35
3.3.1 2点間の高低差	35
3.3.2 昇降式による水準測量	36
3.3.3 器高式による水準測量	38
3.4 水準測量の誤差	39
3.4.1 誤差の種類	39
3.4.2 誤差の調整	45
演習問題	53

4. 角 測 量

4.1 はじめに	57
4.1.1 測量で扱う角の定義	57
4.1.2 角の単位	57
4.2 必要な器具および取り扱い方	58
4.3 水平角の測定方法	62
4.3.1 セオドライトの据付けおよび収納	62
4.3.2 測点の視準	64
4.3.3 角度の読取り	65
4.3.4 測角方法	66
4.4 誤差の取扱い方	77
4.4.1 器械誤差	77
4.4.2 個人誤差	80
演習問題	80

5. 平 板 測 量

5.1 はじめに	84
5.1.1 平板測量の定義	84
5.1.2 平板測量の長所と短所	85
5.2 必要な器具	85
5.2.1 アリダードを用いた測量	85
5.2.2 電子平板システムを用いた測量	89
5.3 平板測量の方法	91
5.3.1 平板の据付け	91
5.3.2 細部図根測量	93
5.3.3 細部測量	101
5.4 誤差の取扱い方	106
5.4.1 整準時の誤差	106

5.4.2	求心時の誤差	107
5.4.3	定位, 測定時の誤差	107
	演習問題	108

6. トラバース測量

6.1	はじめに	109
6.1.1	トラバース測量の定義	109
6.1.2	トラバースの構成	111
6.1.3	トラバースの種類	111
6.2	トラバース測量の手順	113
6.2.1	計 画	113
6.2.2	踏 査	114
6.2.3	選 点	114
6.2.4	造 標	115
6.2.5	距離測量と角測量	116
6.3	トラバース測量の計算	116
6.3.1	測定角の調整	116
6.3.2	方向角の計算	122
6.3.3	方位の計算	125
6.3.4	緯距・経距の計算	126
6.3.5	閉合誤差・閉合化	128
6.3.6	閉合誤差の調整	133
6.3.7	合緯距・合経距	137
6.3.8	面積の計算	139
6.4	偏心観測	143
6.4.1	基準点に器械が据え付けられない場合	144
6.4.2	基準点を視準できない場合	146
6.4.3	距離が測定できない場合	147
	演習問題	148

7. 誤 差 論

7.1 誤差の種類	152
7.2 誤差の三公理と正規分布	153
7.3 測定の精度の表示方法	155
7.3.1 確率誤差	155
7.3.2 標準偏差	156
7.3.3 平均誤差	157
7.3.4 特殊誤差の相互関係	158
7.4 測定値の重さ	158
7.4.1 観測回数	158
7.4.2 誤差	158
7.4.3 路線長	158
7.5 最小二乗法	159
7.6 誤差伝播の法則	160
7.7 最確値の平均二乗誤差	164
7.7.1 測定値の重さが同一の場合	164
7.7.2 測定値の重さが異なる場合	166
演習問題	167

8. 面積と体積の計算方法

8.1 面積の計算	170
8.1.1 面積計算法の分類	170
8.1.2 三角形に分割する方法	170
8.1.3 支距法	172
8.1.4 曲線で囲まれた地域の面積の計算方法	175
8.2 体積の計算	178
8.2.1 体積計算法の分類	178
8.2.2 断面法	178
8.2.3 点高法	180

8.2.4 等高線法.....181

演習問題.....182

付録 測量で使う数学.....184

1. ピタゴラスの定理と三角関数.....184

2. 60分法と弧度法.....184

3. 指数.....184

4. 微分.....185

5. テイラー (Taylor) 展開.....185

6. 錯角と同側内角.....185

7. 加法定理と倍角の公式.....186

8. 加法定理の別解——回転を表す一次変換.....187

9. 数値計算にあたって——有効数字.....188

引用・参考文献.....190

演習問題解答.....191

索引.....208

改訂 測量学Ⅱ・主要目次

1. 三角測量	5. 地形測量
2. 多角測量	6. 写真測量
3. 路線測量	7. GNSS測量
4. 河川測量	8. リモート センシング

1

測量学概説

測量とは、地球の表面またはその付近の諸点の位置を測定し、その結果から距離、角、方向、高さ、面積あるいは体積を計算し、地形図や図面を作成する作業である。したがって、測量の作業は、実際に野外で測定を行う**外業**と、目的に応じて行われる計算と図の作成を行う**内業**とに分けられる。

