

第三章 平面における位置の表現と計測

1. 基準点

- 基準となる点の必要性
- 基準点を作る（三角測量・トラバース測量・三辺測量）

2. 基準点をもとに位置を表現する

- 前方交会法・後方交会法
- 平板測量・GPS測量

問題

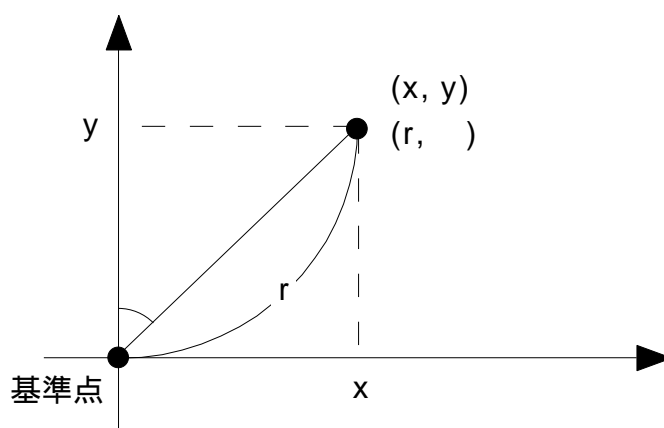
1. 2点の座標 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ が与えられており，自分の位置から点A，点Bまでの距離がそれぞれ r_1 , r_2 だったとする．自分の位置Oは，どのように算出できるか式で表しなさい．
2. 以下の条件のもと，対象物Pの座標値を計算しなさい．
 - 基準点A，BのX-Y座標は， $A(1, 3)$ $B(3, 1)$
 - 基準軸の線分ABからPまでの角度は，左回りに 30°
 - 基準点AからPまでの距離は2

長さや角度を計測して位置を表現する

基準点 (Ground Control Point) について

1. 基準点とは

- 位置を表現する時，ある点からの距離と角度で表現するのが容易である．また直交座標系(X, Y)で表現する時は，あらかじめ原点と軸を設けなければならない．いずれにしても参照される点が必要である．このような点を基準点という．
- 測量においては，基準点の見えるところでしか測れない．したがって広い範囲で測量する場合には，たくさんの基準点が必要になる．
- 位置の表現としては(X, Y)が便利であるが，(X, Y)を直接測ることは難しい．したがって(r,)を計測し，(X, Y)に変換することが多い



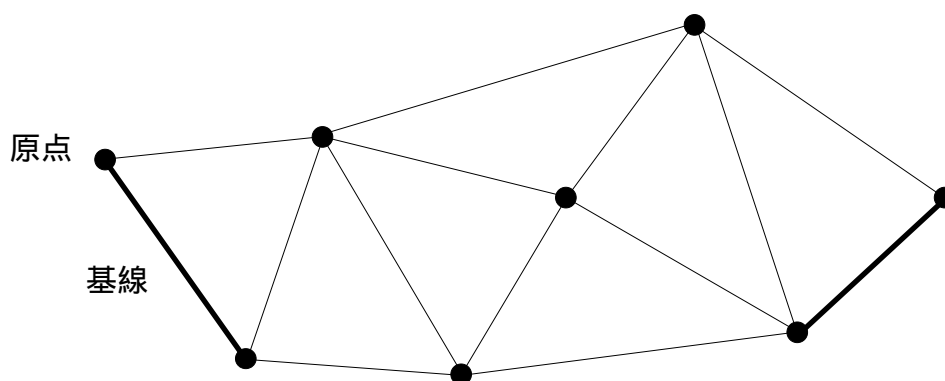
2. 様々な基準点

- + 三角点
 - 緯度・経度の基準となる点．日本における経度原点は，東京都港区麻布にあり，全国を網羅している．
- + 水準点
 - 標高の基準となる点
- + 対空標識
 - 航空写真による位置決定のために必要な点
- + 電子基準点
 - GPSによる高精度計測に必要な点

基準点を作る手法

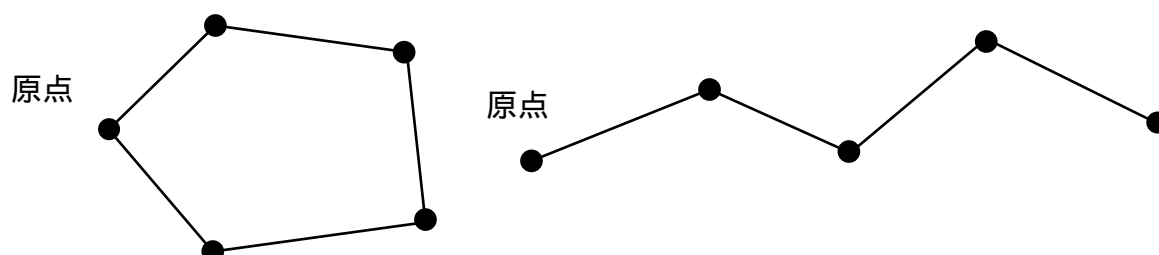
1. 三角測量

- 三角網を配置し，原点を含む数辺については精密に距離を計測しておく（太線）．他の点の座標については，角度の計測によって求めていく．三角形の内角の和が 180° であることで，誤差を調整することができる．広範囲を測量する時に用いられ，三角点は見晴らしの良い場所に設置される．



