

合格指導教材

調査士受験

測量・面積計算 &
図面作成

【第五版】

 東京法経学院

本教材の制作と内容・活用法について

本教材は、土地家屋調査士試験の午後の部を受験するに際して必要とされる、“法令面”とは異なる“技術面”の対策のための「受験テキスト」です。つまり、「計算と図面作成」のための入門的な要素を含むテキストです。

本学院は、従前より、合格指導教材として、「書式作成のための作図」、「書式作成のための求積」、「求積テキスト 問題編」及び「同 解説編」その他の教材を発行し、受験生が苦手とする「求積、作図」の指導を行ってきました。

今回、前記の4点の教材の内容を1冊にまとめることを意図して、見直し、加筆をし、再編成したものが、本教材の「調査士受験 測量・面積計算&図面作成」です。ここで、「調査士受験」とタイトルに特に付しているのは、あくまでも、この教材は、調査士受験のために受験生が「手」で計算し、作図するための手引書だからです。調査士の実務では、測量計算、面積計算及び図面作成はパソコンによるものが大半です。しかし、受験に際しては、計算の基本を理解し、作図の基本を身に付け、問題演習等を通して、速さ、正確性を追求していくことが必要となります。

調査士試験における面積計算は、図形的要素における求積法と座標による求積法の2つに分けられますが、最近の本試験においては、不動産登記法の全面改正に伴い、最近では座標法による面積計算のみ出題されます。そして、土地の面積を座標法により計算するためには、各筆界点の座標値が必要です。この座標値を求めるための問題は2つに大別することができます。1つは放射法、開放・放射混合トラバースなどの定型的な測量計算の問題であり、もう1つは与えられた条件（距離、角度等）から座標値を求めるための方法（計算式や計算順序）を考えなければならない問題です。前者の対策としては、計算方法を理解した上で定期的に演習（答練等による演習）を行い、正確に早く計算することができるようにしておくことです。後者の対策としては、まず、試験に出題される計算式を理解し、実際にその式を用いて計算することができるようにすることです。次に、書式問題に取り組み、問題で与えられた条件から、どの計算式を用いてどのような順序で計算すれば、座標値を求めることができるのかということを検討し、自分なりに整理して記憶することです。

本教材の「第1部 測量計算&面積計算」では、試験に出題される計算式を理解し、実際にその式を用いて計算することができるようになることを目的として、易しい計算例を掲げて解説したものです。土地の求積における基礎的な学習に活用して下さい。また、「第2部 本試験問題における「土地」の計算」は、平成18年度～27年度の10年分の「土地の書式問題」について、測量計算、面積計算のみに絞り、問題をアレンジして、演習用に再編集し、それに解説を付しています。これで、実戦的な演習が可能です。

作図に関する学習の目標は、正確にしかも早く作図することができるようになることです。そこで、あらゆるタイプの問題に対応できて、しかも早く作図できる方法があります。とはいえ、誰もが容易にその方法を身につけることはできません。それは、ある受験生が容易に行っている作図方法が他の受験生にとってはやり易い（適した）作図方法であるとは限らないためです。

受験生の作図方法は細かい点において千差万別であり、各自に適した作図方法を継続的な学習と創意工夫により身につけているというのが現状です。

しかし、初学者が各自思いついた作図方法で学習を始めた場合に、もしその方法が作図の正確性といった点で欠陥があった場合には、学習を積み重ねるほど途中で他の作図方法に変えることが難しくなるという問題が生じます。

そこで、本教材の「第3部 作図の基本&図面作成」では、初学者を対象に正確に作図することに重点を置いた、いわば基本的な作図方法を1動作ごとに解説しました。したがって、作図学習のもう一つの目標であるスピードを身につけるためにはいろいろなタイプの書式問題を多く解答することで勘を養い、それにたよることができる動作（例えば作図範囲の位置決定の動作等）については省略して次の動作に移ってもよいですし、例題と異なるタイプの書式問題には各自に適した応用的な作図方法を創意工夫して身につけて下さい。なお、繰り返しにはなりますが、いくら素早く作図ができる方法であっても、正確に作図できなければ意味がないことには注意して下さい。

本教材は、あくまでも、計算及び作図の基本の修得とその演習を主眼としていますので、以下のものは、本教材に収録していませんので、ご了承下さい。

- ① 数学の基礎
- ② 電卓の操作、電卓による計算法
- ③ 複素数による座標計算
- ④ 難解かつ複雑な方法による計算
- ⑤ 図面作成の演習

これらについては、本学院では、メディア教材（DVD付き）等を別途に販売していますので、必要に応じて、これらも活用して下さい。

本教材が、土地家屋調査士の資格取得を目指している受験生の方々にとって、真に役立つ「調査士受験教材」として活用されることを念じております。

<参考> 土地家屋調査士試験携行品

(平成27年度 受験案内書より抜粋)

