

# VERAネットワークの形状変化の現状

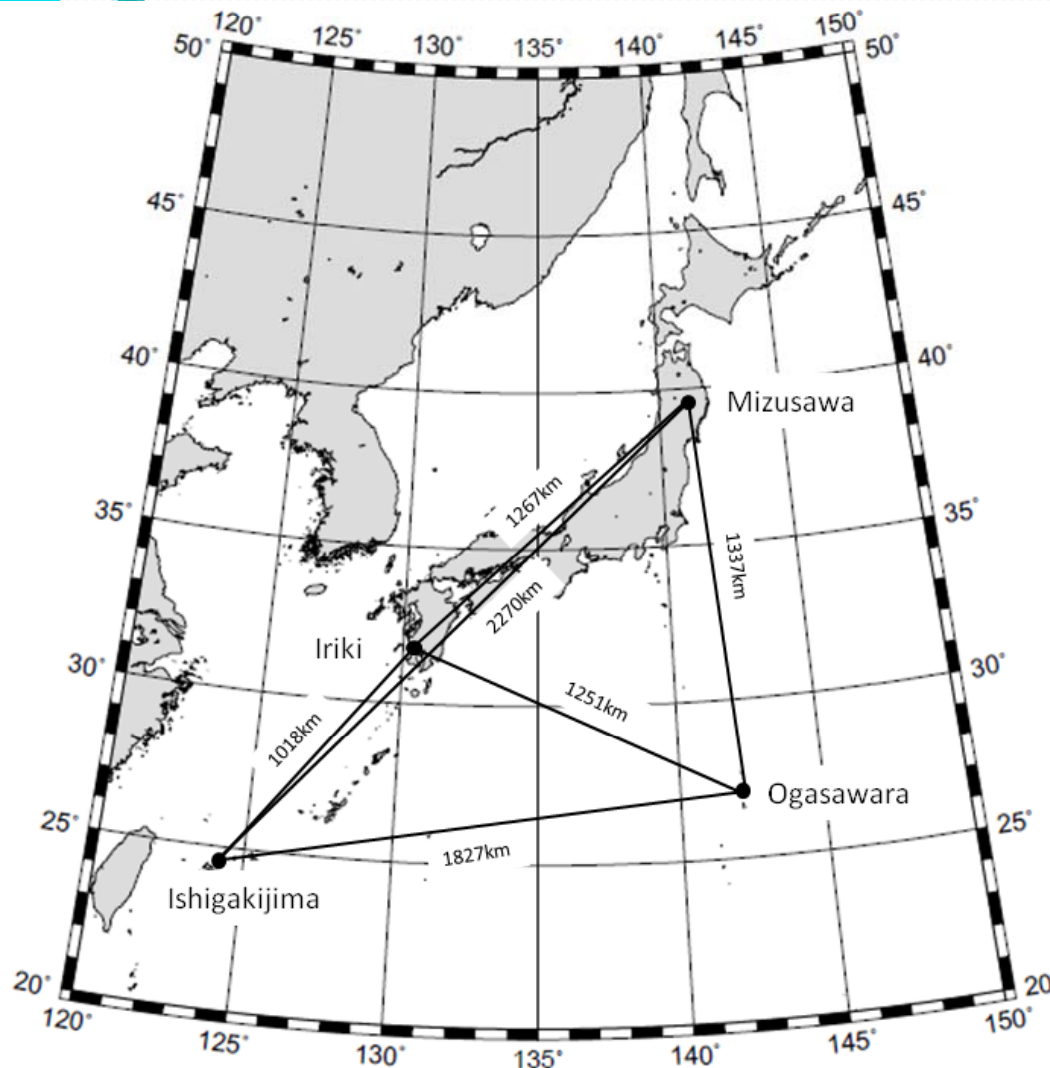
## Status of VERA Geodetic Results

寺家孝明

水沢VLBI観測所

09 VERAユーザーズミーティング 三鷹

## 目的: VERAネットワークの位置と形状の監視



目的: VERAのアストロメトリ精度を保証するために、数mmの精度でVERAネットワークの形状を監視する。

方法: VLBI、GPS、重力計

**JADE(VLBI):**

VERA網の国際座標系への接続  
(2003年5月～)

**VERA内部観測(VLBI):**

アンテナ基準点間の相対位置とその変化の監視(2004年11月～)

**GPS連続観測:**

コロケーション観測。VLBIから得られた網変形を監査する。地震によるステップやクリープの検出。(2001年～)

