

# e-VLBI activity in NICT

M.Sekido, Y.Koyama, M.Kimura,  
H.Harai, M.Hirabaru, T.Ikeda

New Generation Network Research Center  
NICT

Decorative blue arcs with dots are located in the bottom left corner of the slide, extending from the left edge towards the center.

# e-VLBI

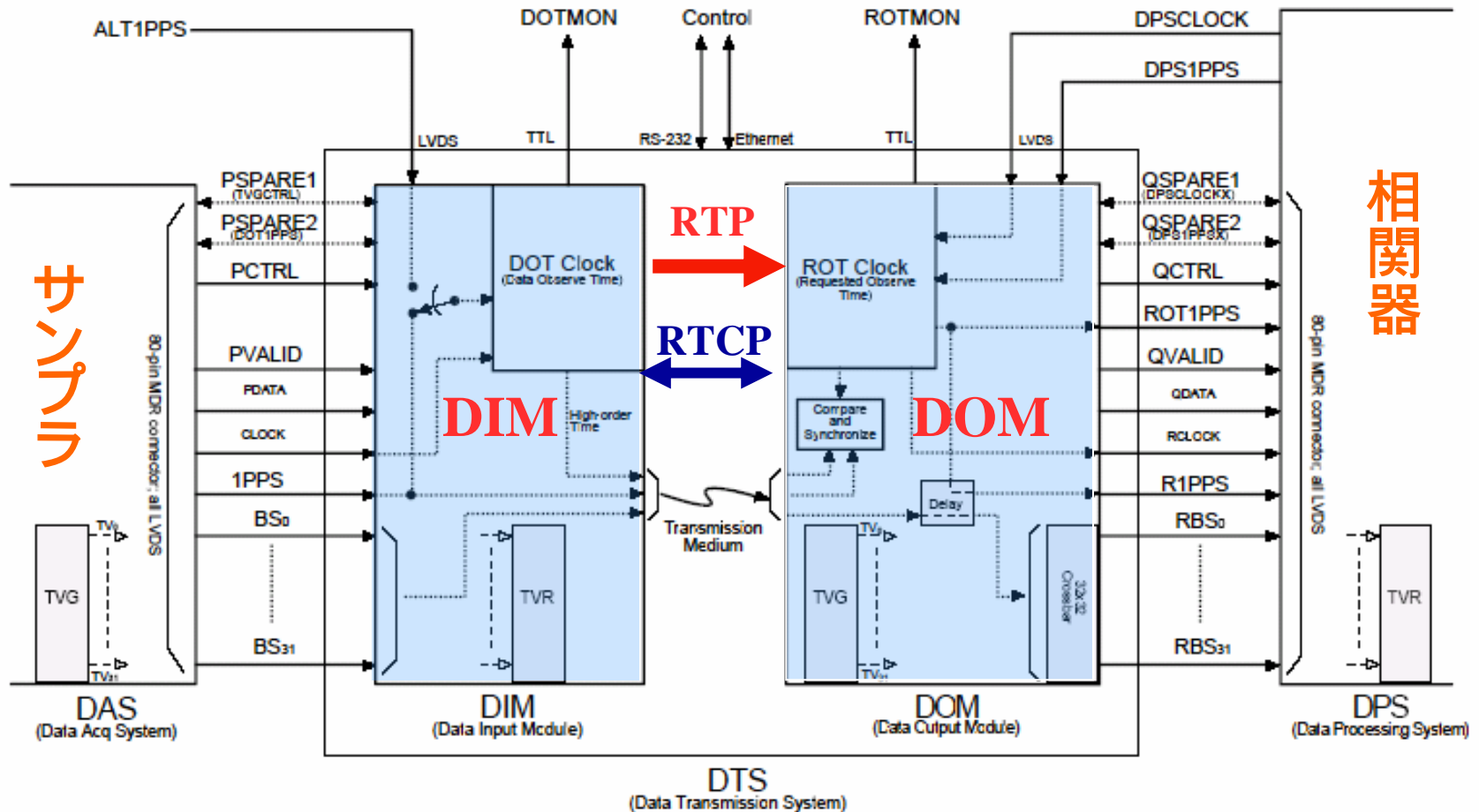
- 電子的(光子的)情報伝送を使ったVLBI
- Media independent なデータフォーマットを実現する
- 利点
  - VLBI観測結果の即時性向上,感度向上
  - 大容量ネットワークコンテンツ
- 超高速ネットワーク + 科学的観測
- 鹿島VLBIグループ + JGN2 + ネットワークアーキテクチャグループ

# インタフェースの標準化

## VLBI Standard Interface (VSI)

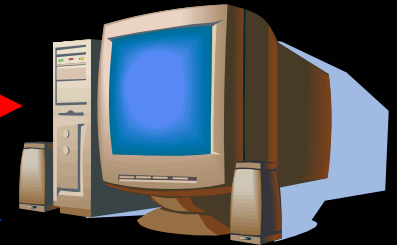
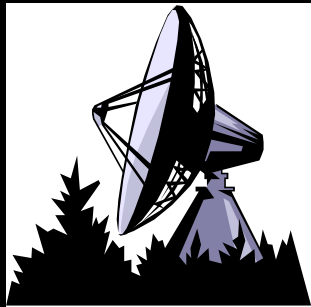
- VLBIデータ収集装置 (Mak5, VLBA, S2, K5) 間の相互運用性を高めるため、共通の仕様を定めている
  - **VSI-H** Hardware 仕様 => 接続が可能
  - **VSI-S** Software 仕様 => コピー・混合運用が可能
  - **VSI-E** Network Protocol 仕様 (Proposal)  
=> ネットワークを介したデータ伝送の標準仕様

