

VLBI グローバル解析による地球姿勢パラメータの高精度決定 Highly Precise Determination of Earth Orientation Parameter by VLBI Global Solutions

測地部 小門研亮・町田守人・高島和宏
Geodetic Department Kensuke KOKADO, Morito MACHIDA and Kazuhiro TAKASHIMA

要 旨

国土地理院は世界測地系の維持や、そのために必要な地球姿勢パラメータの決定等を目的として、国際 VLBI 事業 (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry; IVS) の枠組みの下、国際および国内超長基線測量を実施している。現在では年間 150 回余りの測量を実施しており、それらの観測データを一次解析したのち、IVS にデータベースを提供している。一次解析では基準局を固定したときの相対的な各観測局位置等を決定することはできるが、地球内での位置を決める地球基準座標系における観測局の三次元座標を決定することはできない。地球基準座標系 (TRF) における三次元位置を高精度に決定するには、地球自転速度 (UT1) などを含む地球姿勢パラメータ (Earth Orientation Parameter; EOP) も同時に求める必要がある。この地球姿勢パラメータと地球基準座標系における観測局位置を決定するために必要なのが、複数の観測データベースを用いて行うグローバル解析である。国土地理院では平成 14 年度よりグローバル解析に取り組んでおり、その手法を確立し、決定精度を向上させてきた。

グローバル解析を実施するには、一次解析された世界中の観測データベースが多数必要である。IVS のデータセンターでは 1979 年から 2006 年現在までに 6000 回以上の観測データベースが蓄積されている。今回のグローバル解析では、1980 年から 2006 年 6 月までの VLBI 観測データベースをダウンロードして解析し、地球姿勢パラメータや日本周辺観測局の三次元座標を高精度決定した。また、2005 年 9 月には IVS の下、15 日間連続観測である CONT05 観測が実施され、つくば VLBI 観測局もこれに参加した。この CONT05 観測データをグローバル解析することによって、通常の観測データベースからは得られない 15 日間の詳細な地球自転速度の短期変動を求めた。この短期変動をさらに調査することで地球の大気運動など、地球回転速度を変化させるメカニズムとの関連性を追及することができると思われる。

1. はじめに

国土地理院のつくば VLBI 観測局では、週一回の 24 時間国際観測、土日の 1 時間国際観測 (INT02 観測)、そして、その他の国土地理院 VLBI 観測局であ

る新十津川局・始良局・父島局とともに、月 1 回の 24 時間国内観測 (Japanese Dynamic Earth observation by VLBI; JADE 観測) を実施している。INT02 観測は UT1 算出を、24 時間観測は EOP (地球自転速度・極運動など) や TRF (地球基準座標系) を求めることを目的として行われる。これらの観測データは相関局で相関処理・一次解析された後、IVS によって、世界中の観測データとともに蓄積・管理されている。

今回、これらの VLBI 観測データをダウンロードし、全地球的に解析 (グローバル解析) することで、天球座標系 (CRF) における EOP や日本周辺の観測局位置・速度場を高精度決定する。また、地球自転速度はこれまで 1 日に 1 点しか求められておらず、1 日以内の短期的な変動は検出されていないが、15 日間連続観測である CONT05 のデータをグローバル解析することで地球回転速度の短期変動検出を試みる。本報告では、グローバル解析の概要・手法とともにその結果と今後の展望を述べる。

2. 地球姿勢パラメータ (EOP) について

2. 1 VLBI と EOP

EOP とは、地球の外 (天球座標系; CRF) から地球を見た場合の地球の自転速度 (UT1)、地球の自転軸の天球に対するふらつき (歳差・章動)、自転軸の地球表面に対する動き (極運動) を記述したパラメータである。VLBI は地球重力場に依存しない電波源を観測し、地球基準座標系 (TRF) の位置を推定する測量技術であるため、この 2 つの座標系を結びつける回転行列として EOP を推定することができる。VLBI は EOP を測ることができる数少ない測量技術の 1 つであり、この EOP を正確に求めることによって、TRF に基づいた正確な観測局位置を求めることが可能になる。

2. 2 UT1 について

協定世界時 (Coordinated Universal Time; UTC) は、全世界で共通して使用されている時系である。日本の時刻基準である日本標準時 (Japan Standard Time; JST) は UTC に 9 時間を加えたものである。UTC は 1 秒を精密に刻む原子時計の時刻 (国際原子時; International Atomic Time; TAI) により実現さ

