

## 公図（土地台帳附属地図）の精度

### 地租改正における農耕地の丈量（測量）精度

#### はじめに

公図（土地台帳附属地図）がどのようにして作成されたかが分かれば境界（筆界）復元の資料としてはかなり重要な証拠になるのですがいまだこの辺がはっきりしないのが残念でした、今回はこのことに挑戦してみました。

土地家屋調査士法第25条（研修）の2に「調査士は、その業務を行う地域における土地の筆界を明らかにするための方法に関する慣習その他の調査士の業務についての知識を深めるよう努めなければならない」とされていますが土地家屋調査士連合会から「土地境界基本実務Ⅰ～Ⅳ」が14年10月出版、「土地境界基本実務Ⅴ」が18年7月出版されてからその後の研究と申しますか調査が行われていないのが残念なことです。今は平成28年1月です、そろそろいろいろな成果の発表があってもいいのではないかと期待する時期は過ぎてしまいました。

不動産登記法17条には境界（筆界）を明らかにする図面として地図を備えるよう定められています、この地図を法17条地図と言います。法17条地図がいまだに備えられていない地域には地図に準ずる図面と言うのが使われています。

地図に準ずる図面には明治時代に作製されたものと戦後から現在も行われている国土調査によって作製されたものがありますがここで取り上げるのは明治時代に作製された公図（土地台帳附属地図）についてです。

明治政府は税金を江戸時代の年貢から貨幣への徴収に変更するにあたって地券を発行して土地の所有を個人に与え、丈量（測量）を実施しました。丈量は市街地、農耕地（郷村地）、山林原野に分けて面積の精度を市街地は2%、農耕地は3.3%、山林原野は3.3%以内と定め、一字（あざ）に数筆の検査が役人によってされたとされています。

明治6年から14年にかけて行われた丈量によって作製された地租改正地引絵図を改組図とか字図とか言います（地域によって言い方は様々です）、その後明治18年から22年にかけて地租改正地引絵図の精度が低い地域を再丈量した図面を地押調査更正図（更正図と言われることが多いようです）と言います。これらを基に土地台帳附属地図として税務署で作成（明治22年頃作成）された図面を一般的に公図（土地台帳附属地図）と言います。ここでは誤解を避けるために地租改正地引絵図から作成された公図を公図（改組図）、地押調査更正図から作成された公図を公図（更正図）、どちらか不明な公図を公図（土地台帳附属地図）と使い分けます。

地租改正地引絵図の中には江戸時代に作製された図面、地租図（明治に行われたのは江戸時代の地租を改正したため、地租改正と言われています）も含まれているとされていますが明らかではありません。

地租図は藩の役人によって丈量されたこと、明治に入っても測量機器、技術が大きく進歩したこともないので改祖図よりは精確な図面があったと考えるのが普通ではないでしょうか。

公図（土地台帳附属地図）の評価は概ね「農民が測った図面はいい加減なもの」とされています。これには測量機器の精度が高くない（現代の測量機器と比較して）、測量技術が低い（現代の計算方法、作図方法と比較して）、丈量は所有者である農民に行わせた、読み書き、算術も満足にできないのだから精度の良い図面が作られるわけがないというイメージが強く「公図（土地台帳附属地図）の精度は極めて低い」と言われる由縁なのではないでしょうか。

概ね、法律学者、裁判官、弁護士等の評価は「公図は、定量的にはそれほど信用できないが、定性的な問題はかなり信用できる」と一致しているようです。その一方で公図（土地台帳附属地図）は「相当に精確だ」と言われる方もおられます。少なくとも公図の研究者、佐藤甚次郎著の千葉県公図、神奈川県明治期地積図にはこのような記述は見あたりません。

実務で境界（筆界）を扱う登記官、土地家屋調査士、地籍測量技術者の間でも同じ傾向にあるようですが「相当に精確だ」と言われる方は少数派です。その理由は至って簡単でして「公図（土地台帳附属地図）を数値的に評価してこなかった」ため、あるいは「数値的に評価する技術がない」ため「精確かどうかの判断ができない」から「精確で無い」という理論です。これは数値的な説明がされていないことから言えます。

数値的に評価できない、計算できないのは登記業務に当たる登記官、土地家屋調査士の責任なのですが残念ながらこのことへの自覚に欠けているとしか言えません。

法律学者、研究者、裁判官、弁護士に数値的な説明を求めるには無理がありますが、なぜなら境界復元計算ができないからです、しかし実務家である登記官、土地家屋調査士は数値的評価する程度の知識、計算能力は必要でしょう。

## 明治時代の測量技術

丈量に関しては江戸時代後期から明治初期（地租改正が行われた明治14年頃まで）に架けての測量技術に大きな差は見られません。

### 地形の測量

ここからは明治初期の農耕地（郷村宅地、郡村宅地を含む）の丈量について説明します。丈量には**面積の丈量**と**地形の丈量**とが別々に行われました。現代の測量ではこの二つの測量を1回の測量で行いますのでこの点が大きな違いです。実はこのことを間違っ解釈している専門家？がおられます、残念なことですが。

地形の丈量は平板、アリダード（方向定規）と間縄（距離）を使った平板測量と中・小方儀、木製方儀（角度を測る機器）と間縄（麻縄、竹縄）を使った廻分間法（分見、分検

と言うこともあります) がありました。



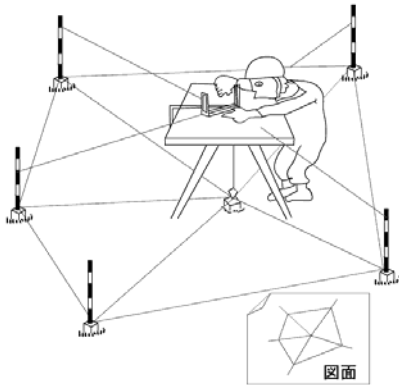
方向定規(右側の2個)



見盤 複製 国立科学博物館蔵 2011/1/20

見盤(平板)

はじめは平板による地形測量について説明します，見盤（けんばん）は平板とも記述されます。平板を土地の中央付近に設置して，盤面においた方向定規と境界が一直線になるように見盤の一边の端から他端を通して目標を四つん這いになって視準します。視準した方向に薄く線を引き，測った距離の縮尺分の線上に点を打ちます，これを全部の境界に順次行い点と点を接合すれば盤上に縮図ができあがります。現代の平板とアリダードのようなものです。板の下に見える斜めの棒は支柱です，盤面を水平にするものです。支柱がないものもあります。