1.1 はじめに

1.1.1 測量の目的

B.C. 4000 ~ 2000 年頃、エジプトでは毎年のナイル河の洪水で課税のための境界線が不明となり、王の命令による測量手によって境界線の再測を行ったことが測量の起源とされる。その後、目的に応じて世界各地で測量技術は発展してきた。現代の測量の目的は、およそつぎの三つに分類される。

① 土地の境界線を定めるための測量

② 種々の建設工事に必要な測量

③ 国や地方自治体などが実施する広い地域にわたって高い精度で行う測量

③について、わが国では国が行うものを**基本測量**、地方自治体などが行う測量を**公共測量**と呼び、これらに従事する者は登録された**測量士**または**測量士補**でなければならない。

それぞれの目的によって測量の方法、計算の方法、得られた結果のまとめ方が異なるが、分類方法については明確な基準があるわけではない。

2 1. 測量学概説

1.1.2 測量に関する法律

わが国の法は憲法・法律・施行令・施行規則・告示で構成されている。測量に関しては法律に**測量法** (law of surveying), 施行令に測量法施行令, 施行規則に測量法施行規則, 告示に作業規定準則 (公共測量にのみ適用) がある。

1.1.3 測量に関する資格

1.1.1 項で述べたように基本測量または公共測量に従事する者は登録された測量士あるいは測量士補でなければならない。測量士は測量に関する計画を作成し、または実施する。測量士補は測量士の作成した計画に従い測量に従事する。測量業者は国土交通大臣の登録を受けなければならない、登録の有効期限は5年である。測量業者は、その営業所ごとに測量士を一人以上置かなければならない。したがって、測量士および測量士補はわが国の測量に関する業務独占資格である。

1.2 点の位置の決定

1.2.1 準拠楕円体

一般には球体と考えられている地球であるが、測量学においては楕円体とみなして位置の決定を行ってきた。測量で地球の形とみなされる楕円体の形状を**準拠楕円体** (reference ellipsoid) という。わが国では測量の基準として明治以来、三角点および水準点を整備し日本測地系を作った。これはベッセル楕円体を準拠楕円体としてきた。近年盛んに用いられている GNSS 測量や VLBI 測量で採用されている GRS80 楕円体とは表 1.1 に示すように形状が異なっていることがわかった。そのため、わが国の測地系も GRS80 測地系を採用することとなり、平成 14 年 4 月 1 日より施行された。また、GRS80 楕円体表面は地球

表 1.1 準拠楕円体の形状

	年代	赤道半径 [km]	扁平率の逆数
ベッセル楕円体	1841	6 377 397.16	299.152 813
GRS80 楕円体	1980	6 378 137	298.257 222 1

の海面と一致しておらず、地球の海面のほうが高くなっている。海面を陸地部分まで延長してできた滑らかな曲線をジオイド (geoid) という。わが国では、東京湾平均海面がジオイドに一致するものと考えて、この面からの高さを基準に標高 (正確には正規標高) として算出している (図 1.1)。

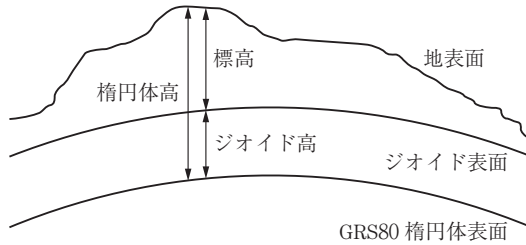


図 1.1 準拠楕円体・ジオイド・地表面との関係

1.2.2 点の座標値

図 1.2 に示すように、国土地理院はわが国に 19 の座標原点を定めている。それぞれの座標原点から南北を結ぶ線に平行な軸を X 、東西を結ぶ線に平行な軸を Y 、鉛直線に平行な軸を Z とし、それぞれ北向き、東向き、上向きを正の方向とする。これは、測量で一般的に用いられる座標系であり、数学の座標系とは異なるので注意を要する。