れている。しかしながら、このTAIは常に一定のリズムで時刻を刻んでいくが、地球の自転速度は一定ではないため、地球自転とUTCは徐々にずれている。この地球自転を反映した時系がUT1である。

UT1は平均太陽の位置とその地点の経度から計算した時間に極運動の影響による経度変化が補正され、VLBIなどで1日毎の値が求められる。数年間の長いタイムスケールで見ると、UT1はUTCに比べ、遅くなっていく傾向が見られている。従来は、VLBI運用スケジュールの関係上、数日間にわたり連続的に観測することが難しかったため、1日より短いタイムスケールでの連続変動検出は困難であった。

3. CONT05 観測

CONT05とは、2005年9月12日～27日にIVS主導で行われたVLBI連続観測であり、世界の11観測局が参加した。国土地理院のつくばVLBI観測局は、アジア・オセアニア地域で唯一の参加観測局として観測を行った。このCONT05観測に参加した観測局は世界の中でも駆動速度の速いアンテナを有しているため、素早い電波源の切り替えにより、通常の観測よりも多くの電波源を観測した。

この15日間連続で高密度な観測データを解析することで、地球自転速度(UT1)の1日以内の短期変動を高精度に算出できる等の成果が期待できる。また、得られたデータを潮汐や大気の動きと比較することで、地球規模の気象変化や地球内部構造の解明に貢献するとともに、他の宇宙測地技術とも比較することで、GPSなどの宇宙測地技術全般の精度向上が期待できる。

4. グローバル解析について

4. 1 グローバル解析とは

VLBI観測データの解析は一次解析とグローバル解析の二段階から構成される。一次解析には1回のVLBI観測毎に、その観測の記録データのみ用いられ、観測に参加した観測局の位置座標などを求めることができる。一次解析による推定パラメータは次の通りである。

- 1) ある観測局位置を基準とした各観測局の相対位置
- 2) ある観測局の時系を基準とした他の観測局の時系変化
- 3) 全観測局の天頂湿潤大気遅延量
- 4) 基準局を含まない基線の時系補正值

これらのパラメータを求めたのち、観測毎の情報が含まれたデータベースが作成され、IVSに提供される。データベースはデータセンターですべて管理・蓄積されており、VLBIデータを解析する際には自由にダウンロードできるようになっている。現時点では1979年から2006年現在までの6000以上の観

測データベースがダウンロード可能である。

IVSからダウンロードした複数の観測データベースを一括して解析するのがグローバル解析である。世界中で行われた観測のデータをまとめて解析することで、全地球的な解析が可能になり、CRFに対して、地球がどのように動いているのかを示すEOPや各観測局の位置・速度場などを求めることができる。その他グローバル解析における推定可能なパラメータは次の通りである。

- 1) TRFにおける全観測局位置・速度場
- 2) CRFにおける電波源の位置
- 3) アンテナ軸オフセット
- 4) EOP(地球自転速度・極運動など)
- 5) 天頂湿潤大気遅延量
- 6) 基準局に対する他観測局の時系

1)から3)までのパラメータは解析の中で一つに決まる値であり、グローバルパラメータと呼ばれる。一方、4)から6)までのパラメータは解析に用いる観測毎に決まる値であり、セッションパラメータと呼ばれる。このほか、各観測局間の基線長を求めることができる。この基線長は解析する観測ごとに求まるものなので、国際観測で同時観測を行った観測局との基線長変化を知ることができる。

4. 2 グローバル解析手法

国土地理院でのグローバル解析には、NASA/GSFC開発のVLBI解析ソフトウェアであるCALC/SOLVEを使用している。このCALC/SOLVEは今年4月にアンテナ軸オフセットの計算法などを改良したバージョンアップ版が作成されたため、この新バージョンCALC/SOLVE release 2006.5.6をインストールし、解析を実施した。解析データベースは、新しい観測データが更新されるたびにIVSからダウンロードし、スーパーファイルと呼ばれる専用のファイルに変換する。解析条件等はコントロールファイルと呼ばれるファイルに記述する。コントロールファイルに記述する内容は主に次の通りである。

