

NICT 鹿島機関報告

情報通信研究機構鹿島宇宙通信研究センター 小山泰弘

1. はじめに

情報通信研究機構は、現在、2001 年度に通信総合研究所として独立行政法人へと移行してから開始した 5 ヶ年の中期計画の最終年度を迎えている。その中で、鹿島宇宙通信研究センター宇宙電波応用グループは、現在 4 つある総合研究系の部門のうち電磁波計測部門に所属し、その中の 3 つの分野のひとつである時空計測分野の研究グループとして、『宇宙における時空標準基盤技術の研究開発』の研究課題を担当して研究開発を進めているという位置づけになっている。この研究課題における研究項目は大きく分けて 2 つあり、そのひとつがリアルタイム地球姿勢計測技術の研究開発、もうひとつが宇宙飛翔体の準リアルタイム位置計測技術の研究開発となっている。おもに前者の課題のもとで国際 VLBI 事業の技術開発センターとして推進している e-VLBI の研究開発を、後者のもとで『のぞみ』や『はやぶさ』といった深宇宙探査機の VLBI 観測による精密位置決定の研究を行っており、これらの観測・データ処理システムとして K5 システムの開発を実施しているという位置づけとなっている。本報告では、この方針のもとで 2005 年に実施した研究開発の進捗状況などについて報告するとともに、今後の計画について紹介する。

2. システム開発

現在開発を行っている VLBI 観測・解析システムは、いくつかの種類があるが、これらはすべて K5 システムとして位置づけられるものである。K5 システムは、1980 年代の K3 システムの開発、1990 年代の K4 システムの開発に続く新しいシステムとして、2001 年ころから開発を開始したもので、IP ネットワークを使った e-VLBI の実現、ソフ

表1 K5 システムにおける A/D サンプリング・データ取得装置

	K5/VSSP	K5/VSSP32	ADS1000	ADS2000	ADS3000
Sampling Speed	40, 100, 200, 500kHz, 1, 2, 4, 8, 16MHz	40, 100, 200, 500kHz, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64MHz	1024MHz	64MHz	2048MHz
Sampling Bits	1, 2, 4, 8	1, 2, 4, 8	1, 2	1, 2	1-8
No. Channels	1, 4, 16 (with 4PCs)	4, 16 (with 4PCs)	1	16	1 (FPGA Programmable)
Max. Data Rate	512Mbps (with 4PCs)	2048Mbps	2048Mbps	2048Mbps	4096Mbps

