

確率と最小二乗法による境界復元

ベクトル解析

境界復元計算するには基準とする点が必要です、その基準とする点を準拠点(計算の基点にする点)といいます。

準拠点(計算の基点にする点)の選択(データの中から基点にする点を選ぶこと)については「準拠点選択」のファイルで説明してありますのでご覧下さい。

ここでは選択された準拠点(計算の基点にする点)のベクトル解析について簡単に説明します。

境界の位置は $X=00.00$, $Y=0.00$ の二次元で表示されます, いわゆる平面で表示されます, 実際の境界標の位置からの方向(北を 0° として右廻りの角度)と距離 m で表示されます。

境界を測った測量図には高さの情報がありませんので三次元のベクトル図は不要です。

1995年のウィンドウズ95以降パソコンの普及に伴い2005年あたりからExcelを使った準拠点選択が簡単にできるようになり, 大量のデータが簡単に処理できるようになりました。

当webでも2005年からExcel出作ったプログラムを公開していますので2005年より前に勉強されたかたと2005年以降に勉強された方で大きな差があります。

我々業界(土地の境界を扱う土地家屋調査士, 測量業者)の世界ではベクトル解析は一般的にはまだ使われていません・・・世間から見れば遅れた団体なのです。

ベクトル解析

ベクトル原則

1. 準拠点に偏在が無いか
2. ベクトル線の方向に偏りが無いかを確認する

ベクトルの三公理

3. ベクトル線の方向が360度に渡ってバラバラに向いていること（絶対値の等しい正の誤差と負の誤差との起こる度数は相等しい）
4. 絶対値の小さなベクトル線の方が大きいベクトル線より現れる度数が多いこと（絶対値の小さな誤差の方が大きい誤差より現れる度数が多いこと）
5. 確率から考えて他と比較して大きなベクトル線があってはならない（ある程度以上の大きな誤差は実際上起こらない）

Henkanプログラム（Book）にベクトル図作製の機能が組み込んでありますので簡単に確認できます。

幾つかの例を示しますので参考にしてください。

統計的に準拠点（計算の基点にする点）を選ぶ方法は「 χ^2 検定、t検定」で解説してありますので参照ください。ベクトルの原則は

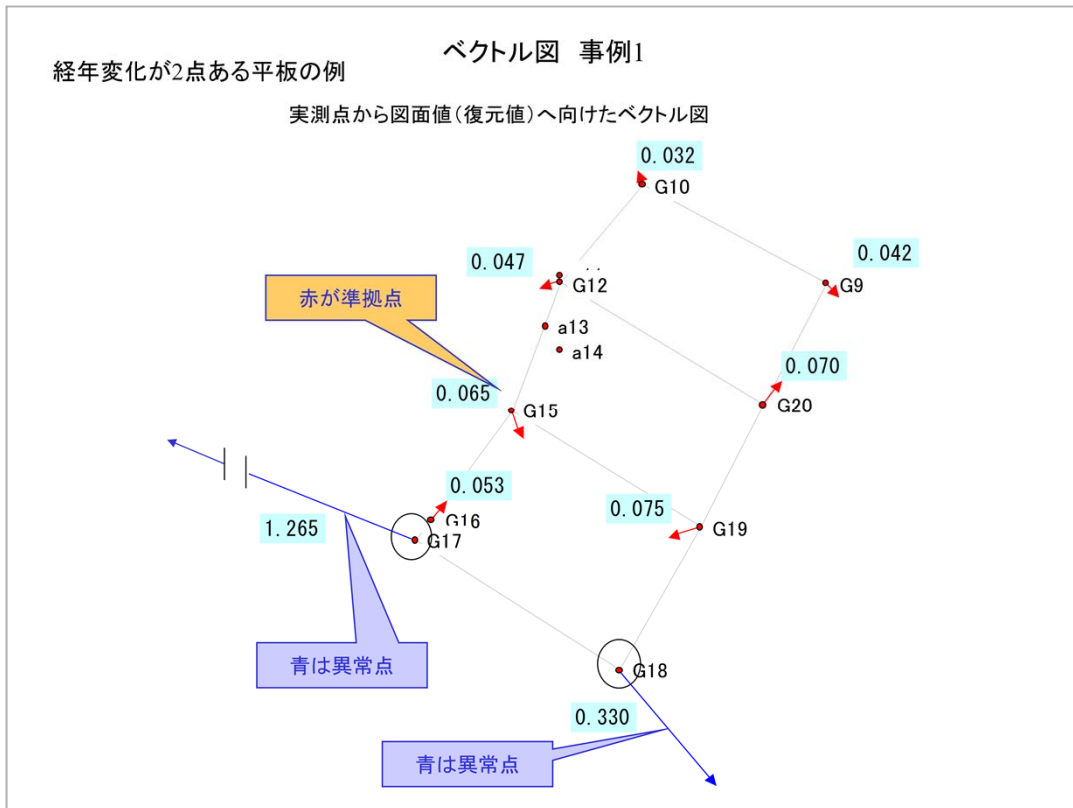
1. 準拠点（計算の基点にする点）に偏在が無いこと
2. ベクトル線の方向に偏りが無いこと、です。

