

# VERA測地観測の現状

The current status of VERA Geodetic VLBI

寺家孝明

VERA UM 2019、奥州市 宇宙遊学館、Dec, 13, 2019

# The status of VERA Geodetic Observation.

## International

IVS (国際VLBI観測事業) 傘下で測地・位置天文・基準系構築を目的

- IVS-T2
- AOV (Asia-Oceania VLBI Group for Geodesy and Astrometry)

T2 (ITRF構築のための観測、S/X帯)

\* 24時間/1session、計4回/年、8 Msps - 1 bit - 16 ch: 128 Mbps

\* K5 VSSP記録、Mk5bに変換後Bonnに転送

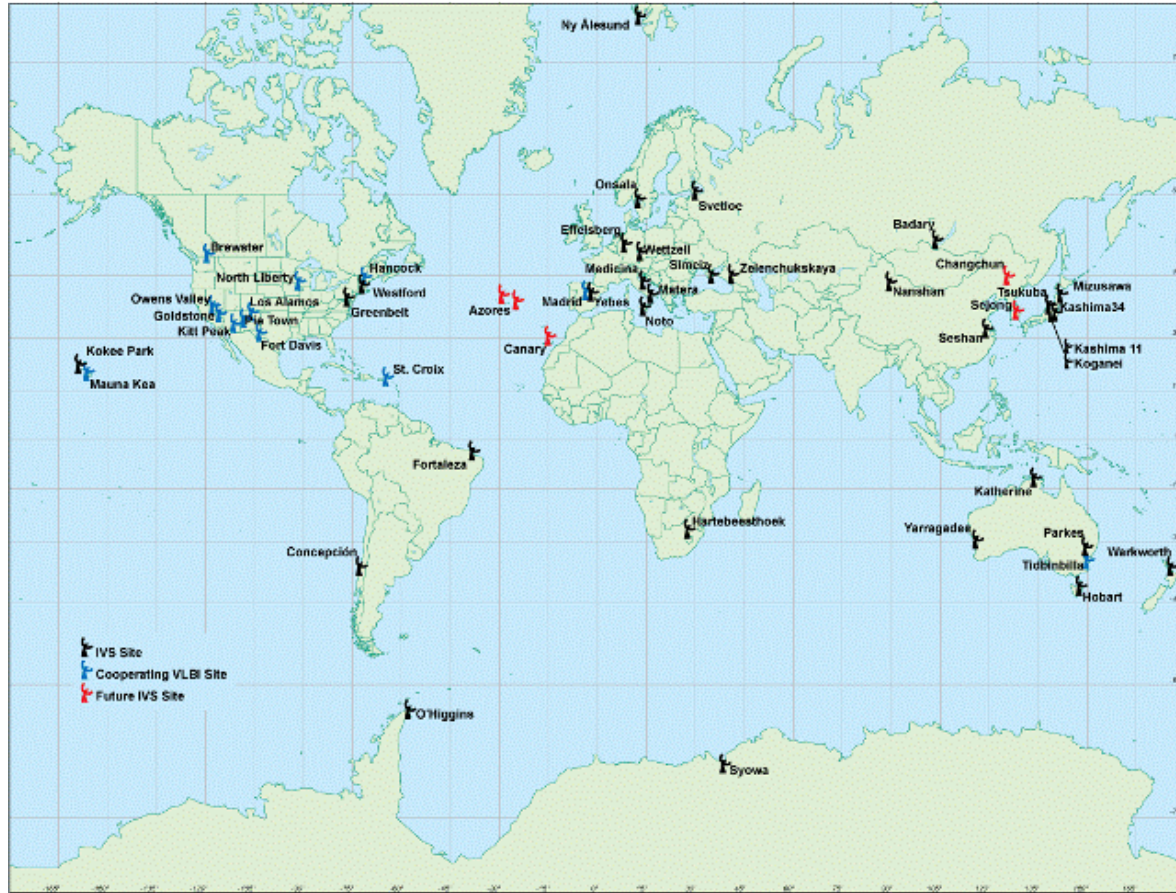
AOV (天文、測地等でR&D的な観測を実施、周波数帯は観測目的に合わせて)

