

00922 (SGD22-04)

GGOS 時代に向けた 宇宙測地解析戦略



HITOTSUBASHI UNIVERSITY

大坪 俊通

一橋大学

t.otsubo@r.hit-u.ac.jp

ホビガー トーマス

チャルマース工科大学

関戸 衛, 久保岡 俊宏

情報通信研究機構



CHALMERS



JPGU Meeting 2015, Makuhari Messe, 28 Apr 2015

GGOS Reference Frame (Pearlman 2014)

Most stringent requirement from sea level

1 mm accuracy and 0.1 mm/y stability

Accessibility

Global, 24 hours/day

Space Segment

Ground Segment

Analysis Centres

GGOS Goals: 課題はたくさん

精度・確度 Global 1 mm & 0.1 mm/y

観測データ incl local tie

物理モデル

数値計算

比較・統合・TRF 構築

観測網, 衛星数の充実

それぞれ “1 mm & 0.1 mm/y” を優に達成する必要

課題：Local Tie

ITRF2008 local tie residuals

Code	DOMES #	SoI	Code	DOMES #	SoI	E	N	U	Tech
SYOG	66006S002	1	7342	66006S004	1	0.8	3.8	0.6	VLBI
SYOG	66006S002	1	SYPB	66006S003	1	9.9	1.7	-2.4	DORIS
TSKB	21730S005	3	7345	21730S007	1	-2.9	-0.8	-3.0	VLBI
KGNI	21704S005	1	7308	21704S002	1	-1.9	-6.0	34.8	SLR

Out of 183 local tie vectors,

3 vectors better than 1 mm (3D), 13 vectors better than 3 mm (3D)

Median at 10 mm (3D)

Lots of tie-missing sites!

Challenges

Easy access to reference points. Frequent, accurate measurement.

Precision (weight) handling.

Or discard it?

課題：各種物理モデル (1)

With or without? To be solved for?

**Various loading effects, GIA, Geocenter motion,
Various acceleration models, Systematic offset, ...**

Model error/difference

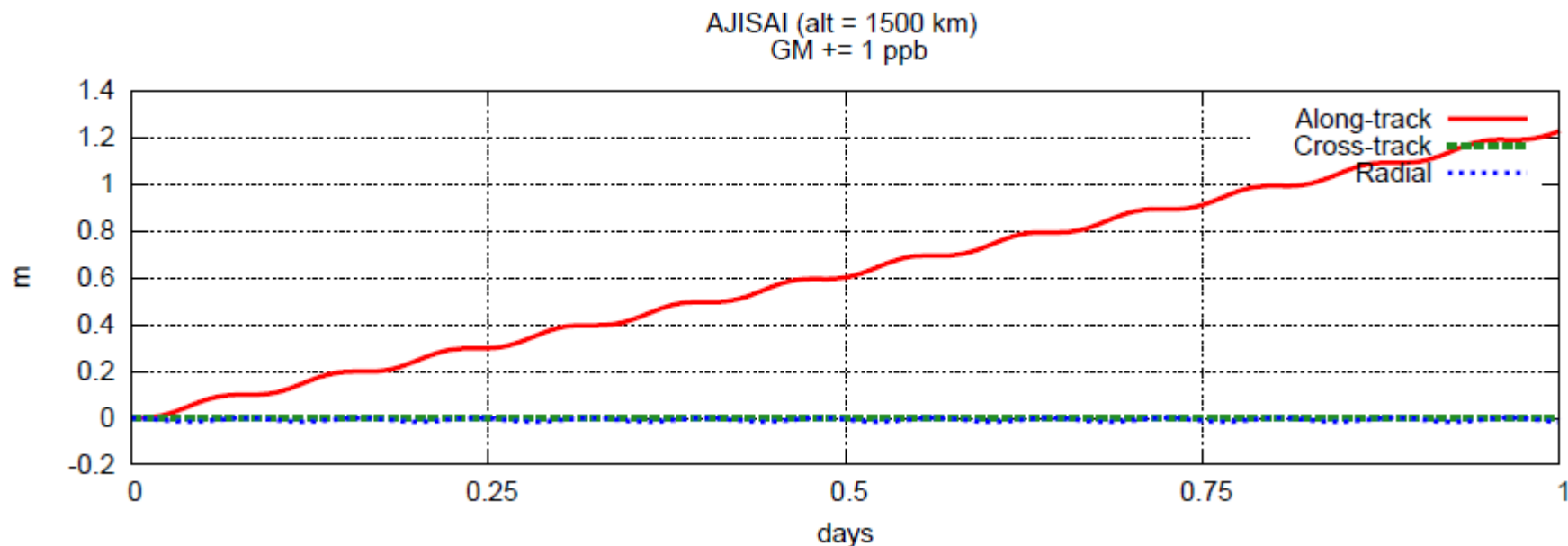
**Ocean loading, Gravity field (incl tidal effects),
Various acceleration models, Atmospheric delay**