2. トラバース測量

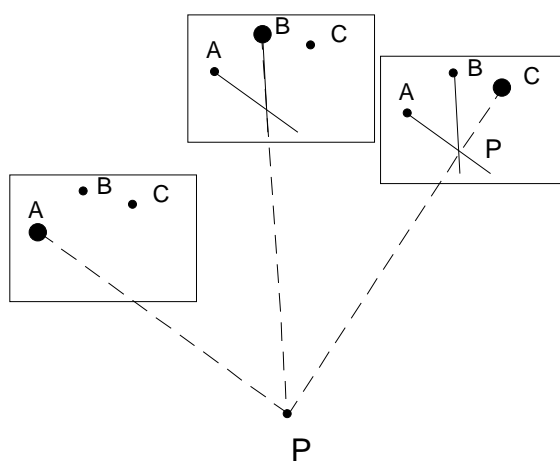
- 多角形（トラバース）を配置し，すべての辺とその内角を計測し，各点の座標を求めていく．多角形が閉じていない場合もあるが，閉じていれば誤差の調整が可能である．
- 三角測量と異なり，基本的に前後2つの基準点が見通せれば計測可能である．但し，精度は劣る．
- 原点の座標は正確である必要があるため，三角点が原点として用いられることが多い．



基準点をもとに位置を計測する（原理）

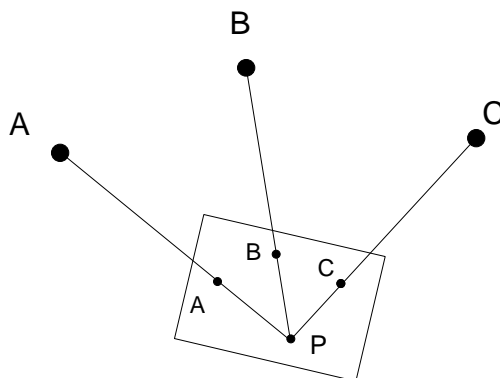
1. 前方交会法

- 位置を求めたい点Pがある時，点Pの周りの基準点からPを計測する方法
- 例えば，基準点A, B, Cそれぞれに計測器を置き，Pの方向を求める．直線A, B, Cの交点がPとなる．



2. 後方交会法

- 位置を求めたい点Pがある時，点Pから周りの基準点を計測する方法
- 例えば，Pに計測器を置き，基準点A, B, Cの方向を求める．直線A, B, Cの交点がPとなる．



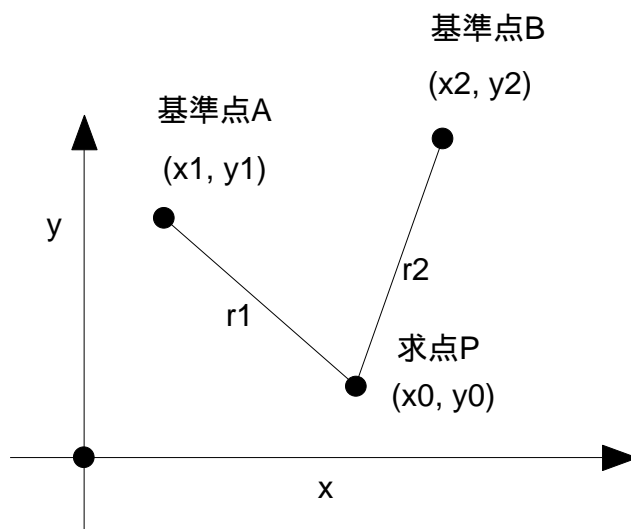
基準点をもとに計測する（技術）

1. 平板測量

- 基準点（トラバースの点など）が描かれた図面を板の上に置く．その板を現地の基準点の上に据え付けて，角度と距離より対象物の位置を求めていく．対象物までの距離を測れば，交会させる必要はないので迅速な測量が可能である．なお，距離は光波測距儀で計測すれば精度は申し分ない．
- 平板は今や計算機に取って代わっており，図面に直接描きながら測量することはなくなった．これは電子平板とも呼ばれている．

2. GPS(Global Positioning System)測量

- GPSの場合，基準点は人工衛星であると考えれば理解しやすい．3個以上（実際には時計誤差を考慮しなければならないので4個以上）の人工衛星（基準点）からの距離が求めれば3次元的な座標値を求めることができる．
- 理解しやすくするため2次元平面上で考えて見る，求点Pから2個の基準点までの距離がわかった時，Pの座標はどのようにすれば得られるであろうか？幾何学的に考えるよりも円の方程式を使えば計算出来る．



計測結果より対象物の座標を求める

1. 基準点AよりQを視準し、角度が θ 、距離がrという結果を得た。このとき、線分ABを軸とするLM座標系におけるQの座標 (Lq, Mq) は、角度 θ を時計まわりの方向を正とすると、以下の式で表すことができる。なお、この図では、 θ は負の値を取る。

$$Lq = r \cos \theta$$

$$Mq = -r \sin \theta$$

2. このLM座標系で表された座標をXY座標系に変換するには、X軸とL軸とのなす角度 α だけ回転させ、基準点Aの座標分平行移動させればよい。したがって求める座標 (Xq, Yq) は、次式で表すことができる。

$$Lq \cos \alpha - Mq \sin \alpha + Xa$$

$$Lq \sin \alpha + Mq \cos \alpha + Ya$$

$$\alpha = \text{atan}((Ya - Yb)/(Xa - Xb))$$

