

K5システム開発を振り返って Looking back on the K5 system development

近藤哲朗*1,*2

*1 上海天文台

*2 情報通信研究機構



K5システムとは

- **K1** 1975年から開発、1977年実験 日本における最初のVLBI実験 米国のMark-IIシステムに対応。ビデオレコーダ。
- **K2** 1977年から開発。マイクロ回線を使った実時間データ転送システムを使ったVLBI
- **K3** 1978年から開発。米国のMark-IIIシステムと互換性を有したシステム。1983年完成。日本初の本格的測地VLBIシステム。オープンリールレコーダ。
- **K4** 1988年から開発。カセットテープ。自動テープ交換。
- **KSP** 1993年から開発。専用回線による実時間VLBI
- **K5** 2000年から開発。低コストのサンプラー&レコーダ。パソコン使用



K3 VLBI SYSTEM

K3 Correlator

K3 Recorder

K3 Formatter

Antenna
Control
Unit

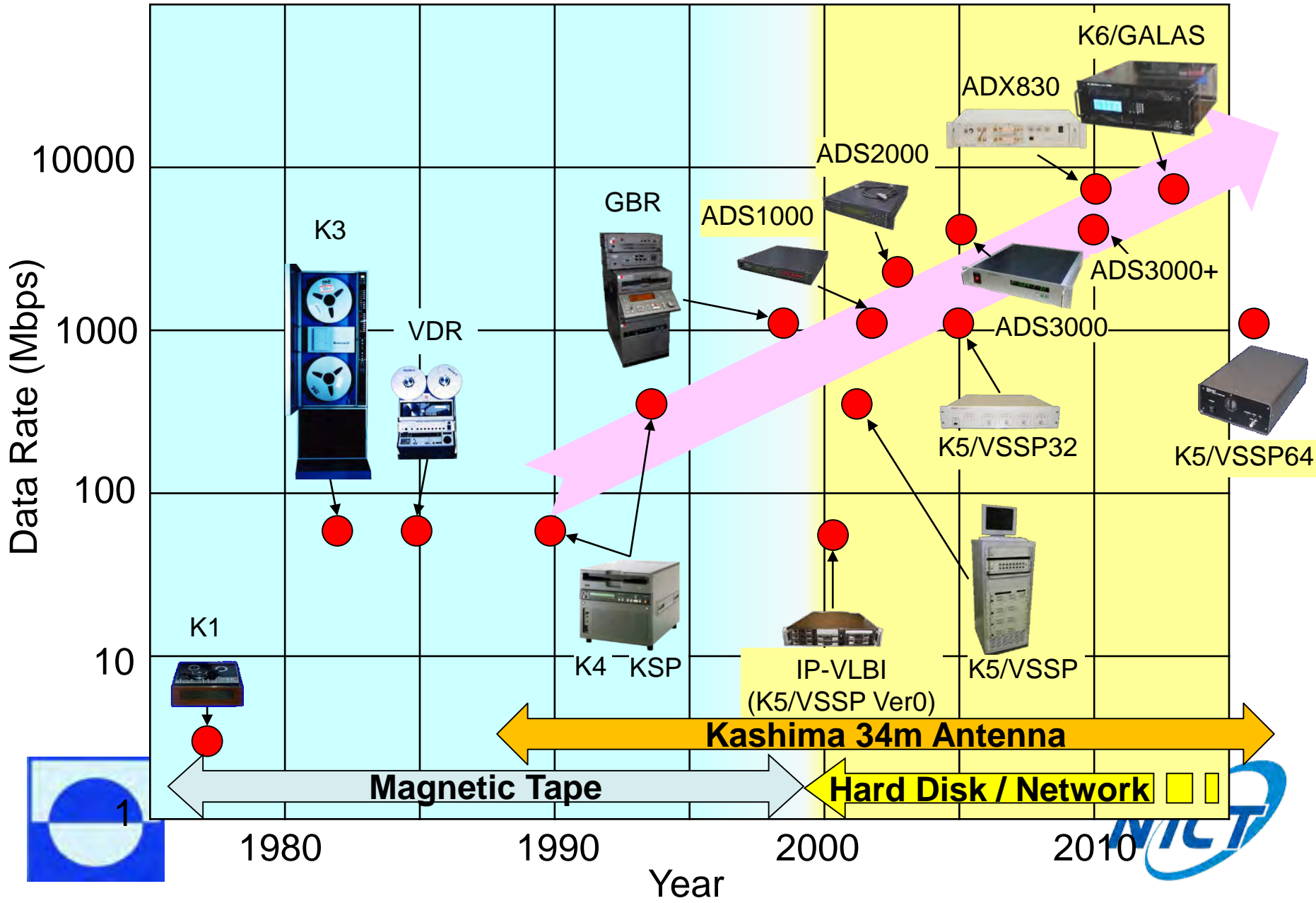
K5 system

K3 Video Converter

Control Computer



Kシリーズ (レコーダ、サンプラー) 開発の歴史



**K3, K4 (KSP) システムは
ハードウェア関連器
さてK5では？**

ソフトウェア関連器



NICTでの実用的ソフトウェア相関器 開発の歴史

- 1980年代：CCC開発(いわゆるXFタイプ相関器)
 - サンプリング周波数4MHzの1ビットADデータの4秒積分処理(64ラグ)で**150分**かかった(ミニコンHP1000/A900を使用)

