

多基線測地VLBI実験によるK5システムの実証

小山泰弘、近藤哲朗、大崎裕生(通信総合研究所)、
高島和宏(国土地理院)、徂徠和夫(北大)、
高羽浩(岐阜大)、藤沢健太(山口大)

VLBI Systems for e-VLBI



K3 Correlator (Center)
K3 Recorder (Right)

K3 System

1983~
Longitudinal Recorder
Open Reel Tapes
Hardware Correlator



K4 Terminal

K4 (KSP) System

1990~
Rotary Head Recorder
Cassette Tapes
Hardware Correlator
e-VLBI with ATM



K4 Correlator



K5 Data Acquisition
Terminal

K5 System

2002~
PC based system
Hard Disks
Software Correlator
e-VLBI with IP

K5 Family : Concept

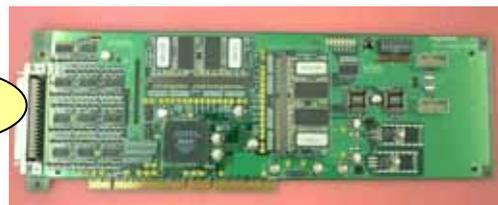
ADS1000

(1024Msample/sec 1ch 1bit or 2bits)



PC-VSI Board

(Supports VSI-H specifications)



VSI

VSI

Correlator
other DAS

Internet



IP-VLBI Board

(~16Msample/ch·sec, ~4ch, ~8bits)

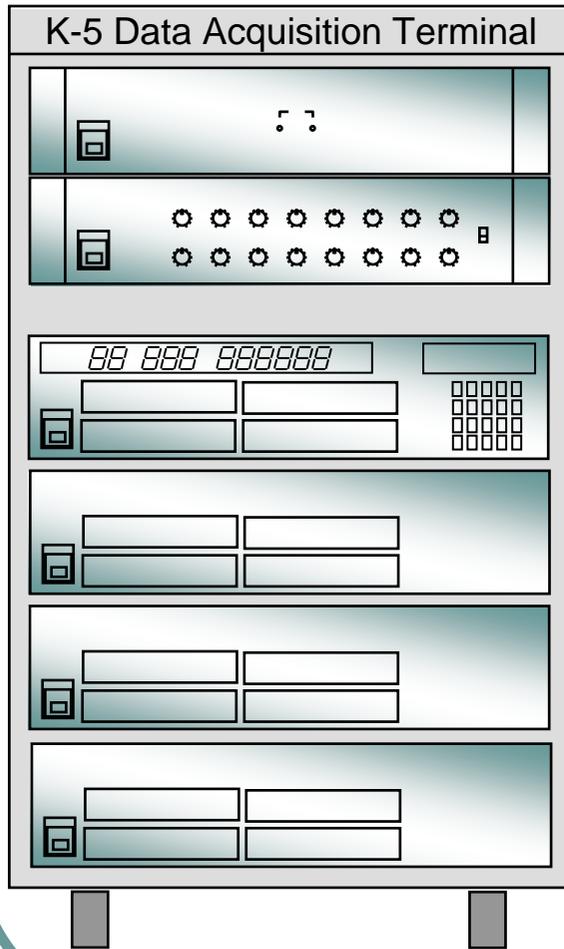


ADS2000

(64Msample/ch·sec, 16ch, 1bit or 2bits)

