

確率と最小二乗法による土地の境界復元

事例の予備知識

土地家屋調査士・測量士 小野孝治(東京土地家屋調査士会)
2007/11/17 作成 2008/6/20改 2009/01/31改
<http://homepage2.nifty.com/onojimuso/>

境界、筆界の復元事例をお話致しますがここでこれらの事例は研修会等で提供していただいた例を検討したものですから分かりやすい事例を撰んで取り上げているものではありません。

その事例のどこがよくないのか、どの辺の資料が足りないのかも含めて説明しています。100件の成功例より1件の失敗例から学ぶことが大きいといえますから参考になると確信しています。

筆界の種類による復元方法

(原則は崩さない)

「原始筆界」

元々が所有権境界を確認して作成されたものでその図面(改組図、更正図等)の点と所有者又は管理者が管理している所有権の範囲を確認して図面と現地が一致している点を準拠点として復元する。

図面(改組図、更正図等)が作成されてから100年以上の年月が経過しており経年変化が多く見られること当時の測量技術の未熟さから図面の精度が低いため図面の持っている精度内であれば原則として境界標を筆界とみなす。

「創設筆界」

土地の分筆登記によって形成されることから分筆登記に添付される地積測量図、分筆申告図を基に復元することになります。

地積測量図に描かれた分割点以外の図面作成時多角点、引照点、筆界点と現存するこれらの点を準拠点として復元し原則として復元した位置を筆界とします、分割前の筆界に誤りがあれば点でなく線の情報になる。(分筆の規模、形態によって分割点も準拠点とすることが多い)。

「後発的原始筆界」

区画整理図、耕地整理図、土地改良図を基に現存する多角点、街区点、画地点から適正な点を準拠点として復元し原則として復元した位置を筆界とします。区画整理図、耕地整理図、土地改良図は法務局に保管されていないため組合又は市町村が保管する図面を入手する必要があります。

筆界の種類によって当然、最終的に筆界を明示する判断基準が変わります。

原始筆界は現地の境界標を重要視していきます。

創設筆界の書かれた図面中にある創設筆界以外の点は全て創設筆界を計算する引照点の役割を持ちます。

筆界からみた時、多角点は精度の高い引照点と考えます、引照点は精度の高い順に準拠点として使います。

筆界別復元手法の紹介

初めての方は下表の基本事例6題を練習としてマスターすることをお勧めします。

	図解法	数値(三斜等)	座標値
計算サンプル			事例2 確定してる図面の座標変換
原始筆界	事例7 筆界準拠点選択がポイント		
創設筆界		事例16 分割前の筆界に不確定要素があれば線の復元に過ぎない	事例5 分割前の筆界が確定的例で分割図の長さ、座標がそのまま復元される
後発的原始筆界		事例8 街区点と画地点(筆界点)を混在したまま復元する	事例3 多角点、街区点、画地点(筆界点)の順に検証して精度の高い点で復元する

ここに6個の基本事例を紹介します、これらは全て実例です。

事例2は計算の基本的なサンプルです。

事例7は明治に作成された原始筆界についての復元です。

事例16は平板測量で分筆された創設筆界の復元です。

事例5は座標値が既知の創設筆界にある境界標の点検です。

事例8は後発的原始筆界で座標値のない区画整理図からの復元です。

事例6は座標値のある後発的原始筆界点への境界標設置の例です。

研修では1題30分で3時間の内容です。

境界・筆界

不動産における境界

「筆界」 不動産登記法で公示される境界で筆界と所有権界が一体となっている、筆界は地図等により所有者は登記簿に所有者または登記名義人として登録される。筆界は公法上のもので所有者であっても変更はできない。筆界という場合は「筆界兼所有権界」をいう(里道のように所有権があるが登記されていない場合もある)。

「所有権界」 民法で保証された権利で所有者は当事者の契約自由によって土地の全部または一部に所有権界を形成出来るが分筆登記、所有権移転等の登記がなければ善意の第三者に対抗出来ない。