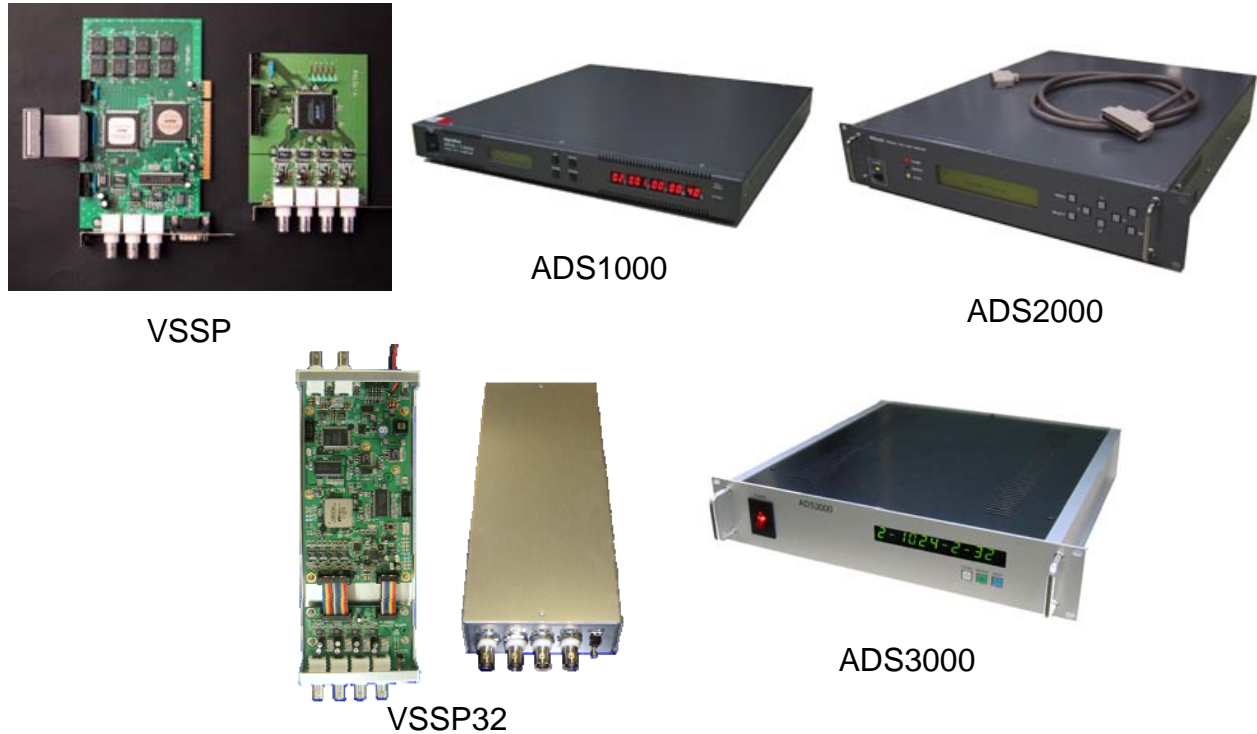


図1 K5システムにおけるデータ取得・ADサンプリング装置

トウェア相関器と分散した複数の CPU による高速リアルタイム相関処理の実現を目指すことをコンセプトとして開発を行っている。今年度は、とくに USB2.0 をインターフェースとして PC と接続してデータ取得を行えるようにした VSSP32 (VSSP は Versatile Scientific Sampling Processor の略) の開発と、2Gsp/s の高速 A/D サンプリングチップと高性能 FPGA チップを用いることで、デジタルベースバンドコンバータ機能を自由に組み合わせることで多様な観測モードに対応できることを目指す ADS3000 の開発に取り組んだ (表 1 および図 1)。いずれも、フリッジの検出など基本的な性能の確認が済み、機能拡張や安定性の向上のための開発を継続している状況である。これらのシステムと汎用の PC、2048Mbps までの入力に対応した PC-VSI ボードの開発、さらにはソフトウェア相関器の開発によって、K5 システムはほぼ完全な構成となったといえることができる。ソフトウェア相関処理プログラムは、今年度さらに多くの研究機関とのライセンス契約が締結され、現在、オランダ、イギリス、オーストリア、オーストラリア、イタリア、カナダ、韓国、中国 (中国は現時点ではまだ締結手続き中) の研究機関に無償で提供され、国内の共同研究先での利用を含めて広く利用されるようになった。また、VERA 用のバックアップ相関器として利用できるソフトウェア相関器を開発することを目的に、国立天文台からの研究委託を受けることになり、今年度は基本的な 1 基線分のデータ処理ができる基本構成部の開発を行うことになった。今後は、記録したデータを PC-VSI ボードを通じて外部に出力できるようにする改良と、国際標準プロトコルとして提案準備中の VSI-E プロトコルを用いたリアルタイムデータ伝送および異機種間リアルタイム相関処理を実現することなどが残された課題であり、引き続き取り組んでいきたいと考えている。

