

# VLBI 信号への P-cal スプリアス混入とその対処

高島 和宏、小林京子

建設省国土地理院 測地部測地第二課(〒305-0811 つくば市北郷1番) takasima@gsi-mc.go.jp

## 1 はじめに

VLBI 観測において、複数チャンネルをバンド幅合成処理することで群遅延時間精度を上げる方法が一般的に採られているが、各チャンネル毎に相関処理を行った後のバンド幅合成時に必要となるのが各チャンネル毎に入れられた位相校正信号 (Phase calibration signal, P-cal 信号) である。この信号は 1 MHz のトーン信号で、低雑音増幅受信回路 (LNA) の前段から注入され、最終的に磁気テープに記録される。

P-cal 信号は上述のとおりバンド幅合成の指標となるため、大きな位相変動や他からの信号の漏れ込みは、バンド幅合成の失敗を誘発し、フリッジ検出時の検出ミスなどがおこる可能性が高くなる。

## 2 P-cal スプリアス信号

国土地理院所有のつくば観測局は、1998年6月に観測開始式を行い、国際共同観測へは同年秋から本格的に参加を始めた。つくば局で記録されたデータは、磁気テープにて米国ヘイスタック観測所等に送り、相関処理がなされ、その処理の際に P-cal 信号へのスプリアス信号漏れ込みがあることが、同観測所からの報告で明らかとなった。

ここで、スプリアス信号を模式的に表すと、図1のように示すことができ、P-cal 信号位相変動とは異なる信号が存在することで、その合成信号の位相及び強度が変動する結果となる。

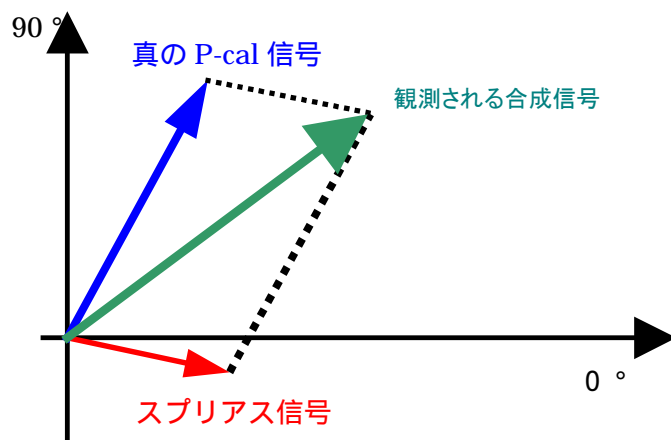


図1 P-cal 信号及びスプリアス信号のベクトル表現

### 3 P-cal 信号確認方法

P-cal 信号は、磁気テープに書かれるため、国際観測規格である Mark4 再生装置を所有していない国土地理院においては、P-cal 信号にスプリアス信号混入

の有無を確認することが出来ない。しかしながら、つくば観測局には、国内 VLBI 観測網のための K-4 システムを配備しており、ここで使用している Input Interface (SONY 製 DFC-2100)は、P-cal 信号の強度 (%) 及び位相 (degree) を 2ch モニタする機能を備えており、この機能を用いることで、P-cal 信号へのスプリアス信号の混入の有無を調査した。また、GP-IB 制御により、Windows パソコンからデータを自動収集するためのソフトウェアも開発した (図 2, 3)。

これらを用いて、横軸に P-cal 信号の位相、縦軸にその強度をとってプロットしたものが図 4 に示すグラフで、位相に対する強度変動が見られる場合に、スプリアス信号が混入し



図 2 Input Interface (SONY DFC-2100)



