

K S P - V L B I 網における 1 2 0 時間連続試験観測の概要と再現性の評価

近藤哲朗^{*1}、瀬端好一^{*2}、雨谷 純^{*2}、古屋正人^{*2}、栗原則幸^{*1}、木内 等^{*3}、
小山泰弘^{*1}、関戸 衛^{*1}、金子明弘^{*3}、高橋幸雄^{*3}、市川隆一^{*1}、吉野泰造^{*3}

*1 鹿島宇宙通信センター
*2 第6研究チーム
*3 標準計測部

1. はじめに

通信総合研究所では鹿島、小金井、三浦、館山の4局(K S P網)で連日5~6時間のV L B I観測を行い首都圏広域地殻変動をモニターしているが、長時間観測による精度向上の評価、低仰角観測の評価、大気の影響の評価、および長時間観測がシステムに与える影響の評価を目的として、1997年7月28日から8月1日までの5日間(=120時間)のK S PリアルタイムV L B I連続試験観測を実施した。リアルタイムV L B Iでの5日間の連続観測はK S P網では初めてであり、世界的に見ても例がないと思われる。5日間の連続試験観測は無事終了し、最終日については基線長を内部誤差0.7mmで求めることができた。この値はK S Pのチャンピオン値である。この連日試験観測で得られた基線長を、その再現性という観点から評価を行った。その結果、24時間観測を行うことによる再現性の向上が明らかとなった。

本報告では連日試験観測の概要について述べ、引き続いて再現性の評価法およびその結果について報告する。

2. 連日試験観測の概要

各局のアンテナ制御はK S P自動運用ソフトウェアで行った。観測データはリアルタイムに小金井中央局に伝送され、実時間相関処理が行われた。相関データに対するバンド幅合成処理は数時間毎に適宜マニュアルで起動をかけた。なお、現在ではR K A T Sと

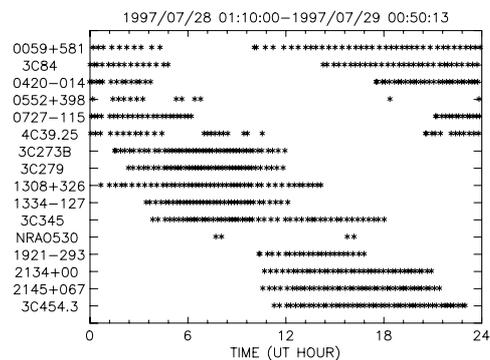


図1 1日の観測スケジュール例。電波星ごとの観測時刻でのプロット。

いうリアルタイムVLBI 相関処理ソフトウェアにより、バンド幅合成処理も準実時間で起動されており、観測終了数分後には処理が終了する。5日間 (= 120時間) の連続観測ではあるが、1日(正確には24時間弱)を単位として作成されたスケジュールでの観測である。1日あたりの観測数は約600(593~599)である。図1に1日の観測スケジュール例、図2に方位角、仰角表示をした場合の観測電波源方向の分布を示す。図3に実験毎、基線毎の成功率を示す。「成功率」は「スケジュールした観測数」に対する「解析有効観測数」の割合を示したものである。この率が高いほど、失敗観測が少ないことを意味する。2日目の観測の成功率が低い、この日の観測時に相関器にトラブルが発生したためである。また、4日目の観測で三浦局が5時間程ダウンした。そのため、三浦局がらみの基線での成功率が低くなった。