PC : Data Acquisition
Correlation

K5 Data Acquisition Terminal



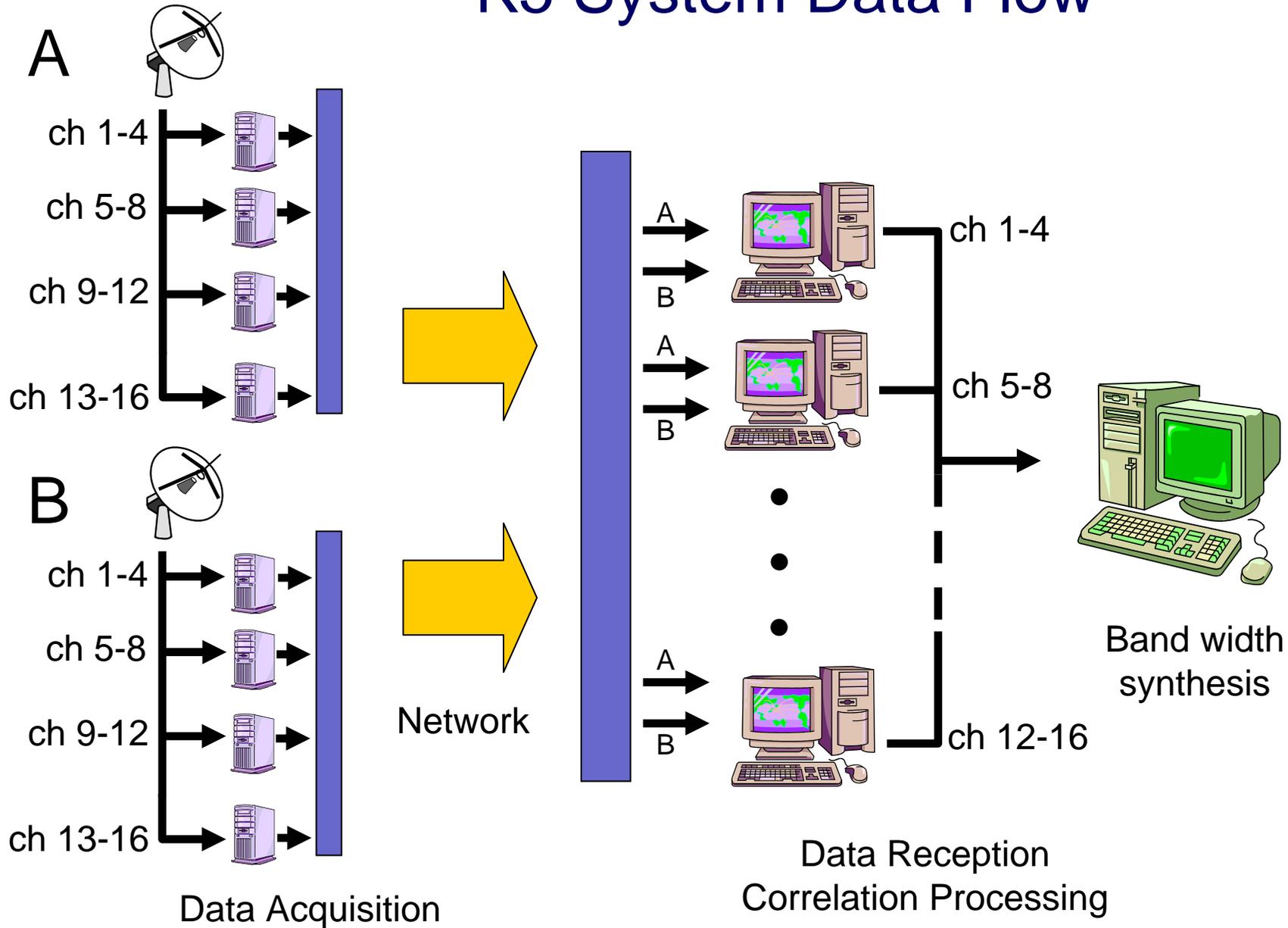
7625A (Reference signal distributor)

7626 (16ch video amps)

