

復元の基本事例7 KN

公図(更正図)から境界を復元する事例

難易度 B

使用プログラムは

異常値の除去はHenkanV4.0のフルコンタクトT異常値検定、座標変換はHenkanV4.0のアフィン変換、方向杭処理計算はHenkanV4.0、ベクトル図作成はVector V0.8です。

明治20年頃に作成された更正図から争いのある(非訴訟事件)境界を復元するものです、所有者が同じで地目が違っていた畑と山林でその畑の半分を農地開放の関係で取得した。畑の半分の計算するには畑全体の形を復元しなければならない事が条件でこの例では畑の形を復元したところで計算を止めています。

距離に関しては使った間尺(1間を6尺5寸、6尺3寸等)を推定しは伸縮を考慮する必要があります(1間を6尺5寸とすれば伸縮率1.08位になるでしょう、1寸は10分の1尺)。

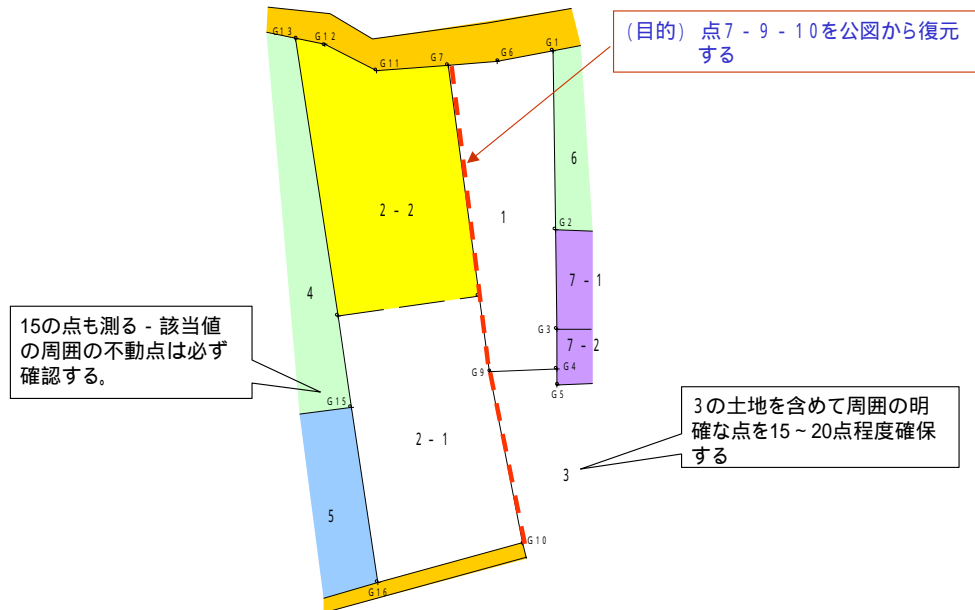
公図は畝杭(せぐい)を所有者に打たせてそれを測量した事になっていますので現在、御影石等があればその後に設置されたものと考えられます、さらに測量されてから相当の時間が経過していることによって境界石等の移動が考えられます、このことを踏まえて当時からの不動点に当たる点を探し出し、その点からさらに統計的な異常点がないか確認し、あればそれを除いて適切な座標変換によって復元計算することになります。

(公図については日調連発行の「土地境界基本実務」を参考にしてください)

事例7(公図から)

公図からスキャナーで読み取って任意の座標値を起こした図
公図読取值

1 / 600を1 / 500で表示



基本のところでもいいましたが原則は図面が作られた時から動いていないか動きの少ない境界標を探し出し、それを基準に座標変換することです。

公図からの変換にはアフィン変換が使われますがアフィン変換が注目を集めたのは2000年、平成12年以降でしょう、それは皮肉にも旧測地系から世界測地に変るときに発表された様々な文献によってです。

それまでヘルマート変換が使われていた時代は公図からの復元は難しいとされていましたがアフィン変換の登場によって公図からも相当に正確な復元が出来ることが解ってきました。