現代に平板測量図



現代の平板機器類

明治初期の平板測量には求心と下げ振りが無かった。



小方儀



小方儀全図



木製方儀

次が小方儀を使った地形測量についてです、左が小方儀で方位測定用の器具です。直径11センチメートル程度の真ちゅう製のお椀状深皿でガラス板の内部に方位磁石を備え水平角を測ります。小方儀に付けた支柱（120cm位）の先を境界に打ちつけて使います、支柱が傾いても盘面は水平になるよう盘面裏は鉛の錘がはいています。方位目盛盤は子（北）丑、寅、卯（東）、辰、巳、午（南）、未、申、酉（西）戌、亥を逆順（時計まわに12等分）で30度毎の刻みがあり、さらに5等分した6度毎の刻みがあります、さらに2等分した3度毎の刻みがあります、3度毎の刻みを目視で3等分して、弱は1度、強は2度で角度を読みます。磁石で北と子の方向を合わせ、視準器で次の境界を視準して角度を読みます。今でいうトランシットの役目です。たとえば「卯3分半弱」とは90度+18度（3×6）+3度（半）+1（弱）=112度（北から時計回りに112度の方向に次の境界がある）になります。小方儀は高価であったため右に示すような木製方儀が和算家（群馬県富岡の船津伝次平等）によって考案され使われたと記録があります。

小方儀の精度の善し悪しは磁針の軸受けにあったと言われていて、軸受けは羅針盤の精度を決める重要な部分です、江戸時代にオランダから水晶の軸受けが伝わると、日本でも水晶製の軸受けが作られるようになり、精度が向上したのですが高価なため、高級な羅針盤のみに使われました。



### 水晶の軸受け

測量方法は最初の境界から出発して数筆の土地の境界を経由して再び最初の境界に戻ります、この方法を環閉合と言います。角度、距離に誤差がなければ最終点の位置は出発点に戻り、閉合されますが実際は誤差がありますので閉合しません、この差を閉合差と言います。環の全長÷閉合差＝閉合精度 と言います。閉合差を境界点数で割った値が1点当たりの誤差の平均になります。この誤差は平均二乗誤差に相当しますのでこの値の $\sqrt{2}$ 分の1が標準偏差（精度）に相当します。平均ですから厳密にはもう少し精度としては落ちる（数値が大きくなる）でしょう。

### 真鍮製の軸受け

次が江戸時代末期頃に作られたと思われる測量機械、中方儀です、中方儀とは 羅針盤と方位、高度角を計る、望遠鏡を組み合わせた物で、現在、セオドライトとか、トランシットとか呼ばれる機械です。

斜面の測量では高度角を測って斜距離を水平距離に計算することが必要ですが平坦な地域の測量であれば高度角を測る必要も無いので小方儀でも精度は確保できたことでしょう。



中方儀



間縄

距離は間縄で測ります， 1間（いっけん）毎に目印が付けられた麻縄です，柿渋などで

防水処理がされていて長さは30間、60間があったと記述されています。測定の単位は〇〇間〇分（分は10分の1間、18cm単位の測定）で分の端数は切りすれられていたと考えられます。「間詰め」による端数処理もありますのでそちらも参考にして下さい。

地域によっては精度を上げるために伸縮のない竹を繋いだ竹縄を使った記述もあります。

### 面積の測量

明治初期に面積の丈量は十字法と三斜法がありました、十字法とは現地に於いて変形な土地を矩形に見たてて上下、左右の中心に十字を切り、縦の距離と横の距離を測り、縦×横＝面積を求める方法です。三斜法とは現地に於いて変形な土地を三角形に見たてて底辺、三角形の高さを求め、底辺の距離と高さの距離を測り、(底辺×高さ)÷2＝面積を求める方法です。これらの方法では「見たて」の個人差によって精度が異なることは容易に想像できます。それでも十字法より三斜法が正確である理由は変形な土地ほど三角形を多く作ることによって精度が高いと考えられるからです。ここで言う精度とは本来の面積に近いかと言うより本来の面積とのバラツキが小さい正確性を言うのだと思います。

見方を変えれば整形に近い土地であれば面積の精度が高い、正確であり不整形な土地は精度が低いと言えます。境界紛争において面積を基準に境界（筆界）を考察する場合はこのことが重要になってきます。

明治中期（明治18年～22年の再丈量）では地形の丈量は小方儀（角度を測る機器）と間縄を使った廻分間法が定着したそうです。

その頃は面積の丈量は図上による三斜法が使われたそうです、この方法は昭和40年代まで使われました、地域によっては昭和50年代前半まで使われていました。ですから明治に行われた平板測量を「精度がない」と否定することは昭和50年代前半まで使われていた平板測量の成果、地積測量図とか道路台帳丈量図も否定することになるのです。