# VSI-H, VSI-S, VSI-E



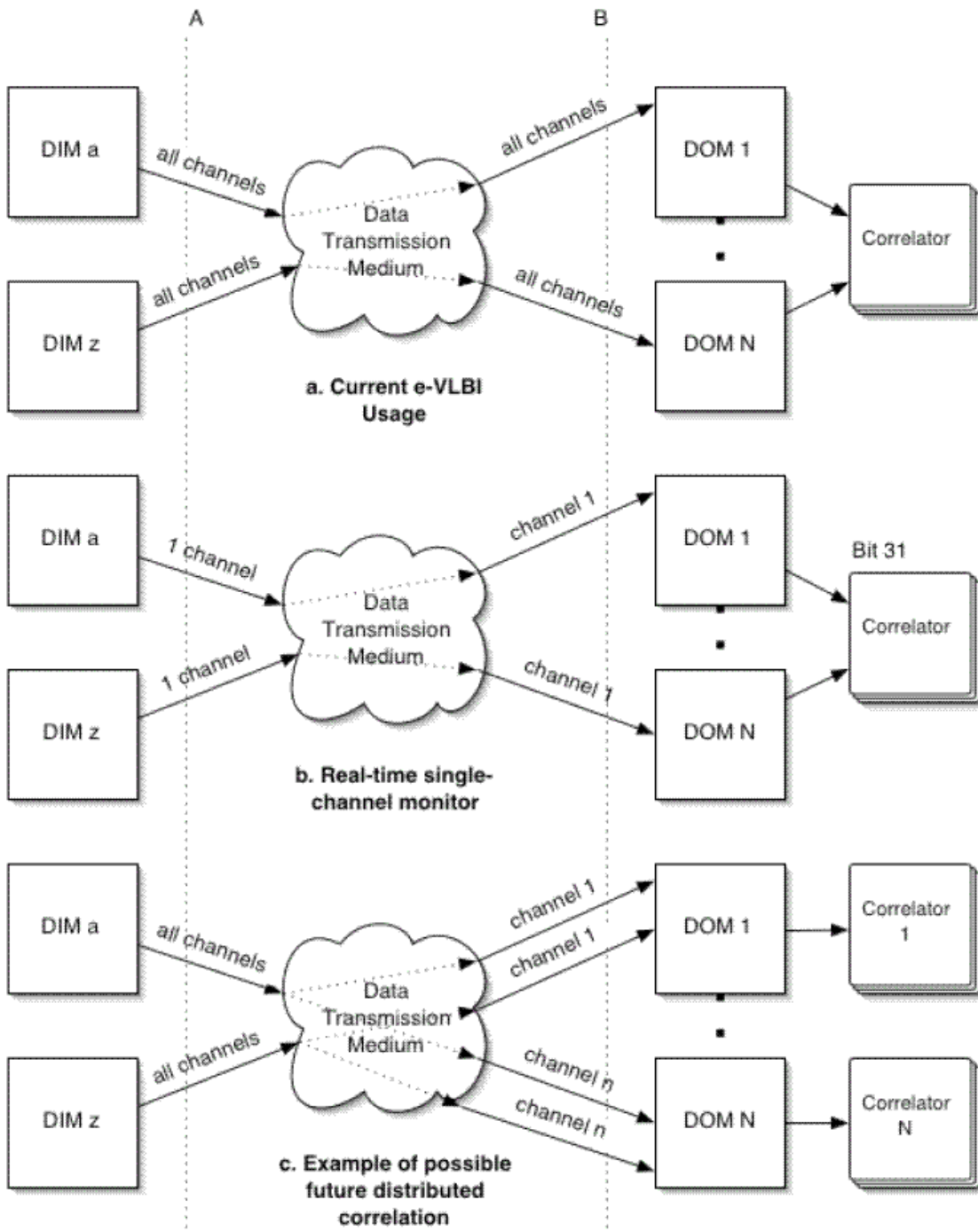
# VSI-E

Real-time Transport Protocol(RTP)  
Real-time Transport Control Protocol(RTCP)



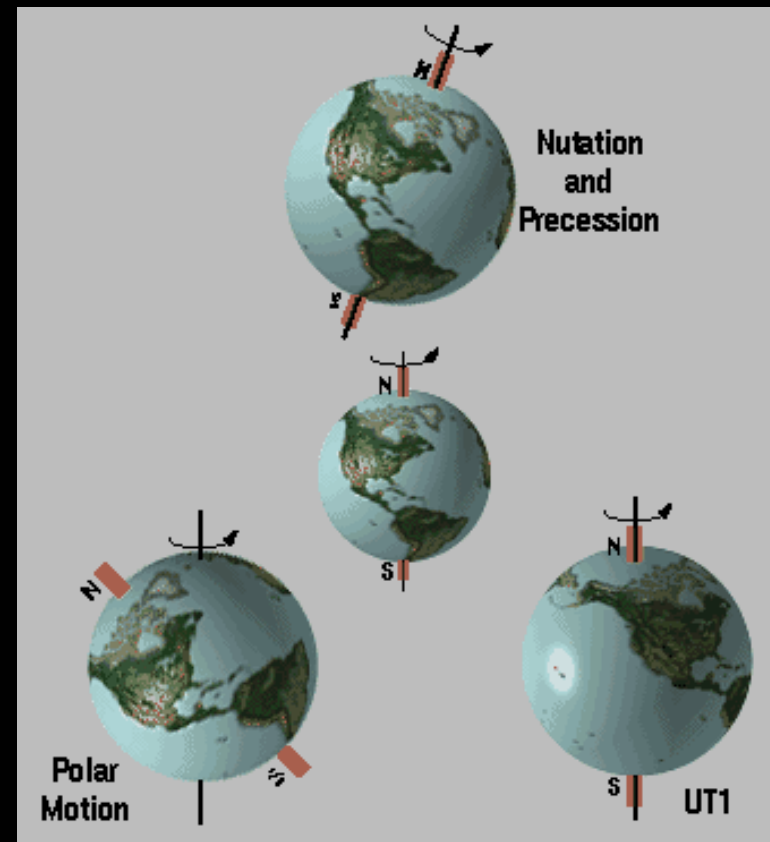
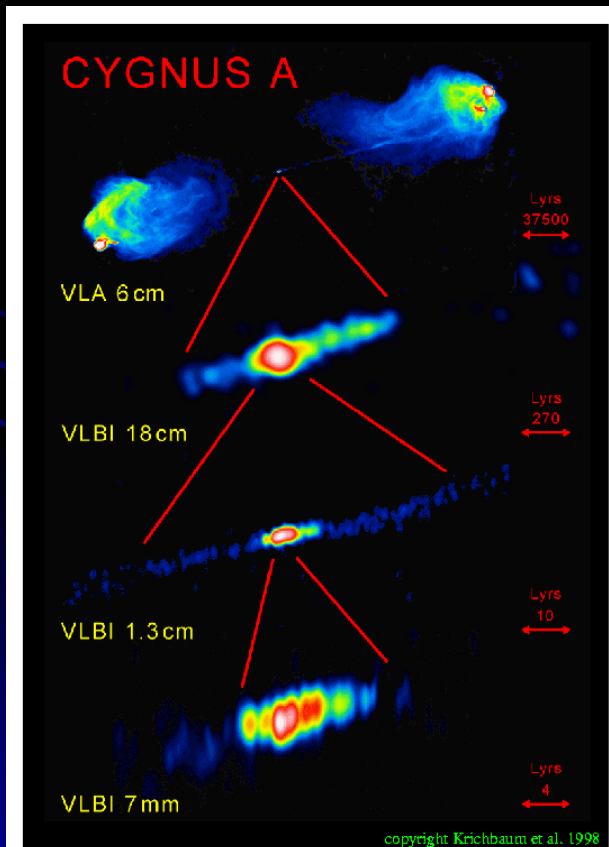
- ネットワーク伝送プロトコルとしてRTP/RTCP
- プロトタイプがD.Lapsley & A.Whitney@Haystackにより提案されている
- Open Source Policy

