

JGN テストベッドを活用した 研究開発状況

2007年3月30日
情報通信研究機構
新世代ネットワーク研究センター
久保田 文人

1. 先端技術の研究開発から
超高速光伝送技術
次世代光ノード技術
量子情報通信
2. 超高速ネットワーク技術の研究開発から
光グリッド基盤技術
GMPLS相互接続性(国際標準化)
オーバーレイネットワーク基盤技術
3. まとめ

1. 先端技術の研究開発から

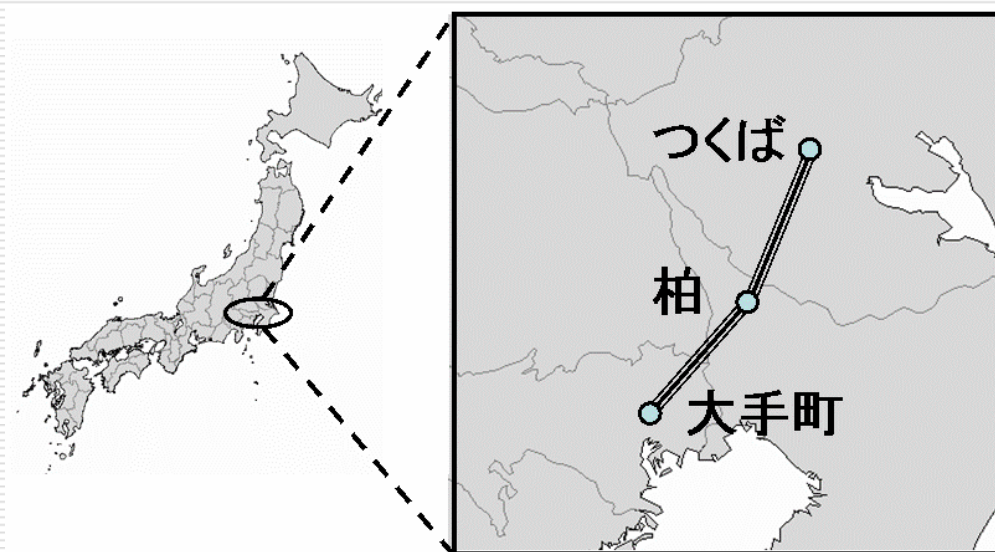
超高速光伝送技術

テラビット級光波長多重伝送技術の実証
(160 Gbit/s × 8波 = 1.28 Tbit/s)

