

# のぞみ相対VLBI観測のための臼田局位置の推定

通信総合研究所鹿島宇宙通信研究センター 小山泰弘

## 1. はじめに

『のぞみ』の相対 VLBI 観測データを処理する場合、信号を受信したアンテナの位置は既知のものとして与える必要がある。このとき、使用する位置データに大きな誤差があれば、相対 VLBI 観測によって得られる結果に系統誤差を生じることになる。そのため、臼田64m局の位置を正確に計測することを目的として、2回の測地 VLBI 実験を実施した。本報告では、その実験の内容と、得られた結果について述べる。

## 2. 経緯

臼田局の局位置を決定するための測地 VLBI 実験は、過去に1989年8月と1990年7月の2回実施されている。1989年の実験(89AUG15)では、鹿島26m局との間の1基線のみでの観測として行われ、当時まだ臼田局に Xバンドと Sバンドの二周波同時受信システムが整備されていなかったことから、Xバンドのみの単周波観測であった。一方、1990年の実験(90JUL30)では、鹿島26m局および新十津川に設置した国土地理院5m移動局を含む3局3基線で、Xバンドと Sバンドの二周波帯での観測が実施されている。現在利用できる最新の国際測地基準座標系である ITRF2000 では、表1のように臼田局の局位置と局速度が与えられているが、この局位置は、1990年に実施された 90JUL30 の1回の実験による結果が使用されたものである。また、局速度は、隣接して設置されている IGS(国際 GPS 事業 = International GPS Service) 観測点での観測結果から得られたものがそのまま使用されている。したがって、現在の臼田局の位置として、この ITRF2000 における値をそのまま使用することが妥当かどうかを少なくとも確認する必要があると考えられた。

表1 ITRF2000 における臼田局の局位置と局速度

ITRF2000 STATION POSITIONS AT EPOCH 1997.0 AND VELOCITIES									
DOMES NB.	SITENAME	TECH.	ID.	X/Vx	Y/Vy	Z/Vz	Sigmas		
				-----m/m/y-----					
21729S001	USUDA	VLBI	7246	-3855355.412	3427427.607	3740971.291	.049	.043	.051
21729S001				-.0043	.0048	-.0051	.0005	.0005	.0006

## 3. 実験

表2に、今回実施した2回の測地 VLBI 実験の概要を示す。このうち、1回目に実施した 02DEC09 実験は、国土地理院の実施する国内測地 VLBI 実験(jd0207)に臼田局が参加

する形で計画したが、臼田局が観測に参加できる時間が jd0207 の時間帯と完全には一致しなかったため、jd0207 の前に約7時間分の観測を追加する形で観測スケジュールを作成した。ただし、02DEC09 実験の観測時間は約31時間であるが、このうち臼田局が参加したのは最初の約7時間と最後の約7時間の計約14時間のみである。また、父島局および水沢局は、jd0207 で当初予定されていた約24時間のみ観測に参加した。一方、2回目に実施した03JAN31実験では、臼田局の運用時間を連続した約24時間で確保できたため、観測に参加した6局すべてで同じ時間帯での観測を行った。観測は、すべて K4 観測装置を使用し、02DEC09 実験では 128Mbps、03JAN31 実験では 64Mbps の記録レートでデータ記録を行った。

表2 実施した実験の概要

実験コード	観測開始時刻	観測終了時刻	参加観測局
02DEC09 (jd0207)	2002/12/9 23:45:00 UT	2002/12/11 07:01:30 UT	臼田 64m、つくば 32m、鹿島 11m、 岐阜 11m、苫小牧 11m、父島 10m、 水沢 20m
03JAN31	2003/1/31 09:00:00 UT	2003/2/1 09:05:00 UT	臼田 64m、つくば 32m、鹿島 34m、 鹿島 11m、小金井 11m、岐阜 11m