# VSI-Eの使い方

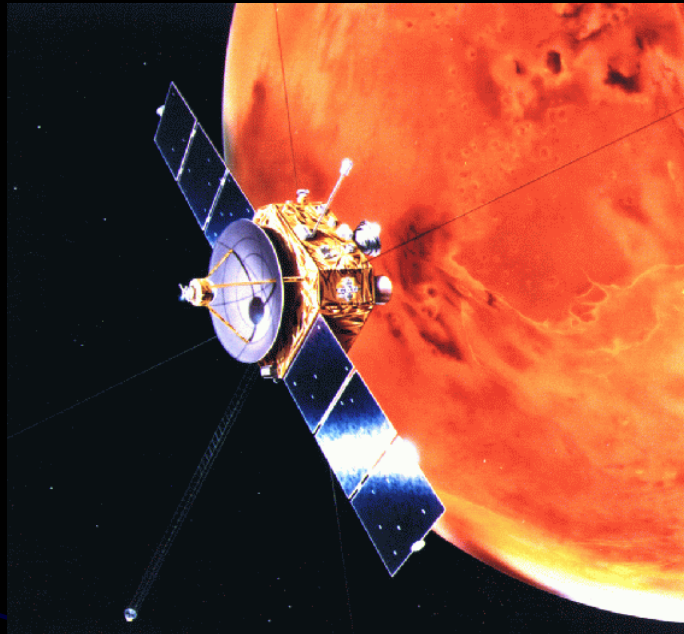


# High Resolution Radio Astronomy

1. 100-1000 Times higher than Hubble Telescope (0.1 arc sec)
2. Definition of the Celestial Reference Frame (20 $\mu$ -arc sec)



# Spacecraft Navigation



**Spacecraft  
NOZOMI for  
Japanese first  
Mars exploration  
mission**



**HAYABUSA**



# e-VLBI デモ 実験

- 2004年 UT1計測実験
  - 鹿島-ヘイスタック (MIT)
- 2005年 SuperComputing 2005, iGrid05
  - Haystack+ (Internet2+DRAGON) が主体
  - 鹿島,ヘイスタック,GGAO,オンサラ、Westerbork
- 2006年 SuperComputing 2006@Tampa
- 2007年 JGN2シンポジウム@広島