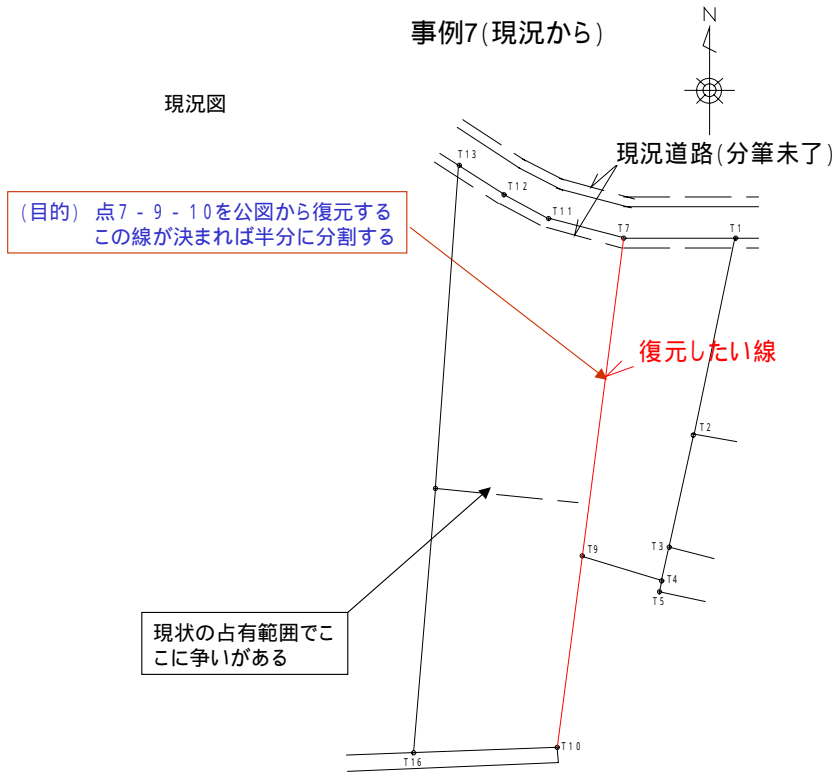
土地の経歴を調査して各境界点がどのような経歴になっているか調べます。

公図は地図に準ずる図面の他に閉鎖されている旧公図、土地台帳、登記簿、登記記録と関係者の聞き取りから時系列的に所有者の遍歴、地目から土地の利用状況を調べます(ここは筆界特定、境界鑑定ではないので詳細は省略します)。

その結果から測量する点を選択し、境界標の履歴を調査します、地番1と地番2・地番3は基の所有者が同じ、地番2は地番2-1と2-2に昭和25年に分筆され2-2がAからBに移転された。

地番4・5・6・7の所有者は異なる、無番地は道路までが概略です。

事例7(現況から)



現地は全体に平坦地で元の地目は東側が林、西側が畑、現在は両方とも宅地で明治時代の現況はなし。

確認された実測点の座標値を取得しておく(近傍の三角点等から公共座標値で測量する、近傍に基準点等がない場合は恒久的地物から引照点を4点以上取っておくとあとで復元性が高くなります)。

事例7(目的・資料・注意事項・計算手順と確認事項)

目的

民境界復元
点7-9-10を公図から復元する。

資料

公図(未整理地区)、土地台帳、官境界図、民の境界測量図

注意事項

不動点の特定
一枚の公図(未整理地区)に連続して描かれている境界標をできるだけ多く探す。
期待した標準偏差が得られているか。






計算手順と確認事項

不動点から準拠点を選択する。
点数が少ないのでフルコンタクトによる「異常値検定を使う。
道路に沿った境界標は方向を示していることが多いので座標変換で方向処理をする。

おおよそ、ここに書いてあることを調べてから実測します。
殆んど役所で集められる図面が主ですから資料収集には苦労しないと思います。
明治20年頃の更正図は

事例7(境界標の管理レベル 1・2)

公図(地引絵図)作成時からの不動点を探し、該当土地以外で近隣の土地からも探す。

	A	B	C	D
	<p>長年に渡り独立した所有者が管理してきた3筆以上の交点</p> 			
	2			
	<p>2筆の交点で曲がり角が明確な点</p> 	<p>道水路幅員が図面幅員、現況幅員が一致して曲がり角が明確な点</p> 	<p>で古い地物で明確な点</p> 	<p>道水路幅員が図面幅員、現況幅員が一致で2筆にまたがる点</p> 
	5			16

公図レベルでは公図作成時からの不動点はありませんので不動点と見られる点を選ぶこととなります。

そのため不動点と見られる点の定義が重要になってきます・・・これは地域性があると言われるものです。

調査士法第25条第2項において「地域の慣習」に関わる地図などの歴史的資料の調査・収集を行ない、地域に於ける土地の境界を明らかにするための方法に関する知識を深めるよう努めなければならないと規定されています。

