

土地家屋調査士のための基準点測量

日時：2023年10月27日(金) 18：00～20：00

場所：千葉県土地家屋調査士会

講師：市原支部 宇津木 崇明

そもそも基準点測量って必要？ 1

いつ：一筆地測量の前が望ましいが、

どんなとき：a.広大な土地の一部

b.視通がないとき。

c.現地復元性をもたせたいとき（常にだけど）

d.放射で突き出しするときも狭義の基準点測量

そもそも基準点測量って必要？ 2

メリット： a. 公共座標を使用する場合、周囲と整合性が保たれる。

b. 自分の観測の精度の確認が出来る。

c. 太陽観測不要（公共座標の場合）

d. 現地復元性を高めることが出来る。

そもそも基準点測量って必要？ 3

- デメリット：
- a. 公共座標は事前調査がなければ与点がわからない。= 閉合トラバース
 - b. 時間・機械設備などコストがかかる。
 - c. 建物の位置出しなど建築に関係する場合、縮尺係数がかかると手間。
 - d. 隣接地以外の他人の敷地に入る必要があるとき。

基準点測量の観測前の流れ

1.資料調査

2.選点計画図

3.踏査

4.選点

5.設置

6.選点図、観測図

基準点測量の観測までの流れ

- 1.使用する器具の準備及び点検（TS、一素子プリズム、三脚、コンベックス、気温気圧）
- 2.観測経路、人の動きの確認
- 3.統一する器械高の確認
- 4.観測開始！

※観測が正しいかは、1点毎に作業者が必ずチェック

基準点測量の観測時の流れ

1. 三脚の踏み込みは妥協しない。
2. 観測前と観測終了後には、気泡管や下を覗く。
3. 観測時には三脚には触らない。
4. プリズムがTS方向を向いているか、ガイドで確認
5. TSを載せ替える時は、音がしないようにそっと置く。
6. TSと一素子プリズムを載せ替えた時には、必ず整準されているか確認

選点について

1. 路線の距離が長い場合には、交点を作る。
2. 距離は等分が望ましい。
3. 視通が極端に狭いところを通さない。
4. 観測時に三脚が直ちに設置できるまで整地する。
5. ポールを3本を1セットにして位置を定める。

用語（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

2.1.2 基準点測量の用語

既知点 : 既に設置済みの基準点で座標と標高が既知である。

新点 : 測量の基準とするために新しく設置する基準点で永久標識を埋設する。

節点 : TS 等を用いる基準点測量で点間の視通がない場合に、経由点として設置する点。仮設点であるから仮設標識例えば木杭等の埋標でよいことになっている。ただし計算は新点と全く同じ扱いをする。

辺 : 点と隣接する点を繋ぐ測線。

路線 : 既知点から交点、交点から次の交点又は交点から既知点間の辺を順番に繋いでできる測線。

交点 : 路線と路線が結合する点。交点からは辺が3辺以上出ている。

路線長 : 路線内の辺の距離の合計。

路線の辺数 : 路線の中の辺数。

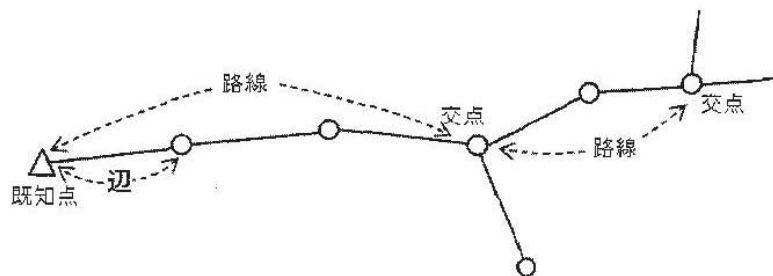


図-2.4 既知点, 交点, 路線, 辺

公共基準点（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

2) 公共測量で設置される基準点

1 級基準点：1～4 級基準点測量の既知点として使用できる。

2 級基準点：2 級以下の基準点測量の既知点として使用できる。

3 級基準点：成果が厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算若しくは三次元網平均計算で求められた 3 級基準点（GNSS 測量で設置された 3 級基準点）の場合は、必要な既知点数の $1/2$ 以下に限って 3 級基準点測量の既知点として使用できる。4 級基準点測量の既知点として使用できる。