Rack mount PC
with an IP-VLBI
board (9260)
and 4 removable
HDD x 4



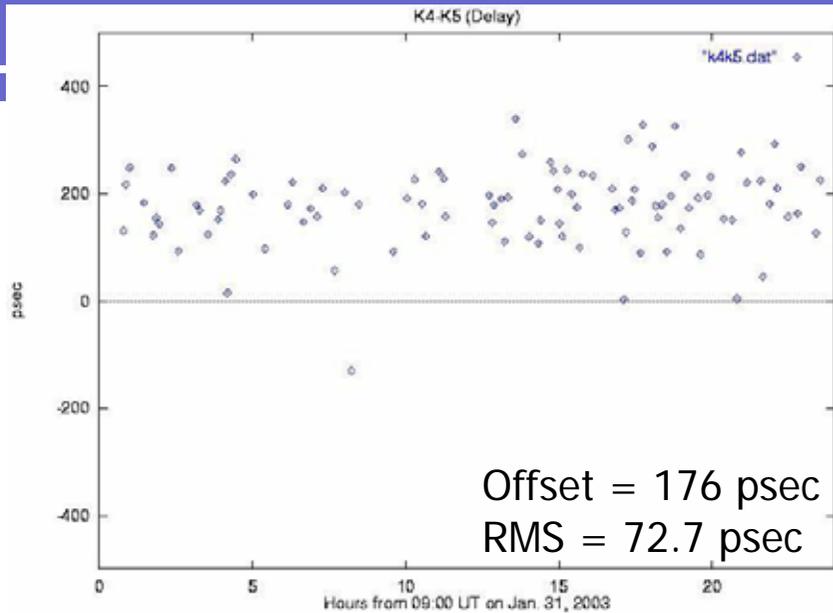
K5 System Data Flow



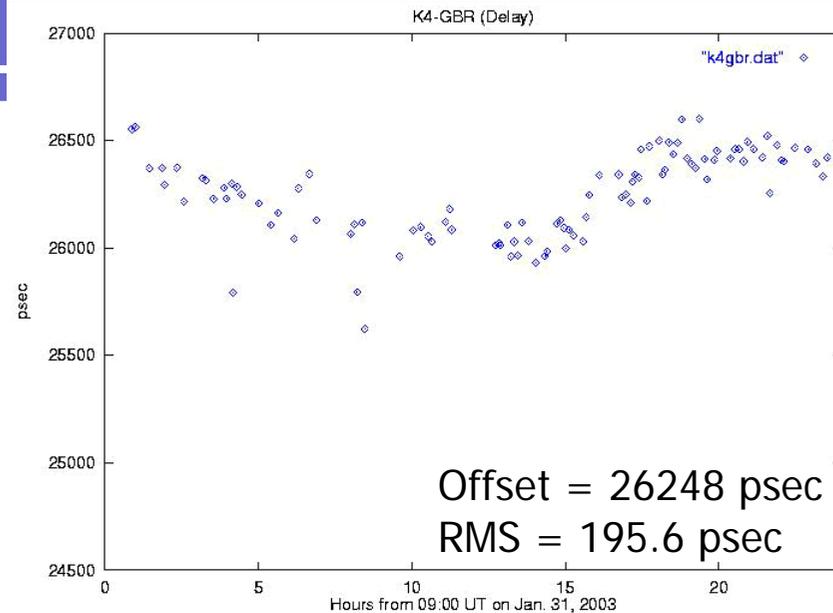
K5システムによる測地VLBI実験(1)

- 2003年1月30日: 鹿島 - 小金井基線の単基線測地VLBI実験
 - 単基線でのK5システムによる初の測地VLBI実証実験
 - 56Mbps(2MHz・14ch.)、24時間
 - K4システム、GBRシステムと結果を比較

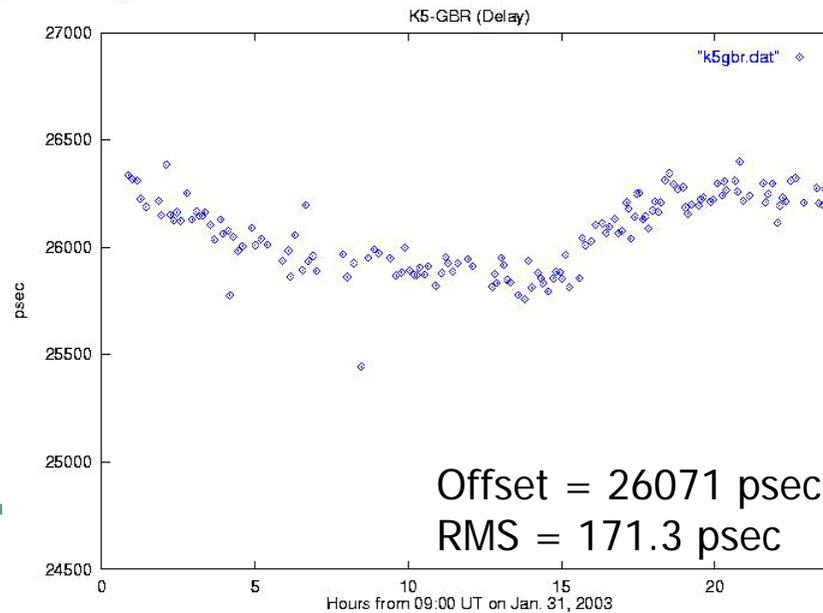
処理結果の比較 (遅延時間)



K4-K5



K4-Gigabit



K5-GBR

解析結果の比較 (基線長と残差RMS)