ソフト相関器を開発したんだけど、遅すぎて、話にならんのだよ



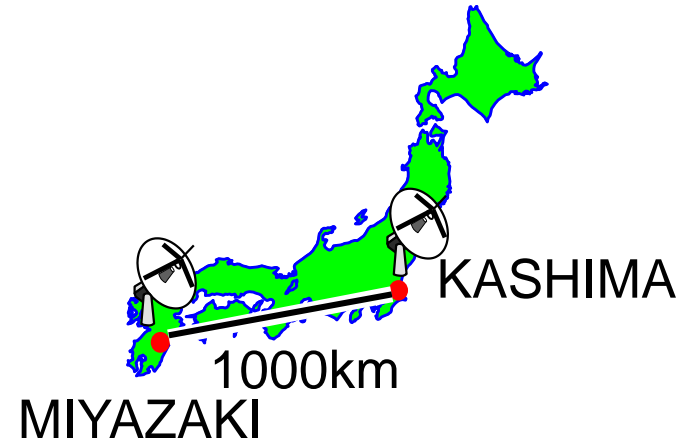
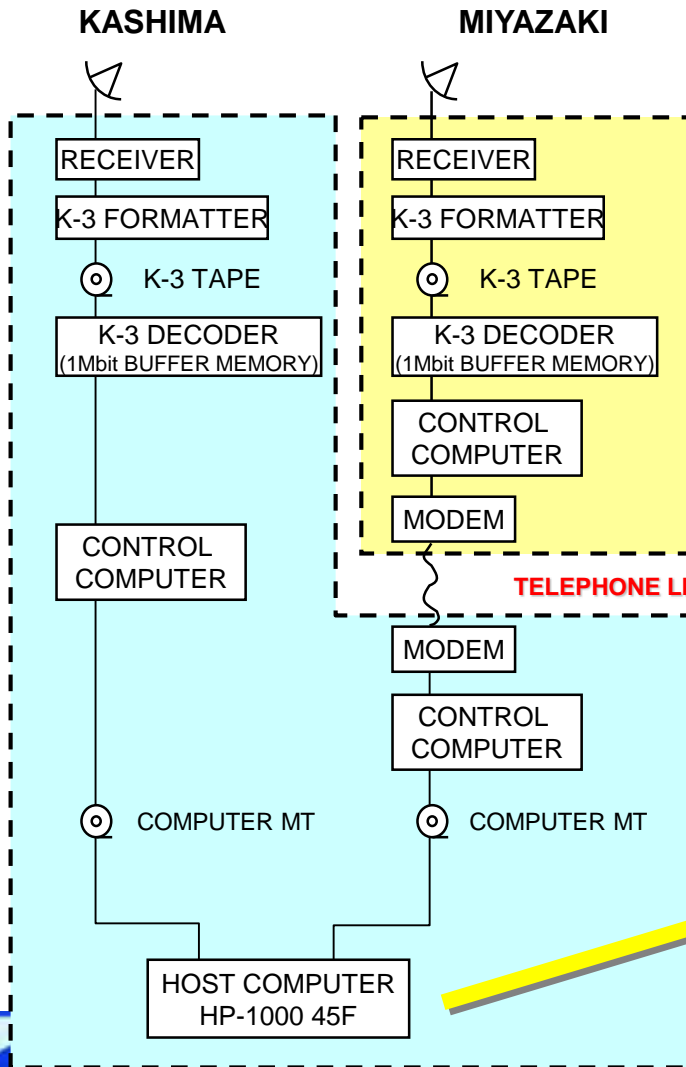
CCC 開発者談



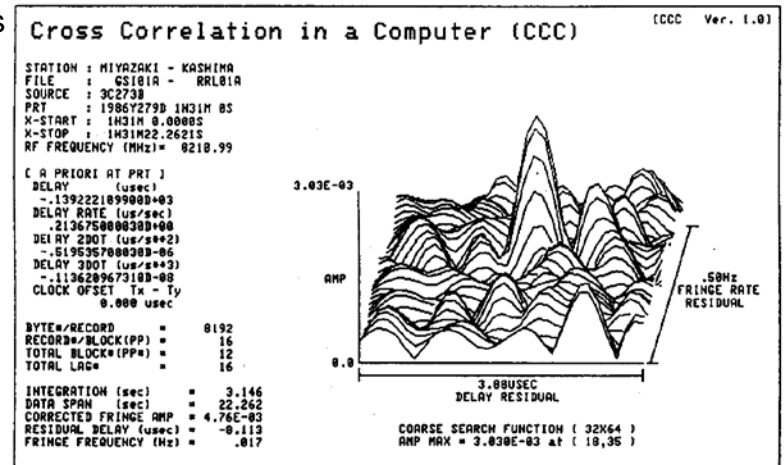
* CCC : Cross Correlation in a Computer



ソフト相関器を使った歴史的実験(1986)



観測後たった10時間でフリンジ検出!



