

A map of Japan with several red dots scattered across the islands, representing GPS measurement points. The text is overlaid on the map.

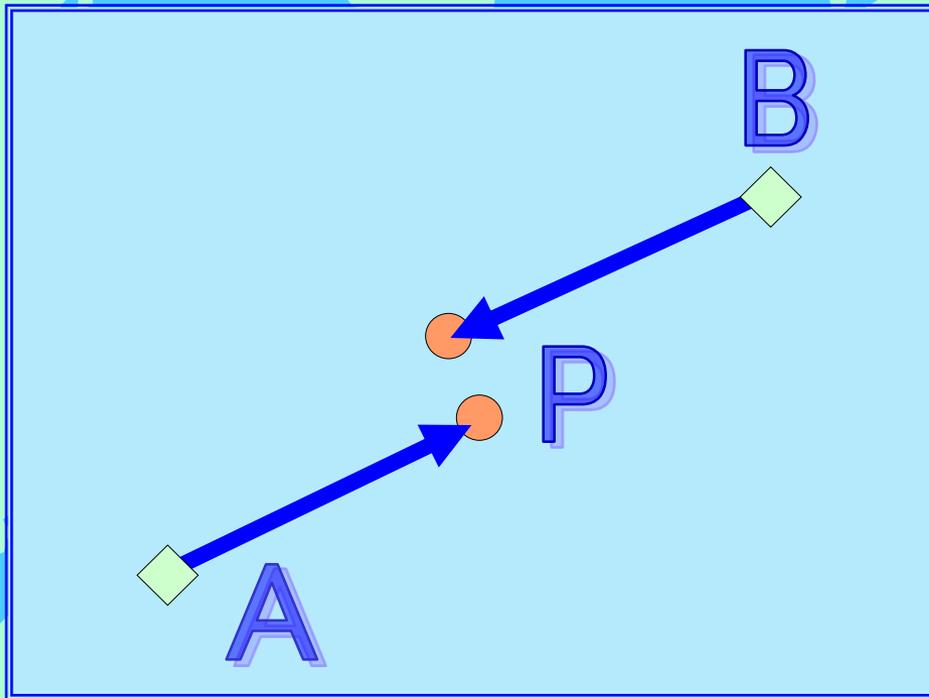
任意のGPS測位点における ICタグ用四次元座標の管理

2008年 株式会社 日豊

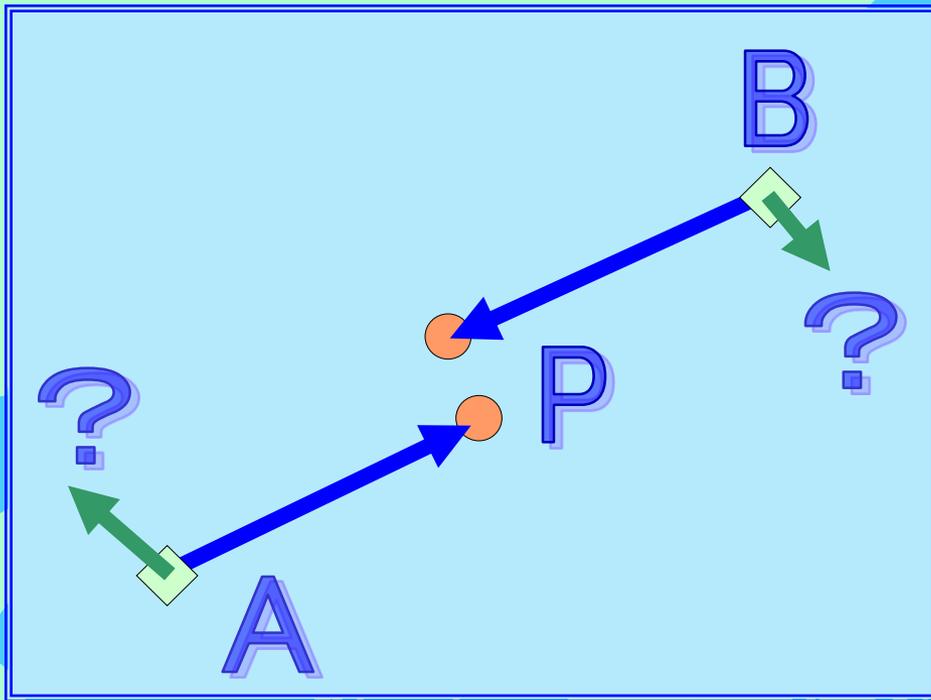
はじめに

位置の高精度決定は重要課題

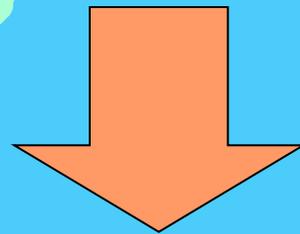
