

e-VLBI による 日欧迅速UT1 計測実験

情報通信研究機構

関戸 衛、小山泰弘、瀧口博士、
近藤哲朗、市川隆一、原井洋明

国土地理院 栗原 忍、小門研亮

オーストラリア宇宙観測所 Rüdiger Haas

メツアホ'電波観測所 Jouko Ritakari, Ari P. Mujunen

地球回転パラメータとは？

CRF: Celestial Reference Frame (宇宙の座標系)

TRF: Terrestrial Reference Frame (地上の座標系)

$$[CRF] = Q(t)R(t)W(t)[TRF]$$

Q(t): Precession-Nutation model (歳差章動)

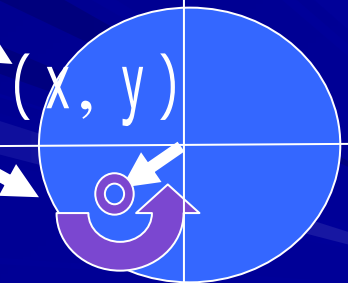
回転軸の空間運動を記述する

R(t): Earth Rotation (UT1-UTC含む)

回転軸の周りの回転を記述する

W(t): 極運動 (Wobble, x,yパラメータ)

回転軸の形状軸の周りの運動を記述する



地球姿勢パラメータ(x,y,DUT1) はなぜ重要か？

■ 深宇宙探査機ナビゲーション

- 1 AU (1.5×10^{11} m) 先で10マイクロ秒 (0.15 mas) = 100 m まで行けば、火星で大気ドラッグブレーキが使える
- 2005年Deep Impact(彗星), Mars Global Surveyor(火星)のためUT1 INT2セッションが活用された。