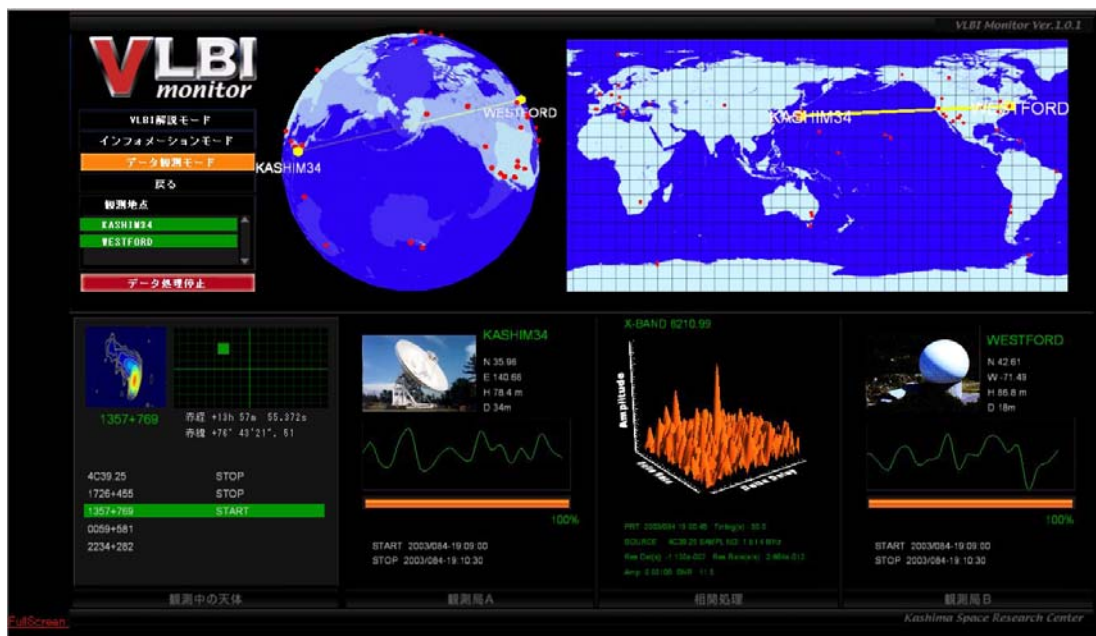


図2 e-VLBI モニタープログラム画面

3. e-VLBI

リアルタイム地球姿勢計測や準リアルタイム宇宙飛行体位置決定の研究では、e-VLBIによって観測データをネットワークで伝送し、即座に相関処理することが不可欠である。そのため、国際的にはIPを用いたe-VLBIを、国内では国立天文台やNTT研究所との協力の下GALAXY観測網の光結合VLBI観測に参加している。とくに、後者の光結合VLBI観測には2003年以降しばらくネットワーク接続が途絶えていた状態であったが、2005年より鹿島-小金井間のJGN IIネットワーク接続(10Gbps)のうち、一部を利用することで2.4GbpsでのATM接続が復活した。今後、さらにこの接続を2重化して、総データレート4.8Gbpsでの接続を光結合VLBI観測に活用したいと考えている。なお、2005年6月5日には、天皇、皇后両陛下が鹿島宇宙通信研究センターをご視察になり、新たに作成したe-VLBIモニタープログラムの画面を用いての説明をお聞きいただくという機会を得た。ここで作成されたe-VLBIモニタープログラム(図2)は、通常のWEBブラウザのプラグインプログラムとして多様な環境で実行できるので、実際のe-VLBI観測における状況モニターとして利用できるほか、デモンストレーションの目的でも広く使っていただけることを期待している。

4. 今後の計画

情報通信研究所では、2006年度より、第2期中期計画期間が開始されることになる。この中で、VLBI技術を含む研究開発は、時空標準の研究開発の中で『時空統合標準技術の研究開発』という研究課題のもとで実施されることになる予定である。この研究課題は、高精度・高信頼の時刻・位置情報を容易に利用できるユビキタス情報通信社

会の実現を目指して、時間と空間基準座標系を統合した時空統合標準の高精度化、およびこの上で定義される時刻や位置の情報をユーザーに利用しやすい形で提供する時空情報配信技術の研究開発とを実施することになっている。前者の中には、国際 VLBI 事業の目指す VLBI2010 システムの実現を通して、地球姿勢や基準座標系をより高精度にかつリアルタイムに計測するための研究開発と、小型アンテナを活用した精密基線長観測システムを実施するという計画であり、これらの研究開発を通じてより高度な VLBI 技術の利活用を実現していきたいと考えている。