位置はプレート運動等の影響により年々変動



AからPを観測した座標
BからPを観測した座標
の差が拡大



AとBのどちらがどの様に動いたかがわからない為「絶対的」な基準点が必要

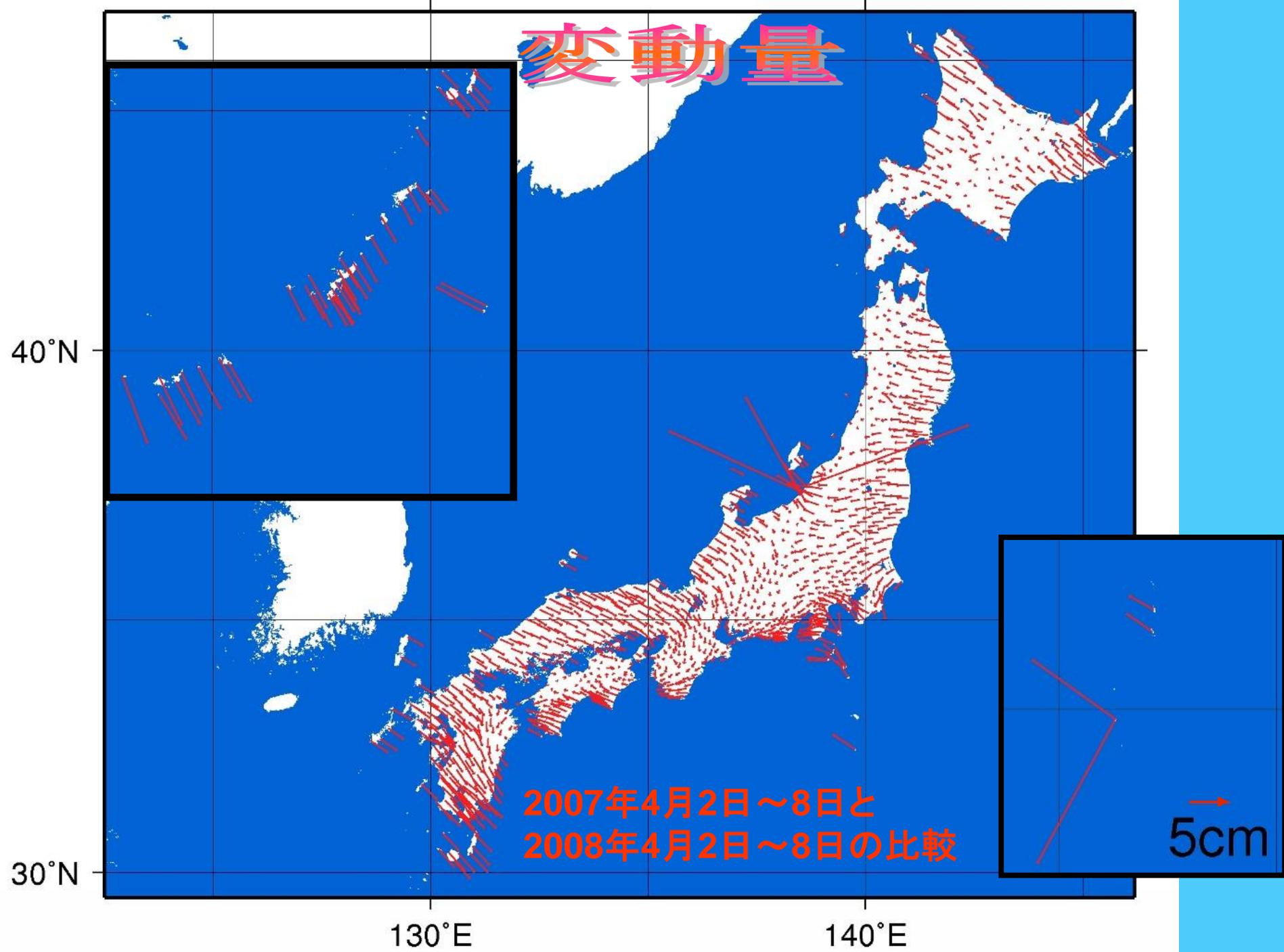


国内外のGPS観測点であるIGS点に準拠して
任意地域における観測時期に化成した
絶対座標の決定

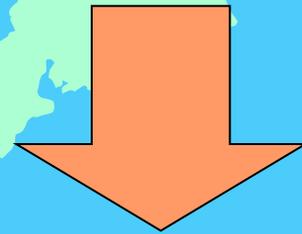
IGS点配点図



変動量



電子基準点の座標、速度に対して
新点の成果も対応する必要がある



(X Y Z Vx Vy Vz)