NICTにおけるソフトウェア関連器の開発

K5 / VSSP (測地目的)用

- XF-タイプ (1ビットADデータ用) (cor)
- FXタイプ (多ビットADデータ用) (fx_cor)

位相校正(PCAL)信号検出を含む



K5/VSSP

K5 / VSI (ギガビットVLBIシステム)用

- FXタイプ gico
(木村さん開発)*



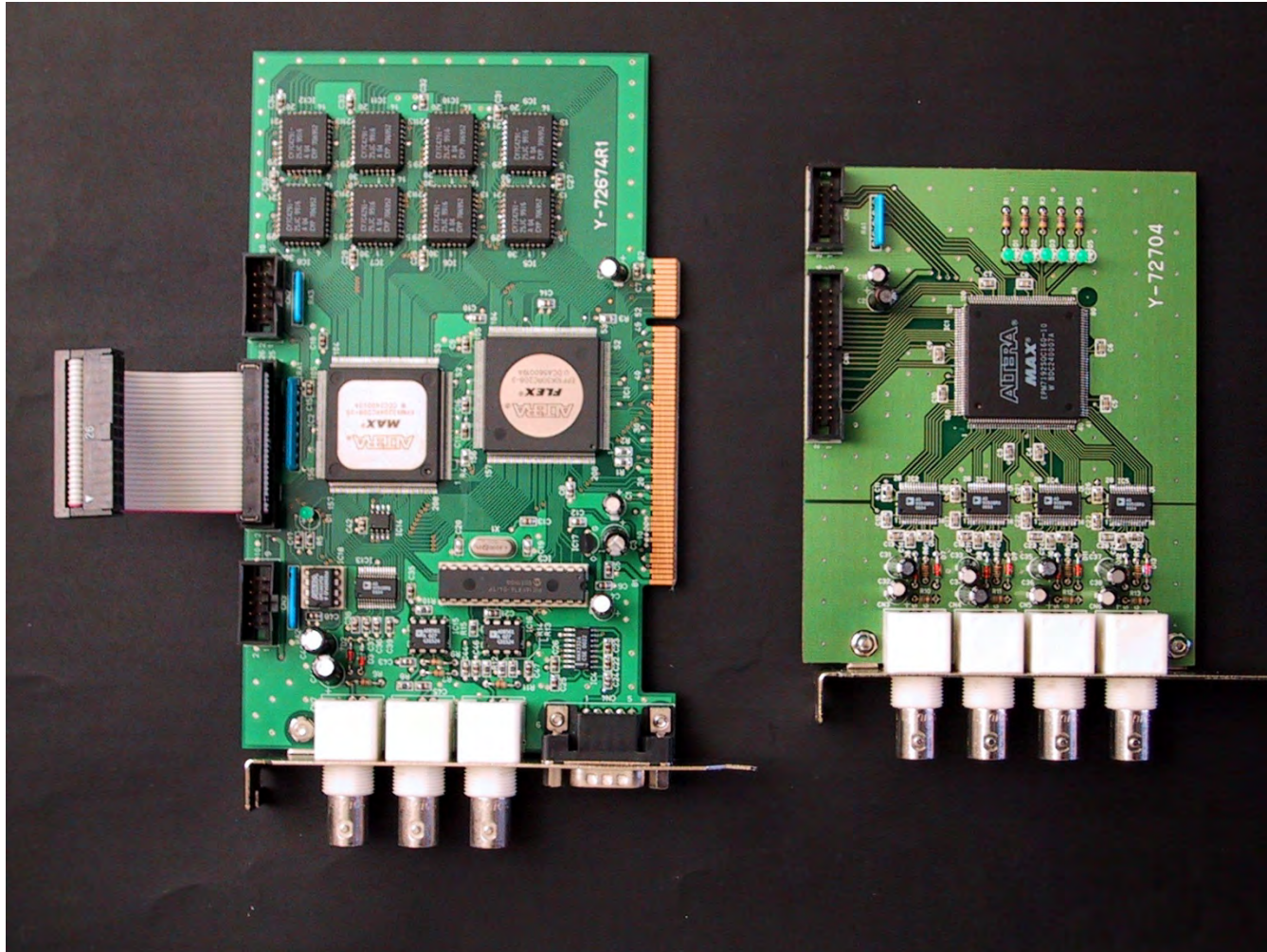
K5/VSI



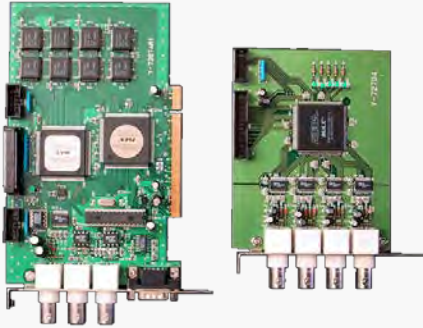


*gicoの方が処理速度が圧倒的に早い

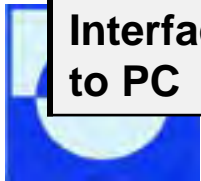


IP-VLBI (K5/VSSP) 2000年 サンプラーボード (PCIバス) + 4ch入力補助ボード



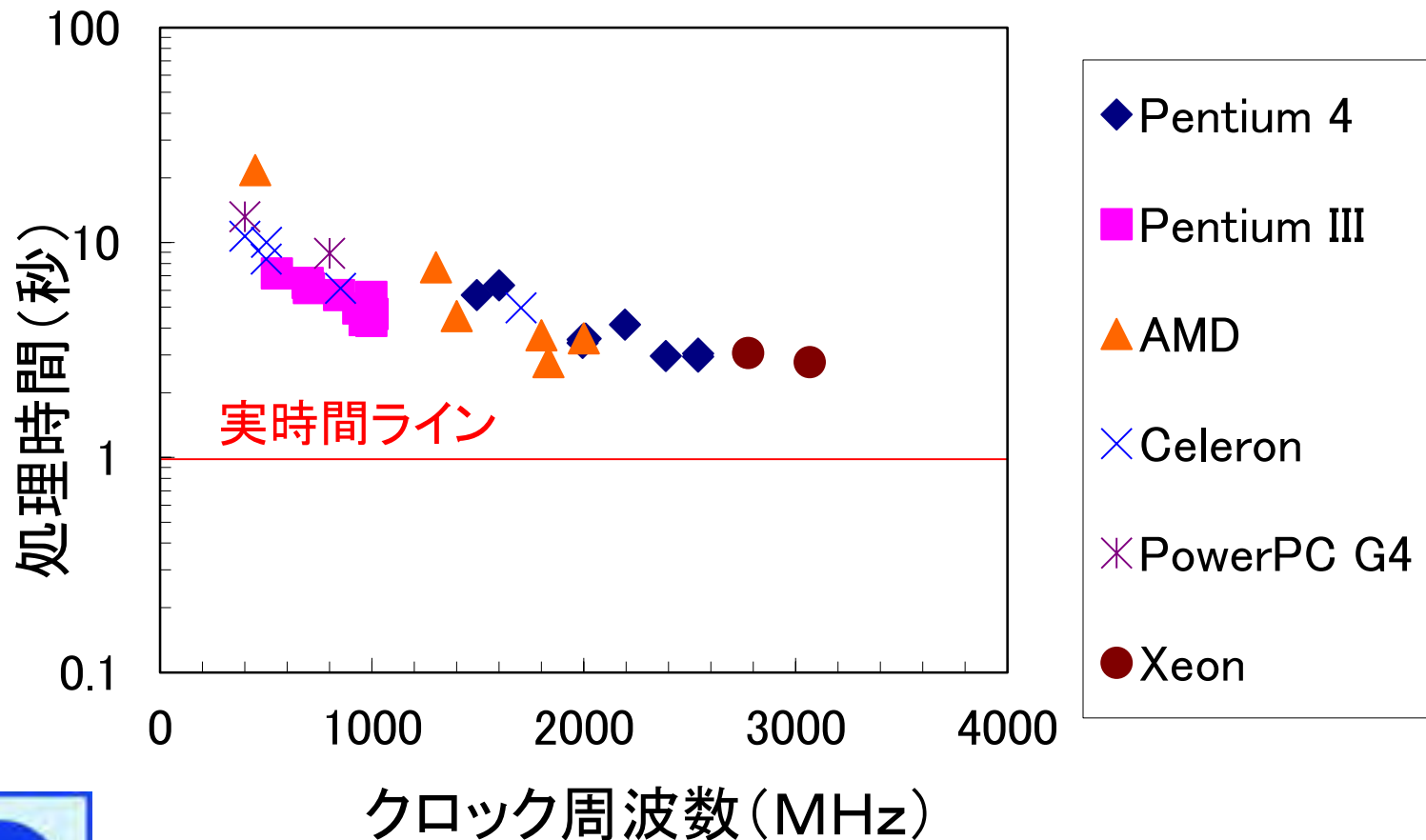
K5/VSSP シリーズサンプラー

| | K5/VSSP | K5/VSSP32 | K5/VSSP64 |
|---------------------|---|--|---|
| |  |  |  |
| Sampling Freq (MHz) | 0.04, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 | 0.04, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 | 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 |
| LPF (MHz) | ---- | 2, 4, 8, 16, through | 2, 4, 8, 16, 32, through |
| AD bits | 1,2,4,8 | 1,2,4,8 | |
| # of CHs | 1, 4 per unit | 1, 4 per unit | 1, 2, 4 per unit |
| Max data rate | 64 Mbps per unit | 256 Mbps per unit | 1024 Mbps per unit |
| Interface to PC | PCI-bus | USB2.0 | USB3.0 |



