

3-4 JGN II を用いた GMPLS の研究

3-4 Research on GMPLS over JGN II Test bed

岡本修一 岡野介英 大谷朋広 鮫島康則 大原拓也 藤原和弘

OKAMOTO Shuichi, OKANO Yukifusa, OTANI Tomohiro, SAMESHIMA Yasunori, OHARA Takuya, and FUJIHARA Kazuhiro

要旨

アプリケーションからの要求に応じてオンデマンドで大容量回線を提供し得る GMPLS は、次世代フォトニックネットワークを制御するプロトコルとして注目されている。JGN II では、北周りと南回りの二つの GMPLS ネットワークを構成しており、実網上でネットワークの構成技術、制御技術、運用管理技術などの研究を進めている。またこれらのネットワークを利用したマルチドメイン間接続 (E-NNI) やアプリケーションとの連携 (UNI) などについても検討を進めている。本文では、これらの研究状況について概要を報告する。

GMPLS is a set of network control protocols, which can meet the demands for on-demand high speed circuits or on-demand lambda paths. GMPLS/OXC network test bed was introduced in JGN II, that provides the opportunity of operational experience on GMPLS in actual network environments. This paper overviews the researches and experiences made on GMPLS network technologies, network control and network administration. Studies on NNI/UNI and application based experiments are also briefly discussed.

[キーワード]

GMPLS ルータ, 光クロスコネクタ, ネットワーク制御, ネットワーク運用・管理
GMPLS router, Optical cross-connect, Network control, Network administration

1 まえがき

高精細画像伝送や GRID など、ユーザー要求に応じて高速に大容量回線を提供するサービスを必要とするアプリケーションが今後増加すると予想される。これらは既存のネットワークでは実現不可能で、次世代の情報ネットワーク基盤である GMPLS* 技術の適応が必要と考えられる。

GMPLS 及びフォトニックネットワーク技術は、我が国の IT 戦略上重要な要素技術であると位置付けられている。オンデマンドの大容量回線を要求するアプリケーションをサポートするためのサービスインタフェース及び運用管理技術の確立が必須であるとともに急務であり、JGN II を用いた GMPLS ネットワーク運用管理技術の確立は、我が国の IT 政策に大きく寄与するものである。

本研究では、上記のアプリケーション等の要求

条件に柔軟に対応できるサービスネットワークを実現するため、GMPLS ネットワークの運用・管理に関する研究開発を実施する (JGN II 上に構築された GMPLS ネットワークを活用し、GMPLS ネットワークの運用・管理技術の確立を行う)。本研究は、従来のブロードバンドサービスネットワーク環境の研究に関する研究開発の推進だけでなく、実環境を用いた研究開発・検証を推進することによる運用・管理技術の確立に総合的に資することを目的としている。

* Generalized Multi-Protocol Label Switching: IP ネットワークにおいて使われている MPLS の考え方を、複数の異なるレイヤに拡張、発展させたプロトコル群。GMPLS は、次世代フォトニックネットワークを制御するプロトコルとして注目されている。