# UT1 Challenge with e-VLBI : June 29, 2004



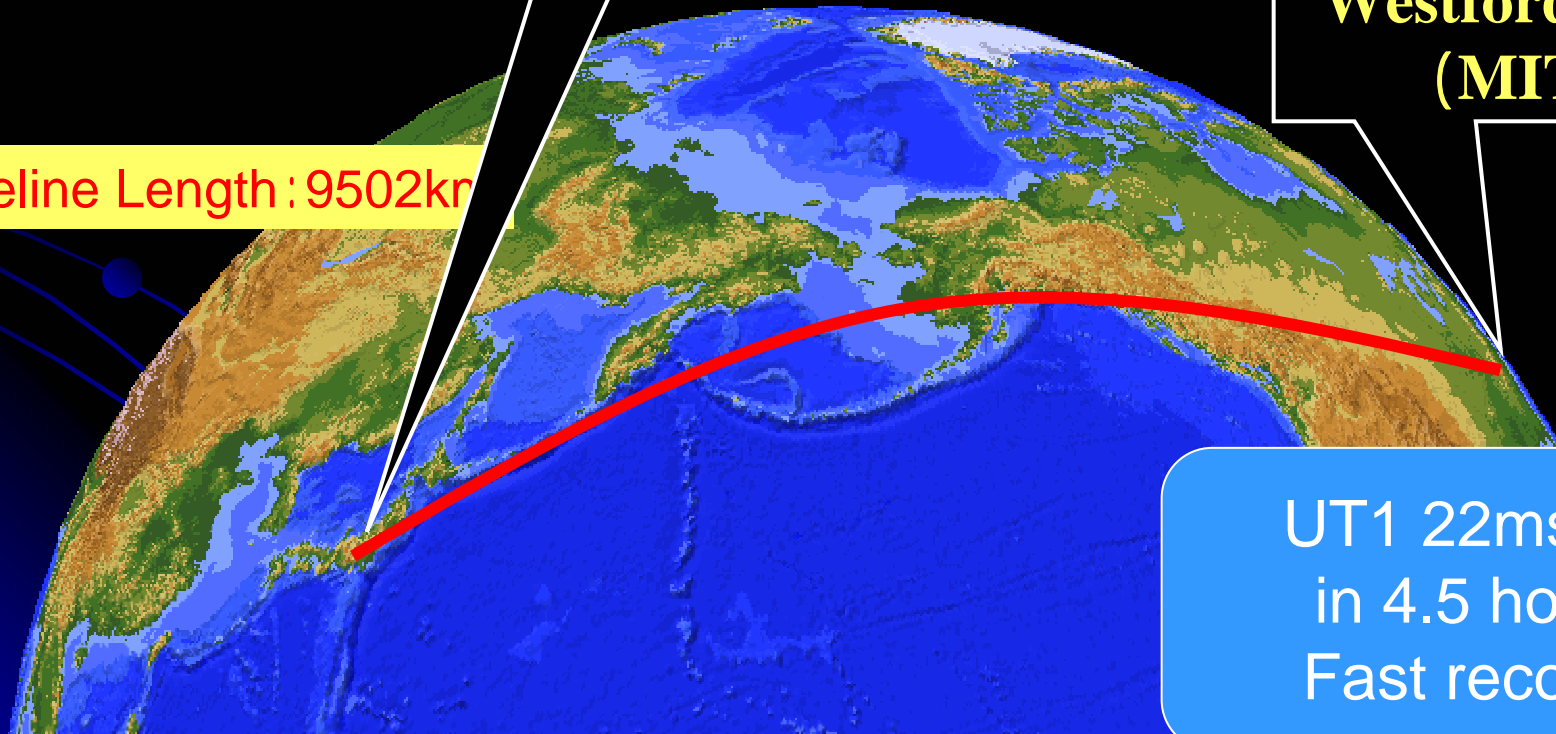
**Kashima  
34m (NICT)**

FTP-Based  
Data Transfer



**Westford 18m  
(MIT)**

Baseline Length : 9502km



UT1 22msec.  
in 4.5 hours  
Fast record!!

