

e-VLBIの応用 —地球回転計測—

関戸 衛、小山泰弘、近藤哲朗、木村守孝、滝口博士、市川隆一 (NICT/光時空標準グループ)
 藤咲淳一、小門研亮、高島和宏 (国土地理院)
 徐蘇鋼、原井洋明、池田貴俊、平原正樹 (NICT/ネットワークアーキテクチャグループ)

★ UT1の精度とタイムラグ

地球上の座標系 (ITRF) と天球座標系 (ICRF) を接続するために重要な地球回転パラメータの一つであるUT1は、VLBIだけが長期に安定して計測可能であることが知られている。精密な軌道が必要とする衛星ミッションや深宇宙ミッションでは、**迅速で正確なUT1計測値**が求められており、地球回転と基準座標系を提供するIERSにおいても、1月おきに発行される最終解Bulletin-Bと、その予報値 (Bulletin-A) の他に、VLBI、GPS、SNRなどの宇宙測地観測から数日~1週間程度遅れて算出する高速解を毎週公表している。

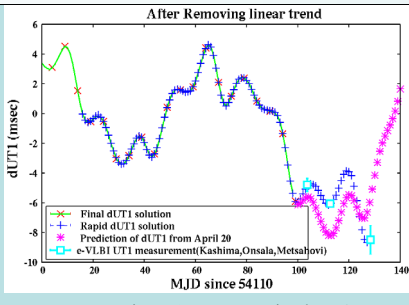
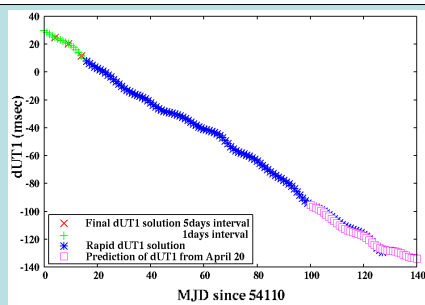


図1a UT1の計測値及び予報値 (最終解、速報解、予報値)

図1b 1次のトレンドを除いたUT1の最終解、速報解、予報値、と4-5月に行ったe-VLBIによる計測結果(表2)

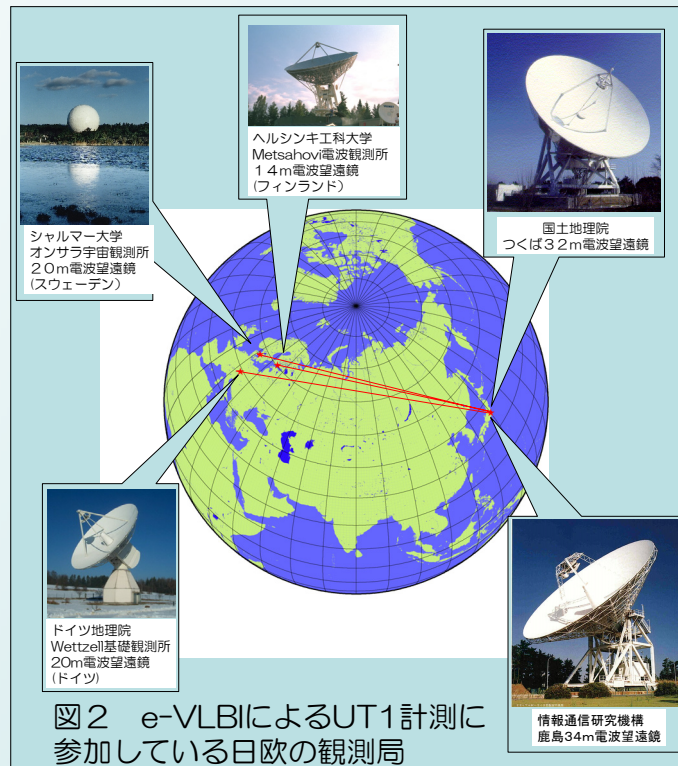


図2 e-VLBIによるUT1計測に参加している日欧の観測局

★ e-VLBIによるUT1計測

NICTと国土地理院は、米国MITヘイスタック観測所、ドイツウェッツェル観測所、スウェーデンオンサラ観測所、及びフィンランドメツアホビ観測所などと共同で、高速ネットワークを使ったe-VLBIによるUT1計測の高速化の技術開発を行っている。e-VLBIでは記録系にPCを基本とするシステムを採用しており、従来のVLBIにない以下のような特徴を持つ。