課題：各種物理モデル (2)

軌道生成の例：定数GM

1 ppb の誤差を与えて軌道生成
他の推定パラメータとの相関

(Advantage for VLBI!)



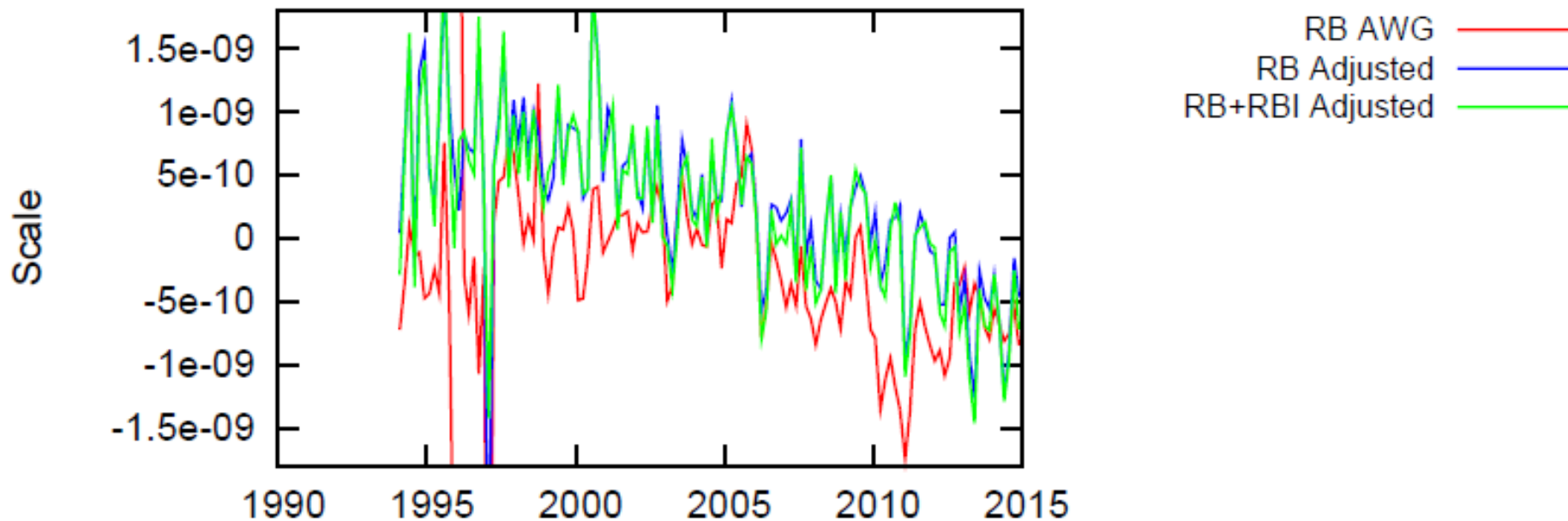
(Otsubo, 2014)

課題：各種物理モデル (3)

SLR (LAG1+LAG2) long-term TRF Scale の例:

レンジバイアスの推定 **Off**→**On** **+0.4 ppb**

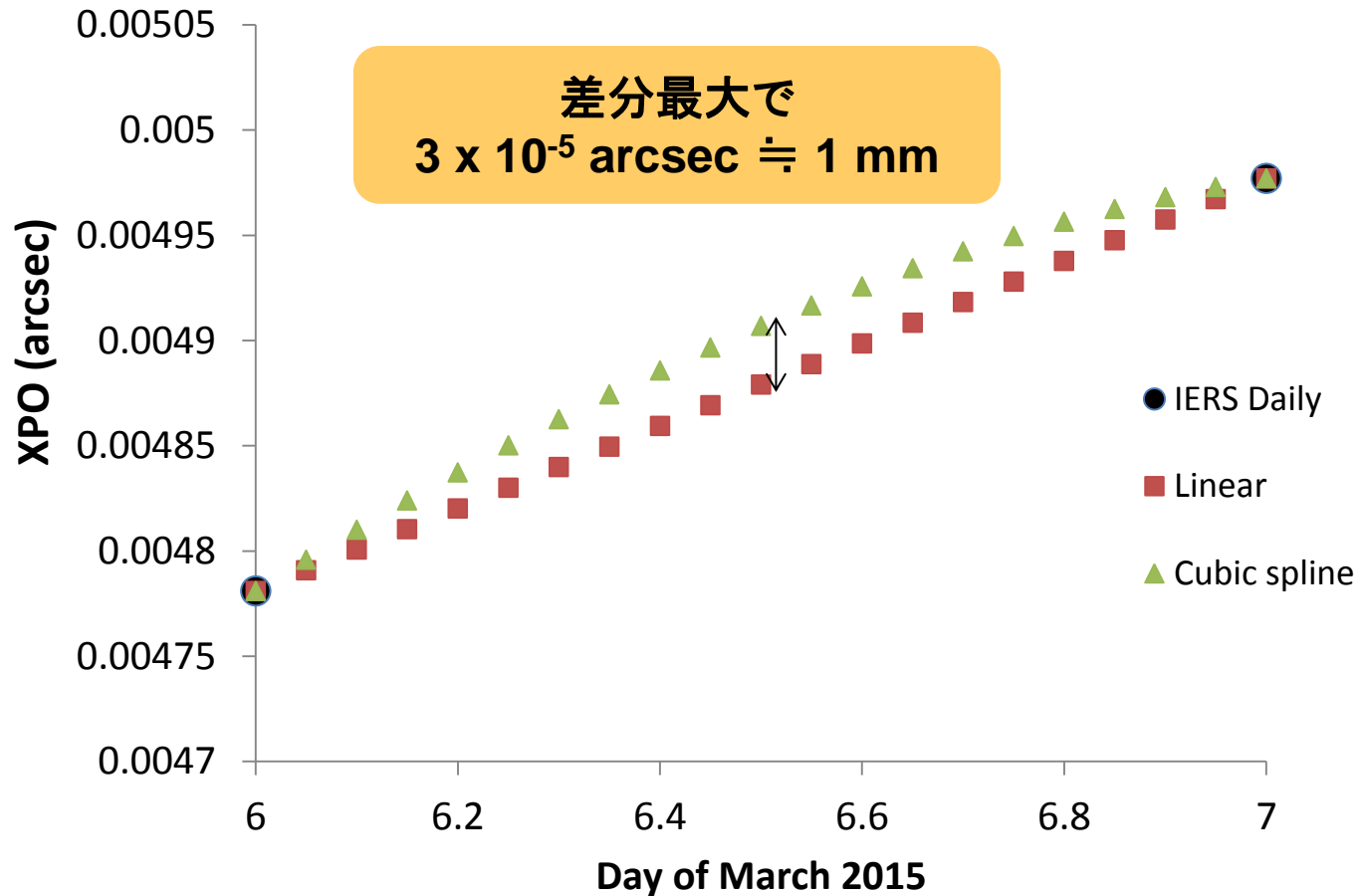
強度依存レンジバイアスの推定 **Off**→**On** **-0.1 ppb**



(Otsubo, for IUGG & AOGS, 2015)

課題：数値計算

例：EOP 補間 (衛星軌道はより複雑)



課題：観測レベルでの統合

ITRF 現状

Combined **Long-term** solution: Pos, Vel & EOPs

IERS Combination Centers

Combined **Weekly** solution: Pos & EOPs

IVS CC
(VLBI)

ILRS CC
(SLR)

IGS CC
(GPS)