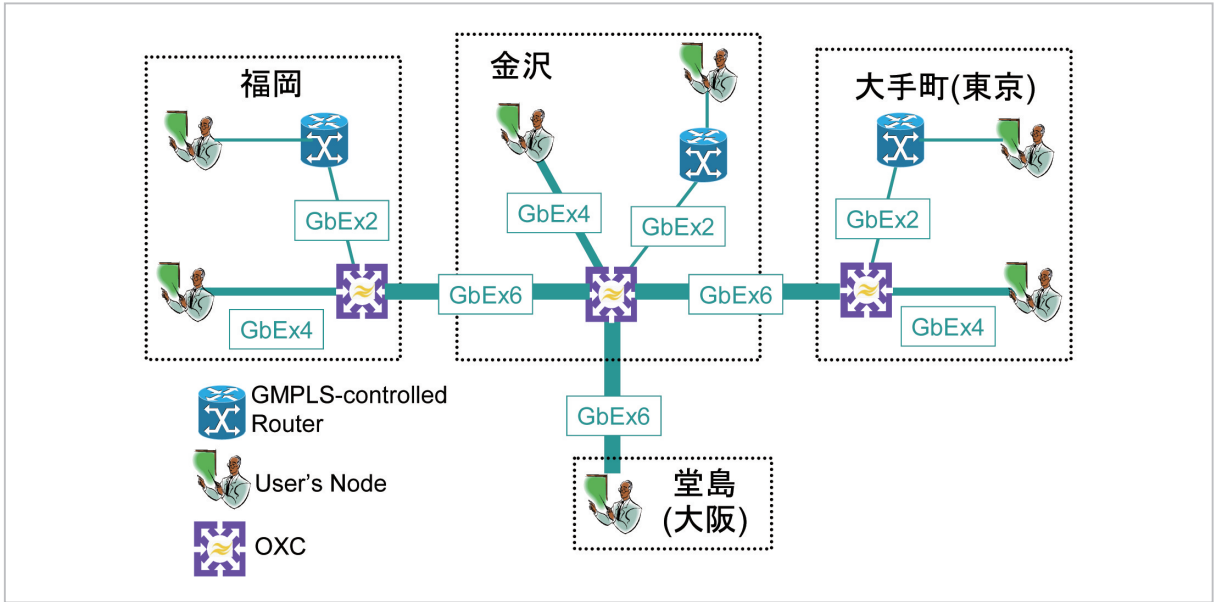


図2 GMPLS 技術による JGN II の OXC 接続サービス

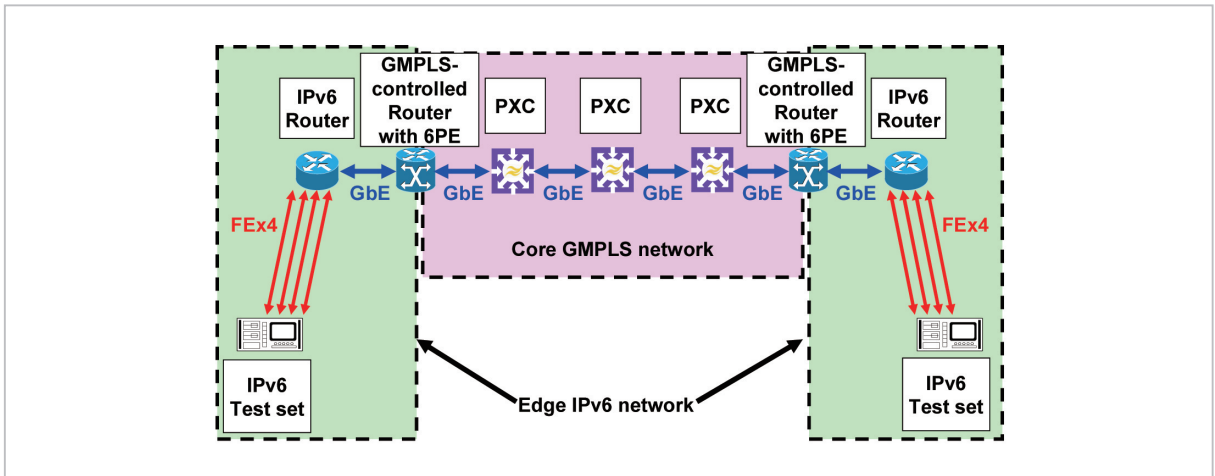


図3 IPv6 transport over GMPLS 実験系

IPv6 測定器を接続した。IPv6 データ転送実験の内容は、主に『GMPLS ネットワークを介した IPv6 経路広告の設定実験』及び『GMPLS 光パスによる IPv6 データ転送実験』の二つから成り立っており、これらの実験の成功により、JGN II の GMPLS ネットワークによる IPv6 データストリームの接続性を確認できた。また、MPLS ネットワーク接続については、JGN II のコアルータを用いて、GMPLS 光パス上における MPLS パスの設定実験を行い、GMPLS ネットワークを介した MPLS パスの接続性を確認できた。

