IVS国際VLBI実験における観測データのネットワーク伝送

小山泰弘、大崎裕生、近藤哲朗、平原正樹 (NICT)

David Lapsley, Kevin Dudevoir, Alan Whitney (Haystack Observatory)

NiCT 独立行政法人 情報通信研究機構

概要

- 1．国際ＶＬＢＩ事業（ＩＶＳ）の実施する測地ＶＬＢＩ実験
- 2．Ｋ５システム
- 3．国際測地ＶＬＢＩ実験でのネットワーク伝送
- 4．課題と今後の計画

IVS - International VLBI Service for Geodesy and Astrometry

IVS is a service of

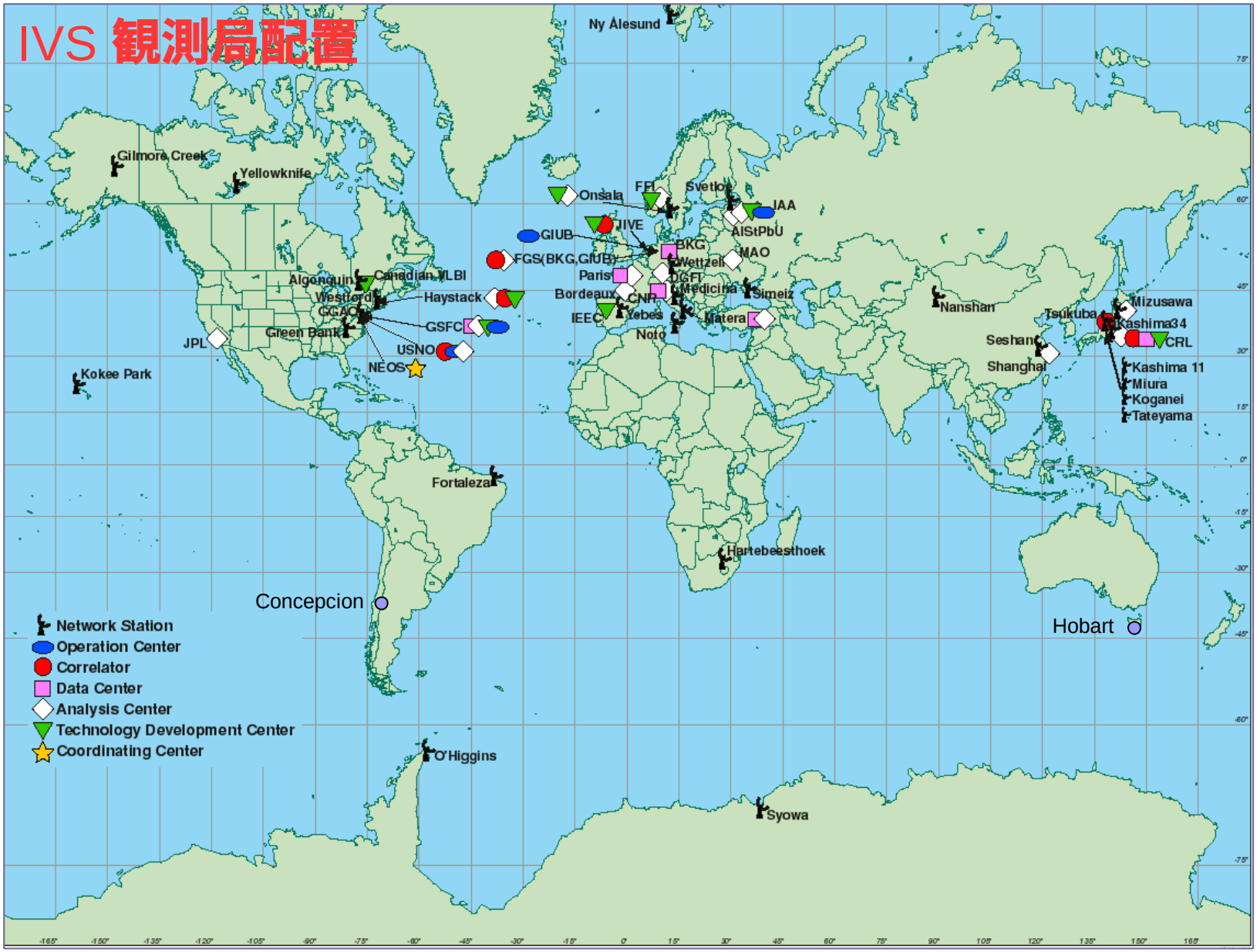
- **IAG** - International Association of Geodesy
- **IAU** - International Astronomical Union
- **FAGS** - Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services