# iGrid2005, SC05

Real Time Correlation  
With Mk5 correlator

Data rate at  
512Mbps/Station



# Super Computing2006 in Tampa

Real Time Correlation  
With Software Correlator

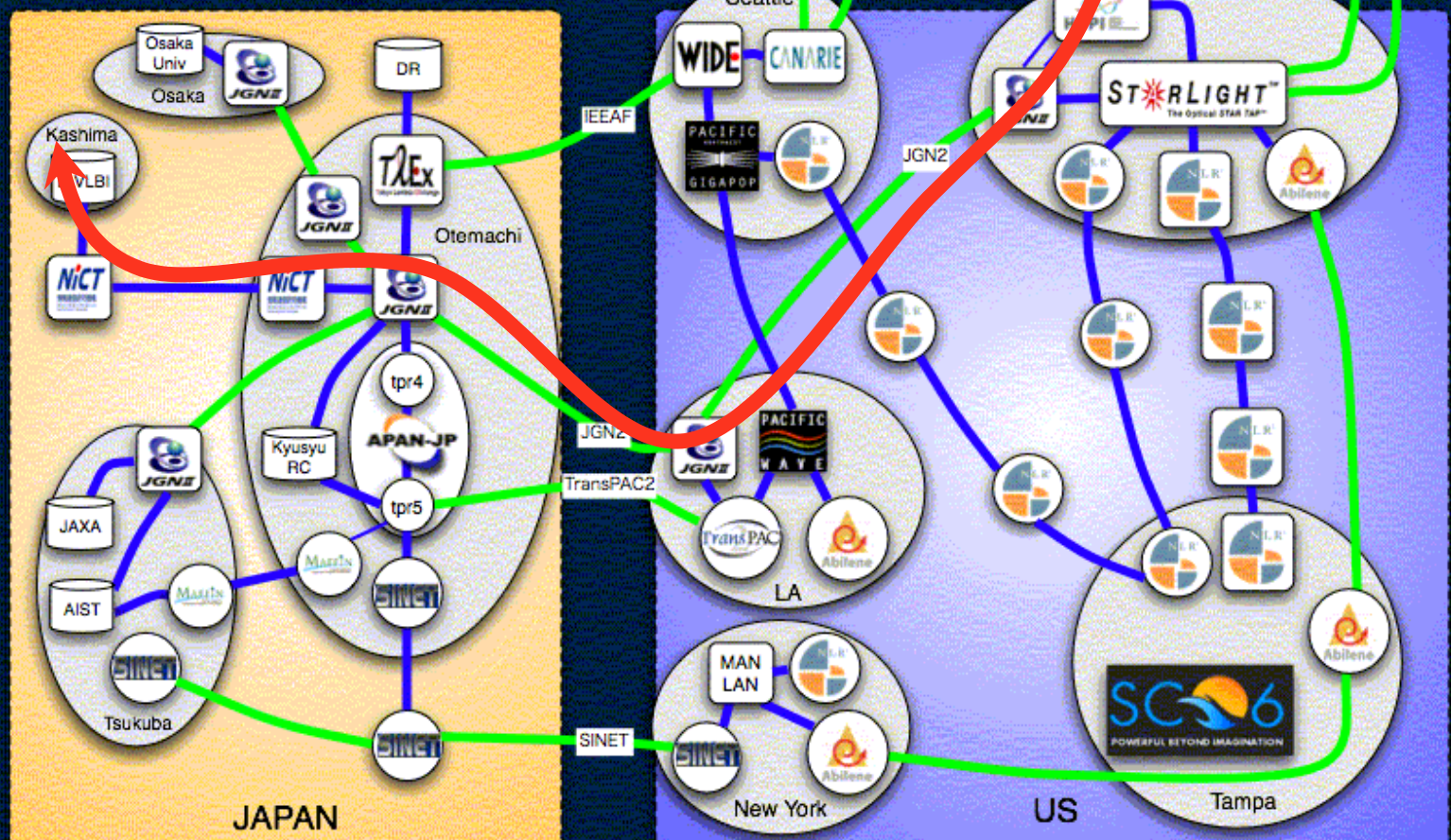
Data rate at  
512Mbps /station

SC06 Backbone Topology Map  
for Participants from JAPAN

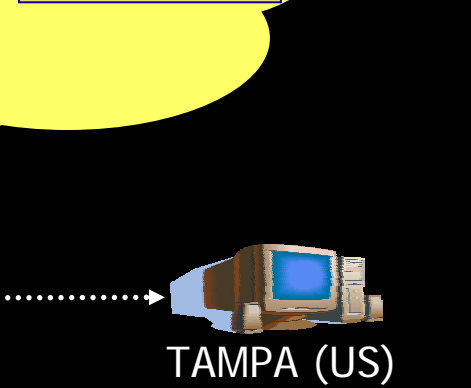
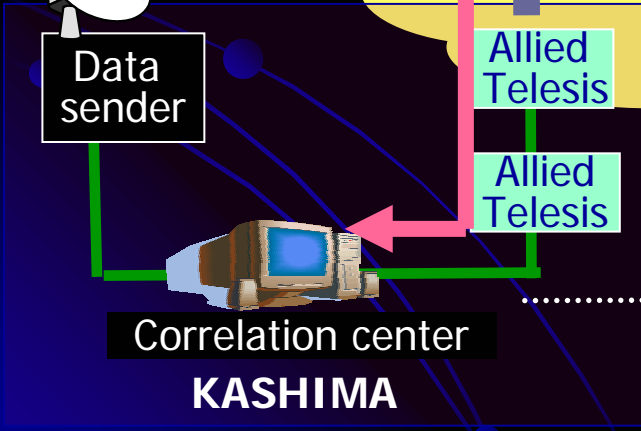
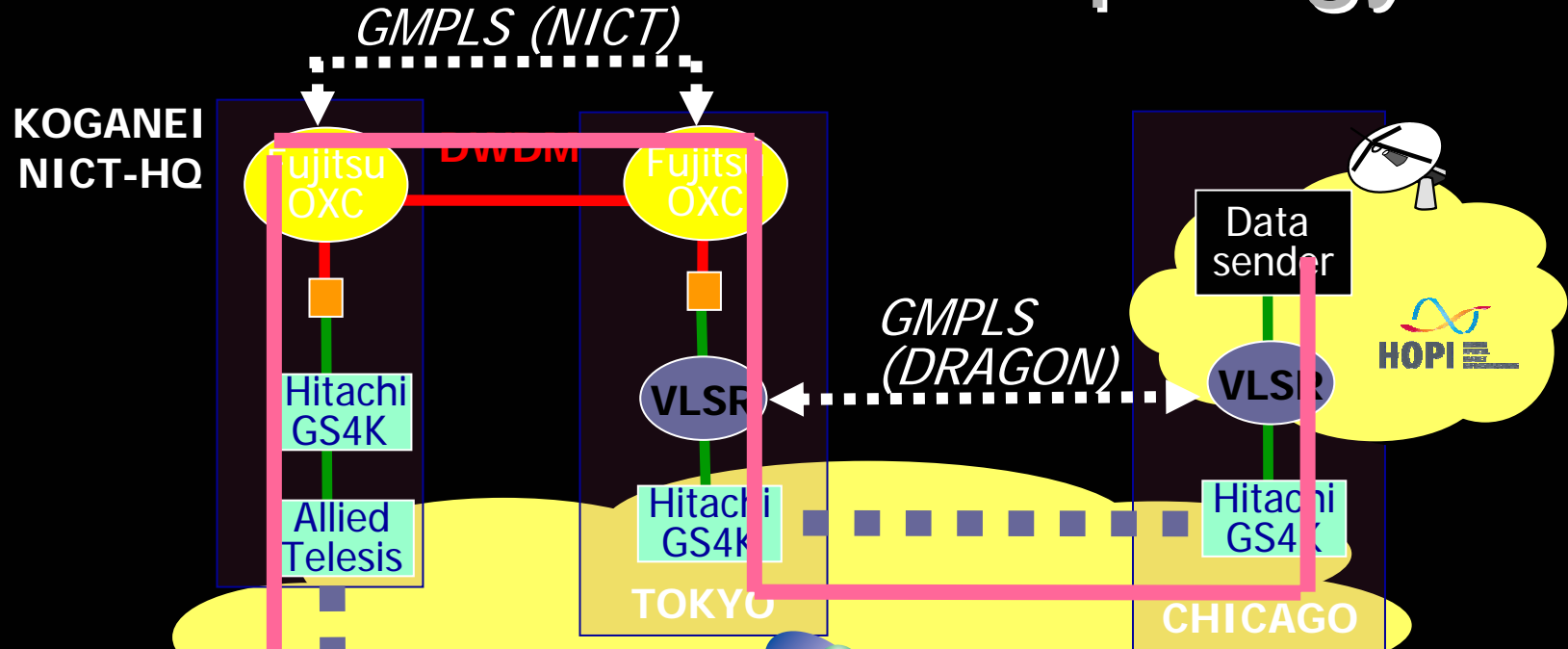
V 0 - 1 22/09/2006 tanaka@kddnet.ad.jp