いま、図 1.3 のようにこの座標系の原点 O から点 A の位置を決定する方法を考える。 X 軸から時計回りに表した水平面内の角度 α は**方向角** (direction angle) と呼ばれ、原点 O から点 A を水平面に降ろした点 A' までの水平距離 L 、高低差 h を測定した場合、点 A の座標 (X, Y, Z) は三角関数[†]を用いて式 (1.1) のように表すことができる。

$$(L \cos \alpha, L \sin \alpha, h) \quad (1.1)$$

あるいは三角形 $OA'A$ の角 $OA'A$ は直角なので

$$h = \sqrt{l^2 - L^2} \quad (1.2)$$

$$L = \sqrt{l^2 - h^2} = \frac{h}{\tan \beta} \quad (1.3)$$

† 付録 I (184 ページ) 参照。

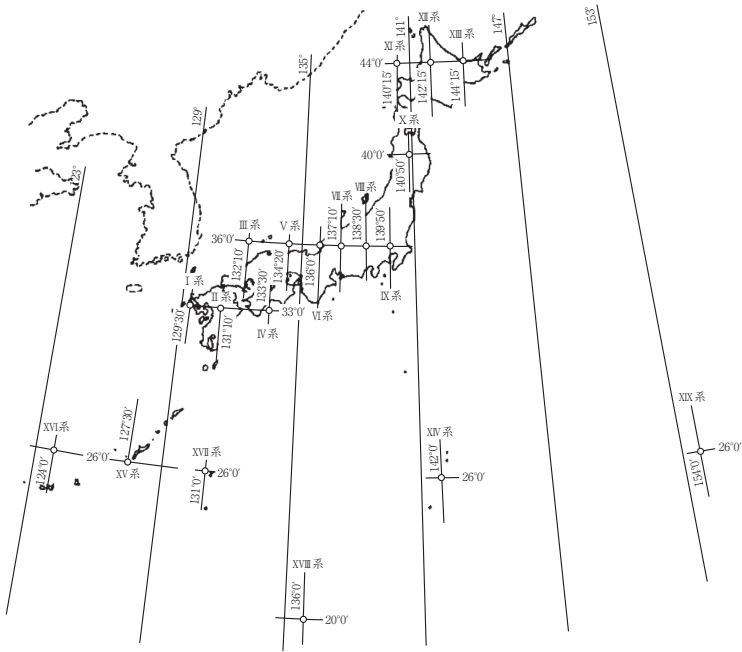


図 1.2 わが国の座標原点

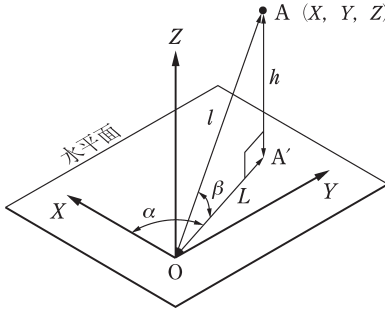


図 1.3 点 A の位置の決定

となり，これらの関係を用いて点 A の座標は式 (1.4) ~ (1.6) のように表すこともできる。

$$(L \cos \alpha, L \sin \alpha, \sqrt{l^2 - L^2}) \tag{1.4}$$

$$(\sqrt{l^2 - h^2} \cos \alpha, \sqrt{l^2 - h^2} \sin \alpha, h) \tag{1.5}$$

$$\left(\frac{h}{\tan \beta} \cos \alpha, \frac{h}{\tan \beta} \sin \alpha, h \right) \quad (1.6)$$