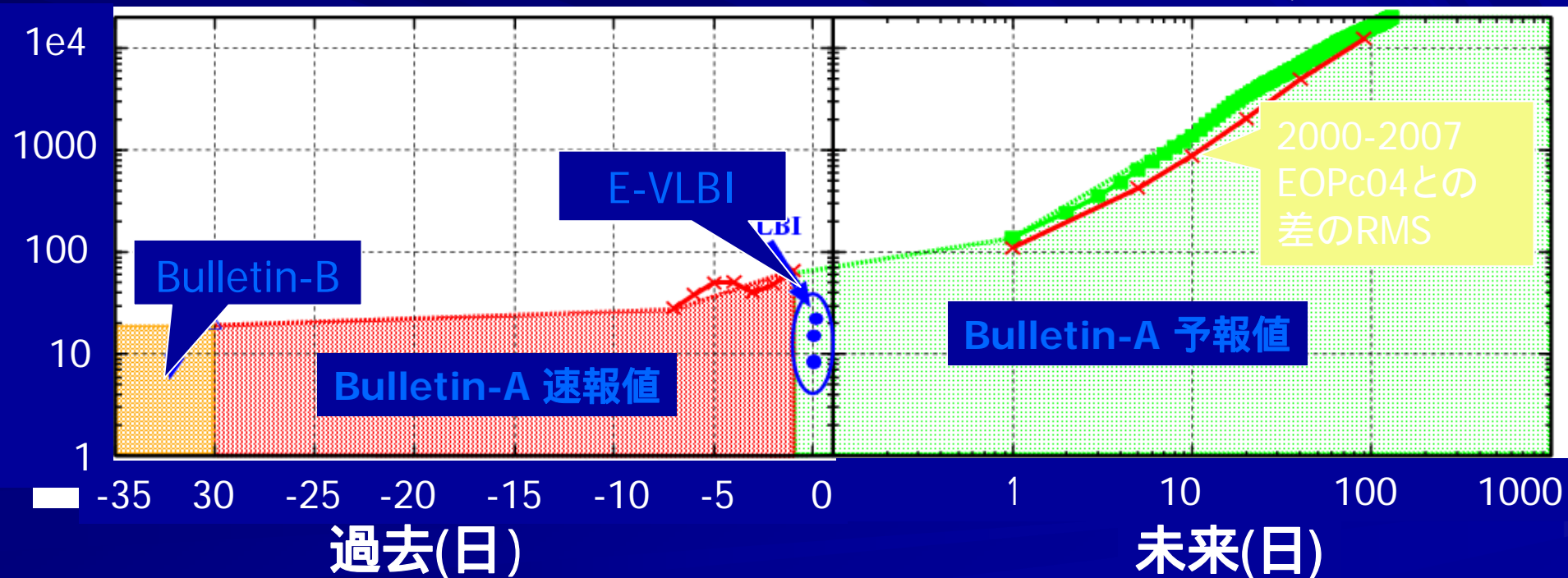
■ IERS

- E-VLBI による迅速解がBulletin-Aの精度向上に役立っている。

現在、IERSから発行されている UT1の精度

最終値 ~ 20マイクロ秒
予報値 ~ 50マイクロ秒以上

Bulletin-A/BのUT1 - UTCの不確かさ (μsec)



