

K5/VSSP32 フリンジテスト報告

K5/VSSP32 のフリンジテストを行いフリンジ検出に成功した。その概要と結果を報告する

1. フリンジテスト概要

11月10日(通日314:快晴)午後4時から5時にかけてK5/VSSP32のVLBIサンプラーとしての性能を確認するためのフリンジテストを行った。図1にフリンジテスト時のブロック図を示す。図2には34mサイトでの観測時の様子を示す。

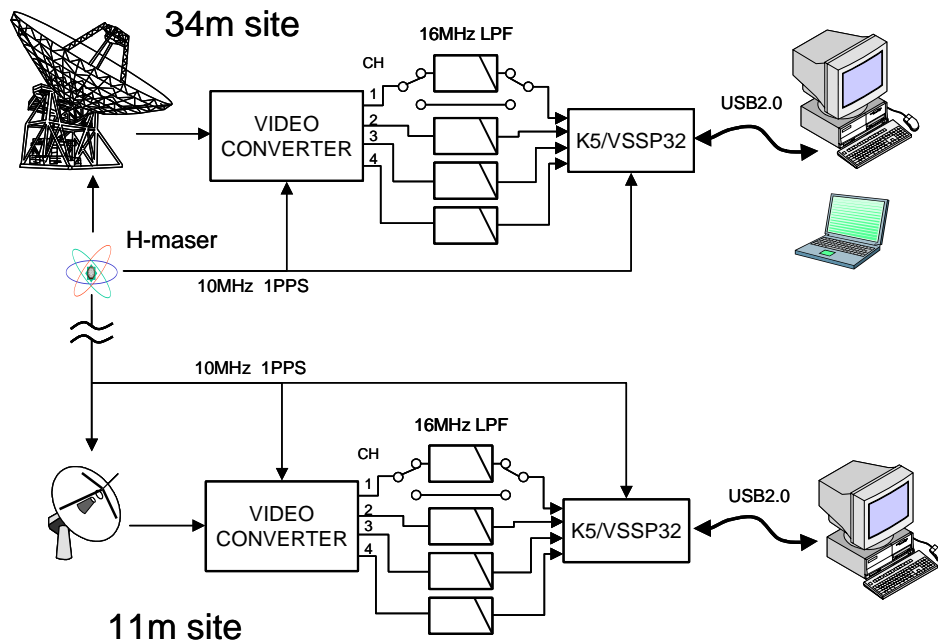


図1 フリンジテスト時のブロック図

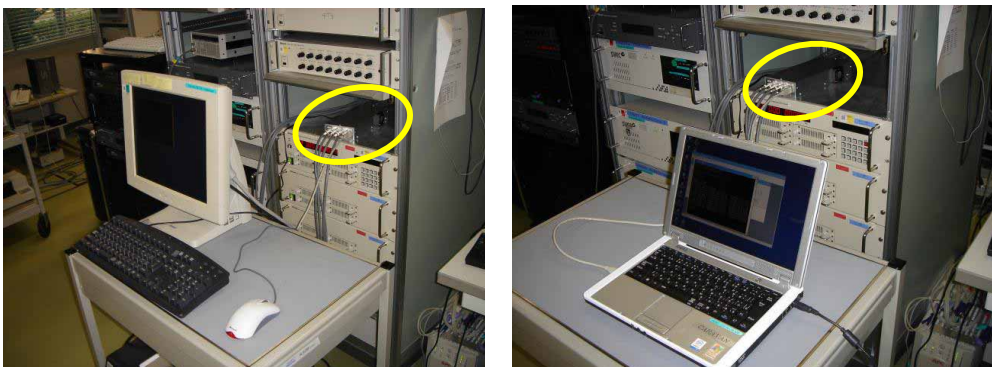


図2 実験時の様子(左:デスクトップPCでのデータ取得の様子、右:ノートPCでのデータ収集の様子)。黄色の楕円で囲っている部分がK5/VSSP32ユニット。

K5/VSSP32用のドライバはまだWindows2000/XPを用いての開発用しかないため、データ収集はWindows機(デスクトップおよびノートPC)にてマニュアルで行った。観測には