corの処理速度の比較結果（2004年現在）

8MHz1ビットサンプリング4chデータ
32ラグ1秒積分に要する時間



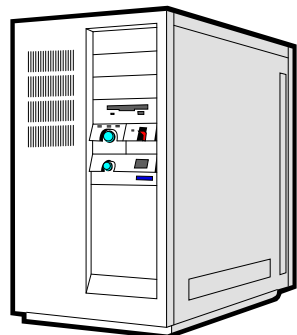
VLBI@home @office

プロトタイプ
作りました

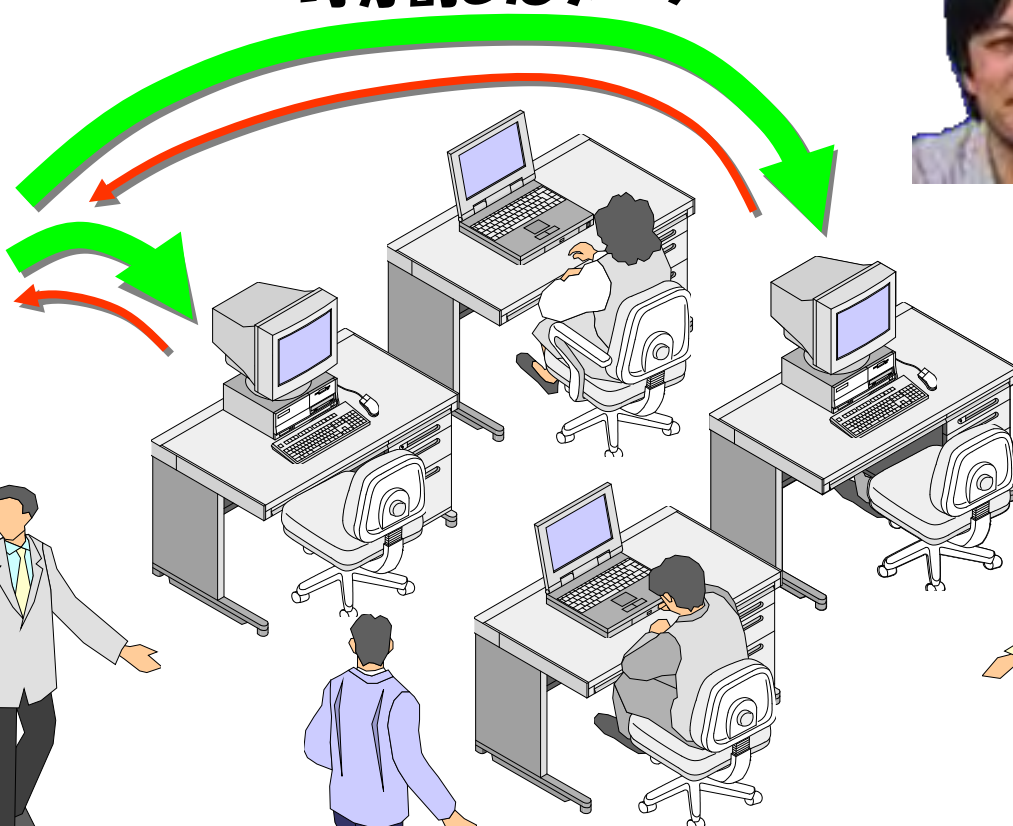


大量のVLBIデータ

時分割したデータ



サーバー



制作者の
竹内さん

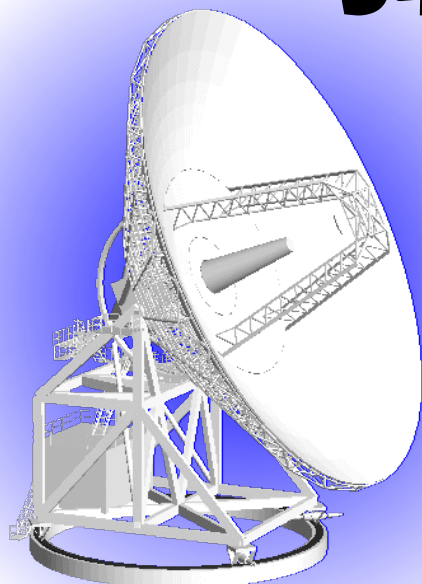
各PCの
空き時間に
相関処理



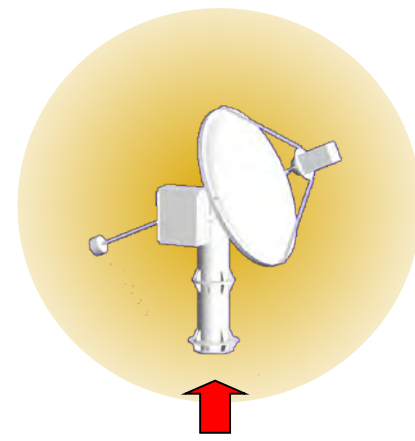
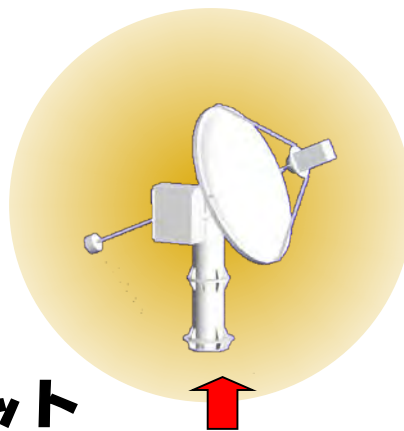
VLBI @ university