02DEC09 実験のスケジュールは、もともと国土地理院の実施する測地VLBI観測 jd0207 の観測スケジュールをもとに約7時間分の観測を追加したものであったため、64m アンテナの駆動速度の制限からかなりの割合で観測ができないスキャンがあり、臼田局にとって有効な観測データ数は他の観測局に比べてかなり少なくなった。また、臼田局におけるブロッキングや駆動範囲を考慮していないため、駆動速度の制限以外にも、いくつかのスキャンで観測が成立しないものがあった。さらに、臼田局のSバンド受信帯域外となったチャンネルが3チャンネルあり、Sバンドの有効なデータは5チャンネルのみであった。一方、03JAN31 実験は、臼田局の局位置を推定するために最適化した観測スケジュールを作成したため、02DEC09 に比べて臼田局にとって多数の有効なデータの取得が可能となった。

#### 4. 処理および解析

02DEC09 実験の処理は、これまでに、観測に参加して有効なデータが取得された7観測局のうち臼田・鹿島・岐阜・苫小牧の4局の観測データを通信総合研究所鹿島宇宙通信センターの4局6基線相関器によって相関処理を行い、結果を解析した。そのほかの基線は、現在、国土地理院の3局3基線相関器による相関処理を進めているところである。また、03JAN31 実験の処理は、6局15基線のすべての観測データを通信総合研究所鹿島宇宙通信センターの4局6基線相関器によって相関処理を行い、結果を解析した。解析では、まず 03JAN31 実験におけるつくば局の位置を ITRF2000 によって与えられている局位置と局速度とから 2003 年 1 月 31 日における座標を計算して与え、位置の基準点として固定してほかの観測局の局位置を推定した。その際、1999 年に実施されたレールの改修によって発生した、鉛直方向の変位(43.7mm)の補正量を加えている。つぎに、その結果推定された岐阜局の局位置を用いて 02DEC09 実験における岐阜局の位置を固定してほかの観測

局の局位置を推定した。また、90JUL30 実験についても比較のために再解析を行い、鹿島 26m 局の局位置を ITRF2000 から計算して固定して、のこりの2つの観測局の局位置を推定した。これらの解析の結果、推定された臼田局の局位置を表3に示す。また、推定された局位置の、ITRF2000 からの変位量を鉛直・水平成分で表した結果を表4に示す。

表3 臼田局位置推定結果

実験コード	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
90JUL30	-3855355408.2 ±20.0	3427427592.4 ±18.6	3740971339.1 ±19.6
02DEC09	-3855355366.8 ±21.1	3427427505.6 ±18.6	3740971163.1 ±20.8
03JAN31	-3855355419.4 ±16.0	3427427604.3 ±14.6	3740971192.4 ±15.6

表4 臼田局位置推定結果の ITRF2000 からの変位

実験コード	U (mm)	E (mm)	N (mm)
90JUL30	32.1 ± 32.3	3.7 ± 6.0	-4.5 ± 7.3
02DEC09	-170.0 ± 33.5	50.1 ± 7.6	3.2 ± 6.6
03JAN31	-68.3 ± 25.0	11.3 ± 4.1	-33.8 ± 4.7

## 5. 結論

03JAN31 実験によって得られた結果と、02DEC09 実験によって得られた結果とを比較すると、両者の間には、推定誤差を大きく上回る差が見られる。02DEC09 実験の観測がかなり限られたデータ数からの推定であること、24時間にわたる観測結果ではなく1日のうちの同じ時間帯の7時間のデータしか利用できないこと、03JAN31 実験の結果推定された岐阜局の局位置を通じて ITRF2000 と結合していることなどを考慮すると、02DEC09 実験によって得られた結果には、表3および表4に示された推定誤差を超える系統誤差がある可能性が高いと思われる。一方、03JAN31 実験では、つくば局の位置を直接用いて ITRF2000 に座標系を結合しており、また約24時間の連続したデータが利用でき、日周的な誤差要因が相殺されると期待されることから、系統誤差は小さいと考えられる。したがって、今後、のぞみの相対 VLBI 観測のデータ処理には、03JAN31 実験によって得られた結果を使用することが適当である。また、この場合、表3の座標値に表1によって与えられている局速度から計算される変位量を加えて座標値を与えれば、ある程度長期にわたって正確な局位置を与えることができる。のぞみの相対 VLBI 観測によってひとつの目安となる 0.1 nsec の遅延時間計測誤差は、3 cm の位置誤差に相当する量であるが、03JAN31 実験の結果を用いることにより、おおむね、必要な精度で臼田局の位置を求めることができた考えられる。