鹿島 3 4 m アンテナおよび鹿島 1 1 m アンテナを使用し、K5/VSSP32 のサンプリング周波数を 32MHz および 64MHz に変えながら 3C345 および 3C84 を観測した。なお、使用した Windows 機の性能の問題かと思われるが Dell 機では 6 秒程度のデータ収集しか行えないためスキンの長さは 1 0 秒とした。また、最高観測可能データレートは 128Mbps(ノート P C では 32Mbps 程度) であったため、32MHz サンプリング時は 1 ビット × 4 c h で観測し、64MHz サンプリング時は 1 ビット × 1 c h で観測した。ノート P C での観測時は 32MHz 1 ビット × 1 c h で観測した。ビデオ信号は 3 4 m サイトではビデオ変換器の前面パネルのモニター出力(32MHz 帯域) を 16MHz のローパスフィルター経由で K5/VSSP32 に接続した。1 1 m サイトではビデオ変換器の背面パネルからの出力を 16MHz のローパスフィルター経由で K5/VSSP32 に接続した。64MHz サンプリング観測時には 16MHz ローパスフィルターを取り除いて、それぞれのビデオ変換器出力を直接 K5/VSSP32 に接続した。観測の諸元を表 1 に示す。

表 1 K5/VSSP32 フリンジテスト諸元

使用 P C	3 4 m	Dell OPTIPLEX GX150 (Pentium3 1GHz) (Windows2000) Dell INSPIRON 700m (Celeron M 1.4GHz)(Windows XP) (<= ノート P C)
	1 1 m	Nitsuki PC (Pentium3 980MHz) (Windows2000)
受信周波数		CH1: 8210.99 MHz CH2: 8220.99 MHz CH3: 8250.99 MHz CH4: 8310.99 MHz
PCAL	3 4 m	1 M H z 刻み
	1 1 m	5 M H z 刻み
サンプリングモード		32MHz × 1 ビット × 4 c h 32MHz × 1 ビット × 1 c h 64MHz × 1 ビット × 1 c h
電波星		3 C 3 4 5 , 3 C 8 4
観測時間 (開始 UT - 終了 UT)		Scan#1 07:11:00-07:11:10 3C345 32MHz × 1bit × 4ch Scan#2 07:13:30-07:13:40 3C345 64MHz × 1bit × 1ch Scan#3 07:18:00-07:18:10 3C84 64MHz × 1bit × 1ch Scan#4 07:19:30-07:19:40 3C84 32MHz × 1bit × 4ch Scan#5 07:24:00-07:24:10 3C84 32MHz × 1bit × 1ch

このスキンのみ 3 4 m 側はノート P C でデータ収集

2 関連処理結果

関連処理は cor および fx_cor を使用したがまだ K5/VSSP32 の新ヘッダーフォーマットに対応していないため、K5/VSSP フォーマットに変換(k5v32tok5 を使用)してから関連処理を行った。

図 3 に 3 C 8 4 観測データ (3 2 M H z サンプリング) を fx_cor で処理した結果を示す (以降すべて fx_cor の結果) 。フリンジレートの予測値が 0.1Hz と小さく、積分時間も 6 秒と短いため、P C A L 信号同士の相関 (3 4 m 局 1 M H z 刻み、1 1 m 局 5 M H z 刻みであるため繰り返し周期 0.2 μ sec の 5 M H z 成分が見られる) が残っているが、残差 - 2 μ sec のところに明瞭な相関が検出されている。この残差は周波数標準および 1 P P S を 3 4 m 局舎から 1 1 m 局舎まで伝送しているケーブルで生じた遅延と見なせる。