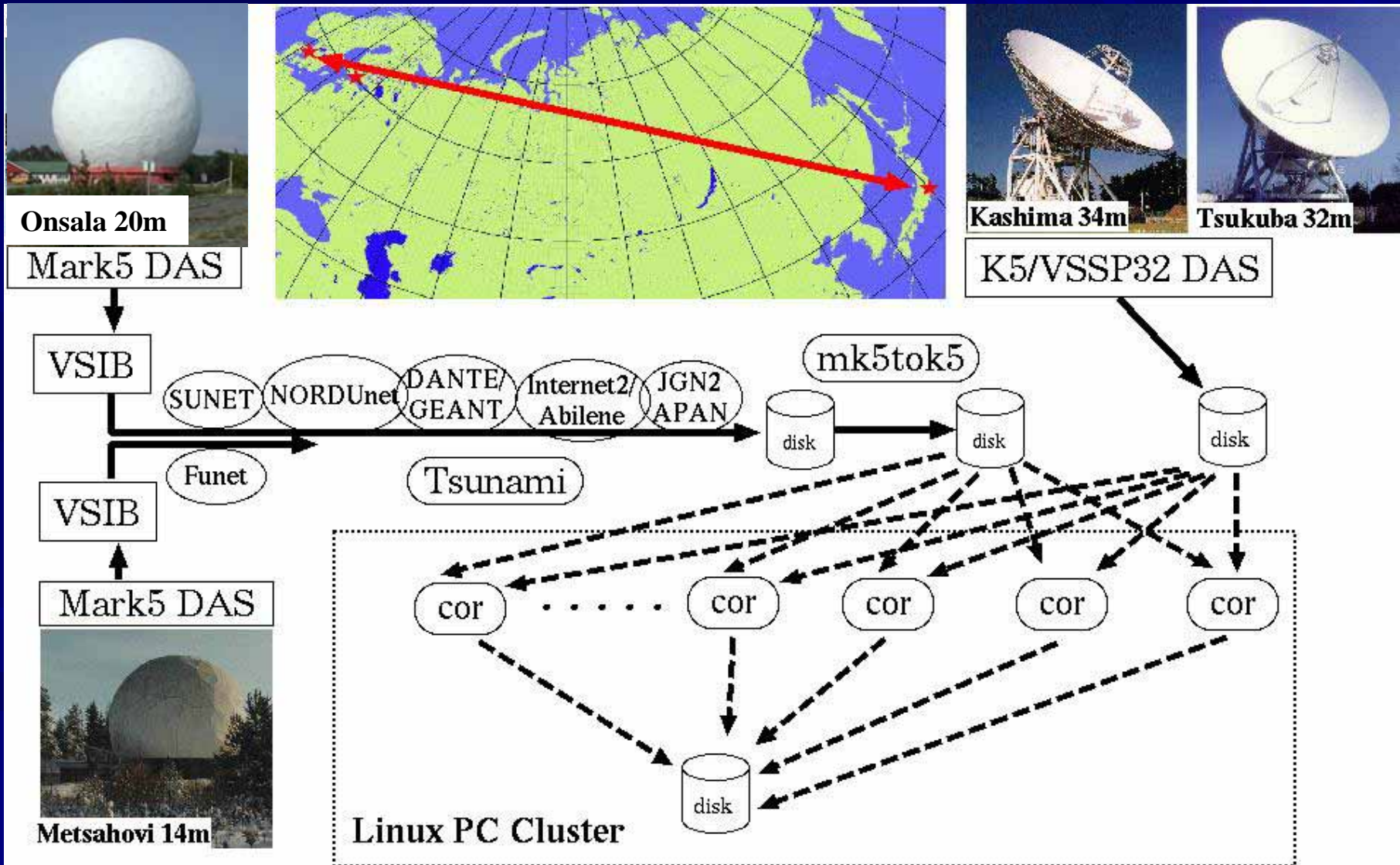
IVS Intensive VLBI実験

- INT1 (Wettzell-NRAO20/Koikee/Westford)
 - 1997年1月～現在, (月、火、水、金)
- INT2(Tsukuba-Wettzell)
 - 2002年7月～現在, (土、日、月)
- IVS(International VLBI Service for Geodesy and Astrometry)のUT1を最小の遅延で算出することを目的として運用中。
- データ伝送から相関処理まで1-2日、解析まで含めて3日程度かかっている。

E-VLBIによるUT1計測実験

- 高速ネットワークが利用可能な観測局
 - 鹿島(1Gbps)、つくば(1Gbps)、オンサラ(1Gbps)、メッツアホビ(10Gbps)
- UDPベースの高速データ伝送プロトコル
 - Tsunami, VIS-E
- K5/VSSP32とMark5
 - ソフトウェアによるデータ変換、相関処理
- 今回30分以内のUT1計測成功
 - 今後自動的なデータベース作成・解析を目指す。