- 1) 解析全般の方針設定
解析方法の選択・解析様式など
- 2) 推定するパラメータの選択
- 3) 出力パラメータの選択
- 4) 使用するデータベースの選択
- 5) アプリオリファイルの設定
- 6) 拘束条件の設定
電波源位置・速度、観測局位置・速度など
これらの解析条件を考慮し、解析を行う。

4. 3 今回の解析について

1時間観測はUT1決定のみを目的として観測設定されているため、その他のパラメータ(観測局位置

等)について解析することができない。そのため、グローバル解析では 24 時間観測の解析と 1 時間観測の解析の二つに大きく分けられる。また、15 日間連続観測であった CONT05 の解析については、通常のグローバル解析に比べ、求めるパラメータの時間分解能を上げるため、別途解析を行った。各々の解析条件は次の通りである。

4. 3. 1 24 時間観測解析 (gsi2006b)

使用した観測データベースは 1980 年～2006 年 6 月までの 4085 観測である。この観測の中には、18 時間に満たなかった観測などの観測精度の悪い観測は除いてある。また、EOP を求めるにあたって、日本国内のみでの観測のようなネットワークの小さな観測は EOP 値を正確に求めることができないため、EOP 値を前後の観測から補間することとした。主な解析条件を表-1 に、拘束条件を表-2 にまとめる。

表-1 解析条件 (gsi2006b)

データ期間	1980. 4. 11～2006. 6. 13	
セッション数	4085 セッション	
推定パラメータ (グローバル)	観測局位置・速度場 電波源位置	
推定パラメータ (セッション)	章動・極運動 UT1-TAI 天頂湿潤大気遅延量 時系の相対変化量	
アприオリ値	電波源位置 観測局位置 極運動・UT1 章動	ITRF2000 Icrf-ext2 USNO finals IERS1996 model

表-2 拘束条件 (gsi2006b)

拘束対象	拘束値
天頂湿潤大気遅延量	5.0×10^{-11} (sec/hour)
時系変化	5.0×10^{-14} (sec)
大気勾配 (オフセット)	0.5 (mm)
大気勾配 (レート)	2.0 (mm/day)
極座標 (x, y : オフセット)	4.5×10^{-3} (arcsec)
極座標 (x, y : レート)	4.5×10^{-3} (arcsec/day)
UT1 (オフセット)	0.3 (sec)
UT1 (レート)	0.3 (sec/day)
観測局位置	1.0×10^4 (mm)
電波源位置	1.0×10^{-6} (rad)

4. 3. 2 1 時間観測解析 (int2006b)

使用する観測データベースは 1997 年～2006 年 6 月までの 2365 観測である。主に UT1 を推定する解析であるので、多くの値はアприオリファイルとして与えた値を用いる。推定するパラメータは UT1, 天頂湿潤大気遅延量, 時系の相対変化量である。1 時間観測の場合、観測基線がほぼ特定されており、観測毎の推定結果にばらつきが少ない。そのため拘束条件は設定していない。表-3 に解析条件をまとめる。

表-3 解析条件 (int2006b)

データ期間	1980. 4. 11～2006. 6. 13	
セッション数	2365 セッション	
推定パラメータ (セッション)	UT1-TAI 天頂湿潤大気遅延量 時系の相対変化量	
アприオリ値	電波源位置 観測局位置 極運動・UT1 章動	ITRF2000 Icrf-ext2 USNO finals IERS1996 model

4. 3. 3 CONT05 観測解析 (cont05)

15 日間のデータベースは 1 日ごとに作成されているため、15 組のデータベースを解析に用いる。解析条件は int2006b とほぼ同一であるが、地球自転速度の短期変動成分を検出することを目的とするため、UT1 を推定する間隔を 1 日に 1 点から、1 時間毎に 1 点求めることとしている。表-4 に解析条件をまとめる。

表-4 解析条件 (cont05)

データ期間	2005. 9. 12～2005. 9. 27	
セッション数	15 セッション	
推定パラメータ (セッション)	UT1-TAI 天頂湿潤大気遅延量 時系の相対変化量	
アприオリ値	電波源位置 観測局位置 極運動・UT1 章動	ITRF2000 Icrf-ext2 USNO finals IERS1996 model

5. 解析結果

5. 1 gsi2006b 解析結果

gsi2006b では 4085 観測の解析を行った。さまざまな推定パラメータのうち、ここではグローバルパラメータとして、観測局位置・速度場、セッションパラメータとして、極運動の解析結果を述べる。