### 廻分検から地形の丈量精度を計算

本題に戻りますが「土地境界基本実務I」の117ページ、118ページに明治8年3月作製の宅地分見野帳と言うのが載っています、これは廻分間法による測量データです。

この地域は公図の分類で農耕地の地域です、土地台帳には宅地、山林、畑の記載があります。

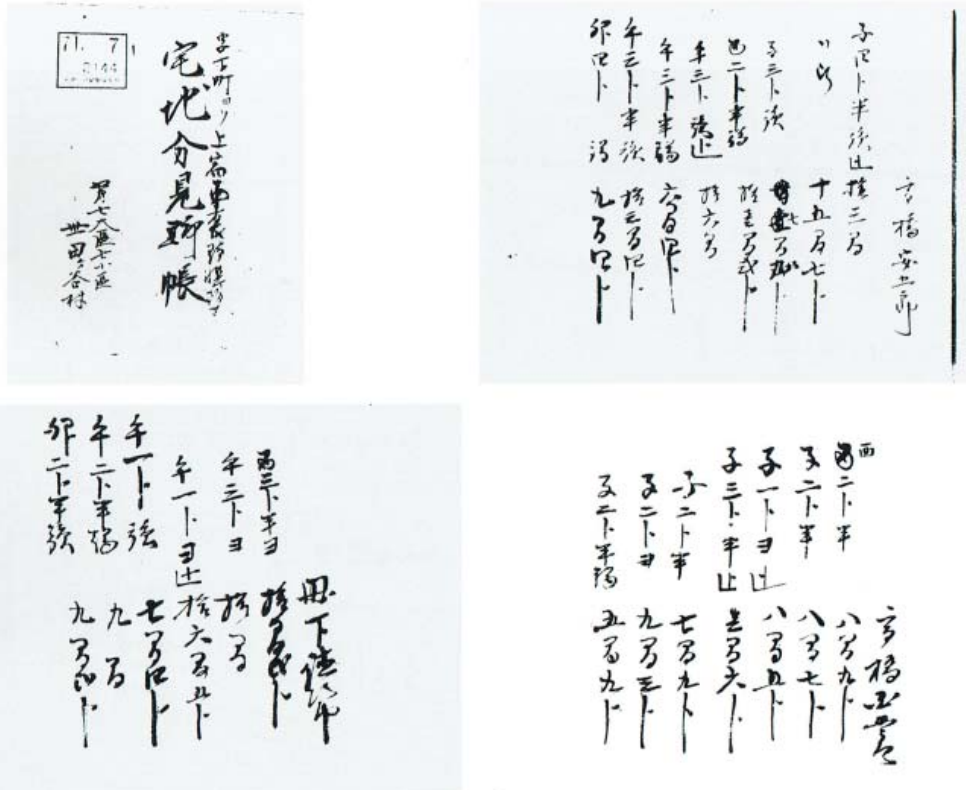


図1(分見野帳)

宅地分間野帳（分見野帳とも言う、明治時代には聞き伝えで文字にされたものがあり同じ呼び名で文字にすると色々出てくるので気にしない）とありますが土地台帳から農耕地（郡村宅地）の分間野帳です。これを見やすく書き直したのが次の図2です。



所有者	点名	方位(十二支)	方位(度換算)	修正方位	距離(間)	距離(m換算)
高橋安五郎	1	子四分半強	29	21(-8)	十三間	23.64
	2	同断	29	21(-8)	十五間七分	28.55
	3	子三分強	20	12(-8)	七間九分	14.26
	4	酉二分半弱	286	283(-3)	十一間二分	20.36
	5	午三分強	200	197(-3)	十六間	29.09
	6	午三分半弱	202	197(-8)	六間四分	11.64
	7	午三分半強	203	195(-8)	十三間四分	24.36
	8	卯四分弱	115	107(-8)	九間四分	17.09
	1へ戻る					
高橋国蔵	8から	酉二分半	285		八間九分	16.18
	9	子二分半	15		八間七分	15.82
	10	子一分ヨ	7		八間五分	15.45
	11	子三分半	21		一間六分	2.91
	12	子二分半	15		七間九分	14.36
	13	子二分ヨ	13		九間三分	16.91
	14	子二分半弱	16		五間九分	10.73
丹下徳次郎	15	酉三分半ヨ	292		十間二分	18.55
	16	午三分ヨ	199		十間の内の五間九分	10.73
	17	午三分ヨ	199		十間の内の四間一分	7.45
	18	午一分ヨ	187		十六間五分	30
	19	午一分強	188		七間四分	13.45
	20	午二分半弱	196		九間	16.36
	21	卯二分半強	107		九間二分	16.73
	9に戻る					

注) ヨ=弱と解釈した。分は10分の1間

注) -8度は「1分強」、-3度は半を余分に測っている・・・小方儀磁石の問題と思われる。

図2(分見野帳計算データ)

距離に関して、誤読は見られません、間縄には1間毎に間(ケン)を書いたタグが付けられていたそうなので問題ないでしょう。

角度に関して小方儀の磁針の軸受けの精度の関係で、軸受けにヒッカリがあれば一定の傾向を持った誤測が考えられるので公図及び現況を参考にしながら推測してみました。その結果 高橋安五郎(上の枠)で-8度(一分強)と-3度(半)の誤測があった、これは磁針の軸受けの問題と考えられます、この角度を修正して計算結果は図6に載せました。

このデータは2つの環閉合のデータです、東側をA、中をB、西側をCとします環閉合Aの計算結果は図3の通りで、閉合差3.320m、閉合精度は51分の1、1点当たりの誤差は閉合差3.320÷8=0.415と異常な値ですがこれへの見解は後ろ(図6(A環閉合角度修正後の計算簿))でのべます。

分見野帳データから計算で誤差配布(各点に誤差の平均値を加えて調整すること)をするためには三角関数を使えないとできません、当時の記録では三角関数を使ったとはされていないので誤差配布をしていないと考えられますので図では△△X、△△Yの配布誤差は計算しておりません。

図上で環閉合差を誤差配布が可能かと考えれば目視で認識出来る図上長さ1mm以上が必要でしょう、1mm以上が限度とすれば、1mm×600=0.600mの閉合差が生じていると考えられます。

点名	方向角	距離	X		Y		計算に使う角	
			cos	sin	分見野帳角度	差		
1	24	23.65	0.00	0.00	29	24	5	
			21.61	9.62				
2	24	28.55	21.61	9.62	29	24	5	
			26.08	11.61				
3	15	14.36	47.69	21.23	20	15	5	
			13.87	3.72				
4	286	20.36	61.56	24.95	286	286	0	
			5.61	-19.57				
5	195	29.09	67.17	5.38	200	195	5	
			-28.10	-7.53				
6	197	11.64	39.07	-2.15	202	197	5	
			-11.13	-3.40				
7	198	25.27	27.94	-5.56	203	198	5	
			-24.03	-7.81				
8	110	17.09	3.91	-13.36	115	110	5	
			-5.85	16.06				
1no2			-1.94	2.70				
合計	1049	170.01	差	1.939	-2.695			
	1080		／点	0.242	-0.337			
閉合差角	-31		閉合差		3.320			
			閉合精度		51			
			誤差／点		0.415			

図3(A環閉合計算簿)

環閉合Cの計算結果は図4の通りで、閉合差は0.575で図上1.0mm(575m/600)ですから誤差と認識できなかったと思われます、したがって誤差処理はしていないと考えられます。

閉合精度は330分の1、1点当たりの誤差は閉合差0.575÷13=0.044です、0.044は平均二乗誤差に相当しますので標準偏差は0.044÷√2=0.031mです。