携行品

- (1) 筆記試験受験票
- (2) 筆記具等（黒インクのペン、万年筆又はボールペン（ただし、インクが消せるものは不可。）、インク（黒色）、三角定規（三角定規以外の定規の使用は不可。）、製図用コンパス、三角スケール、分度器、鉛筆（HB）、プラスチック消しゴム、電卓（予備を含めて、2台までとする。）又はそろばん）

(注)1. 筆記具等以外の器具、六法全書その他の図書の使用は認めません。

ただし、問題検討のため、問題用紙に限りラインマーカー又は色鉛筆の使用を認めません。

2. 多肢択一式用答案用紙への記載は、鉛筆（HB）に限ります。それ以外の筆記具を使用した場合又は解答の記載に不備があった場合には、採点されません。
3. 記述式用答案用紙への記載は、ペン、万年筆又はボールペン（いずれも黒色のインクに限る。ただし、インクが消せるものは不可。）に限ります。それ以外の筆記具を使用した場合には、採点されません。
4. 電卓は、午前の部の試験及び午後の部の試験とも、使用することができます。ただし、下記の電卓は使用することができません。

① プログラム機能があるもの

次に示すようなキーのあるものは、プログラム機能等を有しているもので、使用することができません。

〈プログラム関連キー〉

RUN	EXE	PRO	PROG
COMP	ENTER		
P 1	P 2	P 3	P 4
PF 1	PF 2	PF 3	PF 4

- ② プリント機能があるもの
- ③ アルファベットやカナ文字が入力できるもの
- ④ 電池式以外のもの

※ 使用することができない電卓を使用した場合には、受験の中止を命ずることがあります。

5. 試験場内では、携帯電話等の通信機器を使用することはできません。

試験中に携帯電話等の通信機器の電源が入っていることが確認された場合は、その者の答案は無効なものとして扱われます。試験場内では、携帯電話等の通信機器の電源を切り、必ずかばん等にしまってください（衣服等のポケットには絶対に入れないください）。

なお、電源が切れていてもアラーム等が作動する場合がありますので、アラーム等の設定をしている場合には、必ず解除してから電源を切ってください。

6. 試験場内では、耳栓を使用することはできません。
7. 試験時間中の飲料の持込みについては、キャップ付きのペットボトル飲料（カバーは禁止）に限って認められ（机上に置けるものは、1本のみ）、その他のアルミ缶等は認められません。

なお、水滴等によって問題や答案用紙の汚損等が生じたとしても、交換には応じられませんので、十分御注意ください。

目 次

第1部 測量計算&面積計算

I	測量の概要	3
1	測量と座標	3
2	測量の基準	4
3	世界測地系	5
4	基本三角点等	7
5	公共測量	10
6	登記基準点	10
7	平面直角座標系	11
8	任意平面直角座標系	14
10	地 図	14
11	都市再生街区基本調査	15
12	地積測量図	17
II	計算の基本	
1	四則の計算	19
	(1) 乗法	
	(2) 除法	
	(3) 四則の法則	
2	絶対値	20
3	逆 数	20
4	等 式	21
5	比 例	21
6	連立方程式(二元一次連立方程式)の解き方	22
	(1) 代入法	
	(2) 加減法	
7	二次方程式と根の公式	23

Ⅲ 測量計算と面積計算

1	角度の計算	25
	(1) 加法	
	(2) 減法	
2	内分点及び外分点の座標計算	29
	(1) 内分点の座標計算	
	(2) 外分点の座標計算	
3	2点間の距離計算	38
	(1) 2点のX座標が同じである場合の計算	
	(2) 2点のY座標が同じである場合の計算	
	(3) 座標値が異符号の場合の計算	
	(4) ピタゴラスの定理による計算方法	
4	反対方向からの方向角の計算	43
5	緯距及び経距の計算	46
	(1) 緯距及び経距	
	(2) 緯距及び経距の計算	
	(3) 合緯距・合経距の計算	
6	逆計算	60
	(1) 方向角の計算	
	(2) 距離の計算	
7	放射法による座標計算	74
8	開放トラバースによる座標計算	83
9	開放・放射混合トラバースによる座標計算	93
	(開放トラバース点から筆界点を突き出した場合の座標計算)	
	(1) 開放・放射混合トラバース(距離の補正計算を行わない場合)	
	(2) 開放・放射混合トラバース(距離の補正計算を行う場合)	
10	閉合トラバースによる座標計算	116
11	結合トラバース	138
	(1) 均等法(平成17年度第21問の場合)	
	(2) 単路線方式(平成20年度第21問の場合)	
12	交点計算	152
	(1) 直線の傾き	
	(2) 直線の方程式	
	(3) 直線の傾きと方向角の関係	