Main tasks of the IVS

- coordination of VLBI components
- guarantee the provision of the products for CRF, TRF and the EOP's regular and in time
  - IVS inauguration was on 1st of March, 1999
  - Demand for continuity in maintaining the reference frames forced to employ at first the existing observing programs (NEOS, CORE, ... INT)
  - review of products and observing programs ➔ WG2 in 2001

➢ Basis for improving products and evolving observing programs to meet service requirements

IVS 観測局配置


Ny Ålesund
Gilmore Creek
Yellowknife
Onsala
FFI
Svetloe
IAA
JIVE
AIStPbU
GIUB
BKG
MAO
FGS(BKG,GIUB)
Wettzell
Algonquin
Canadian VLBI
Paris
DGFI
Haystack
Bordeaux
Medicina
Simeiz
Westford
CNR
Nanshan
Mizusawa
GGAO
IEEC
Yebes
Matera
Tsukuba
Kashima34
Green Bank
GSFC
Noto
Seshan
CRL
JPL
USNO
Shanghai
Kashima 11
NEOS
Miura
Koganei
Kokee Park
Tateyama
Fortaleza
Hartebeesthoek
Concepcion
Hobart
Network Station
Operation Center
Correlator
Data Center
Analysis Center
Technology Development Center
Coordinating Center
O'Higgins
Syowa

IVS Products (some examples from WG2 Report)

	Products		Status	Goals(2002-2005)
■	polar motion	accuracy	x_p ~100 μas, y_p ~200 μas	x_p, y_p: 50 - 25 μas
	x_P, y_P	latency	1 - 4 weeks - 4 months	4 - 3 days - 1day
		resolution	1 day	1 day - 1h - 10min
		freq. of sessions	~3 d/week	~7 d/week
■	UT1-UTC	accuracy	5 - 20 μs	3.- 2 μs
		latency	1 week	4 - 3 days – 1 day
		resolution	1 day	1 day - 10 min
■	celest. pole	accuracy	100 - 400 μas	50 - 25 μas
	$\Delta\varepsilon$, $\Delta\psi$	latency	1 - 4 weeks... 4 months	4 – 3 days - 1 day
		resolution	1 day	1 day
		freq. of sessions	~3 d/week	~7 d/week
■	TRF (x,y,z)	accuracy	5 - 20 mm	5 - 2 mm
■	CRF(a, d)	accuracy	0.25 - 3 mas	0.25 mas (improved distribution)
		freq. of solution	1 year	1 year
		latency	3 - 6 months	3 - 1 month(s)