GMPLS ネットワークとユーザ・アプリケーションの連携手法に関する研究開発においては、ユ

ーザオリエントな光パスプロビジョニング技術に関する基礎検討を実施し、ユーザ・アプリケーション側がネットワーク側に求めるパラメータの抽出・絞り込みを行うとともに、ユーザ側とネットワーク側の接続手法・通信手順などに関する検討を行った。

さらに、JGN II は日本のテストベッドネットワークとして初めてコアネットワークに GMPLS 技術が採用されたこともあり、日々の運用管理も GMPLS ネットワーク運用管理技術研究に関して重要な意味を持つと考えられる。そのため、研究者自ら GMPLS ネットワークの日常の運用管理にも携わっており、マルチレイヤネットワーク運用

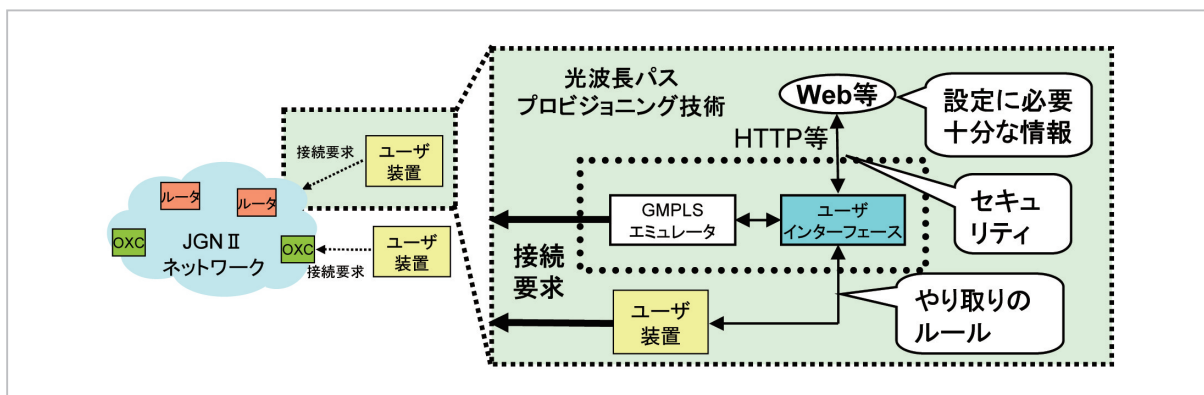


図4 GMPLS ネットワークとユーザアプリケーションの連携技術

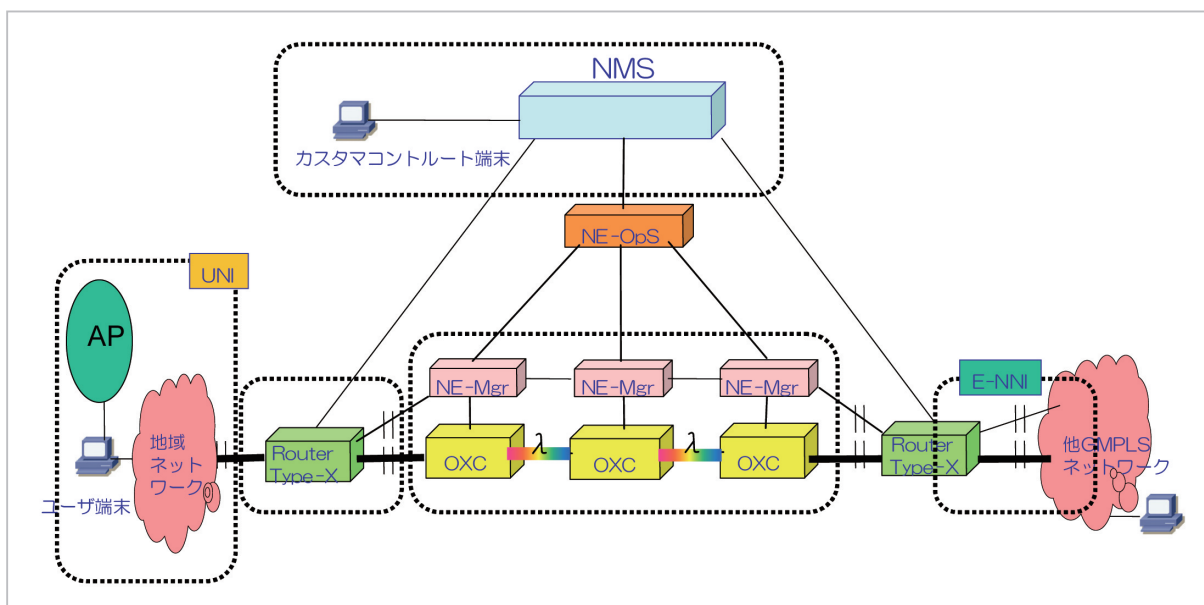


図5 GMPLS ネットワークの構成要素

管理やユーザアプリケーション連携の観点から、アドレス体系などについて、研究開発ネットワークとしてよりふさわしい形態となるよう、ブラッシュアップを行っている。

4 GMPLS ネットワークの高機能・高信頼化技術に関する研究開発

GMPLS ネットワークは一对の光ファイバ上で多数の光波長を伝送する波長多重(WDM)光伝送方式、ノードで光のまま方路変更したり、波長を変換したりする光クロスコネクシステム(OXC)、IP や光波長など複数のレイヤでの制御を行う GMPLS ルータ、また、ネットワークの運用管理を行うネットワークマネジメントシステム

(NMS)で構成される。

また、ネットワーク間インタフェースとしては GMPLS ネットワーク間の接続インタフェース (NNI) と GMPLS ネットワークとユーザ(利用者)ネットワーク間のインタフェース (UNI)がある。これらの構成要素の機能、性能などについての研究及び実網(JGN II)を用いた検証を進めた。以下に概要を示す。

- (1) GMPLS ルータについては、JGN II 上の GMPLS ネットワークにおいて、サービスインタフェースの必要条件を明確にすることを目標とした以下の研究、検証を行った。
 - ① 安定性、スケーラビリティを含めたプロトコルの機能、性能評価の検討
 - ② サービスインタフェースとしての必要条