登記をしないと所有者が変われば再び合意形成が必要になる危うさがある。

「区域界」 基本的に権原(けんばら)を取得して区域を決定する。

道路法、河川法によって指定された区域(法定内公共物)をいう、権原を取得するが権原は所有権、地上権等でもよく口答の約束でも良いとされている。

法定外公共物(里道、水路)は区域は無いので筆界を決めることが原則ですが国、都道府県、市区町村の条例等で所有権界の確認としている…これが問題

所有権界と筆界が不一致になるとき

本来は筆界と所有権界は一致しているものですが何らかの理由により不一致になっている場合があります、筆界の位置を誤認している場合 分割が行われているが分筆が未了の場合 筆界と異なる位置で占有していて所有の意志がある場合。

分割の意志がないにも拘わらず筆界の認識に不一致があれば土地家屋調査士がその筆界を復元して当事者に示すことが必要である。その位置は当事者の意志によって決められるものではない。

の場合は時効取得との関連がありますので慎重に対応することが必要です。

はじめに事例を説明する前に数理の面から境界について考えてみます。

通常取り交わされている境界確認書というのがありますが、民民境界確認書、官民境界確認書は所有権界の境界確認書です、これらの確認書は当事者の再合意によって変更できるものです。

図面等の資料によって復元したら境界標と復元値がズレている、大なり小なり全部ずれている訳です、この場合に境界標を所有権界とするか復元値を所有権界とするかは当事者の合意によるわけです。

所有者や管理者が現地で指し示した点が所有権界ですから誤差はありません、ですから基本的には所有権界には誤差がないのです。

はじめに筆界が形成された時は所有権界と筆界は一致しています、これは時間の経過とともに不一致が生じます。

同じ確認書でも筆界の確認書面として登記に使われたなら筆界を証明する書面の一つになり、民民境界図(登記に使用済み)、官民境界図(登記に使用済み)も地図、地積測量図と同じ公法上の筆界を証明する書面になってしまう。よって当事者の意志で変更できない所有権界兼筆界を証明する確認書になってしまうのです、もっとも官民境界図は元々は筆界を証明する書面であるべきなのですがね。

土地家屋調査士が示した筆界の位置に納得出来ない時は所有者に分割の意志があるかを確認して分筆、所有権移転登記を進めるべきなのですが。

筆界の復元とは

境界・筆界の復元は筆界情報の最小単位である点の復元である。

隣接する境界(筆界)点を使った交点計算は点情報を線にした二次因数であることと隣接する境界(筆界)の位置情報が不明のため新点の計算には使えるが復元計算には適さない。

面積按分、間口按分は点情報とは関係のない因数を使うので新点計算とも違い境界(筆界)復元ではない。争いのある当事者に所有権界の合意を目的とする手法である。

筆界は書証、物証、人証から数値として計算されるものです、原則はその当時作られた書証(図面等)とその当時から所有者によって管理されてきた物証(境界標等)を人証で確認しつつ確率論によって計算されます。

その計算された復元値と現地の境界とは開差(位置誤差)が生じます、これを標準偏差として計算します。国土調査法施行令別表5の位置誤差の公差は最小二乗法による座標変換の値ではないのでこれから座標変換における誤差の限度を計算して「座標変換した場合の公差の推測値」と考えます。

誤差の限度は常に「以下」であると考え計算された誤差が幾らかが問題です、その上で誤差から計算された標準偏差の何倍を筆界の幅と考えるか議論のあるところですがいずれにしてもその幅だけ筆界には幅があるという考えになります(ただし登記官、土地家屋調査士にはこのような考えはないようです)。

誤差の限度 = 公差としての幅を決めれば計算された筆界と実際にある境界(所有権界、占有界等)との開きの差がどの程度以内であれば点が一致していると判断するかの基準となります、この基準の具体的な数値がありませんので今後検討する必要があります。

現時点ではその基準がありませんのでこれから解説する事例では「施行令別表5から座標変換した場合の標準偏差の推定値」、「公差の推測値」で説明していきます。

筆界の復元は筆界情報の最小単位である点の復元です、調査の段階では点の結線情報を考慮して情報収集を行います。

計算の段階では結線情報を取り去って計算していきます、要するに点の復元に徹する訳です。

その後再び結線情報を加味して判断と処置を行います。

筆界は書証、物証、人証から数値として計算されるものです、原則はその当時作られた書証(図面等)とその当時から所有者によって管理されてきた物証(境界標等)を人証で確認しつつ統計学と幾何学によって計算されます。