まさに公図レベルの復元ではこのことが要求されていますが感覚的ではなく数値でないと意味がありません、しかも統計的に解析されたデータであることが要求されます。

本例の場合、境界点の中に3筆以上の交点で長年に渡り複数の所有者で管理されてきた点は重要でこれに該当する点として点2と点15があります、次に2筆の交点で曲がり角が明確な点5と点16が不動点として考えられます。

・・・点2

長年に渡り異なった所有者が管理してきた3筆以上の交点、公図作成当時の現況が確認できない地域では重要なポイントになる、この図では点15もこれに該当しますが実測されていない。

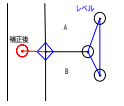
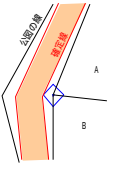
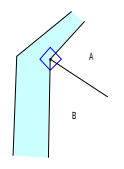
・・・点5

2筆の交点で曲がり角が明確な点で過去においても現在においても所有者が異なる事がポイントです。

・・・点16

道水路幅員が図面、認定幅員、現況幅員が一致して所有者の異なる2筆以上にまたがる点で道水路の移動が見られないことがポイントです。

事例7(境界標の管理レベル 2・3)

	E	F	G	H
	<p>のA, Bで補正ができた点(レベルが3点以上必要)</p> 		<p>のA, Bで根拠があればにいれる。(古い境界物、木とか石とか)</p>	
	1, 13, 7 (補正後)			
A	B	C	D	
<p>道水路幅員が図面幅員、現況幅員が不一致で曲がり緩やか</p> 	<p>道水路との交点で官民確認が既になされた点</p> 			
	(1, 13, 7) 補正前			

点7は問題の点なので使わない。

公図作成時の現況が無いと判断できる道路、又は拡幅された道路は不動点とできる点とは言えませんが点13・7・1は方向杭として考えれば計算上の修正を加えることによって計算に活かせます。

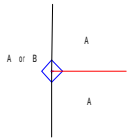
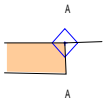

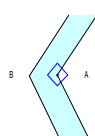
点7は同一所有者が管理していたこと、争点なので準拠点の対象にしない。

公図作成以後に分筆された分割線は正確でないので点3は使えません。

・・・点1・13(点7については争点なので除いた)

方向杭とし計算上使えます。

事例7(境界標の管理レベル4以下)

<p>2筆以上で同一所有者に管理されたことがある点</p> 	<p>同一所有者が過水路を挟んでいる点</p> 		
9	10		
<p>緩やかな曲がりの点(民 民境界)</p> 	<p>緩やかな曲がりの点(官 民境界)</p> 		
4	11, 12		

点10は自己内の道路の位置で所有者の都合により変動できるので本来の位置にない可能性が考えられます。

点4, 7, 9, 10の同一所有者が管理してきた境界標は移動されている可能性が高いので不動点とは考えられない。

点11・12の曲がりの緩やかな点、緩やかな道路の点は作図誤差が大きく正確でないので使いません。

など層別に当たる点検をここでやってしまい、準拠点選択に進みます。

・・・点9, 10

同一所有者で管理されているか管理されたことがある点は正確性を求めるのは無理がある、点10は道路端点と接しているが所有者の意思で端点を自由に出来る問題があるので除いた。

・・・点4, 11, 12

緩やかな曲がりの点、絵に近い図面では緩やかな交点は現地、図面とも特定が難しいので除いた。

(公図、平板での地籍図の場合は の点は正確でないので特段の根拠がない限りは計算に使わないようにしている)

ここでは測量されていない周囲の土地のも不動点を求めればより正確になります。

本公図の道路対面(北側にある土地)の境界点は公図(地引絵図)作成方法から考えて使わないこと。

事例7(データの準備)

1. 事例データ.xls シート(事例7)からA4~H22をドラックしてコピーする。
2. henkanV4.5のdata、K11セルに貼り付ける
3. A順とB順の番号がセットになっていることを確認して「並べ替えと行詰め」「シート転送」を実行

データの整理

このシートデータ削除 シートへ転送

並べ替え後データ(このデータが指定シートに転送)