1回の観測から周りの既知点により推定速度を与える

目標:四次元位置座標をユーザーに提供する

STEP1

IGS点を既知点として電子基準点を解析し正確な位置と速度を求める
解析ソフト:**GAMIT/GLOBK BERNSE**

STEP2

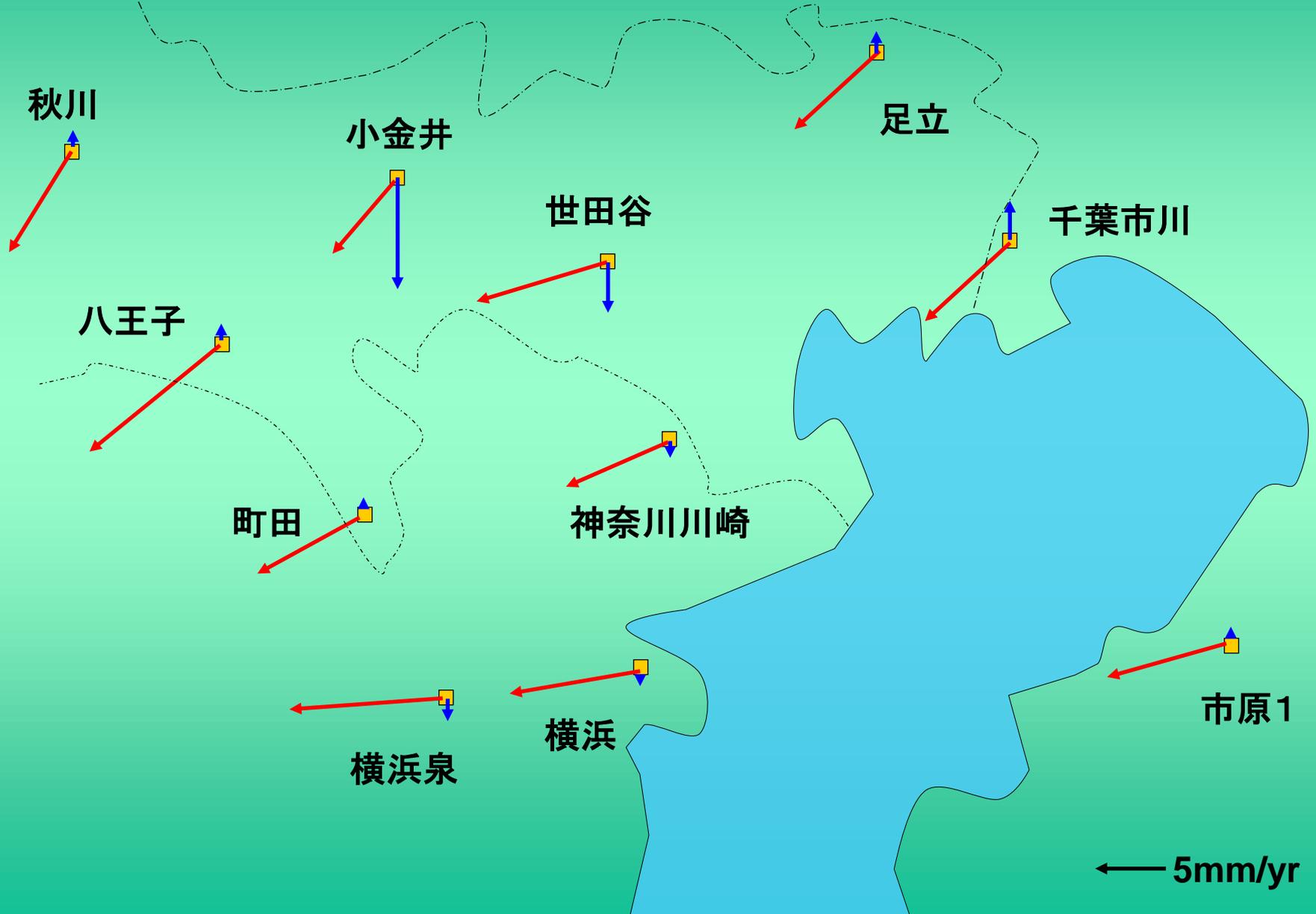
電子基準点を既知点として観測日の座標で新点を計算する
市販のソフト:**TTC**等