(4) 2直線の交点の座標値の計算	
13 倍横距法による面積計算	168
14 街区頂点の計算	170
(1) 極座標による計算	
(2) $\cot \alpha$ を求める式	
15 隅切剪除長と隅切面積の計算	173
(1) 隅切長の計算	
(2) 隅切面積の計算	
16 座標変換	175
17 境界線の整正	179
1 境界線を別の直線に引き直す方法	
2 多角形的面積を変えずに境界線を整正する方法	
18 面積の分割	182

第2部 本試験問題における「土地」の計算 (平成18年度～27年度)

設例1 (平成18年度本試験問題)	187
設例2 (平成19年度本試験問題)	199
設例3 (平成20年度本試験問題)	205
設例4 (平成21年度本試験問題)	215
設例5 (平成22年度本試験問題)	223
設例6 (平成23年度本試験問題)	231
設例7 (平成24年度本試験問題)	239
設例8 (平成25年度本試験問題)	245
設例9 (平成26年度本試験問題)	253
設例10 (平成27年度本試験問題)	261

第3部 作図の基本&図面作成

1	作図用器具	269
2	直線と数字の記載方法	271
	(1) 直線の種類	
	(2) 寸法線	
	(3) 数字の向き	
3	縮尺三角定規の使い方	273
	(1) 目盛りの読み方	
	(2) 平行線の引き方	
	(3) 直角縦横線の引き方	
4	地積測量図の作成方法	283
	(1) 地積測量図作成上の規定	
	(2) 平面直角座標値のプロット(展開)	
5	建物図面等の作成方法	311
	(1) 建物図面作成上の規定	
	(2) 建物図面の作図方法	
6	各階平面図の作成方法	331
	(1) 各階平面図作成上の規定	
	(2) 各階平面図の作図方法	

第1部

測量計算 & 面積計算

I 測量の概要

1 測量と座標

地表は起伏に富んでおり、地表の位置を正確に表すことは難しい。そこで、地球を数学で扱える回転楕円体に置き換えて、楕円体の表面で位置関係を表している。

GRS80（測地基準系1980）楕円体

実際の地球の形と大きさにもっとも近い回転楕円体である。測量に用いる緯度を経度は、GRS80楕円体の位置を表す座標であり、地理学的経緯度、あるいは測地的経緯度という。

ITRF（国際地球基準座標）系三次元直交座標

世界各国が協力し合いながら宇宙測地技術を使って三次元直交座標を求めている。そのうち、連続した観測値のデータがある約200点で、互いの観測点の位置、観測した人工衛星の位置などをすべてを整合するように調整してつくられた3次元直交座標である。GPS測量等の宇宙測地技術を利用した測量に用いる。

世界測地系

GRS80とITRF系3次元直交座標の両方をあわせたもので、約200点のITRF系3次元直交座標を持つ点をもとに、ITRFの原点と3軸にGRS80楕円体を重ね合わせたものである。これにより、GRS80楕円体が、地球に固定される。この3次元直交座標をGRS80楕円体の関係式を使って換算した緯度と経度が、世界測地系の緯度と経度である。

平面直角座標（公共座標）

地球の表面を、一定の範囲に限って平面として扱うと、測量データの処理が簡単になる。地球楕円体に横向きに円筒を被せて、楕円体の表面を円筒の内側に投影してできる平面である。楕円体の表面と平面をガウス・クリューゲル投影法で関係づけている。

任意の平面では日本全国的位置情報の整合性がとれなくなるので、測量法では、整合性を取るためのルールを適用した平面と平面直角座標を定めている。これを一般に「公共測量」という。

地積測量図を作成する場合に、原則として用いられる。

任意平面直角座標

地上の任意の点（任意座標の原点）に接した平面上に X 軸と Y 軸を定義する。仮定の平面で、かつ原点の標識の上面に接している水平面（水を流してもどちらにも流れないような水平面）である。