< NICTとKDDI研究所による共同研究 >

テラビット級光波長多重伝送技術の実証 *NICT*

$(160 \text{ Gbit/s} \times 8 \text{ 波} = 1.28 \text{ Tbit/s})$

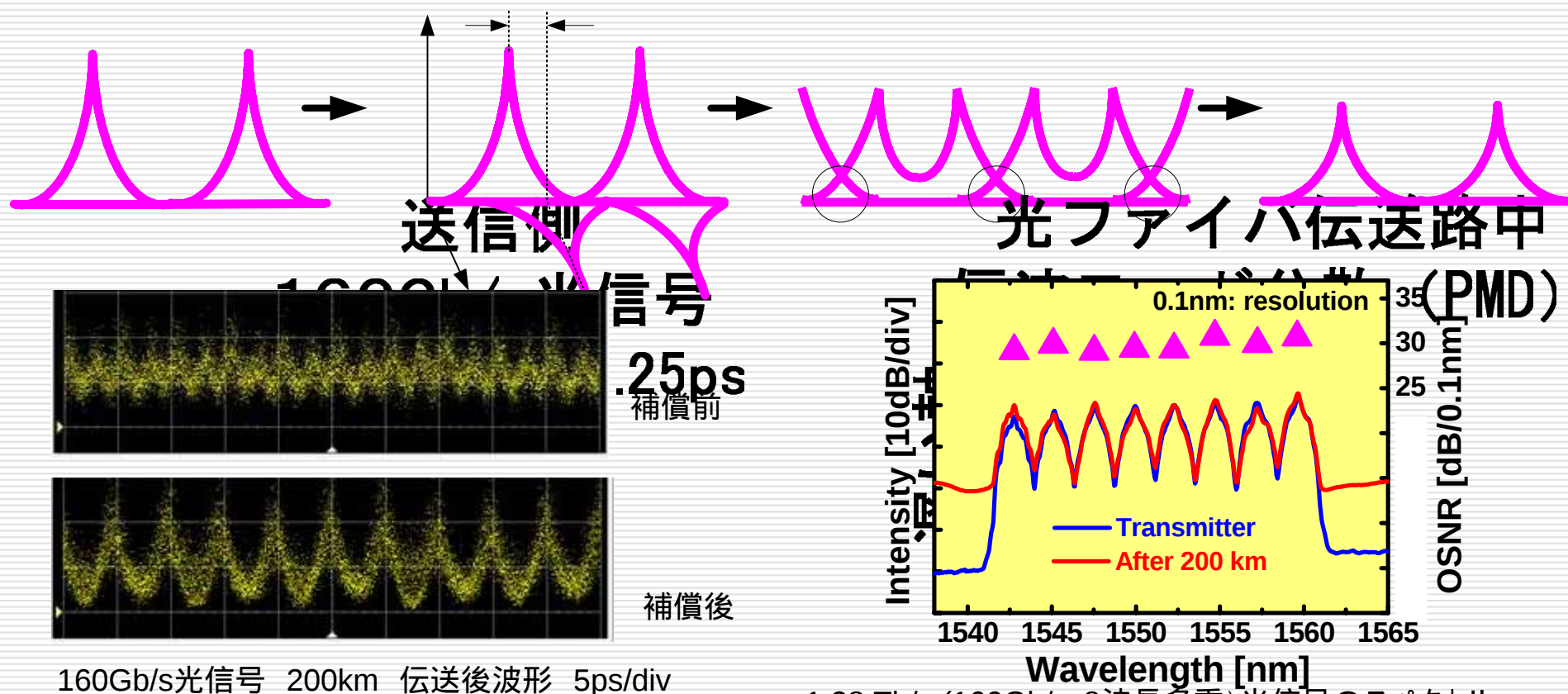


JGNII 光テストベッドB

目的

1波長当たりの伝送容量を160Gbit/s級に高めた超高速光伝送を、実際に敷設された光ファイバ伝送路を用いた光テストベッド環境において検証することにより、実験室環境ではシミュレーションできない実環境の問題点を把握、解決し、超高速光伝送の実用化を促進する。

克服した課題 - 偏波モード分散



160Gb/s光信号 200km 伝送後波形 5ps/div

1.28 Tb/s (160Gb/sx8波長多重) 光信号のスペクトル

技術的なポイントは、特に160Gb/sの超高速伝送にとって深刻な影響を与える偏波により生じる波形歪(偏波モード分散:PMD)に対して受信感度の高い差動位相変復調方式と独自の簡便な補償技術(光波形歪み補償器)を採用した点にある。

次世代光ノード技術

高機能光分岐挿入ノード技術の実証

< NICT、大阪大学、富士通による共同研究 >

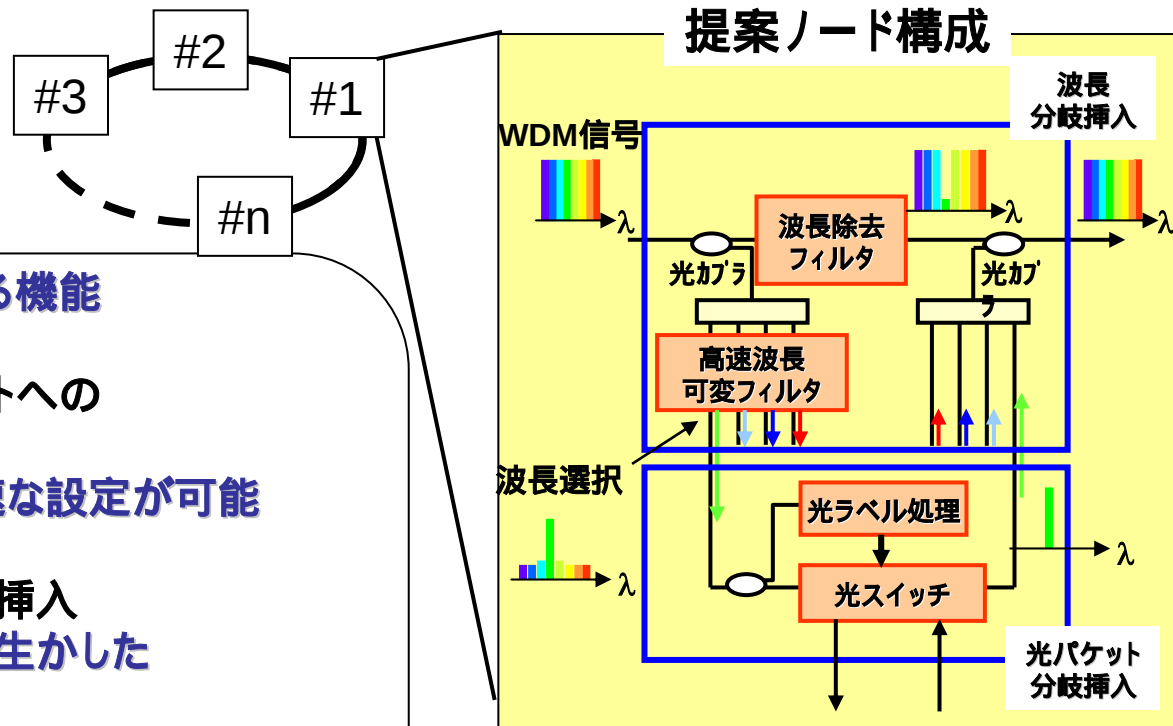
高機能光分岐挿入ノードに関する研究

研究概要:

光コードラベルを用いるパケットレベルでの光分岐挿入技術(PADM)と、各通信ノード間で設定される波長パスを自在に切り替える高速光波長分岐挿入技術を融合させた、新たな全光分岐挿入ノードの研究開発を行い、従来の電気技術によるノード装置の特性をはるかに超える高機能光分岐挿入ノードの実用化に向けた構成技術の確立を目指す。