なお、水平面からの角度である β は鉛直角 (vertical angle) あるいは高度角 (angle of elevation) と呼ばれ、これを測定した場合、点 A の座標 (X, Y, Z) は式 (1.7) のように表すことができる。

$$(L \cos \alpha, L \sin \alpha, L \tan \beta) \quad (1.7)$$

また、原点 O から点 A までの斜距離 l を測定した場合、水平距離 L と斜距離 l には式 (1.8) のような関係がある。

$$L = l \cos \beta \quad (1.8)$$

よって、式 (1.8) を式 (1.7) に代入して式 (1.9) のように点 A の位置を斜距離 l を用いて表すことができる。

$$(l \cos \alpha \cos \beta, l \sin \alpha \cos \beta, l \tan \beta \cos \beta) \quad (1.9)$$

さらに

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \quad (1.10)$$

なので、この関係を式 (1.9) に代入すれば式 (1.11) のようになる。

$$(l \cos \alpha \cos \beta, l \sin \alpha \cos \beta, l \sin \beta) \quad (1.11)$$

以上のように、水平角 α と水平距離 L 、斜距離 l 、高低差 h 、鉛直角 β のうちいずれか二つを測定すれば点 A の位置を定めることができる。

1.3 測量の分類

1.3.1 測量地域の大小による分類

地球は球体であり、その表面は曲面である。したがって、地表面上の長さは曲線距離であるが、これを平面距離とみなせる範囲について、**図 1.4** を用いて考える。地図編集で対象とする地表面 (球面) ACB の長さを S とする。 $S/2$ を地球の半径 R と θ を用いて表すと式 (1.12) のようになる。

$$\frac{S}{2} = R\theta \quad (1.12)$$

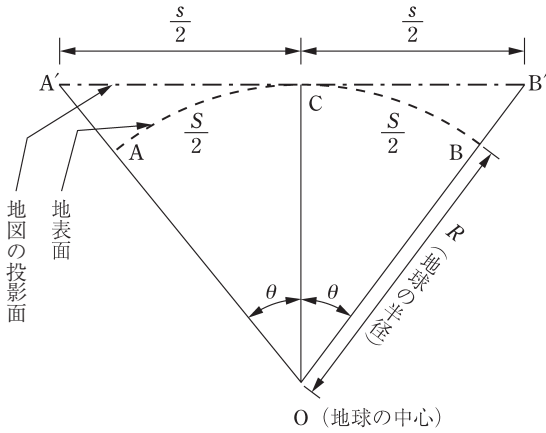


図 1.4 球面距離と平面距離

ただし、 θ は rad (ラジアン) の単位である (付録 2 (184 ページ) 参照)。弧 ACB を直線 A'CB' に投影した長さを s とすると、 s と R と θ は

$$\frac{s}{2} = R \tan \theta \tag{1.13}$$

のような関係になり、式 (1.12) と式 (1.13) より、式 (1.14) の関係式が得られる。

$$\frac{s}{2} = R \tan \frac{S}{2R} \tag{1.14}$$

一方、 $\tan \alpha$ は正接級数を用いて

$$\tan \alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3} + \frac{2\alpha^5}{15} + \frac{17\alpha^7}{315} + \dots \tag{1.15}$$

で表されるが、右辺第三項以降は微小量として無視し、この式を式 (1.14) に代入すると $s/2$ は式 (1.16) のように表すことができる。

$$\frac{s}{2} = R \left\{ \frac{S}{2R} + \frac{1}{3} \left(\frac{S}{2R} \right)^3 \right\} \tag{1.16}$$

いま、 s と S の相対誤差を $(s-S)/S$ とすると、これは式 (1.16) を用いて式 (1.17) のように表すことができる。

$$\frac{s-S}{S} = \frac{S^2}{12R^2} \tag{1.17}$$

相対誤差を $1/P$ 以内にするならば、 $S/2$ の範囲は P と R を用いて式 (1.18) のように表すことができる。

$$\frac{S^2}{12R^2} \leq \frac{1}{P} \quad \therefore \frac{S}{2} \leq \sqrt{\frac{3}{P}} R \quad (1.18)$$