4 級基準点：成果が厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算若しくは三次元網平均計算で求められた 4 級基準点（3 級に同じ）の場合は、必要な既知点数の $1/2$ 以下に限って 4 級基準点測量の既知点として使用できる。

結合多角方式（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

1) 結合多角方式（結合トラバース）

既知点を3点以上固定して、複数の路線で構成する基準点網。観測方程式を使った厳密網平均計算
或いは三次元網平均計算により新点の平均座標と平均標高を求める。

結合多角方式は、出発点と到達点共方向角の取り付け観測は不要である。（図-2.6）

過去に出題された基準点網は、全て結合多角方式の網である。

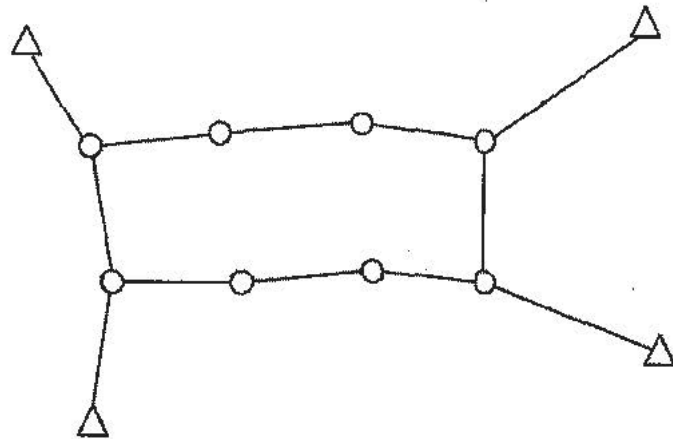


図-2.6 結合路線

結合多角方式（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

3) 電子基準点のみを既知点とする基準点測量

GNSS 測量機を用いる 1～2 級基準点測量に限り、電子基準点のみを既知点とすることができる。この場合設置する新点に一番近い電子基準点を 2 点以上使用し、電子基準点から最初の新点までの距離の制限はない。

ただし、電子基準点までの距離が 10km を超える場合は、2 周波型測量機（1 級 GNSS 測量機）で 120 分以上の観測を行う。1 周波型測量機（2 級 GNSS 測量機）しか所有しない場合は、途中で節点を設けて基線を 10km 未満に分割して 60 分以上のスタティック観測を行う。

**現在は、電子基準点から3級基準点を設置できるように改定(令和3年6月) された！
※添付資料参照**

選点計画（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

必要な既知点に関する情報を測量計画機関若しくは国土地理院のウェブサイトから入手し、その位置を同じ地形図に記入する。路線を構成し基準点測量方式を決める。こうしてできあがった図を平均計画図（図-2.8）と言う。