この3つの環閉合の精度はここで計算された標準偏差0.031m、平均二乗誤差0.044程度と解釈できます。

点名	方向角	距離	X		Y		計算に使う角		差
			cos	sin	分見野帳角度				
8	285	16.18	3.91	-13.36	285	285		0	
			4.19	-15.63					
9	15	15.82	8.09	-28.99	15	15		0	
			15.28	4.09					
10	7	15.45	23.38	-24.90	7	7		0	
			15.33	1.88					
11	21	2.91	38.71	-23.02	21	21		0	
			2.72	1.04					
12	15	14.36	41.43	-21.97	15	15		0	
			13.87	3.72					
13	13	16.91	55.30	-18.26	13	13		0	
			16.48	3.80					
14	16	10.73	71.77	-14.45	16	16		0	
			10.31	2.96					
15	292	18.55	82.09	-11.49	292	292		0	
			6.95	-17.20					
16	199	10.73	89.04	-28.69	199	199		0	
			-10.15	-3.49					
17	199	7.45	78.89	-32.19	199	199		0	
			-7.04	-2.43					
18	187	30	71.85	-34.61	187	187		0	
			-29.78	-3.66					
19	187	13.45	42.07	-38.27	187	187		0	
			-13.35	-1.64					
20	196	16.36	28.72	-39.91	196	196		0	
			-15.73	-4.51					
21	107	16.73	13.00	-44.42	107	107		0	
			-4.89	16.00					
9no2			8.10	-28.42					
合計	1454	189.45	差	-0.010	-0.575				
	1440		／点	-0.001	-0.044				
閉合差角	14								
			閉合差		0.575				
			閉合精度		330				
			誤差／点		0.044				

図4(C環閉合計算簿)

1点当たりの誤差44mm(4.4cm)を平均二乗誤差とすれば図5(国土調査法施行令別表第四)から甲2(7cm以下)の精度に相当します。この結果が明治初期の地租改正時の測量精度になります。

これは以外というよりは凄い高精度です。参考までに「不動産登記規則10条の4」の

条文も次に載せておきました。

精度区分	筆界点の位置誤差		筆界点間の図上距離又は計算距離と直接測定による距離との差異の公差	地積測定の公差
	平均二乗誤差	公差		
甲一	2cm	6cm	$0.020m+0.003\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.025+0.003\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$
甲二	7cm	20cm	$0.04m+0.01\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.05+0.01\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$
甲三	15cm	45cm	$0.08m+0.02\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.10+0.02\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$
乙一	25cm	75cm	$0.13m+0.04\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.10+0.04\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$
乙二	50cm	150cm	$0.25m+0.07\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.25+0.07\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$
乙三	100cm	300cm	$0.50m+0.14\sqrt{S_m}+\alpha mm$	$(0.50+0.14\sqrt[4]{F})\sqrt{Fm^2}$

図5(国土調査法施行令別表第四)

甲2の精度を不動産登記法で確認すると「不動産登記規則10条の4」地図を作成するための一筆地測量及び地積測定における誤差の限度は、次によるものとする。

一 市街地地域については、国土調査法施行令（昭和二十七年政令第五十九号）別表第四に掲げる精度区分（以下「精度区分」という。）甲二まで

二 村落・農耕地域については、精度区分乙一まで

三 山林・原野地域については、精度区分乙三まで

となっており、これからも非常に高い精度であることがうかがい知れます。

A環閉合角度修正後の計算簿です。

点名	方向角	距離	X		Y		分見野帳角度	計算に使う角	差
			cos ΔΔX	sin ΔΔY					
1	21	23.64	0.00	0.00	22.07	8.47	29	21	8
2	21	28.55	22.07	8.47	26.65	10.23	29	21	8
3	12	14.36	48.72	18.70	14.05	2.99	20	12	8
4	283	20.36	62.77	21.69	4.58	-19.84	286	283	3
5	197	29.09	67.35	1.85	-27.82	-8.51	200	197	3
6	194	11.64	39.53	-6.65	-11.29	-2.82	202	194	8
7	195	24.36	28.24	-9.47	-23.53	-6.30	203	195	8
8	107	17.09	4.71	-15.78	-5.00	16.34	115	107	8
1no2			-0.29	0.57					
合計	1030	169.09	差	0.290	-0.568				
	1080		/点	0.036	-0.071				
閉合差角	-50		閉合差		0.638				
			閉合精度		265				
			誤差/点		0.080				

図6(A環閉合角度修正後の計算簿)

閉合差0.638m, 閉合精度は265分の1で環閉合Cに近い, 1点当たりの誤差80mm (8.8cm) を平均二乗誤差とすれば図5 (国土調査法施行令別表第四) から甲3 (15cm以下) の精度に相当します。この結果が明治初期の地租改正時の測量精度になります。＜以外と精度良いですね＞

標準偏差は $0.080 \div \sqrt{2} = 0.057$ mです。

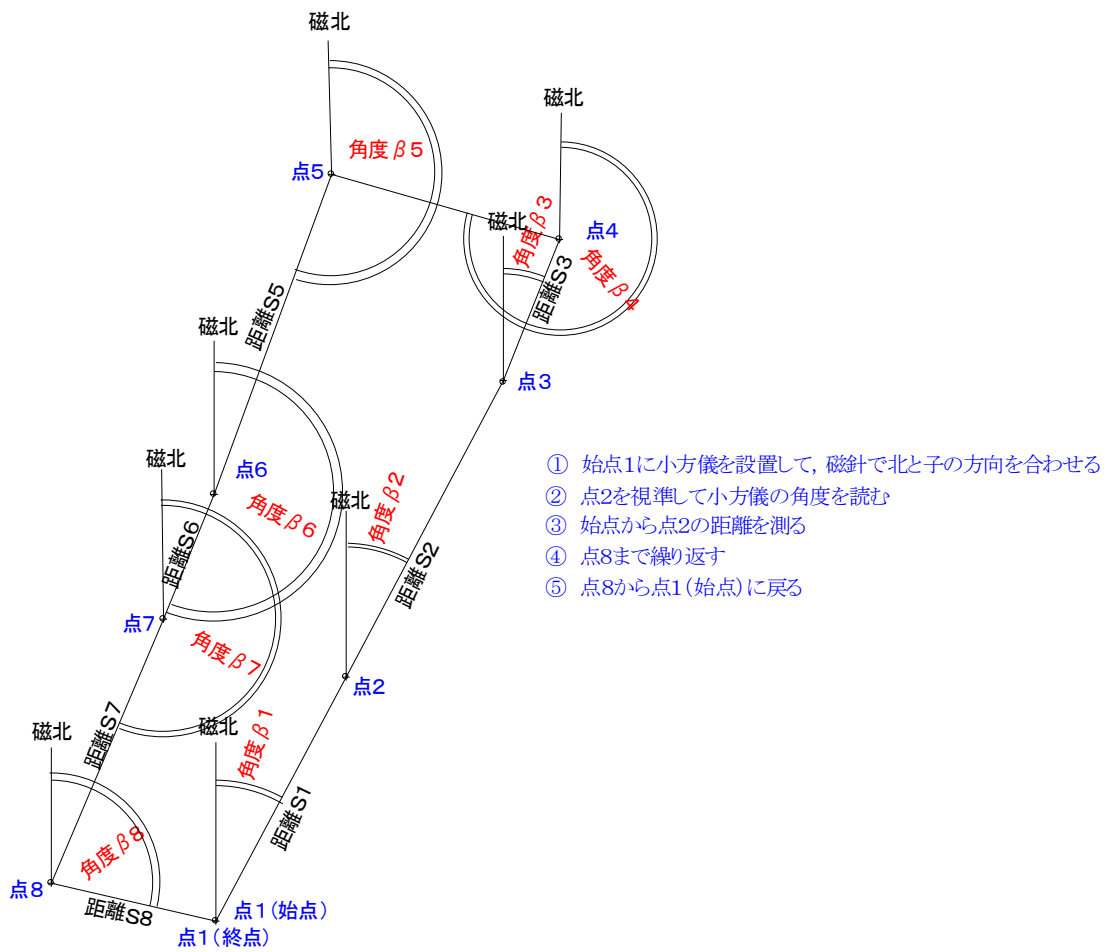
この3つの環閉合の精度はここで計算された標準偏差0.057m, 平均二乗誤差0.080程度と解釈できます。