さらに次のことに注意して準拠点の状態を確認する必要があります。確認は準拠点選択結果を変動ベクトル図によって行います、これをベクトル解析といいます。

ベクトルの三公理ですがこれは誤差の三公理と考え方は同じです、

3. ベクトル線の方向が360度に渡ってバラバラに向いていること（絶対値の等しい正の誤差と負の誤差との起こる度数は相等しい）
4. 絶対値の小さなベクトル線の方が大きいベクトル線より現れる度数が多いこと（絶対値の小さな誤差の方が大きい誤差より現れる度数が多いこと）
5. 確率から考えて他と比較して大きなベクトル線があってはならない（ある程度以上の大きな誤差は実際上起こらない）

以上のことを踏まえてベクトル図に問題がないか確認します。準拠点選択は検定で行っていますが検定だけの判断では漏れことのある現象を確認するのにベクトル図による解析が重要です。



このデータは平板測量の地積測量図から起こしたものです。

青線が異常点として除かれた境界点です、赤線のベクトルをみて準拠点（計算の基点にする点）の三公理にベクトル線が適合しているか見ます。

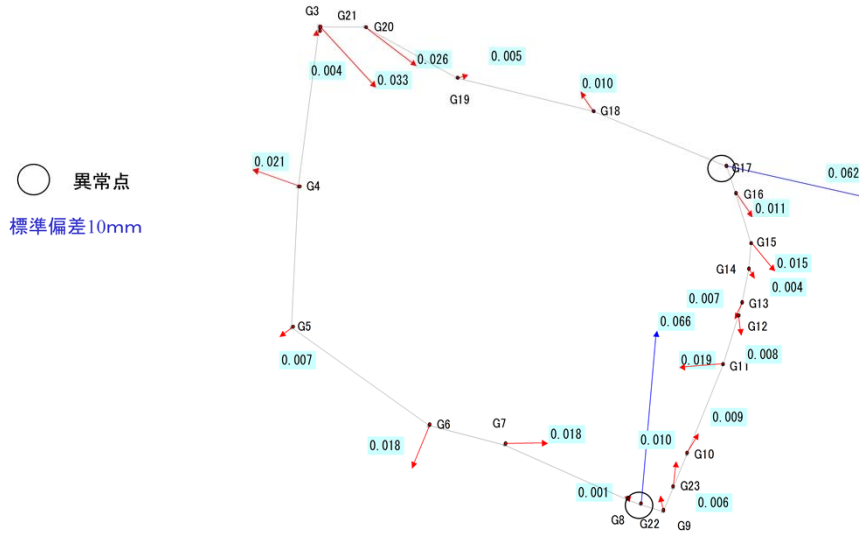
この図では準拠点に偏在、ベクトル線の方に偏りは確認出来ませんので問題は無いと判断します。

当然、青のベクトル線についてその原因をできるだけ調べることが必要です。

ベクトル図 事例2から

経年変化が2点あるTS測量の例

ベクトル図で準拠点において方向と距離に偏りが無いこと、準拠点が偏って分布していないかを確認します(異常点を除いて)。



TSの測量結果を10年後に再度測量した結果です、異常点として青線のG17、G22があります。

ポイントは異常点を除いた点、赤のベクトル線に偏った方向性が無いか、準拠点の配点に偏りが無いか、準拠点(計算の基点にする点)の三公理にベクトル線が適合しているか見ます。