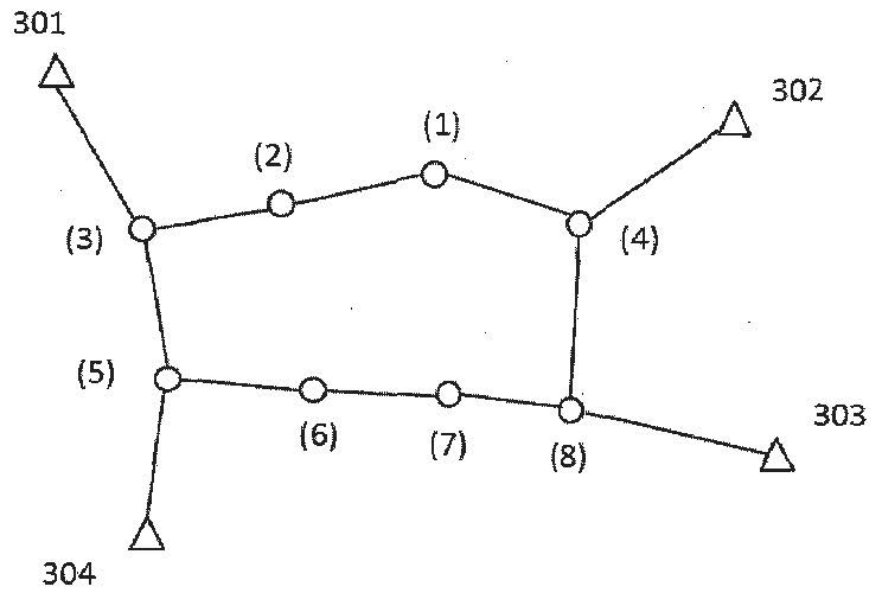


図-2.8 平均計画図

選点計画（測量士・測量士補国家試験受験テキストより）

◎平均計画図を作成するための留意点

測量方式は原則として結合多角方式とする。

点間距離はできるだけ等しくする。路線は極力直線状に設定する。

節点数は少ないのが好ましい。

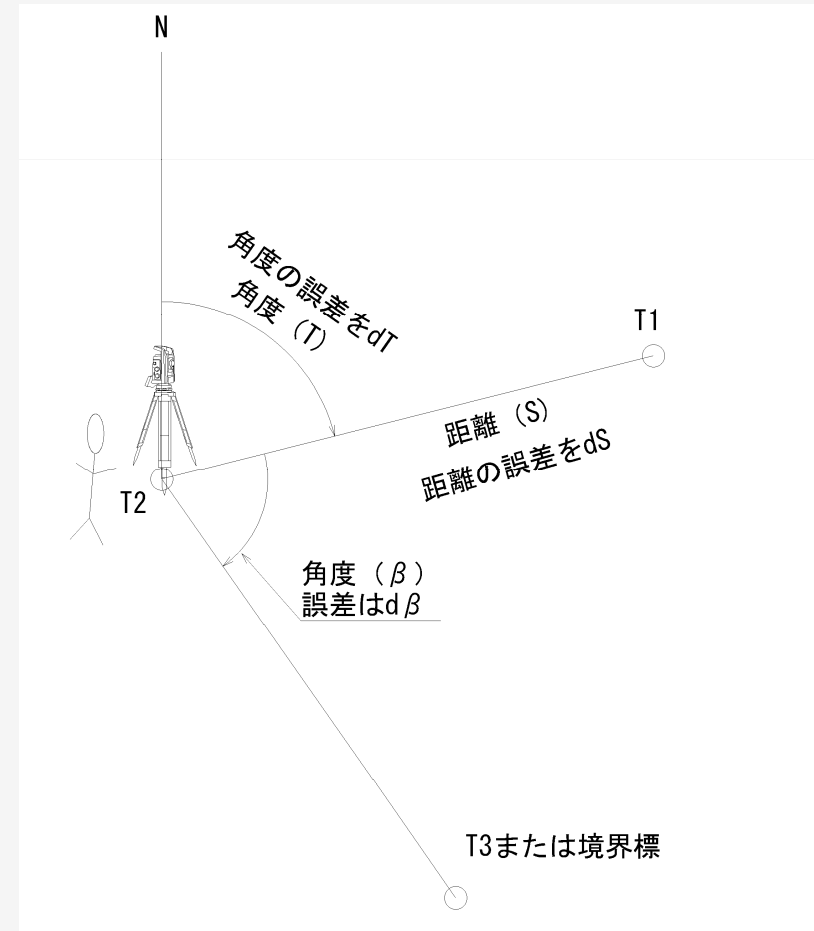
路線長は短いほど好ましい。

新点は必ず両隣接点と繋ぐ。

既知点は路線の外側の点を選んで片寄った配置にならないようにする。

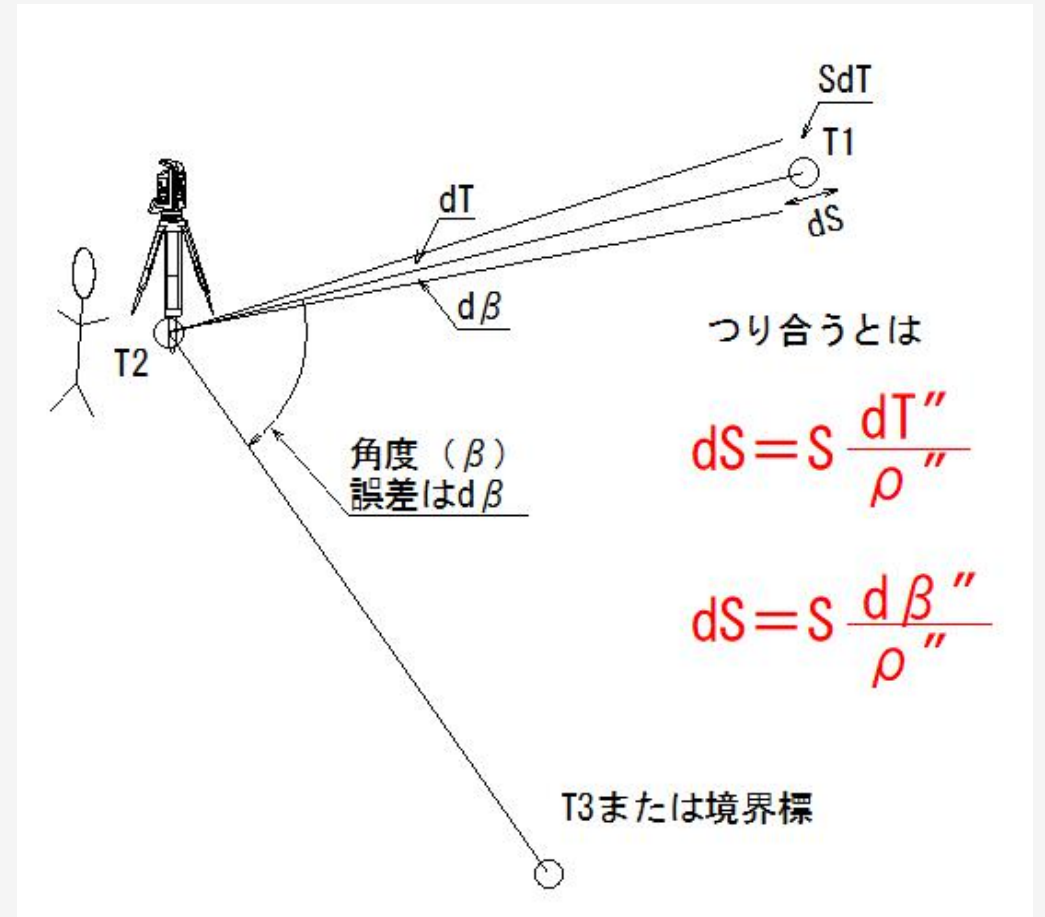
測角と距離の精度のつり合いを考える 1

新点位置のそれぞれの誤差は、
周囲に万遍なく小さく分布するのが望ましい。
どこか誤差の大きい方向があるように
ならないようにする。



測角と距離の精度のつり合いを考える 2

つり合いを考えて測量をすると、
求点は、真値を囲む円に近付く。



測角と距離の精度のつり合いを考える 3

誤差は累積していくので、

観測は計画的に！

既知点



求点の誤差の大きさ



求点の誤差の大きさ



求点の誤差の大きさ



参考：誤差伝播の法則

$$\sqrt{(d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 \cdot \dots)}$$

測角と距離の精度のつり合いを考える 4

1 問目 基準点測量で許容誤差を100m先で $\pm 0.005\text{m}$ で計画した。

測距と測角の精度を同一にするには、測角の精度はいくらにすれば良いか？

測角と距離の精度のつり合いを考える 4

1 問目 基準点測量で許容誤差を100m先で±0.005mで計画した。

測距と測角の精度を同一にするには、測角の精度はいくらにすれば良いか？

答え $d\beta = (dS/S) \rho''$ から、 $dS / S = 0.005/100 = 5/100000$ なので、

$$d\beta = 5/100000 \times 206265'' \text{ (もしくは} 2'' \times 10^5 \text{)} = 10.31325 = 10''$$