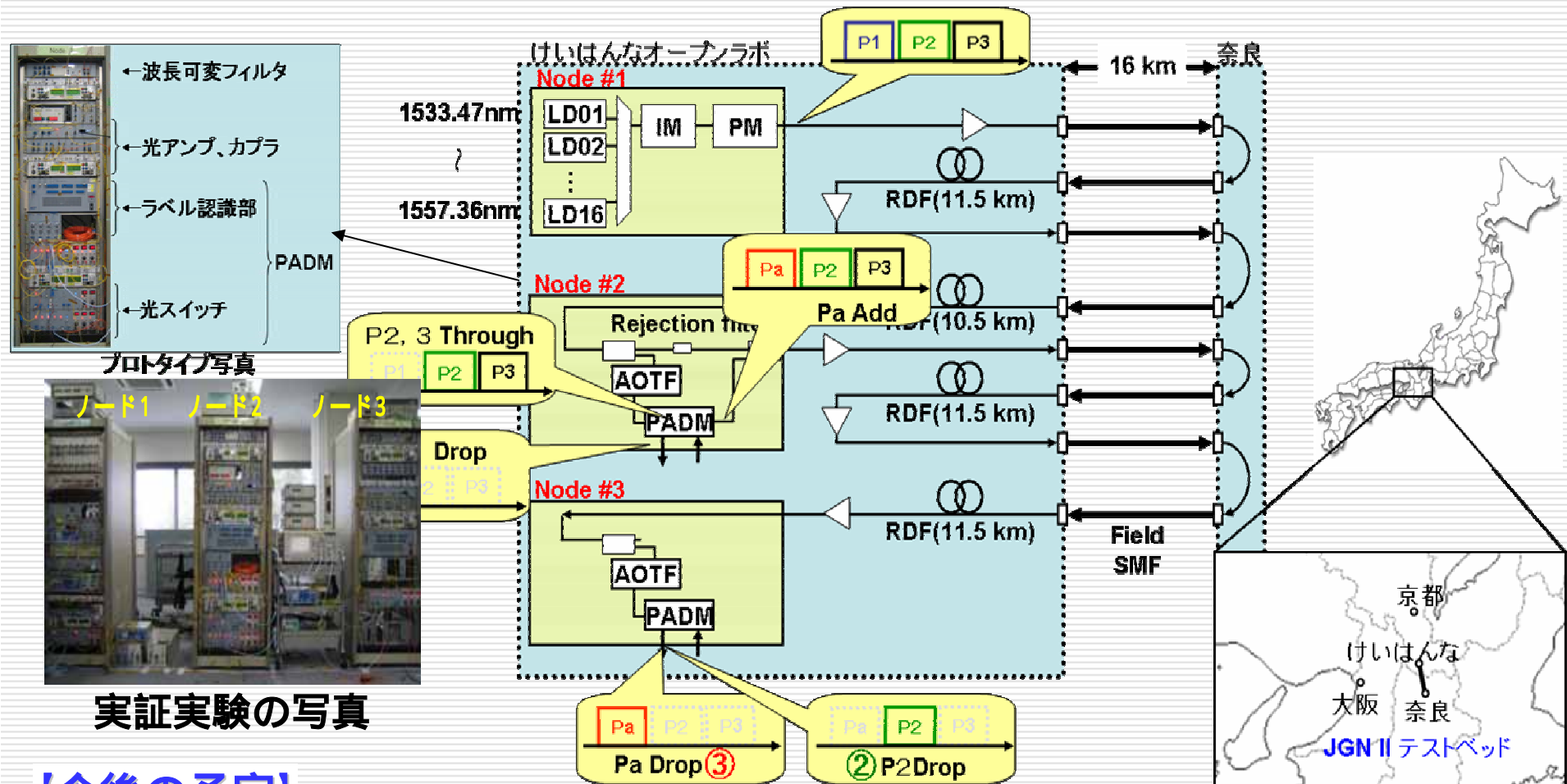
本分岐挿入ノードで実現される機能

1. 任意波長の任意出力ポートへの高速波長分岐挿入
: 波長パスの柔軟かつ高速な設定が可能
2. 光パケットレベルでの分岐挿入
: 光の高速、広帯域特性を生かした超高速スイッチング
3. 波長・パケット分岐挿入ノード統合制御システム
: トラフィック要求に応じたネットワーク資源(波長・パケット)の有効利用



**40Gbps, 16波長, 3ノード,
100km伝送実験に成功!**

NICTけいはんなオープンラボにて JGN II 光テストベッドA を用いたフィールド試験



実証実験の写真

【今後の予定】

提案ノードは柔軟なパス設定及びネットワーク構成が可能である。今後は、それぞれのサービスに適した粒度のデータを、光ラベル処理を用いる全光スイッチ技術によって、粒度可変で送受信することができるよう高効率ノード技術の開発・実証を行う。

量子情報通信

量子暗号技術の実証

< 三菱電機、NEC、東京大学による委託研究 >

NICTにおける量子情報通信への取り組み

大容量化

NICT 自主研究

セキュリティ

NICT 委託研究

不確定性原理

超シャノン限界符号化
の原理実証 ✓

Yr 2005

量子暗号実用化へ向
けた基盤技術の整備 ✓

万能量子ゲート

Yr 2010

都市圏量子暗号
ネットワーク

重ね合わせの原理

量子中継

量子符号回路

Yr 2015

高セキュリティ
ネットワーク

NICT委託研究：量子暗号技術の研究開発

三菱電機、NEC、東大 (2001年8月～2006年3月)

(1) 96kmにわたる量子鍵生成のフィールド実証 (三菱電機)