STEP3

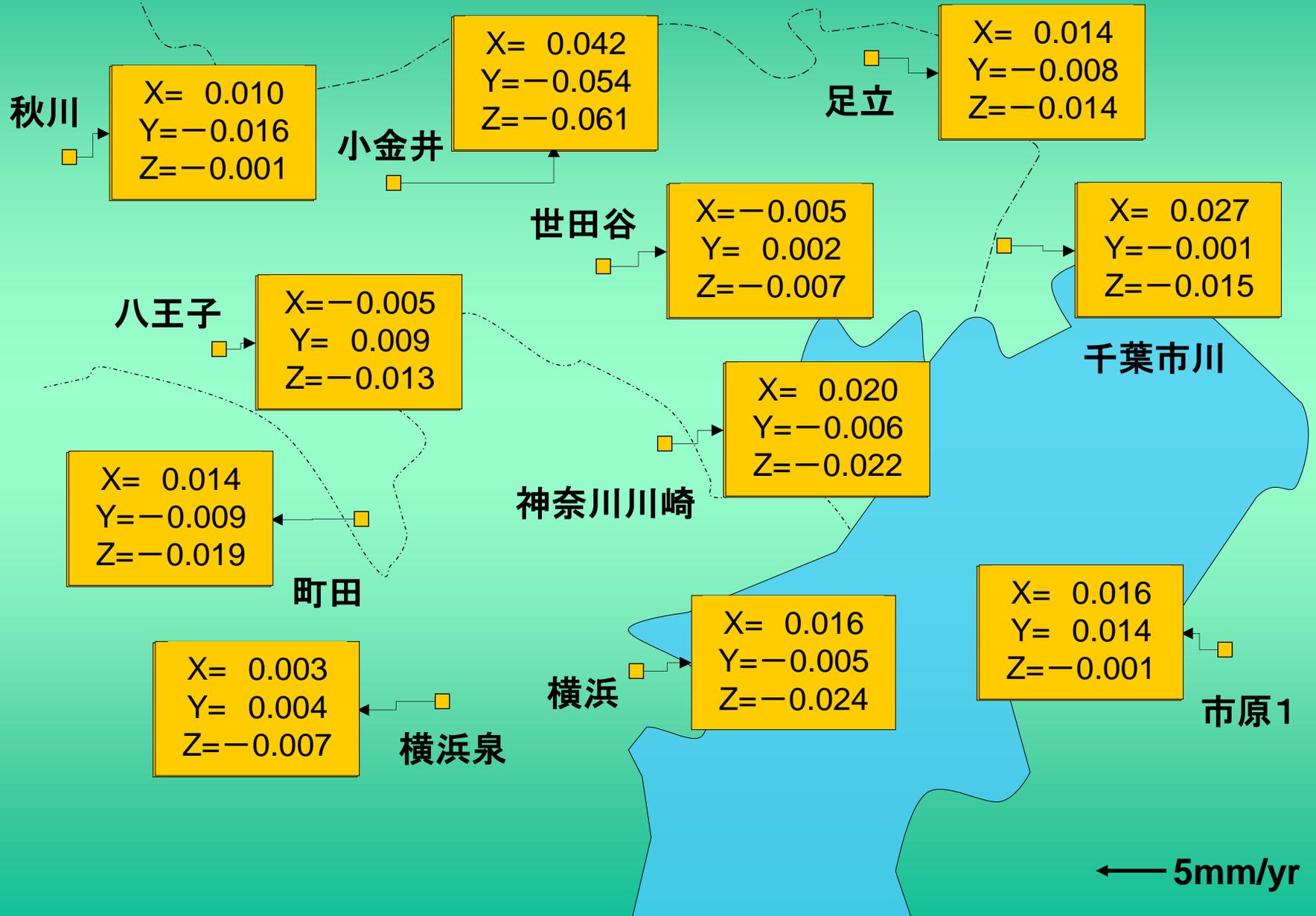
近傍の電子基準点**3**点の速度から新点に速度を与える
プログラムを作成

ICタグに印字

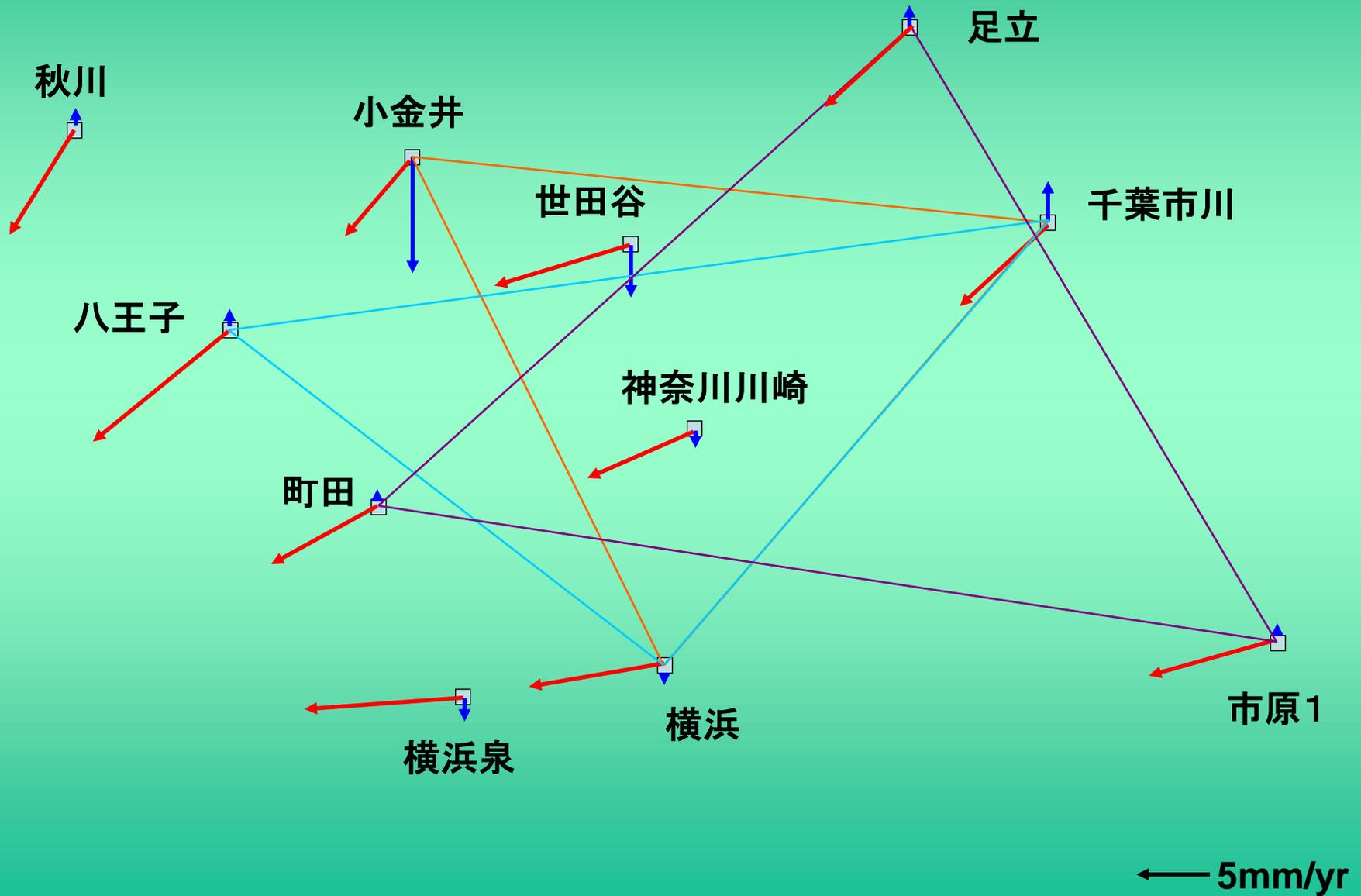
IGS点から求めた川崎周辺の 電子基準点の位置と速度



変動量から1997年値を求めた座標と国土地理院成果との差



IGS点から求めた川崎周辺の 電子基準点の絶対変動量

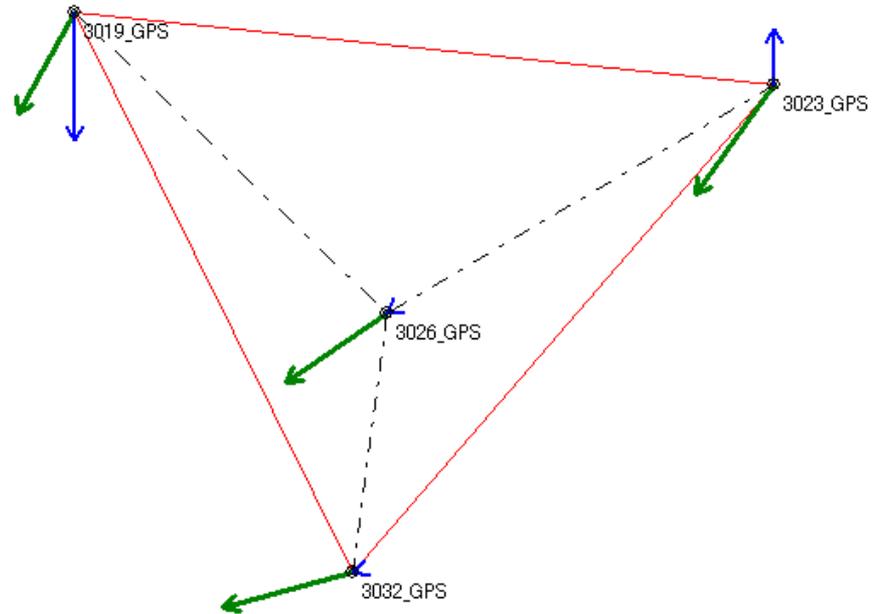


新点の速度を計算

四次元座標解析

入力(X) 計算と描画(地心座標(X)) 計算と描画(日本測地系(X)) 出力(Y)

点A		点B	
点名	Vx	点名	Vx
3019_GPS	0.00424	3023_GPS	-0.00181
X	Vy	X	Vy
-3941956.156	0.00032	-3967874.250	0.00693
Y	Vz	Y	Vz
3368145.437	-0.00901	3340981.730	-0.00320
Z		Z	
3702217.505		3699025.179	
点C		点P(観測点)	
点名	Vx	点名	Vx
3032_GPS	0.00383	3026_GPS	0.002071
X	Vy	X	Vy
-3965108.343	0.00573	-3960012.162	0.005274
Y	Vz	Y	Vz
3368163.105	-0.00178	3361502.102	-0.003366
Z		Z	
3677469.509		3688920.243	
重み(pn)		概算値	
p1	p2	LAB	37680.30616
p3	p4	LBC	34801.21091
p5	p6	LCA	33889.33988
p7	p8	Sa	23387.41407
p9	p10	Sb	24186.87784
p11	p12	Sc	14193.67133
<input type="checkbox"/> WABC:計算値/概算値 <input checked="" type="checkbox"/> 補正:+dx			
9 東京(本土)、福島、栃木、茨城、埼玉、千葉、群馬、神奈			



```

i5=0.000033079, i6=-0.000045209, i7=0.000045859, i8=-0.000078387, i9=0.000032528
a11=0.0000000071714783, a12=0.0000000063375636, a13=0.0000000078543248, a14=0.0000000080052987
a21=0.0000000063375636, a22=0.0000000111188523, a23=0.0000000017861468, a24=0.0000000020847952
a31=0.0000000078543248, a32=0.0000000017861468, a33=0.0000000170369718, a34=0.0000000096298581
a41=0.0000000080052987, a42=0.0000000020847952, a43=0.0000000096298581, a44=0.0000000175436414
b1=0.0000000000000694, b2=-0.0000000000005109, b3=0.00000000000035545, b4=-0.0000000000024944
K=-0.001477511, L=0.000664051, M=0.000817789, N=0.000004213
////////////////////////////////////

```

```

***** 観測点の速度計算 *****
sa*sa=546970704.000, sb*sb=585005851.511, sc*sc=201460192.566
β 1=0.000000000, β 2=0.000000000, β 3=0.000000000, β =0.000000000
vx=0.002071 vy=0.005274 vz=-0.003366 v=0.006591