測角と距離の精度のつり合いを考える 5

2 問目 基準点測量で角度を $\pm 10''$ 、距離を閉合比 $1/40000$ で観測した。

測角と測距の観測量に重みをつけるとしたら、

角度と距離の重みの比率はいくらにしたらよいか？

測角と距離の精度のつり合いを考える 5

2 問目 基準点測量で角度を $\pm 10''$ 、距離を $1/40000$ で観測した。

測角と測距の観測量に重みをつけるとしたら、

角度と距離の重みの比率はいくらにしたらよいか？

答え 測角の誤差（標準偏差）は $10''$ から、測距の精度は $1/40000$ なので、

$$\text{重量は誤差の 2 乗に反比例することから、角度}P : \text{距離}P = \frac{1}{(10'')^2} : \frac{1}{\left(\frac{\rho''}{40000}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{(10'')^2} \times 1000 : \frac{1}{\left(\frac{\rho''}{40000}\right)^2} \times 1000 = 1 : 4 \quad \text{※}\rho''\text{を } 2'' \times 10^5$$

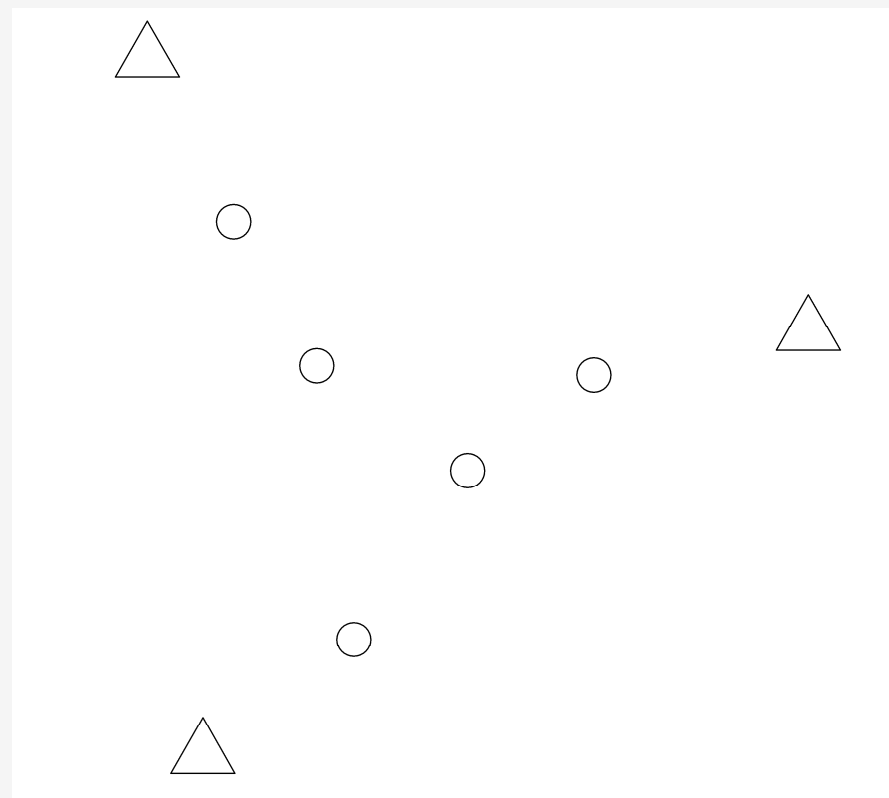
良い基準点測量の組み方とは 1

新点の精度は、 $M\sqrt{Q}$ で表される。Mは標準偏差。 \sqrt{Q} は図形の形。

1. 既知点が多く、かつ均等に配置されていること。
2. 交点数が多く、各路線が強く結ばれていること。
3. 路線が短く、節点が少ない事
4. 特に長い路線や短い路線がない事。