IDS CC
(DORIS)

Local tie

各 AC より各 technique の CC へ解を提出
Weekly solutions: Pos & EOPs

AC
(VLBI)

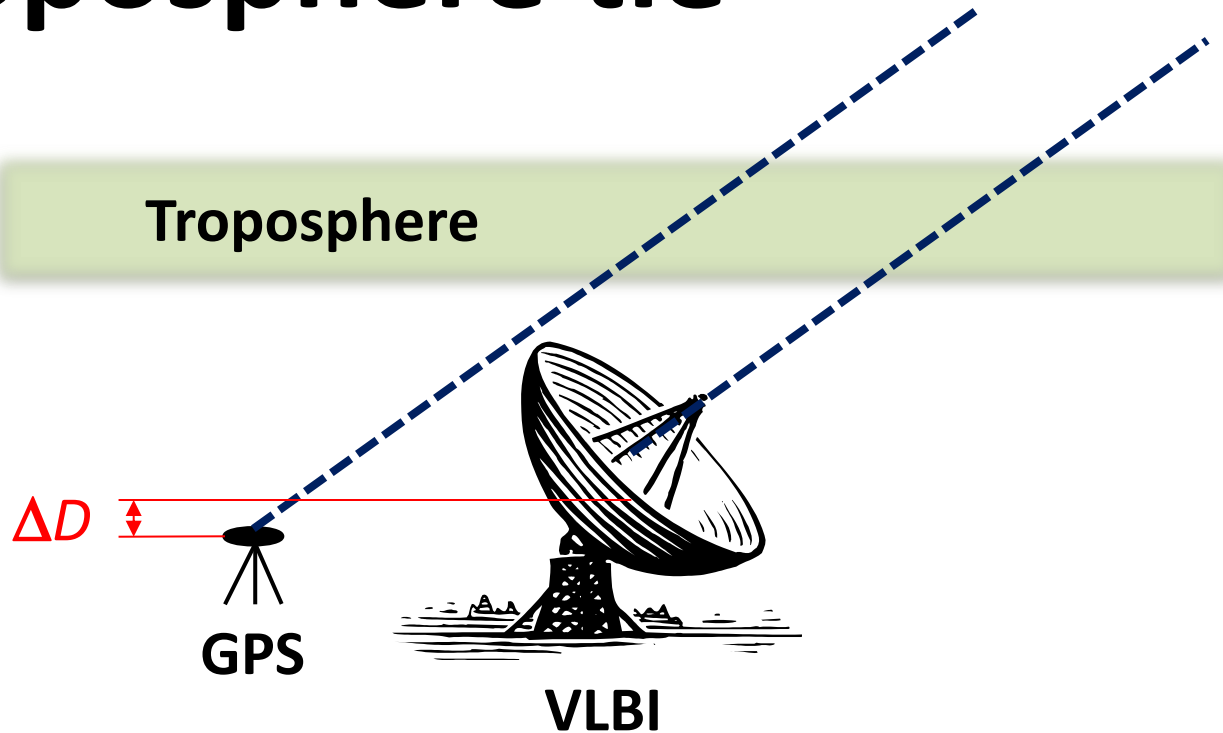
AC
(SLR)

AC
(GPS)

AC
(DORIS)