地球の半径 R はほぼ 6.37×10^3 km なので、相対誤差を $1/10\,000$ ($1\,000$ km に対して 100 m の違いを許す程度)、

$1/100\,000$ (同 10 m), $1/1\,000\,000$

(同 1 m) として、式 (1.18) を用いて $S/2$ の最大値を求めると表 1.2 のよ

うになる。この $s/2$ は図 1.4 の点 C

を中心とした球面上の半径であり、最

大球面距離半径という。この値は、相

対誤差の範囲内で球面を平面とみなせる最大距離を意味する。

したがって、通常行われる水平距離が数 km から数十 km の規模の土木測量では相対誤差は $1/10\,000$ で十分であるので、地表面を平面とみなして作業を行ってよいことがわかる。このように、地球の表面を平面と考えて行われる測量を平面測量 (plane surveying) という。

しかしながら、広い区域の測量を高い精度で行うためには地球の曲率を考慮しなければならない。このような測量を測地学的測量 (geodetic surveying) または大地測量という。一般の技術者にとっては測地学的測量の方法よりも、これによって精密に決定された基準点の成果のほうが重要であり、測地学的測量については『改訂 測量学Ⅱ』で成果の利用方法について述べるに止める。

1.3.2 測量の順序による分類

測量では、測量区域全体にわたって必要とされる精度が一様に保たれていなければならない。そのため、まず測量区域全域を覆う骨組みを作り、骨組みとなる各点の位置を求められた精度で決定する。これらの点を定めたのち、これらの点を基準点としてさらに詳細な測量を行うことで、全体としての精度が保たれるばかりでなく、効率よく作業を行うことができ、ひいては経済的にも有利となる。測量区域を覆う骨組みとなる各点の位置を求める測量を基準点測量

表 1.2 相対誤差の量と平面とみなせる距離

相対誤差 $1/P$	1 000 km に対して許される 違いの量 [m]	最大球面 距離半径 $S/2$ [km]
$1/10\,000$	100	110
$1/100\,000$	10	35
$1/1\,000\,000$	1	11

(control point surveying) または**骨組測量** (skeleton surveying) といい、その後これら点から行われる詳細な測量を**細部測量** (detail surveying) という。

1.3.3 測量の方法による分類

〔1〕 基準点測量

1) **三角測量** 三角測量 (triangulation) は、広い地域にわたって測点相互の位置関係を精度良く決定できるので、広い地域での基準点測量に適する。しかしながら、近年ではGNSS衛星を用いた高精度な測量が行われることから、めったに用いられることはない。『改訂 測量学Ⅱ』で扱う。

2) **GNSS 測量** GNSS 測量 (global navigation satellite system) は、アメリカのGPS衛星、ロシアのGLONASS衛星、日本のQZSS衛星などから送信される電波を専用アンテナで受信して位置を決定する測量のことである。『改訂 測量学Ⅱ』で扱う。

3) **トラバース測量** トラバース測量 (traverse surveying) は座標が既知の測点から新しい測点を設け、その座標値を求める測量である。6章で扱う。

〔2〕 細部測量

1) **平板測量** 平板測量 (plane table surveying) は、精度は低いが直接地形および地物を表すことができる測量である。かつては平板上に図紙を貼り、アリゲードと鉛筆で直接図紙に表していたが、現在では光波を発射して距離を測定する装置 (光波測距儀) と角度を測定する器械 (セオドライト) を組み合わせたトータルステーションにコンピュータを接続した電子平板システムを用いて行われることが一般的である。5章で扱う。

2) **写真測量** 写真測量 (photogrammetry) は、航空写真を用いて行う測量である。従来はアナログ写真が用いられてきたが、近年はデジタル写真が用いられるようになった。さらに、飛行機にレーザ測距儀を取り付けて標高を測定する航空レーザ測量も行われるようになった。『改訂 測量学Ⅱ』で扱う。