表-5 は各観測局の TRF における位置座標の XYZ

成分である(元期=1997年)。また、地表での位置精度を見るため、表-6では上下(U)・水平(EN)成分の標準偏差を記した。

これらの表より、各観測局位置座標の標準偏差はmmオーダー以下であり、GPSなどの結果と比較して、TRFにおける位置が高精度で求められていることがわかる。この精度は各観測局で異なっているが、これは解析した観測にどれだけ参加しているか、いわゆる観測参加数に依存している(図-1)。そのため、とくに観測数の少ない観測局については、IVSに登録されているVLBI観測(国土地理院のJADE観測など)に参加することで、位置決定精度を大幅に上げ

ることができると思われる。

表-6では水平・上下成分の標準偏差を示した。結果を見ても分かるように、上下成分の精度は水平成分の精度と比較して、2倍近く低いことが分かる。これは、電波星からのマイクロ波が大気を通過する際に生じる湿潤大気遅延の補正が基線に対して垂直な方向、いわゆる上下方向に最も影響するためであると思われる。今回のグローバル解析では、この湿潤大気遅延の補正にモデルをアприオリ値として与えるのではなく、VLBI観測データから推定した値を用いている。

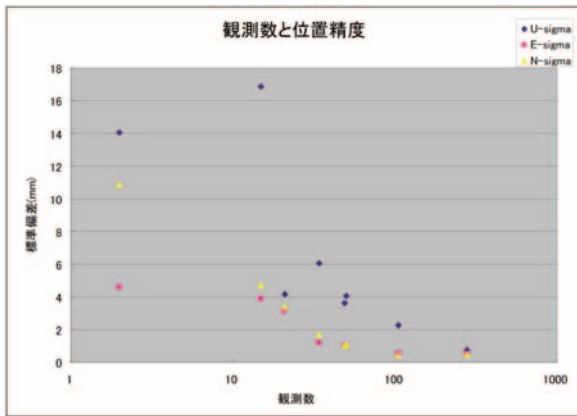
表-5 各観測局の地球基準座標系におけるXYZ位置座標(±は標準偏差)

観測局	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	解析観測数
つくば(32m) 国土地理院	-3957408781.53 ±0.75	3310229381.71 ±0.71	3737494818.23 ±0.83	278
父島(10m) 国土地理院	-4490618494.17 ±2.86	3483908173.55 ±2.41	2884899146.59 ±2.21	50
始良(10m) 国土地理院	-3530219327.23 ±2.48	4118797572.59 ±2.53	3344015863.53 ±2.27	49
新十津川(3.8m) 国土地理院	-3642142083.63 ±3.73	2861496672.13 ±3.05	4370361834.96 ±4.22	34
鹿島(34m) 情報通信研究機構	-3997649230.53 ±1.48	3276690758.93 ±1.29	3724278837.73 ±1.38	105
岐阜(11m) 岐阜大学	-3787123391.39 ±2.87	3564181770.69 ±2.88	3680275168.42 ±3.11	21
VERA 水沢(20m) 国立天文台	-3857241851.57 ±11.10	3108784786.80 ±8.98	4003900599.29 ±10.90	15
白田(64m) JAXA	-3855355363.73 ±9.82	3427427539.57 ±9.68	3740971238.85 ±12.05	2

*カッコ内はアンテナ直径

表一六 各観測局の地心直交座標における標準偏差

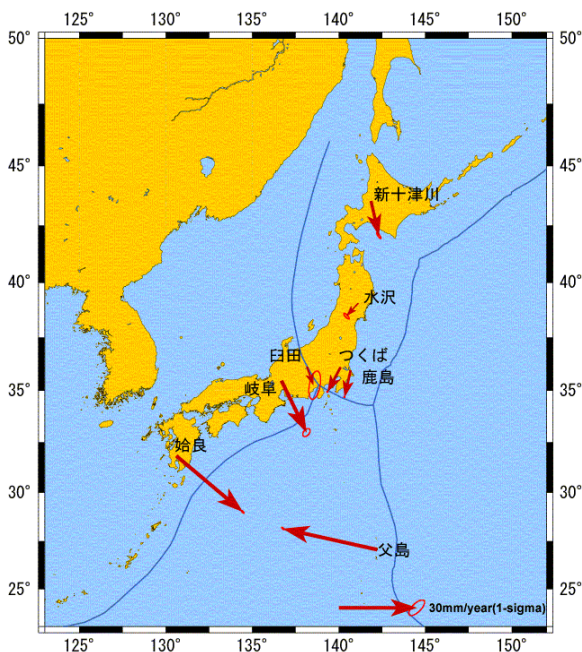
観測局	U-sigma (mm)	E-sigma (mm)	N-sigma (mm)
つくば	0.75	0.54	0.48
父島	4.09	0.98	1.07
始良	3.94	1.04	1.05
新十津川	6.07	1.18	1.66
鹿島	2.29	0.53	0.46
岐阜	2.17	3.12	3.43
水沢	16.88	3.92	4.71
白田	14.03	4.61	10.84