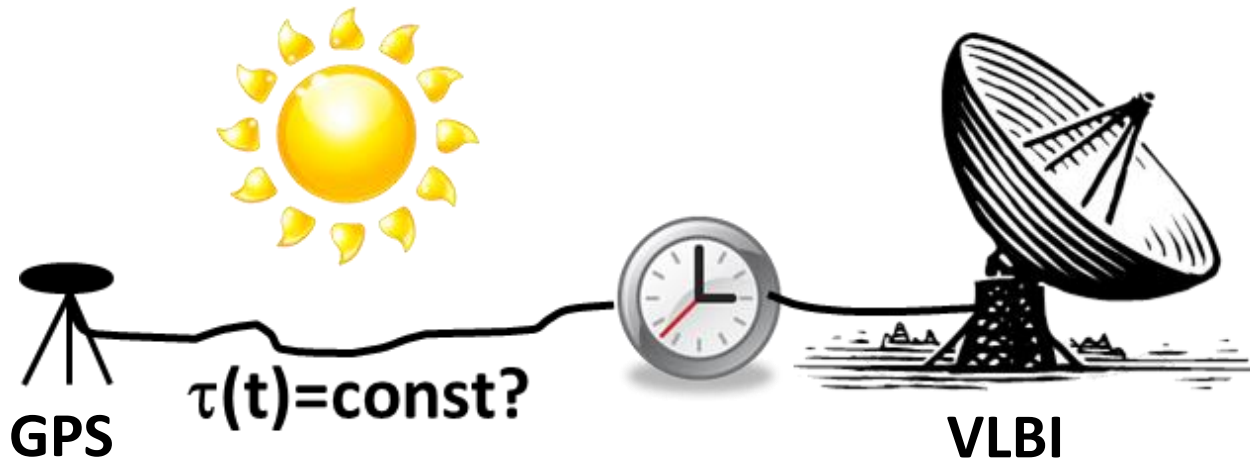
“Troposphere tie”



$$\tau_{GPS} = ZHD \cdot mf_h(\varepsilon) + ZWD \cdot mf_w(\varepsilon) + mf_g(\varepsilon) \cdot (G_N \cos \alpha + G_E \sin \alpha)$$

$$\tau_{VLBI} = \tau_{GPS} + \Delta D \cdot mf_h(\varepsilon)$$

“Clock tie”