**重力計:**

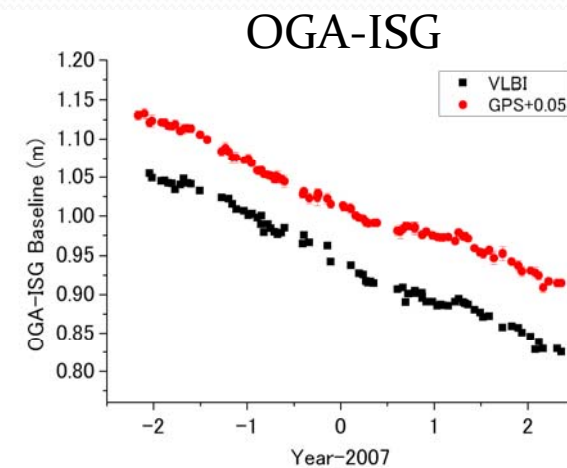
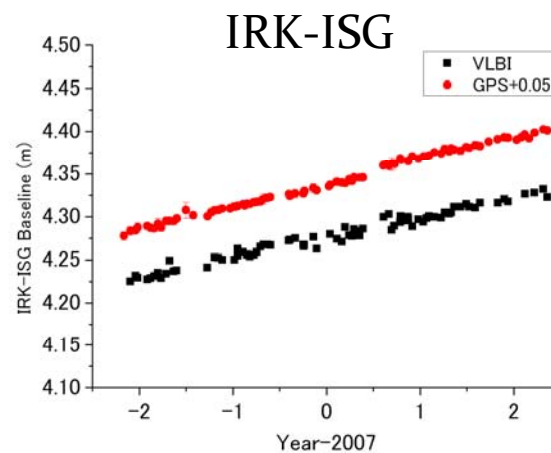
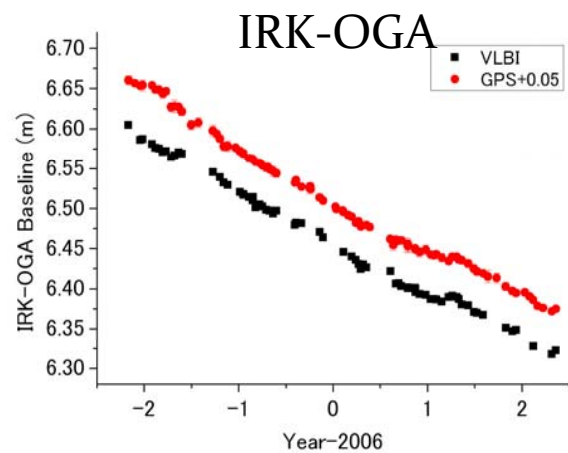
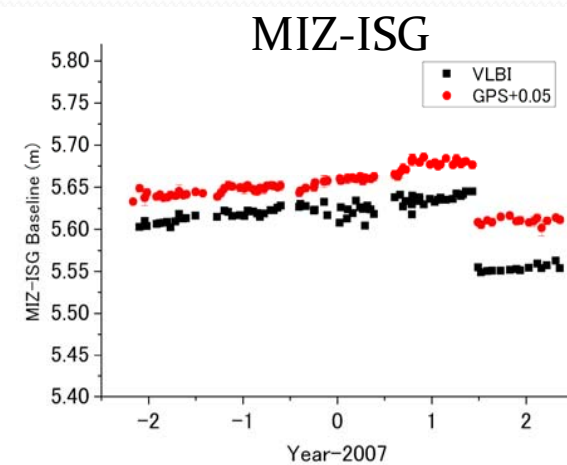
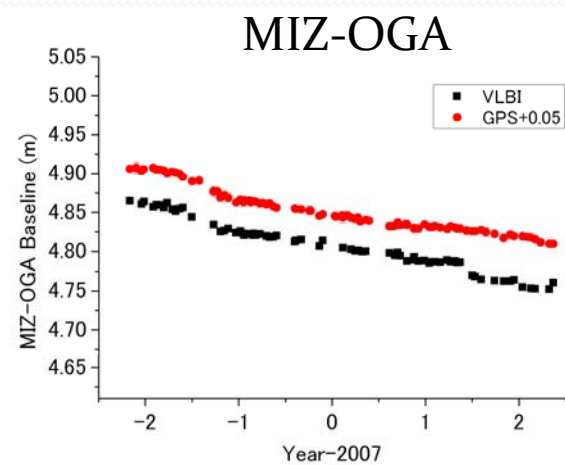
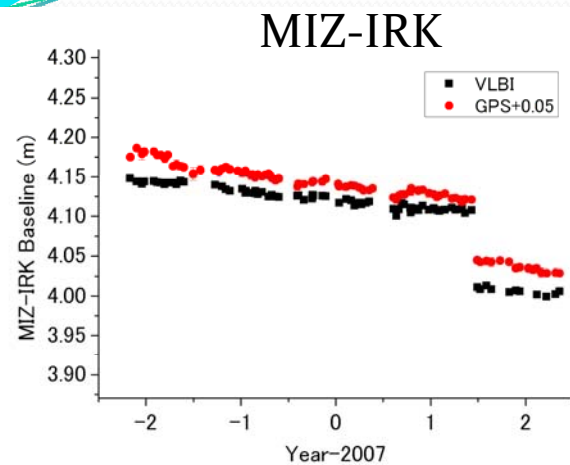
上下方向の位置変化の検定(試験中)