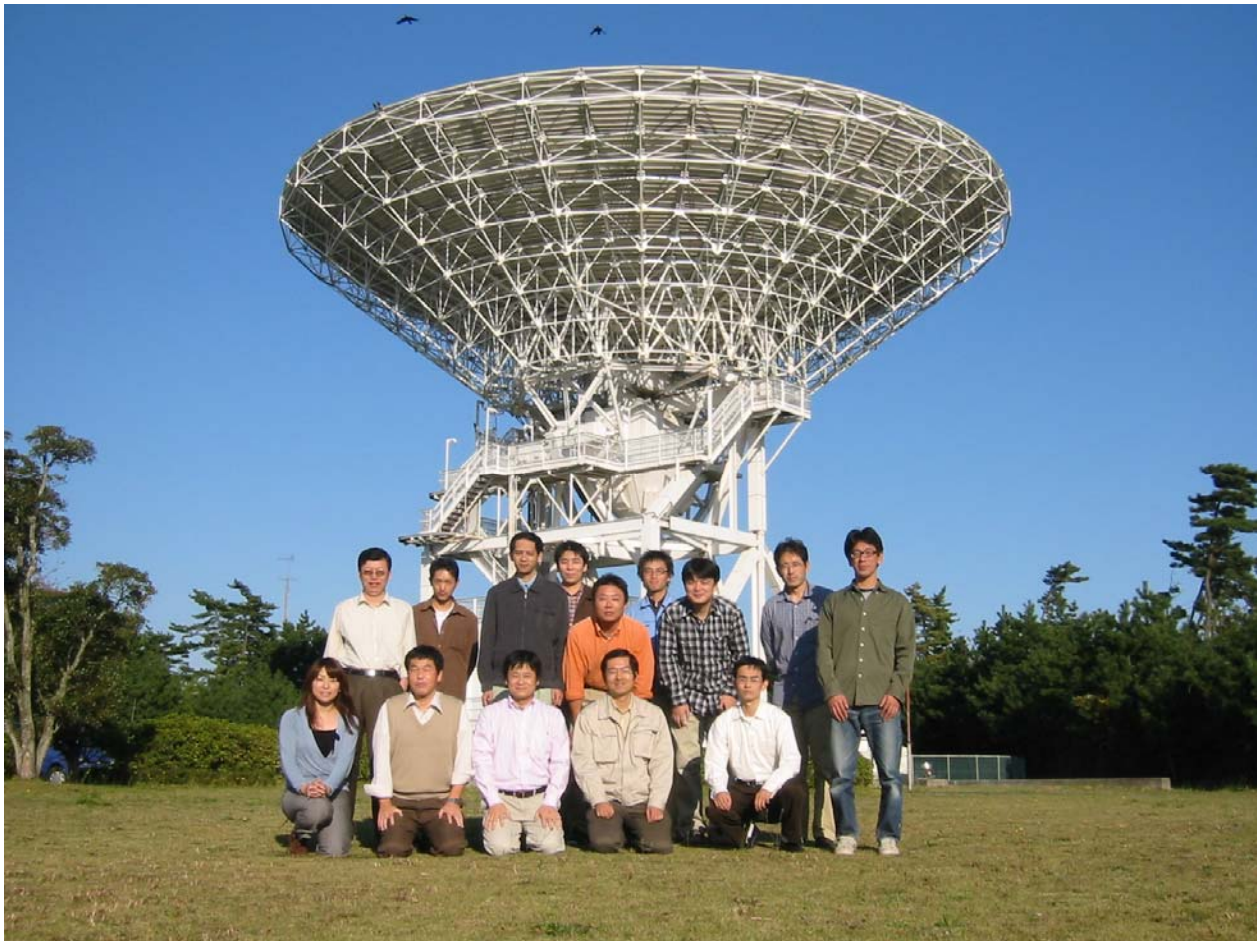


図3 鹿島34mアンテナの前にならぶスタッフ（2005年11月9日撮影）。後列左から Liu Xiang（ウルムチ天文台）、堤正則、Zheng Weimin（上海天文台）、木村守孝、市川隆一、石井敦利（特別研究員・国土地理院）、竹内央、関戸衛。前列左から 小林由美、近藤哲朗、小山泰弘、川合栄治、Shu Fengchun（上海天文台）、久保木裕充。写真に写っていないスタッフはほかに中島潤一（現在、企画戦略室）。