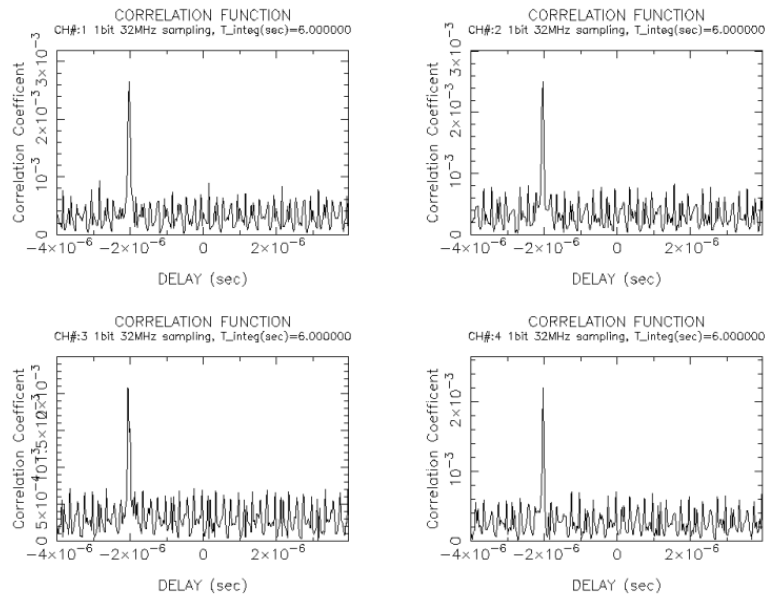


図 3 3 C 8 4 観測データ (32MHz サンプリング) 相関処理結果。フリンジレートの予測値が 0.1Hz で積分時間が 6 秒と短いために、PCAL 信号同士の相関 (繰り返し周期 0.2 μ sec の 5MHz 成分) が残っているが、残差 2 μ sec のところに明瞭な相関が見られる。この残差は周波数標準および 1 PPS を 34m 局舎から 11m 局舎まで伝送しているケーブル遅延である。

図 4 には 3 C 3 4 5 について相関処理した結果を示すが (クロックオフセット 2 μ sec を与えている) フリンジレートの予測値が 0.23Hz と 3 C 8 4 の場合に比べて倍以上大きく、積分時間 (5 秒) の間に P C A L 同士の相関位相は 1 回転以上するため相殺されて目立たなくなっている。

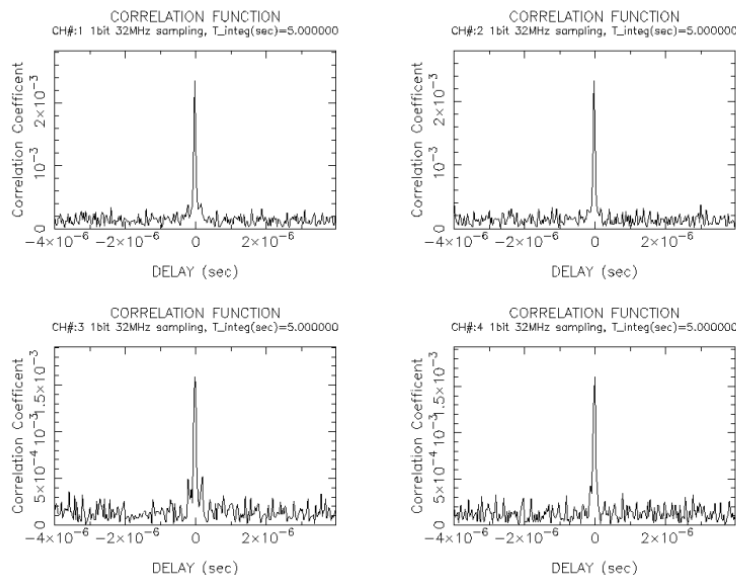


図 4 3 C 3 4 5 観測データ (32MHz サンプリング) 相関処理結果。クロックオフセット 2 μ sec を与えている。フリンジレート予測値が 0.23Hz と大きいため、5 秒積分の間に P C A L 信号同士の相関は相殺されている。