34mアンテナ

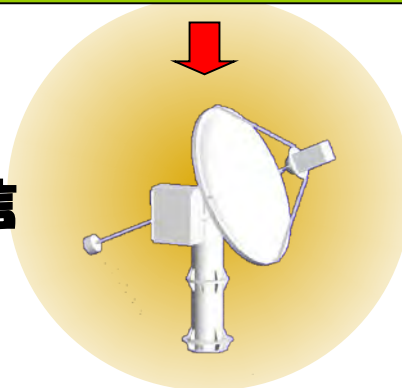
受信した電波星信号の
ブロードキャスト



インターネット



小口径アンテナ（各大学等）
大口径アンテナからの信号受信
+ 相関処理



日米e-VLBI実験

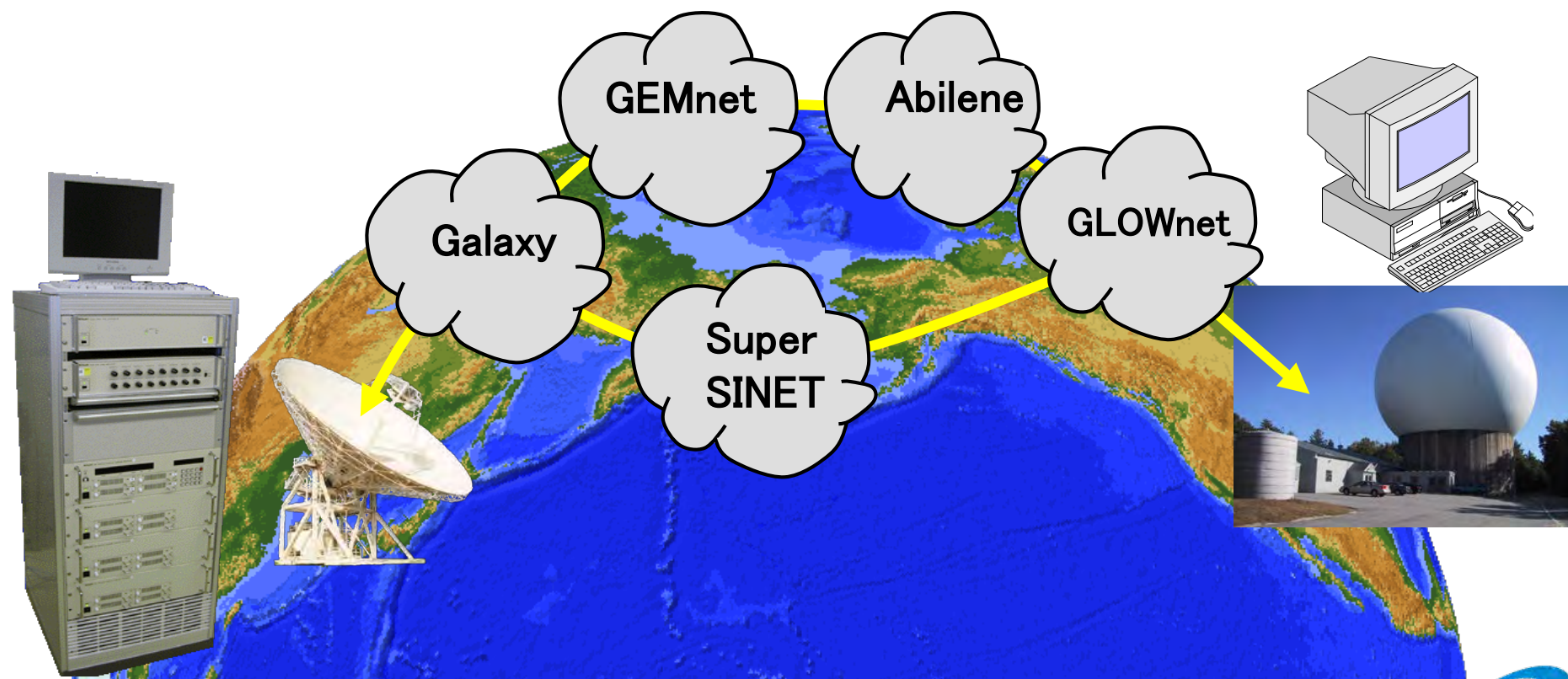
観測から地球姿勢パラメータUT1推定までの最短記録を更新

観測終了から**4.5時間**でUT1推定に成功

2004年6月29日

JAPAN

US



Kashima 34m/K5

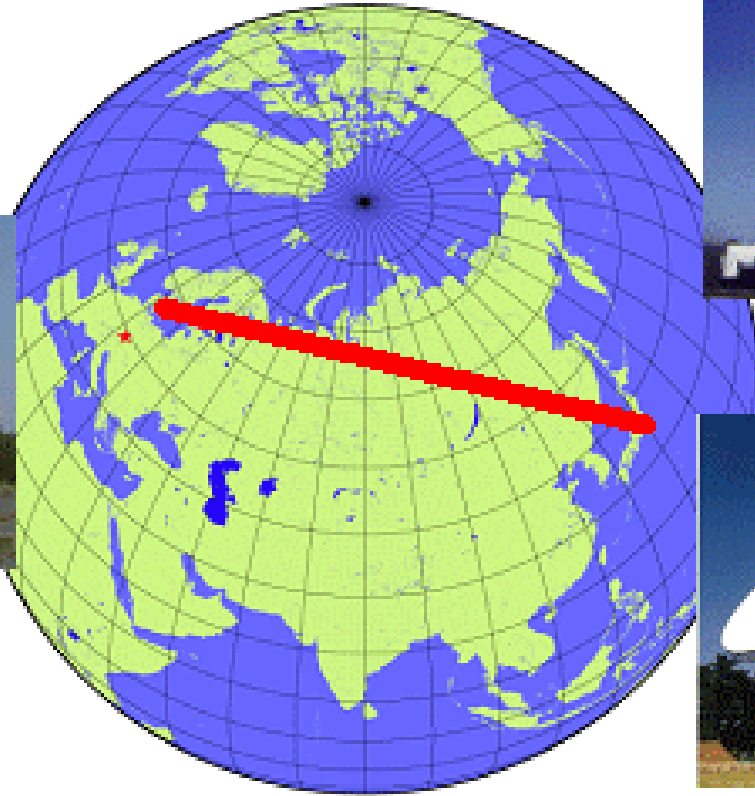
Haystack/Mark-5
(Westford 18m)



超高速 UT1 決定



Onsala 20m
(Sweden)



Tsukuba 32m (GSI)

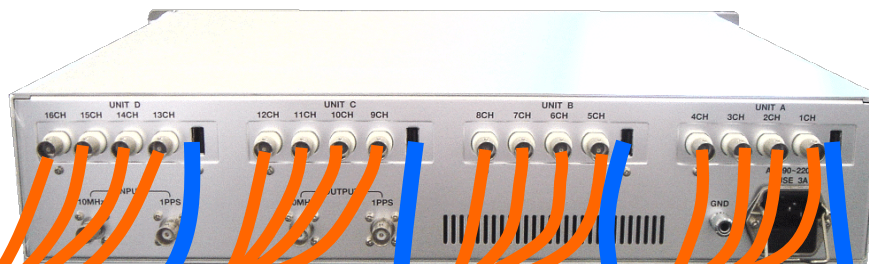
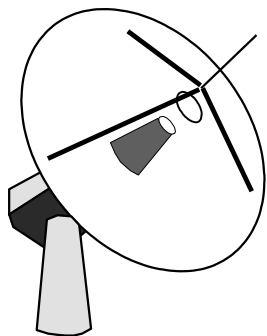