```

神奈川川崎

$$V_x = 0.00218 \quad V_y = 0.00480 \quad V_z = -0.00294$$

(1) 足立・町田・市原1

$$V_x = 0.00143 \quad V_y = 0.00616 \quad V_z = -0.00263$$

(2) 小金井・市川・横浜

$$V_x = 0.00255 \quad V_y = 0.00463 \quad V_z = -0.00399$$

(3) 八王子・市川・横浜

$$V_x = 0.00135 \quad V_y = 0.00680 \quad V_z = -0.00308$$

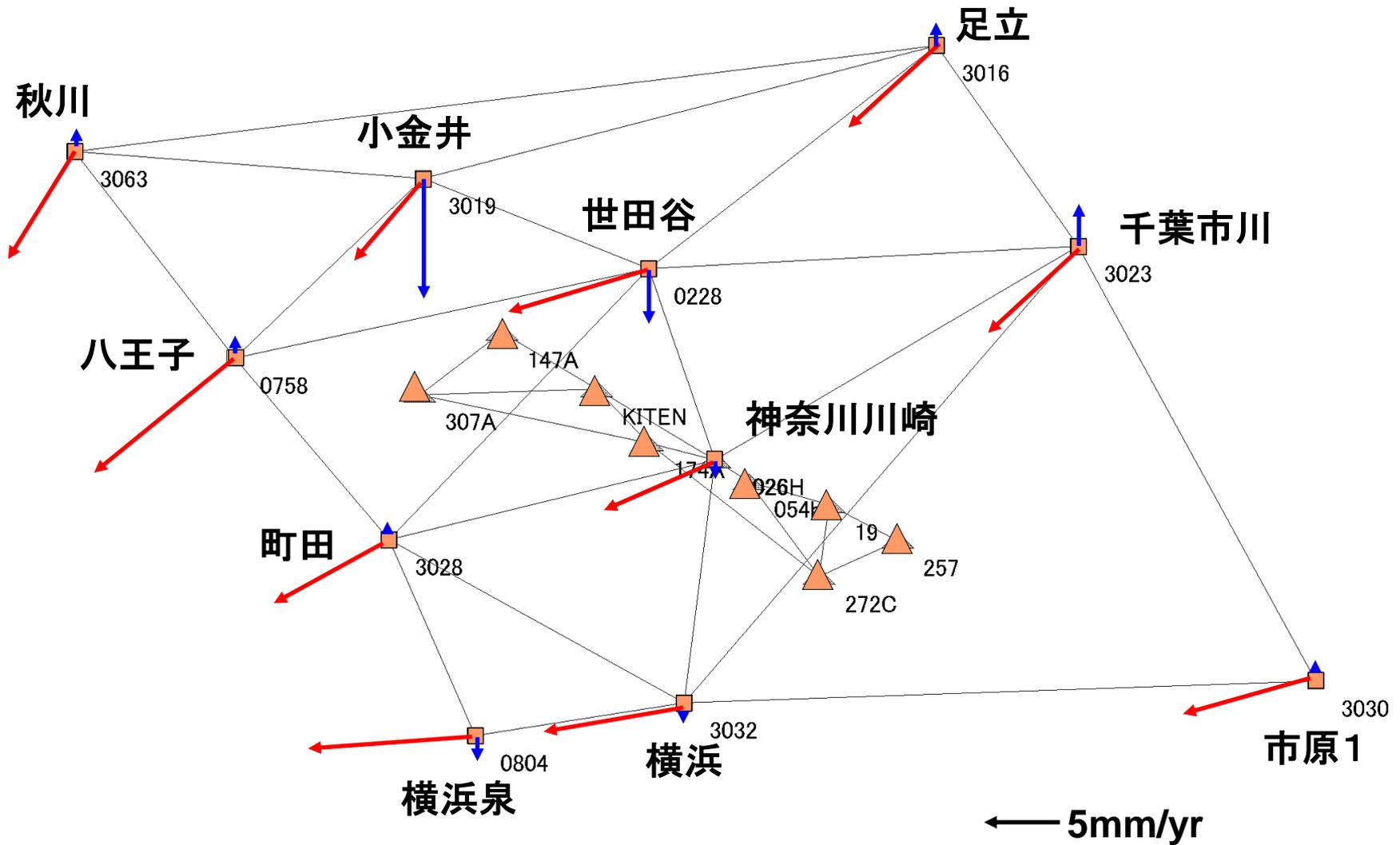
(1) (2) (3) の平均座標

$$V_x = 0.00178 \quad V_y = 0.00586 \quad V_z = -0.00323$$

実測との差 $V_x = -0.00040 \quad V_y = 0.00106 \quad V_z = -0.00029$

速度を比較するとそれぞれの
成分で概ね1mm程度 = 10年間で1cm

実験に使用した川崎市にある水準点の位置



期間 2003年～2008年

例

ダイナミック測地系

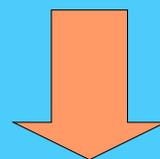
川崎市の水準点が5年間で動いたと思われる推定座標と実測値との比較



点番	点名	X	Y	Z
93028	町田	-3950036.03443	3377485.60915	3685174.12125
950228	世田谷	-3952590.46294	3360273.94926	3697987.32453
960758	八王子	-3939640.71556	3380272.58152	3693785.81235