\* 24時間/1session、計4回/年、32 Msps - 2 bit - 16 ch: 1024 Mbps

\* OCTAD-OCTADISK2記録、M5VSSP32#21-Mk5bに変換後、国土地理院、等に転送

# The Array (T2 and AOV)

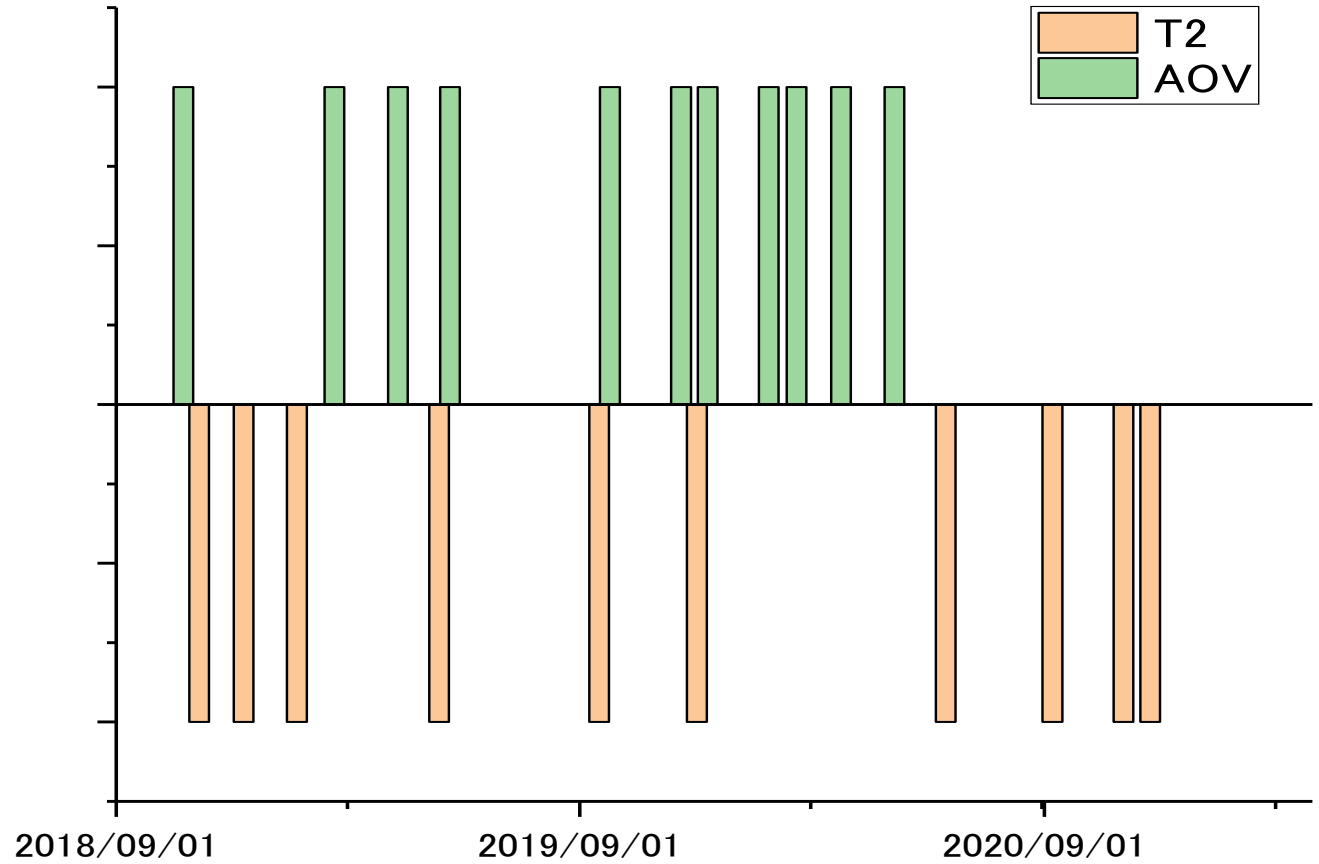
T2



AOV



# The Actual Results of International VLBI Geodetic Session from Sep. 2018 to Dec. 2019, and the Schedule in 2020



# VERA Int. (Domestic & +KVN)

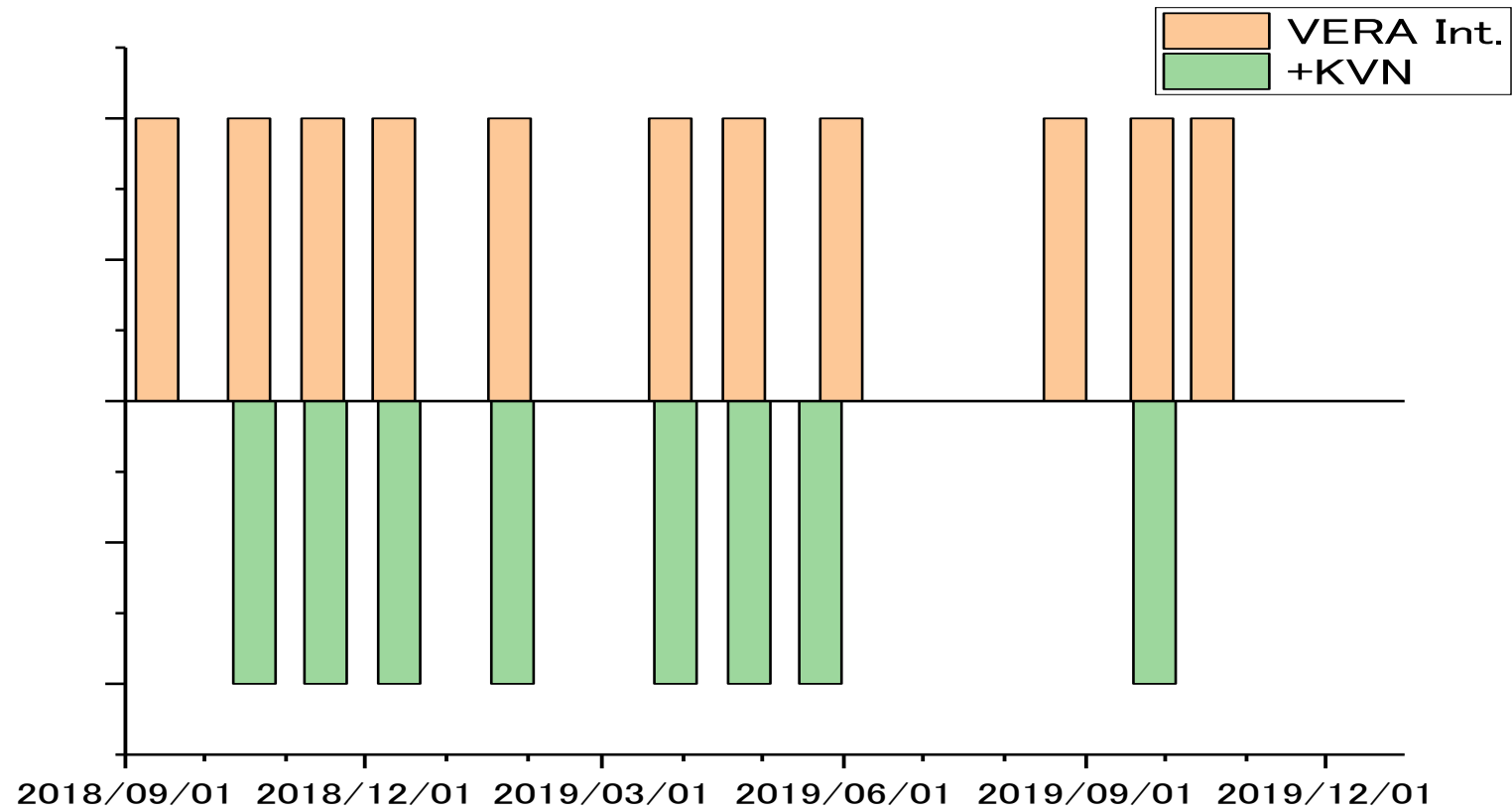
## Domestic

- VERAネットワークの形状監視