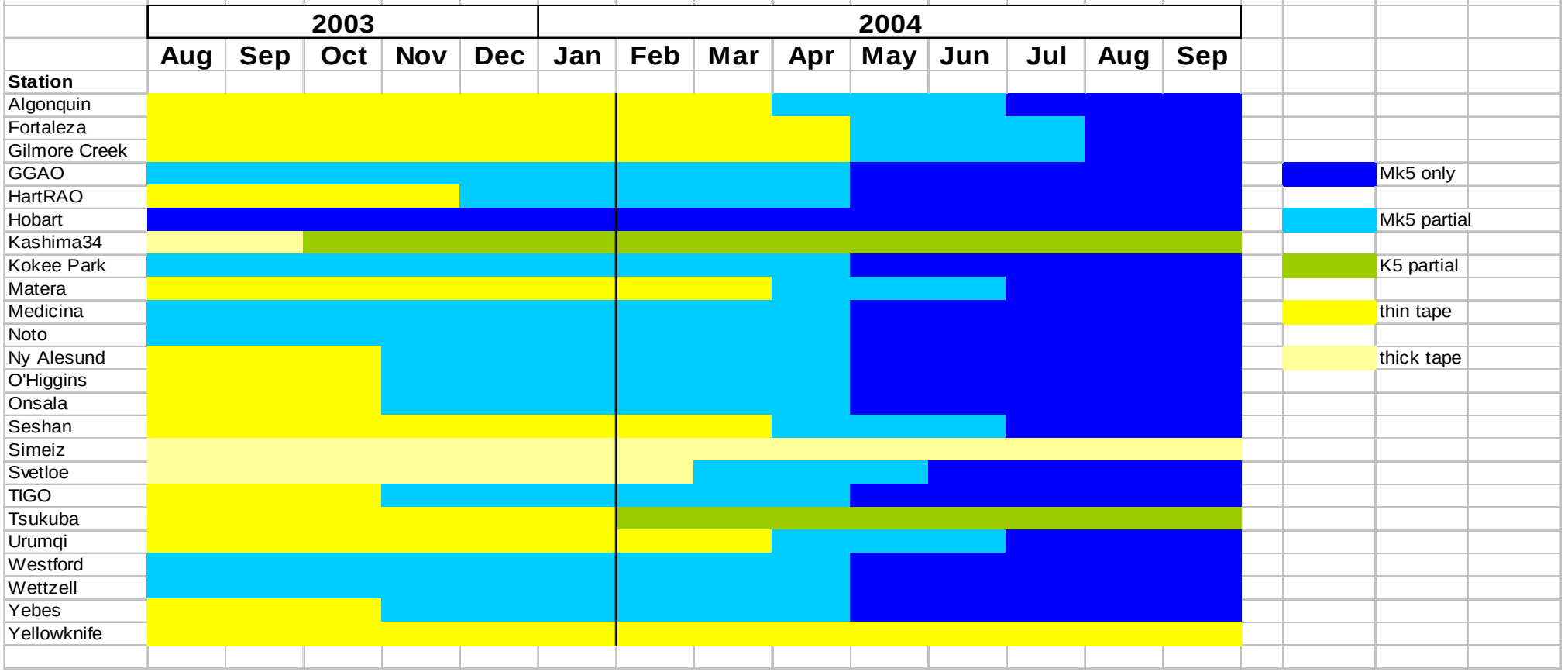
2004 Observing Plan Summary

Session purpose	Session code	Total sessions	Average # participating stations	Total station days	Average GB recorded per station	Mb/s for transfer in 1 day	Total TB per year
Rapid turnaround EOP (Monday)	IVS-R1	52	6.8	356	1200	111	427
TRF, all stations 3-4 times per year	IVS-T2	12	7.8	94	400	37	38
EOP, TRF using S2	IVS-E3	12	5.3	64	600	56	38
Rapid turnaround EOP (Thursday)	IVS-R4	52	6.9	357	500	46	179
CRF, emphasis on south	IVS-CRF	13	2.7	35	400	37	14
20-station EOP/TRF/CRF sessions	RDV	6	20.0	120	1000	93	120
R&D Gigabit/s investigations	IVS-R&D	10	6.1	61	3000	278	183
Regional - Antarctica	IVS-OHIG	6	6.0	36	300	28	11
Regional - Europe	EURO	4	8.8	35	300	28	11
Regional - Antarctica	SYOWA	4	3.0	12	300	28	4
Regional - Asia/Pacific	APSG	2	6.0	12	300	28	4
	Totals	**173**		**1182**			**1027**

Mark 5 / K5 Usage Plan

NRV last updated 040208

	2003					2004								
	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
Correlator														
Bonn	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Haystack	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6
Washington	2	2	2	4	4	6	6	8	8	8	8	8	8	8



VLBI Systems for e-VLBI

K3 System

1983~
Longitudinal Recorder
Open Reel Tapes
Hardware Correlator

K4 (KSP) System

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

K5 System

2000~
PC based system
Hard Disks
Software Correlator
e-VLBI with IP

K5 Family : Concept

ADS1000
(1024Msample/sec 1ch 1bit or 2bits)

ADS2000
(64Msample/ch·sec, 16ch, 1bit or 2bits)

PC-VSI Board
(Supports VSI-H specifications)