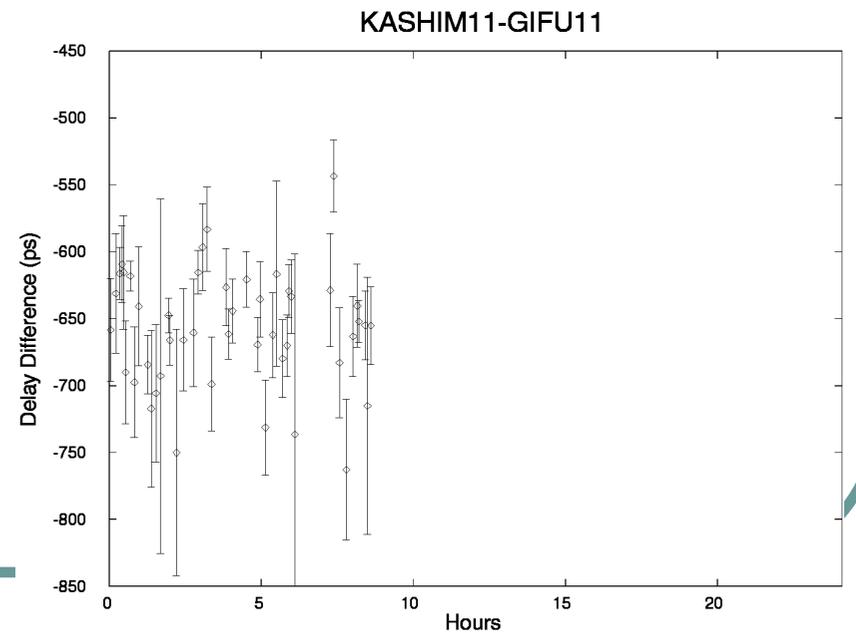
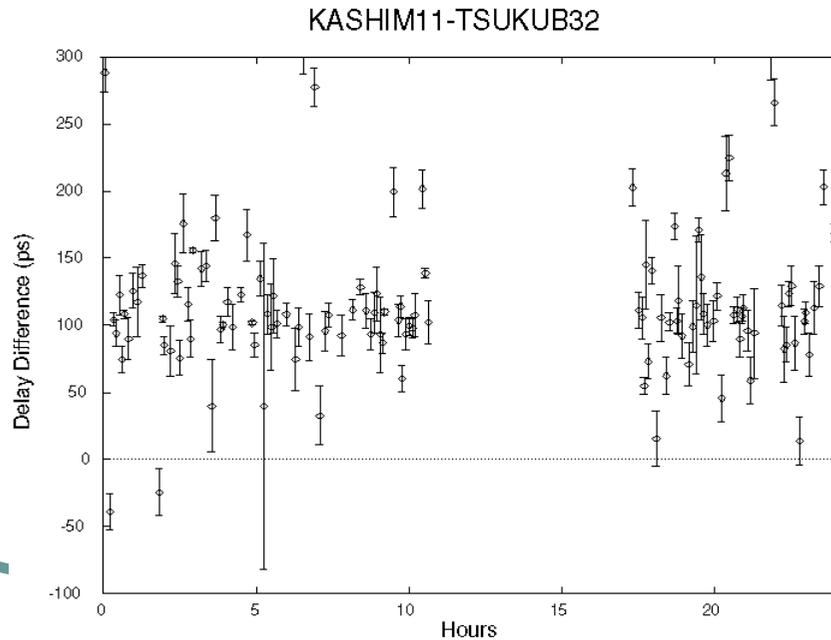
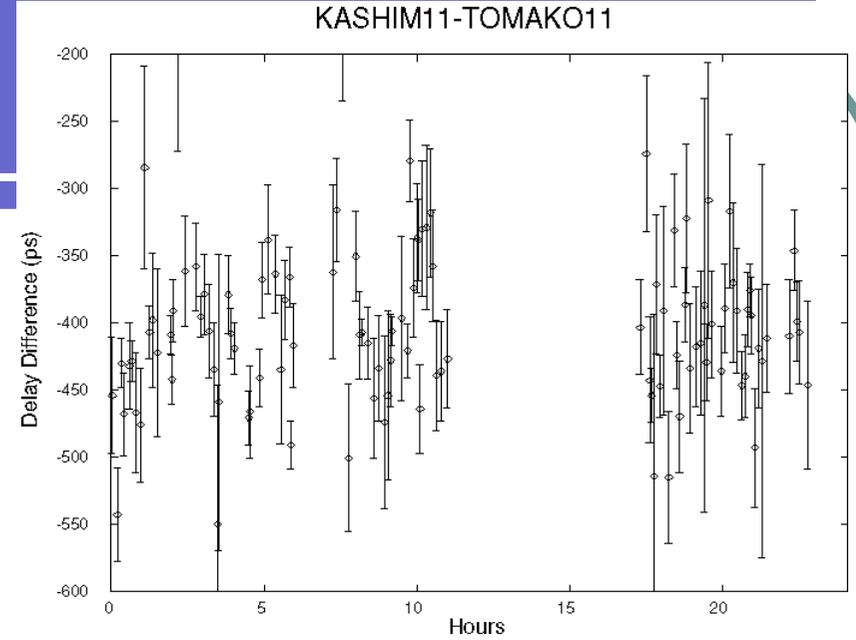
	データ数	基線長	遅延時間残差 (RMS)	遅延時間変化率残差 (RMS)
K4	112	109099657.0 ± 6.7mm	76 psec	136 fsec/sec
K5	159	109099641.2 ± 3.2mm	33 psec	92 fsec/sec
Gigabit	153	109099640.5 ± 2.2mm	24 psec	103 fsec/sec