- VLBIのパラメータ推定精度向上のための基礎実験
- 1024 Msps – 2 bit – 1 stream, 2048 Mbps, 24h/session
- ADS1000 - OCTADISK記録

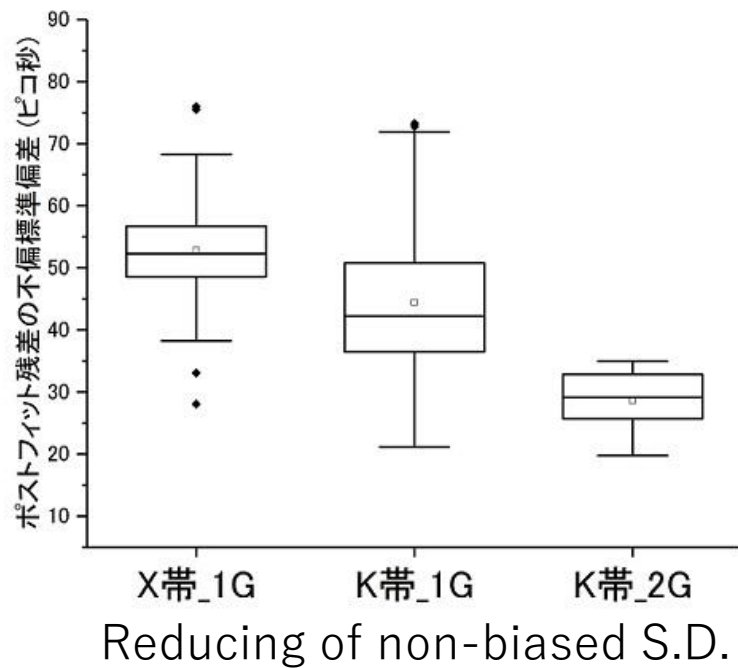
## +KVN

- VERA局と合わせて、KVN局の局位置監視
  - Domesticへ相乗り
  - 32 Msps – 2 bit – 16 stream, 1024 Mbps, 24h/session
  - ADS1000 – DFU – OCTADISK記録
- 
- 年間15回ほど観測を実施、その中で+KVNは 1 session/month、9月からは 1 session/2 months
  - 水沢相関局で相関処理を実施、測地解析等も水沢で行われる