## VLBIとGPSの基線長比較

- ネットワークの変形をVLBIとGPS其々から得られた基線長の時間変化
- 基線長の変化は、ネットワークの方向のふらつきによる局位置への影響が見え難いので、異常なネットワークの変形を知るに都合がよい
- 局の異常な動き⇔その局が入った基線の変化に異常が出現

VLBIの観測当日の基線長解と、同日から±2日のGPSの平均基線長解を表記

# 基線長時間変化



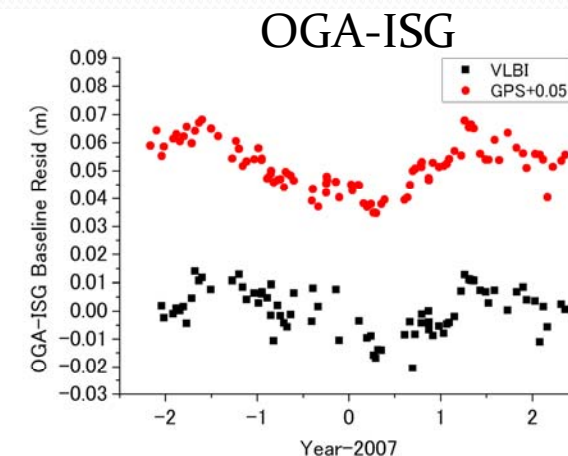
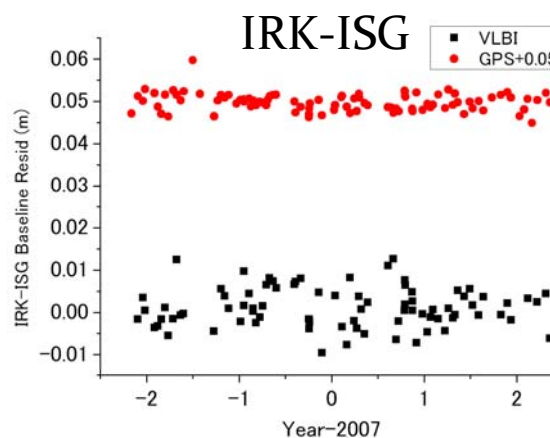
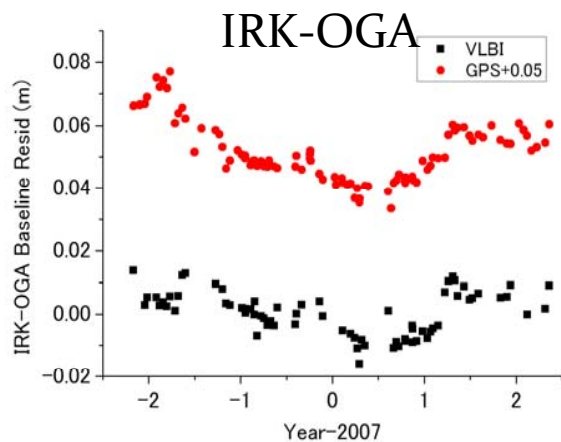
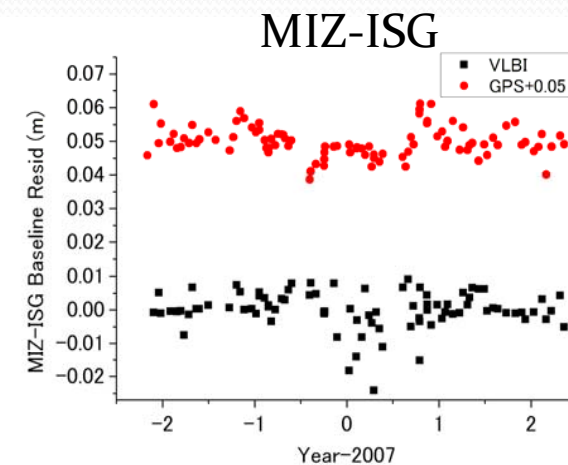
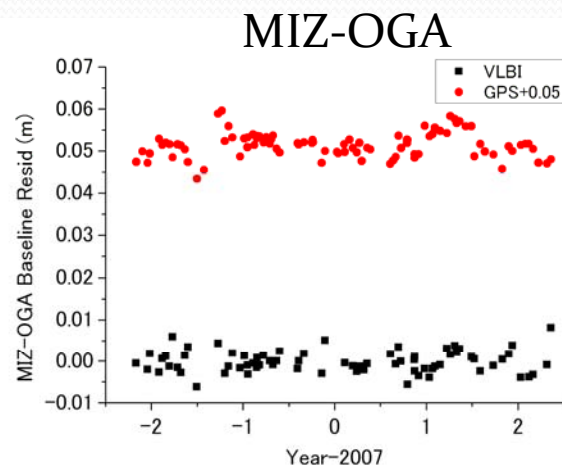
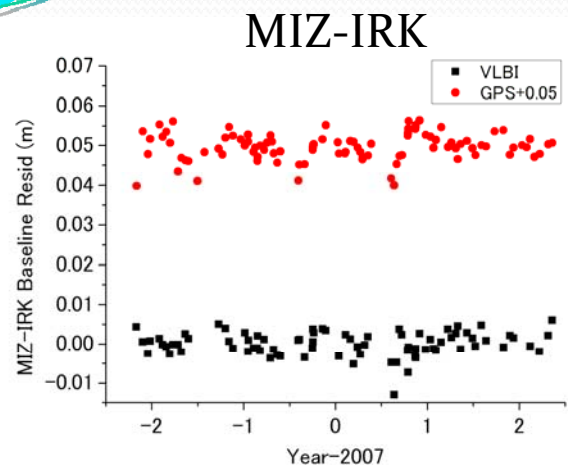
# 基線長変化率差 (VLBI .vs. GPS .vs. REVEL2000)