地積測量図を作成する場合に、例外的に用いられる。

2 測量の基準

(1) 基本測量及び公共測量は、次に掲げる測量の基準に従って行わなければならない（測量法11条1項）。

- ① 位置は、地理学的経緯度及び平均海面からの高さで表示する。ただし、場合により、直角座標及び平均海面からの高さ、極座標及び平均海面からの高さ又は地心直交座標で表示することができる（1号）。
- ② 距離及び面積は、第三項に規定する回転楕円体の表面上の値で表示する（2号）。
- ③ 測量の原点は、日本経緯度原点及び日本水準原点とする。ただし、離島の測量その他特別の事情がある場合において、国土地理院の長の承認を得たときは、この限りでない（3号）。
- ④ 前号の日本経緯度原点及び日本水準原点の地点及び原点数値は、政令で定める（4号）。

(2) 測量法施行令第2条1項において、日本経緯度原点は、

地点：東京都港区麻布台二丁目18番1地内
日本経緯度原点金属標の十字の交点

原点数値	
経 度	東経139度44分28秒8869
緯 度	北緯35度39分29秒1572
原点方位角	32度20分46秒209

<原点方位角>

日本経緯度原点において真北を基準として右回りに測定した茨城県つくば市北郷1番地内つくば超長基線電波干渉計観測点金属標の十字の交点の方位角と定められている。

経緯度原点の位置は、VLBI、GPS等宇宙測地技術によって構築された世界測地系に従って地球上のどの位置にあるか決められている。

3 世界測地系

世界測地系とは、測量法により地球を扁平な回転楕円体と想定し、次に掲げる要件を満たす測量の基準をいう（測量法11条3項）。

- ① その長半径及び扁平率が、地理学的経緯度の測定に関する国際的な決定に基づき政令に定める値であるものであること（1号）。
- ② その中心が、地球の重心と一致するものであること（2号）。
- ③ その短軸が、地球の自転軸と一致するものであること（3号）。

この定義に基づいて、

測量法施行令第3条

法第11条第3項第1号に規定する長半径および扁平率の政令で定める値は、次のとおりとする。

長半径 6378137m

扁平率 298.257222101分の1

さらに、国土交通省告示第185号（平成14年）は、経度原点においてITRF94座標系にGRS80楕円体を結合している。

測量法第11条1項第1号の規定を実施するため、地心直交座標で位置を表示する場合の地心直交座標系を次のように定める。

地心直交座標系

地心直交座標系は、法第11条第3項に規定する扁平な回転楕円体の中心で互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸の3軸からなり、各軸の要件は、次のとおりとする。

- ① X軸は、回転楕円体の中心及び経度0度の子午線と赤道との交点を通る直線とし、回転楕円体の中心から経度0度と赤道との交点に向かう値を正とする。
- ② Y軸は、回転楕円体の中心及び東経九十度の子午線と赤道との交点を通る直線とし、回転楕円体の中心から東経九十度の子午線と赤道との交点に向かう値を正とする。
- ③ Z軸は、回転楕円体の短軸と一致し、回転楕円体の中心から北に向う値を正とする。