Kashima 34m (NICT) †

**最終観測の3分45秒後にUT1を決定(推定)できた！
(2008年2月22日)**

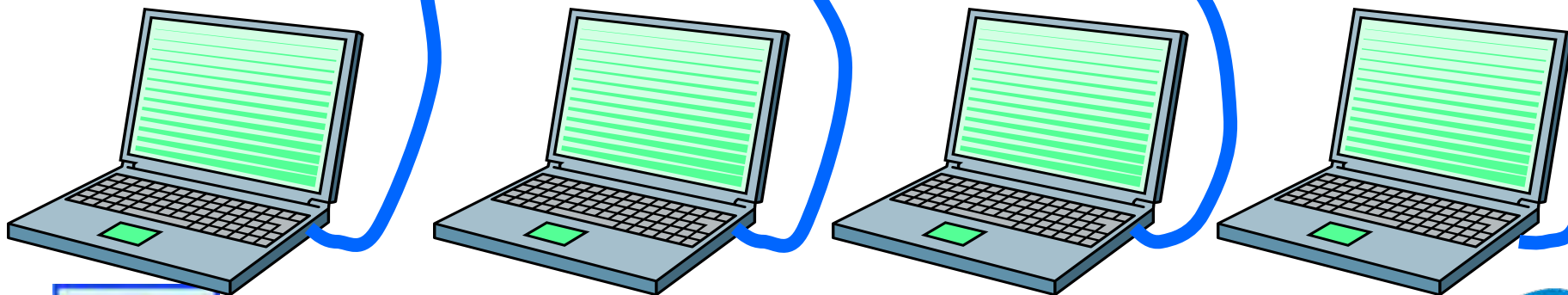


ノートPCでVLBIも夢じゃない！

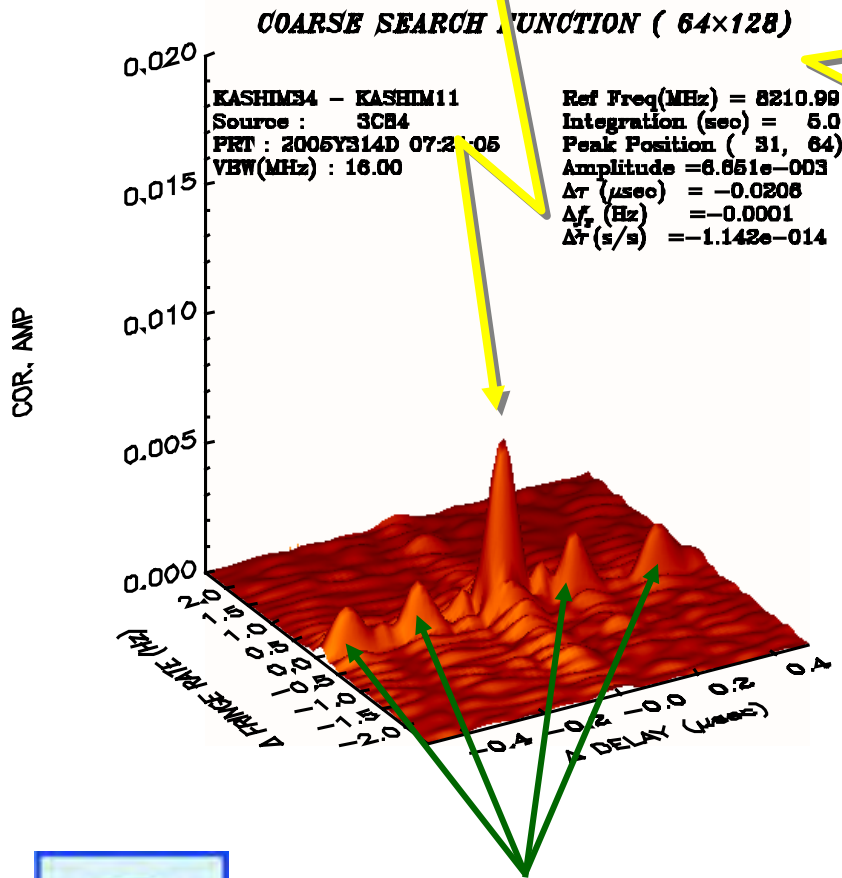


ビデオ信号

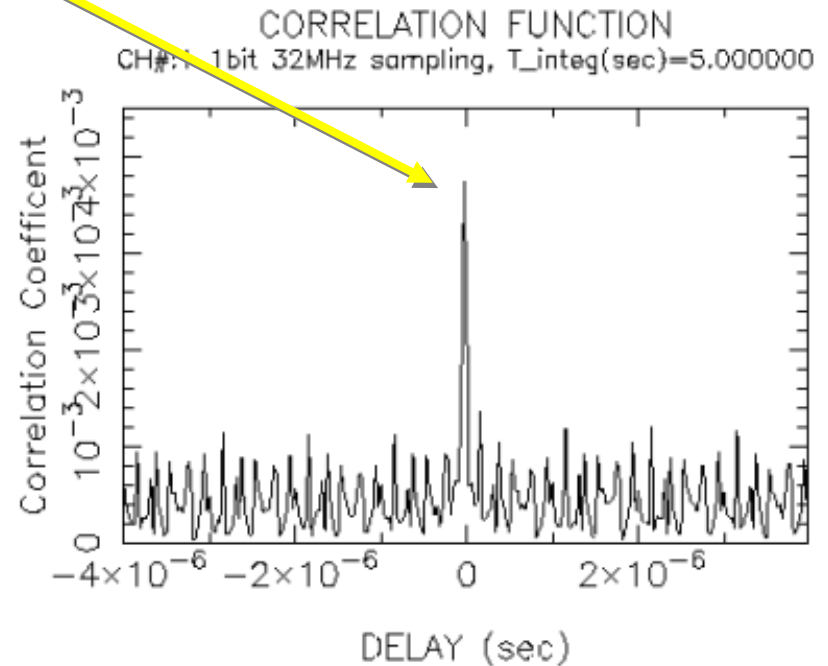
USB



ノートPCを使った観測で得られた世界初のフリンジ



サンプリング周波数: 32MHz
電波源: 3C84