epoch: Aug/2005 – Jun/2007

| Baseline Name          | VLBI         | S.D. of VLBI | GPS          | S.D. of GPS | REVEL2000     |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
|                        | unit = mm/yr |              |              |             |               |
| Mizusawa-Iriki         | -11.1        | 0.3          | -14.5(-3.4)  | 0.3         | -17.7 (-6.6)  |
| Mizusawa-Ogasawara     | -17.8        | 0.2          | -17.5 (0.3)  | 0.4         | -23.5 (-5.7)  |
| Mizusawa-Ishigakijima  | 11.9         | 0.3          | 14.9 (3.0)   | 0.3         | -16.4 (-28.3) |
| Iriki-Ogasawara        | -68.3        | 0.3          | -71.6 (-3.3) | 0.4         | -66.7 (1.6)   |
| Iriki-Ishigakijima     | 22.8         | 0.1          | 22.9 (0.1)   | 0.5         | 0.1 (-22.7)   |
| Ogasawara-Ishigakijima | -65.9        | 0.1          | -59.4 (6.5)  | 0.8         | -61.2 (4.7)   |

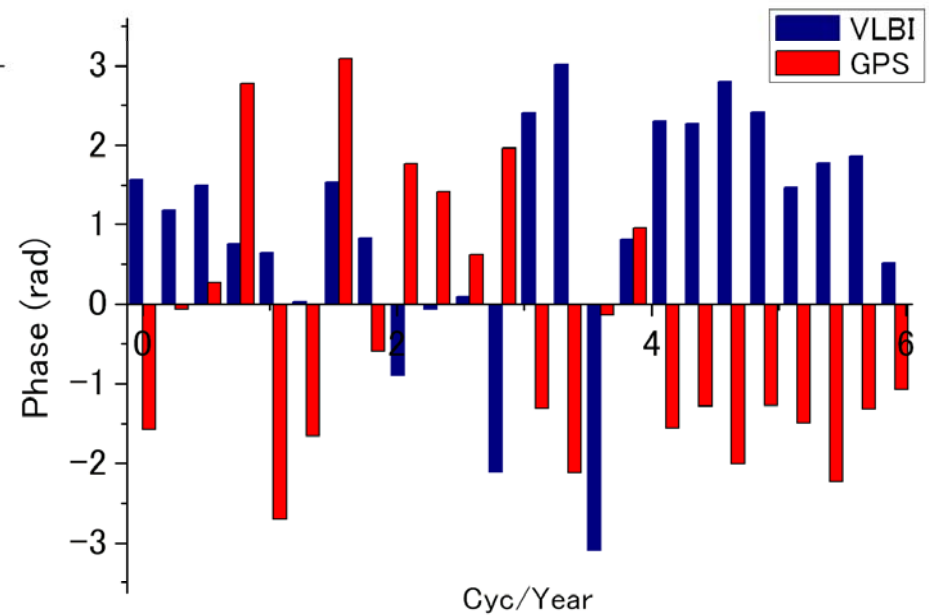
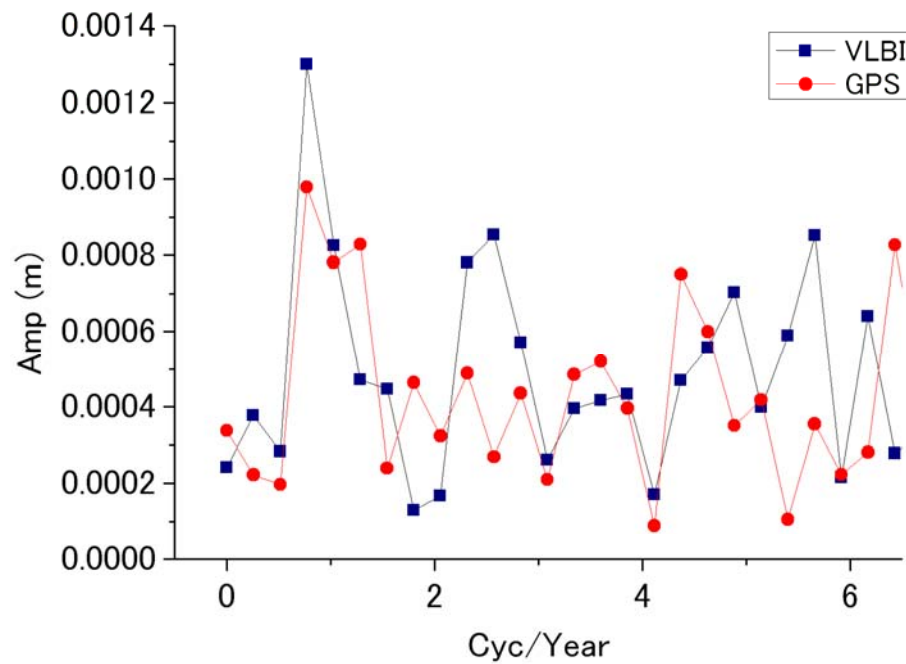
REVEL2000 Sella, et al., 1998,  
Site on Plate: Mizusawa (Okhotsk), Iriki (Amur), Ogasawara (Philippine Sea)  
and Ishigakijima (South China)