# Results of VERA Int. from Sep. 2018 to Dec. 2019



# Applying the Azimuthal Non-Isotropic Model of Atmospheric Excess Path Delay to the Analysis.



## 方法、特徴

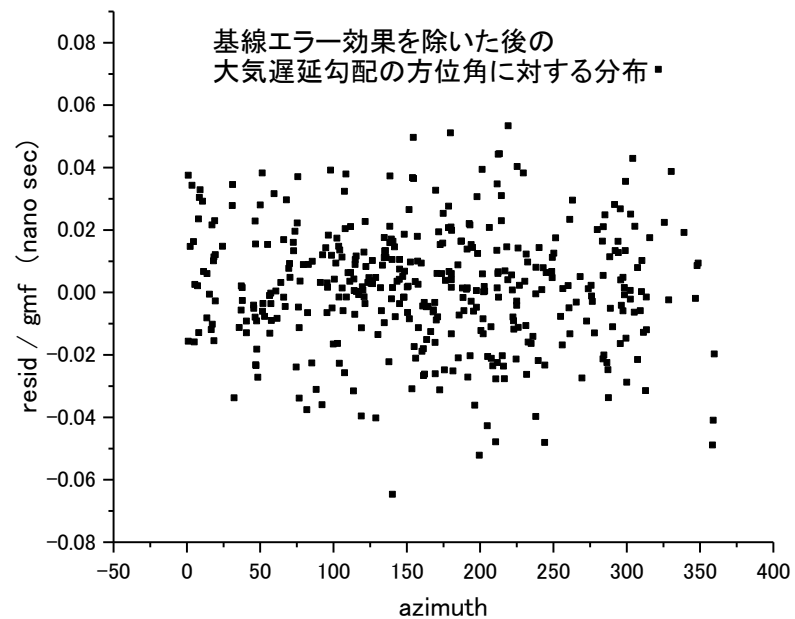
- 大気遅延等方モデルで予め大気遅延補正值を解く
- 方法は簡単だが、2回解析を行うという手間がかかる。
- 大気遅延の方位角不等方性は、1回目の解析後のポストフィット残差に残っていると考える。
- クロックオフセット + 天頂大気遅延解を解く際のフィッティング誤差が付加される

方位不等方性を適用した修正大気遅延

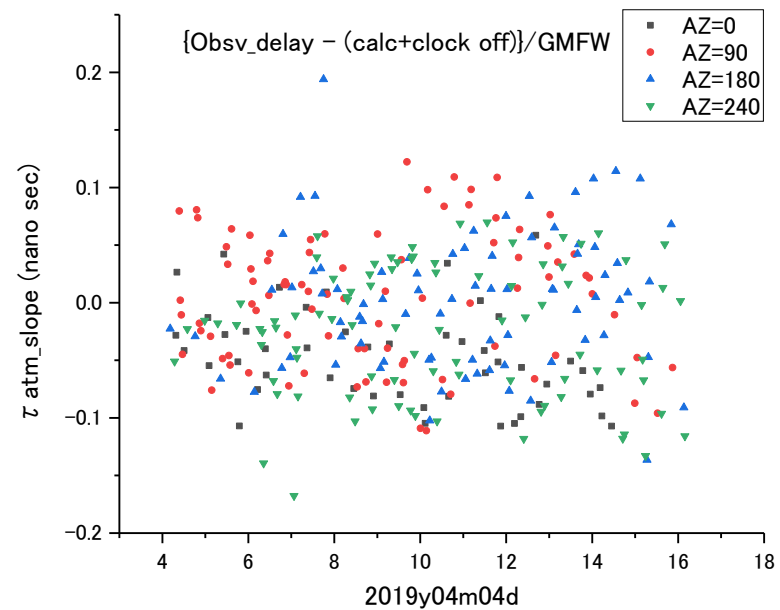
$$\tau_{atm\_c} = (ZPD_{(t)} + dZPD_{(t)}) \times gmfw_{(t,EL)} + \tau_{atm\_slope_{(t,AZ)}} \times gmfw_{(t,EL)}$$

遅延予測値に修正大気遅延を適用して、局位置パラメータ推定を行う

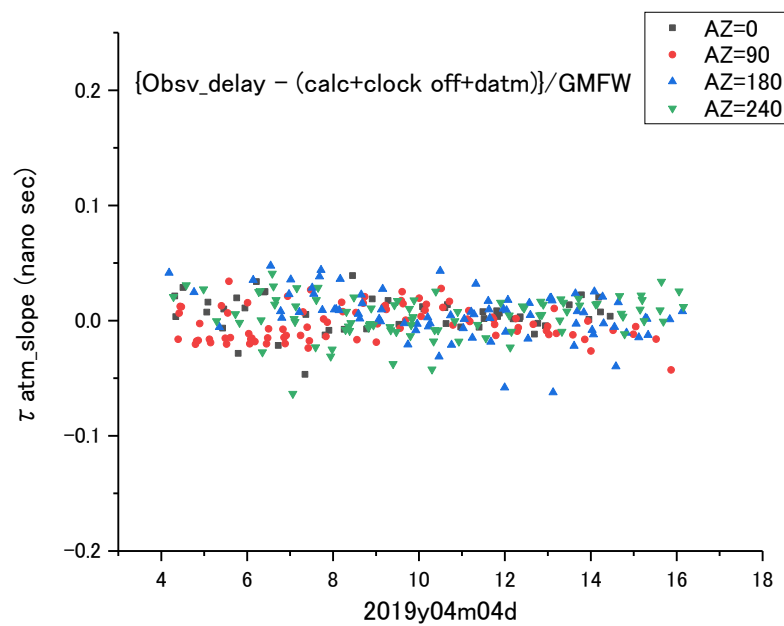
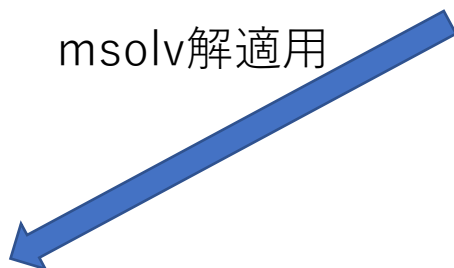
- いままで確認できなかった誤差要因の検出を目指す