### 小方儀による環閉合測量

図6で説明しますと点1 (始点) から出発して反時計回りに角度と距離を測り, 再び始点に戻ります, これが環閉合測量です。

現代でも公共基準点に結合 (接続すること) できない場合に使われる測量方法です。現代と違うのは角度測定が1度単位から5秒~20秒単位に, 距離測定の単位が分 (10分の1間, 0.180m) から2~5mmに測量機器の性能が良くなっていることです。

但し, 勘違いしないで欲しいのは測量精度がそのまま良くなるかと言いますと違います, 以外と小方儀でも精度が良いのです。



磁北からの角度と距離を記入したのが図1の分見野帳です。この分見野帳から図を書きます。方眼を画いた和紙、もしくは方眼（南北の縦線が判ればよい）がわかる器具と分度器と物差しがあればできます。



全円分度器



鎌分度

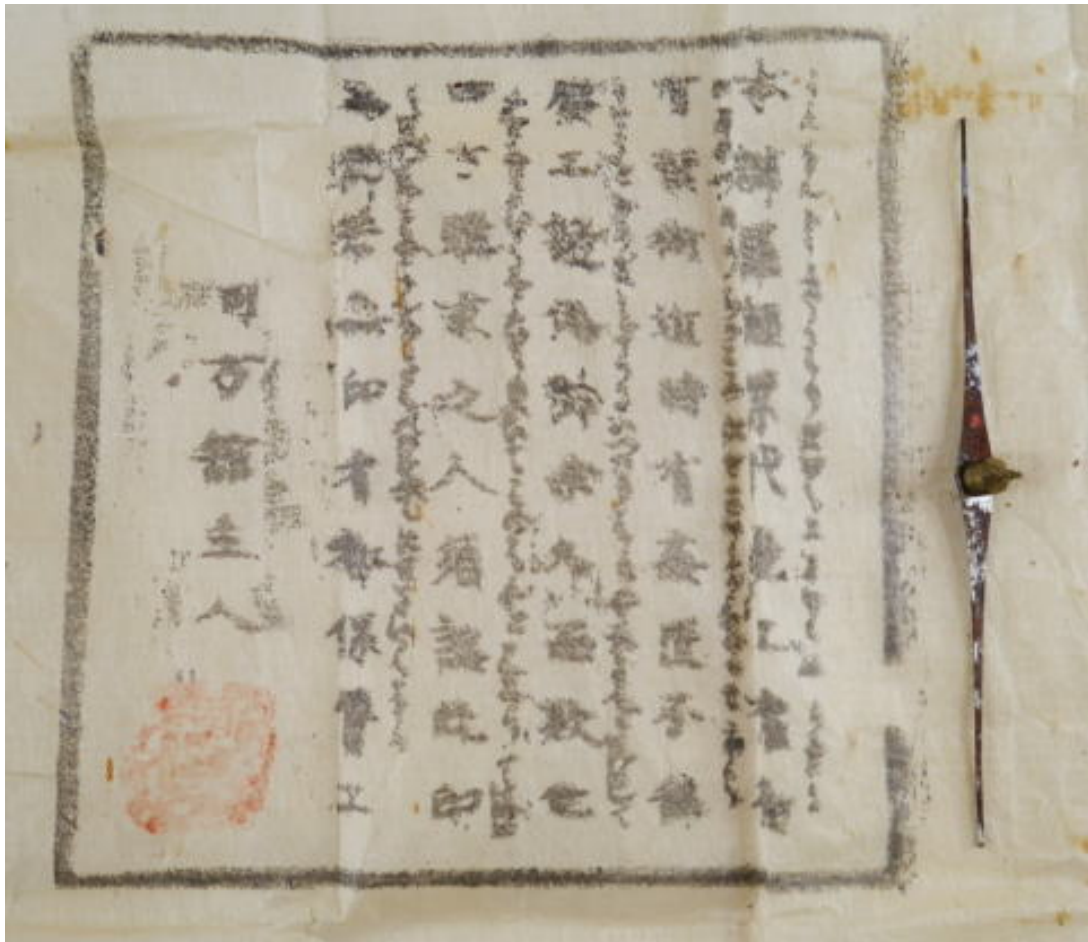
全円分度器の中心に針を通す穴が空いています。鎌分度は曲尺と分度器を組み合わせ

たような物で最初の目盛りのところに針を通す穴が空いています。

下が全円分度器の拡大写真です，こうしてみると1度単位と目測で30分か20分単位ぐらいまでは読めそうですが。



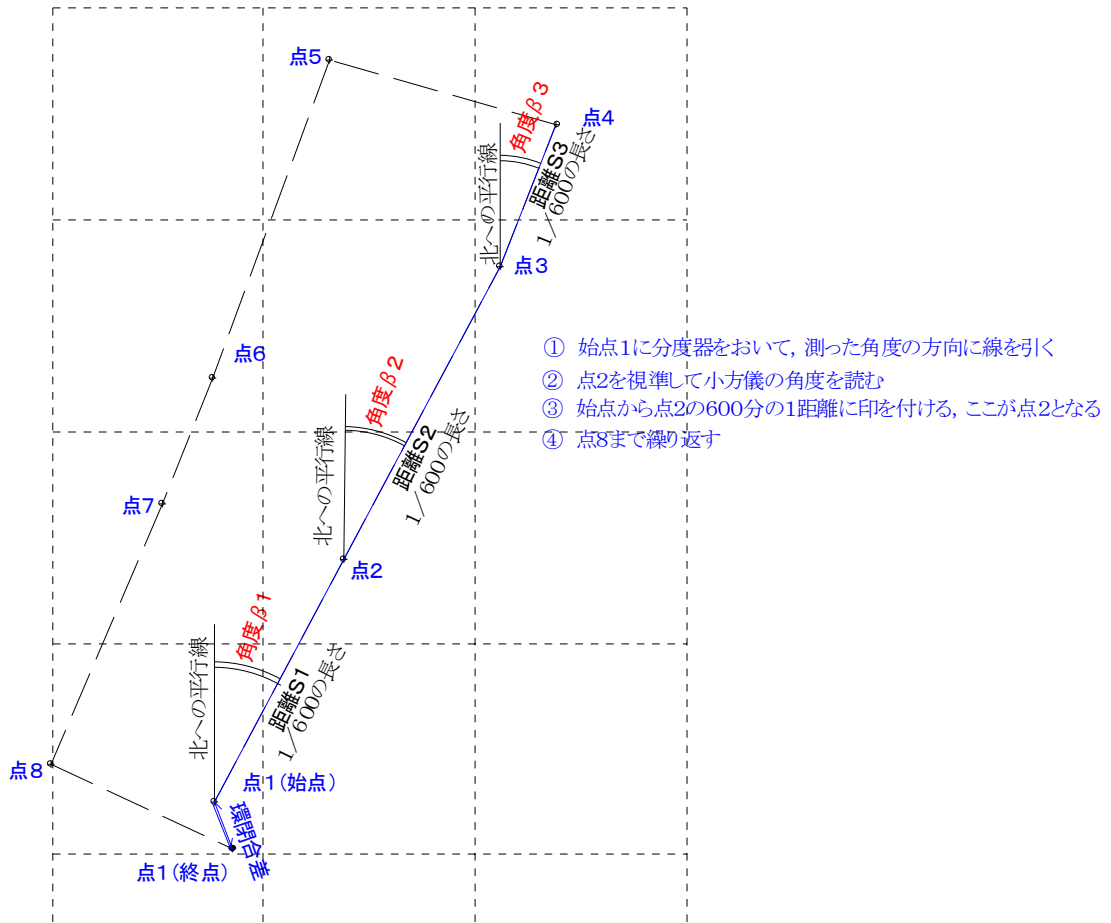