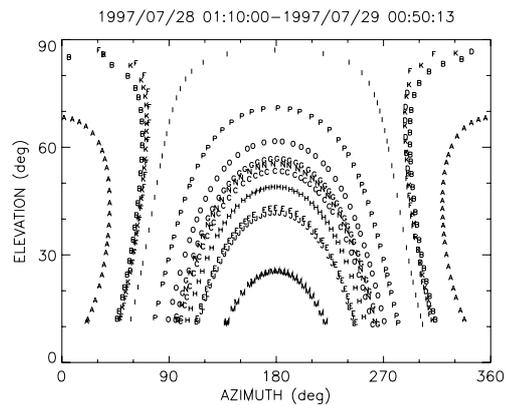


図2 1日の観測スケジュール例。方位角、仰角分布。シンボルの違いは電波星の違いを示す。

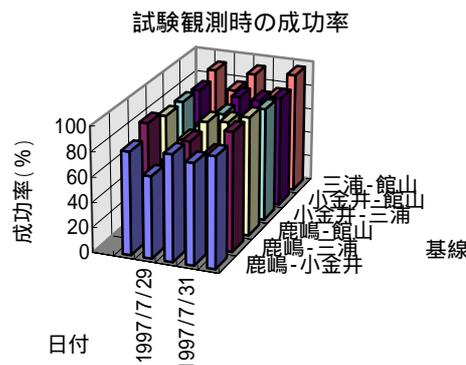


図3 試験観測時の成功率。スケジュールした観測数に対する解析有効観測数の割合で成功率を定義。

3. 基線長再現性の評価

5日間の試験観測期間の結果の評価にあたって、地球回転パラメータの影響を受けにくい基線長の結果を用いることにした。得られた基線長の実験毎の再現性を評価するために便宜的に5日間の最大値と最小値の差で「再現性」を定義した(再現性として標準偏差を使わずにこのように定義したのは、5点というサンプル数の少なさの考慮と、基線長の日々の振る舞いがガウス分布ではないかもしれないことを疑ったためであるが、結果的には標準偏差を使っても定性的には同じ結果であり(ただし、値はガウス分布からの予想通りの約2.5分の1となる)、ガウス分布との顕著な違いは認められなかった)。対応する内部誤差も便宜的に5日間の内部誤差の単純平均で定義した。