図一 観測数と位置決定精度

次に速度場の解析結果について記述する。速度場を水平成分のベクトルで示したものが図一2である。図一2における楕円は速度場ベクトルの誤差、標準偏差を示している。速度場の解析結果を数値で表したものが表一7である。標準偏差に注目してみると、白田局以外は1 mm 以内の精度で求めることができた。しかし、解析する観測数の少ない白田や水沢、岐阜などは国土地理院の観測局と比較して精度が低い。また、表一8のように観測の実施期間と比較すると、実施期間の偏っている観測局のほうが速度場推定精度が低いことがわかる。

VLBI horizontal velocity around Japan, solution 2006b

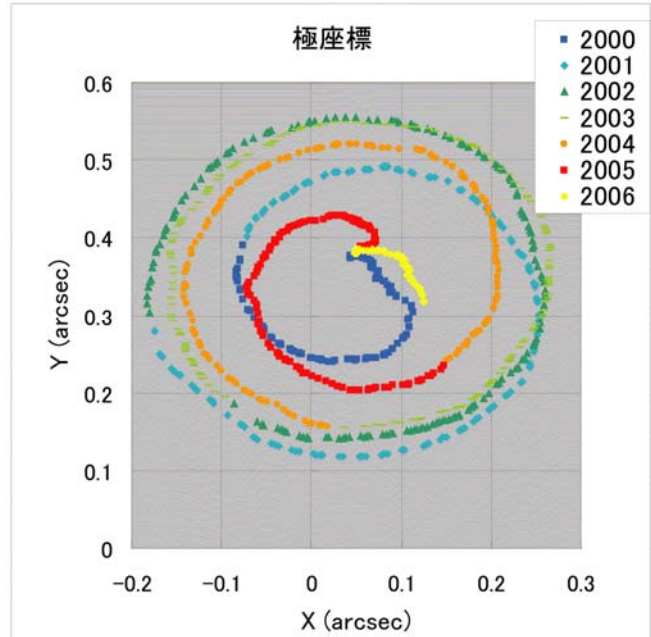


図一2 各観測局の速度場ベクトル (楕円はベクトルの標準偏差)

次に地球姿勢変動の1つである極運動の解析結果について述べる。gsi2006b で求められた極運動が図一3である。図一3は2000年1月から2006年6月までの極運動を北極付近で地表を貫く自転軸の変動軌跡で示したものである。求められた平均標準偏差は、およそ 2.0×10^{-3} [arcsec] であり、非常に精度よく求められている。極運動には365日周期と425日周期が存在し、365日周期は海流や大気循環の運動などによって変化するものと考えられており、425日周期はチャンドラー周期と呼ばれる地球楕円体の自由振動による運動である。図一3では、365日周期と425日周期によって、6年間でほぼ同じ動きに極運動が戻っている様子が見てとれる。このように高精度に見積もられたグローバル解析の結果と大気循環、海流等を比較することで関連性を見つけ出せる可能性がある。

表一七 各観測局の速度場詳細 (±は標準偏差)

観測局	EW (mm/year)	NS (mm/year)
つくば	-5.00±0.07	-9.54±0.07
父島	-36.25±0.15	8.08±0.16
始良	25.64±0.15	-21.70±0.16
新十津川	3.02±0.28	-13.32±0.39
鹿島	-4.66±0.06	-10.72±0.07
岐阜	9.68±0.46	-20.02±0.51
水沢	-4.59±0.36	-5.00±0.39
白田	2.50±0.75	-7.18±1.80



図一三 極運動の解析結果
X 軸のプラス方向がグリニッジ方面, Y 軸のプラス方向が東経 90° 方向を示す.