図5には64Mサンプリングデータの結果を示す。

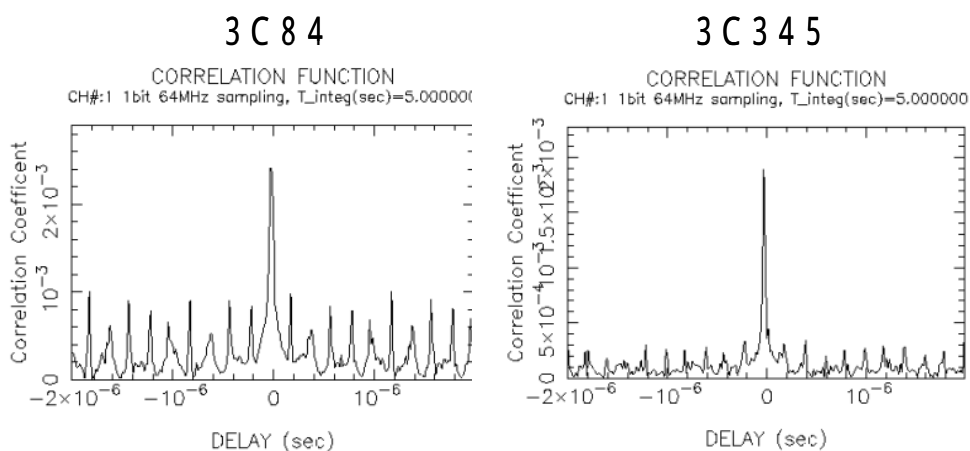


図5 64MHz サンプリングデータの処理結果 (左: 3C84, 右: 3C345)

図6は34mサイトでノートPCにより観測されたデータを用いての相関処理結果であり、記念すべきノートPC-VLBI初フリンジである。表2にCH1について得られた粗決定サーチ結果をまとめておく。図7にはそれぞれのサーチ関数も示しておく。

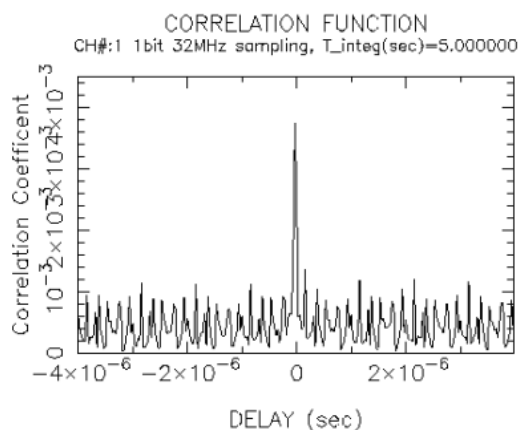


図6 ノートPC観測による記念すべき初フリンジ。電波源は3C84。

表2 粗決定サーチ結果

Scan #	Source	Sampling	Amplitude	Residual Delay (μsec)
1	3C345	32MHz	0.003989	-2.0226
2	3C345	64MHz	0.003237	-2.0239
3	3C84	64MHz	0.005558	-2.0221
4	3C84	32MHz	0.007098	-2.0242
5	3C84	32MHz	0.006651	-2.0206
平均				-2.0227

表2の遅延残差の平均値から34m局舎から11m局舎までの標準信号伝送に使われているケーブル長は短縮率を67%とすると、約406mとなる。この値は、実際の位置関係から推測して妥当な値である。