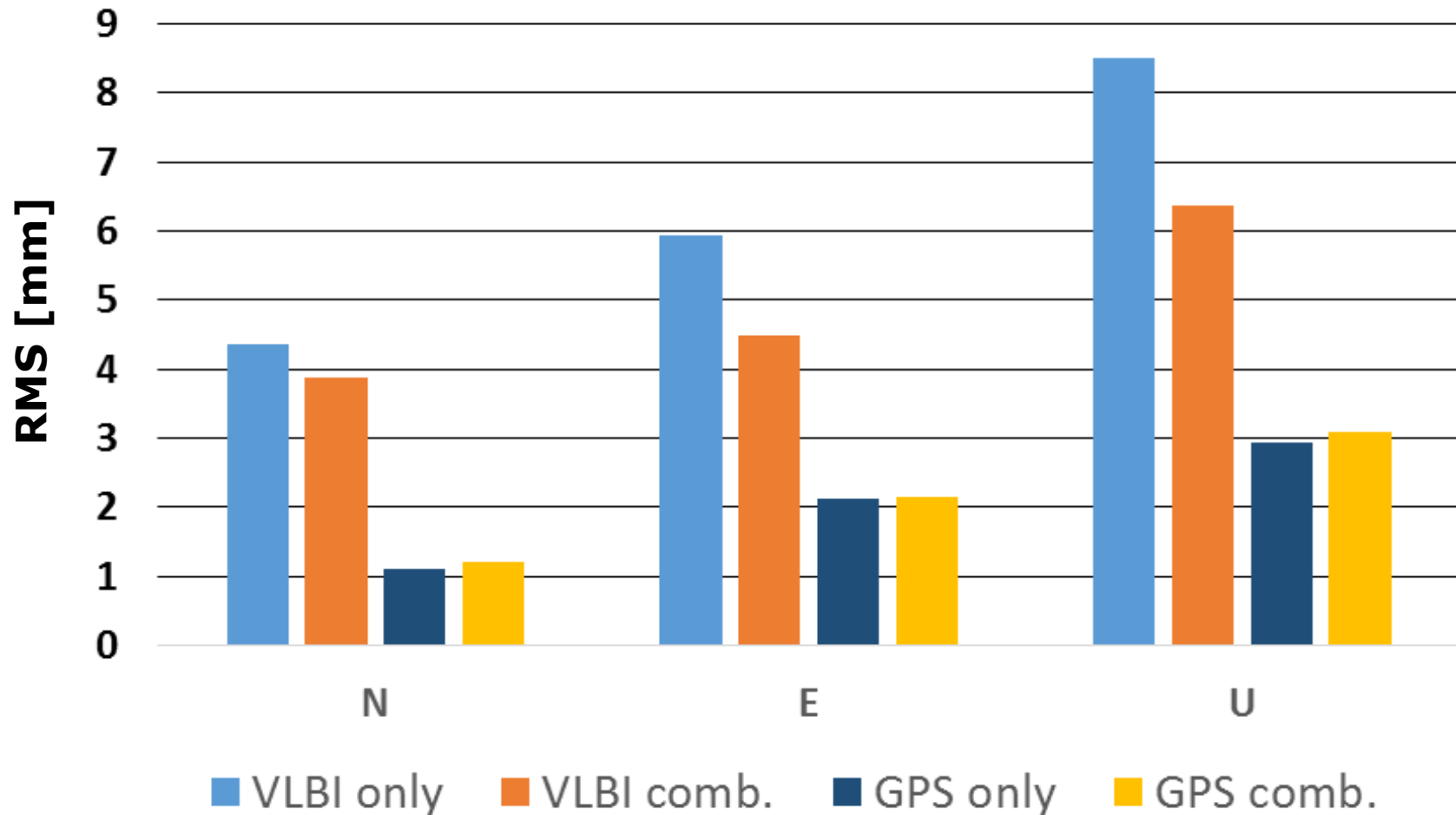


$$clock_{VLBI} = clock_{GPS} + \Delta L(t)$$

**Inter-technique
cable delay**

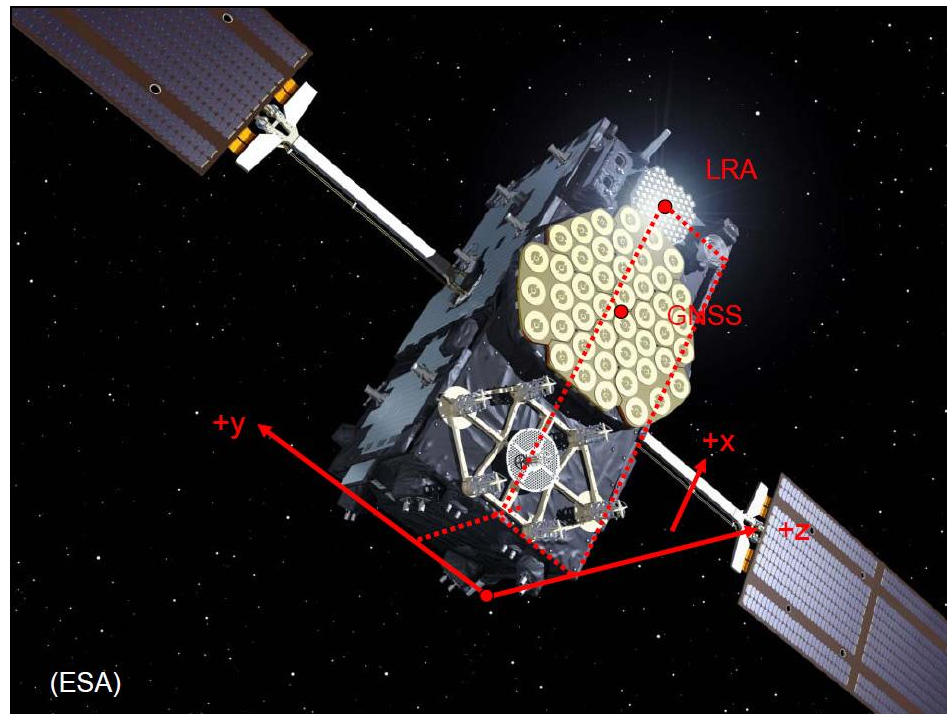
Station position repeatability

(Hobiger & Otsubo, Journal of Geodesy, 2014)



課題：観測レベルでの統合

“Space tie”



(Galileo IOV)



(JASON-2)

さいごに

誤差要因と課題はあちこちに

誤差の性質を知る

ランダム？ システマティック？

単発？ 蓄積？

解の統合

現スキーム(=各技術ごとに集約)は損をしている？

ITRF2014 では試験的に combined solutions 受け入れ

(ただし, 真値に近づくことと, 他の解と一致することは別物)

ゴールは近くない

1 m \rightarrow 1 cm は順調, 1 cm \rightarrow 1 mm は険しい