表一八 各観測局の観測実施期間 (解析に使用した観測のみ)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
始良																	
父島																	
新十津川																	
つくば																	
岐阜																	
鹿島																	
水沢																	
白田																	

5. 2 int2006b 解析結果

int2006b では 2365 セッションの解析を行い, UT1-TAI を推定した. 図一四は UT1-UTC の時系列グラフで, 縦軸の単位は秒である. 不連続になっているのはうるう秒の挿入があったためであり, 最近では 2006 年 1 月 1 日にうるう秒が挿入された.

このグラフより, 地球の自転が協定世界時 UTC に対して遅れをとっていることが分かる. しかしながらその遅れ具合は徐々に緩やかになっている. これまで, この地球自転の遅れによる UT1 と UTC との時刻差が 0.9sec 以上にならないようにうるう秒が挿入されていたが, このまま変化が緩やかになれば, 今後, うるう秒の挿入が必要でなくなるかもしれない.

図一四では, 10 μ 秒程度であるエラーバーを確認することができない. そこで, 国際地球回転事業 (International Earth Rotation and Reference Systems Service; IERS) の IERS C04 モデルの値を差し引いてプロットしたのが図一五である. IERS

C04 は VLBI のほか, GPS, SLR などの複数字宙測地技術の総合解である. 青点は 2000 年 7 月より前がグリーンバンク (アメリカ) -ヴェッツェル (ドイツ) 基線, それ以降が月曜~金曜の週 5 回行われているコキーパーク (ハワイ) -ヴェッツェル基線, 赤点は週末土日に行っているつくば-ヴェッツェル基線の結果である. 縦軸の単位は μ 秒である. UT1-UTC の精度は観測運用条件 (観測における欠測やミス) にも左右されるが, 良い時では 6.0 μ 秒以上の精度が得られている. 観測基線に注目すると, 図一五を見ても明らかなように, コキーパーク-ヴェッツェル基線とつくば-ヴェッツェル基線の解析結果に平均して 26.5 μ 秒の相違が見られる. IERS C04 の値を求めるために使用している観測データ数は, コキーパーク-ヴェッツェル基線データの方が多いため, つくば-ヴェッツェル基線の重みが小さくなり, つくば-ヴェッツェル基線のほうが C04 との差が顕著になる. そのため, つくば-ヴェッツェル基線の結果に問題があるとは言い切れないが, なぜ基線に

よって解析結果の相違が見られるのかについては、CONT05 解析結果の際にも考察する。

5. 3 cont05 解析結果

cont05 解析では 15 日間連続観測である CONT05 観測のデータを用いて解析を行った。解析では 1 時間毎の UT1-UTC を求めた。その結果を図-6 に示す。縦軸の単位は秒である。青点が cont05 解析によって得られた値、赤点が IERS C04 の値である。

図-6 のスケールで見ると、1 日より短いタイムスケールでの変動は 15 日間を通しての大きな変動に比べ、180 分の 1 以下であり非常に小さい。このスケールではこの変動が周期的なのか、ランダムなのか判断できない。また、エラーバーも確認できないため、int2006b の結果同様に IERS C04 値を差し引いてプロットしたものが図-7 である。その際に IERS C04 シリーズは 1 日おきの値のみであるため、スプライン補間をかけて、1 時間おきの値としたものから差し引いた。

このグラフより、地球自転の短期変動が半日、あるいは 1 日の周期で見られることがわかる。半日や 1 日の変動としては、潮汐による影響が考えられる。本解析では潮汐による海洋加重の影響を補正するためにアプリオリファイルとして、日周潮・半日周潮を考慮するために GOT00.2 (8 分潮)、長周期分潮を考慮するために NA991 (7 分潮) といったモデルと極潮汐を含めて 3 次元の変位を計算した海洋加重モデルを使用している。この海洋加重モデルによる補正が完璧ではないとすると、その影響が出てしまう可能性がある。現段階では、この UT1-UTC の変動が解析における補正残差によるものか、実際に地球自転が変動しているかを特定できていない。