ここでは問題となるような傾向は見られません。

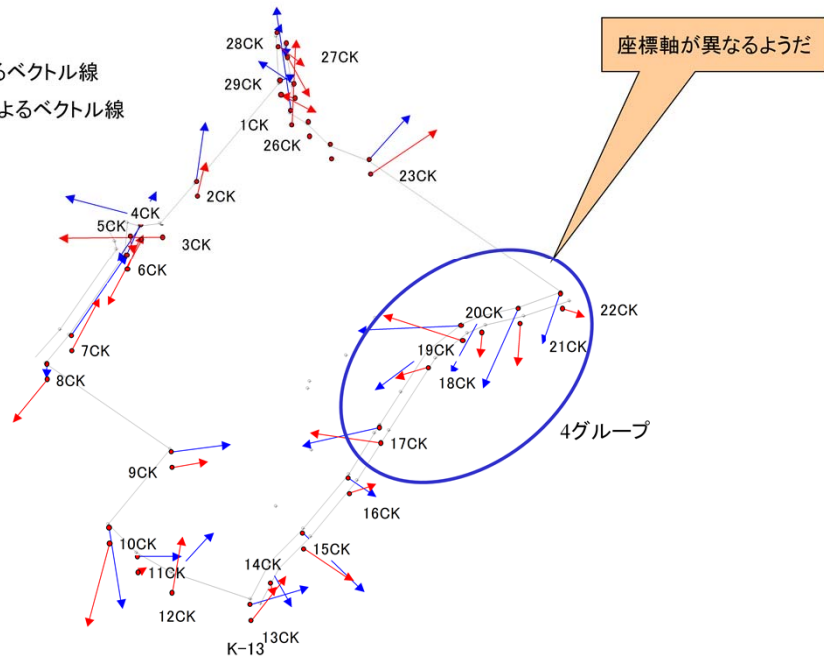
この図では図の右半分に点が集中しているように見えますが左半分に8点(g19～g21、g3～g7)と右半分に(g8～g18、g22とg23、G22とG17を除く)11点の振り分けで問題はありません。

○の2点が異常点になりますので境界標が動いていなければ測量ミス、動いたあるいは修正した経緯があれば境界標の位置を修正します。

ベクトル図 事例10から

二つの異なる座標軸があるTS測量の例
(2種類の混合分布)

