

## 測地 VLBI 観測用 K5 / VSI システムの開発

## Developments of K5/VSI System for Geodetic VLBI Observations

# 小山 泰弘 [1]; 近藤 哲朗 [1]; 関戸 衛 [1]; 木村 守孝 [2]

# Yasuhiro Koyama[1]; Tetsuro Kondo[1]; Mamoru Sekido[1]; Moritaka Kimura[2]

[1] 情報通信研究機構鹿島; [2] NICT

[1] KSRC,NICT; [2] NICT

<http://www.nict.go.jp/>

情報通信研究機構は、国際 VLBI 事業 (IVS = International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) の技術開発センターの一つとして、VLBI 観測システムおよびデータ処理・解析システムの研究開発を行っている。とくに、1999 年から開始した K5 VLBI システムの開発では、柔軟な観測モードへの対応、汎用ネットワークを利用した国際的な e-VLBI 実験の実施、より高感度で品質のよい観測データの取得を目的として、さまざまな装置の研究開発を実施している。K5 VLBI システムの開発を進める前に 1990 年頃から開発した K4 VLBI システムでは、専用の高速な磁気カセットテープレコーダーを核にして観測装置の開発を行ったのに対し、K5 VLBI システムでは汎用の PC やハードディスク、ネットワーク機器を最大限活用する方針をとっている。このことにより、高い柔軟性をもってさまざまな観測モードに対応することが可能になっているとともに、拡張性にも優れた観測システムを実現している。K5 VLBI システムのデータ記録システムとしては、大きく分類して K5/VSSP システムと K5/VSI システムの 2 種類のシステムを開発している。K5/VSSP システムでは、Linux もしくは Free BSD の動作する PC に、PCI 拡張ボード (VSSP) と USB2.0 (VSSP32) インターフェースを介して VLBI 観測専用開発した AD サンプリングユニットを接続する。それぞれの AD サンプリングユニットは、観測対象の信号をベースバンドに周波数変換する BBC (Base Band Converter) ユニット 4 チャンネル分の信号をサンプリングすることができる。そのため、通常の測地 VLBI 観測で用いられる 16 チャンネルの観測モードを行うためには、4 台の PC を使用する。一方、K5/VSI システムは、VLBI 観測専用開発した高速 AD サンプラーユニットと、Linux の動作する PC とを VSI-H (VLBI Standard Interface - Hardware) 仕様に基づいてインターフェースする。VSI-H は、AD サンプリングを行うデータ入力部、データを一時的に記録したりリアルタイムに伝送したりするデータトランスポート部、相関処理と呼ばれるデータ処理を行う相関器にデータを出力するデータ出力部の間のインターフェースを規定している。VSI-H は、このことによってさまざまな観測装置や相関器間の互換性を確保することを目的として提唱され、合意された国際標準仕様である。VSI-H に準拠したデータ入力部からの信号を Linux PC に取り込むため、PC-VSI ボードと呼ぶ PCI バス拡張ボードを開発した。この PC-VSI ボードを PCI 拡張バスにインストールすることで、2Gbps までのデータレートで高速にサンプリングされたデジタルデータを取り込むことが可能となった。そして、VSI-H をサポートする高速 AD サンプラーユニットとしては、ADS1000、ADS2000、ADS3000 の 3 種類のシステムを開発し、さまざま観測モードに対応することを可能としている。ADS1000 システムは、512MHz の広帯域な 1 チャンネルを 1024Msps のサンプリングレートで AD 変換することができる。一方、ADS2000 システムは、通常の測地 VLBI 観測で適用されるバンド幅合成処理に適した観測モードをサポートするため、16 チャンネルの信号を同時に 64Msps のサンプリングレートで AD 変換することができる。ADS3000 システムは、ADS1000 システムと同様、1 チャンネルの入力信号を AD サンプリングするシステムであるが、1024MHz の帯域を 2048Msps でサンプリングしたのち、高速な FPGA (Field Programmable Gate Array) チップによる高速演算により、デジタルフィルタ処理やデジタル周波数変換処理ができる機能を持っている。このことにより、プログラムを開発することによってさまざまな観測モードに適応することが可能であり、目的に応じて一つのシステムでさまざまな観測に使用することができる。また、従来必要とされていた BBC ユニットの省略が可能となり、異なるチャンネル間の位相を高精度に接続することによって観測精度を向上することもできると期待できる。本講演では、これらの K5/VSI システムの開発について述べ、これまでに実施した試験観測結果を報告する。

## Developments of K5/VSI System for Geodetic VLBI Observations

# Yasuhiro Koyama[1]; Tetsuro Kondo[1]; Mamoru Sekido[1]; Moritaka Kimura[2]

[1] KSRC,NICT; [2] NICT

<http://www.nict.go.jp/>

As one of the technology development centers of the International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS), National Institute of Information and Communications Technology (NICT) has been developing VLBI observation systems and data processing systems. In 1999, we started to develop K5 VLBI system, which consists of the PC-based data acquisition terminals and software based correlation processing programs. In contrast to the previous K4 VLBI system developed with the specially designed high speed cassette tape recording system, the K5 VLBI system is designed with the commodity products such as personal computers, hard disks, and network components. This strategy has been quite successful to develop highly flexible and high performance observation systems and data processing systems for VLBI. As the data acquisition terminals of the K5 system, we have developed two independent series of systems. One is the K5/VSSP system series and the other is the K5/VSI system. The concept of the K5/VSSP and K5/VSSP32 systems is to develop AD sampling units interfaced to the commodity PC systems by using the PCI expansion bus (VSSP) and USB2.0 interface (VSSP32). Each AD sampling unit can support up to four analog inputs, and therefore, four units are used to record signals from 16 full channels of baseband converter units in the case of usual geodetic VLBI observations. On the other hand, K5/VSI series are realized by high speed AD sampler units and the units are interfaced with the commodity Linux PC system with the VSI-H (VLBI Standard Interface - Hardware specifications). VSI-H was proposed to define standard interface for the high speed data transfer between data input modules, data transfer modules, and data output modules to improve the compatibility between next generation VLBI observing systems and the correlator systems. To input the data stream from the VSI-H data input modules, a special board called PC-VSI board has been developed. The board is installed to the PCI expansion bus slot of Linux PC system and can support high speed data transfer and recording up to 2Gbps with a single unit. Three data sampler units, ADS1000, ADS2000, and ADS3000, have been developed to support various sampling modes. ADS1000 can sample one baseband channel at the sampling rate of 1024Msps. ADS2000 can sample 16 baseband channels at the sampling rate of 64Msps suitable for observations using the bandwidth synthesis method. ADS3000 can sample wide range of baseband frequency band up to 1024MHz with the sampling rate of 2048Msps. A high speed FPGA (Field Programmable Gate Array) chip is equipped inside the unit and it can be used to process the input data stream for digital filtering and digital baseband conversion processing. By developing specialized program for the FPGA chip, ADS3000 has a potential to support various observing modes without hardware baseband converters.