VSI

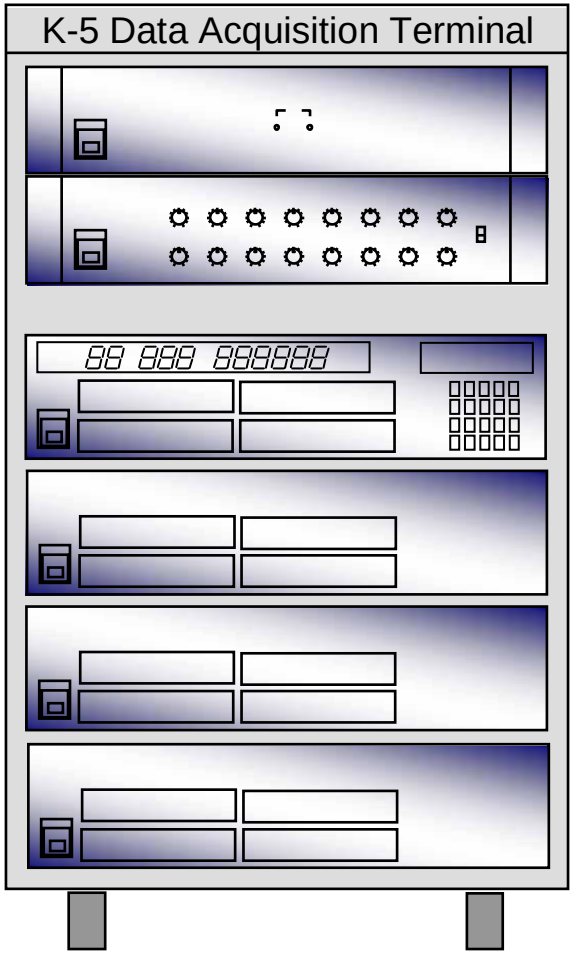
VSI

Correlator
other DAS

Internet

IP-VLBI Board
(~16Msample/ch·sec, ~4ch, ~8bits)