3) **水準測量** 水準測量 (leveling) は、基準点またはそのほかの点の高さを求めるための測量で、3章で扱う。

1.3.4 測量の目的による分類

測量方法を目的に応じて組み合わせるとつぎのように分類される。

〔1〕 **地形測量** 地形測量 (topographic survey) は、地表面の地形や地物を測量して地形図を作成するための測量である。

〔2〕 **路線測量** 路線測量 (route surveying) は、鉄道、道路などの計画や工事を行うために必要な地図を作るための測量である。

〔3〕 **河川測量** 河川測量 (river surveying) は、河川の計画や工事に必要な図や資料を得るために行う測量である。

〔4〕 **地籍測量** 地籍測量 (cadastral survey) は、土地の境界を決めたり面積を測ったりするための測量である。

〔5〕 **トンネル測量** トンネル測量 (tunnel survey) は、トンネル工事に必要な測量の総称である。

1.3.5 測量の法律による分類

わが国の測量に関する規則や規範を定めた法律として、1.1.2 項で挙げた測量法がある。ここでは、測量法で実施の基準および実施に必要な権能が定められた三つの測量とそれ以外の測量について説明する。

〔1〕 **基本測量** 基本測量 (surveys conducted by governmental survey organization) は、すべての測量の基礎となる測量であり、国土交通省国土地理院が行う。

〔2〕 **公共測量** 公共測量 (public surveying) は、測量に要する費用の全部もしくは一部を国または地方公共団体が負担あるいは補助して行われる測量のことをいう。

〔3〕 **基本測量および公共測量以外の測量** 基本測量または公共測量の測量成果を使用して行う測量で、電力会社が自社の経費で行う大規模な測量などがある。

〔4〕 **測量法の適用を受けない測量** 小規模土木工事もしくは建物のためなどの局地的測量や高い精度を必要としない測量は測量法の適用を受けない。

演習問題

【1】 つぎの括弧内の空白に適切な用語を入れよ。

測量地域の大・小によって分類すると、地表面の一部を平面と考えて行う測量を（ア）といい、地球の曲率を考えに入れた測量を（イ）という。測量法によって分類すると、国土交通省国土地理院が行う、すべての測量の基本となるものを（ウ）、政令で定めるものを除いて測量に要する費用の全部を国または地方公共団体が負担あるいは補助して実施される局地的な測量または高い精度を必要としない測量を（エ）という。また、（ウ）と（エ）のほかにも、例えば電力会社が自社の経費で行う大規模な測量は測量法の適用を（オ）が、小規模土木工事もしくは建物などの局地的測量や高い精度を要しない測量は測量法の適用を（カ）。

【2】 つぎの a～e の文は、測量法（昭和 24 年法律第 188 号）の一部を抜粋したものである。（ア）～（オ）に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか、つぎの中から選べ。

- a. 技術者として基本測量又は公共測量に従事するものは、第 49 条の規定に従い登録された（ア）または（イ）でなければならない。
- b. （イ）は、（ア）の作成した計画に従い測量に従事する。
- c. この法律において「測量作業機関」とは、（ウ）の指示又は委託を受けて測量作業を実施する者をいう。
- d. 基本測量以外の測量を実施しようとするものは、（エ）の承認を得て、基本測量の測量標を使用することができる。
- e. 基本測量の測量成果を利用して基本測量以外の測量を実施しようとするものは、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、（オ）の承認を得なければならない。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	測量士	測量士補	測量計画機関	都道府県知事	国土地理院の長
2.	測量士補	測量士	測量計画機関	国土地理院の長	国土交通大臣
3.	測量士	測量士補	測量士	国土地理院の長	国土地理院の長
4.	測量士補	測量士	測量士	都道府県知事	国土交通大臣
5.	測量士	測量士補	測量計画機関	国土地理院の長	国土地理院の長