分度器は1度毎に刻み（子が北で牛が南です）がありますが小方儀の分度板は「30度毎の刻みがあり，さらに5等分，6度毎に刻みがあります，さらに2等分，3度毎の刻みがあります，3度毎の刻みを目視で3等分して，弱は1度，強は2度で角度を読みます」，この違いは何故でしょうか。答えは小方儀の目盛板を時計技師に作らせたからと言われていて，当時は測量機器を作る技師が少なく時計技師に同じようなものを作らせて使用したからと言われています。時計の目盛りと同じ刻みです。



小方儀に付けられる替えの磁針，先端が以外と太い。これでは1度単位の読みしかできなないかもしれません。

#### 図の作成方法





方眼の縦線を南北として、任意の位置に点1（始点）を打ちます、この点に分度器をセットして北から角度 $\beta_1$ の方向に距離 $S_1$ の600分の1の長さの位置に点2を打ちます。点1と点2を結びます、この作業を点1（終点）まで行います。

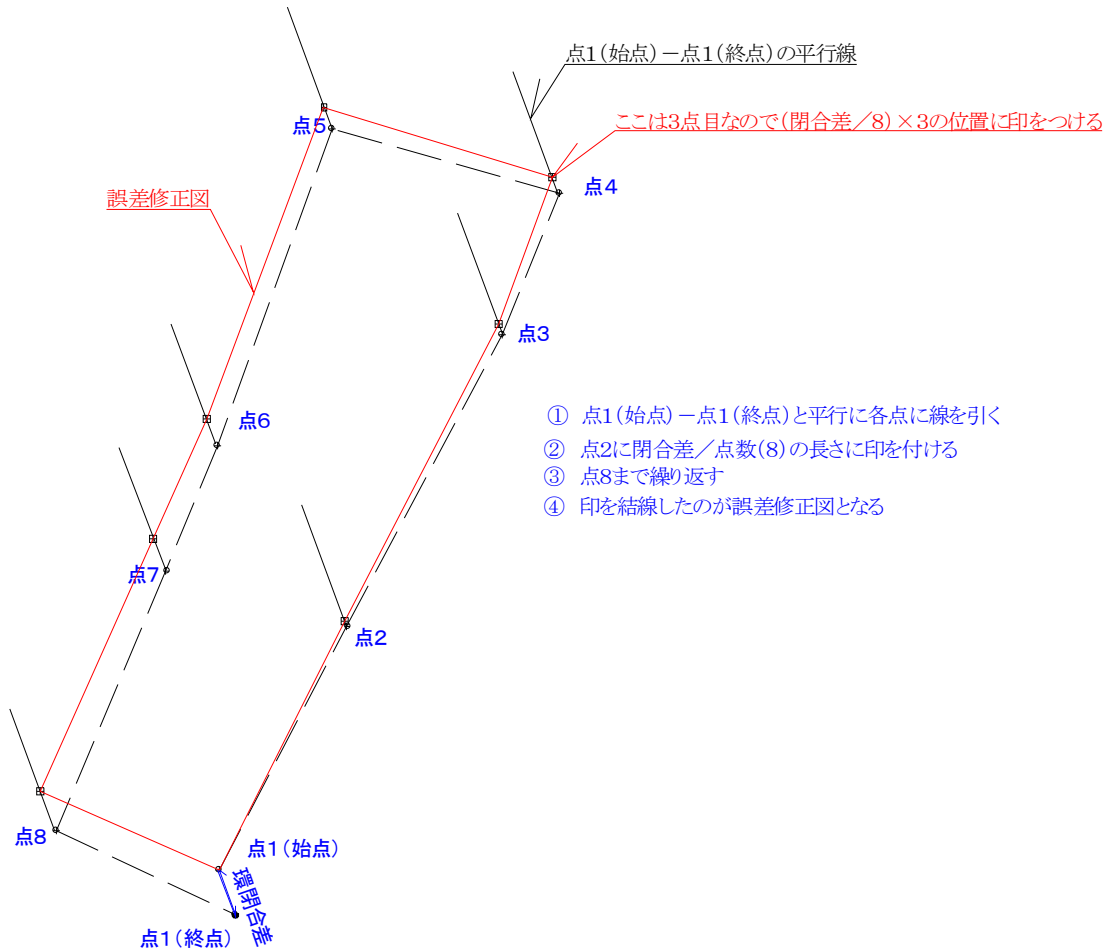
角度、距離に誤差がなければ点1（始点）と点1（終点）は重なりますが実際は誤差があるので点1（始点）と点1（終点）は離れます、この離れを閉合差と言います。図3、図4では三角関数で計算していますので数値でわかりますが、明治時代には三角関数を使ったという記録はありませんので図上で何ミリか確認したと考えられます。この閉合差が0.600mですと縮尺600ですから図上では1mmになります。環閉合差が図上で1mm以内であれば閉合差を点数で割った値を配布することはできないと思いますが？どうなのでしょう、2mmなら $0.002 \times 600 = 1.2$ m、ならできるかもしれません。

#### 図上での誤差の配布方法

ここで取り上げた分間野帳では誤差配布をしておりませんが仮定として誤差配布をするのであれば次のようにします。

図上での誤差配布は（閉合差／点数）×何点目か を計算して図の様に配布した位置を結線すれば誤差配布した修正図ができます。

実際にはこれだけ大きな環閉合差があれば何処かに間違いがあったとして調べるでしょうが説明として見てください。



これは私が昭和53年頃に平板の測量を教わった時の内容です。……つい最近(笑)その後昭和56年にスチールテープとトランシット(10秒)による多角測量を昭和58年には光波測距儀とトランシット(6秒)による多角測量を教わった、進歩に早い時代だったと今にして思えます、今は平成27年ですが昭和58年と測量機器、計算方法とも差はない。

廻分間法と平板法の決定的な違いは、廻分間法では土地の辺長が測ってあるとこと、平板法では測っていない、もし廻分間法のデータがあれば土地辺長を使った「面積⇒画地調整プログラム」でもって高精度な復元が可能になります。

廻分間法のデータ(分見野帳とか分検野帳とかいう)を現代言えば観測簿ですが観測簿は測量図が出来あがれば保存されることはなく廃棄されるケースが多いです、廻分間法の観測データが保存されている可能性は無いでしょう。

分見野帳が無いとして考え、公図から計算すれば廻分間法と平板法で精度に決定的な違

いないと考えられる。

廻分間法を現代の測量の導線法と同じという方がおられますが角度を測る手順が違うので厳密にはことなり，閉合差の違いとなって表れます。

### 廻分間法の位置誤差の推定（この解説は専門的なので理解しないで結構です）

#### 境界点間の距離が均一の場合

中・小・木製方儀を使った測量は現代の基準点（多角点の意味で測地系の基準点の意味ではありません）を設置してそこから測る（距離と角度）方法ではありません，境界標＝基準点として測る方法です。

角度の測定は境界標上で磁北を $0^\circ$ として次の境界標を視準したときの角度を測る方法で現代の導線法とも少し違います，この方法では磁北を基準にしますので磁石の精度，磁石の回転軸のなめらかさが要求されます。

磁石の回転軸には高価なものであれば水晶が使われていましたが地租改正の時は真鍮製のものが多かったようです。

始点，点1，点2，点3，点4（終点）と直線状に南から北に向かって測った場合で説明します。誤差の公理から角誤差は1度がプラスとマイナスが交互に生じる，距離誤差もプラスとマイナスが交互に生じるとします。

#### 各点間距離が同じ場合

角度と距離を測りますので点1には角誤差と距離誤差が生じます，角誤差は東西方向に距離（位置誤差）となってでます（小方儀では $1^\circ$ 単位で測りますのでその半分の30秒を誤差とします），角誤差 $=\tan 30分 \times 距離$ ，プラスとマイナスが交互に出れば点4では誤差は0です。

距離の誤差も同じですから（間縄では0.1間単位で測りますのでその半分の0.05間，0.090mを誤差とします），点間距離10mとして誤差は0.090mとして，点4では0です。したがって角誤差1度で距離誤差が0.090mの精度であっても終点での誤差（これを閉合差といいます），閉合差は0です。

点がもう1点増えて点5があれば始めて 角誤差 $=\tan 30分 \times 10m = 0.087m$ ，距離誤差0.090mが出ます。このときの閉合差は  $=\sqrt{(0.087^2 + 0.090^2)} = 0.125m$ となります。

位置誤差は点数が偶数なら何点あっても0です，奇数なら何点あっても0.125のままです。（実際はこのように単純ではありませんので注意してください）

#### 境界点間の距離が均一でない場合

実際は誤差が出ます，その主な原因は点間距離が同じでないからです，他にも境界線が直線で無いとか理由はあります。

点間距離を10, 20, 10, 20とすれば角誤差は点1で角誤差 =  $\tan 30分 \times 10m = +0.087m$ , 距離誤差は一定として+0.090mです。

点2では角誤差 =  $\tan 30分$  (又は $1800秒 / 206265$ )  $\times 20m = -0.175m$ で $0.087 - 0.175 = -0.088$ がのこります。

点4では角誤差は $+0.078 - 0.175 + 0.078 - 0.175 = -0.176$ 残ります。

距離誤差は10mで15mm (事件結果の伸び%から), 20mで26mmです, この差11mmが1点ごとに誤差として残ります。

残る距離誤差は $0 + 0.011 + 0 + 0.011 = 0.022m$ となります。

点4の閉合差は $= \sqrt{(0.176^2 + 0.022^2)} = 0.177m$ となります。

1点あたりに誤差 $= 0.177 / 点数(4) = 0.044m$ です。

#### 伸びが0の場合の1点あたりに誤差

点4の閉合差は $= \sqrt{(0.176^2 + 0.^2)} = 0.176m$ となります。

1点あたりに誤差 $= 0.176 / 点数(4) = 0.044m$ です。

間縄の伸びは閉合差には影響が少ないこととなります, 境界の場合, 実際は極端に長かったり短かったりしますので実際は影響が出ます。個々に計算してみるしかありません。

#### 点の位置誤差の計算方法

(距離 / 点数 (変数))  $\times 2 =$  二辺の距離

二辺の距離 / 3 = 誤差の基になる距離

誤差 = (  $\tan 30分$  (又は $1800秒 / 206265$ )  $\times$  誤差の基になる距離)  $\times$  点数 / 2 で誤差の平均が計算されます。(平均二乗誤差に相当します)

標準偏差 = 平均二乗誤差 /  $\sqrt{2}$  (概算値です)

A環閉合では  $(169m / 8) \times 2 = 42.25m$

$42.25 / 3 = 14.08m$

閉合差 (誤差) =  $(1800 / 206265) \times 14.08 \times (8 / 2) = 0.491m$

1点あたりの位置に誤差 $= 0.491 / 点数(8) = 0.061m$ です (平均二乗誤差に相当します)。標準偏差は $0.061 / \sqrt{2} = 0.043$ です。

誤差の幅を $3\sigma$ と仮定して $0.043$ は $1\sigma$ です, 通常起こる誤差が $1\sigma \sim 3\sigma$ とすれば**0.043~0.129**範囲にあれば正常,  $0.129m$ を超えれば???.ということ。図6では $0.057$ なのでOKです, これはあくまでも概算値です。

C環閉合では  $(189m / 13) \times 2 = 29.08m$

$29.08 / 3 = 9.69m$

閉合差 (誤差) =  $(1800 / 206265) \times 9.69 \times (13 / 2) = 0.550m$

1点当たりの位置誤差=0.550/点数(13)=0.042mです。標準偏差は0.042/√2=0.030です。

誤差の幅を3σと仮定して0.030は1σです、通常起こる誤差が1σ~3σとすれば0.030~0.090範囲にあれば正常、0.090mを超えれば???と言うことです。図4では0.031なのでOKです、これはあくまでも概算値です。

点の位置誤差を距離誤差にするには(角誤差を距離誤差で見ると)

$\sqrt{((\text{点当たりの位置誤差})^2 \times 2)}$ です、図4では $\sqrt{((0.031)^2 \times 2)} = 0.044$ です、普通は分見野帳がありませんので理論値を使います。点数と辺長は公図から求められます。

この誤差0.044は距離測定で端数を切り捨てた値の角誤差への変換値なので公図の平均辺長に対して加算し、実測値と比較します。

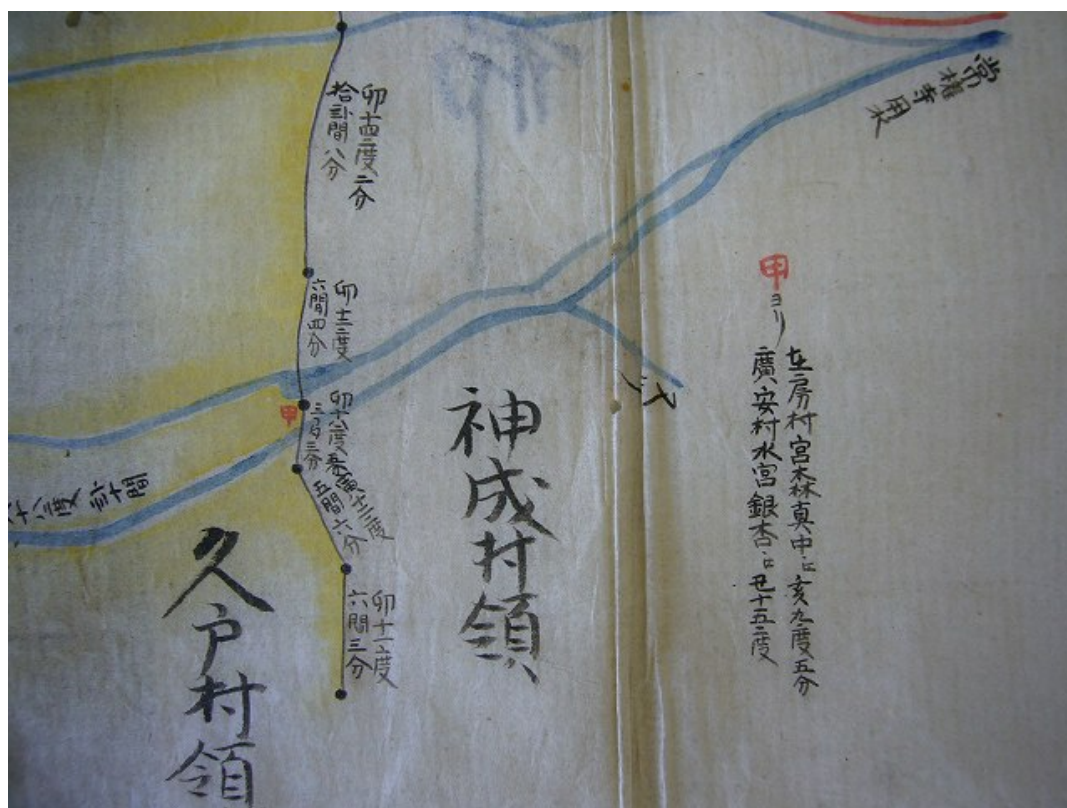
#### 環閉合測量による村図

参考にこんな図面も有るのだと言うことで、この資料は江戸時代後期1844年に測量された村図です。



天保15年9月(1844年)作製、明治元年は1868年ですから地租改正が明治6年に始まっていますのでその30年前の資料です。場所は富山県砺波郡久戸村(南砺

市久戸) です。



この図面は村境の測量図で距離は分（10分の1間）まで、角度は分（10分の1度）まで計測されています。分度板の直径が大きければ分（10分の1度）迄読み取ることは可能かもしれません。

村全体を取り囲むように測っていますので環閉合による測量です、当然明治の地租改正でも同じ手法が取り入れられたことは想像できます。

甲よりの数値は方向を取り付けて角誤差の点検をしている、後方公開法で伊能忠敬が目標となる山を基準にした方法と同じ手法です。

我々、土地家屋調査士、測量士等はこのようなデータ、資料を見せられたときに解析できる能力がない、したがって公図は不正確だと簡単にかたづけただる。

ましてや、公図研究者、裁判官、弁護士、さらに登記官に至っては計算する基本技術をもとあわせていないので「・・・・・・・・」という結論になりがち、実際このような結論にしておいた方が責任問題は起きないので安心である。

この続きは「公図の精度（2）」へ

作成者 土地家屋調査士 小野孝治

2015/11/29 公開

2015/12/04 図6（A環閉合角度修正後の計算簿）を追加

2015/12/16 18頁の閉合差の計算式“/2”を削除

2016/01/04 点の位置誤差の計算方法の中の標準偏差を訂正