# 基線長変化:直線成分と地震による跳びを除く



1年間の観測(凡そ20回)から得られる基線変化率の誤差は凡そ2-3mm。  
1年周成分や、数年で変化率が変化する成分があり、エポックで切る必要あり。

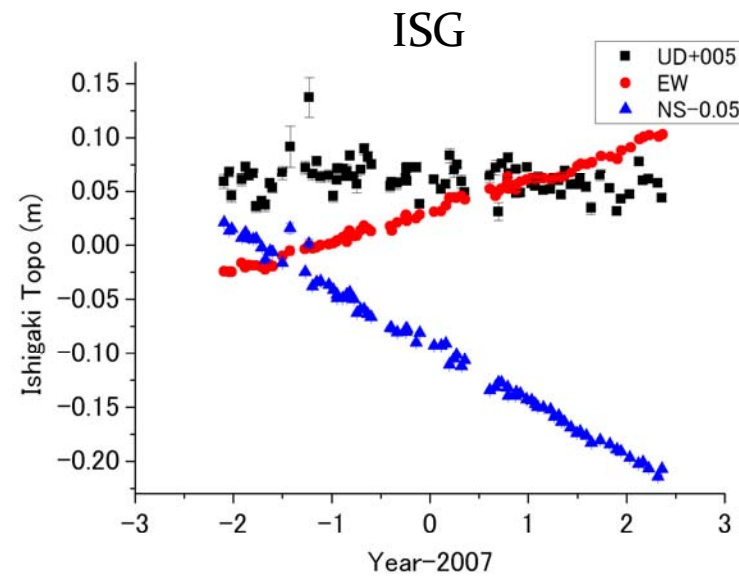
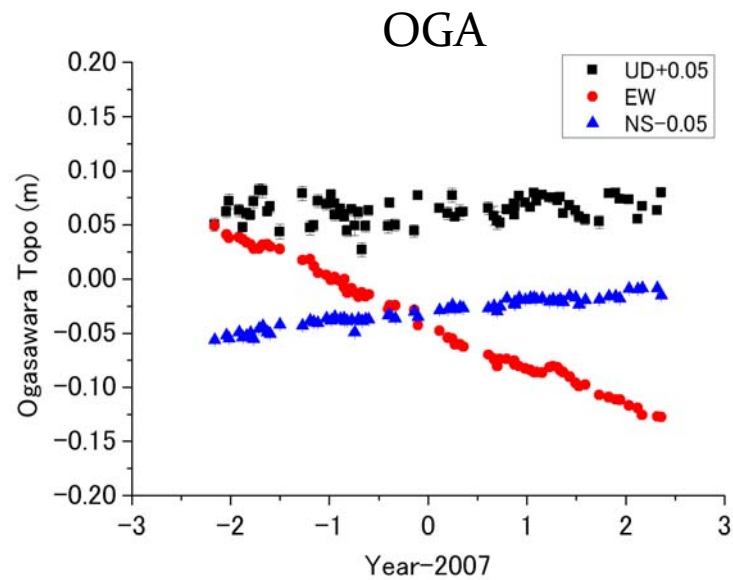
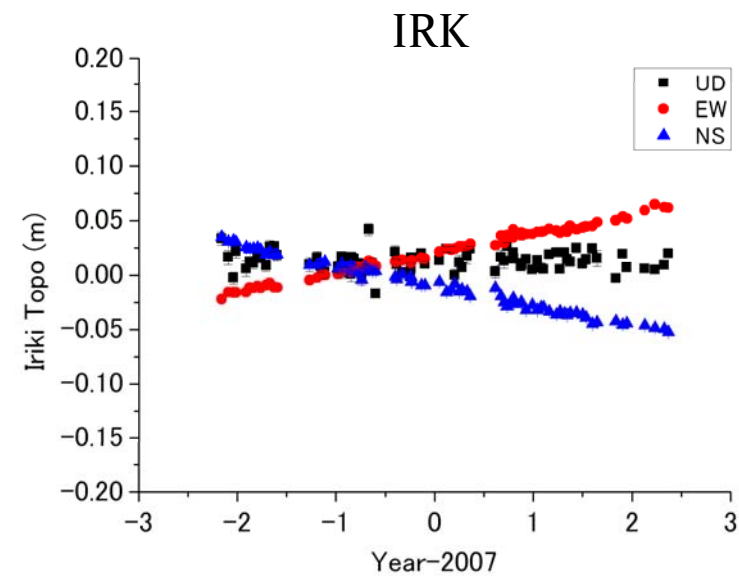
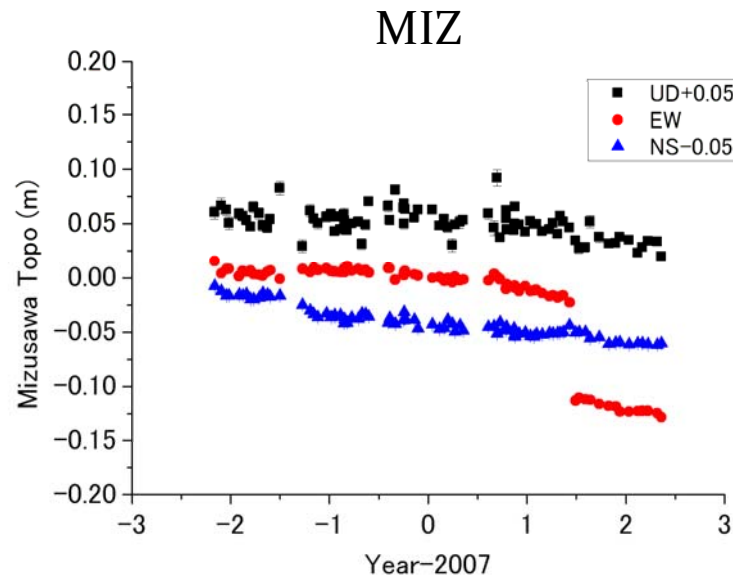
# 基線変化の周期成分(MIZ-IRK)