DC-192/10G WANPHY  
10G LANPHY/1 G1gE

L1/L2 NODE  
L3 NODE



# Experimental Network Topology



- NICT-GMPLS OXC
- DRAGON-GMPLS SW
- DWDM-SX converter
- L2 SW

## (Multi-Protocol Label Switching)

- フレームやパケットの前方にラベルと呼ばれる識別子を付加して転送を行うことにより、通信の高速化や機能の付加を図る技術である。
- 様々な機能の実現手段として注目されている。MPLSによって実現される機能として、VPN(Virtual Private Network)やQoS(Quality of Service)などが有る。

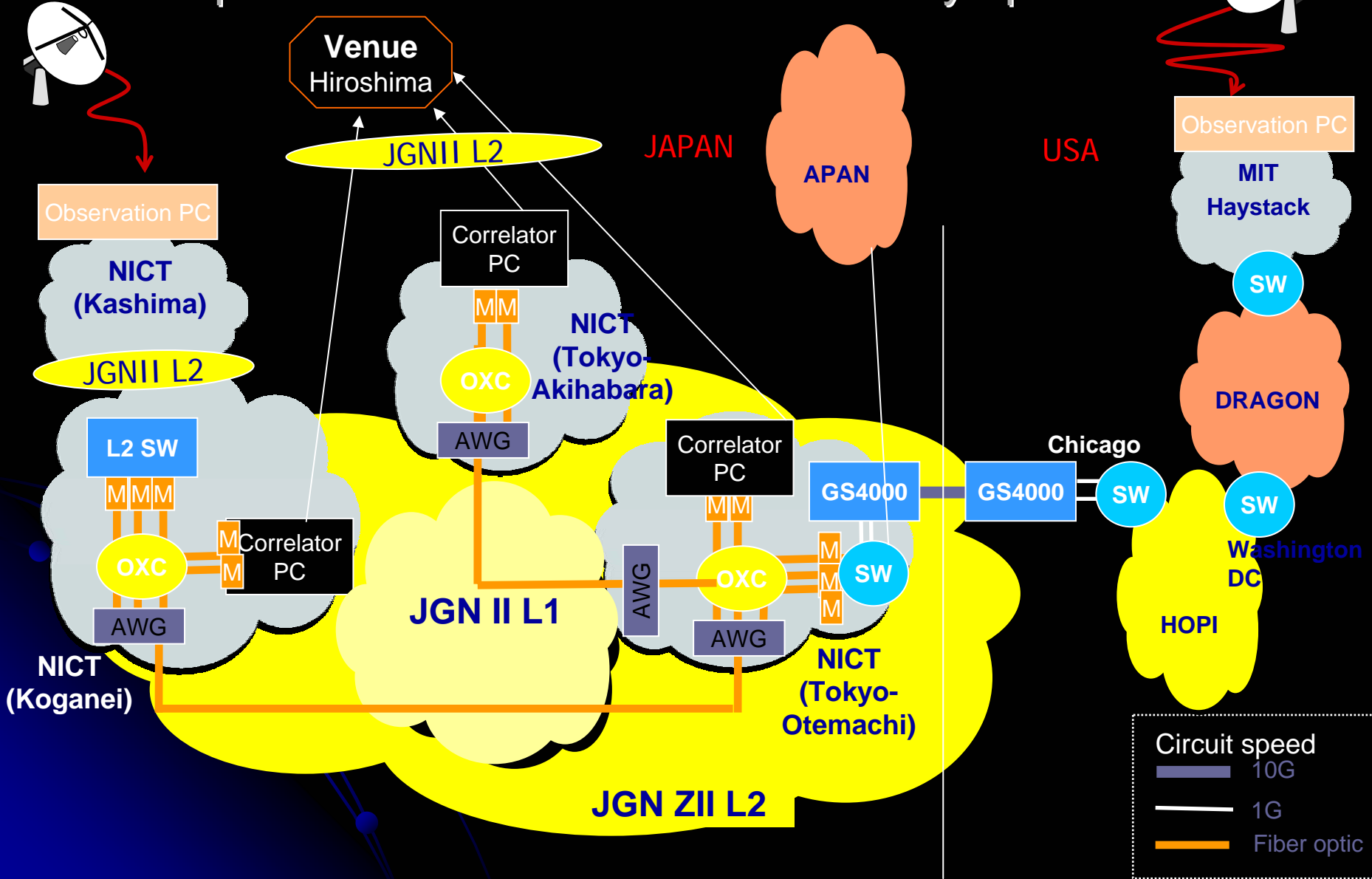
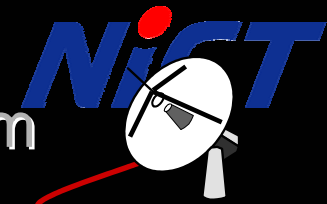
# GMPLS

( Generalized Multi-Protocol Label Switching )

- 光波長、タイムスロット、装置のポート番号等をラベルとして定義し、ラベルスイッチの交換操作を行うための経路設定を共通的な設定プロトコルで行う。
- 光信号を光のまま波長を元に経路設定し、光スイッチによる交換操作をし、**波長分割多重**伝送を行う。
- そのことにより、以下のことが可能になる。
  - 交換処理を単純化して高速化する。
  - 障害発生時に瞬時に代替経路への切り替えを行う。
  - 多様な通信プロトコルを波長ごとに割り当てて多重化する。