CONT05 観測期間中、つくば VLBI 観測局では週末の 1 時間観測も実施 (1 時間観測時のみ CONT05 観測を中断) した。そこで、int2006b 解析結果で述べた、基線による UT1-UTC 値のオフセット原因を明らかにするため、これらの観測の解析結果についても比較した。図-7 の赤い四角印がつくば-ヴェッツェル基線の 1 時間観測。黄色い三角印がコキーパーク-ヴェッツェル基線の 1 時間観測である。これらの 1 時間観測と CONT05 観測は同時刻に実施されているため、観測や解析における誤差を除けば、値は一致するはずである。図-7 を見ると、両者が標準誤差以内で一致しているのは 15 日中 9 回であり、全体的には一致している。この短期変動は 140μ 秒の範囲で変動しているため、十分に 1 時間観測の基線間のオフセットである 26.5μ 秒も変動範囲に入る。1 日の中での自転速度が変動していると考えれば、観測時間が約半日異なる 2 つの基線の結果に差が生じる。この 1 日より短い期間での変動が 1 時間観測の解析

結果における基線間の UT1-UTC 差の原因である可能性がある。

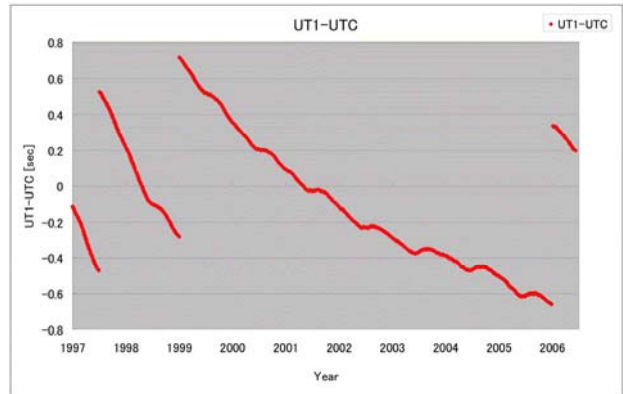


図-4 UT1-UTC (int2006b)

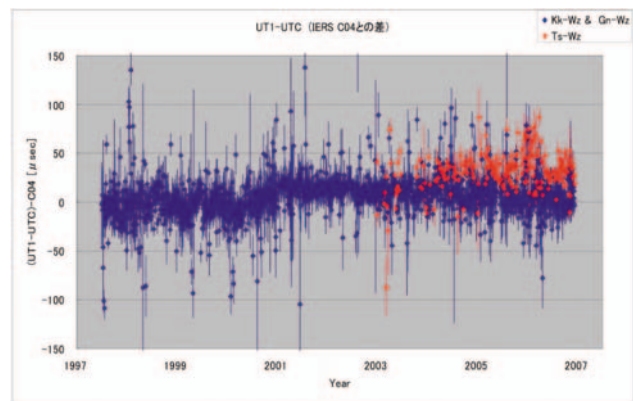


図-5 UT1-UTC (int2006b) と IERS C04 との差

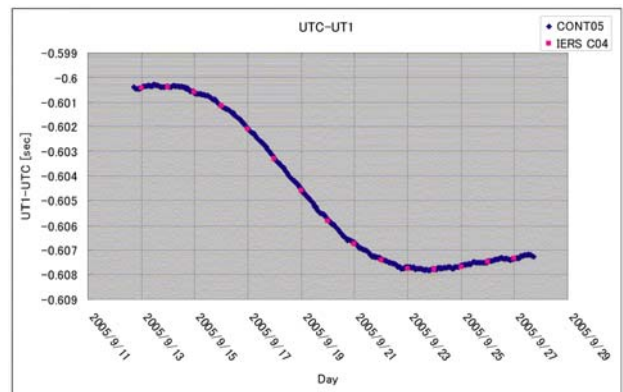


図-6 UT1-UTC (cont05)