PC : Data Acquisition
Correlation

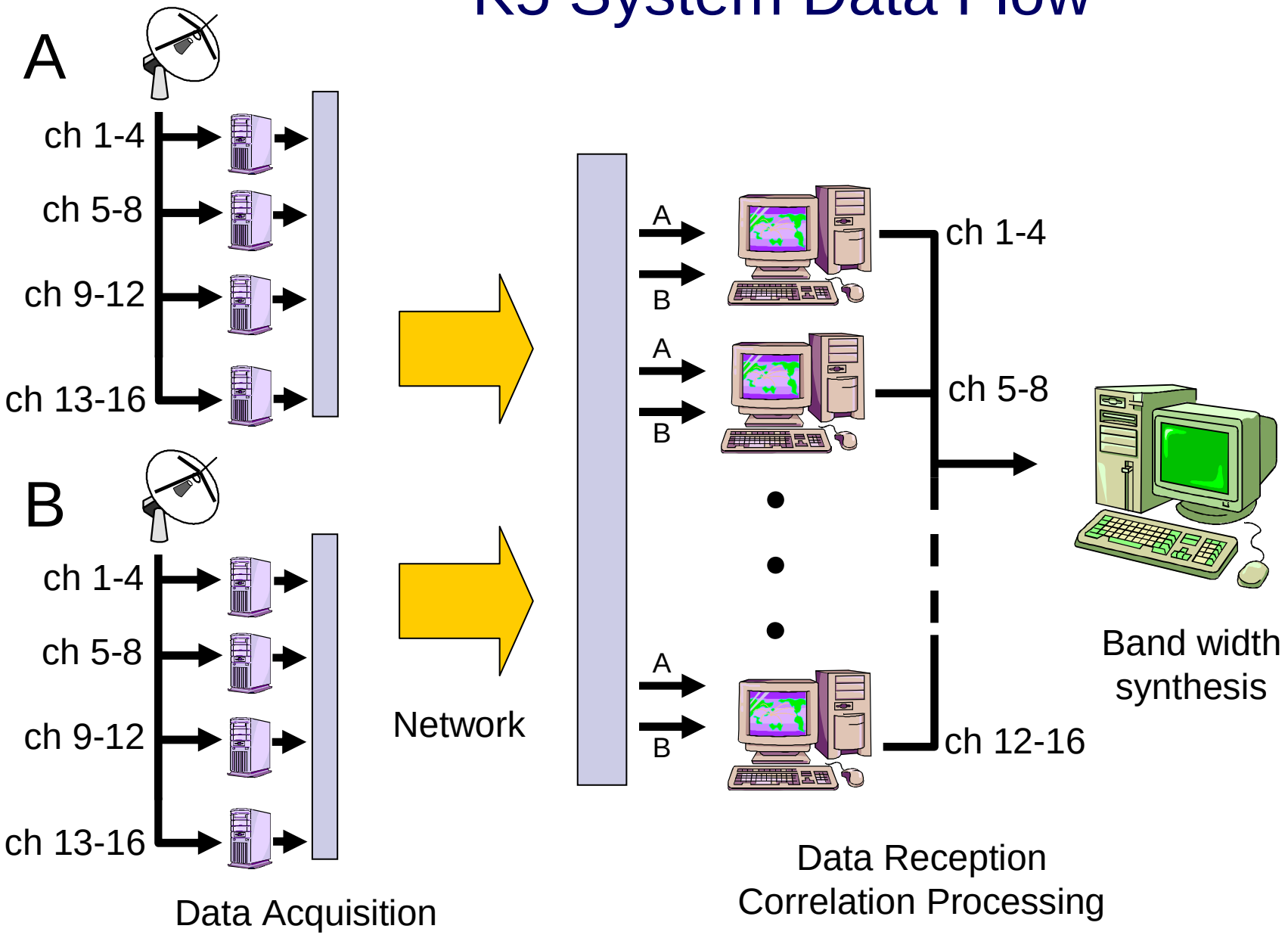


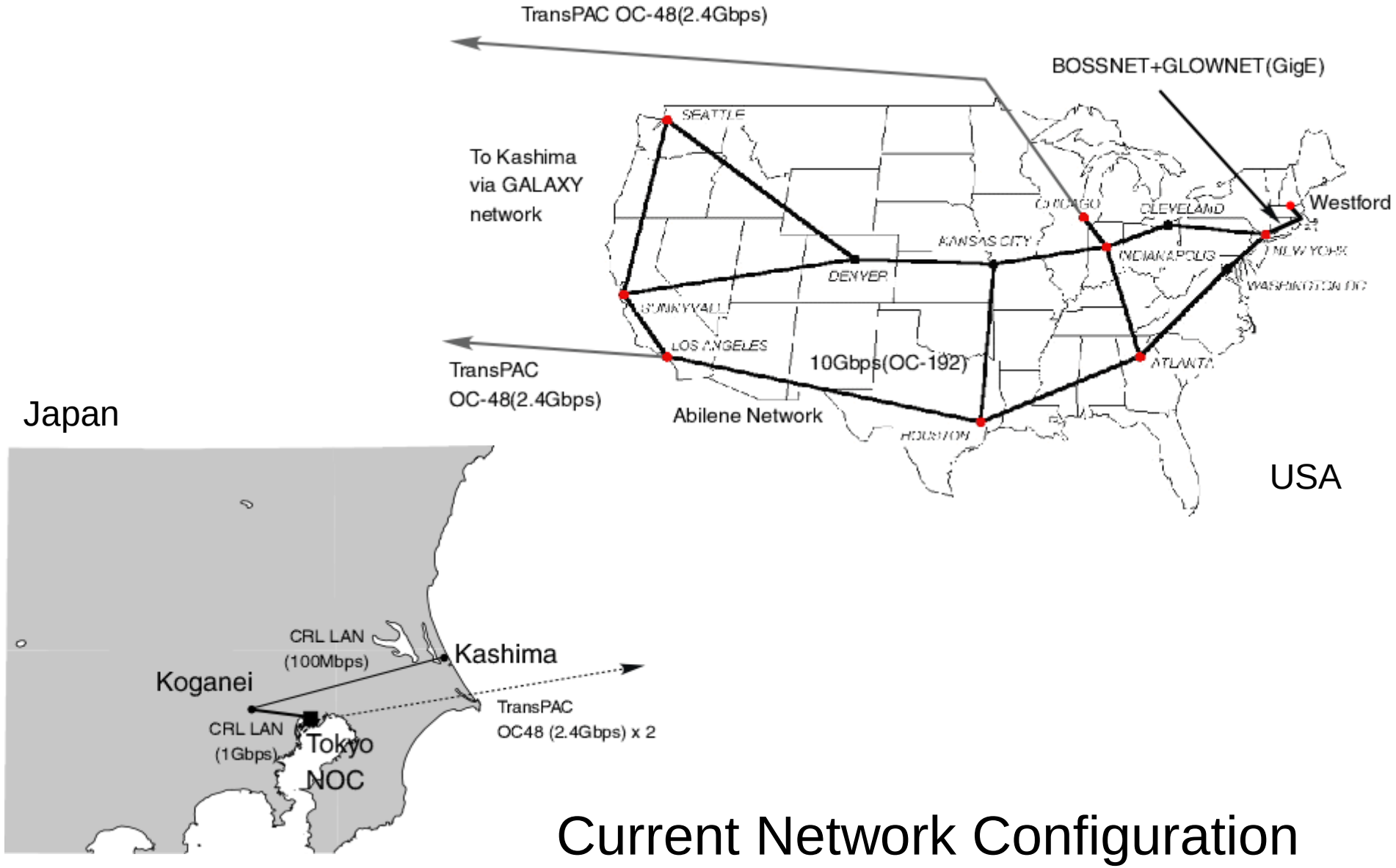
7625A (Reference signal distributor)