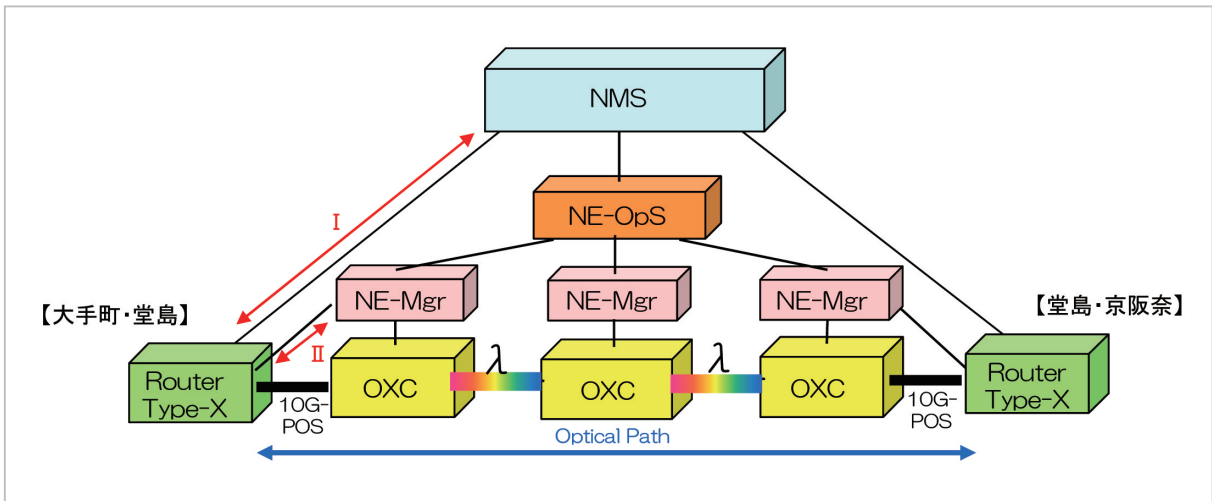


図6 GMPLS ルータの検証系

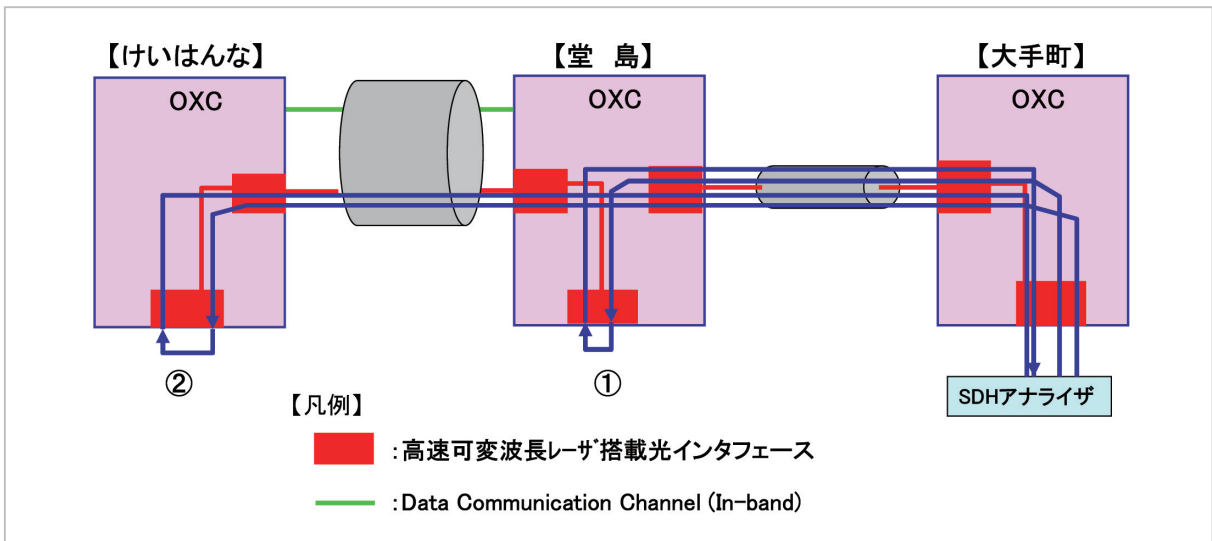


図7 高速可変波長レーザによる実験系

件、課題及びボトルネックの明確化とネットワーク運用管理などへの影響の検討

③ 広帯域アプリケーション伝送によるネットワーク性能評価

(2) 光クロスとコネクシステム (OXC) については、光パスの高速制御性に関する研究を行った。受信波長は OXC においてクロスコネクトされるとともに、指定された波長に変換される。現在搭載している波長可変レーザは温度制御型で波長が安定するまで数十秒を要しており、また制御系全体が安定状態に達するには更に時間を要する。このためレーザそのものの安定性を改善するため電流制御型の高速度波長可変レーザを用いて、波長及び制御

系の高速性、安定性を検証した。制御系全体として 90 秒程度数から 10 秒レベルに改善した。

(3) GMPLS 網管理システムにおけるカスタマ制御に関する研究を進めた。GMPLS ネットワークはユーザに高速の回線をオンデマンドで提供するが、利用ユーザ(カスタマ)はインターネット等の外部ネットワークを介して、ネットワークに関する情報を入手したり、ネットワークを制御(カスタマ制御)することが可能である。