点番	点名	図面値		点名	実測値	
		X	Y		X	Y
1	G1	34.459	-10.037	T1-K	99.532	100.031
2	G2	13.255	-9.735	T2-K	76.233	95.1
3	G3	-1.491	-9.573		62.881	92.169
4	G4	-3.171	-9.499	T4	58.909	91.309
5	G5	-5.122	-9.443	T5-K	57.656	91.038
6	G6	33.225	-16.55			
7	G7	32.753	-22.451	T7	99.513	86.825
8	G8	5.479	-18.808			
9	G9	-3.506	-17.498	T9	61.854	81.974
10	G10	-23.832	-13.53	T10	39.167	78.957
11	G11	32.159	-30.929	T11	101.856	77.949
12	G12	35.161	-37.044	T12	104.617	72.667
13	G13	35.855	-40.383	T13-K	108.074	67.313
14	G14	-3.052	-35.457			
15	G15	-7.717	-33.866			
16	G16	-28.446	-30.763	T16-K	38.54	61.894
17						

並べ替え前データ(ここに測量ソフトから貼り付ける)

A 順	点名	図面値		B 順	点名	実測値	
		X	Y			X	Y
1	G1	34.459	-10.037	1	T1-K	99.532	100.031
2	G2	13.255	-9.735	2	T2-K	76.233	95.100
3	G3	-1.491	-9.573	3	T5	62.881	92.169
4	G4	-3.171	-9.499	4	T4	58.909	91.309
5	G5	-5.122	-9.443	5	T5-K	57.656	91.038
6	G6	33.225	-16.550	6			
7	G7	32.753	-22.451	7	T7	99.513	86.825
8	G8	5.479	-18.808	8			
9	G9	-3.506	-17.498	9	T9	61.854	81.974
10	G10	-23.832	-13.530	10	T10	39.167	78.957
11	G11	32.159	-30.929	11	T11	101.856	77.949
12	G12	35.161	-37.044	12	T12	104.617	72.667
13	G13	35.855	-40.383	13	T13-K	108.074	67.313
14	G14	-3.052	-35.457	14			
15	G15	-7.717	-33.866	15			
16	G16	-28.446	-30.763	16	T16-K	38.540	61.894

データの並べ替えと行詰めをおこないます。右の表にデータを貼り付け、順欄に入力した数字順に並べ替われます。空白行は詰めて並べ替えられます。
順(A列 B列)をクリックすると番号が自動で入力されます。

点番と同じ番号 並べ替えと行詰め A順と同じ番号

順欄をからにしてからクリックした順番に番号が入ります。
シート転送後に計算するデータが転送されhelmertシートが開きます。

事例7(AIC概算チェック)