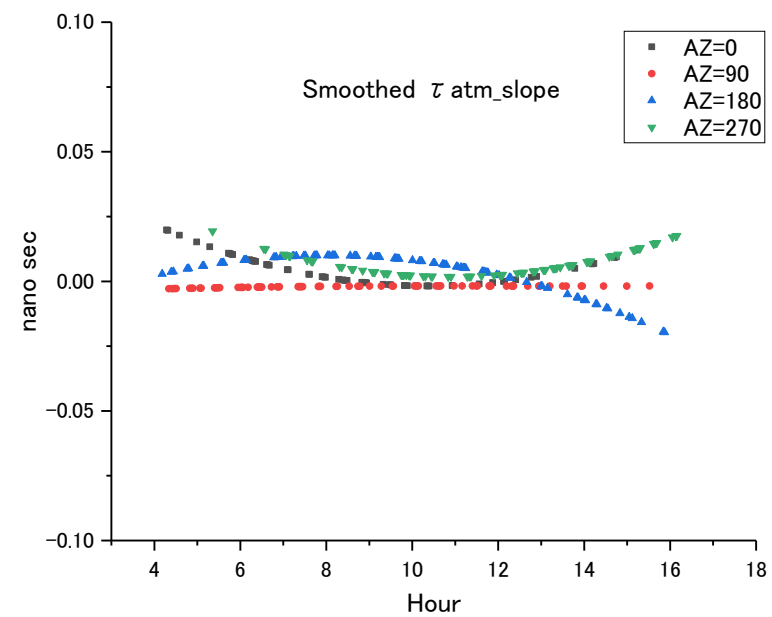
時間方向に整列



msolv解適用



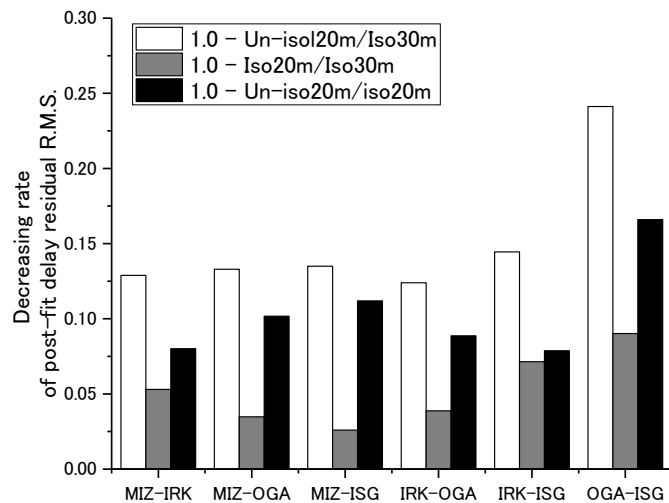
平滑化





# Compare the S.D. and the stability of geodetic solutions

Post fit delay 残差の標準偏差縮小率



Un-iso20m:

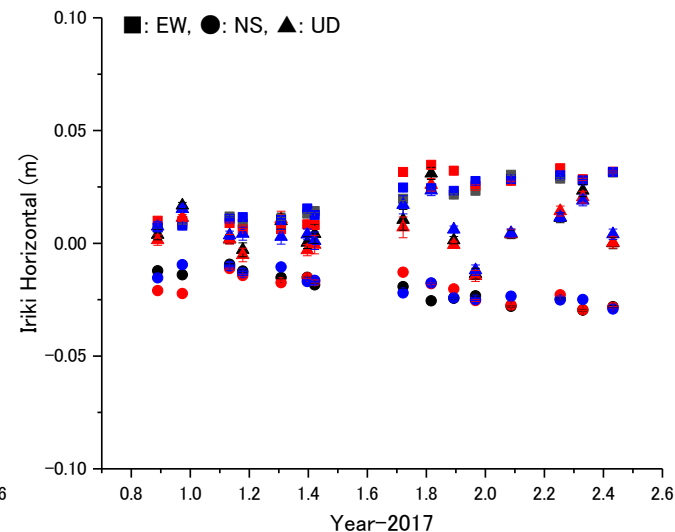
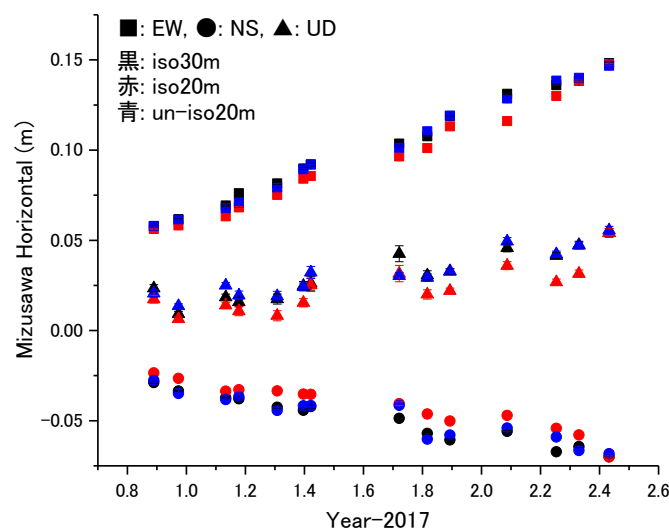
方位角不等方モデル、20分毎に天頂大気遅延を推定