カスタマコントロール機能として、GMPLS 機能に基づく複数レイヤをまたぐパス開通機能及び開通したパスの構成情報や故障情報の表示機能に

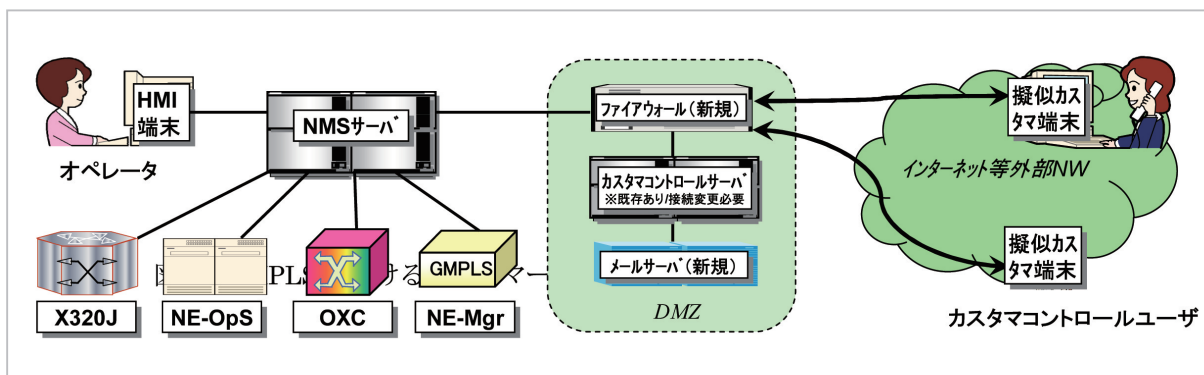


図8 GMPLS におけるカスタマー制御

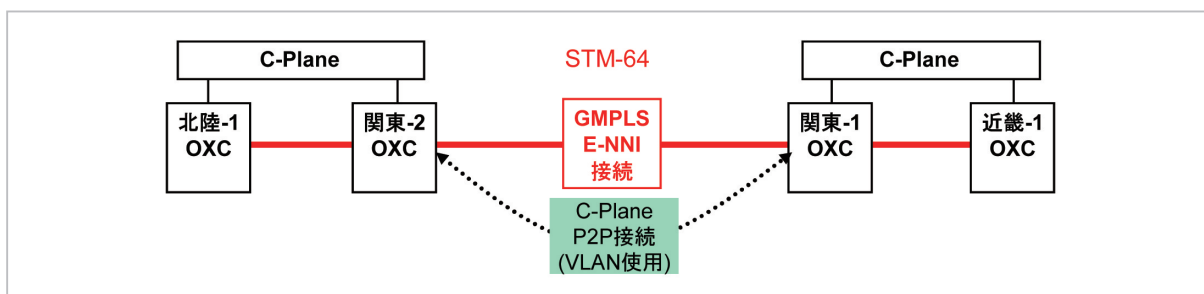


図9 E-NNI 実験構成図

についての検討を進めた。

カスタマコントロールユーザに対して複数の権限種別を設定することにより、ユーザ区分に応じた柔軟な権限付与及び管理制御機能の提供の実現について以下の検討を進めた。

- カスタマーコントロール関連の機能・安定性確認、評価
- ネットワーク管理情報に関する機能確認、評価
- ユーザ向けメール通知機能に関する機能・安定性の確認、評価、また、実フィールドの動作検証として、カスタマコントロールサーバ/外部ネットワーク接続の検証、ネットワーク管理情報検索表示機能の検証及びメール通知機能の検証などの基本的確認を行った。

5 マルチドメイン(E-NNI)統合管理技術に関する研究開発

ネットワーク間インタフェース(NNI)には同一管理ドメイン内の接続(I-NNI)と、キャリア間接続のような異なる管理ドメイン間の接続(E-NNI: Exterior Network to Network Interface)がある。JGN IIにおいて個別に管理運用されている

北回りと南回りの異なる GMPLS ドメイン間の相互接続(E-NNI)を実現するため、以下の研究開発を進めている。

- (1) 複数 GMPLS ドメインにおける GMPLS コントロールプレーンネットワークの相互接続性
 - ① ネットワークアーキテクチャの検討
 - ② アドレス体系検討
- (2) 複数 GMPLS ドメインでの GMPLS E-NNI 相互接続性
 - ① 経路情報交換方法の検討(BGP/OSPF ほか)及び検証
 - ② RSVP シグナリングにおける LSP 設定

具体的には、関東-1、関東-2 の間の STM-64 の実験用波長を用いて、データプレーンで OXC 間を接続した。コントロールプレーンについては、L2 サービスを利用して接続し接続上の問題点と課題の抽出を行った。