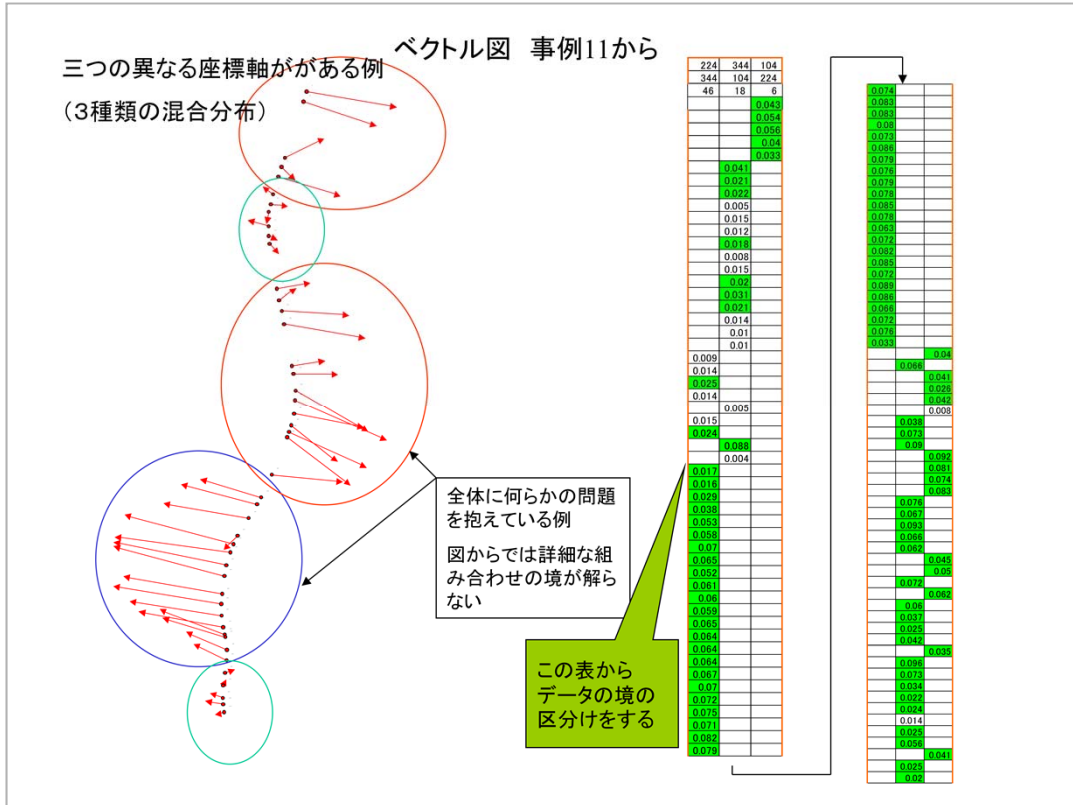
赤はアフィンによるベクトル線
青はヘルマートによるベクトル線



事例10のデータです、青丸の箇所のベクトル線が一定方向を向いている例です。

このあたりが一定の傾向を向いている、つまり座標軸の回転があったと考えられる訳です、ですからそのまま準拠点として選択するのは適切ではありません。

これは2種類の混合分布になりますのでデータを2つに分けて原因を究明する必要があります。場合によっては復元精度に影響しない場合もありますので計算結果から判断します。



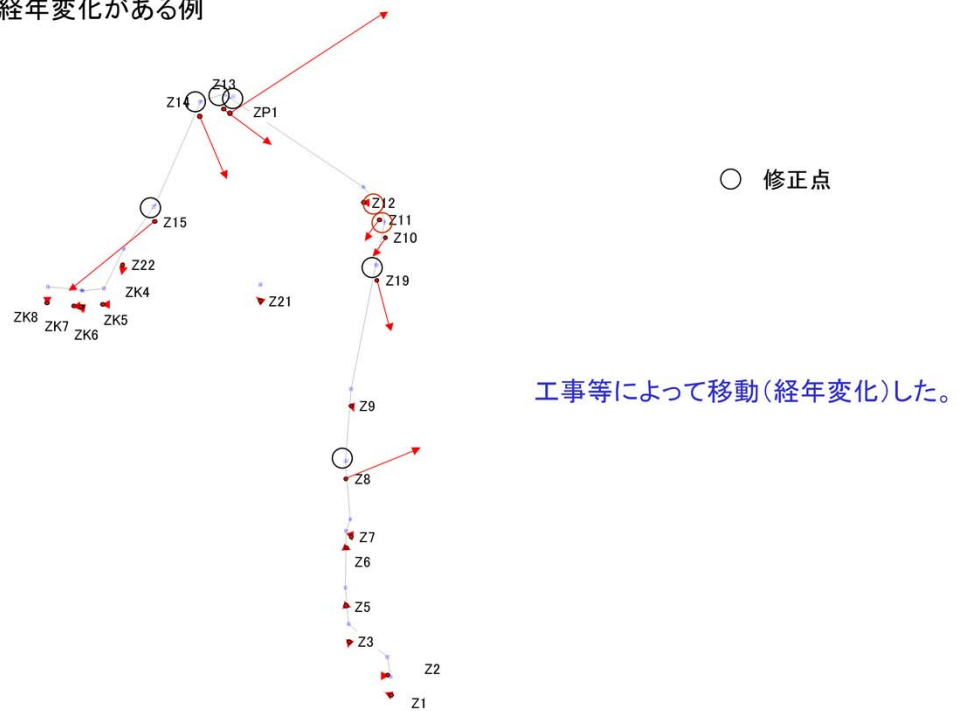
事例11のベクトル図です、ベクトル線の向きに偏りがある例で何らかの問題を抱えていることが簡単に分かります。