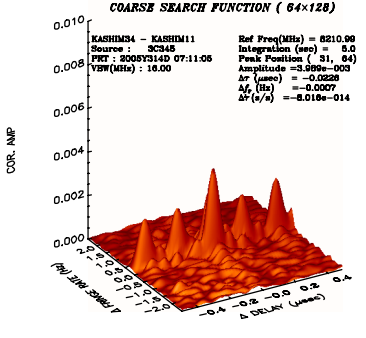
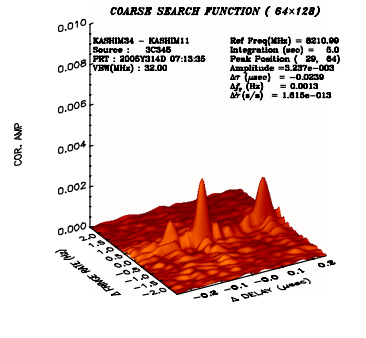
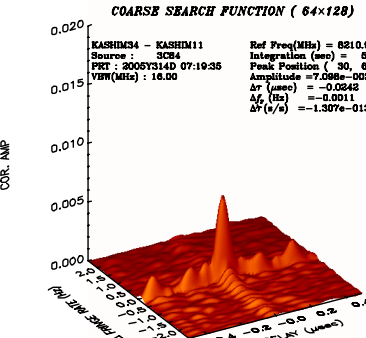
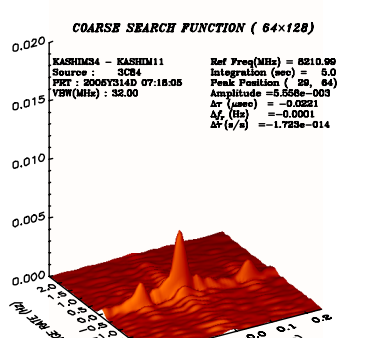
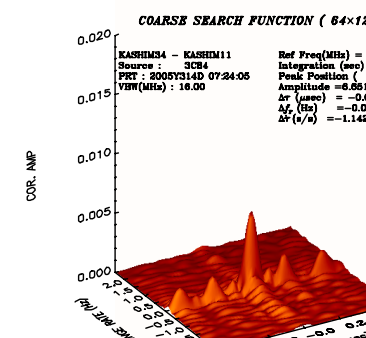
	3 2 M H z サンプルング	6 4 M H z サンプルング
3 C 3 4 5	<p>COARSE SEARCH FUNCTION (64×128)</p> <p>KASHIM34 - KASHIM11 Source : 3C345 PRT : 2005Y314D 07:11:05 VIEW(MHz) : 16.00</p> <p>Ref Freq(MHz) = 8210.99 Integration (sec) = 5.0 Peak Position (31, 64) Amplitude = 3.959e-003 $\Delta\tau$ (μsec) = -0.0229 Δf_c (Hz) = -0.0007 Δf (v/s) = -8.016e-014</p> 	<p>COARSE SEARCH FUNCTION (64×128)</p> <p>KASHIM34 - KASHIM11 Source : 3C345 PRT : 2005Y314D 07:13:35 VIEW(MHz) : 32.00</p> <p>Ref Freq(MHz) = 8210.99 Integration (sec) = 5.0 Peak Position (29, 64) Amplitude = 3.297e-003 $\Delta\tau$ (μsec) = -0.0229 Δf_c (Hz) = 0.0013 Δf (v/s) = 1.815e-013</p> 
3 C 8 4	<p>COARSE SEARCH FUNCTION (64×128)</p> <p>KASHIM34 - KASHIM11 Source : 3C84 PRT : 2005Y314D 07:19:35 VIEW(MHz) : 16.00</p> <p>Ref Freq(MHz) = 8210.99 Integration (sec) = 5.0 Peak Position (30, 64) Amplitude = 1.598e-003 $\Delta\tau$ (μsec) = -0.0242 Δf_c (Hz) = -0.0011 Δf (v/s) = -1.307e-013</p> 	<p>COARSE SEARCH FUNCTION (64×128)</p> <p>KASHIM34 - KASHIM11 Source : 3C84 PRT : 2005Y314D 07:18:05 VIEW(MHz) : 32.00</p> <p>Ref Freq(MHz) = 8210.99 Integration (sec) = 5.0 Peak Position (29, 64) Amplitude = 2.558e-003 $\Delta\tau$ (μsec) = -0.0221 Δf_c (Hz) = -0.0001 Δf (v/s) = -1.733e-014</p> 
3 C 8 4 (ノート PC)	<p>COARSE SEARCH FUNCTION (64×128)</p> <p>KASHIM34 - KASHIM11 Source : 3C84 PRT : 2005Y314D 07:24:05 VIEW(MHz) : 16.00</p> <p>Ref Freq(MHz) = 8210.99 Integration (sec) = 5.0 Peak Position (31, 64) Amplitude = 6.891e-003 $\Delta\tau$ (μsec) = -0.0206 Δf_c (Hz) = -0.0001 Δf (v/s) = -1.142e-014</p> 	<p>← 記念すべきノート PC による初FRINGE</p>

図7 粗決定サーチ関数 (Ch 1 のみ)

3.まとめ

2005年11月10日、鹿島34mアンテナと鹿島(KSP)11mアンテナを使用して、K5/VSSP32のサンプラーとしての性能を評価するための観測(フリンジテスト)を行った。その結果、従来機(K5/VSSP)に対して新たに追加されたサンプリング周波数である32MHzおよび64MHzサンプリングとともに良好な相関を検出することができ、VLBIサンプラーとして機能していることが確認できた。現状ではWindows機の性能のため、相関処理に使えるデータは数秒間しか取得できていないが、今後Linux機用ドライバーが整備され次第、長時間運用および実際の測地VLBIでの性能評価を実施していきたい。