# e-VLBI over DRAGON and NICT GMPLS

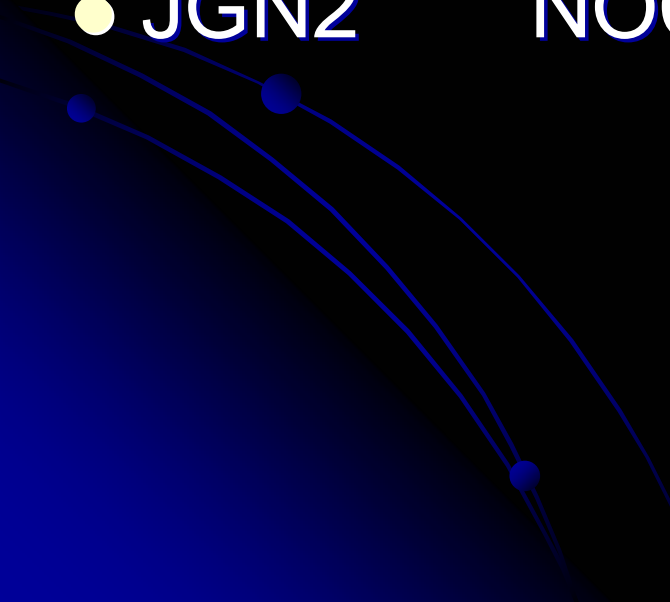
## Experiment mid-Jan 2007 at JGN II Symposium



AWG: Arrayed waveguide grating; wavelength mux/demux; M: media converter

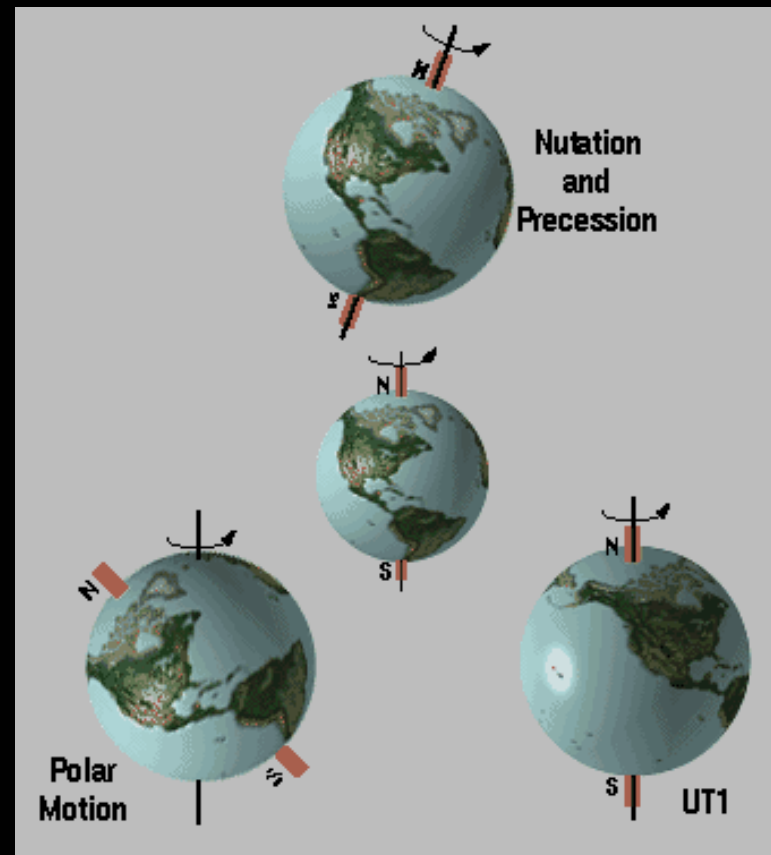
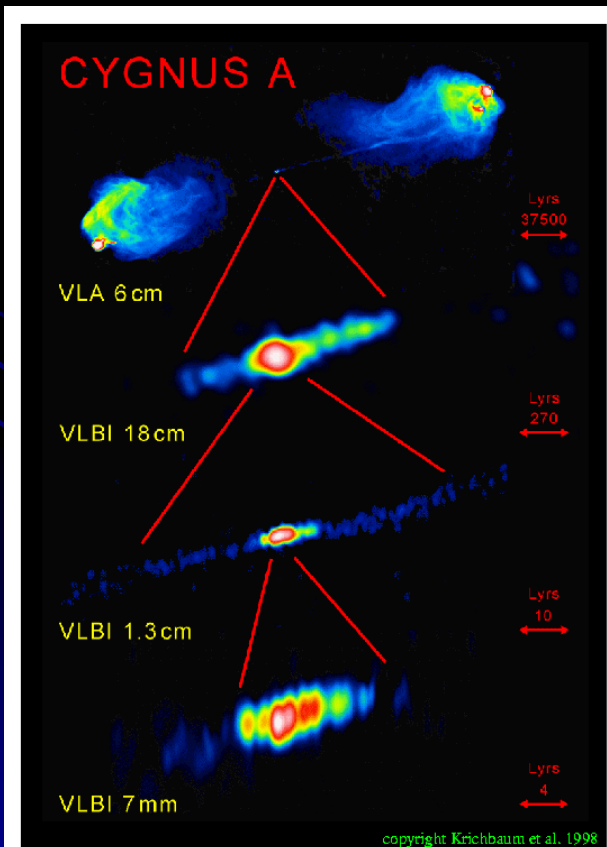


# 謝辭

- JGN2, APAN, JGN2-NOC, Internet2,
  - J.Sobietzski, Chris@DRAGON (Dynamic Resource Allocation via GMPLS Optical Networks) Project
  - C.Ruscchek, A.Whitney@Haystack of MIT
  - JGN2大阪NOC, 大阪大学CMC
- 
- Decorative blue arcs and dots are located in the bottom left corner of the slide, extending from the left edge towards the center.