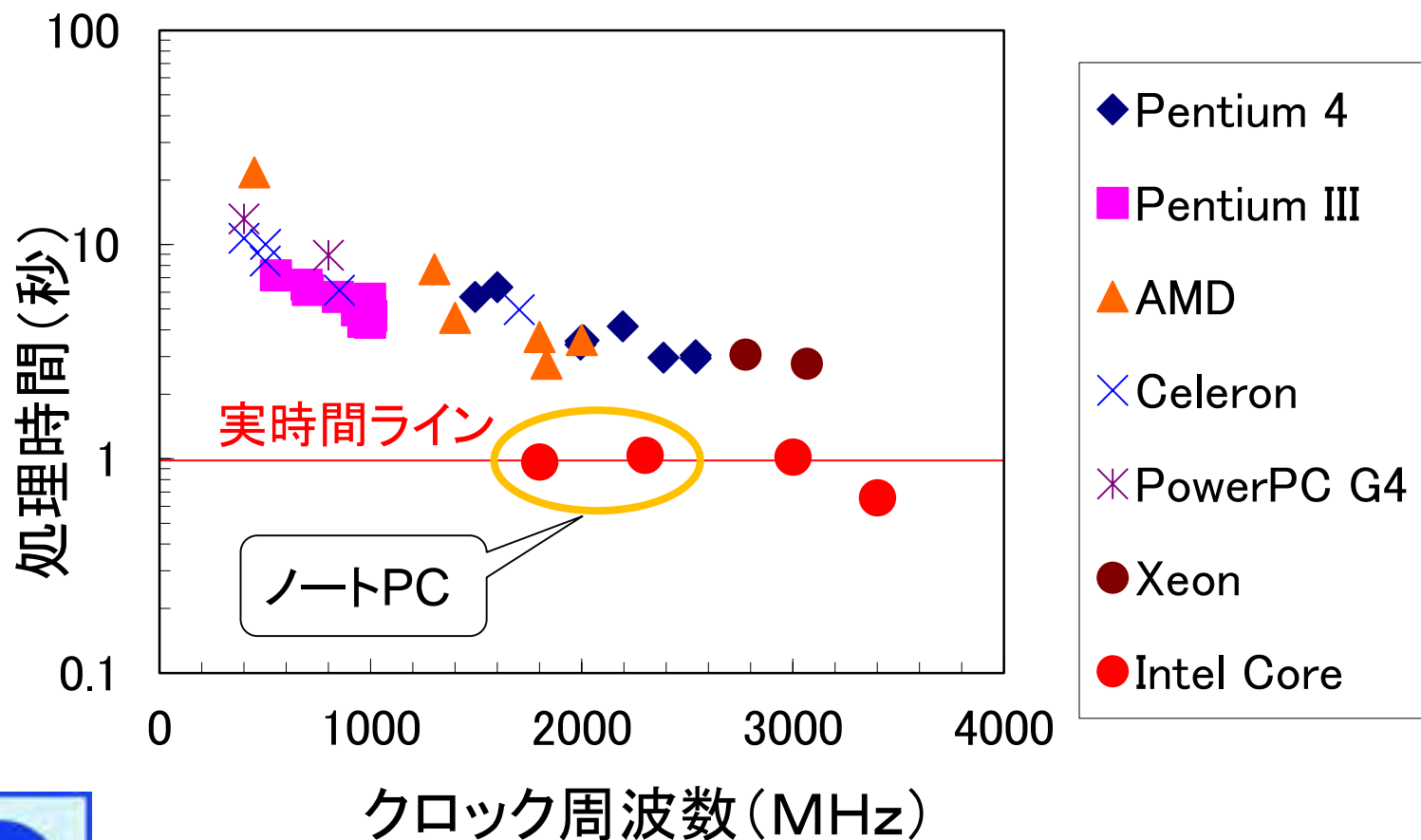


これらPCAL信号の影響



corの処理速度の比較結果（2019年現在）

8MHz1ビットサンプリング4chデータ
32ラグ1秒積分に要する時間



謝辞

- K5 / VSSPシリーズの開発に多大な貢献をしていただいた**日本通信機(株)**様に感謝いたします。
- またK5 / VSIシリーズ(ADSシリーズ)の開発に協力していただいた**DIGITAL LINK社様、コスモリサーチ(株)**様に感謝いたします。
- 更にADXシリーズ開発の**エレックス工業(株)**様に感謝いたします