AIC概算チェックをシート「helmert」「affine」で実行します。

AIC概算値チェック	T異常値検定	方向杭計算へ
検定(手動確認)	信頼限界(手動確認)	復元精度確認
適合度検定	信頼限界	判定

「helmert」

AIC概算値		
点数	Hel	Aff
5	72	70
4	57	59

「affine」

AIC概算値		
点数	Aff	Hel
5	70	72
4	50	59

対象点の70%以上が準拠点となること

概算で異常値検定をすると準拠点が5点なのでアフィンが優位と判断します。

ヘルマートとアフィンの両方の結果を出して結果から判断してもよい。

これはこの図面がヘルマートが優位な図面かアフィンが優位な図面かの目安をつけます。

ヘルマートが優位であればXYの座標軸が直交に近く、図面の歪みが少ない図面であると判断できます。

逆にアフィンが優位であればXYの座標軸が直交していなく図面の歪みがある図面であると判断でき、この図面をヘルマート変換では復元できないことになります。

また交点計算(近くの点の数点を使って交点計算で求める方法)では非常に危険な復元になります。

そのためにこのAICの判断をその都度行うことが必要です。

アフィン変換 & 検定準拠点選択

事件名									
係数a	1.046969	移動量x	60.519	伸縮率x	1.076403	平均二乗誤差	0.384		
係数b	-0.250001	移動量y	102.513	伸縮率y	1.118689	AIC	70		
係数c	-0.246513			回転角x	-13°25'48"	標準偏差	0.272		
係数d	1.091190			回転角y	-12°43'48"	尖度	0.05		
16	指定数までリセット		指定数	準拠点をヘルマートAICへ	a	点名セット	5		
変換される座標値(図面値)			変換の基となる座標値(実測値)			変換された座標値			
点番	点名	座標点	点名	座標点	座標点	点名	座標点	座標点	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	G1	34.459	-10.037	T1	99.532	100.031	aG1	99.106	100.055
2	G2	13.255	-9.735	T2	76.233	95.100	aG2	76.830	95.157
3	G3	1.491	-9.573				aG3	64.473	92.434
4	G4	-3.171	-9.499				aG4	59.574	91.366
5	G5	-5.122	-9.443	T5	57.656	91.038	aG5	57.517	90.946
6	G6	33.225	-16.550				aG6	99.442	92.644
7	G7	32.753	-22.451				aG7	100.423	86.088
8	G8	5.479	-18.808				aG8	70.957	83.340
9	G9	-3.506	-17.498				aG9	61.223	82.555
10	G10	-23.832	-13.530				aG10	38.950	81.874
11	G11	32.159	-30.929				aG11	101.921	76.691
12	G12	35.161	-37.044				aG12	106.593	70.758
13	G13	35.855	-40.383	T13	108.074	67.313	aG13	108.154	67.286
14	G14	3.052	-35.457				aG14	72.579	64.575
15	G15	-7.717	-33.866				aG15	60.906	63.656
16	G16	-28.446	-30.763	T16	38.540	61.894	aG16	38.428	61.932

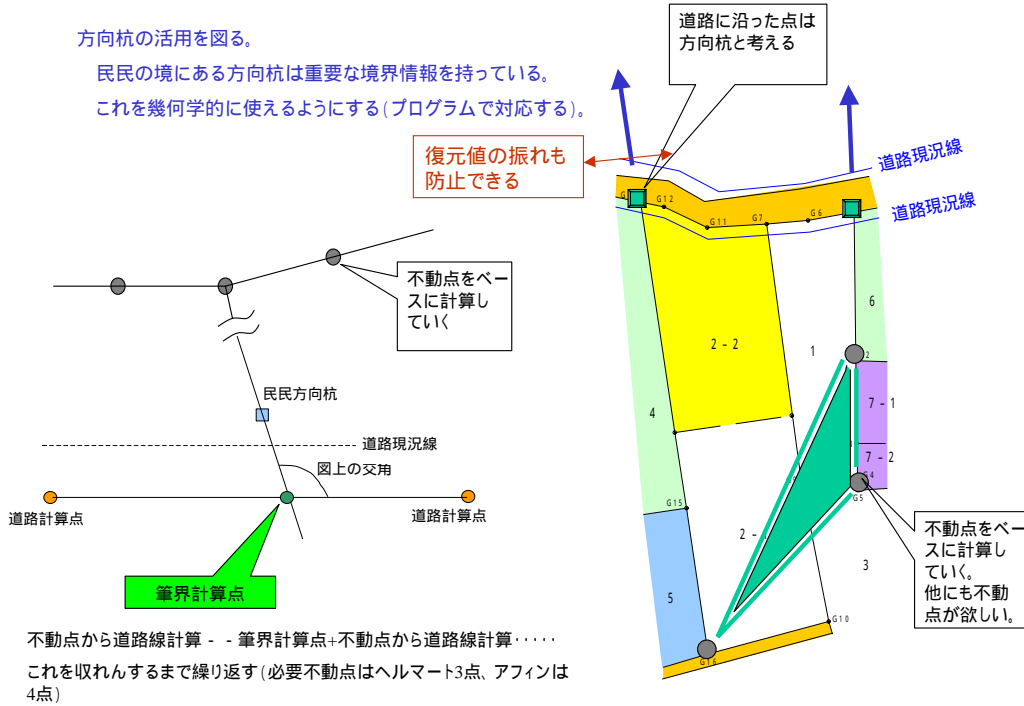
準拠点の対象とした5点で計算をしていきます。

点数が少ないので5点以下に減らしたくない、ヘルマートであれば最低3点、アフィンであれば最低4点ないと最小二乗法による効果があまり期待できない。

ここはしょうがないのでこの5点を尊重して計算を進めるが大きな異常値がないことは必ずかくなることが必要です。

平地の農地、林では標準偏差で0.300程度であれば良いのでここでは異常値はないと判断した。

事例7(方向杭の処理)