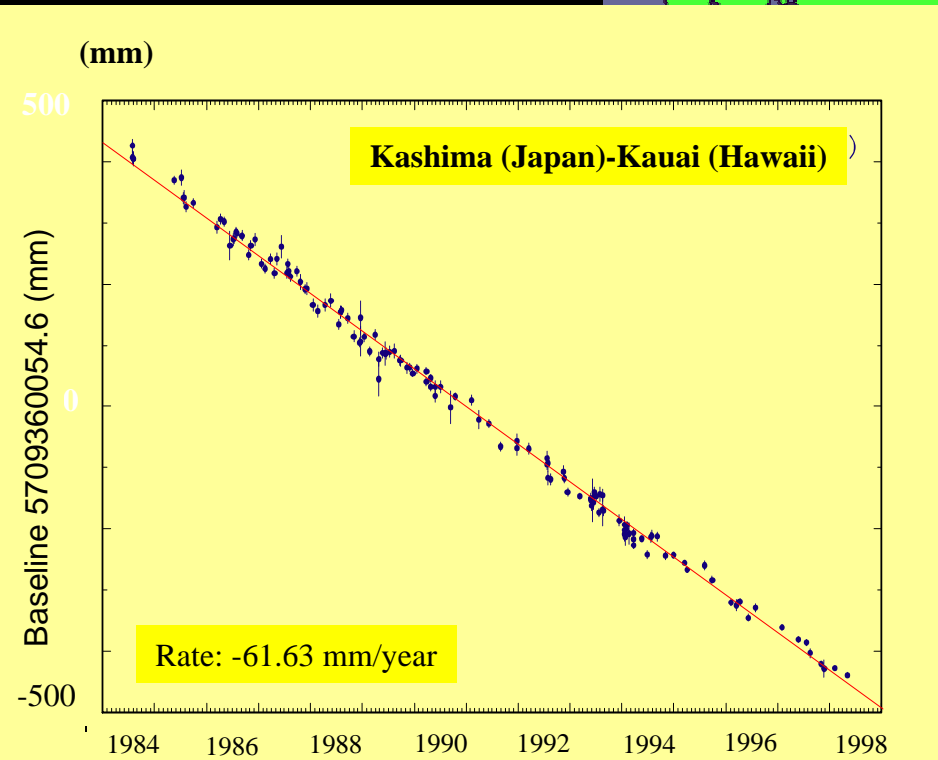
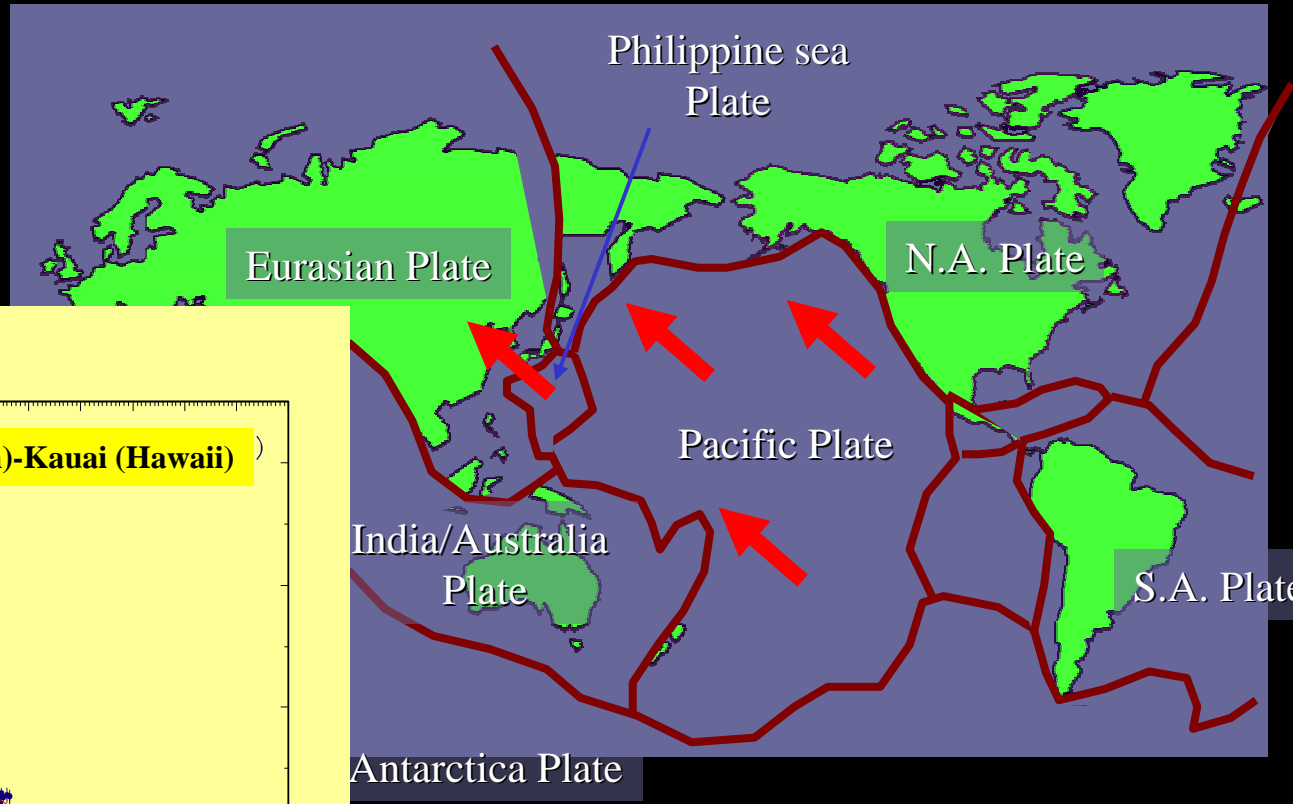
# High Resolution Radio Astronomy

1. 100-1000 Times higher than Hubble Telescope (0.1 arc sec)
2. Definition of the Celestial Reference Frame (20 $\mu$ -arc sec)



# Precise Space Geodesy

## mm-precision of baseline measurement



# VLBI over GMPLS

- e-VLBIとしての要求
  - 長基線 = 高分解能
  - 広帯域 = 高感度 (連続波電波源)
  - 高速伝送 = rapid turnaround
- Light/Electro-Paths are a promising solution for long-distance, high-speed, and real-time e-VLBI with guaranteed bandwidth.
- RSVP-TE of GMPLS establishes dedicated communication paths **automatically** and **rapidly**.