- A) **VLBI機種互換性が大幅に改善**: ネットワークを介することで記録媒体、記録システムに依存せず、データ変換が容易に実現可能。
- B) **データ輸送・処理の迅速化・自動化**: PC上のプログラム制御によりほぼ全ての処理を自動化することが可能。
- C) **リアルタイム化**: 高速ネットワークを介して観測と同時にデータ転送、相関処理を行うことが可能。
- D) **ソフトウェア相関処理**: ソフトウェアでの相関処理が可能になったため、特殊なアルゴリズムのデータ処理でも対応が容易で、近似でなく理論値により近い計算が可能になった。

これらの特長を生かし、欧州のMark5観測システムと日本のK5観測システムを使って協同観測を行い、データ伝送・処理の高速化の実証実験を行っている(表1)。これまでのところ、オンサラ、メツアホビとのe-VLBI実験ではUDPをベースとした**Tunamiプロトコル***2を使って600Mbps上のレートでデータ伝送できることを確認しており(表2)、計測精度はUT1の速報解をしのぐ高い精度の計測結果が得られている。今後Tunami以外にもRTP/RTCPを使ったVSI-Eに対応したプロトコルの実証実験なども行っていきたいと考えている。

Bulletin-Aの予報値は発行日から1年先までの地球回転を予測しているが、精度は1日後で100μ秒以下とされており、時間と共に指数関数的に精度が劣化する(図2)。UT1速報解は観測データ取得日から解の発行日まで地球の大気角運動量などのデータを使った予測値が使われており、発行日当日の値に近いほど精度は悪く、典型的には1日後で60マイクロ秒程度の精度である(図2)。速報解の時間的ボトルネックは観測からデータ解析までのタイムラグが数日間あるためであり、**e-VLBIはこのタイムラグを劇的に改善し**、準リアルタイム(観測から30分程度の後)にUT1推定値を得ることが可能である。e-VLBI技術をUT1計測に利用することで、速報値の精度・時間共に大幅に改善することが期待される。

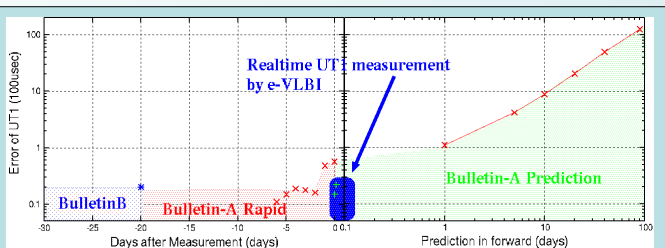


図2 UT1の精度とタイムラグ。最終解 (Bulletin-B)、速報解 (Bulletin-A) と予報値 (Bulletin-A) のUT1精度とタイムラグの関係(右側は両対数、左側は方対数のグラフとなっている)を模式的に示している。

表1 今年実施したe-VLBIによるUT1実験*1

Exp code	Date	Observation Time (UT)	Data Rate (Mbps)	Stations	Result
U7085a	26 March 2007	13:00-14:01	256	Kashima, Onsala	Failed due to scheduling miss
U7085b		14:30-15:31			
U7093a	03 April 2007	02:15-03:17	256	Kashima, Onsala	Successful
U8093b		03:30-04:34			
U7113	23 April 2007	15:00-16:00	128	Kashima, Onsala	Successful
U7122	02 May 2007	14:30-15:30	128	Kashima, Onsala	Successful
U7138	18 May 2007	08:00-09:00	128	Kashima, Metsahovi	Almost Failed But UT was measured

表2 VLBI観測局の回線整備状況 (2007年5月20日現在) 欧州でも数百Mbpsのデータレートで接続できる観測局が増えており、国際的なe-VLBI実験は今後益々盛んに実施されるであろう。

観測局	回線速度
鹿島	>1Gbps
つくば	>1Gbps
Metsahovi	~10Gbps
Onsala	~1Gbps
Wettzell	~600Mbps

謝辞 e-VLBIの実現のために貢献して頂いた多くのネットワーク関係者に感謝します。

Thanks to



*1) つくば32-Wettzell局で毎週行っているIntensiveセッション以外の実験

*2: Tunamiプロトコルはインディアナ大学が開発し、現在はMetsahovi観測所が保守を行っているUDPベースのプロトコル。