- ・JGN2 光テストベッドA (けいはんな一堂島間)
- ・鍵生成レート 8 bps
- ・QBER 10%
- ・0.1 光子/パルス

(2) 連続2週間にわたる長時間フィールド実証 (NEC)

- ・往復16 kmにわたる架空商用ファイバ
- ・秘密鍵生成レート13kbps
- ・連続2週間のマニュアルフリー動作

今後の展開

大容量化

NICT 自主研究

スクィーズド光源

光子数識別器

超伝導光子検出器

光波・光子同時制御技術

万能量子ゲート

セキュリティ

NICT 委託研究

「量子暗号の実用化
のための研究開発」

NEC、三菱電機、NTT

Yr 2006

半導体APDの限界を打破

Yr 2010

JGN2 フィールド実証

都市圏量子暗号ネットワーク

2. 超高速ネットワーク技術の研究開発から

光グリッド基盤技術

研究のねらい

多対多通信で品質の保証されたネットワーク基盤をユーザに提供する
エンドホストまで光パスを提供する
先端的アプリケーションとの連携
e-VLBI: 複数のアンテナ、複数の相関処理装置間のメッシュ結合
かつ、強い品質保証要求
アプリとネットワークの連携制御技術開発

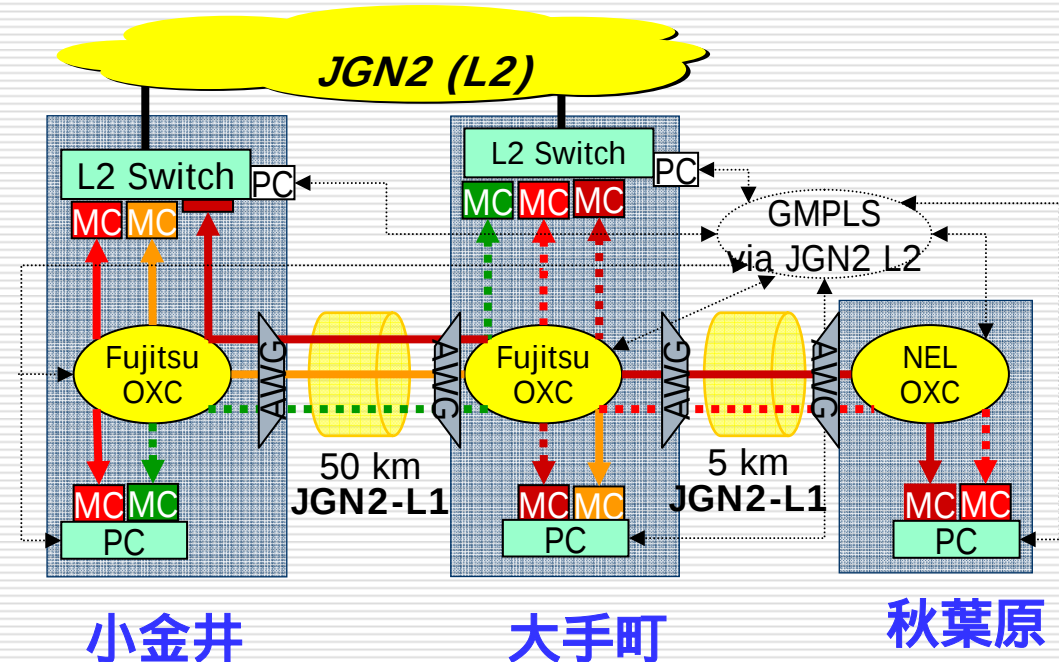
光グリッド基盤技術

実験成果

L1(光ファイバ; データ転送用)、L2サービス(制御メッセージ転送用)を使って、**複数の光パスを設定する光グリッド基盤を構築した**

品質要求を満たすネットワークを構築し、**e-VLBIの汎用PCを用いた分散相関処理実現に貢献した**

SC06(タンパ:米国)、JGN2シンポジウム(広島)にて**ライブデモ**にて成果紹介した