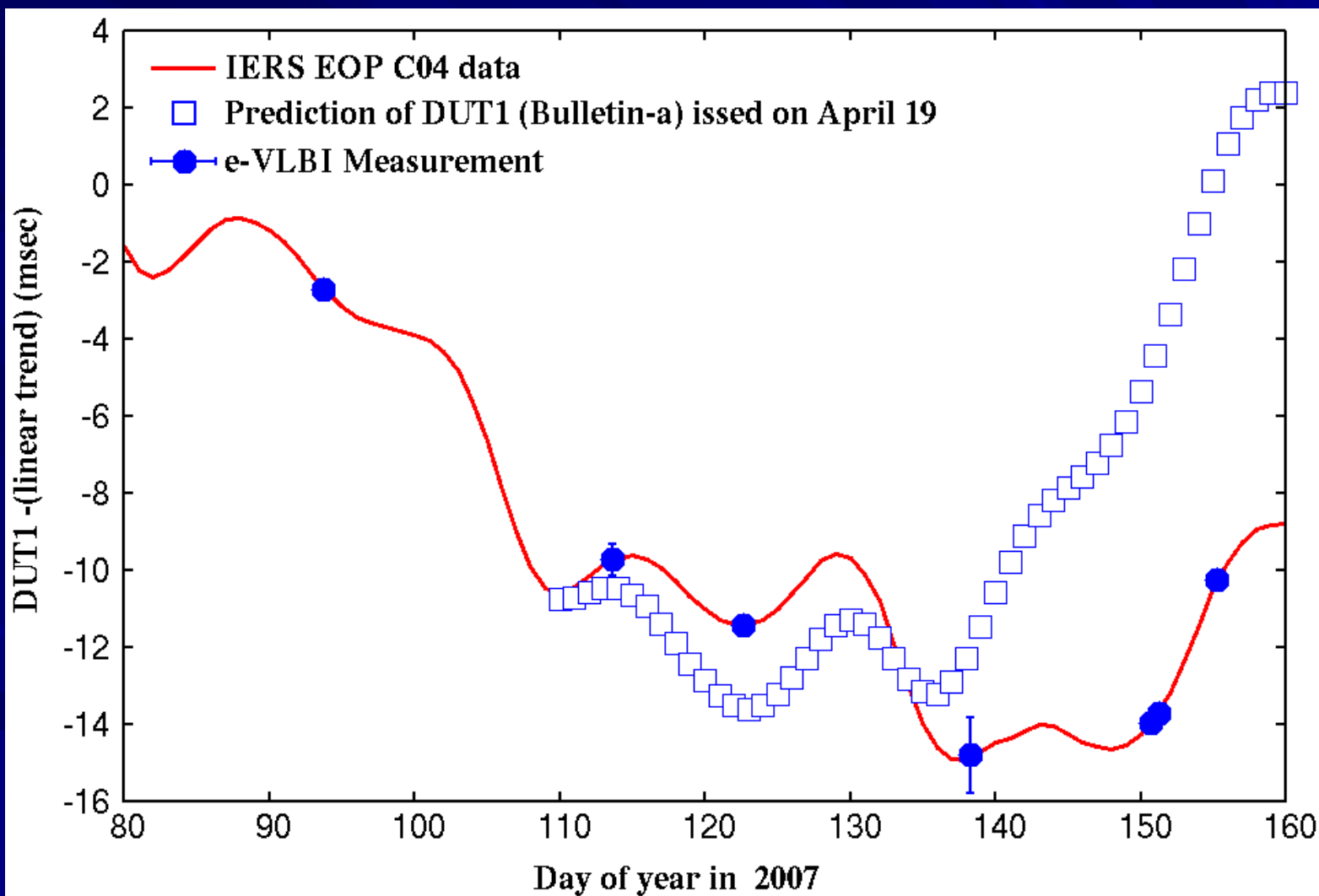
日欧e-VLBI実験の構成



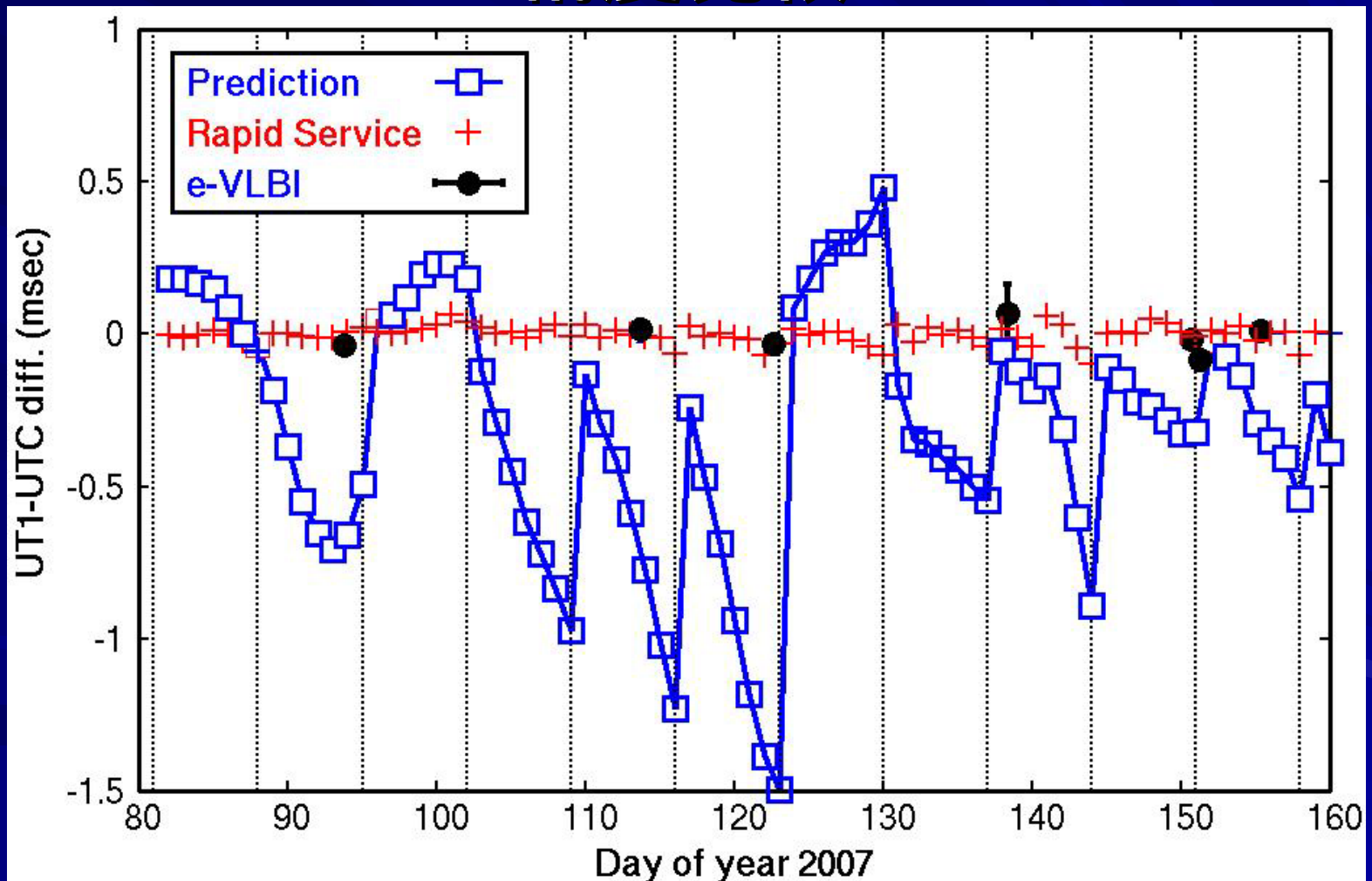
2007年4月から6月までの観測結果 ～ 5月末に30分を切る記録達成 ～

日付	基線	UT1-UTC (msec)	UT1-c04 (μ sec)	Fromal Error (μ sec)	遅延
4/3	Ks-On	-69.6044	-38.5	8	--
4/23	Ks-On	-98.4422	15.0	41	1時間35分
5/2	Ks-On	-110.0189	-30.4	16	--
5/18	Ks-Mh	-130.5832	67.5	98	2時間38分
5/30	Ks-On	-143.2703	-14.7	9	<u>28分</u>
5/31	Ks-On	-143.7011	-83.5	8	--
6/4	Ks-On	-144.6447	13.1	6	<u>31分</u>