Iso30m:

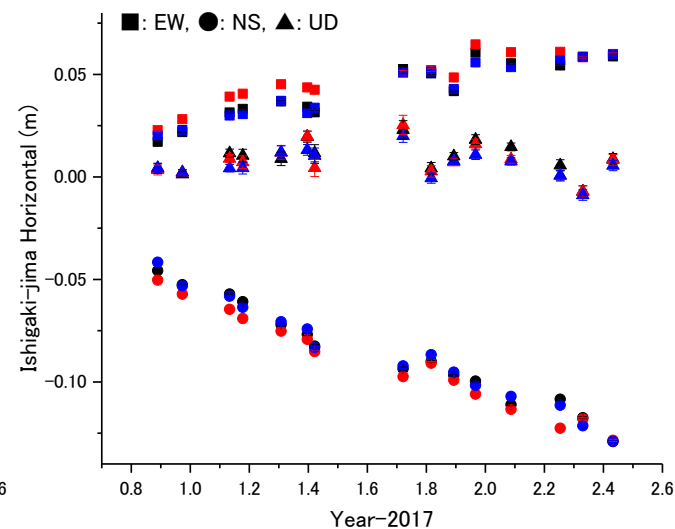
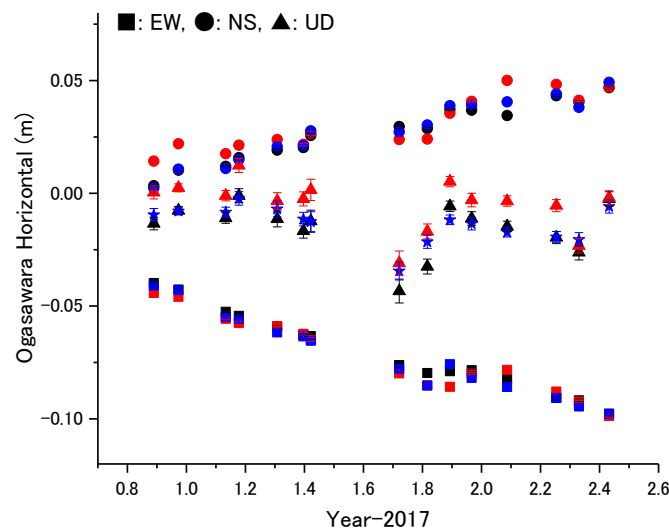
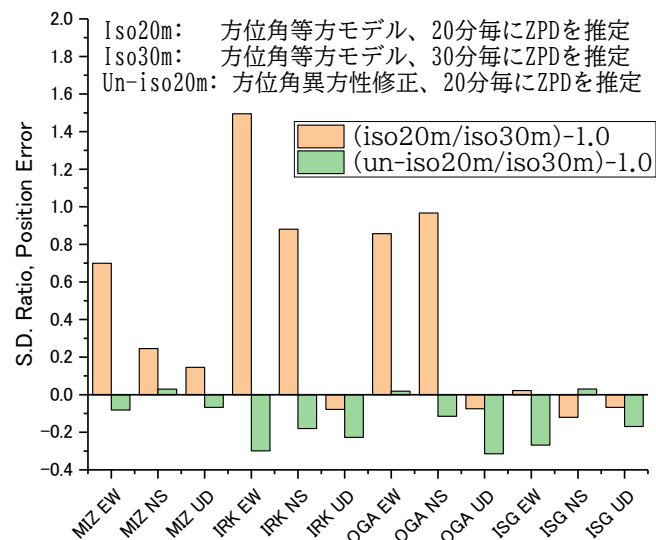
方位角等方モデル、30分毎に天頂大気遅延を推定

Iso20m:

方位角等方モデル、20分毎に天頂大気遅延を推定



解の安定性 Iso30mを基準とする

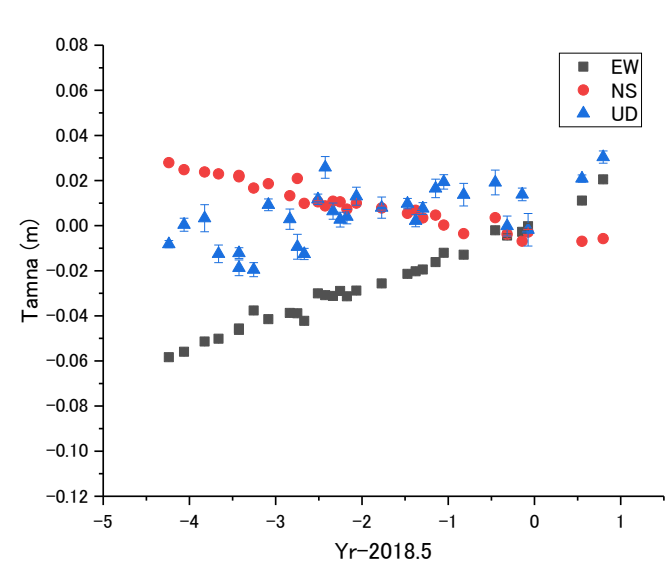
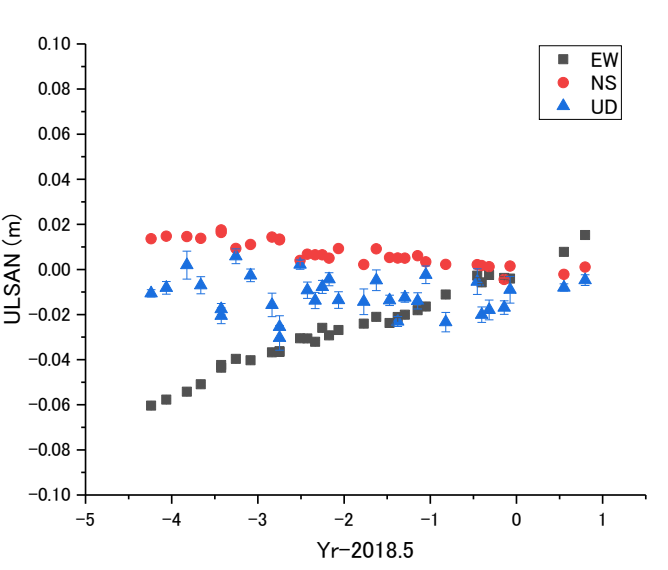
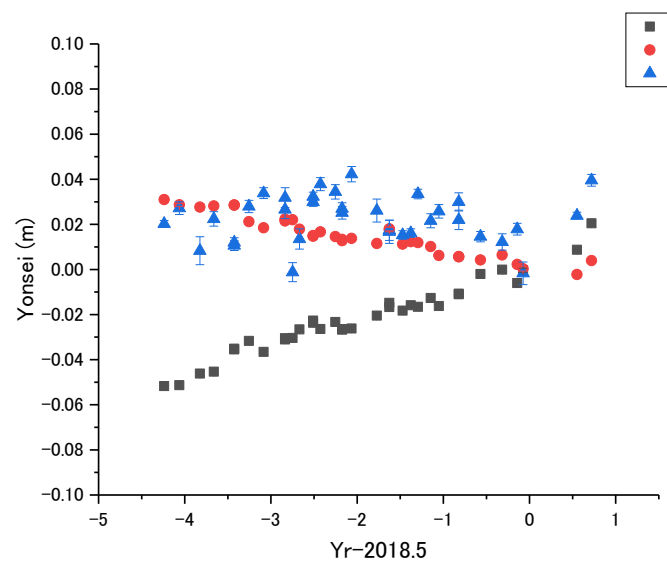
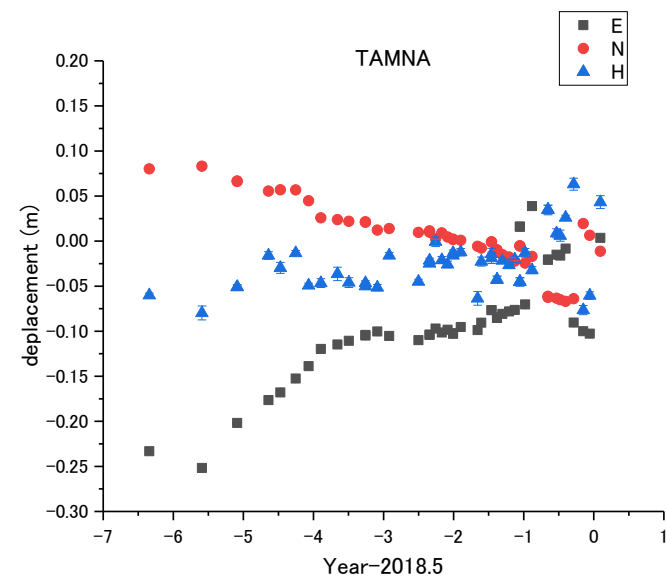
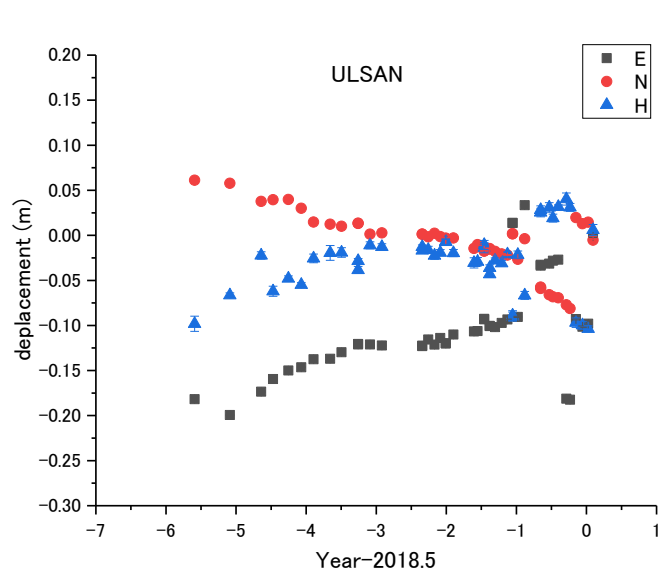
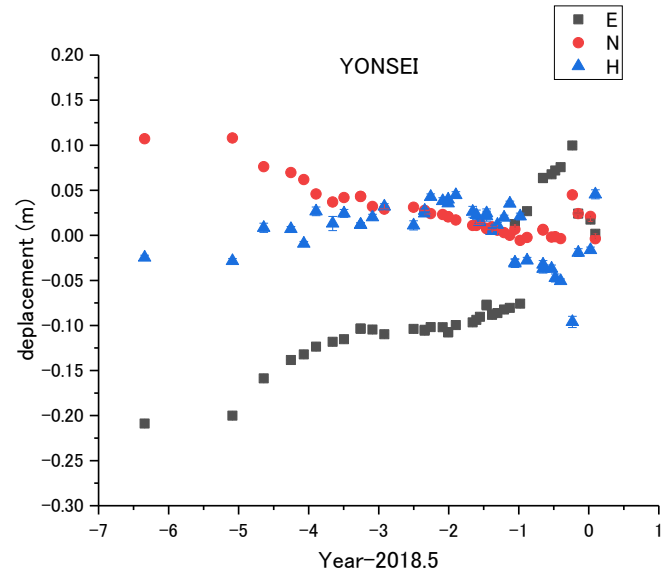