今後の計画

複数ユーザ要求を満たすための、

ホスト資源管理と光パス制御を連動する分散型ユーザ=網間連携機構開発

QoSを提供する光パスプロビジョニングの分散制御機構開発

信頼性の非常に高いネットワークにあわせたトランスポート技術開発

これらを **JGN2 L1、L2サービス**を用いて実証し、e-VLBIの発展に寄与

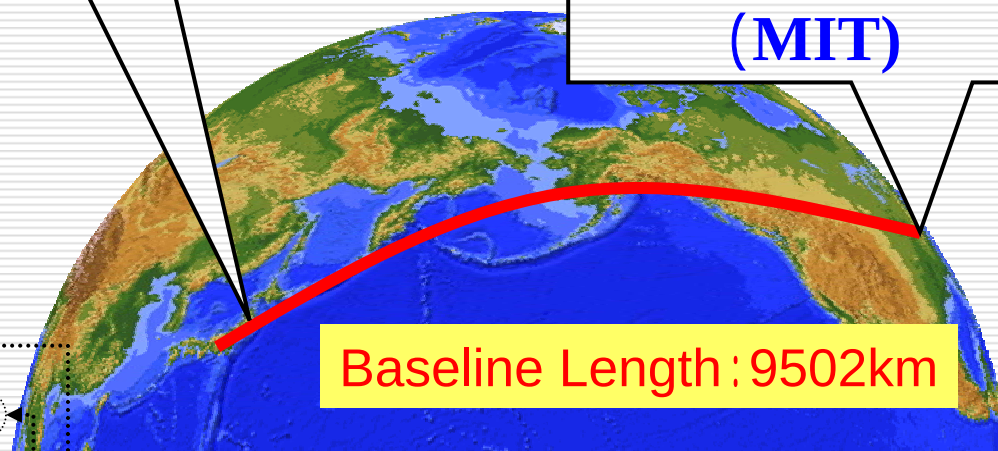
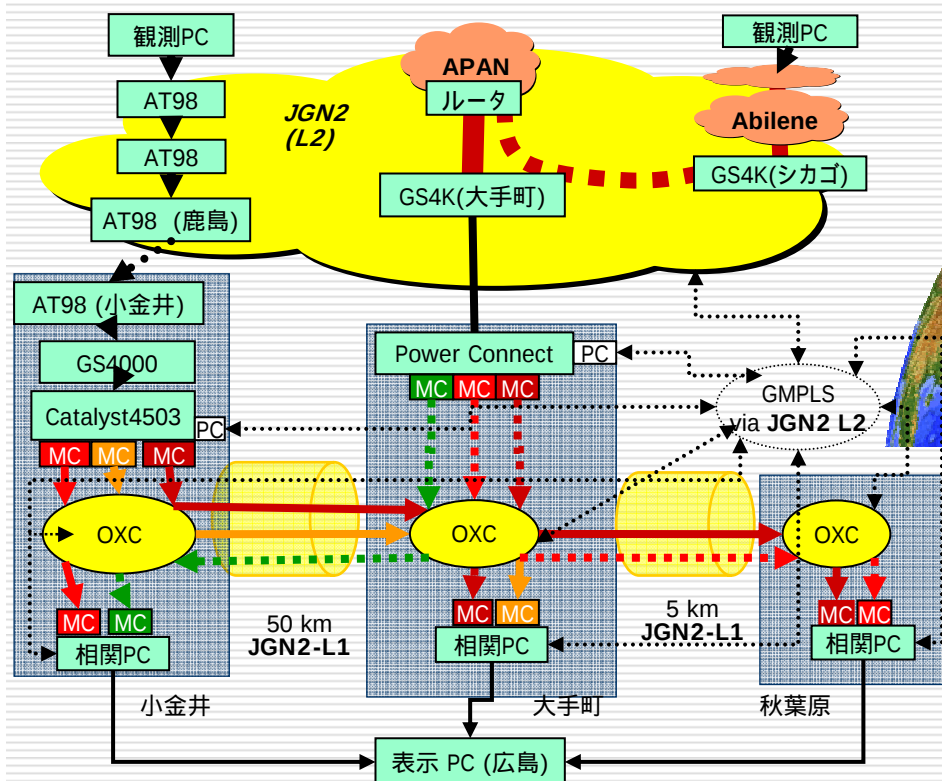
光グリッド基盤(光+GMPLS)を使った 分散処理ネットワークデモ実験



鹿島34m
(NICT)



Westford 18m
(MIT)



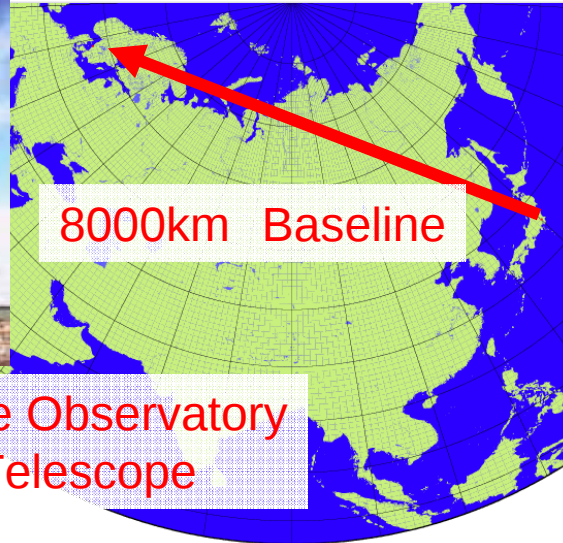
長距離リアルタイム分散処理
(ソフトウェア相関器)の実証試験成功

JGN2 シンポジウム 2007.1.17-19

今後の計画



Onsala Space Observatory
25m Radio Telescope



8000km Baseline



Kashima (NICT)
34m Radio Telescope

- e-VLBIの技術を実用的に使用してオンサラ宇宙観測所(スウェーデン)、ウェッツェル観測所(ドイツ)とのUT1(地球姿勢パラメータ)の高速計測実験を行う。
 - 国土地理院への技術移転
- 技術的課題: VLBIデータフォーマットのリアルタイム変換(256 ~ 512Mbps/Station)と分散相関処理
- 複数基線のリアルタイム相関処理(数Gbps) => 国際リアルタイムVLBIの実用化へ