IERS EOPc04と予報値、e-VLBI の比較

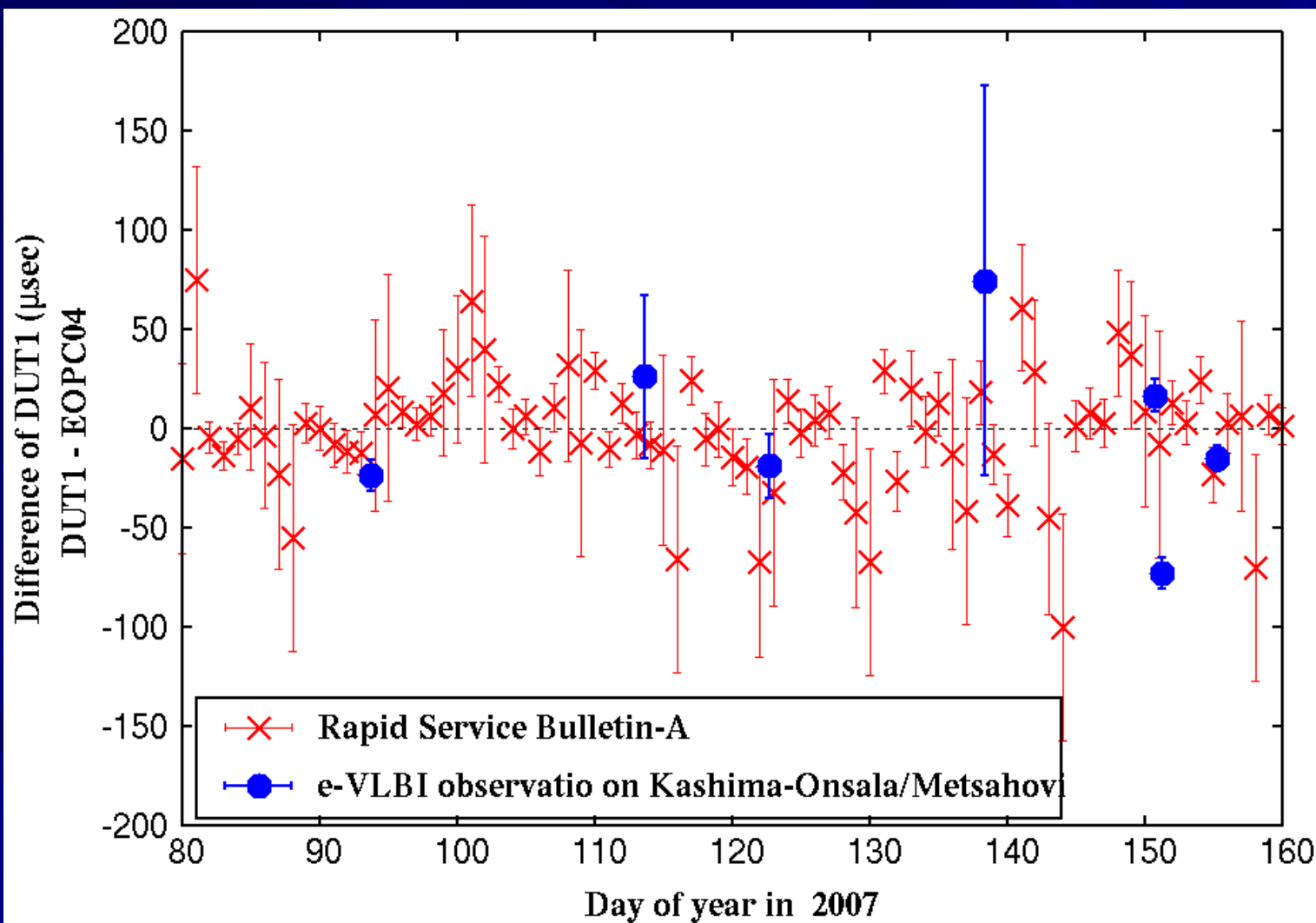


リアルタイムユーザとして見た UT1-UTCの予報値、速報値、e-VLBIの 精度比較



EOPc04データとの差

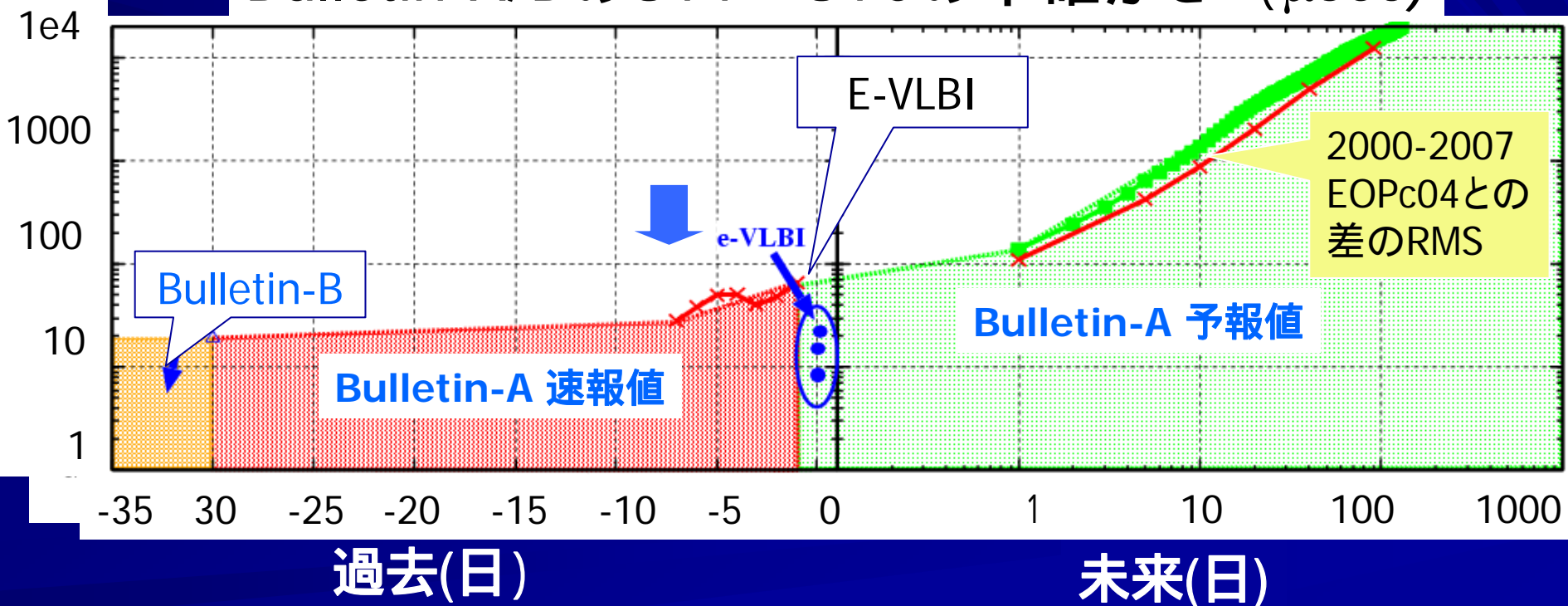
IERS Bulletin-A速報値とe-VLBI



UT1計測の迅速化は、UT予報値の改善の基礎データとなる。

3日後 ~ 400マイクロ秒
1日以内 ~ 100マイクロ秒以下

Bulletin-A/BのUT1 - UTCの不確かさ (μsec)



まとめ

- 高速ネットワークを使ったVLBI観測(e-VLBI)により、観測後30分以内にUT1 - UTCの算出が可能になった。
- UT1の計測精度はEOPの速報値と同程度