7626 (16ch video amps)

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

K5 System Data Flow



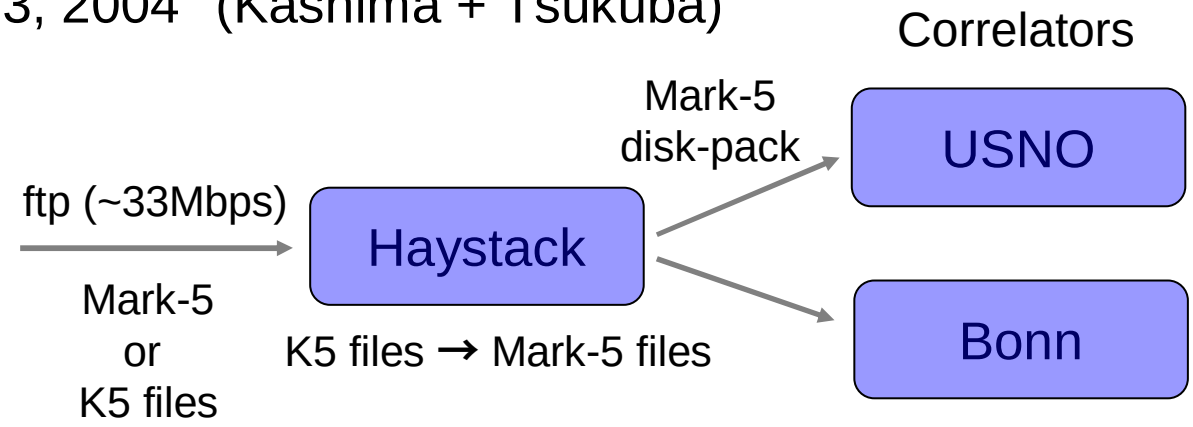


Current Network Configuration

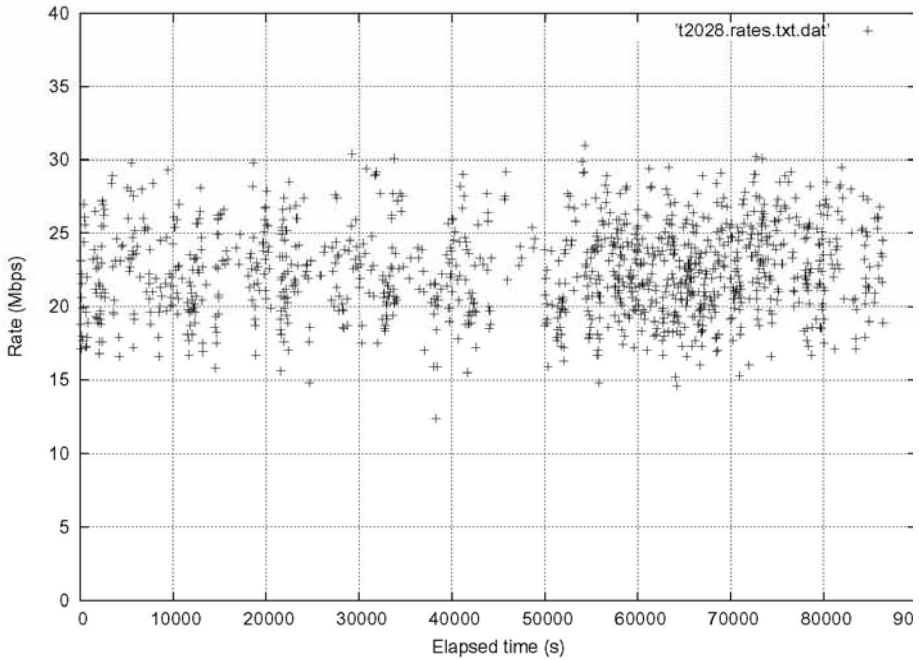
国際測地ＶＬＢＩ実験での K5 利用とネットワークデータ伝送

- IVS-CRF22 October 28-29, 2003 (Kashima)
- IVS-CRF23 November 4-5, 2003 (Kashima)
- IVS-T2023 November 18-19, 2003 (Kashima)
- IVS-T2024 December 2-3, 2003 (Kashima)
- IVS-T2026 February 17, 2004 (Kashima)
- IVS-T2027 March 9, 2004 (Kashima)
- IVS-T2028 April 13, 2004 (Kashima + Tsukuba)