この例ではトラバース点がS字型に湾曲している例です、長尺物の道路などに見られる例です。

このような状態でそのままヘルマート変換とかアフィン変換を掛ける方がいますが危険です、赤、青、緑と分けて混合分布の原因を究明する必要があります。

ベクトル図 事例12から

与点と同じで経年変化がある例



事例12のデータです、座標変換を使わずに同じ与点(測量の基準点)から多角点を展開して各境界標の移動を確認しているものです。

これは工事によって動いた点を確認しています。

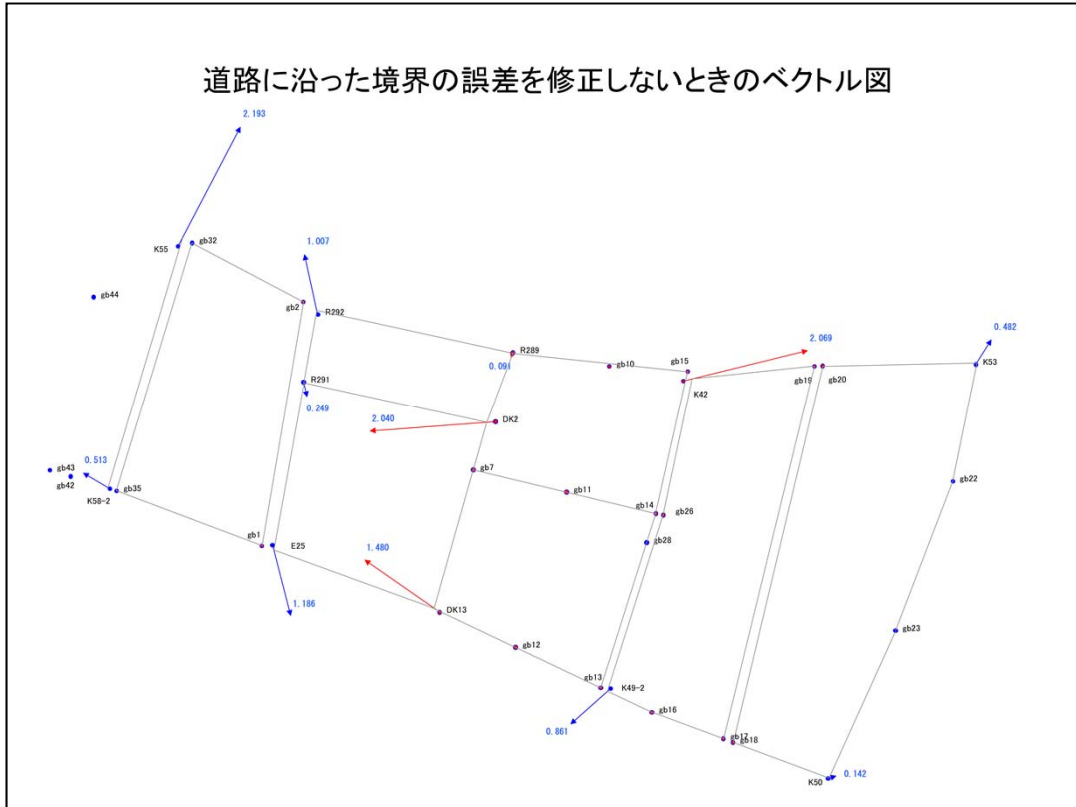
与点が無い場合は境界標から準拠点(計算の基点にする点)を行いますが、動いた点が動かない点より多い場合は座標変換による確認できません。

統計的な検定が常に正しくないこともあるということを知っておくことが重要です。

その場合、異常点が全体の30%を越えると異常点の影響を受けますので層別(混合分布)の解析が必要です。

本例では与点がありますので簡単に工事によって動いた点を探せます、それでどの点が異常かどうかの判断は検定、ここではt検定でできます。

○の点がそれに該当するとして境界標を修正します。



この図は本件のベクトル図です。

この図自体はエクセル(プログラム(Book))で自動作成させ簡単に見ることができるようになっていて、様々な条件で計算するたびに作図して確認していきます。

道路等に沿った点の誤差を修正しながら計算していきますが修正したときのベクトル図と修正しないときのベクトル図の両方を作図できます。

この図は赤が異常な境界標を示しています、準拠点(計算の基点にする点)の配点もプログラム(Book)で判断できますが、見ただけは左上のk55, R292, 下側のE25も異常な点に見えますが修正したベクトル図(次の頁)を見れば問題ないことがわかります。