 - 30 - 40マイクロ秒
 - $\text{RMS}(\text{e-VLBI-EOPc04}) = 34\text{usec}$

E-VLBIの実験を行う観測局



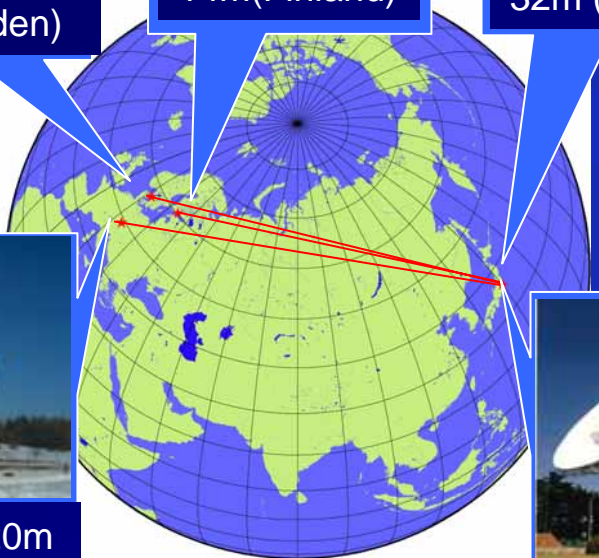
Onsala
20m(Sweden)



Metsähovi,
14m(Finland)



GSI つくば
32m (Japan)



Wettzell 20m
(Germany)



NICT 鹿島
34m (Japan)

Station name	Network speed
Kashima(Japan)	>1Gbps
Tsukuba(Japan)	> 1 Gbps
Metsähovi(Finland)	~ 10Gbps
Onsala(Sweden)	~ 1 Gbps
Wettzell(Germany)	~ 600Mbps