GMPLS相互接続性の検証

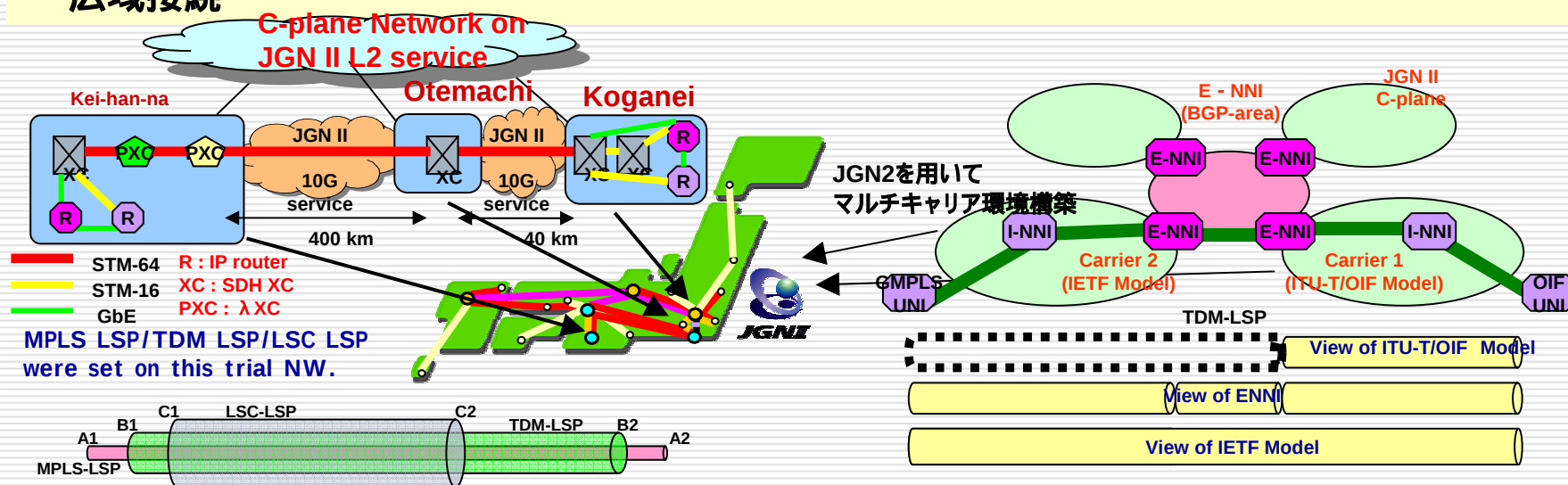
国際標準化へ向けた共同研究開発

< NICT、NEC、富士通、富士通研、KDDI、KDDI研、三菱電機、日立製作所、日立コミュニケーションテクノロジー、NTT、NTTコミュニケーションズ、アンリツ、古河電工、慶応義塾大学による共同研究 >

GMPLSネットワークにおける相互接続性の向上を目指したフィールド試験

解決すべき課題

- ・マルチベンダによる相互接続性
- ・スイッチング能力の連携(マルチレイヤ)
- ・広域接続
- ・マルチキャリア環境 (ITU-T,ASONモデル < - > IETFモデル)



- ・マルチベンダ環境構築
- ・マルチレイヤによるパス接続の確立 (LSP,TDM,MPLS)
- ・1200kmを超えるC-Plane接続

~ H16

- ・マルチキャリア環境構築
- ・E-NNIノードの開発 (アーキテクチャモデルの相互変換)
- ・JGNIIとのC-Plane相互接続

~ H17

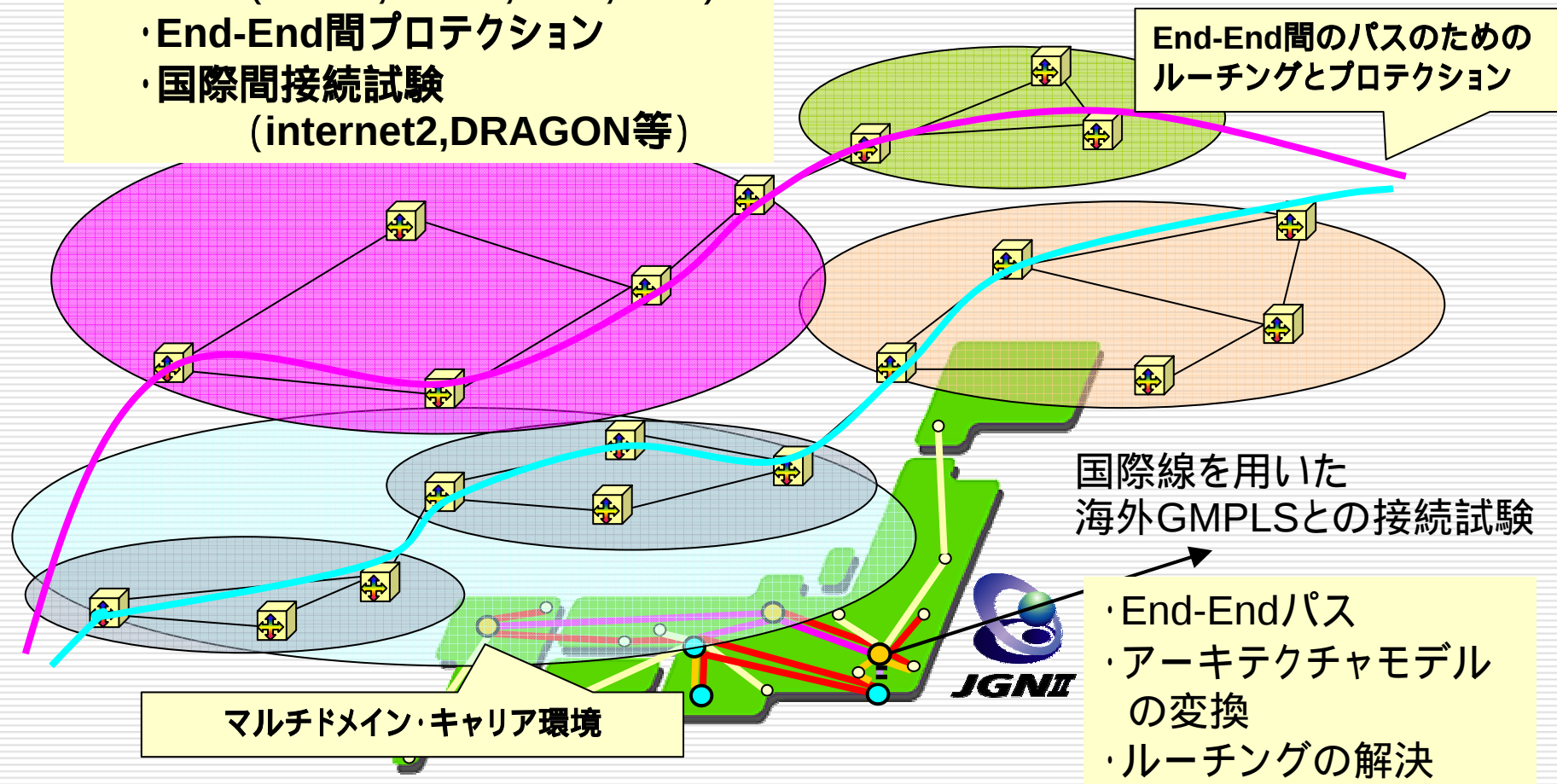
- > OFC2005,2006PDPおよびOIF,IETF等へ相互接続WGメンバより標準化提案