統計的な処理というのは正しい経験であれば経験的な判断と数値にして計算しても同じ結果が得られるはずですが、ですから依頼者に偏った解釈や誤った自分のイメージに添った都合のよい解釈を戒めるために表やプログラムにする事によって防げるのです。

そこで次の選んで点の中に統計的に異常な点がないか点検し、あれば除きます。

ここでは点1・2・5・13・16の5点を確認してみました、5点と点の数が少ないので正規分布による点検は出来ないのでフルコンタクトによって標準偏差を計算しその差が急激に変化するポイントがないか確認します、変化するポイントがあればそのポイントから前の点が異常と考えられます。

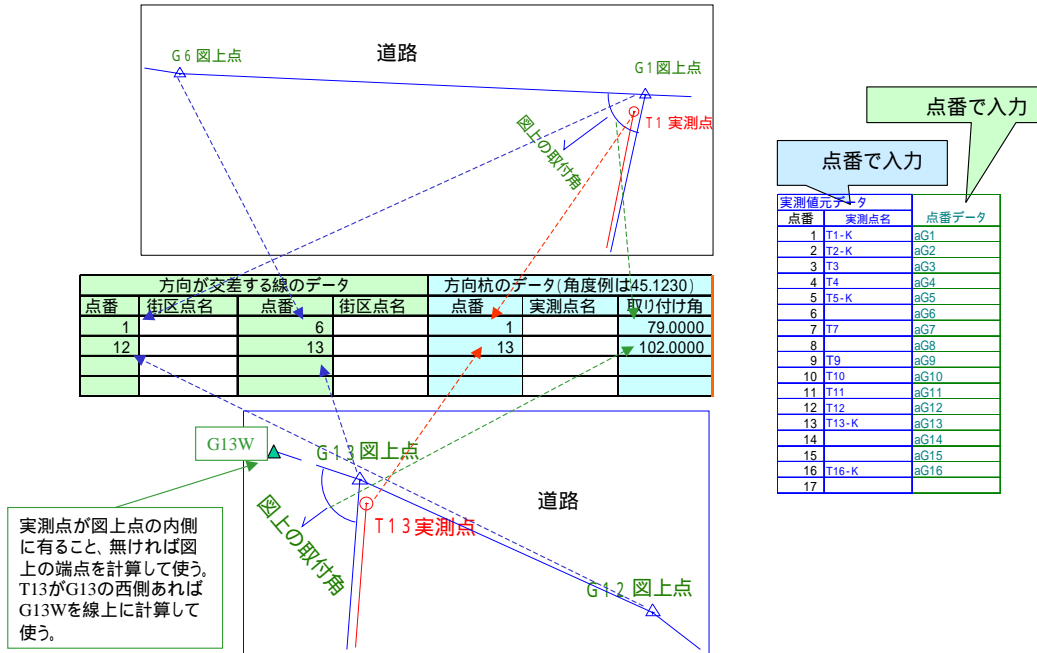
点1と13を生かす理由は点2・5・16で復元すると1と13に左右の振れが生ずることによって点7の左右の復元精度が悪くなる事を防止すること準拠点が全体に均一に配点される事によって全体の復元精度が高くなることです。

道路に沿った民民の境界杭は道路から下げてあっても、あるいは道路境界が確定してあっても方向杭として考え方向杭の情報を活かした復元計算をします。

事例7(方向杭処理計算)1

点の位置関係に注意してデータをhokoシートに入力する。

[7henkan](#)



Hokoでデータ入力例を説明しています。

の関係を間違わないように入力してください、右側にある表から点名でなく点番を入力していきます(点名ですと全角半角の使い分けで読めないことがあるためです)。

図上の取付角は事前に計算していきます、取付角は求める点(方向杭)の右側を計算します(プログラムの仕様です)。

一度入力したデータは「方向データ旧削除・新保存」で保存しておいてください。

事例7(方向杭処理計算)2

計算手順

[7henkan](#)

「方向杭計算へ」を実行

AIC概算値チェック	t異常値検定	方向杭計算へ
検定(手動確認)	信実限界(手動確認)	復元精度確認
適合度検定	信頼限界	判定

方向が交差する線のデータ			方向杭のデータ(角度例は45.1230)			方向杭と街区線の交点計算結果				収れん回数	標準偏差	
点番	街区点名	点番	街区点名	点番	実測点名	取り付け角	点番	計算点名	X	Y		
1	aG1	6	aG6	1	T1-K	79.0000	1	S T1-K	98.730	99.830	1回目	0.2719
12	aG12	13	aG13	13	T13-K	102.0000	13	S T13-K	108.001	67.297	2回目	0.2026
											3回目	0.1834
											4回目	0.1764
											5回目	0.1719
											6回目	