図 3 P-cal 信号データ収集ソフトウェア

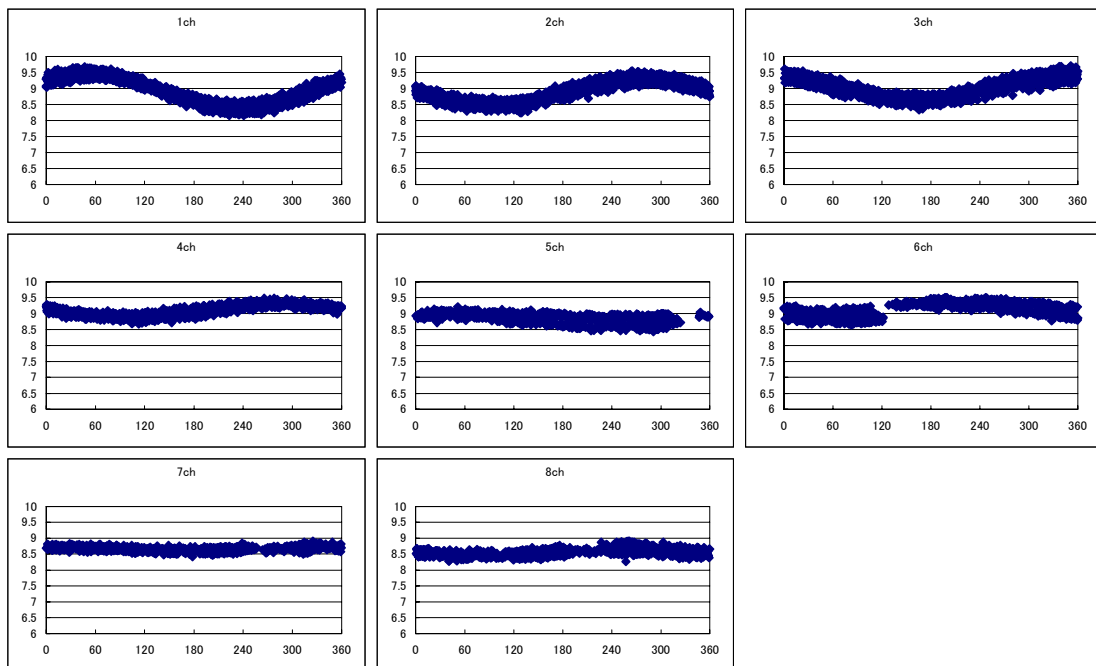


図 4 P-cal 信号 位相 - 強度特性

ていると見て良い。ただし、このグラフを描くためには、位相が少なくとも180度以上変動する状況とならないとスプリアス混入の判定ができないため、今回は可変長同軸管(通称、トロンボーン)を用いた(図5)。これをIF信号ケーブル間に挿入し、ケーブル長を変えることで人為的に位相変動を起こすことができ、短時間にてスプリアス信号の有無を確認することが可能となる。



図5 可変長同軸管

#### 4 現在までの調査及び対処

スプリアス信号を検出するために、スペクトルアナライザを用いて、IF信号をフロントエンド室内ダウンコンバータ後段からバックエンド室内のビデオコンバータ前段までの各所にてモニタを行ったところ、P-cal信号のみが観測され、他からの信号の漏れ込みは確認

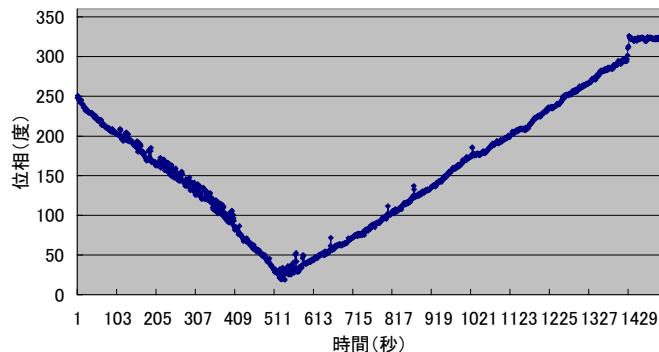


図6 可変長同軸管を用いて取得したP-cal信号位相変動

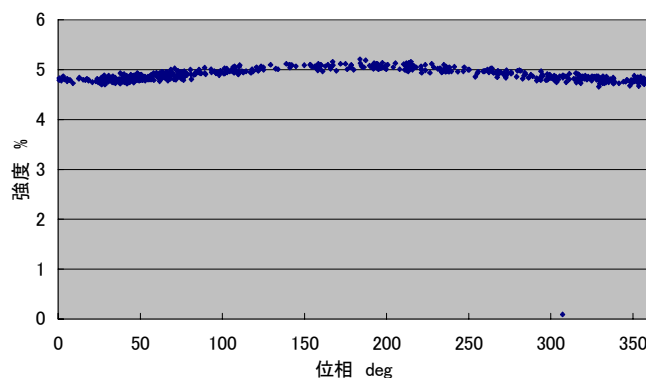


図7 可変長同軸管を用いて取得したP-cal信号位相 - 強度特性

されなかった。また、P-cal 発生装置を OFF またはケーブル取り外しにより、P-cal 信号をなくした状態では、バックグラウンドレベルの信号のみが観測され、スプリアス信号は確認できなかった。