今後の計画

今後解決すべき課題

マルチドメイン・キャリア環境における

- ・End-End間ルーチング
(OSPF,DDRP,BGP,PCE)
- ・End-End間プロテクション
- ・国際間接続試験
(internet2,DRAGON等)



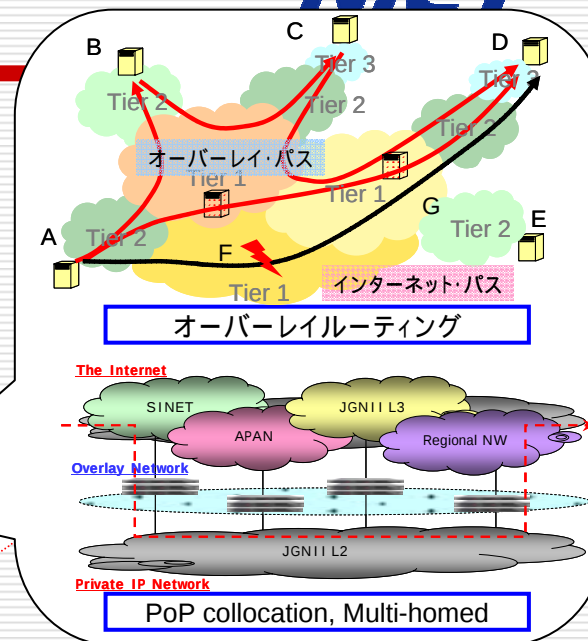
オーバーレイ・ネットワーク基盤

オーバーレイネットワーク基盤技術の研究開発

NICT

ダイナミックかつセキュアなオーバーレイNWによる、アクセス網の相互接続、接続性向上、高信頼化

オーバーレイルーティングによるコアNWの耐障害性向上



仮想NW-NW
インタフェース

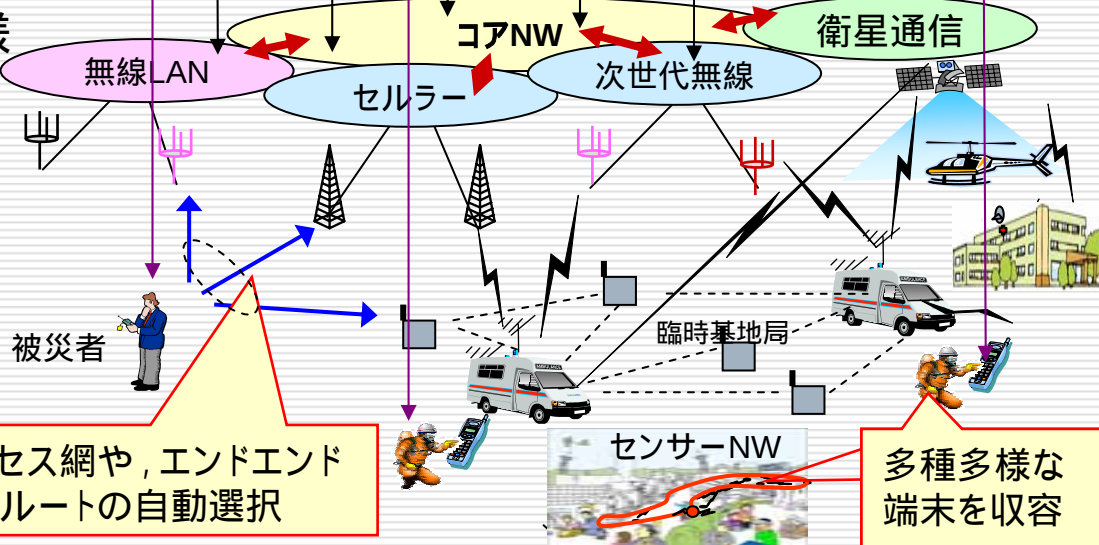
仮想NW-ユーザ
インタフェース

オーバーレイによるコアNWの高信頼化

単純化された
オーバーレイ
NW

オーバーレイによる柔軟なアクセス網の構築

複雑で多様な物理NW



最適アクセス網や、エンドエンドでの最適ルートの自動選択