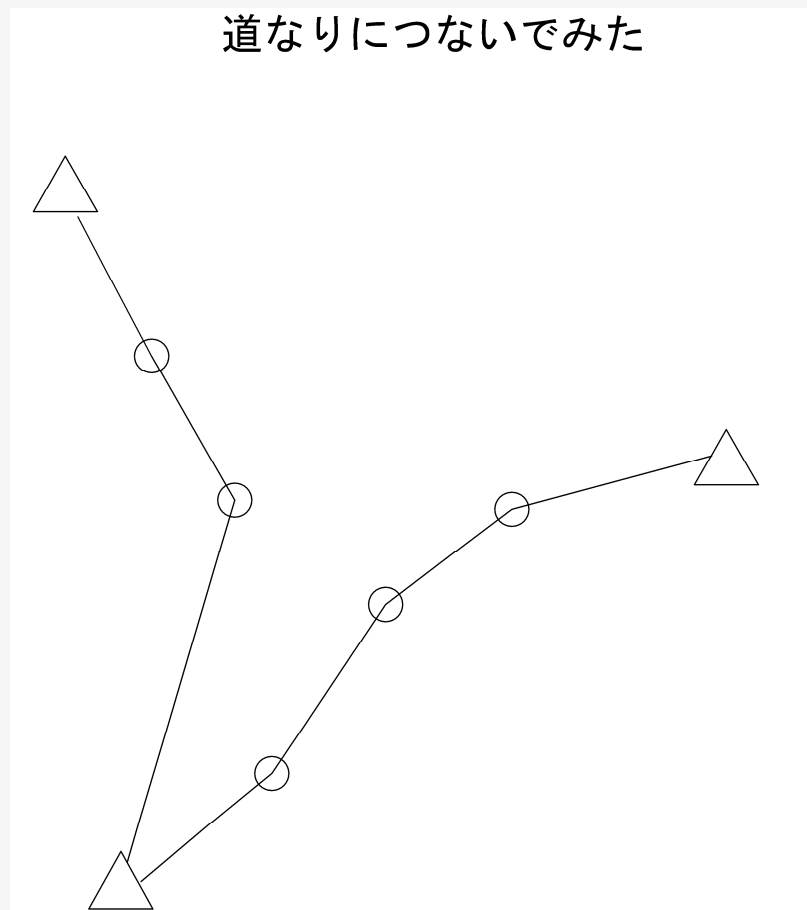
良い基準点測量の組み方とは 2

与点を△、境界標のとりたいところの傍に、
○で選点したとします。



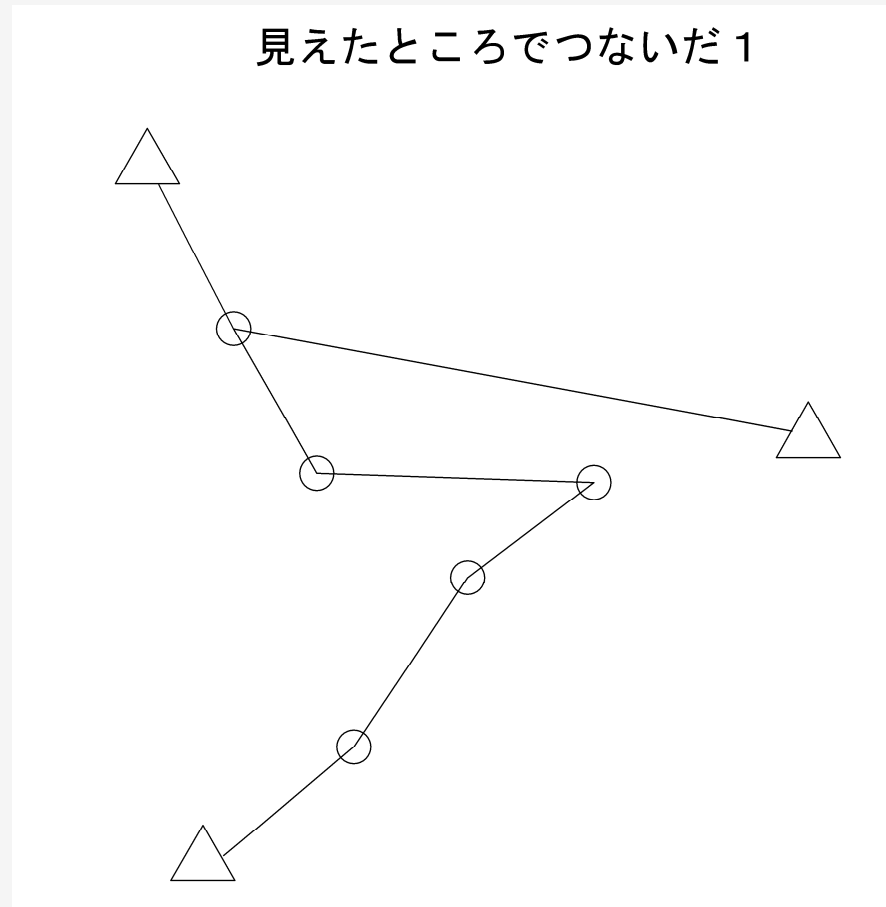
良い基準点測量の組み方とは3

例1



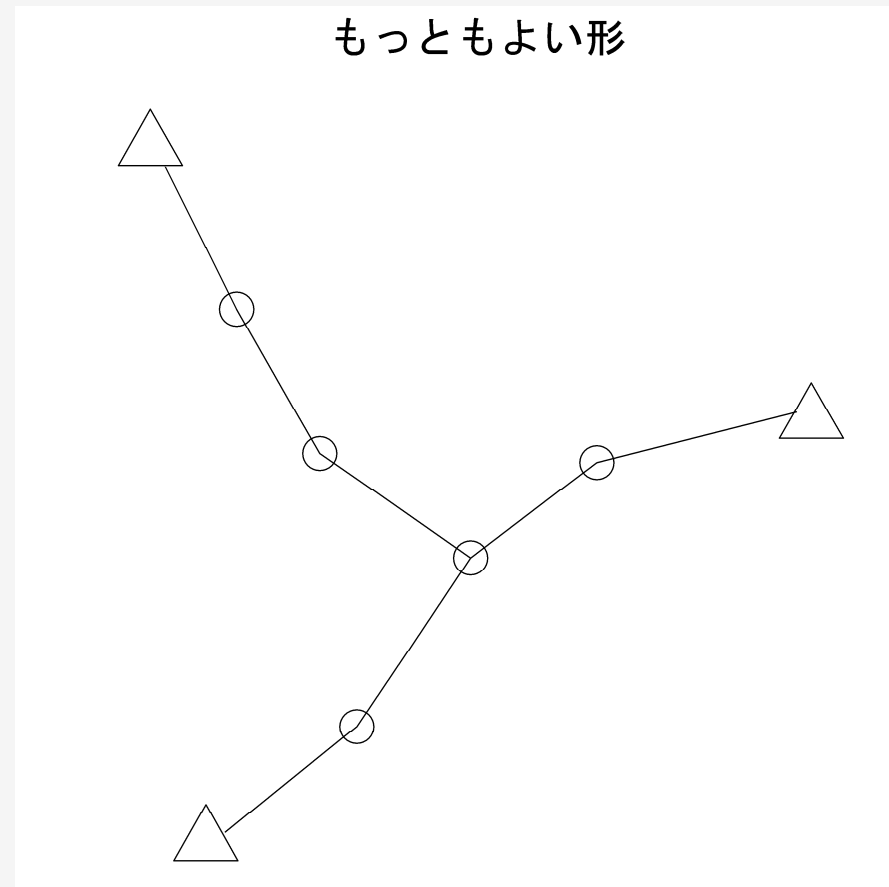
良い基準点測量の組み方とは 4

例 2



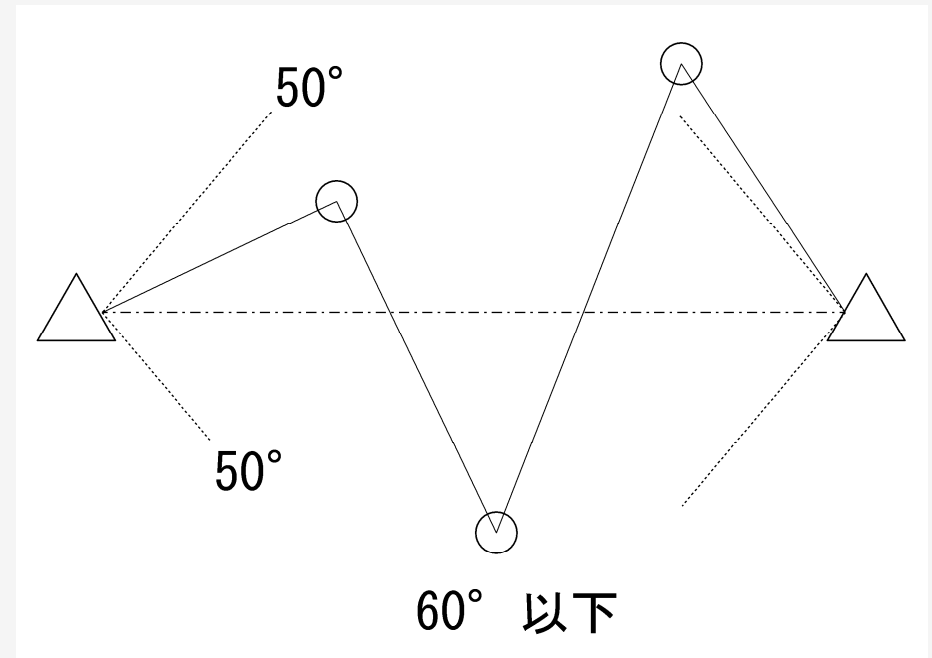
良い基準点測量の組み方とは 5

例 3



作業規定準則を確認してみよう。