K5 files → Mark-5 files

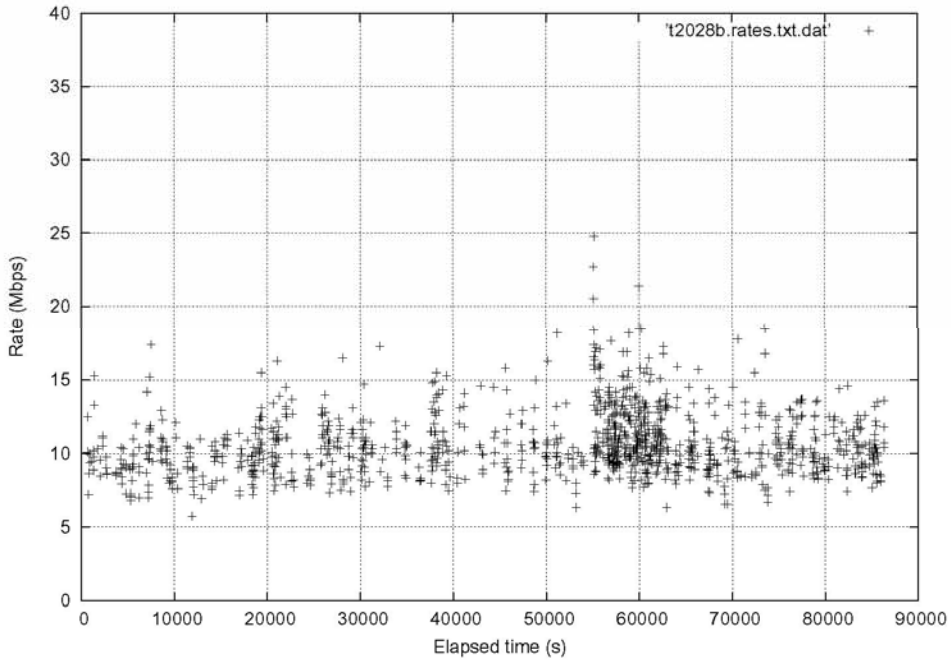


t2028 実験 (2004.4.13) でのデータ伝送速度



鹿島 (34m局)

～25 Mbps



つくば (32m局)

～40 Mbps

課題と今後の計画（1）

- **ネットワーク伝送速度の向上**
  - JGN-II **による接続（鹿島局）**：100Mbps => 10Gbps
  - **カーネルのチューニング、ボトルネックの解消**
  - **改良型プロトコルの利用** (ex. HS-TCP, Tsunami, Sabul)
- **相関局へのネットワーク直接接続**
  - Haystack Correlator : Abilene **接続済み**
  - Washington Correlator (USNO)
  - Bonn Correlator
- **プロトコル標準化**
  - **ファイルフォーマットの標準化**
  - **伝送フォーマットの標準化** : VSI-E

    → **ファイルフォーマット変換不要**

JGN-II

新たな研究開発用ネットワークの概要

1. 名称

JGNⅡ

2. 目的

・広範な情報通信技術の研究開発の促進
・IT利活用に視点を置いた実証研究の支援
・地域の活性化
・実践的な研究活動を通じた人材育成
・将来のIT社会の姿を展望・実践　　等

3. 特徴

・IPを基本としたネットワーク
・主要なネットワークを最大20Gbpsに高速化
・多様な実験が可能なダークファイバー環境を併せて整備
・最先端の光交換機を導入し、高速交換等を実践