# 各局の座標の時間変化

- 水平座標(U-D, E-W, N-S)で表す
- 2007年1月1日の座標(ver.2007)を原点として、その原点に対する相対的な位置変化
- VERA4局をfree parameterで解く。天体位置、EOPが固定。ネットワークの平行移動が誤差として残る。相対的な位置関係の変化を見ることは可能。
- 水平成分は標準誤差で凡そ1mm以下、垂直成分は標準誤差で凡そ3-6mm.。

# VERA4局の水平座標での位置変化





## 地心座標系でのVERA局の位置 水沢

水沢局 ( $X_{\text{off}}=-3857241.0$ ,  $Y_{\text{off}}=3108784.0$ ,  $Z_{\text{off}}=4003900.0$ )

VERA水沢局は2007.0年の位置をGSIのグローバル解(ver2009)に固定し、ネットワーク全体を平行移動させる。

| Epoch    | 2005(04Nov-05Aug) |         | 2007(05Aug-08Jun) |         | 2009(08Jun-09May) |         |
|----------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|          |                   | S.D.    |                   | S.D.    |                   | S.D.    |
| X (m)    | -0.81144          | 0.00122 | -0.81704          | 0.00030 | -0.73954          | 0.00050 |
| vX (m/y) | 0.01394           | 0.00518 | 0.00513           | 0.00314 | 0.00751           | 0.00206 |
| Y (m)    | 0.80386           | 0.00117 | 0.81839           | 0.00029 | 0.91131           | 0.00047 |
| vY (m/y) | 0.00237           | 0.00493 | 0.00963           | 0.00033 | 0.01401           | 0.00193 |
| Z (m)    | 0.58599           | 0.00121 | 0.56056           | 0.00029 | 0.53421           | 0.00047 |
| vZ (m/y) | -0.01911          | 0.00509 | -0.00766          | 0.00033 | -0.01289          | 0.00194 |

## 地心座標系でのVERA局の位置 入来、石垣島

入来

| Epoch=2007.0 |                | S.D.    |
|--------------|----------------|---------|
| X (m)        | -3521719.62246 | 0.00025 |
| vX (m/y)     | -0.02011       | 0.00034 |
| Y (m)        | 4132174.66830  | 0.00029 |
| vY (m/y)     | 0.00963        | 0.00033 |
| Z (m)        | 3336994.25077  | 0.00029 |
| vZ (m/y)     | -0.00766       | 0.00033 |