方向杭活用前後では大きな改善が見られる。

affineから「方向計算へ」でデータを送る
 hokoで方向データを入力する(方向データを保存しておく・・・後で便利)
 「アフィンでデータ取得」を実行
 この時点で問題ないレベルの道路線、街区線が計算される。
 affineで「t異常値検定」を実行して異常値を除く、この例では点数が少ないので異常値の判断はプログラム上では行われないので経験で判断する。
 このデータでは異常値無しで計算を進める。
 hokoで「アフィン繰り返し計算」を実行すれば最終結果が表示される。
 affineで「t異常値検定」を実行して異常値を除く、この例では点数が少ないので異常値無しとして終了する。

収れん

affineから「方向計算へ」でデータを送る

hokoで方向データを入力する(方向データを保存しておく・・・後で便利)

「アフィンでデータ取得」を実行

この時点で問題ないレベルの道路線、街区線が計算される。

affineで「t異常値検定」を実行して異常値を除く、この例では点数が少ないので異常値の判断はプログラム上では行われないので経験で判断する。

このデータでは異常値無しで計算を進める。

hokoで「アフィン繰り返し計算」を実行すれば最終結果が表示される。

affineで「t異常値検定」を実行して異常値を除く、この例では点数が少ないので異常値無しとして終了する。

計算は3回目、標準偏差が0.1719 となった状態で計算を終了します。

事例7(準拠点選択と変換)

結果、標準偏差が0.272から0.172に上がる、10~20%以上向上すれば効果あり。

Zhenkan

この方向データが計算値に書き換えられる準拠点に選ばれていけばよい(S-が付く)

アフィン 変換計算 (準拠点選択搭載)

事件名										
係数a	1.039770	移動量	60.261	伸縮率x	1.071232	平均二乗誤差	0.243			
係数b	-0.257715	移動量	02.447	伸縮率y	1.116359	AIC	65			
係数c	-0.244723			回転角x	-13° 55' 14"	標準偏差	0.172			
係数d	1.089205			回転角y	-12° 39' 47"	尖度	0.97			
16	指定数までリセット	指定数	準拠点をヘルマートAICへ	a	点名セット	5				

点番	変換される座標値(図面値)			準拠点	変換の基となる座標値(実測値)			変換された座標値		
	点名	X	Y		点名	X	Y	点名	X	Y
1	G1	34.459	-10.037	S T1	98.730	99.830	aG1	98.677	99.948	
2	G2	13.255	-9.735	T2	76.233	95.100	aG2	76.552	95.088	
3	G3	1.491	-9.573	T3	62.881	92.169	aG3	64.278	92.385	
4	G4	-3.171	-9.499	T4	58.909	91.309	aG4	59.412	91.325	
5	G5	-5.122	-9.443	T5	57.656	91.038	aG5	57.369	90.908	
6	G6	33.225	-16.550				aG6	99.073	92.552	
7	G7	32.753	-22.451	T7	99.513	86.825	aG7	100.103	86.009	
8	G8	5.479	-18.808				aG8	70.805	83.302	
9	G9	-3.506	-17.498	T9	61.854	81.974	aG9	61.125	82.530	
10	G10	-23.832	-13.530	T10	39.167	78.957	aG10	38.968	81.878	
11	G11	32.159	-30.929	T11	101.856	77.949	aG11	101.670	76.629	
12	G12	35.161	-37.044	T12	104.617	72.667	aG12	106.367	70.703	
13	G13	35.855	-40.383	S T13	108.001	67.297	aG13	107.949	67.236	
14	G14	3.052	-35.457				aG14	72.572	64.574	
15	G15	-7.717	-33.866				aG15	60.965	63.672	
16	G16	-28.446	-30.763	T16	38.540	61.894	aG16	38.612	61.978	
17										

不動点が3点(S-のない)

計算結果

求めたい点7、点9、点10の復元値が「変換された座標値」欄に計算されます。

伸縮率が1.08 とやや大きいのが気になるが間尺が6尺5寸(伸縮は1.08、歩伸び17%)とすれば納得がいく。

事例2(ベクトル図)