K5システムによる測地VLBI実験(2)

- 2003年7月16日:鹿島・つくば・苫小牧・岐阜・山口多基線実験
 - 5局10基線による初の多基線測地VLBI実験
 - 国土地理院の実施する国内測地VLBI実験(JADE - 0306)と同時観測
 - 山口32m局初の測地VLBI実験(ただしXバンド単周波)
 - 鹿島・つくば・苫小牧ではK5プロトタイプシステム、岐阜・山口では、汎用PCにIP-VLBIボードを組み合わせて使用
 - 128Mbps(4MHz・16ch.)、24時間
 - データ量最大で1局あたり約1.4TBytes
 - 相関処理プログラムの高速化
- 一部観測局でデータ取得エラー(パーミッションの設定etc.)
- 相関処理は終了、データ解析中

遅延時間の差 (K5-K4)

	平均	RMS
鹿島 - つくば	113.3 ps	50.9 ps
鹿島 - 岐阜	-658.0 ps	44.3 ps
鹿島 - 苫小牧	-404.1 ps	61.0 ps



解析結果の比較 (基線長と残差RMS)

K4システムによる結果

	データ数	基線長	遅延時間 残差 (RMS)	遅延時間変化率 残差 (RMS)
つくば - 鹿島	176	53811894.9 ± 2.1mm	53 psec	158 fsec/sec
つくば - 岐阜	184	311067474.0 ± 2.9mm	98 psec	189 fsec/sec
つくば - 苫小牧	124	740526116.3 ± 4.4mm	103 psec	165 fsec/sec

K5システムによる結果

	データ数	基線長	遅延時間 残差 (RMS)	遅延時間変化率 残差 (RMS)
つくば - 鹿島	130	53811887.1 ± 3.8mm	81 psec	121 fsec/sec
つくば - 岐阜	58	311067470.9 ± 12.9mm	163 psec	130 fsec/sec
つくば - 苫小牧	173	740526101.4 ± 8.0mm	131 psec	147 fsec/sec