# KVN antennas position (zero pos. in 2018.5)

局位置予測  
修正前



局位置予測  
修正後



## Error propagation:

The reason why solutions become unstable…?

$$\delta\tau_{position\_offset} = dotp(\delta P \cdot S) \div c$$

$$T_{KVN} = T_{GC} + \tau_{g_{KVN}} + \delta\tau_{position\_offset}, T_{KVN0} = T_{GC} + \tau_{g_{KVN}}$$

$$\tau_{(T_{KVN}-T_{KVN0})} \rightarrow \text{error distribute} \rightarrow \tau_{CLOCK}, \tau_{EOP}, \tau_{UV\_Tilt}$$

波面がKVN局に到達した時刻 $T_{KVN}$ に局位置誤差による時刻ずれエラーが混入する。  
時刻ずれエラーは、地球回転のように経緯度方向に局が移動するような効果が発生させる。

KVNのネットワーク位置誤差が特に経度方向にて予測値で大きかったことが原因。

KVNの局位置の推定と $T_{KVN}$ の再計算を交互に繰り返して、KVN局位置が安定する条件を探す。

Coordinates of Antennas @ 2019.0

<b>m, m/y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Mizusawa</b>	-3857244.9731, -0.0502	3108782.9179, -0.0782	4003899.1695, -0.0007
<b>Iriki</b>	-3521719.8813, -0.0159	4132174.6817, -0.0049	3336994.1132, -0.0098
<b>Ogasawara</b>	-4491068.3826, 0.0359	3481545.2394, 0.0260	2883799.8019 0.0093
<b>Ishigaki-jima</b>	-3263995.2619, -0.0184	4808056.3902, -0.0128	2619948.6348, -0.0580

$$MIZ\_XYZ_0 = \{-3857243.8130, 3108783.5443, 4003899.4723\}, \quad y_{ENH} = y_0 + a_1 * \exp\{-\frac{x - x_0}{t_1}\} + a_2 * \exp\{-\frac{x - x_0}{t_2}\}$$

	<b>y<sub>0</sub></b>	<b>x<sub>0</sub></b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>t<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>t<sub>2</sub></b>
<b>E</b>	1.48202	0.21121	-0.20601	0.47870	-1.11577	5.30287
<b>N</b>	-0.69892	0.29892	0.06341	0.40117	0.53578	5.67703
<b>H</b>	0.69890	4.70940	-2.85856e-15	0.15364	-0.54940	28.32254

<b>m, m/y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Yonsei</b>	-3042281.0172, -0.0112	4045902.6741, -0.0038	3867374.3286, -0.0050
<b>Ulsan</b>	-3287268.6442, -0.0117	4023450.1361, -0.0074	3687379.9867, -0.0030
<b>Tamna</b>	-3171731.6666, -0.0171	4292678.5405, -0.0010	3481038.7877, -0.0024

# Summary

- IVS国際観測、VERA Domestic、+KVN観測を継続。
- 2 Gbps記録で行われるVERA Domesticは、大気遅延の方位角不等方性を検出する方法を確立。5~10%ほどのパラメータ推定精度向上に寄与。
- VERAの局位置カタログを更新。
- KVNの局位置推定で解の不安定性を抑制することに成功。KVNの局位置を内部公開。
- 8 Gbps記録の測地観測の確立
- EAVNの測地セッションの立ち上げ