ヘイスタック観測所からの指摘では、つくば局のXバンドにおける P-cal 信号強度は 6-8% (バックグラウンド信号比) となっており、通常 1-2% の強度で十分であるという事であった。そのため、アンプによる飽和も考えられるとのことで、アッテネータを加えて 5% ほどに強度を落とし、スプリアスの有無をモニタした。(図 6、7)

この結果、スプリアス信号は小さくなっていることが確認できたが、絶対的な強度が低くなったために見かけ上小さくなったことも考えられ、完全に除去されたか否かは現時点では判定できない。

## 5 他観測所の状況

つくば観測局のほか、国土地理院では全国に 4 局の VLBI 観測局を持っており、北海道新十津川局についても P-cal 信号の調査を行った。24 時間観測間の P-cal 信号の位相変動を図 8 に示すとともに、位相 - 強度特性図を図 9 に示す。このグラフから、新十津川局についても P-cal 信号にスプリアス信号が混入していることが確認されるが、位相 - 強度特性図において、ピークが 2 つ現れるタイプであることが解る。したがって、つくば局とは異なる原因であるとも考えられる。

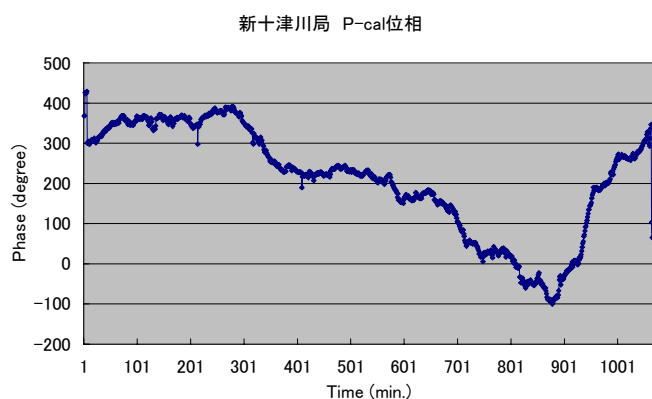


図 8 新十津川局の P-cal 信号位相変動図

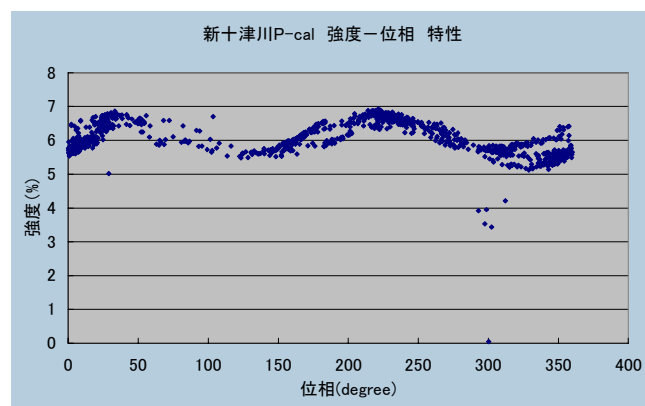


図 9 P-cal 位相 - 強度特性図

## 6 今後の対策

P-cal 信号へのスプリアス混入は、VLBI システム全体のどの部分からも起こる可能性があるため、原因の特定が非常に困難である。また、バンド幅合成後に、混入が確認される状況では、早急な対処が不可能である。したがって、今回用いた Input Interface による P-cal 信号モニタ機能と、可変長同軸管を用いることにより、観測前または、定期的に観測局におけるスプリアス信号の有無を確認できるような体制をとっておくことが重要と思われる。