その計算された復元値と現地の境界とは位置誤差が生じます、これを標準偏差として計算します。

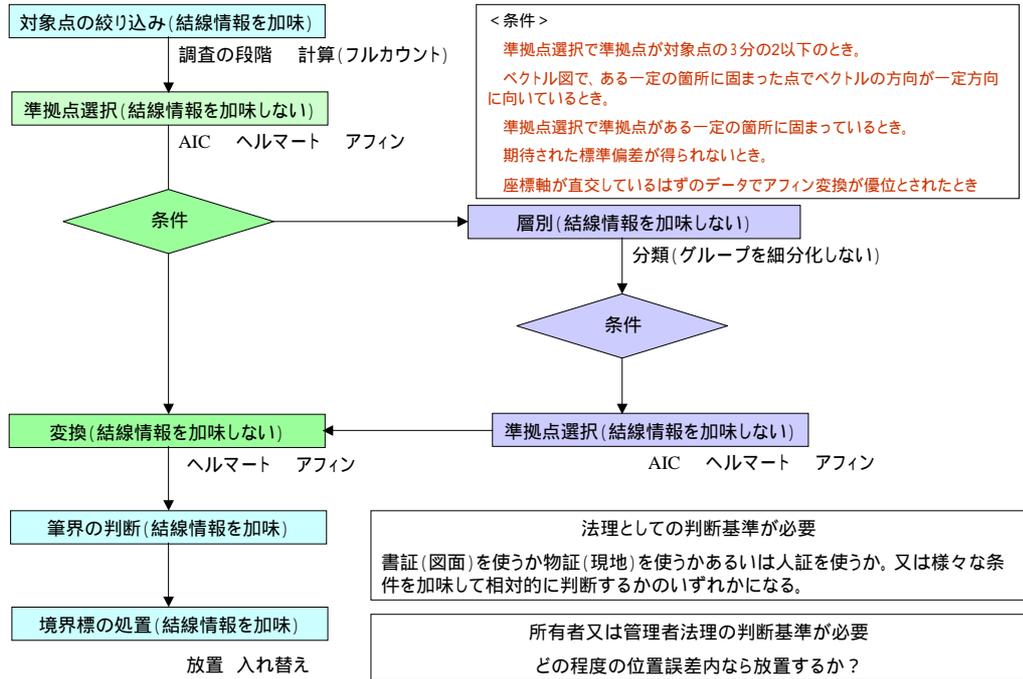
国土調査法施行令別表5の位置誤差の公差は最小二乗法による座標変換の値ではないのでこれから座標変換における誤差の限度を計算して「座標変換した場合の公差の推測値」と考えます。

誤差の限度は常に「以下」であると考え計算された誤差が幾らかが問題です、その上で誤差から計算された標準偏差の何倍を筆界の幅と考えるか議論のあるところですがいずれにしてもその幅だけ筆界には幅があるという考えになります(ただし登記官、土地家屋調査士にはこのような考えはないようです)。

誤差の限度 = 公差としての幅を決めれば計算された筆界と実際にある境界(所有権界、占有界等)との開きの差がどの程度以内であれば点が一致していると判断するかの基準となります、この基準の具体的な数値がありませんので今後検討する必要があります。

現時点ではその基準がありませんのでこれから解説する事例では「施行令別表5から座標変換した場合の標準偏差を推測」の「公差の推測値」で説明していきます。

計算復元の手順



座標変換での計算の流れを復習しておきますと座標値があればその値が任意であっても世界測地系であってもそのまま使います。

図面が三斜図であったり図解法で有る場合は座標値を起こします。

その上で測点の履歴を調べ、境界が形成された時からの不動点を探します。

当然のことですが実測においては多角点を展開して正確に測量するといったことは出来ていることが前提です。

その上で準拠点選択、座標層別などのデータ解析を経て最小二乗法による座標変換、ヘルマート変換アフィン変換をおこないます。

最後に現状の境界標をどうするかを判断をして、処置を行います。

筆界として考えればどうしても法理としての判断基準が必要になります。

たぶん法理としての基準はないでしょうから技術的な面から次のように考えます。

施行令別表5と出合差

精度区分	筆界点の位置誤差		図上距離と直接測定による距離との差異の公差	出合差 mm	標準偏差の推測値 (3~3.7倍) mm
	平均二乗誤差	公差			
DID				20	6~7
甲1	20mm	60mm	0.020m + 0.003 s m + mm	30	8~10
甲2	70	200	0.040m + 0.010 s m + mm (75mm)	50	14~17
甲3	150	450	0.080m + 0.020 s m + mm (150mm)	90	24~30