（平成 21 年度測量士補）

索 引

<p>【あ】</p> <p>アリダード 86</p> <p>アルミ標尺 34</p> <p>【い】</p> <p>家まき 102</p> <p>緯 距 126</p> <p>インバール標尺 34</p> <p>【う】</p> <p>後視準板 87</p> <p>【え】</p> <p>鉛直角 5, 12, 57</p> <p>鉛直距離 11</p> <p>鉛直軸誤差 42, 78</p> <p>鉛 筆 89</p> <p>【お】</p> <p>オートレベル 32</p> <p>オフセット 172</p> <p>オフライン方式 85</p> <p>重 み 50, 158</p> <p>温度補正 21</p> <p>オンライン方式 89</p> <p>【か】</p> <p>外 業 1</p> <p>外心かん 88</p> <p>外心誤差 107</p> <p>ガウス分布 154</p> <p>較 差 45, 75</p> <p>角測量 116</p>	<p>角柱公式 178</p> <p>角度閉合誤差 120</p> <p>確率曲線 153</p> <p>確率誤差 155</p> <p>過 誤 19, 77, 152</p> <p>加定数 178</p> <p>河川測量 9</p> <p>下部運動 60</p> <p>下部締付ねじ 60</p> <p>加法定理 186, 187</p> <p>間接距離測量 12</p> <p>間接水準測量 30</p> <p>観測差 75</p> <p>【き】</p> <p>器械誤差 19, 77, 152</p> <p>器高式 38</p> <p>気 差 44</p> <p>基準点測量 7</p> <p>記帳手 15</p> <p>気泡管水準器 88</p> <p>基本測量 1, 9</p> <p>球 差 44</p> <p>球 座 92</p> <p>求 心 62, 91, 92</p> <p>求心器 88</p> <p>鏡外視準 64</p> <p>極式プラニメーター 177</p> <p>距 離 12</p> <p>距離測量 116</p> <p>【く】</p> <p>抗打ち調整法 40</p>	<p>クリノメーター付きレベル 32</p> <p>【け】</p> <p>計 画 113</p> <p>経 距 126</p> <p>傾斜角 12</p> <p>傾斜補正 20</p> <p>結合多角方式 112</p> <p>結合トラバース 112, 131</p> <p>検定時の張力 21</p> <p>【こ】</p> <p>合緯距 137</p> <p>交角法 116</p> <p>公共測量 1, 9</p> <p>合経距 137</p> <p>後 視 35</p> <p>後 手 15</p> <p>降 測 16</p> <p>高低差 11</p> <p>高度角 5, 12</p> <p>光波測距儀 24</p> <p>後方交会法 97</p> <p>鋼巻尺 13</p> <p>誤 差 19, 152, 158</p> <p>——の三公理 153</p> <p>誤差曲線 153</p> <p>誤差伝播の法則 162</p> <p>個人誤差 19, 77, 80, 153</p> <p>弧度法 184</p> <p>コンパス法則 95, 133</p>
--	--	---

【さ】

最確値	20, 152
最小二乗法	159
最大球面距離半径	7
細部図根測量	93
細部測量	8, 101
錯角	185
三角関数	184
三角形公式	181
三角測量	8
三脚	85
残差	152
三軸誤差	78
三斜法	170
三辺法	171

【し】

ジオイド	3
支距法	104, 172
示誤三角形	97, 99
視差	43, 64
視準	60
視準誤差	80, 108
視準軸	59
——の偏心誤差	78
視準軸誤差	39, 78
磁針箱	88
指数	184
自然誤差	19, 153
自動レベル	32
縮付ねじ	60
斜距離	11
写真測量	8
十字線	59
重量法	177
取捨線を引く方法	176
準拋楕円体	2
昇降式	36
上部運動	61
上部縮付ねじ	60

真値	152
シンプソンの第1法則	173
シンプソンの第2法則	174

【す】

水準測量	8, 30
水準点	31, 54
水平角	57
水平距離	11
水平軸誤差	78
据付け誤差	80
図紙	89
スタジアヘア	60
スタッフ	34

【せ】

正規分布	154
整準	62, 91
整準ねじ式	91
精度	155
精度指数	155
セオドライト	58
繊維製巻尺	12
前視	35
前手	15
選点	114
前方交会法	95