単 路 線 方 式	方向角の取付	既知点の1点以上において方向角の取付を行う。ただし、GNSS測量機を使用する場合は、方向角の取付は省略する。			
	路線の辺数	7辺以下	8辺以下	10辺以下	15辺以下 (20辺以下)
	新点の数	2点以下	3点以下	——	——
	路線長	5km以下	3km以下	1.5km以下	700m以下 (1km以下)
		電子基準点のみを既知点とする場合はこの限りでない。			
路線図形	新点は、両既知点を結ぶ直線から両側40°以下の地域内に選点するものとし、路線中の夹角は、60°以上とする。ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、この限りでない。		同 左 50°以下	同 左 60°以上	
準用規定	節点間の距離、偏心距離の制限、平均次数、路線の辺数の制限緩和及びGNSS測量機を使用する場合の路線長の制限緩和は、結合多角方式の各々の項目の規定を準用する。				
備 考	4級基準点測量のうち、電子基準点のみを既知点として設置した一〜四等三角点及び1〜3級基準点並びに電子基準点を既知点とし、かつ、第35条第2項による機器を使用する場合は、路線の辺数及び路線長について()内を標準とすることができる。				



まとめ

- 土地家屋調査士にとっての基準点は、現地復元性が第 1
- 精度の悪い点につなぐか否かは、近傍の測量図や既知点の等級なども考慮に入れる。
- 現場できちんとした観測は出来て当然。計画はもっと大事

→あとは、Q & Aと、会場で質問を受け付けます