公差は与点からの位置の公差で狭い地域で座標変換した場合はそのまま使うと強い数値になってしまう。

甲1~乙3は14条地図活用マニュアルp61からDID地区は都市再生街区基本調査から

(提案) 図面に精度区分がない場合は準拠点選択後の標準偏差の3.7倍を公差と考える。(図解法では3倍)

施行令別表5から座標変換した場合の標準偏差を推測してみました。

この表で言うところの与点とは1、2級基準点を言うのであろうと思います、3、4級を多角点として考えれば点間距離の比例部の公差が必要になりますが、

境界、筆界を準拠点として座標変換する場合はこの比例部分は必要がありません、また図解法による場合はこの部分が必要ですが地積測量図等にある図面記載の距離で交点を計算する場合は不要になります。

このことを考慮して座標変換した場合としない場合の平均二乗誤差と標準偏差の関係を計算してみました、これを目安にして座標変換した場合の標準偏差と考えます。

通常はその図面がどの程度の精度で作成されたかは不明ですから実際に計算した結果からその精度を推定することになります、数値法では準拠点選択後の標準偏差の3.7倍、図解法では3倍を公差と考えます。

2級の与点間距離は平均500m、3級は200m、4級は50mが平均。

通常、与点1、2級を既知として点検する場合は筆界点の位置誤差の公差を使う。

標準偏差の目安(経験値)

		図解法	
公図	平地の田畑	(1/600)	0.300
	傾斜地の田畑、林	(1/600)	0.500
(急傾斜地の山林、原野等は精度の期待は出来ない)			
地籍図	甲3	(1/500)	0.100 (別表5からの推測値は100mm)
	乙1	(1/1000)	0.200 (別表5からの推測値は180mm)
		数値法	
丈量図	平板	0.050	(出合差からの推測値は30mm)
	トランシット&テープ	0.020	(出合差からの推測値は17mm)
	TS	0.010	(出合差からは107mm)
座標値	トランシット&テープ	0.020	(出合差からの推測値は17mm)
	TS	0.010	(出合差からの推測値は10mm)
	TS都市部	0.007	(出合差からの推測値は7mm)
ほぼ経験値と計算値が一致している、ある程度いい加減な測量でもそれなりの精度は出ていることになる。			

図面作成時の測量レベルの標準偏差の目安を載せました。

概ね経験に基づく数値ですから個人差はあるでしょうが参考にしてください。

普段から標準偏差を意識してデータ整理をしておればだいたい出てくる数値です、公図(地引絵図)に関しては地域性があります。

基本的にはその当時の測量レベルがわかると解釈してください。

前の理論値は計算された期待値ではなく実際の値から計算した可能性が高い・・・公差、規格とは得てしてそのようなものが多い。

プログラムの無償提供

最小二乗法による境界 & 筆界復元を実現するため最低限必要な以下のプログラムを無償提供しています。
 エクセル2000、2002、2003、2007 で使用可能です。

プログラム名(2010年4月現在)	仕様	
準拠点選択搭載の座標変換 Hnkan	ヘルマート変換、アフィン変換、四種の準拠点選択機能搭載、方向杭の処理機能搭載、データ分布をグラフで確認できる。	ヘルマート変換、アフィン変換は測量ソフトに統計的機能を追加。
座標層別 A_Soubetu	座標軸の異なるデータを分類する。	線のデータ解析用。データ分類が可能、特殊な座標変換を使用。
座標層別 L_Soubetu	座標軸の異なるデータを分類する。	面のデータ解析用。
ベクトル図作成 Vector	ベクトル図を自動で作る(CAD)。	測量ソフトにはない機能を実現。
回帰直線計算 Kaiki	連続した点から回帰直線と回帰直線相互の交点を計算するもの。 回帰直線と測点との離れをみて異常値が判断できる機能付き。	エクセルの関数を使用。
外部四点補正 4Tenhosei	図面をスキャナーで読み取った時の歪みを取る。	四点でのアフィン変換と四分劃の内挿処理をしています。