図4に1996年9月以降1997年8月13日までの期間の本報告での定義に基づく再現性と内部誤差の関係をプロットしている。今回の試験観測区間は で示している。

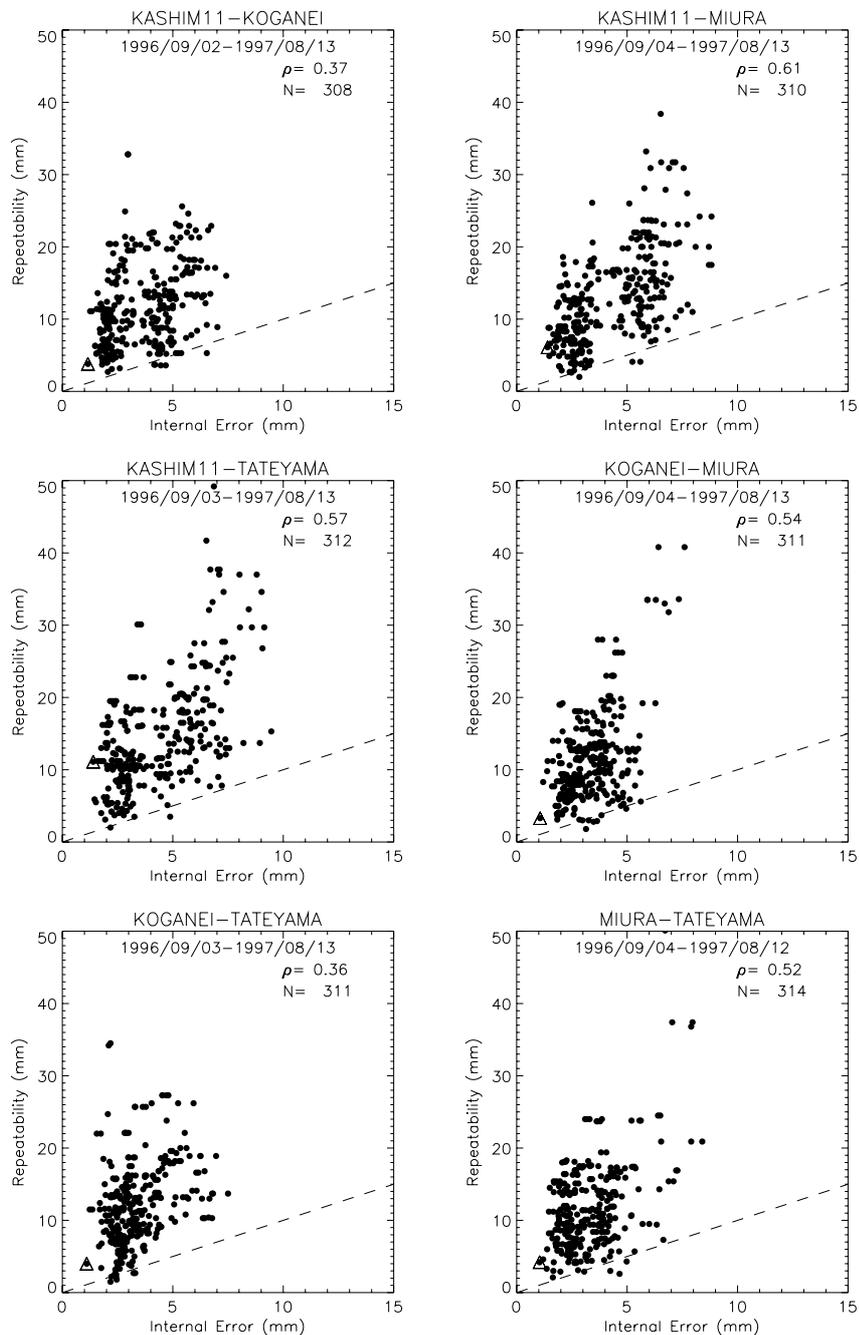


図4 基線毎の内部誤差と基線長再現性。1996年9月以降のデータを使用。64Mbpsと256Mbpsの観測が混ざっている。鹿嶋が関係した基線で2つのブロックに分かれる傾向が見られるが、これは帯域幅の効果ではなく、アンテナ部のエアコン特性の改善の効果である。

で示した箇所が今回の試験観測区間のデータ。なお図中 ρ は内部誤差と再現性との相関係数である。

ところでKSPで256Mbpsで観測を開始したのが1997年6月以降である。そこで、1997年6月以降に関して、再現性の平均値と試験観測区間での再現性を比較した(表1)。

表1. 再現性の比較結果

基線	再現性(5点の最大値と最小値の差)(mm)		内部誤差(5点の平均)(mm)	
	1997/6/1 - 8/13	試験観測期間	1997/6/1 - 8/13	試験観測期間
鹿嶋 - 小金井	10.7 ± 3.5	3.8	2.2 ± 0.7	1.2
鹿嶋 - 三浦	9.1 ± 3.5	6.1	2.1 ± 0.5	1.4
鹿嶋 - 館山	11.7 ± 4.2	11.1	2.3 ± 0.5	1.4
小金井 - 三浦	13.0 ± 6.1	3.3	2.5 ± 0.9	1.1
小金井 - 館山	15.2 ± 6.4	4.0	2.7 ± 1.0	1.1
三浦 - 館山	11.7 ± 4.9	4.2	2.1 ± 0.5	1.0

これらの図や表から試験観測区間において鹿嶋 - 館山基線を除くと、再現性が良くなっていると言える。

再現性と内部誤差の間には僅かな正の相関関係が見られる。このことはまだ、内部誤差の改善により、再現性の改善の余地が残されていることを意味する。内部誤差の改善とは、1実験あたりの物理モデルの改善や、観測手法の改善を意味するが、観測手法には観測ハードウェアの改善も含まれる。すなわち、広帯域化により、1観測辺りの時間を短くすることができれば、1実験あたりの観測数を増大でき、結果として内部誤差の改善をもたらす可能性がある。

4. まとめ

1997年7月28日から5日間にわたって実施されたKSP - VLBI連続試験観測結果について、基線長の解析結果のみに注目し、5日間の基線長の最大値と最小値の差で定義した「再現性」を評価した。その結果、他の期間のデータに比べて、鹿嶋 - 館山基線を除き、明らかに再現性が向上し、今までのデータ中最も良い再現性(3.3mm)を示した基線もあった。しかしながら、この再現性の向上が偶然であった可能性は否定できない。そこで、現在定常観測で行っている6時間/日の観測を隔日の24時間観測に移行し、データの蓄積を待って、新たに評価を行う予定である。