注：K4システムによるデータは6局15基線データを利用して解析

K5システムによるデータは、つくば局を含む基線のデータのみを利用して解析

山口32m局の基準点位置

X : -3502544192.8 ± 62.8 mm

Y : 3950966323.2 ± 75.1 mm

Z : 3566381102.0 ± 69.8 mm

注1 : Xバンドのみによる単周波観測のため、電離層遅延は未補正

注2 : 山口 - つくば基線のみを用いた解析結果

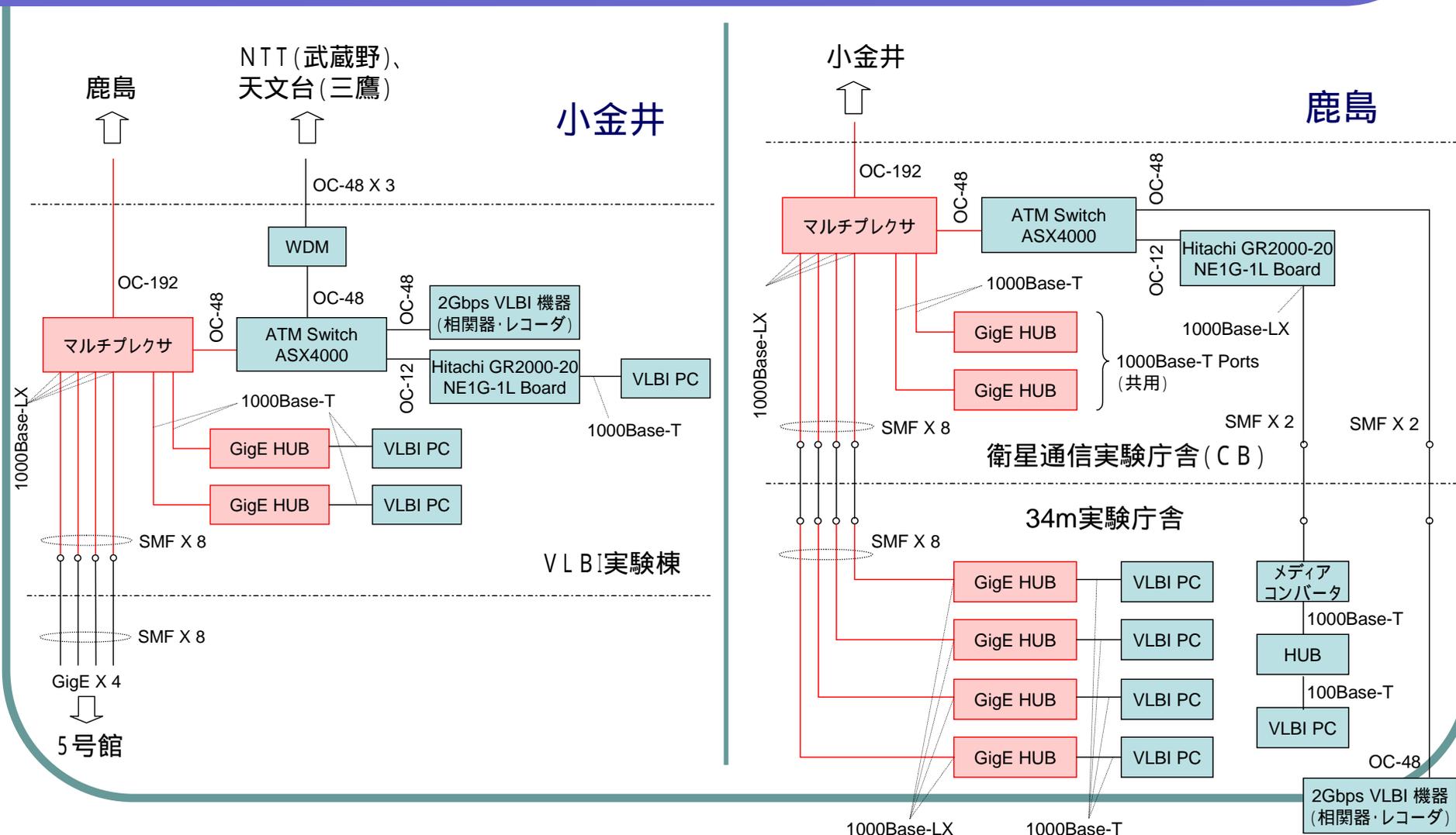
今後の計画

- ネットワーク伝送プロトコルの標準化: VSI - E
異なる観測装置間の互換性を完全に解決
- 鹿島 - ヘイスタック基線での試験観測
UT1-UTC 推定に要する時間を数時間にまで短縮
- IVS 国際 VLBI 実験において、K5 並行観測を実施
実際の定常観測における K5 システムの実証
- ネットワーク接続速度の向上
現在の数 10 Mbps から、数 Gbps へ

VSI-E : VLBI Standard Interface – e-VLBI

- Draft Version 2.0
- VSI-E committee に参加
- RTP と RTCP によるデータ伝送
 - データを観測後遅れて送信する場合への拡張
 - データレートをネットワーク速度に応じて可変とするための拡張
 - 分散処理への応用の可能性
 - データ速度、観測時刻などの情報はRTCPで伝送
 - データはRTPで伝送
- 国際機関 (IETF) に国際標準として提案

鹿島ー小金井間ネットワーク速度の改善



まとめ

- **K5の実証のため、多基線測地VLBI実験を実施**
 - K4との間で、有意な差はない
 - 一部の基線でK4の結果と一致しないデータがあるので、調査する
- **山口32m局(山口大学・国立天文台)の基準点位置の推定**
 - K5システムを中心とした廉価なVLBIシステムの活用
- **今後の展開**
 - 国際標準化
 - ネットワーク増速
 - 国際測地VLBI観測へのe-VLBIの導入