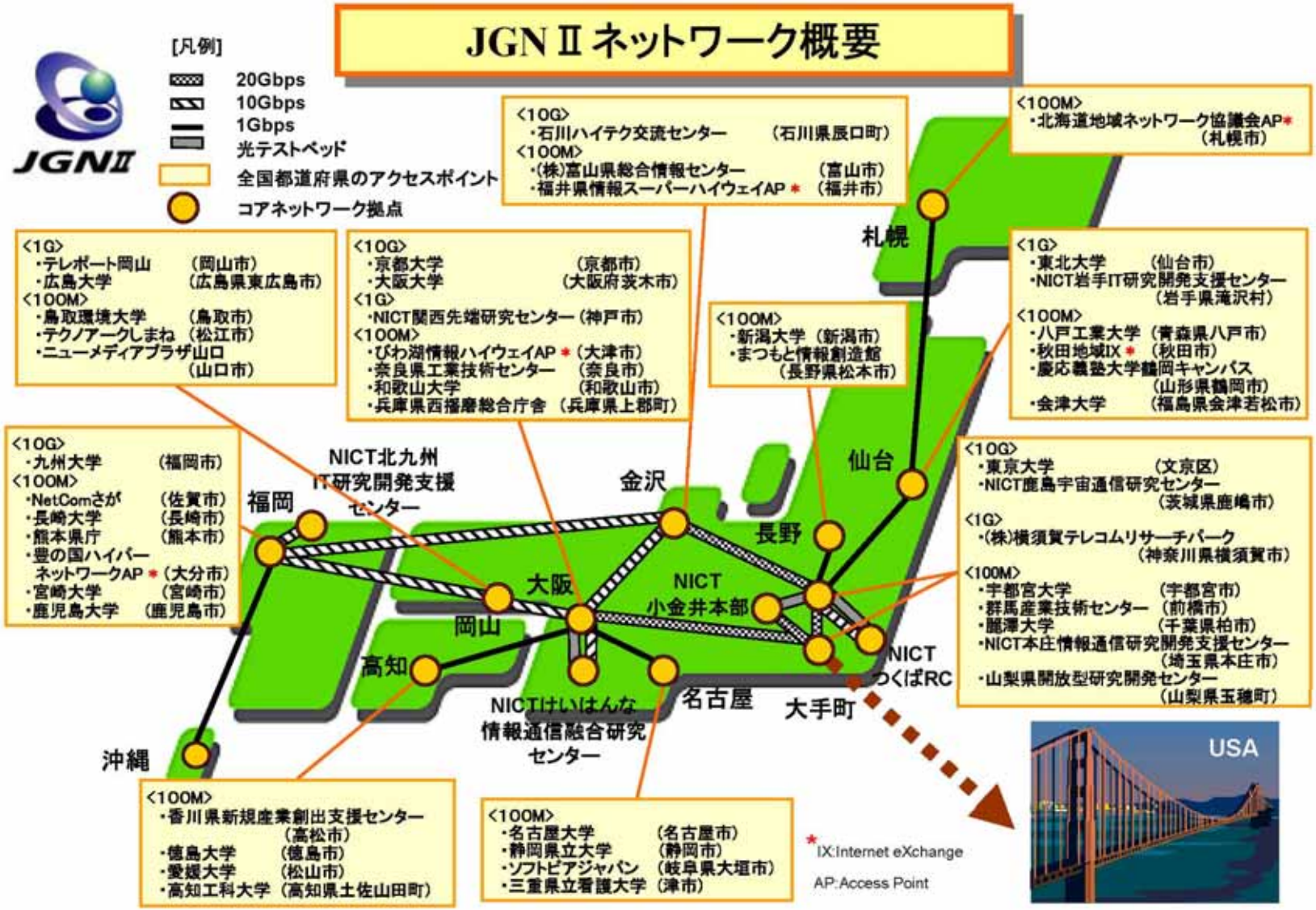
4. 運用機関

独立行政法人情報通信研究機構（NICT）（平成16年4月1日にTAO、CRLが統合して発足）

5. 運用開始時期

平成16年4月～（予定）

JGN Ⅱ ネットワーク概要



課題と今後の計画（1）

- **ネットワーク伝送速度の向上**
  - JGN-II **による接続（鹿島局）**：100Mbps => 10Gbps
  - **カーネルのチューニング、ボトルネックの解消**
  - **改良型プロトコルの利用** (ex. HS-TCP, Tsunami, Sabul)
- **相関局へのネットワーク直接接続**
  - Haystack Correlator : Abilene **接続済み**
  - Washington Correlator (USNO)
  - Bonn Correlator
- **プロトコル標準化**
  - **ファイルフォーマットの標準化**
  - **伝送フォーマットの標準化** : VSI-E

    → **ファイルフォーマット変換不要**

課題と今後の計画（2）

- ソフトウェア・分散処理相関器の開発
- リアルタイムデータ伝送・リアルタイム相関処理
- 衛星通信によるデータ伝送
  - ポストパートナーズ計画
  - WINDS（超高速インターネット衛星）
- 処理の自動化

⇒ 国際測地ＶＬＢＩ実験の処理時間の短縮

EOP (UT1-UTC, δx, δy, δε, δφ) の即時推定