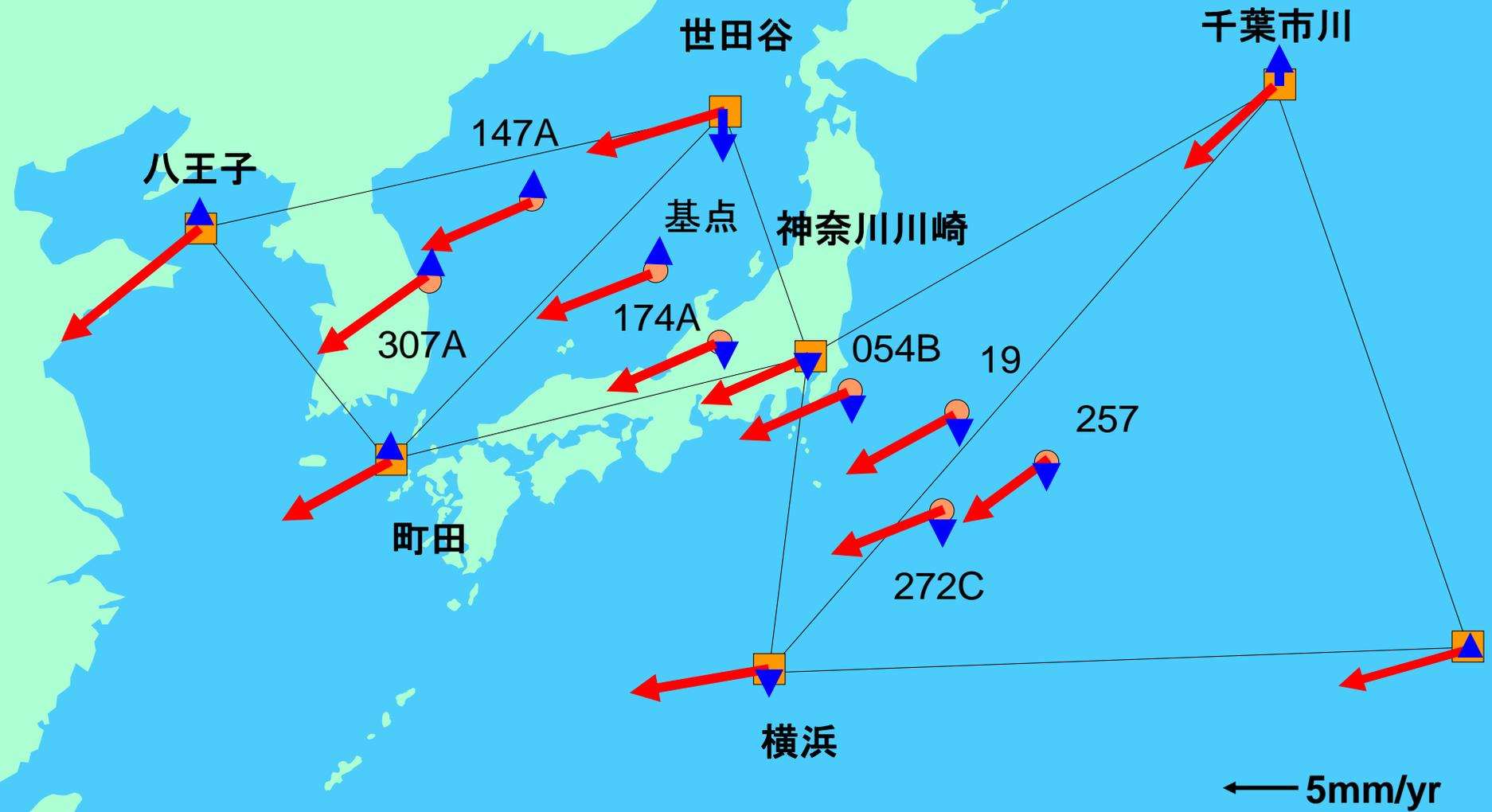
点番	点名	Vx	Vy	Vz	元期
93028	町田	0.00110	0.00581	-0.00306	2005.098
950228	世田谷	0.00523	0.00458	-0.00430	2005.074
960758	八王子	0.00021	0.00888	-0.00564	2005.114

2003年3月13日



93028	町田	-3950036.0365	3377485.5981	3685174.1271
950228	世田谷	-3952590.4728	3360273.9407	3697987.3326
960758	八王子	-3939640.7160	3380272.5645	3693785.8232

電子基準点と川崎市の水準点の位置



検証

147A

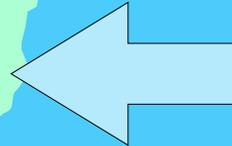
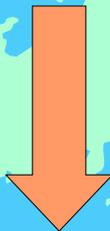
2003年3月13日