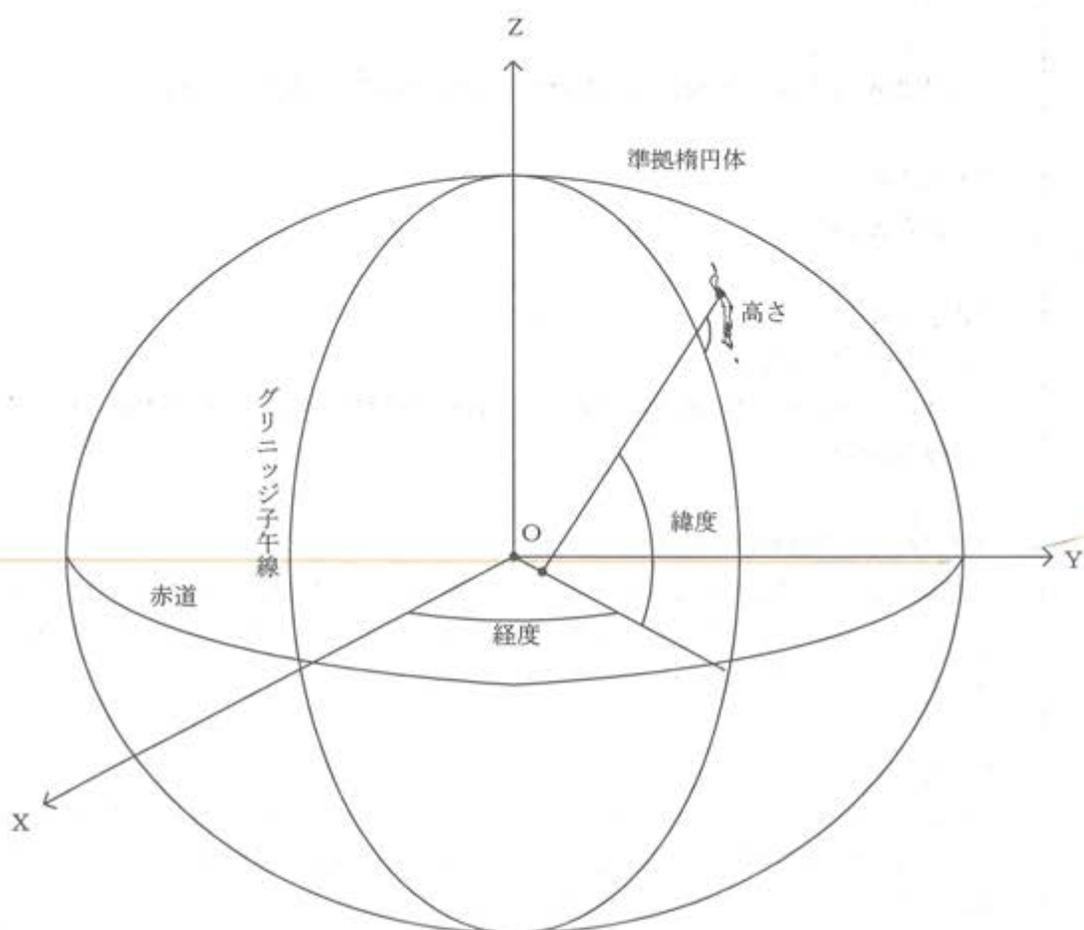
地心直交座標系における日本経度原点の座標値は、次の表のとおりとする。

軸	座標値
X軸	-3,959,340.203メートル
Y軸	3,352,854.274メートル
Z軸	3,697,471.413メートル

以上により、日本では準楕円体として、ITRF座標系GRS80楕円体を採用している。

ITRF系は、GRS80楕円体と整合するように定義された3次元直交座標系をいい、地球の重心に原点を置き、X軸をグリニッジ子午線と赤道との交点の方向に、Y軸を東経90度の方向に、Z軸を北極の方向にとって空間上の位置をX、Y、Zの数字の組で表現する。

改正された測量法では、位置の表示に地心直交座標を用いることができることが新たに規定されたが、この地心直交座標系として、具体的には1994年における地球の状態に基づいて規定されたITRF系の座標系であるITRF94座標系を使用して位置を表示するとされている。



<三次元直交座標系座標軸の定義>

地球の重心に原点をおき、X軸をグリニッジ子午線と赤道との交点の方向に、Y軸を東経90度の方向に、そして、Z軸を北極の方向にとる。

4 基本三角点等

国土地理院が一等三角点～三等三角点及び電子基準点を基本測量点として設けており、四等三角点を地積調査の測量の基準点として、国土交通省土地・水資源局国土調査課の委託を受けて設置している。

二等三角点是一等三角点から、三等三角点は二等三角点から、四等三角点は、三等三角点から設けられている。

一等三角点

設置間隔は約40km, 必要に応じて補点(約25km間隔)が設置される。

二等三角点

設置間隔は約8 km。

三等三角点

設置間隔は約4 km。

これらの一等～三等の基本測量点には、破壊や破損に備えて、柱石の直下には盤石も埋設されている。

四等三角点(狭義の基準点測量)

設置間隔は約2 km。破壊や破損に備えて、柱石の直下には盤石も埋設されている。

地籍調査又はこれに相当する調査の測量の基準点として、国土交通省土地・水資源局国土調査課の委託を受けて、国土地理院が設置している。

電子基準点

国土地理院は精度の高い測量網、地殻変動を監視するシステムとしてGNSS連続観測システム(GEONET: GNSS Earth Observation Network System)を構築している。電子基準点は、その観測点(GNSS連続観測点)である。

「電子基準点データ提供サービス」によって観測データが「基準点成果等閲覧サービス」によって成果値が提供されるなど、国土地理院のサービスによって様々な観測データ・結果を照会できる。

現在、日本全国におよそ1,200地点存在する。高さはおよそ5 mの金属製。なお、金属標が水準点の標石などと比べ高所にあるのはGPS信号の受信を容易にしつつマルチパスの影響を除去すること、および受信機への悪戯の防止のためである。

GPS衛星からの電波を24時間連続観測して受信しており、観測センターへのリアルタイムデータを送信している。基礎部に金属標(電子基準点付属金属標)が埋設してある。順次この金属標に対し水準測量がかけられ、一部は二等水準点として成果が公表されている。