石垣島

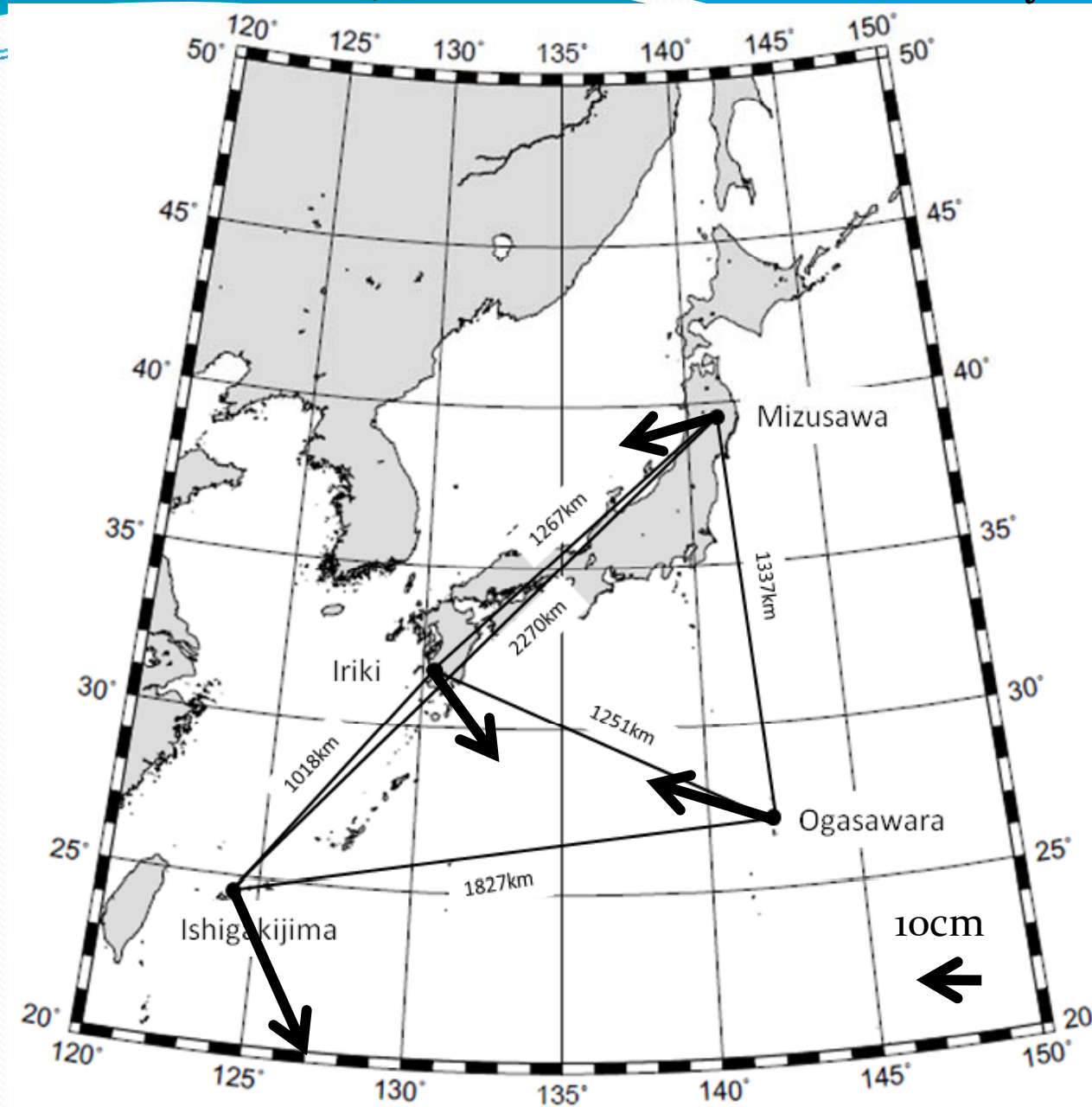
| Epoch=2007.0 |                | S.D.    |
|--------------|----------------|---------|
| X (m)        | -3263994.78845 | 0.00024 |
| vX (m/y)     | -0.03358       | 0.00019 |
| Y (m)        | 4808056.29133  | 0.00031 |
| vY (m/y)     | 0.00120        | 0.00024 |
| Z (m)        | 2619949.17436  | 0.00021 |
| vZ (m/y)     | -0.04857       | 0.00016 |

## 地心座標系でのVERA局の位置 小笠原

| Epoch=2007.0 |                | S.D.    |
|--------------|----------------|---------|
| X (m)        | -4491068.78598 | 0.00036 |
| vX (m/y)     | 0.02053        | 0.00027 |
| Y (m)        | 3481544.84430  | 0.00030 |
| vY (m/y)     | 0.03025        | 0.00024 |
| Z (m)        | 2887399.64195  | 0.00025 |
| vZ (m/y)     | 0.00936        | 0.00019 |