	X	Y	Z
座標	-3948793.930	3368030.527	3694976.181
速度	0.00309	0.00600	-0.00445

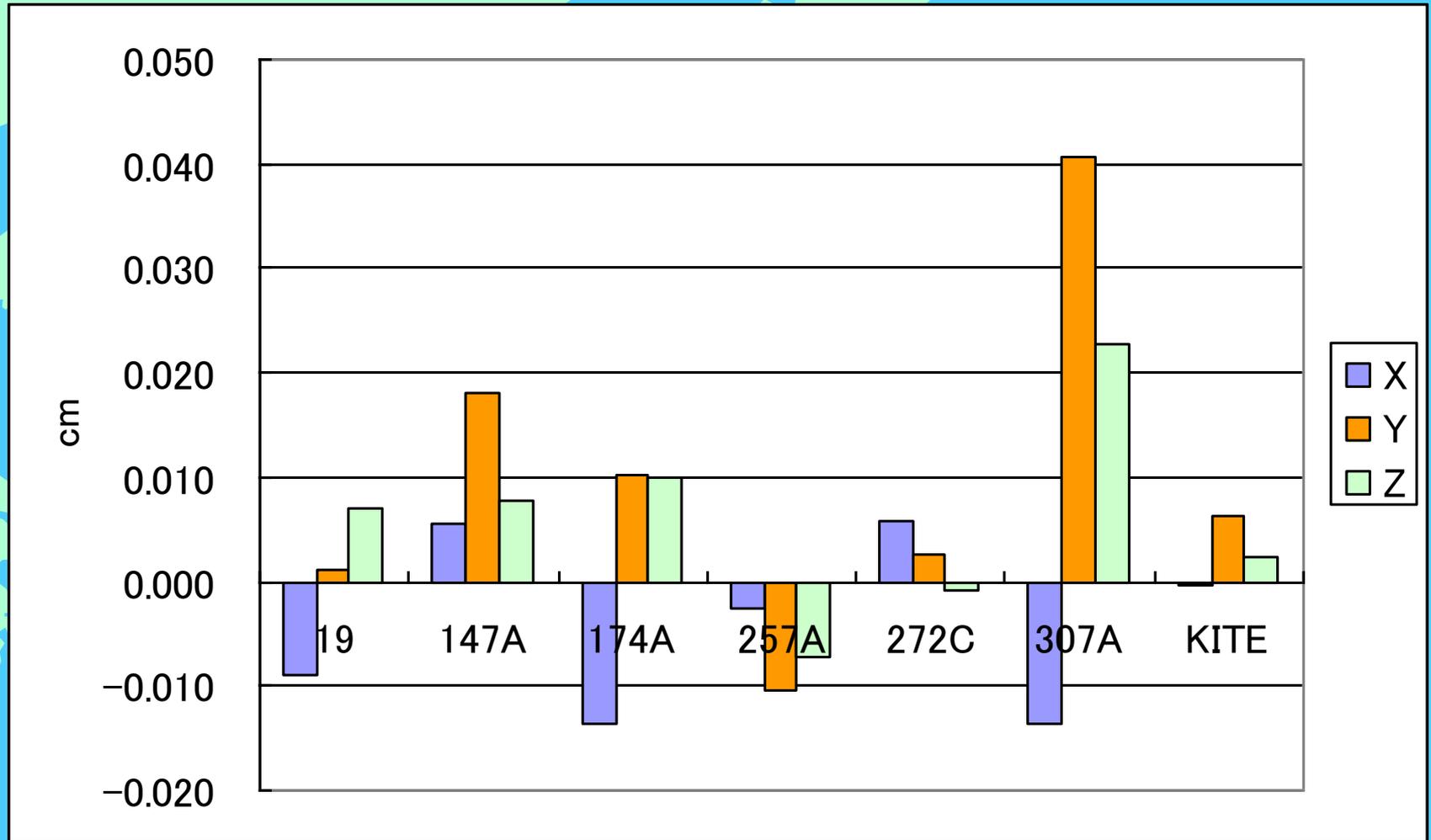
2008年4月24日

推定座標	-3948793.915	3368030.557	3694976.159
実測座標	-3948793.920	3368030.539	3694976.151
差	0.005	0.018	0.008

移動量
座標 + 速度 × 年数



推定値と実測値との差



307Aの写真



成果はICタグに記録

現地ですぐに点名と座標を確認



Bluetooth

イメージ写真



四次元計算明細表

作成日	2007年1月1日
観測日	2007年1月1日

使用した基準点情報	WGS84 B	WGS84 L	楕円体高
970804	352509.36591	1393118.92450	89.448
93026	353348.24940	1394024.70289	47.416
93030	352652.02061	1400304.79569	79.593

使用した基準点情報	地心座標X	地心座標Y	地心座標Z	速度Vx	速度Vy	速度Vz	
970804	-3958202.440	3378005.758	3675924.041	-0.00020	0.00680	-0.00810	
93026	-3960022.478	3361489.956	3688920.224	0.00570	0.01500	-0.00750	
93030	-3987833.244	3340105.680	3678496.124	0.00200	0.00160	-0.00790	

解析点名称	WGS84 B	WGS84 L	楕円体高	平面直角X	平面直角Y	標高	座標系
19	353223.74759	1394443.29321	37.149	-47981.769	233849.794	1.196	7
	地心座標X	地心座標Y	地心座標Z	速度Vx	速度Vy	速度Vz	
	-3965382.876	3357495.802	3686795.391	0.004248	0.012156	-0.007650	

1997年 ↔ 現在

まとめ

IGS点を使用しITRF2005に基づく座標
の高精度位置と変動速度が決定できた

電子基準点の変動速度から97年値に戻した
成果の比較は概ね15mm以内である

川崎市の水準点の推定速度から求めた座標
と実測値との差は5年間で15mm程度となった

ダイナミック測地系の成果はICタグに印字し活用していく