交点計算、CAD機能等は測量ソフトを使ってください。

バージョンは2010年4月時点のもです、[プログラム]で最新バージョンを確認ください。

最小二乗法による境界復元というのはかなり以前からあったのです、福永先生の17条地図活用マニュアルは2000年の発刊です、当然それ以前からあったわけですが書籍として出回ったのがこれが最初ではないでしょうか。

私がHPで事例を公開したのが2001年の1月です。

それにしてもこの手法が普及しないのは使えるプログラムが無いことが原因の一つではないかと考えまして2005年からプログラムを作成し提供しています、なかなか理論通りに実際のプログラムは出来ませんで2009年5月にバージョンアップした状態でほぼ満足のいく状態に仕上がっていると感じています。

最小二乗法による境界復元を実現するためのプログラムを6本、無償で提供しているわけです。

これらのプログラムは業務用というよりは学習用に作ってありますのでいろいろ確認できる機能がついています。

測量計算、交点計算、CAD機能等は測量ソフトを使ってください。

事例別に見ると

図面の基本パターンは三つ

原始筆界を図面に写したのも、後発的原始筆界の値で現地を作ったもの、原始筆界、後発的原始筆界と分筆によって形成された創設筆界の2つが混在したものと様々です。

分類	図面の種類	番号	難易度	手法のポイント(座標変換を除いた)
公園(未整理地区)		8		公園(未整理地区)からの境界を復元
				不動点の特定、フルカウント選択、方向杭処理
図解法地籍図		6		境界線がある地籍図からの復元
		13		境界線が無く現況からの復元
区画整理図		3	A	多角点が2つある座標のある区画整理からの復元
		4	B	多角点が1つある座標のある区画整理の確認
		5		座標のある区画整理地区内の分割線の確認
		8		関東大震災の復興区画整理からの復元
		14		戦災復興区画整理からの復元
座標のある測量図		2	A	測量図の日本測地系座標を世界測地系に変換する
		10	C	歪みのある日本測地系座標からの復元と世界測地系への変換
		11	C	多角点のない旧測地系を世界測地系に変換(道路)
		15	A	多角点が3個ある任意座標を世界測地系に変換
		17		二枚の任意座標図面を一枚に結合する変換(道路)
			適合度検定、ヘルマート変換、ベクトル図	
平板地積測量図		1	A	平板作成地積測量図からの復元
		9		大きな分譲図面からの復元
		16		周りに表示が正確な場合の復元
			座標層別、適合度検定、ヘルマート変換、ベクトル図	
その他		12	A	与点がある場合の境界線の復元
		19	B	測量図と現況境界の不一致を解析
				公差のない場合の境界線の処置方法
				適合度検定、ヘルマート変換、方向杭処理、ベクトル図

実際の事例では分かりやすいものがありますが研修会等で検討した例だけで説明しています。

(100件の成功例より1件の失敗例から学ぶことが大きい)。2009/3/21

研修会で提供されたデータの中からデータ解析が可能な事例を取り上げて解説しています、特別に分かりやすい事例を取り上げたものではありません。

一応6つのジャンルに分けてありますのでその中から見たいものを選んで勉強してください。

図面の基本パターンは三つです。

原始筆界を図面に写した・・測量誤差と数値のない図面では作図誤差があります、精度区分はありません。

国土調査によって作成された地積図(14条地図)は国土調査法施行令別表第5の精度が要求されます。

法務局省が作成した14条地図では点間距離差で20mまでは10mm、20m以上はs/2000の精度が要求されます。

後発的原始筆界の値でもって現地を作ったもの・・・図面には数値が入っていますので埋設誤差があります、精度区分はありません、点間距離差で筆界点で20mまでは10mm、20m以上はs/2000、街区点で30mまでは10mm、30m以上はs/3000の精度が要求されません。

それと として分筆によって形成された創設筆界が混在したものの。

原始筆界を図面に写したものと 後発的原始筆界の値でもって現地を作ったものでは復元の考え方、方法が異なります。

事例を見れば分かりますがパターンは多種多様でそう簡単ではありませんが基本は同じです。