|                 | vX      | vY      | vZ      |
|-----------------|---------|---------|---------|
| ～2006.15        | 0.02492 | 0.02487 | 0.01854 |
| 2006.15～2007.29 | 0.03018 | 0.03723 | 0.00832 |
| 2007.29～2008.26 | 0.00638 | 0.02898 | 0.01848 |
| 2008.26～        | 0.02826 | 0.03370 | 0.00883 |

## VERA各局の水平位置変化の累積 (2004 Nov. – 2009 May.)



# 重力

- 水沢で2008年12月に江刺から水沢構内に超電導重力計を移設
- データに見られたスパイク等のノイズは、重力計の制御系電源装置を更新することで消えた。
- 雨水や地下水と重力変動の関連について調査(東大ERIと共同で研究)

# まとめと課題

## まとめ

- 水沢局の地震によるステップの検出。水沢局の速度は地震によって変化？断層運動の相互作用か？
- 入来局、石垣島局は少なくとも1cm以上の振幅を持つ直線から外れる位置変化は見られない。
- 小笠原局の移動方向や速度は04年11月から2009年5月の間に4回の変化があると見られる。この変化の原因は不明。ゆっくり地震？トリガーとなる地震は見当ついていない。

## 課題

- 短期でレートが変化する局の位置を表す場合の精度保証が課題
- 局位置の短期変動の原因の究明が課題（根拠を探る方法の検討：地震、海洋、海底測地、解析モデルエラー）
- 国際観測への参加：IVS-T2の準備。