多種多様な
端末を収容

防災網の高度化、高信頼化、迅速な構築

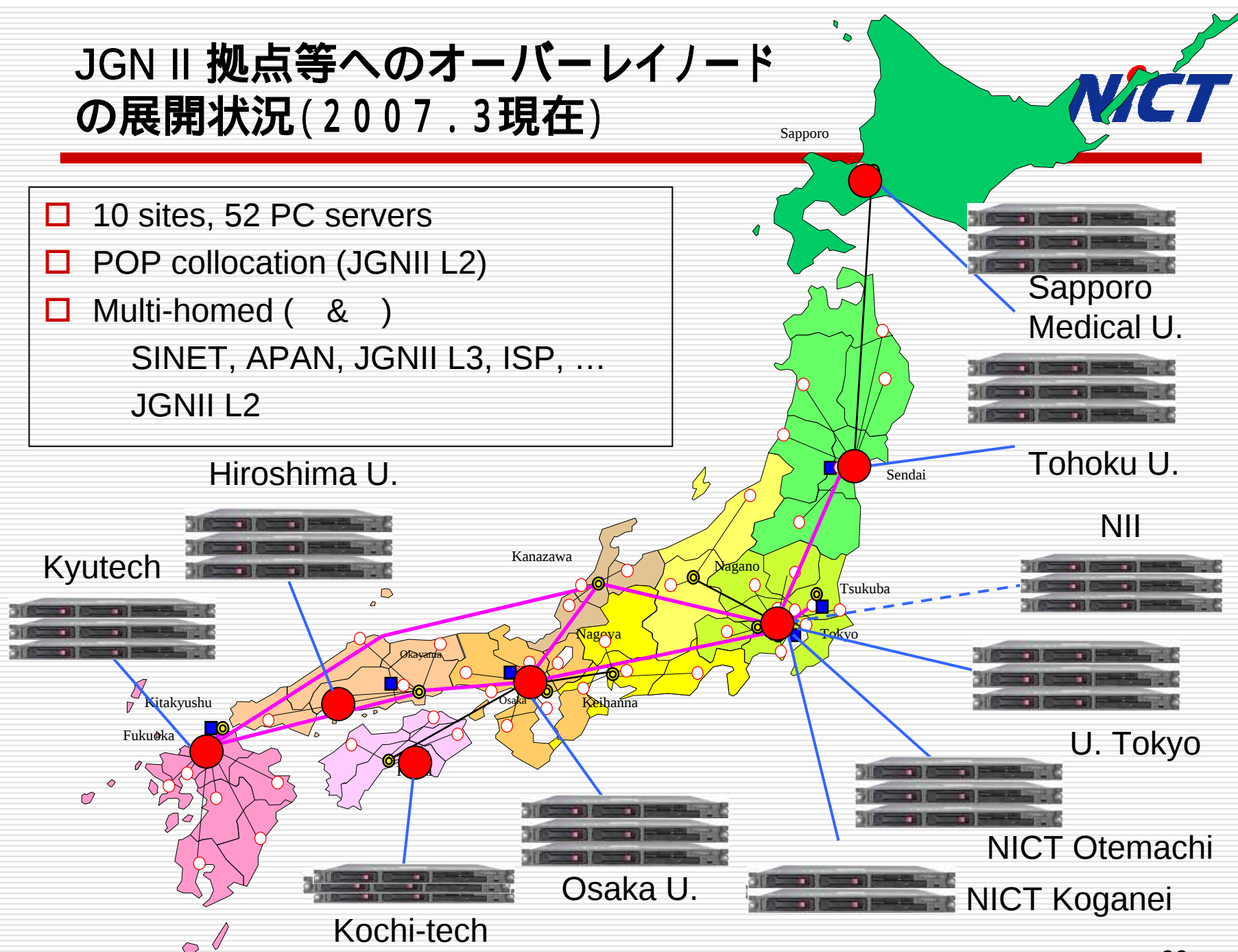
高品質かつ低コストなエンド・エンドパスの提供

多様なユーザ指向分散NWサービスの提供

新世代ネットワークアーキテクチャの研究開発の促進、実証実験

JGN II 拠点等へのオーバーレイノード の展開状況(2007.3現在)

- 10 sites, 52 PC servers
- POP collocation (JGNII L2)
- Multi-homed (&)
SINET, APAN, JGNII L3, ISP, ...
JGNII L2



3. まとめ

- 世界最先端の実験環境として、研究開発テストベッドに対する期待は大きい
- NICTは、産・学との連携を図り、
最先端の基盤技術の地道な研究開発から、
近い将来の応用技術の加速まで、
広い領域で研究開発を促進することが責務
- 限られたリソースの中で、効果的な研究開発を推進して参りたい