Henkan の helmert シートからHファイル名をコピー 消してある実測値を戻しておく

Hファイル名	準拠点をアフィンAICへ	空欄の実測値戻す
3henkanV4.3a		

vector ベクトルシートのHファイル名へ貼り付ける

H ファイル名 3henkanV4.3a ファイル名は仮称です

vector 操作パネル

データ取得タグ helmert を実行

(T1とT13で実測点からのベクトルを描くときは「Hel方向なし」を実行

計算 を実行

用紙と縮尺タグ 用紙設定でA3用紙を選択、縮尺で設定縮尺を〇〇〇 入力

作図 を実行 でベクトル図が出来る。

点名、ベクトル値はテキストBOXになっているので移動、削除が出来る

ベクトル線は点の種類に応じて線の設定(エクセルの図形描画)を変えると見やすい。

表示設定ダグ 各種の設定をする

(設定変えたら作図を再実行)

この結果からベクトル図を作成してみます。

「空欄の実測値を戻す」でt検定で削除された点を戻しておきます。

事例7(ベクトル図・方向処理後)

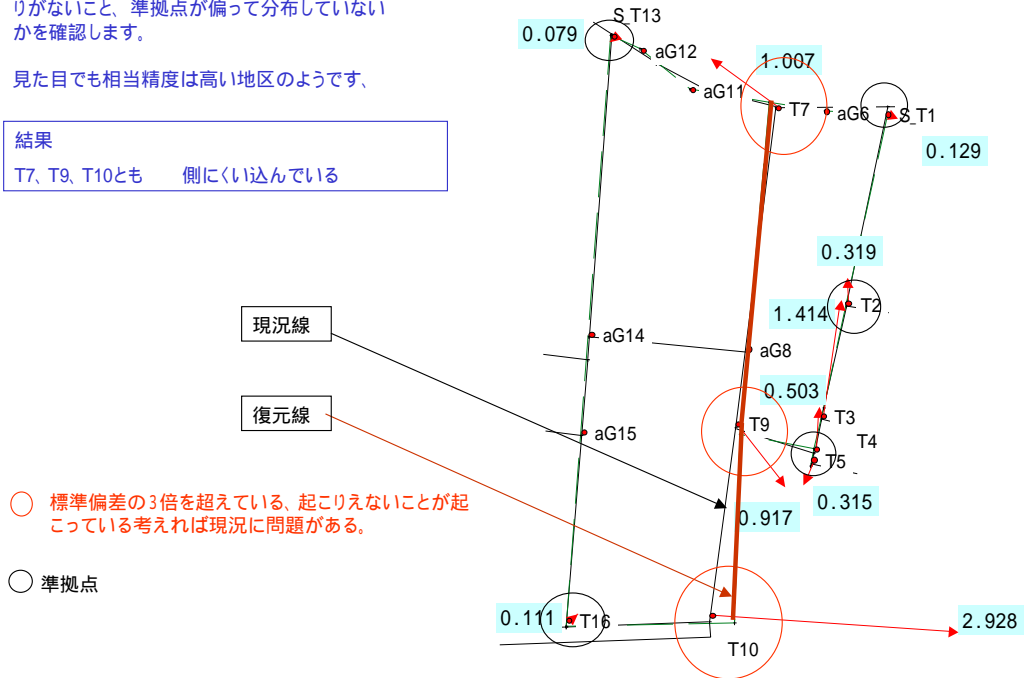
7Vector

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

見た目でも相当精度は高い地区のようです、

結果

T7、T9、T10とも 側にくい込んでいる



この結果をからベクトル図を作成しますと、点7、点9、点10の動きは図のとおりです。

準拠点T1、T2、T5、T13、T16の配点も均一性があって問題ありません。

本来のこの図面のもつ位置誤差は $0.172 \times 3.7 = 0.636$ と推定される、よって復元点と境界標がこの範囲以内であれば境界標を筆界としこの範囲を外れていれば復元点を筆界とする。

北側の道路は官民境界確認がすでに終了しているので官民境界確定の手法を尊重し道路境界については確定結果を使う。

よって、緑の点線(T7、T9、T10)を復元値に修正した点が本来の と の筆界である。

この後位置誤差0.636ないの点は現況を境界として占有している線g14-g8の平行に計算すれば求める境界点は復元されます。