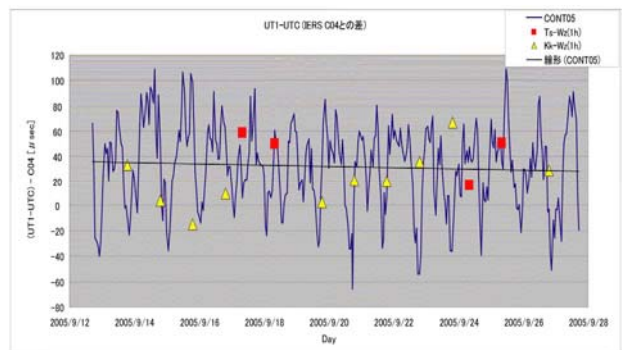


図-7 UT1-UTC (cont05) と IERS C04 との差

最後に短期変動だけでなく、UT1 の絶対値に注目する。図-7において、IERSのUT1-UTC値であるIERS C04 と解析結果が一致していれば、平均値は0になるはずである。しかし、平均値は31.4 μ 秒であり、cont05解析の結果がIERS C04と比較して31.4 μ 秒大きいことを示している。この原因として考えられるのが、IERS C04値を求める上で使用されているデータがVLBIだけではないことと、VLBIデータに、コキーパーケーヴェツェル基線の観測データの方が多く含まれていることである。コキーパーケーヴェツェル基線の観測は、図-7に見られるような短期変動上の比較的UT1-UTC値の小さい時刻に実施されており、この観測データを多く使用することで本来のUT1-UTCより小さい値が求められていると考えられる。すなわち、実際のUT1-UTCは現在求められているものより約30 μ 秒小さい可能性がある。

6. 今後の展望

6. 1 24時間観測

現段階で非常に高い精度での観測局位置・速度場、地球姿勢パラメータ決定が達成できた。しかし、位置座標精度については、アンテナ能力が高く、観測数の多い観測局に限定される。日本周辺には国土地理院が所有しているVLBI観測局のほか、さまざまな機関がVLBIアンテナを所有している。これらのVLBI観測局が国土地理院主導の国内VLBI観測であるJADE観測、あるいはその他のIVS観測に参加することで、グローバル解析に用いる観測データ数を増やすことができれば、より高精度な位置座標を得ることができ、日本の測地網の強化につなげることができると思われる。

6. 2 1時間観測 (UT1観測)

1時間観測は観測データ量が少ないため、一次解析までの処理が早く、IVSへのデータベースの提供

は観測後2、3日後に完了している。そのため、データベースをダウンロードして、即座にグローバル解析を行えば、UT1の即時決定が可能である。また、解析結果であるUT1-UTCの精度を見ても、標準偏差が平均14.0 μ 秒で求められている。24時間観測解析では平均123.0 μ 秒の精度であり、UT1を求める観測として非常に良好な結果が得られている。

基線毎のUT1-UTC値のオフセットについては、cont05解析結果で述べたように、観測時刻の差によって生じている可能性がある。この問題は、今後、つくば-ヴェツェル基線の観測時刻をコキーパーケーヴェツェル基線の観測時刻と同時刻にして観測を実施し、確認することができる。また、実際に観測時刻依存性が見つけられた場合には、観測回数を1日2回以上に増やし、IERS C04モデルを求める際に半日周期の変動を推定する必要がある。

これらの観測については、観測スケジュールを組むにあたって各観測局のスケジュール調整などをIVSとともに調整し、原因究明に努める必要がある。

6. 3 cont05解析

現段階の解析では地球自転の短期変動が実際に起こっているかを判断できない。日周潮、半日周潮の影響等が補正し切れていない可能性が残っているためである。他の日周潮、半日周潮を考慮した海洋加重モデルを用いて解析し、原因を探らなければならない。また、海洋加重のほかに大気変動あるいは湿潤大気などと比較し、相関関係がないか調査する。特にCONT05観測期間中、つくばVLBI観測局において、情報通信研究機構(NICT)による水蒸気ラジオメータ(WVR)観測も実施されている。この観測はマイクロ波を用いて大気湿潤遅延量を求める観測である。この観測解析結果とcont05解析結果とを比較することで、なんらかの相関関係を見つけることができるかもしれない。

参考文献

- 栗原忍(2003):VLBI観測データのグローバル解析に関する研究(第1年次), 国土地理院調査研究年報(平成14年度), 21-24.
- 栗原忍, 高島和宏, 田辺正, 河和宏, 宮川康平(2003):UT1決定のための日独共同VLBI観測について, 国土地理院時報, 102, 3-10.
- 高橋富士信, 近藤哲朗, 高橋幸雄(1997):VLBI技術, オーム社.
- Petrov Leonid., and C. Ma(2002):Study of harmonic site position variations determined by VLBI, accepted by J. of Geophys. Res, 2002.
- 松本晃治(2004):海洋荷重モデルNA099.bの構築と普及, 測地学会誌, 50, 3, 187-200.