【そ】

造標	115
測地的測量	7
測定値	152
測板	85
側方交会法	104
測量士	1
測量士補	1
測量針	88
測量法	2

【た】

台形法	173
-----	-----

大地測量	7
たるみ補正	21
単側法	66
断面法	178
単路線方式	112

【ち】

地形測量	9
地籍測量	9
中央断面公式	179
中間点	38
長方形公式	180
張力補正	21
直接距離測量	12
直接水準測量	30
チルチングレベル	32

【て】

出合差	45
定位	91, 92
定誤差	19, 77, 152
デジタル読み	61
テイラー展開	44, 185
点高法	178, 180
電子レベル	33

【と】

等高線法	178, 181
踏査	114
道線法	93
同側内角	185
特殊誤差	158
特性値	20
特性値補正	20
登測	17
トータルステーション	24, 89
トラバース線	111
トラバース測量	8, 109
トラバース点	111
トランシット	58

トランシット法則	134				
取付け観測	118				
トンネル測量	9				
【な】					
内業	1				
【に】					
二辺交角法	172				
【は】					
倍横距	140				
倍角	75				
——の公式	186, 187				
倍角差	75				
倍角法	66, 68				
倍面積	141				
箱尺	34				
バーコード標尺	34				
ハンドレベル	31				
【ひ】					
比高	11				
ピタゴラスの定理	184				
左手親指の法則	63				
微動ねじ	60				
微分	185				
標高補正	22				
標尺	34				
標尺台	35				
標準偏差	156				
標定	91				
【ふ】					
不定誤差	20, 77, 153				
プランニメーター法	177				
		【へ】			【め】
		平均誤差	157	目盛誤差	79
		平均二乗誤差	156	目盛盤	60
		閉合誤差	94, 129	——の偏心誤差	79
		——の調整	133	【も】	
		閉合差	129	もりかえ点	38
		平行線法	176	【ゆ】	
		閉合トラバース	111, 128	有効数字	188
		閉合比	130	【よ】	
		平板測量	8, 84	読取り誤差	80
		平面測量	7	【り】	
		偏心観測	143	両差	45
		【ほ】		両端面公式	179
		方位	125	輪郭	74
		方位角	122	【れ】	
		望遠鏡	58	レベル	31
		方眼紙法	175	レーマン法	99
		方向角	3, 122	【ろ】	
		方向法	66, 71	路線測量	9
		放射法	101	【わ】	
		骨組測量	8	割足三脚	85
		ポール	13	~~~~~	
		【ま】		60分法	184
		マイクロメーター	65	B.S.	35
		マイクロメーター読み	60	F.S.	35
		前視準板	87	GNSS測量	8
		巻尺	12	I.P.	38
		【み】		T.P.	38
		右手親指の法則	92	TS点	93
		見通し点	13		
		【む】			
		無極式プランニメーター	177		

— 著者略歴 —

- 1986年 熊本大学工学部土木工学科卒業
1988年 熊本大学大学院工学研究科修士課程修了（土木工学専攻）
1988年 福岡県立浮羽工業高等学校教諭
1992年 福島工業高等専門学校助手
2001年 博士（工学）（長岡技術科学大学）
2001年 測量士登録
2002年 福島工業高等専門学校助教授
2002年 鹿児島工業高等専門学校助教授
2007年 鹿児島工業高等専門学校准教授
2012年 鹿児島工業高等専門学校教授
2013年 鹿児島工業高等専門学校校長補佐（寮務主事）併任
現在に至る
- 2007年 第9回九州工学教育協会賞受賞
第16回日本工学教育協会賞（著作賞）受賞
- 2009年 Chair of Technical Program Committee, 4th International Symposium on Advances in Technology Education (ISATE2010)
～2010年
2011年 始良市都市計画マスタープラン策定委員
～2013年
2012年～ 公益財団法人鹿児島県建設技術センター理事

改訂測量学 I

Surveying I, Second Edition

© Takashi Tsutsumi 2005, 2014

- 2005年10月6日 初版第1刷発行
2012年8月5日 初版第7刷発行
2014年4月30日 改訂版第1刷発行

検印省略

著者 つづみ 堤 たかし 隆
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05524-5

（安達）（製本：愛千製本所）

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします