（1）筆界復元はなぜ座標変換なのか

筆界についての法的な説明は不動産登記法123条1項（表題登記がある一筆の土地（以下単に「一筆の土地」という。）とこれに隣接する他の土地（表題登記がない土地を含む。以下同じ。）との間において、当該一筆の土地が登記された時にその境を構成するものとされた二以上の点及びこれらを結ぶ直線をいう。）にある通りです。

筆界は現地に存在するものなのか登記された時の証書によるものなのかが境界（筆界）復元では大きな問題です。前者であれば筆界の位置の目標となる境界標示物（境界標，引照点，基準点等の筆界を現地で特定できる物，不動な地形など）です，境界標示物の設置義務が必要ですが法律ではその決まりはありません。

そこで拠り所とされるのが筆界を決めるに至った証書，主に図面ですが，その図面によって筆界が形成されたと考えるべきなのか，境界標示物のどちらでしょうか。

筆界には原始筆界と後発的原始筆界と創設筆界に分類されます，明治の初期に地券の発行から地租改正地引絵図，地押し調査更正図作成を経て土地の境は決められました，このときの境を筆界としたものを原始筆界といいます。筆界の形成には図面がないと筆界の位置，土地の形状が判りませんので必須です，法学関係者の中には「表題部の一元化施行日」などと制度施行日を唱える方が折りますが適切はありません。

登記法は明治19年8月31日に施行されましたのでこの時点で登記されていた土地の境界が原始筆界と解釈されます，不動産登記法123条第1項に相当する地図は当時，登記所にはありませんでした，この地図に相当する図面は土地台帳附属地図と言いまして税務署が所有しておりました。土地台帳附属地図は地租改正地引絵図，地押し調査更正図から複写されたものがほとんどです，このことから地租改正地引絵図作成時に確認された境又は地押し調査更正図作成時に確認された境が原始筆界と考えられます。

法的な解釈はここではせずに，原始筆界は基本的に現地に示された点を指しますが，この点に移動がなければ作成された境界を表した図面，地租改正地引絵図，地押し調査更正図が筆界を表した地図となりますとの条件がつきます，この条件を満たせば筆界は現地に示された点ですから筆界は地図と乖離があるかないかに関係なく現地の点が筆界になります。

しかし，原始筆界はほとんどの場合，現地に示された点の位置に境界表示物がありませんでした，当時は境に竹，笹，木の枝で表示したされており，図面作成後亡失したと云われていますので原始筆界と認識されている点，つまりその点に現在ある境界標等はその後に確認され設置されたものですから図面の位置とは違っています。地租改正は明治6年から11年頃に，地押し調査は明治 18 年から 22 年頃に実施されました，境が確認されてから140年経過していますので当時確認された点の位置と現在の位置は一致していないと考えるべきです。

しかし，境界（筆界）が長年土地所有者によって管理されてきたことを考慮すれば当時示された点の位置を中心にバラツキが生じていると考えるのが自然です。希に土地所有者が境界確認に際して自らの有利な主張をする，隣地を不法占有するなどによって偏った位置に境界

標が移動してしまうことは考えられます。

原始筆界は市街地，農地，山林原野に区分して地租改正地引絵図，地押し調査更正図の作成がされました，そのうえ測量するルールも違っていますので区分毎に点の移動量を考察する必要があります。

道水路の国有地と民地との境を確認する官民境界では役所が道路幅，水路幅を間単位（三尺単位が多い）確保する傾向が強く，現実にはその通りなされてきました，役所が道路幅は二間だと主張したとすれば二間幅で確定されるでしょう。明治時代に道水路が正確に二間幅で出来ていれば土地台帳附属地図は高度な精度を持っているといっても過言ではありません。実際にはそれだけの精度はありませのではじめから無理な官民境界査定（今は確認とか協議と言いますが以前は査定といっていました，査定はお上が民にしてやると言った意味です。）がなされてきたわけです。その結果が現地と土地台帳附属地図の精度低下の原因のひとつになっていると考えられます。

このことを境界（筆界）復元の面からみれば，多くの官民境界は道路幅方向に根拠説明がなされないまま移動が行われているとして計算上修正して使用する必要が起きてきます。

これは地租改正地引絵図，地押し調査更正図に示された位置が境界（筆界）と考える，と言いますかそれでしか判断出来ないということです。

原始筆界には図面上の誤差，測った時の測量誤差，地租改正地引絵図，地押し調査更正図から土地台帳附属地図への複写誤差と現地には境界標示物の位置誤差があり，この双方の誤差を考慮して境界（筆界）を決定することが求められます。

次に後発的原始筆界と創設筆界について考えてみます，後発的原始筆界とはそれまであった筆界を無くし，更の状態から筆界を新たに決めたものです，耕地整理，区画整理，土地改良がこれにあたります，創設筆界とはある土地を分割することによって決められた筆界です，制度上は後発的原始筆界と創設筆界は別の筆界として説明されますが境界（筆界）復元では同じ性質の筆界として扱います。

後発的原始筆界は換地図を基に現地が区画されます，換地図面には誤差はありませんが設置された境界標の位置には誤差があります。創設筆界は分割前の土地の境界点を与点（基準とする点）として分割したものです，このときの与点には誤差がないとして分割しますので図面には誤差がなく，分割点にも誤差がありません，分割点に設置した境界標には埋設誤差があります，したがって創設筆界は図面上の位置で示されますので後発的原始筆界と創設筆界は（筆界）復元では同じ種類の筆界として扱うことができます。この後発的原始筆界，創設筆界は図面上の点が筆界になりますので計算値が筆界になります。

境界（筆界）復元の方法は２種類

図面から境界（筆界）復元する方法は幾何計算と最小二乗法計算の二つです。幾何には現地で交点を求める方法と図上で交点計算する方法がありますが現在では図上で求めるのが一般的です，つまり平板測量の時代には交会法と言いまして交点を現地で直接求める方法が

ありましたが現在は実測座標から図面上の距離で交点を計算する方法が主に使われているようです，実測点を2点から計算する二円の交点計算もしくは実測点3点から3個の交点を求めてその中心，いわゆる平均値を計算点とする方法が主に使われているようです。“ようです”と言いますのは25年前頃までは私も使っていた記憶があります。1993年に購入した基準点測量ソフトをきっかけに次のような方法で変換していました。

その後ヘルマート変換を使うようになったのが2000年からで，2001年からヘルマート変換を使った境界（筆界）復元方法を公開してきました。

ヘルマート変換以前の変換方法

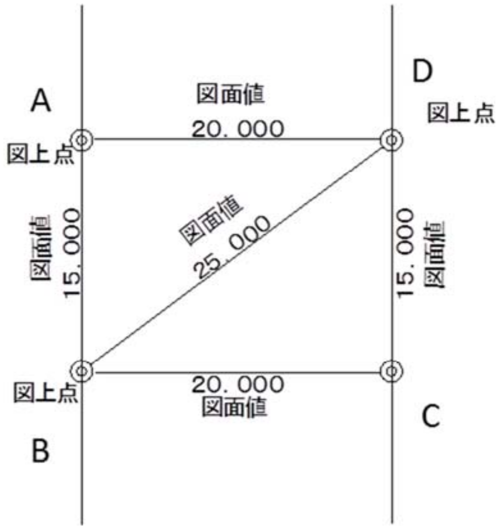
1.　図面の座標値の平均値を求める。
2.　平均値を基点にそれぞれの点の方向角と距離を求める。
3.　実測座標値の平均値を求める。
4.　平均値を基点にそれぞれの点の方向角と距離を求める。
5.　2の方向角の平均値と4の方向角の平均値の差を求め，差の分だけ図面値を回転させる。
6.　2の平均距離値と4の平均距離値の比を求め，比のだけ2の各点の距離を伸縮させる。
7.　2の平均座標値と4の平均座標値に差の分だけ6の各座標位置を移動させる。
　（これで，実測座標値に図面座標値が重なります。）
8.　各点の実測座標値と7の図面座標値の点間距離を求め，ヒストグラムを作成する。
9.　確率論に基づいて，異常と思われる点を除いて，1～8を繰り返す，おおよそ2回か多くても3回程度繰り返す。

と，大まかな手順です，後年ヘルマート変換と比較したところ同じ結果が得られていました。

交点計算方法

1.　求めたい求点から境界標等の表示物のある点までの図上距離を求める。

A,B,C,D の 4 点の境界があって,点 D の境界標が不明な場合の計算例です。点 D から図面で解る距離は3個所です。

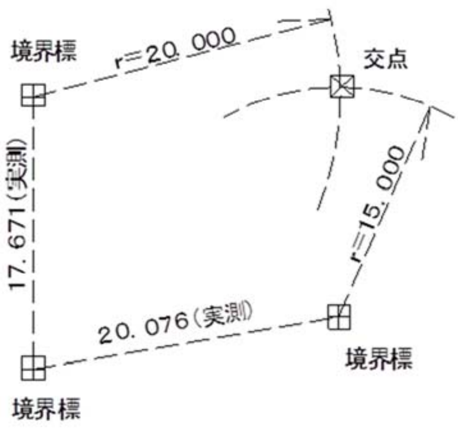


2.　境界表示物の点を2つ使って1で求めた図上距離の円を描き，その交点を求点の位置とする。

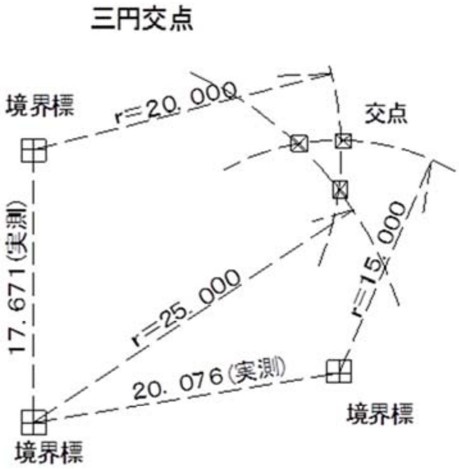
交点は境界標 A から図面の距離 20.000 で円を描き，境界点 C から図面の距離 15.000 で円を描いた交点を復元点 D とする方法です。

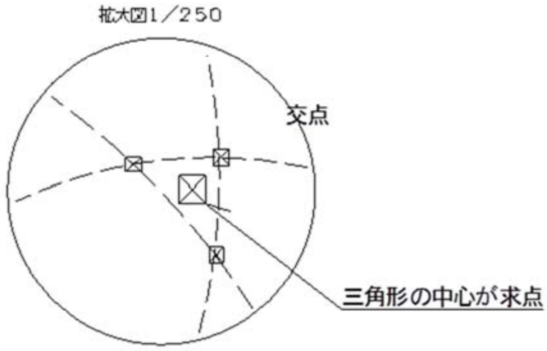
このとき，A,B,C の3点は図面上の A,B,C と位置関係が一致しません，それは境界標設置誤差，測量図作成時測量誤差，その後の境界標の経年変化等があるからです。ですから計算される交点 D はそれらの誤差の影響をそのまま受けます，つまり交点Dは境界標 A，C の誤差を含んでしまいます。

二円交点



境界表示物の点を3つ使うと交点が3つ出来ます，この場合は交点付近に出来る小さな三角形の重心（3つの座標値の平均値）を求点の位置とします。





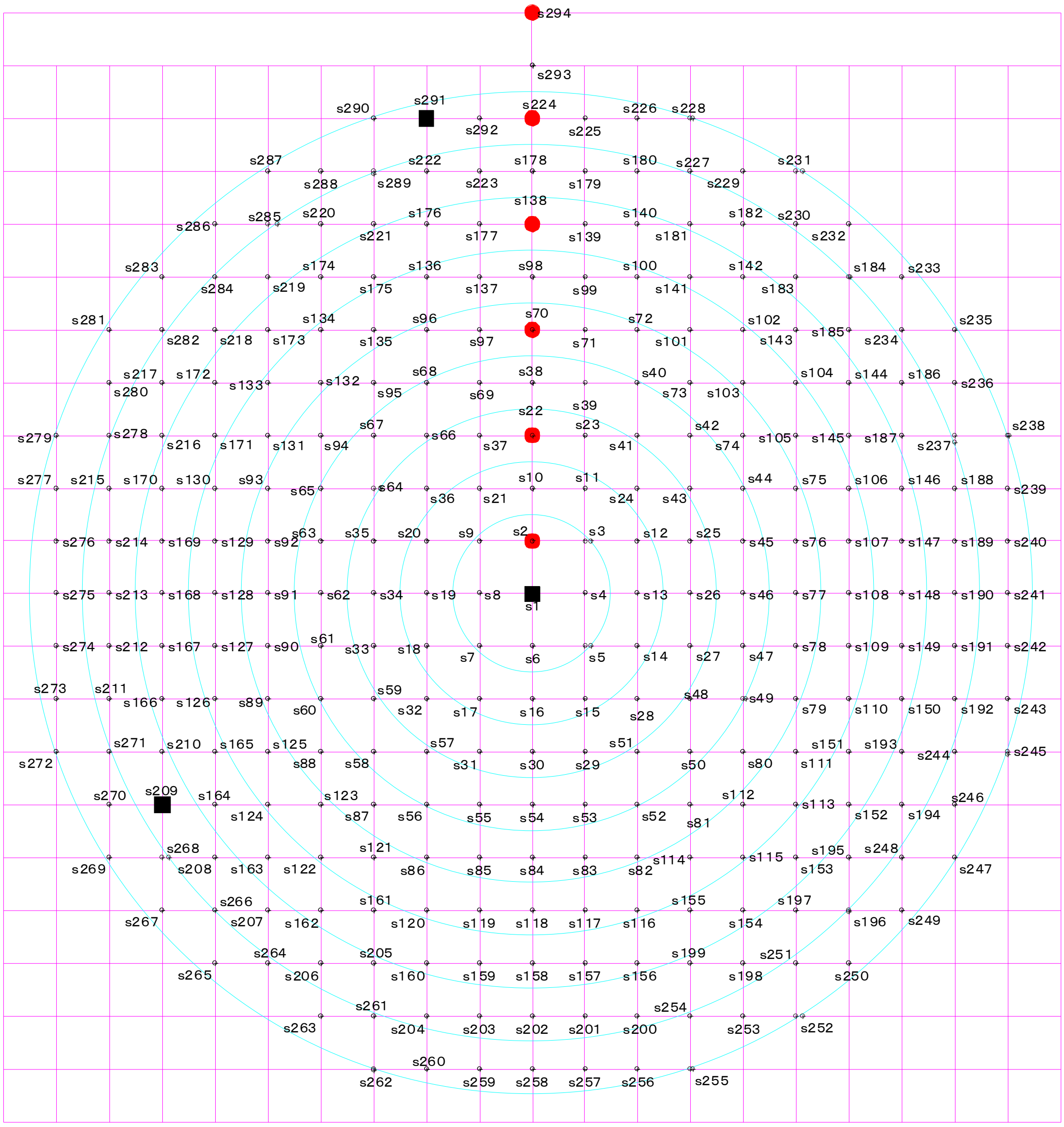
交点計算の復元精度（標準偏差）を確かめてみる

交点計算方法の欠点はそれぞれの境界表示物が持つ誤差が増幅されることです。求めた交点からさらに次の交点を計算するという方法も行われます，この方法では誤差がますます増幅されますので境界（筆界）復元には使わないとされていました。にも，関わらず交点計算方法では使わざるを得ない場面があります。なぜ交点計算がいまだに使われるのか，それは簡単な計算だから，中学生レベルの数学の知識，円の方程式を知っていれば出来ますそれが最大の理由でしょうか。創設筆界筆界を計算するには最適な方法なので，使い方を混同される方がいることも一因にあると思います。

そこで，二円交点計算と三円交点計算を例にしてどの程度誤差が増幅されるか計算して見ます，いままでこのような資料を見たことがありませんので挑戦してみました。

次のサンプル図にある294個所の位置でデータを作成して，それを使って様々な証明をして見たいとおもいます。

サンプル図



中心点を s1 として右回転に渦を巻くように s294 まで展開してあります。 赤丸の6点が精度(標準偏差)を確認するために選んだ点です，この点で図面値と復元計算値の乖離(点間距離)を見ます。

黒□角の3点が χ^2 二乗検定より異常点とされた点です，ここでは境界標が不正確に設置されたか大きな経年変化があった点と見ますが交点計算では検定のような考えは不要ですからこの3点もそのまま使います。

データは下表の左から図面値，与えた標準偏差ベースの誤差で 0.0049 を与えた座標値，誤差 0.049 与えた座標値，0.4868 を与えた座標値，0.9736 を与えた座標値を作成しました。

図面値を区画整理などの換地図を図面値とみなします，標準偏差ベースの誤差，0.0049 がトータスステーションを使い，境界標を設置したときの設置誤差，0.0487 はトランシットとスチー

ルテープを使って設置したときの境界標の設置誤差，0.4868 は平板測量で設置されたときの境界標の設置誤差で時代的には明治時代で技術的に高度な測量が行われた地域，0.9736 は平板測量で設置されたときの境界標の設置誤差で時代的には明治時代で技術的に普通程度の測量が行われた地域を想定しております。

データはランダムに作成し，与えた誤差が正規分布になるようにデータの正規化をしてあります，分布上の異常値は出ないはずなのですが誤差⊿x・⊿y の組合せの関係と思いますが χ^2 二乗検定ではs1，s209，s291の3点がt検定ではs1，s34，s209，s291の4点が異常点となっていました。

今回，データを作るプログラム，解析するプログラムの二本を作成しました。このプログラムの方がこの資料より価値があると思うのは作成者の独りよがりか。

図面値	x	y	実測値	x	y	実測値	x	y	実測値	x	y	実測値	x	y
s1	0.000	0.000	5z1	0.003	0.015	50z1	0.034	0.150	500z1	0.343	1.504	1000z1	0.685	3.008
s2	10.000	0.000	5z2	10.002	-0.002	50z2	10.024	-0.022	500z2	10.238	-0.221	1000z2	10.475	-0.441
s3	10.000	10.000	5z3	10.002	9.999	50z3	10.023	9.992	500z3	10.232	9.921	1000z3	10.465	9.841
s4	0.000	10.000	5z4	0.004	10.002	50z4	0.037	10.015	500z4	0.372	10.151	1000z4	0.744	10.301
s5	-10.000	10.000	5z5	-10.007	9.990	50z5	-10.072	9.905	500z5	-10.716	9.046	1000z5	-11.432	8.093
s6	-10.000	0.000	5z6	-9.999	-0.004	50z6	-9.987	-0.035	500z6	-9.875	-0.355	1000z6	-9.749	-0.710
s7	-10.000	-10.000	5z7	-10.002	-9.999	50z7	-10.018	-9.993	500z7	-10.176	-9.929	1000z7	-10.352	-9.858
s8	0.000	-10.000	5z8	0.000	-9.994	50z8	0.004	-9.938	500z8	0.041	-9.380	1000z8	0.081	-8.760
s9	10.000	-10.000	5z9	9.992	-10.005	50z9	9.924	-10.051	500z9	9.243	-10.507	1000z9	8.487	-11.014
s10	20.000	0.000	5z10	20.001	0.002	50z10	20.012	0.019	500z10	20.118	0.191	1000z10	20.236	0.381
s11	20.000	10.000	5z11	20.006	9.996	50z11	20.059	9.963	500z11	20.590	9.631	1000z11	21.180	9.261
s12	10.000	20.000	5z12	9.993	19.999	50z12	9.925	19.990	500z12	9.252	19.902	1000z12	8.504	19.805
s13	0.000	20.000	5z13	0.000	19.998	50z13	-0.003	19.980	500z13	-0.025	19.805	1000z13	-0.051	19.610
s14	-10.000	20.000	5z14	-9.989	20.002	50z14	-9.895	20.021	500z14	-8.948	20.211	1000z14	-7.897	20.422
s15	-20.000	10.000	5z15	-19.995	10.005	50z15	-19.948	10.046	500z15	-19.484	10.457	1000z15	-18.968	10.913
s16	-20.000	0.000	5z16	-19.998	0.011	50z16	-19.975	0.106	500z16	-19.753	1.062	1000z16	-19.507	2.123
s17	-20.000	-10.000	5z17	-19.995	-10.007	50z17	-19.952	-10.067	500z17	-19.521	-10.675	1000z17	-19.042	-11.350
s18	-10.000	-20.000	5z18	-10.004	-20.002	50z18	-10.041	-20.021	500z18	-10.408	-20.214	1000z18	-10.817	-20.428
s19	0.000	-20.000	5z19	0.001	-20.002	50z19	0.010	-20.019	500z19	0.103	-20.186	1000z19	0.206	-20.371
s20	10.000	-20.000	5z20	10.007	-20.002	50z20	10.065	-20.019	500z20	10.655	-20.187	1000z20	11.309	-20.373
s21	20.000	-10.000	5z21	19.993	-10.001	50z21	19.932	-10.012	500z21	19.321	-10.123	1000z21	18.641	-10.246
s22	30.000	0.000	5z22	30.002	0.002	50z22	30.023	0.024	500z22	30.228	0.245	1000z22	30.456	0.490
s23	30.000	10.000	5z23	29.993	9.996	50z23	29.927	9.957	500z23	29.274	9.570	1000z23	28.548	9.139
s24	20.000	20.000	5z24	20.003	19.998	50z24	20.025	19.975	500z24	20.251	19.752	1000z24	20.502	19.505
s25	10.000	30.000	5z25	9.999	29.996	50z25	9.990	29.964	500z25	9.901	29.640	1000z25	9.801	29.279
s26	0.000	30.000	5z26	0.004	29.998	50z26	0.037	29.984	500z26	0.369	29.835	1000z26	0.737	29.671
s27	-10.000	30.000	5z27	-10.006	30.004	50z27	-10.060	30.038	500z27	-10.596	30.376	1000z27	-11.191	30.752
s28	-20.000	20.000	5z28	-19.999	20.006	50z28	-19.986	20.064	500z28	-19.858	20.645	1000z28	-19.716	21.290
s29	-30.000	10.000	5z29	-30.002	9.993	50z29	-30.020	9.925	500z29	-30.196	9.252	1000z29	-30.392	8.504
s30	-30.000	0.000	5z30	-29.995	-0.002	50z30	-29.954	-0.023	500z30	-29.545	-0.230	1000z30	-29.089	-0.461
s31	-30.000	-10.000	5z31	-29.995	-10.005	50z31	-29.950	-10.046	500z31	-29.504	-10.460	1000z31	-29.008	-10.920
s32	-20.000	-20.000	5z32	-19.991	-20.001	50z32	-19.909	-20.006	500z32	-19.094	-20.064	1000z32	-18.188	-20.127
s33	-10.000	-30.000	5z33	-10.005	-30.000	50z33	-10.047	-30.000	500z33	-10.470	-30.004	1000z33	-10.940	-30.009
s34	0.000	-30.000	5z34	-0.002	-30.015	50z34	-0.022	-30.148	500z34	-0.222	-31.480	1000z34	-0.444	-32.961
s35	10.000	-30.000	5z35	10.004	-29.998	50z35	10.036	-29.983	500z35	10.360	-29.827	1000z35	10.719	-29.653
s36	20.000	-20.000	5z36	20.007	-19.994	50z36	20.067	-19.937	500z36	20.667	-19.366	1000z36	21.333	-18.731
s37	30.000	-10.000	5z37	29.996	-10.006	50z37	29.957	-10.060	500z37	29.567	-10.604	1000z37	29.133	-11.208
s38	40.000	0.000	5z38	40.001	0.003	50z38	40.014	0.025	500z38	40.138	0.252	1000z38	40.275	0.505
s39	40.000	10.000	5z39	39.997	10.007	50z39	39.975	10.066	500z39	39.748	10.661	1000z39	39.495	11.322
s40	40.000	20.000	5z40	40.001	19.993	50z40	40.009	19.927	500z40	40.094	19.266	1000z40	40.189	18.531
s41	30.000	20.000	5z41	30.008	20.003	50z41	30.081	20.028	500z41	30.812	20.285	1000z41	31.624	20.569
s42	30.000	30.000	5z42	29.993	29.997	50z42	29.925	29.973	500z42	29.254	29.732	1000z42	28.509	29.464
s43	20.000	30.000	5z43	19.997	30.004	50z43	19.975	30.036	500z43	19.745	30.364	1000z43	19.491	30.727
s44	20.000	40.000	5z44	19.995	40.006	50z44	19.947	40.062	500z44	19.466	40.619	1000z44	18.932	41.237
s45	10.000	40.000	5z45	9.998	39.998	50z45	9.983	39.976	500z45	9.831	39.756	1000z45	9.662	39.512
s46	0.000	40.000	5z46	0.001	40.003	50z46	0.010	40.031	500z46	0.103	40.311	1000z46	0.206	40.621
s47	-10.000	40.000	5z47	-10.000	39.993	50z47	-10.000	39.932	500z47	-10.004	39.325	1000z47	-10.009	38.649
s48	-20.000	30.000	5z48	-20.002	30.003	50z48	-20.024	30.034	500z48	-20.239	30.339	1000z48	-20.478	30.678
s49	-20.000	40.000	5z49	-20.000	40.005	50z49	-20.002	40.046	500z49	-20.020	40.465	1000z49	-20.040	40.930
s50	-30.000	30.000	5z50	-29.995	29.997	50z50	-29.950	29.966	500z50	-29.496	29.658	1000z50	-28.992	29.316
s51	-30.000	20.000	5z51	-29.991	20.001	50z51	-29.909	20.015	500z51	-29.095	20.148	1000z51	-28.190	20.297
s52	-40.000	20.000	5z52	-39.993	19.991	50z52	-39.933	19.914	500z52	-39.331	19.139	1000z52	-38.663	18.278
s53	-40.000	10.000	5z53	-40.006	9.997	50z53	-40.063	9.971	500z53	-40.633	9.711	1000z53	-41.265	9.422
s54	-40.000	0.000	5z54	-39.997	0.000	50z54	-39.972	-0.003	500z54	-39.720	-0.028	1000z54	-39.440	-0.056
s55	-40.000	-10.000	5z55	-40.010	-10.001	50z55	-40.103	-10.006	500z55	-41.034	-10.062	1000z55	-42.067	-10.125
s56	-40.000	-20.000	5z56	-40.004	-19.998	50z56	-40.038	-19.978	500z56	-40.378	-19.779	1000z56	-40.756	-19.558
s57	-30.000	-20.000	5z57	-30.004	-20.007	50z57	-30.040	-20.066	500z57	-30.404	-20.658	1000z57	-30.808	-21.315
s58	-30.000	-30.000	5z58	-30.003	-30.004	50z58	-30.030	-30.041	500z58	-30.304	-30.409	1000z58	-30.607	-30.817
s59	-20.000	-30.000	5z59	-20.003	-30.003	50z59	-20.035	-30.033	500z59	-20.349	-30.330	1000z59	-20.698	-30.659
s60	-20.000	-40.000	5z60	-19.997	-40.004	50z60	-19.970	-40.043	500z60	-19.703	-40.428	1000z60	-19.407	-40.857
s61	-10.000	-40.000	5z61	-10.007	-39.998	50z61	-10.069	-39.975	500z61	-10.692	-39.753	1000z61	-11.383	-39.507
s62	0.000	-40.000	5z62	0.002	-40.007	50z62	0.023	-40.071	500z62	0.226	-40.713	1000z62	0.453	-41.425
s63	10.000	-40.000	5z63	9.992	-39.996	50z63	9.917	-39.961	500z63	9.170	-39.613	1000z63	8.339	-39.225
s64	20.000	-30.000	5z64	19.999	-30.002	50z64	19.990	-30.016	500z64	19.898	-30.160	1000z64	19.796	-30.320
s65	20.000	-40.000	5z65	19.994	-40.001	50z65	19.937	-40.012	500z65	19.374	-40.122	1000z65	18.747	-40.245
s66	30.000	-20.000	5z66	29.996	-20.004	50z66	29.961	-20.040	500z66	29.613	-20.395	1000z66	29.226	-20.791
s67	30.000	-30.000	5z67	29.998	-29.997	50z67	29.978	-29.975	500z67	29.782	-29.748	1000z67	29.564	-29.495
s68	40.000	-20.000	5z68	39.999	-20.005	50z68	39.988	-20.047	500z68	39.878	-20.474	1000z68	39.757	-20.948
s69	40.000	-10.000	5z69	39.996	-10.003	50z69	39.962	-10.026	500z69	39.624	-10.263	1000z69	39.248	-10.526
s70	50.000	0.000	5z70	50.001	-0.003	50z70	50.008	-0.026	500z70	50.080	-0.258	1000z70	50.161	-0.516
s71	50.000	10.000	5z71	50.010	9.995	50z71	50.101	9.950	500z71	51.010	9.501	1000z71	52.020	9.002
s72	50.000	20.000	5z72	50.006	19.999	50z72	50.063	19.992	500z72	50.629	19.923	1000z72	51.257	19.847
s73	40.000	30.000	5z73	40.009	30.000	50z73	40.089	29.998	500z73	40.886	29.982	1000z73	41.772	29.963
s74	30.000	40.000	5z74	29.997	40.003	50z74	29.975	40.033	500z74	29.747	40.330	1000z74	29.494	40.661
s75	20.000	50.000	5z75	20.000	49.996	50z75	20.002	49.956	500z75	20.022	49.558	1000z75	20.044	49.116
s76	10.000	50.000	5z76	10.010	50.000	50z76	10.103	49.996	500z76	11.034	49.958	1000z76	12.068	49.916
s77	0.000	50.000	5z77	0.007	49.999	50z77	0.075	49.992	500z77	0.748	49.919	1000z77	1.497	49.837
s78	-10.000	50.000	5z78	-9.993	49.997	50z78	-9.928	49.966	500z78	-9.285	49.662	1000z78	-8.570	49.324
s79	-20.000	50.000	5z79	-20.000	50.000	50z79	-19.996	49.997	500z79	-19.957	49.971	1000z79	-19.914	49.942
s80	-30.000	40.000	5z80	-30.002	40.000	50z80	-30.021	40.002	500z80	-30.205	40.015	1000z80	-30.410	40.031
s81	-40.000	30.000	5z81	-39.995	29.990	50z81	-39.950	29.903	500z81	-39.499	29.030	1000z81	-38.999	28.060
s82	-50.000	20.000	5z82	-50.009	19.996	50z82	-50.086	19.960	500z82	-50.861	19.598	1000z82	-51.722	19.195
s83	-50.000	10.000	5z83	-50.002	10.002	50z83	-50.021	10.023	500z83	-50.207	10.234	1000z83	-50.414	10.467
s84	-50.000	0.000	5z84	-50.001	0.006	50z84	-50.013	0.065	500z84	-50.129	0.645	1000z84	-50.259	1.290
s85	-50.000	-10.000	5z85	-50.003	-10.009	50z85	-50.034	-10.087	500z85	-50.339	-10.865	1000z85	-50.677	-11.731
s86	-50.000	-20.000	5z86	-49.998	-20.003	50z86	-49.984	-20.027	500z86	-49.844	-20.269	1000z86	-49.688	-20.538
s87	-40.000	-30.000	5z87	-39.993	-30.003	50z87	-39.931	-30.025	500z87	-39.306	-30.250	1000z87	-38.612	-30.500
s88	-30.000	-40.000	5z88	-30.003	-40.001	50z88	-30.033	-40.011	500z88	-30.332	-40.109	1000z88	-30.663	-40.219
s89	-20.000	-50.000	5z89	-20.000	-50.000	50z89	-19.996	-50.001	500z89	-19.960	-50.011	1000z89	-19.921	-50.021
s90	-10.000	-50.000	5z90	-10.000	-50.000	50z90	-9.999	-50.001	500z90	-9.987	-50.011	1000z90	-9.974	-50.021
s91	0.000	-50.000	5z91	-0.007	-49.996	50z91	-0.065	-49.960	500z91	-0.650	-49.596	1000z91	-1.301	-49.192
s92	10.000	-50.000	5z92	10.002	-49.996	50z92	10.022	-49.957	500z92	10.216	-49.567	1000z92	10.431	-49.135
s93	20.000	-50.000	5z93	20.009	-49.993	50z93	20.094	-49.934	500z93	20.938	-49.337	1000z93	21.875	-48.673
s94	30.000	-40.000	5z94	29.999	-40.007	50z94	29.990	-40.073	500z94	29.895	-40.732	1000z94	29.791	-41.465
s95	40.000	-30.000	5z95	40.002	-29.999	50z95	40.019	-29.993	500z95	40.193	-29.932	1000z95	40.385	-29.865
s96	50.000	-20.000	5z96	50.002	-20.006	50z96	50.016	-20.060	500z96	50.162	-20.603	1000z96	50.323	-21.206
s97	50.000	-10.000	5z97	49.994	-10.002	50z97	49.937	-10.024	500z97	49.374	-10.239	1000z97	48.749	-10.479
s98	60.000	0.000	5z98	60.001	-0.001	50z98	60.008	-0.013	500z98	60.084	-0.132	1000z98	60.168	-0.264
s99	60.000	10.000	5z99	59.994	10.003	50z99	59.936	10.032	500z99	59.358	10.316	1000z99	58.716	10.631
s100	60.000	20.000	5z100	60.001	20.005	50z100	60.011	20.045	500z100	60.114	20.453	1000z100	60.229	20.905

s101	50.000	30.000
s102	50.000	40.000
s103	40.000	40.000
s104	40.000	50.000
s105	30.000	50.000
s106	20.000	60.000
s107	10.000	60.000
s108	0.000	60.000
s109	-10.000	60.000
s110	-20.000	60.000
s111	-30.000	50.000
s112	-40.000	40.000
s113	-40.000	50.000
s114	-50.000	30.000
s115	-50.000	40.000
s116	-60.000	20.000
s117	-60.000	10.000
s118	-60.000	0.000
s119	-60.000	-10.000
s120	-60.000	-20.000
s121	-50.000	-30.000
s122	-50.000	-40.000
s123	-40.000	-40.000
s124	-40.000	-50.000
s125	-30.000	-50.000
s126	-20.000	-60.000
s127	-10.000	-60.000
s128	0.000	-60.000
s129	10.000	-60.000
s130	20.000	-60.000
s131	30.000	-50.000
s132	40.000	-40.000
s133	40.000	-50.000
s134	50.000	-40.000
s135	50.000	-30.000
s136	60.000	-20.000
s137	60.000	-10.000
s138	70.000	0.000
s139	70.000	10.000
s140	70.000	20.000
s141	60.000	30.000
s142	60.000	40.000
s143	50.000	50.000
s144	40.000	60.000
s145	30.000	60.000
s146	20.000	70.000
s147	10.000	70.000
s148	0.000	70.000
s149	-10.000	70.000
s150	-20.000	70.000
s151	-30.000	60.000
s152	-40.000	60.000
s153	-50.000	50.000
s154	-60.000	40.000
s155	-60.000	30.000
s156	-70.000	20.000
s157	-70.000	10.000
s158	-70.000	0.000
s159	-70.000	-10.000
s160	-70.000	-20.000
s161	-60.000	-30.000
s162	-60.000	-40.000
s163	-50.000	-50.000
s164	-40.000	-60.000
s165	-30.000	-60.000
s166	-20.000	-70.000
s167	-10.000	-70.000
s168	0.000	-70.000
s169	10.000	-70.000
s170	20.000	-70.000
s171	30.000	-60.000
s172	40.000	-60.000
s173	50.000	-50.000
s174	60.000	-40.000
s175	60.000	-30.000
s176	70.000	-20.000
s177	70.000	-10.000
s178	80.000	0.000
s179	80.000	10.000
s180	80.000	20.000
s181	70.000	30.000
s182	70.000	40.000
s183	60.000	50.000
s184	60.000	60.000
s185	50.000	60.000
s186	40.000	70.000
s187	30.000	70.000
s188	20.000	80.000
s189	10.000	80.000
s190	0.000	80.000
s191	-10.000	80.000
s192	-20.000	80.000
s193	-30.000	70.000
s194	-40.000	70.000
s195	-50.000	60.000
s196	-60.000	60.000
s197	-60.000	50.000
s198	-70.000	40.000
s199	-70.000	30.000
s200	-80.000	20.000

5z101	49.994	30.000
5z102	49.998	40.013
5z103	40.000	40.002
5z104	40.004	49.998
5z105	30.005	50.002
5z106	20.003	60.006
5z107	10.002	59.997
5z108	0.010	60.001
5z109	-10.000	60.010
5z110	-20.004	60.005
5z111	-30.005	50.002
5z112	-39.999	39.994
5z113	-40.001	49.999
5z114	-49.995	29.995
5z115	-50.008	40.003
5z116	-59.997	20.002
5z117	-59.999	10.005
5z118	-60.002	0.005
5z119	-59.999	-10.003
5z120	-60.008	-19.998
5z121	-50.000	-29.997
5z122	-50.007	-39.994
5z123	-40.002	-39.995
5z124	-40.002	-49.994
5z125	-30.001	-50.004
5z126	-20.003	-60.002
5z127	-10.000	-60.003
5z128	-0.001	-60.003
5z129	9.995	-60.004
5z130	19.995	-59.996
5z131	30.004	-50.008
5z132	40.002	-39.997
5z133	40.005	-50.009
5z134	50.001	-40.004
5z135	50.000	-30.003
5z136	59.997	-19.999
5z137	60.001	-9.988
5z138	69.990	-0.008
5z139	69.996	10.000
5z140	69.998	20.001
5z141	60.001	30.002
5z142	59.993	40.011
5z143	49.997	50.003
5z144	40.002	59.994
5z145	29.993	60.003
5z146	19.999	70.004
5z147	10.004	70.011
5z148	0.006	69.999
5z149	-9.994	70.005
5z150	-19.991	70.008
5z151	-29.994	60.007
5z152	-40.006	59.997
5z153	-50.004	50.001
5z154	-60.004	39.996
5z155	-59.998	29.995
5z156	-70.001	19.998
5z157	-70.000	10.002
5z158	-69.996	-0.007
5z159	-70.004	-9.999
5z160	-70.006	-19.994
5z161	-60.000	-29.998
5z162	-59.996	-39.993
5z163	-49.994	-49.989
5z164	-40.004	-60.002
5z165	-30.000	-59.997
5z166	-19.999	-70.003
5z167	-10.011	-69.998
5z168	-0.001	-69.993
5z169	10.000	-69.998
5z170	20.006	-70.005
5z171	30.005	-60.001
5z172	39.992	-59.999
5z173	49.998	-50.002
5z174	60.001	-40.000
5z175	59.999	-30.005
5z176	69.999	-20.003
5z177	69.999	-10.004
5z178	80.002	-0.003
5z179	79.998	10.003
5z180	80.000	19.993
5z181	70.006	29.998
5z182	69.993	40.002
5z183	59.999	50.008
5z184	60.005	59.997
5z185	49.999	60.000
5z186	39.999	70.003
5z187	29.998	69.999
5z188	20.003	79.998
5z189	10.002	80.002
5z190	0.010	80.003
5z191	-10.003	79.994
5z192	-19.999	79.996
5z193	-29.996	70.003
5z194	-39.994	69.997
5z195	-49.992	59.996
5z196	-59.997	59.996
5z197	-60.012	49.997
5z198	-69.997	39.998
5z199	-70.008	30.002
5z200	-79.997	19.997

50z101	49.943	30.003
50z102	49.983	40.132
50z103	40.004	40.017
50z104	40.038	49.976
50z105	30.045	50.022
50z106	20.030	60.062
50z107	10.023	59.972
50z108	0.104	60.009
50z109	-10.000	60.102
50z110	-20.041	60.050
50z111	-30.046	50.020
50z112	-39.994	39.940
50z113	-40.005	49.987
50z114	-49.949	29.952
50z115	-50.081	40.026
50z116	-59.970	20.017
50z117	-59.987	10.053
50z118	-60.022	0.050
50z119	-59.991	-10.027
50z120	-60.080	-19.984
50z121	-49.998	-29.971
50z122	-50.068	-39.938
50z123	-40.020	-39.950
50z124	-40.019	-49.939
50z125	-30.012	-50.040
50z126	-20.026	-60.019
50z127	-10.004	-60.033
50z128	-0.009	-60.033
50z129	9.946	-60.042
50z130	19.955	-59.956
50z131	30.036	-50.075
50z132	40.023	-39.971
50z133	40.051	-50.091
50z134	50.009	-40.044
50z135	50.003	-30.031
50z136	59.966	-19.992
50z137	60.012	-9.883
50z138	69.902	-0.081
50z139	69.963	9.999
50z140	69.980	20.014
50z141	60.006	30.022
50z142	59.932	40.112
50z143	49.967	50.032
50z144	40.020	59.945
50z145	29.926	60.028
50z146	19.986	70.041
50z147	10.039	70.109
50z148	0.060	69.988
50z149	-9.939	70.047
50z150	-19.911	70.083
50z151	-29.945	60.070
50z152	-40.060	59.970
50z153	-50.043	50.012
50z154	-60.042	39.957
50z155	-59.980	29.947
50z156	-70.010	19.985
50z157	-70.001	10.016
50z158	-69.961	-0.069
50z159	-70.040	-9.986
50z160	-70.056	-19.944
50z161	-59.999	-29.977
50z162	-59.958	-39.931
50z163	-49.935	-49.894
50z164	-40.037	-60.016
50z165	-29.997	-59.974
50z166	-19.989	-70.033
50z167	-10.108	-69.981
50z168	-0.009	-69.928
50z169	10.004	-69.982
50z170	20.057	-70.048
50z171	30.053	-60.014
50z172	39.924	-59.987
50z173	49.978	-50.020
50z174	60.011	-40.003
50z175	59.985	-30.054
50z176	69.991	-20.033
50z177	69.991	-10.035
50z178	80.025	-0.030
50z179	79.978	10.027
50z180	79.999	19.931
50z181	70.057	29.981
50z182	69.932	40.018
50z183	59.990	50.077
50z184	60.050	59.971
50z185	49.995	60.001
50z186	39.995	70.035
50z187	29.982	69.990
50z188	20.033	79.978
50z189	10.021	80.022
50z190	0.102	80.035
50z191	-10.033	79.937
50z192	-19.986	79.964
50z193	-29.965	70.034
50z194	-39.940	69.969
50z195	-49.919	59.962
50z196	-59.973	59.956
50z197	-60.120	49.968
50z198	-69.969	39.984
50z199	-70.079	30.016
50z200	-79.971	19.973

500z101	49.431	30.033
500z102	49.828	41.319
500z103	40.037	40.175
500z104	40.383	49.760
500z105	30.452	50.219
500z106	20.298	60.619
500z107	10.230	59.716
500z108	1.042	60.091
500z109	-9.998	61.021
500z110	-20.405	60.501
500z111	-30.463	50.199
500z112	-39.939	39.400
500z113	-40.054	49.869
500z114	-49.495	29.519
500z115	-50.812	40.263
500z116	-59.703	20.169
500z117	-59.869	10.528
500z118	-60.220	0.499
500z119	-59.912	-10.267
500z120	-60.800	-19.835
500z121	-49.984	-29.709
500z122	-50.681	-39.381
500z123	-40.200	-39.502
500z124	-40.190	-49.390
500z125	-30.123	-50.405
500z126	-20.259	-60.192
500z127	-10.043	-60.334
500z128	-0.092	-60.329
500z129	9.456	-60.425
500z130	19.546	-59.564
500z131	30.362	-50.753
500z132	40.227	-39.710
500z133	40.507	-50.913
500z134	50.085	-40.444
500z135	50.029	-30.311
500z136	59.658	-19.916
500z137	60.118	-8.825
500z138	69.018	-0.810
500z139	69.627	9.989
500z140	69.798	20.136
500z141	60.062	30.219
500z142	59.325	41.117
500z143	49.671	50.320
500z144	40.204	59.448
500z145	29.259	60.279
500z146	19.864	70.409
500z147	10.388	71.093
500z148	0.601	69.880
500z149	-9.393	70.472
500z150	-19.113	70.828
500z151	-29.448	60.697
500z152	-40.596	59.704
500z153	-50.429	50.125
500z154	-60.425	39.567
500z155	-59.804	29.474
500z156	-70.099	19.847
500z157	-70.009	10.157
500z158	-69.607	-0.694
500z159	-70.403	-9.858
500z160	-70.559	-19.439
500z161	-59.988	-29.768
500z162	-59.581	-39.313
500z163	-49.352	-48.940
500z164	-40.375	-60.164
500z165	-29.970	-59.739
500z166	-19.891	-70.328
500z167	-11.081	-69.813
500z168	-0.090	-69.279
500z169	10.041	-69.820
500z170	20.573	-70.478
500z171	30.532	-60.145
500z172	39.244	-59.873
500z173	49.780	-50.203
500z174	60.111	-40.031
500z175	59.855	-30.542
500z176	69.909	-20.335
500z177	69.913	-10.351
500z178	80.247	-0.301
500z179	79.780	10.271
500z180	79.990	19.307
500z181	70.572	29.806
500z182	69.321	40.179
500z183	59.896	50.770
500z184	60.505	59.712
500z185	49.946	60.009
500z186	39.946	70.345
500z187	29.824	69.905
500z188	20.326	79.779
500z189	10.205	80.219
500z190	1.019	80.346
500z191	-10.332	79.369
500z192	-19.856	79.643
500z193	-29.646	70.341
500z194	-39.402	69.687
500z195	-49.186	59.621
500z196	-59.729	59.561
500z197	-61.203	49.683
500z198	-69.692	39.841
500z199	-70.786	30.157
500z200	-79.708	19.730

1000z101	48.862	30.066
1000z102	49.656	42.638
1000z103	40.073	40.349
1000z104	40.766	49.520
1000z105	30.903	50.437
1000z106	20.597	61.237
1000z107	10.460	59.433
1000z108	2.084	60.183
1000z109	-9.996	62.043
1000z110	-20.811	61.002
1000z111	-30.927	50.397
1000z112	-39.878	38.800
1000z113	-40.109	49.739
1000z114	-48.989	29.039
1000z115	-51.624	40.527
1000z116	-59.406	20.337
1000z117	-59.737	11.056
1000z118	-60.441	0.998
1000z119	-59.824	-10.533
1000z120	-61.600	-19.670
1000z121	-49.967	-29.417
1000z122	-51.363	-38.763
1000z123	-40.401	-39.004
1000z124	-40.380	-48.780
1000z125	-30.245	-50.810
1000z126	-20.518	-60.384
1000z127	-10.087	-60.668
1000z128	-0.184	-60.659
1000z129	8.911	-60.849
1000z130	19.092	-59.128
1000z131	30.723	-51.506
1000z132	40.455	-39.420
1000z133	41.014	-51.826
1000z134	50.170	-40.888
1000z135	50.057	-30.623
1000z136	59.316	-19.833
1000z137	60.236	-7.650
1000z138	68.037	-1.620
1000z139	69.253	9.979
1000z140	69.597	20.272
1000z141	60.124	30.438
1000z142	58.650	42.235
1000z143	49.343	50.639
1000z144	40.409	58.897
1000z145	28.519	60.559
1000z146	19.728	70.817
1000z147	10.776	72.186
1000z148	1.202	69.761
1000z149	-8.786	70.944
1000z150	-18.226	71.656
1000z151	-28.895	61.395
1000z152	-41.191	59.408
1000z153	-50.858	50.250
1000z154	-60.850	39.134
1000z155	-59.609	28.947
1000z156	-70.199	19.695
1000z157	-70.019	10.313
1000z158	-69.214	-1.387
1000z159	-70.805	-9.717
1000z160	-71.118	-18.878
1000z161	-59.977	-29.536
1000z162	-59.162	-38.627
1000z163	-48.705	-47.880
1000z164	-40.749	-60.329
1000z165	-29.939	-59.478
1000z166	-19.781	-70.656
1000z167	-12.162	-69.626
1000z168	-0.180	-68.558
1000z169	10.082	-69.641
1000z170	21.147	-70.955
1000z171	31.063	-60.289
1000z172	38.488	-59.745
1000z173	49.560	-50.406
1000z174	60.221	-40.061
1000z175	59.710	-31.085
1000z176	69.817	-20.669
1000z177	69.825	-10.701
1000z178	80.495	-0.602
1000z179	79.559	10.543
1000z180	79.979	18.613
1000z181	71.145	29.612
1000z182	68.641	40.359
1000z183	59.792	51.540
1000z184	61.009	59.424
1000z185	49.891	60.019
1000z186	39.891	70.691
1000z187	29.648	69.809
1000z188	20.652	79.558
1000z189	10.410	80.437
1000z190	2.037	80.691
1000z191	-10.665	78.737
1000z192	-19.712	79.286
1000z193	-29.292	70.682
1000z194	-38.804	69.375
1000z195	-48.371	59.242
1000z196	-59.459	59.122
1000z197	-62.406	49.366
1000z198	-69.384	39.682
1000z199	-71.572	30.313
1000z200	-79.416	19.460

s201	-80.000	10.000
s202	-80.000	0.000
s203	-80.000	-10.000
s204	-80.000	-20.000
s205	-70.000	-30.000
s206	-70.000	-40.000
s207	-60.000	-50.000
s208	-50.000	-60.000
s209	-40.000	-70.000
s210	-30.000	-70.000
s211	-20.000	-80.000
s212	-10.000	-80.000
s213	0.000	-80.000
s214	10.000	-80.000
s215	20.000	-80.000
s216	30.000	-70.000
s217	40.000	-70.000
s218	50.000	-60.000
s219	60.000	-50.000
s220	70.000	-40.000
s221	70.000	-30.000
s222	80.000	-20.000
s223	80.000	-10.000
s224	90.000	0.000
s225	90.000	10.000
s226	90.000	20.000
s227	80.000	30.000
s228	90.000	30.000
s229	80.000	40.000
s230	70.000	50.000
s231	80.000	50.000
s232	70.000	60.000
s233	60.000	70.000
s234	50.000	70.000
s235	50.000	80.000
s236	40.000	80.000
s237	30.000	80.000
s238	30.000	90.000
s239	20.000	90.000
s240	10.000	90.000
s241	0.000	90.000
s242	-10.000	90.000
s243	-20.000	90.000
s244	-30.000	80.000
s245	-30.000	90.000
s246	-40.000	80.000
s247	-50.000	80.000
s248	-50.000	70.000
s249	-60.000	70.000
s250	-70.000	60.000
s251	-70.000	50.000
s252	-80.000	50.000
s253	-80.000	40.000
s254	-80.000	30.000
s255	-90.000	30.000
s256	-90.000	20.000
s257	-90.000	10.000
s258	-90.000	0.000
s259	-90.000	-10.000
s260	-90.000	-20.000
s261	-80.000	-30.000
s262	-90.000	-30.000
s263	-80.000	-40.000
s264	-70.000	-50.000
s265	-70.000	-60.000
s266	-60.000	-60.000
s267	-60.000	-70.000
s268	-50.000	-70.000
s269	-50.000	-80.000
s270	-40.000	-80.000
s271	-30.000	-80.000
s272	-30.000	-90.000
s273	-20.000	-90.000
s274	-10.000	-90.000
s275	0.000	-90.000
s276	10.000	-90.000
s277	20.000	-90.000
s278	30.000	-80.000
s279	30.000	-90.000
s280	40.000	-80.000
s281	50.000	-80.000
s282	50.000	-70.000
s283	60.000	-70.000
s284	60.000	-60.000
s285	70.000	-50.000
s286	70.000	-60.000
s287	80.000	-50.000
s288	80.000	-40.000
s289	80.000	-30.000
s290	90.000	-30.000
s291	90.000	-20.000
s292	90.000	-10.000
s293	100.000	0.000
s294	110.000	0.000

5z201	-80.005	9.998
5z202	-80.006	0.005
5z203	-80.003	-9.993
5z204	-79.999	-20.007
5z205	-70.012	-29.996
5z206	-70.000	-40.001
5z207	-60.000	-50.004
5z208	-49.987	-60.000
5z209	-40.004	-70.015
5z210	-30.000	-70.004
5z211	-19.995	-80.004
5z212	-9.993	-80.000
5z213	0.001	-79.994
5z214	9.997	-80.000
5z215	20.004	-79.996
5z216	30.001	-69.993
5z217	40.004	-70.004
5z218	49.996	-60.003
5z219	60.001	-50.005
5z220	69.999	-40.000
5z221	70.004	-30.000
5z222	79.991	-19.995
5z223	79.998	-10.007
5z224	90.001	0.005
5z225	89.991	9.993
5z226	89.998	19.996
5z227	79.999	30.002
5z228	89.999	29.993
5z229	80.002	39.999
5z230	70.004	49.999
5z231	79.998	50.000
5z232	69.995	60.000
5z233	60.002	70.008
5z234	50.000	70.000
5z235	50.011	80.000
5z236	39.998	80.000
5z237	30.004	80.000
5z238	29.998	90.006
5z239	20.001	89.994
5z240	10.008	89.998
5z241	0.007	90.001
5z242	-9.992	90.010
5z243	-19.995	89.993
5z244	-30.000	79.999
5z245	-30.012	90.001
5z246	-40.002	80.006
5z247	-50.001	80.008
5z248	-50.003	70.003
5z249	-60.000	70.006
5z250	-69.989	59.995
5z251	-69.998	49.997
5z252	-80.007	49.996
5z253	-79.998	39.998
5z254	-80.007	30.004
5z255	-90.005	29.993
5z256	-89.999	20.003
5z257	-90.006	10.005
5z258	-90.001	-0.010
5z259	-90.001	-9.996
5z260	-90.004	-19.992
5z261	-79.997	-30.002
5z262	-89.996	-29.999
5z263	-79.994	-40.006
5z264	-69.993	-49.997
5z265	-70.003	-59.997
5z266	-59.997	-60.004
5z267	-60.003	-69.999
5z268	-49.999	-69.994
5z269	-50.009	-80.007
5z270	-39.998	-80.003
5z271	-29.997	-79.996
5z272	-30.001	-89.993
5z273	-19.999	-89.996
5z274	-9.995	-89.998
5z275	-0.005	-89.988
5z276	9.998	-90.001
5z277	20.001	-89.999
5z278	29.995	-79.994
5z279	29.999	-89.996
5z280	39.995	-79.997
5z281	49.998	-79.989
5z282	49.995	-69.992
5z283	60.001	-70.004
5z284	60.009	-60.005
5z285	69.990	-50.004
5z286	70.003	-59.997
5z287	79.995	-50.002
5z288	79.997	-40.001
5z289	79.999	-30.003
5z290	90.000	-29.999
5z291	90.010	-19.987
5z292	90.003	-9.998
5z293	100.006	-0.006
5z294	110.000	-0.004

50z201	-80.052	9.976
50z202	-80.057	0.052
50z203	-80.026	-9.932
50z204	-79.990	-20.075
50z205	-70.119	-29.963
50z206	-70.003	-40.013
50z207	-59.998	-50.043
50z208	-49.867	-59.999
50z209	-40.042	-70.148
50z210	-30.003	-70.042
50z211	-19.949	-80.039
50z212	-9.932	-80.001
50z213	0.013	-79.943
50z214	9.968	-79.996
50z215	20.037	-79.958
50z216	30.007	-69.932
50z217	40.038	-70.038
50z218	49.964	-60.027
50z219	60.009	-50.052
50z220	69.990	-40.004
50z221	70.044	-30.004
50z222	79.906	-19.948
50z223	79.985	-10.066
50z224	90.010	0.046
50z225	89.913	9.927
50z226	89.982	19.957
50z227	79.995	30.023
50z228	89.995	29.932
50z229	80.025	39.988
50z230	70.042	49.985
50z231	79.977	49.999
50z232	69.952	59.999
50z233	60.022	70.075
50z234	49.999	69.999
50z235	50.105	79.999
50z236	39.977	79.995
50z237	30.037	79.995
50z238	29.981	90.057
50z239	20.006	89.936
50z240	10.080	89.976
50z241	0.072	90.015
50z242	-9.925	90.098
50z243	-19.951	89.931
50z244	-29.999	79.987
50z245	-30.122	90.012
50z246	-40.019	80.065
50z247	-50.007	80.080
50z248	-50.030	70.029
50z249	-59.998	70.064
50z250	-69.889	59.950
50z251	-69.979	49.969
50z252	-80.069	49.958
50z253	-79.977	39.977
50z254	-80.073	30.042
50z255	-90.047	29.927
50z256	-89.994	20.026
50z257	-90.064	10.052
50z258	-90.005	-0.100
50z259	-90.005	-9.963
50z260	-90.036	-19.916
50z261	-79.969	-30.021
50z262	-89.962	-29.993
50z263	-79.940	-40.055
50z264	-69.926	-49.973
50z265	-70.030	-59.975
50z266	-59.966	-60.044
50z267	-60.027	-69.995
50z268	-49.990	-69.939
50z269	-50.089	-80.068
50z270	-39.981	-80.026
50z271	-29.966	-79.961
50z272	-30.013	-89.928
50z273	-19.988	-89.963
50z274	-9.948	-89.985
50z275	-0.050	-89.883
50z276	9.985	-90.006
50z277	20.007	-89.995
50z278	29.948	-79.943
50z279	29.995	-89.963
50z280	39.947	-79.969
50z281	49.980	-79.889
50z282	49.950	-69.918
50z283	60.009	-70.038
50z284	60.089	-60.053
50z285	69.896	-50.042
50z286	70.028	-59.969
50z287	79.946	-50.024
50z288	79.974	-40.014
50z289	79.989	-30.032
50z290	90.002	-29.994
50z291	90.101	-19.871
50z292	90.034	-9.979
50z293	100.060	-0.063
50z294	109.997	-0.042

500z201	-80.521	9.760
500z202	-80.567	0.518
500z203	-80.262	-9.318
500z204	-79.896	-20.748
500z205	-71.192	-29.628
500z206	-70.027	-40.133
500z207	-59.980	-50.427
500z208	-48.667	-59.994
500z209	-40.419	-71.480
500z210	-30.031	-70.424
500z211	-19.491	-80.390
500z212	-9.317	-80.011
500z213	0.126	-79.427
500z214	9.680	-79.960
500z215	20.374	-79.575
500z216	30.068	-69.318
500z217	40.378	-70.381
500z218	49.641	-60.266
500z219	60.086	-50.516
500z220	69.895	-40.037
500z221	70.435	-30.041
500z222	79.056	-19.482
500z223	79.845	-10.661
500z224	90.104	0.458
500z225	89.130	9.266
500z226	89.823	19.566
500z227	79.946	30.226
500z228	89.946	29.319
500z229	80.246	39.884
500z230	70.422	49.851
500z231	79.773	49.989
500z232	69.518	59.989
500z233	60.223	70.751
500z234	49.988	69.989
500z235	51.052	79.989
500z236	39.770	79.954
500z237	30.373	79.954
500z238	29.812	90.568
500z239	20.063	89.357
500z240	10.799	89.762
500z241	0.720	90.147
500z242	-9.248	90.979
500z243	-19.508	89.306
500z244	-29.990	79.868
500z245	-31.224	90.120
500z246	-40.187	80.646
500z247	-50.067	80.799
500z248	-50.301	70.294
500z249	-59.984	70.639
500z250	-68.889	59.500
500z251	-69.786	49.692
500z252	-80.685	49.581
500z253	-79.769	39.770
500z254	-80.734	30.417
500z255	-90.473	29.272
500z256	-89.943	20.259
500z257	-90.644	10.518
500z258	-90.054	-1.000
500z259	-90.054	-9.626
500z260	-90.357	-19.160
500z261	-79.686	-30.212
500z262	-89.615	-29.934
500z263	-79.401	-40.551
500z264	-69.260	-49.726
500z265	-70.301	-59.750
500z266	-59.656	-60.443
500z267	-60.272	-69.948
500z268	-49.899	-69.388
500z269	-50.895	-80.684
500z270	-39.806	-80.260
500z271	-29.659	-79.606
500z272	-30.129	-89.280
500z273	-19.875	-89.632
500z274	-9.483	-89.847
500z275	-0.498	-88.831
500z276	9.848	-90.059
500z277	20.067	-89.946
500z278	29.476	-79.429
500z279	29.946	-89.628
500z280	39.469	-79.689
500z281	49.802	-78.887
500z282	49.503	-69.185
500z283	60.089	-70.376
500z284	60.889	-60.531
500z285	68.962	-50.415
500z286	70.282	-59.686
500z287	79.458	-50.245
500z288	79.742	-40.140
500z289	79.890	-30.320
500z290	90.018	-29.945
500z291	91.010	-18.710
500z292	90.335	-9.794
500z293	100.603	-0.629
500z294	109.969	-0.424

1000z201	-81.041	9.520
1000z202	-81.134	1.037
1000z203	-80.525	-8.635
1000z204	-79.791	-21.496
1000z205	-72.385	-29.257
1000z206	-70.055	-40.265
1000z207	-59.959	-50.855
1000z208	-47.334	-59.988
1000z209	-40.839	-72.961
1000z210	-30.061	-70.849
1000z211	-18.982	-80.780
1000z212	-8.634	-80.021
1000z213	0.251	-78.853
1000z214	9.360	-79.920
1000z215	20.749	-79.151
1000z216	30.135	-68.636
1000z217	40.755	-70.762
1000z218	49.282	-60.532
1000z219	60.172	-51.032
1000z220	69.791	-40.073
1000z221	70.871	-30.082
1000z222	78.111	-18.963
1000z223	79.691	-11.323
1000z224	90.209	0.916
1000z225	88.261	8.531
1000z226	89.645	19.131
1000z227	79.891	30.452
1000z228	89.891	28.638
1000z229	80.492	39.769
1000z230	70.843	49.702
1000z231	79.545	49.979
1000z232	69.036	59.979
1000z233	60.446	71.502
1000z234	49.976	69.979
1000z235	52.103	79.979
1000z236	39.540	79.907
1000z237	30.746	79.908
1000z238	29.623	91.137
1000z239	20.126	88.714
1000z240	11.597	89.524
1000z241	1.440	90.293
1000z242	-8.497	91.958
1000z243	-19.017	88.612
1000z244	-29.980	79.736
1000z245	-32.447	90.240
1000z246	-40.373	81.291
1000z247	-50.135	81.598
1000z248	-50.603	70.587
1000z249	-59.969	71.278
1000z250	-67.779	59.000
1000z251	-69.571	49.385
1000z252	-81.370	49.161
1000z253	-79.538	39.539
1000z254	-81.468	30.834
1000z255	-90.947	28.543
1000z256	-89.885	20.517
1000z257	-91.288	11.036
1000z258	-90.109	-2.000
1000z259	-90.109	-9.251
1000z260	-90.715	-18.320
1000z261	-79.371	-30.424
1000z262	-89.231	-29.868
1000z263	-78.802	-41.102
1000z264	-68.519	-49.452
1000z265	-70.602	-59.499
1000z266	-59.312	-60.886
1000z267	-60.545	-69.895
1000z268	-49.799	-68.775
1000z269	-51.789	-81.368
1000z270	-39.612	-80.521
1000z271	-29.319	-79.211
1000z272	-30.258	-88.559
1000z273	-19.750	-89.263
1000z274	-8.965	-89.694
1000z275	-0.996	-87.662
1000z276	9.696	-90.117
1000z277	20.134	-89.893
1000z278	28.952	-78.858
1000z279	29.891	-89.255
1000z280	38.939	-79.378
1000z281	49.604	-77.774
1000z282	49.006	-68.369
1000z283	60.178	-70.751
1000z284	61.777	-61.063
1000z285	67.924	-50.830
1000z286	70.563	-59.372
1000z287	78.916	-50.489
1000z288	79.483	-40.280
1000z289	79.780	-30.640
1000z290	90.036	-29.889
1000z291	92.020	-17.420
1000z292	90.671	-9.588
1000z293	101.206	-1.258
1000z294	109.939	-0.849

とりあえず，誤差を標準偏差ベースで 0.4868 を与えた座標値を使って交点計算の精度，図面値と計算値の乖離(点間距離)を計算して見ます。

誤差 0.4868 は平均二乗誤差で 0.688(標準偏差× $\sqrt{2}$)に相当します，国土調査法施行令別表4にある誤差区分乙2(平均二乗誤差 0.500)と乙3(平均二乗誤差 1.000)の中間付近の精度にあたります。誤差の作成からデータ解析までプログラムを作成してそれによって計算し

てありますので誤差量の設定は自由に出来ますので 0.4868 はその中の一例にすぎません。

二円の交点計算精度

下表が点毎(s2, s22, s70, s138, s224, s294)の復元値と図面値の乖離をランダムに35回調べた表です。空欄は交点計算が成立しなかった組合せです。

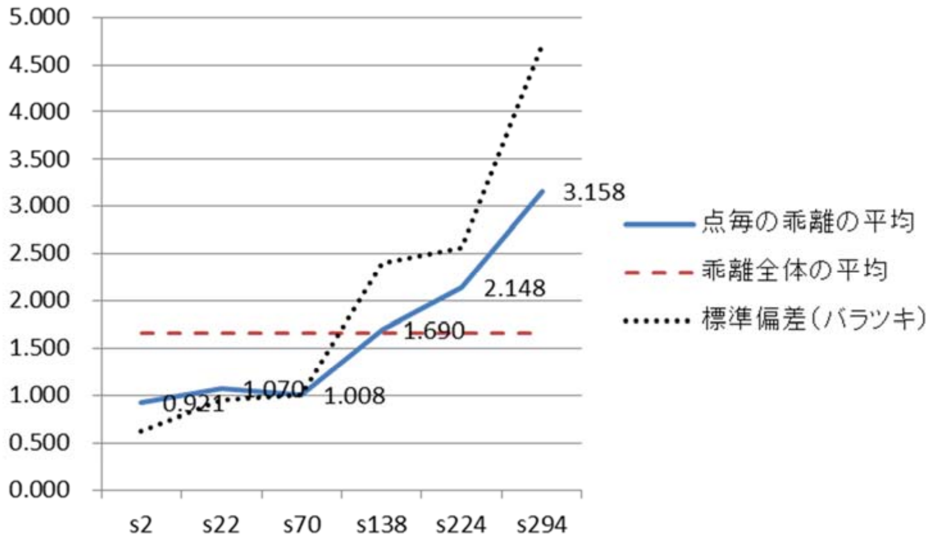
右上の 1.660 は乖離の全体平均です, 2.506 は標準偏差(バラツキ)の平均です。

誤差を標準偏差ベースで 0.4868 を与えた場合の表

乖離平均	0.921	1.070	1.008	1.690	2.148	3.158	1.660
標準偏差	0.626	0.945	1.011	2.396	2.569	4.722	2.506
点名→	s2	s22	s70	s138	s224	s294	
1	3.145	2.321	0.643	2.041	0.395	0.297	
2	0.981	0.424	0.439	10.761	1.676	6.921	
3	0.321	1.262	0.768	0.540	1.103	0.699	
4	0.822	0.398	0.558	1.355	1.408	0.474	
5	0.569	0.909	0.411	0.417	0.724	3.511	
6	1.287	3.402	0.287	0.310	0.476	1.375	
7	1.665	0.209	0.992	1.067	0.173	0.825	
8	0.994	0.388	0.404	0.705	1.817	1.706	
9	0.981	1.832	1.140	0.163	0.342	6.254	
10	0.461	0.555	0.333	1.021	0.475	6.296	
11	0.432		0.011	0.512	9.452	3.215	
12	1.336	0.391		6.855	0.412	0.525	
13	1.063	1.351	0.599	3.719	0.523	0.406	
14	0.218	0.403	4.202	0.742	0.832	6.038	
15	1.444		0.647	0.591	0.552	24.104	
16	1.130	0.523	0.648	0.589	3.452	9.838	
17	0.611	2.817	1.768	0.499	0.542	1.767	
18	0.374	0.595	0.443	0.459	3.342	0.902	
19	0.588	0.244		0.236	4.331	0.846	
20	0.557	2.908	0.836	0.474	7.662	3.943	
21	0.869	0.777	0.536	0.272	0.715	0.584	
22	0.266	2.619	0.808	6.291		1.667	
23	0.619	1.122	2.625	1.259	2.711	0.312	
24	0.430	0.418	1.555		0.265	1.184	
25	1.835	0.732	3.845	1.025	0.750	3.365	
26	0.587	0.372	0.558	2.366	0.721		
27		1.249	1.454	1.403	7.793	0.175	
28	1.475		0.108	0.656	6.230	0.792	
29	1.420	0.290	1.007	2.224	2.697	1.742	
30	0.227	0.390	0.608	0.461	0.713	1.823	
31	0.779	0.883	0.475	4.271	0.465	1.477	
32	0.852		0.539	1.217	5.164	0.620	
33	0.291	9.255	1.661	0.605	3.349	0.324	
34	0.274	3.070	0.887	0.697	0.685		
35	1.036	1.107	0.138	0.628	1.999	0.882	
数	34	31	33	34	34	33	199

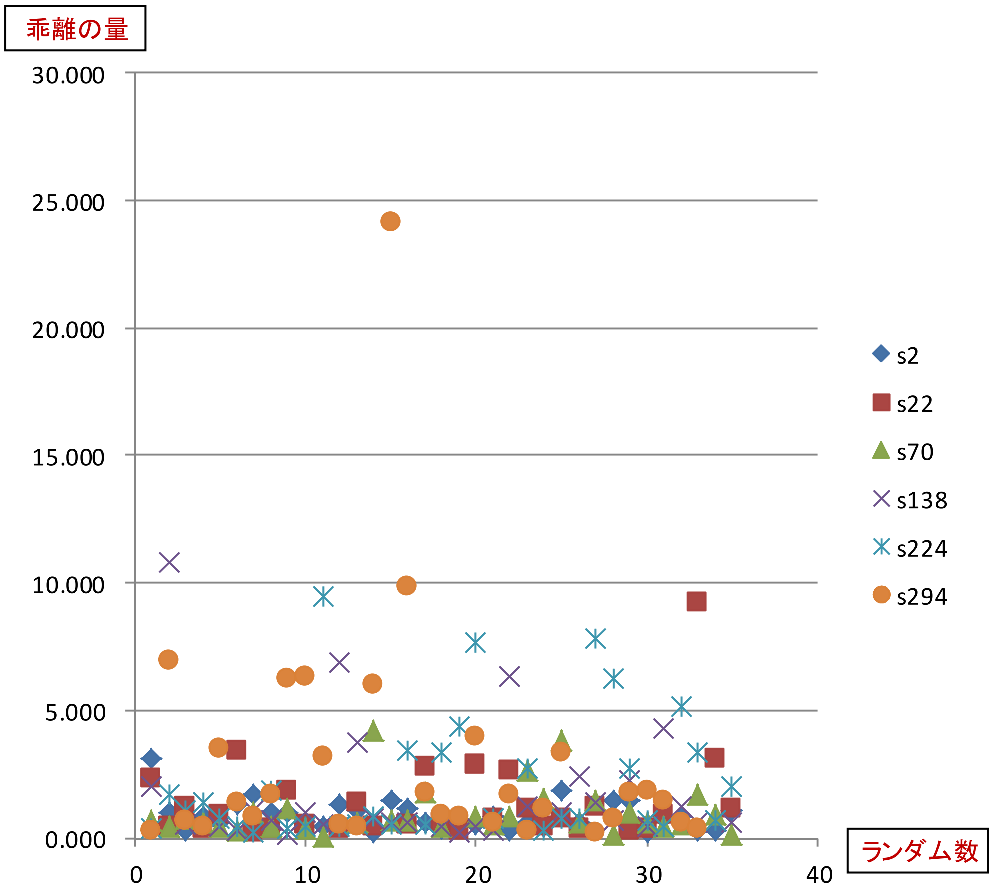
下図は上の表をグラフにしたものです，乖離の数値は点の位置に関係なく，標準偏差（バラツキ）も点の位置に関係なく起こるのが交点計算の特徴です。

下図では s2 から図形の外に向かって乖離の平均値が大きくなっていますがこれは偶然です。



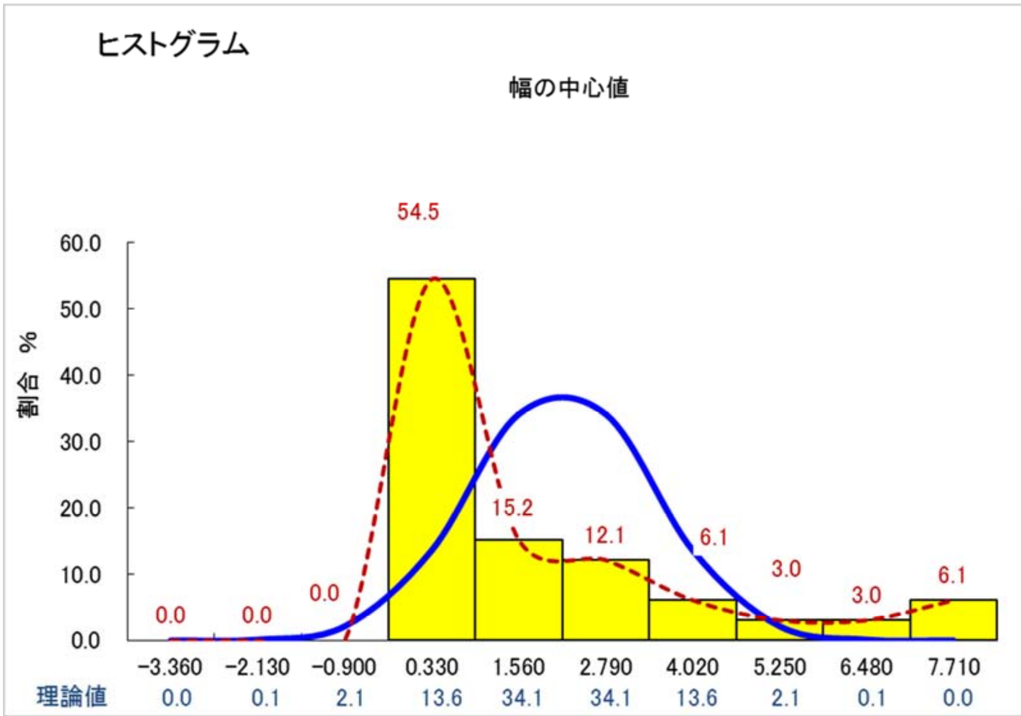
下表はバラツキの状態をみたものです。

抜き取り回別の乖離のバラツキ分布図



このグラフで判ることはこの乖離の量は正規分布になっていないと言うことです，点s224 の乖離の量をヒストグラムにすると次の図になります。このグラフの形は他の点でも同じです。

二円交点s224乖離の量ヒストグラム



これは離散型確率分布の中の幾何分布と言われるものらしいです，ここでは交点計算のデータ解析が目的ではありませんので簡単に補足しておきますと，結果から安易に平均値（幅の中心値）と標準偏差だけでは説明できないようです。

交点計算している方は感覚的にある一定以上の誤差のあるデータは使わないものなのです，そうでない方もおりますが，そこである一定以上の感覚とは，経験則で得られる誤差が与えてある誤差とほぼ同じとして，2.506（全体の標準偏差）×1.96 倍（有意水準5%の確率）=4.911 として，4.911 以上の除くと

感覚てきな処置
2.506×1.96＝4.91以上を除く

乖離平均	0.921	1.070	1.008	0.966	1.246	1.397	1.095
標準偏差	0.626	0.945	1.011	0.824	1.157	1.121	0.959
点名→	s2	s22	s70	s138	s224	s294	
1	3.145	2.321	0.643	2.041	0.395	0.297	
2	0.981	0.424	0.439		1.676		
3	0.321	1.262	0.768	0.540	1.103	0.699	
4	0.822	0.398	0.558	1.355	1.408	0.474	
5	0.569	0.909	0.411	0.417	0.724	3.511	
6	1.287	3.402	0.287	0.310	0.476	1.375	
7	1.665	0.209	0.992	1.067	0.173	0.825	
8	0.994	0.388	0.404	0.705	1.817	1.706	
9	0.981	1.832	1.140	0.163	0.342		
10	0.461	0.555	0.333	1.021	0.475		
11	0.432		0.011	0.512		3.215	
12	1.336	0.391			0.412	0.525	
13	1.063	1.351	0.599	3.719	0.523	0.406	
14	0.218	0.403	4.202	0.742	0.832		
15	1.444		0.647	0.591	0.552		
16	1.130	0.523	0.648	0.589	3.452		
17	0.611	2.817	1.768	0.499	0.542	1.767	
18	0.374	0.595	0.443	0.459	3.342	0.902	
19	0.588	0.244		0.236	4.331	0.846	
20	0.557	2.908	0.836	0.474		3.943	
21	0.869	0.777	0.536	0.272	0.715	0.584	
22	0.266	2.619	0.808			1.667	
23	0.619	1.122	2.625	1.259	2.711	0.312	
24	0.430	0.418	1.555		0.265	1.184	
25	1.835	0.732	3.845	1.025	0.750	3.365	
26	0.587	0.372	0.558	2.366	0.721		
27		1.249	1.454	1.403		0.175	
28	1.475		0.108	0.656		0.792	
29	1.420	0.290	1.007	2.224	2.697	1.742	
30	0.227	0.390	0.608	0.461	0.713	1.823	
31	0.779	0.883	0.475	4.271	0.465	1.477	
32	0.852		0.539	1.217		0.620	
33	0.291		1.661	0.605	3.349	0.324	
34	0.274	3.070	0.887	0.697	0.685		
35	1.036	1.107	0.138	0.628	1.999	0.882	
数	34	30	33	31	29	27	184

標準偏差は 0.959 となり，与えた標準偏差ベースの誤差 0.487 の 2.0 倍（0.959/0.487）になる。この程度が交点計算による一般的な復元精度なのでしょう。

さらに厳密にされた場合は 0.487（与えてある誤差）$\times 1.96^2$（有意水準5%の確率）の平方根＝0.911，0.911×cos15°（15 度以下の交点計算はしない）＝0.880，0.880 以上の値を除

いて計算して見ると下表の結果が得られる。

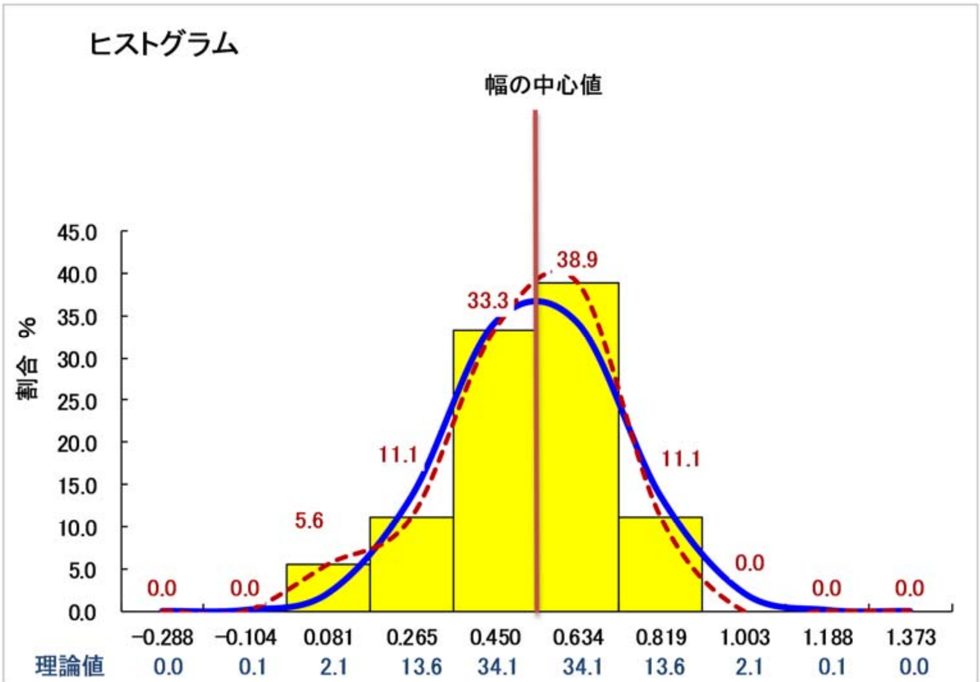
データ数はほぼ半分の108個に成ってしまう。標準偏差は 0.193, 乖離の平均は 0.502 となる。欲しいデータは乖離の平均ですから 0.502 でほぼ与えた標準偏差ベースの誤差 0.4868 と近い数値になると言うことです。

乖離の値のうち 0.880 以上を除いた表

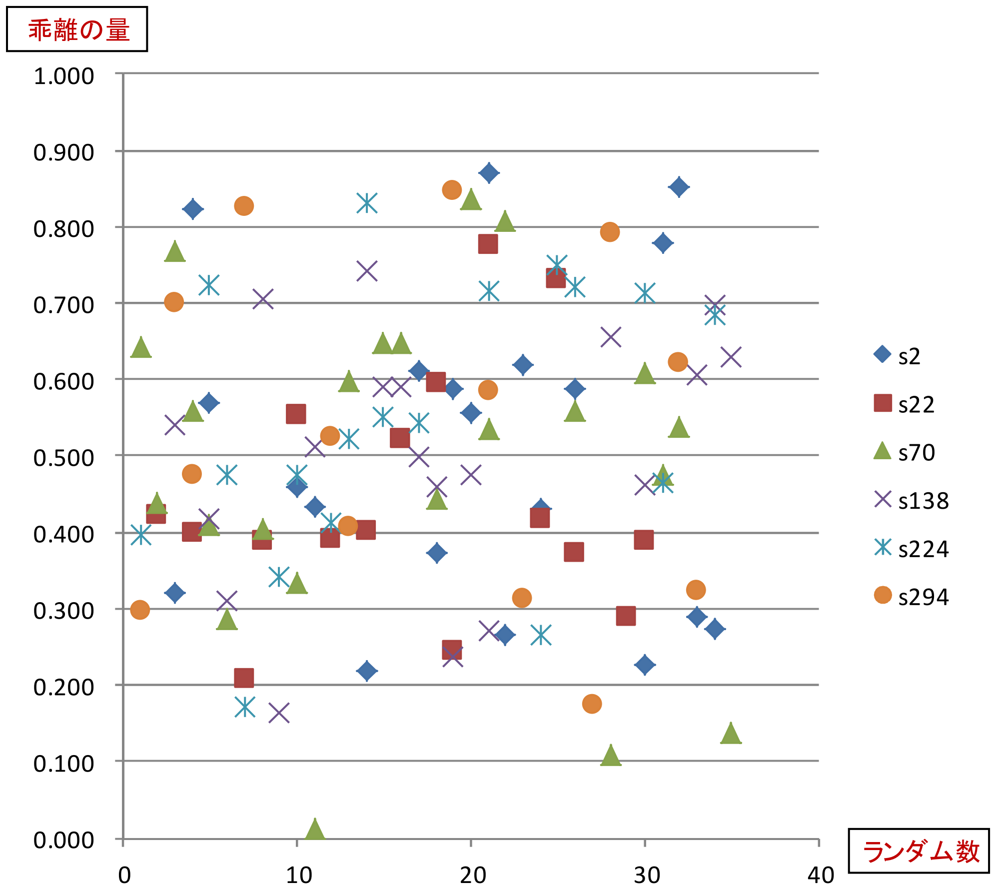
乖離平均	0.497	0.444	0.508	0.477	0.538	0.539	0.502
標準偏差	0.193	0.158	0.219	0.167	0.192	0.231	0.193
点名→	s2	s22	s70	s138	s224	s294	
1			0.643		0.395	0.297	
2		0.424	0.439				
3	0.321		0.768	0.540		0.699	
4	0.822	0.398	0.558			0.474	
5	0.569		0.411	0.417	0.724		
6			0.287	0.310	0.476		
7		0.209			0.173	0.825	
8		0.388	0.404	0.705			
9				0.163	0.342		
10	0.461	0.555	0.333		0.475		
11	0.432		0.011	0.512			
12		0.391			0.412	0.525	
13			0.599		0.523	0.406	
14	0.218	0.403		0.742	0.832		
15			0.647	0.591	0.552		
16		0.523	0.648	0.589			
17	0.611			0.499	0.542		
18	0.374	0.595	0.443	0.459			
19	0.588	0.244		0.236		0.846	
20	0.557		0.836	0.474			
21	0.869	0.777	0.536	0.272	0.715	0.584	
22	0.266		0.808				
23	0.619					0.312	
24	0.430	0.418			0.265		
25		0.732			0.750		
26	0.587	0.372	0.558		0.721		
27						0.175	
28			0.108	0.656		0.792	
29		0.290					
30	0.227	0.390	0.608	0.461	0.713		
31	0.779		0.475		0.465		
32	0.852		0.539			0.620	
33	0.291			0.605		0.324	
34	0.274			0.697	0.685		
35			0.138	0.628			
数	20	16	22	19	18	13	108

これでヒストグラムを作るとほぼ正規分布になる。

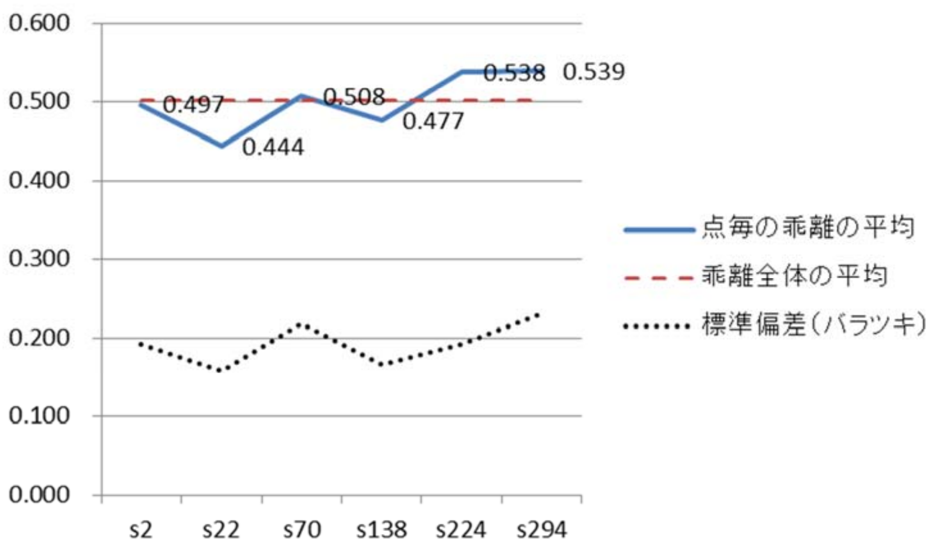
下図が二円交点s224のヒストグラムです。



下表はバラツキの状態，乖離の量 0.880 以上を除いた場合です。



誤差を標準偏差ベースで 0.4868 与え，乖離の量 0.880 以上を除いた場合



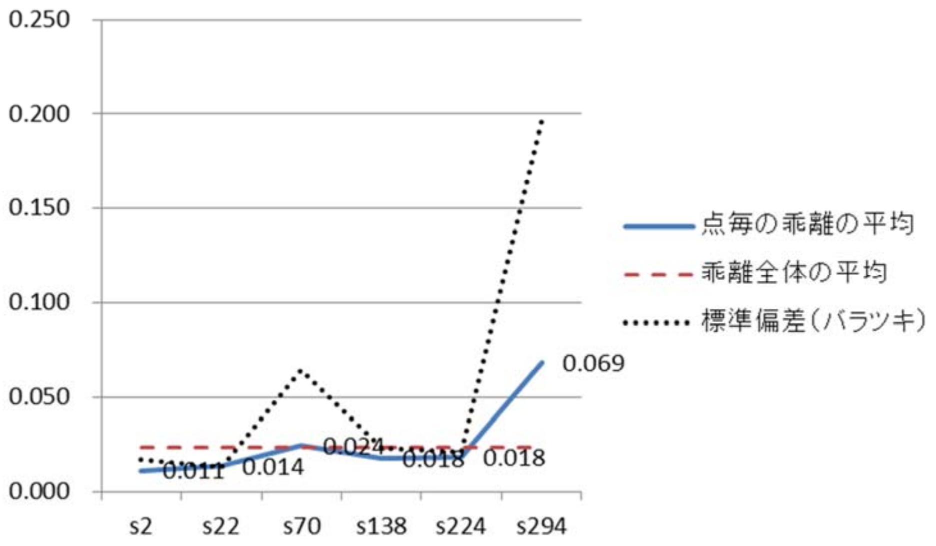
乖離の量，標準偏差とも点の位置に関係なく安定しています，これが交点計算の特徴なのです。このレベルまで厳密に考える資格者であれば座標変換を使うでしょう。ここまで，簡単に

説明しました。

参考までに誤差別の計算結の表とグラフをしめします。

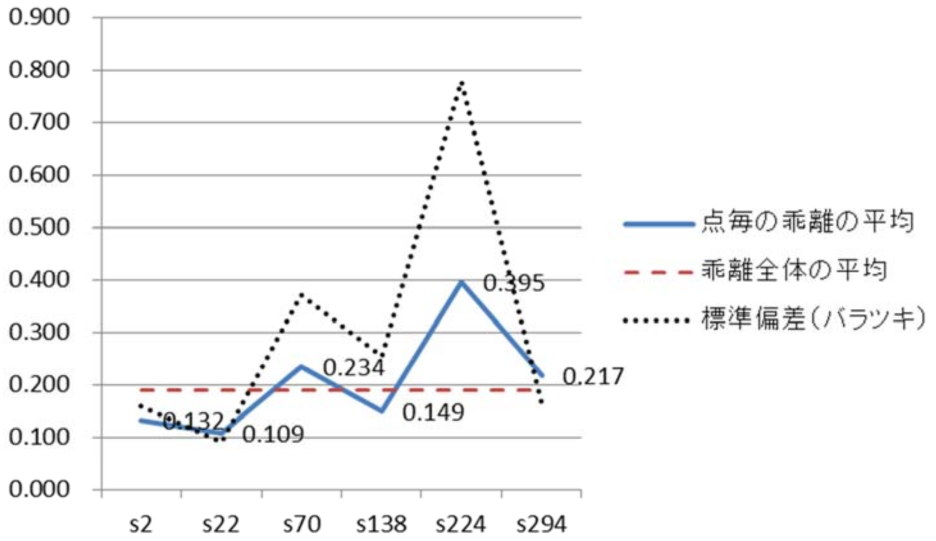
誤差を標準偏差ベースで 0.0049 を与えた場合

乖離平均	0. 011	0. 014	0. 024	0. 018	0. 018	0. 069	0. 024
標準偏差	0. 017	0. 013	0. 065	0. 023	0. 021	0. 197	0. 080



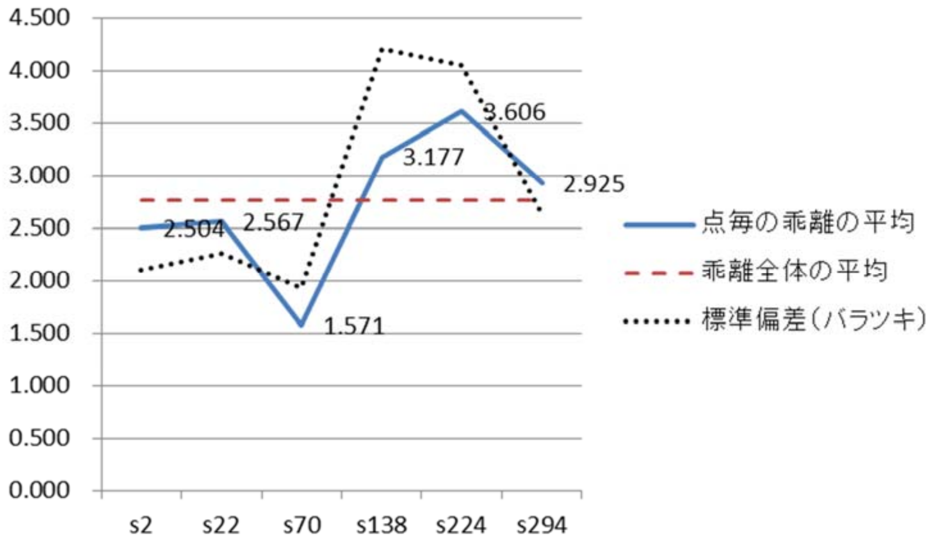
誤差を標準偏差ベースで 0.0487 与えた場合

乖離平均	0. 132	0. 109	0. 234	0. 149	0. 395	0. 217	0. 190
標準偏差	0. 160	0. 090	0. 372	0. 255	0. 778	0. 161	0. 360



誤差を標準偏差ベースで 0.9736 を与えた場合

乖離平均	2.504	2.567	1.571	3.177	3.606	2.925	2.762
標準偏差	2.096	2.254	1.933	4.211	4.045	2.624	3.082



三円の交点計算精度

下表が点毎(s2, s22, s70, s138, s224, s294)の復元値と図面値の乖離をランダムに35回調べた表です。空欄は交点計算が成立しなかった組合せのセルです。

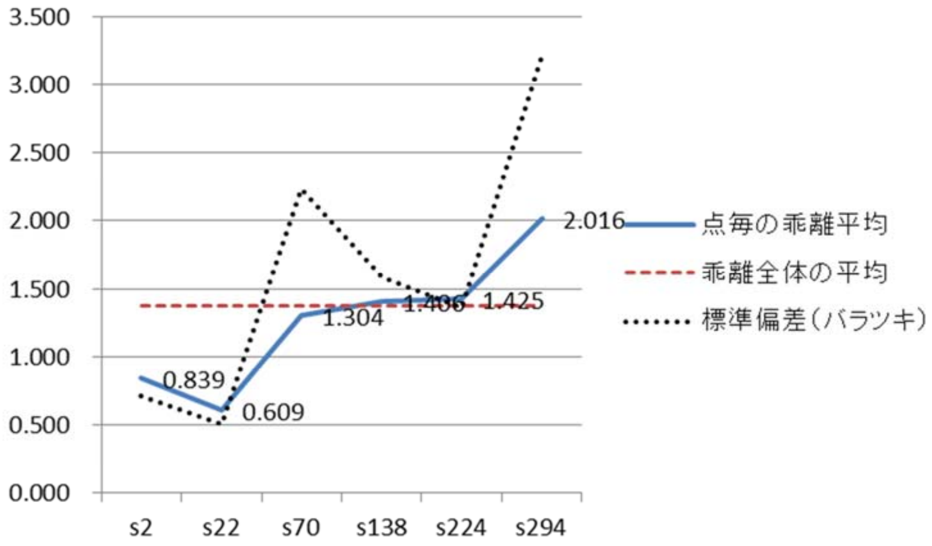
右上の 1.373 は乖離の全体平均です, 2.036 は標準偏差(バラツキ)です。

誤差を標準偏差ベースで 0.4868 を与えた場合

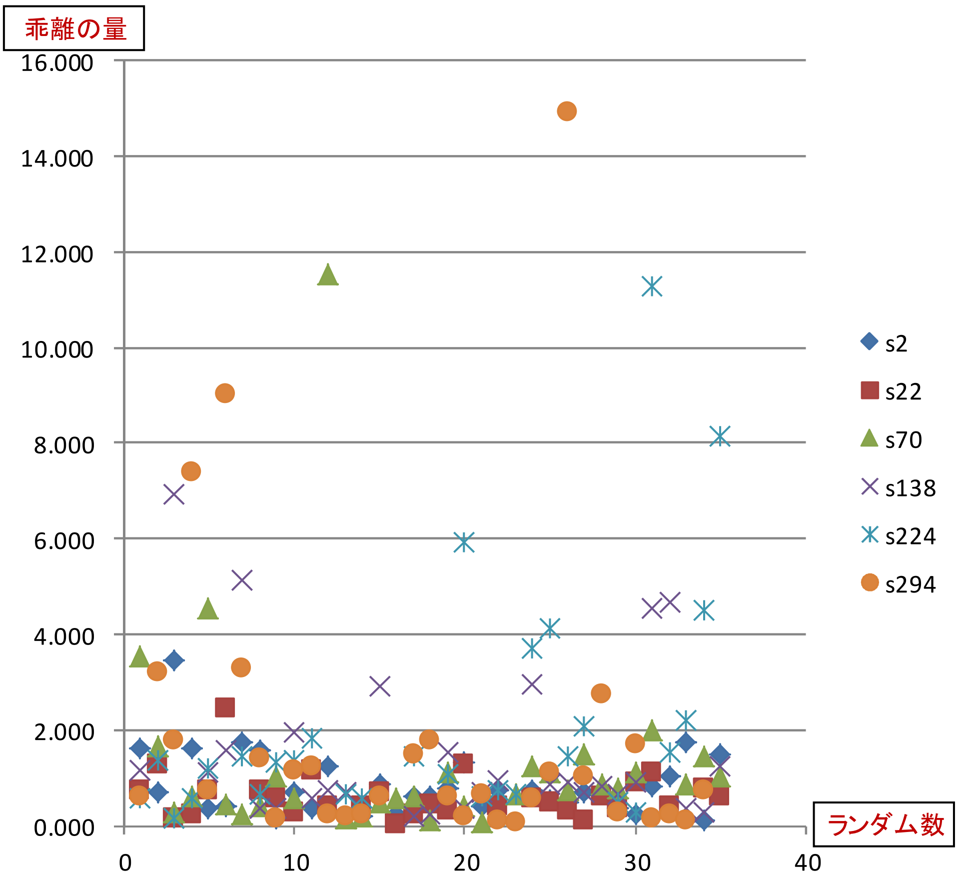
乖離平均	0.839	0.609	1.304	1.406	1.425	2.016	1.373
標準偏差	0.707	0.502	2.233	1.583	1.360	3.221	2.036
	s2	s22	s70	s138	s224	s294	
1	1.607	0.731	3.553	1.142	0.559	0.591	
2	0.689	1.262	1.668		1.365	3.216	
3	3.464	0.141	0.257	6.920	0.169	1.797	
4	1.619	0.242	0.610		0.589	7.371	
5	0.355	0.730	4.539	1.111	1.192	0.727	
6	0.383	2.452	0.464	1.567		9.019	
7	1.753		0.226	5.133	1.464	3.283	
8	1.575	0.731	0.401	0.340	0.637	1.401	
9	0.145	0.576	1.033	0.369	1.304	0.170	
10	0.709	0.278	0.556	1.931	1.377	1.166	
11	0.363	1.146		0.567	1.815	1.224	
12	1.238	0.410	11.537	0.725		0.216	
13			0.159	0.690	0.644	0.213	
14	0.211	0.402	0.184		0.567	0.240	
15	0.845	0.685	0.470	2.897		0.606	
16	0.250	0.043	0.583				
17	0.592	0.217	0.624	0.189	1.449	1.474	
18	0.598	0.423	0.117	0.238		1.784	
19	0.763	0.320	1.106	1.516	1.066	0.595	
20	1.324	1.290	0.417	0.363	5.926	0.185	
21	0.390		0.076	0.710	0.612	0.652	
22	0.744	0.407		0.964	0.748	0.107	
23			0.639		0.650	0.061	
24	0.753	0.560	1.232	2.954	3.710	0.562	
25	0.511	0.485	1.099	0.876	4.133	1.126	
26	0.484	0.337	0.729	0.888	1.430	14.926	
27	0.703	0.102	1.474	0.682	2.066	1.022	
28		0.617	0.850	0.812		2.732	
29	0.349	0.349	0.798	0.645	0.469	0.288	
30	0.236	0.890	1.122	0.916	0.259	1.703	
31	0.825	1.100	2.011	4.531	11.300	0.166	
32	1.027	0.392		4.654	1.543	0.221	
33	1.735		0.868	0.369	2.217	0.113	
34	0.091	0.758	1.469	0.264	4.485	0.719	
35	1.484	0.605	1.049	1.251	8.165	0.556	
数	32	30	32	30	29	34	187

乖離の平均値は二円交点で 1.660 から三円交点で 1.373 と小さくなっている, 標準偏差(バラツキ)も 2.506 から 2.036 と小さくなっているが精度向上には至っていないことが確認できた。

下図は上の表をグラフにしたものです，乖離の数値は点の位置に関係なく，標準偏差(バラツキ)も点の位置に関係なく起こるのが交点計算の特徴です。



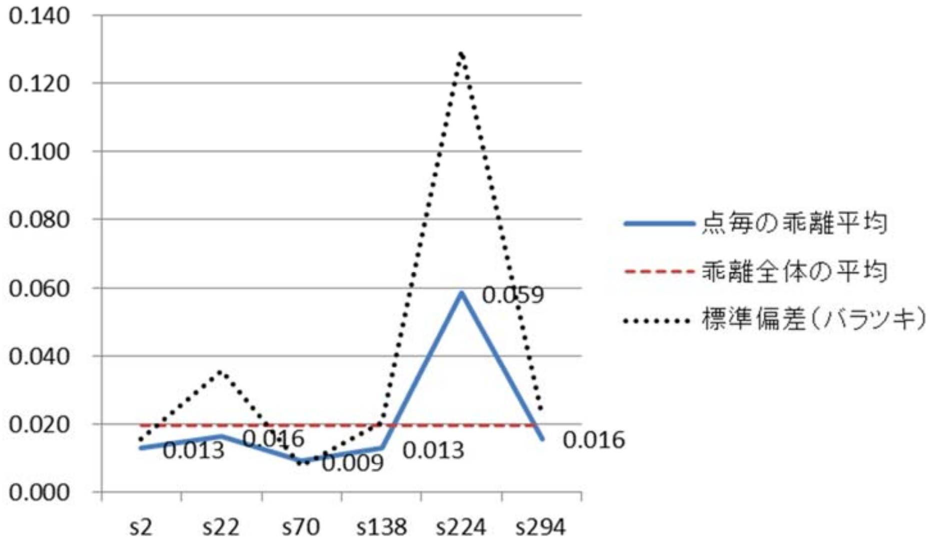
下表はバラツキの状態をみたものです。



参考までに誤差別の計算結果の表とグラフをしめします。

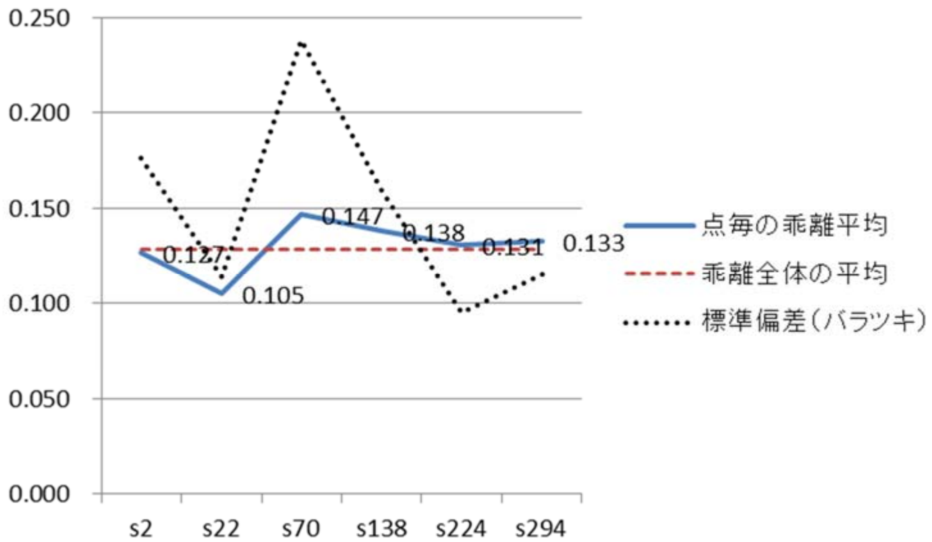
誤差を標準偏差ベースで 0.0049 を与えた場合

乖離平均	0.013	0.016	0.009	0.013	0.059	0.016	0.020
標準偏差	0.016	0.035	0.008	0.021	0.130	0.022	0.055



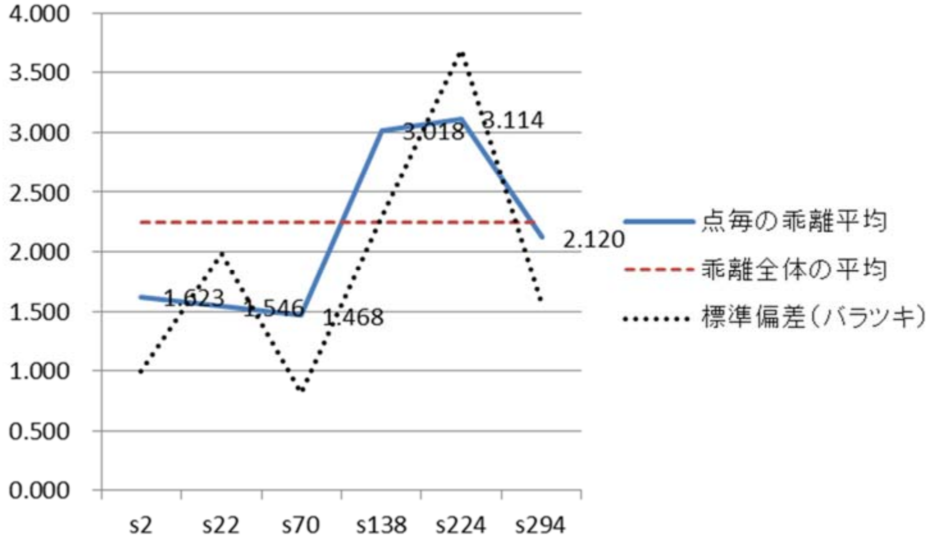
誤差を標準偏差ベースで 0.0487 を与えた場合

乖離平均	0.127	0.105	0.147	0.138	0.131	0.133	0.128
標準偏差	0.176	0.114	0.238	0.159	0.095	0.115	0.151



誤差を標準偏差ベースで 0.9736 を与えた場合

乖離平均	1.623	1.546	1.468	3.018	3.114	2.120	2.249
標準偏差	0.994	1.984	0.816	2.291	3.685	1.548	2.602



交点計算結果のまとめ

ここまでの結果まとめてみますと，下表のとおりです。

誤差　→	0.005		0.049		0.487		0.974		0.005を除く平均
	乖離平均	標準偏差	乖離平均	標準偏差	乖離平均	標準偏差	乖離平均	標準偏差	
二円交点	0.024	0.080	0.190	0.360	1.660	2.506	2.762	3.082	
乖離/誤差	5.1		3.9		3.4		2.8		3.4
三円交点	0.020	0.055	0.128	0.151	1.373	2.036	2.249	2.602	
乖離/誤差	4.3		2.6		2.8		2.3		2.6

ザックリと言えば，2個か3個の境界標を準拠点（計算の基点にする点）にして計算したときの復元精度（図面値と計算値の乖離）は幾らぐらいかと言うことです。結果は上の表の通りで，与えてある誤差が大きい 0.974 のときは2．8倍で与えてある誤差が小さい 0.005 の時が 5.1 倍です，5.1 倍は計算誤差の関係と考えられますので**二円交点平均で3．4倍程度**です（**三円交点平均で2．6倍程度**），二円交点と三円交点で多少差があると言えます。

想定以上に交点計算による復元精度（標準偏差）が悪いです。

15頁～18頁に説明にありましたように，交点計算結果をそのまま採用するか，しないかの判断を常識の範囲で処理していれば，実際には標準偏差ベースで与えた誤差と乖離の量はほぼ2倍になると考えられます。

真値と変換値の差（較差）の標準偏差の一倍程度の復元精度が期待できるし，そうなっているであろうと言うことす，このことを頭に置いておいて次の座標変換と比較してください。