6 アプリケーションとの連携

ネットワークの構成要素、制御、運用管理、また相互接続などネットワーク内の研究に加え、具体的なアプリケーションとの連携について検討を

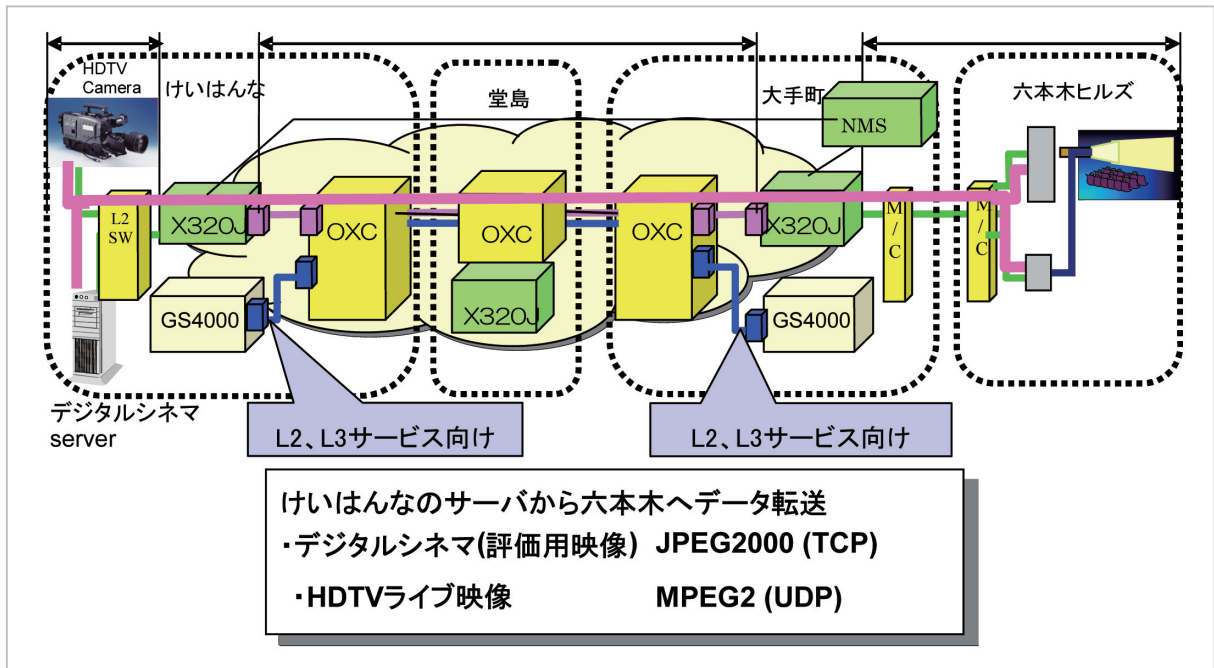


図10 東京国際映画祭における4K転送系

進めた。

具体的なアプリケーションとして、4K デジタルシネマ伝送について、東京国際映画祭、JGNII シンポジウム 2005 in Osaka などにおいて GMPLS ネットワークを介した実証実験を行い、その実用性を検証した。

また、GRID との連携について、GRID 資源割当てと GMPLS ネットワーク制御の連携について検討を進め、iGRID2005 において JGN II を介したデモ等を実施した。

7 むすび

JGN II 上に構築された二つの GMPLS ネットワークを用いて、ネットワーク構成技術、制御技術、運用管理技術など幅広い研究を進めた。また、マルチドメイン環境化での統合管理、さらにアプリケーションとの連携などについても実網を用いた研究、検証を行い、GMPLS の有用性と実用性を示した。

本研究について、日ごろご指導頂いている、つくば JGN II リサーチセンター古賀達蔵センター長及び実験にご協力頂いた関係各位に感謝する。



おかもとしゅういち
岡本修一
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター専攻研究員
光ネットワーク技術



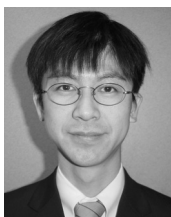
おかの ゆきひさ
岡野介英
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター専攻研究員
ネットワーク技術



おおたにとちひろ
大谷朋広
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター特別研究員 工学博士
光ネットワーク技術



さめしまやすのり
鮫島康則
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター特別研究員
光ネットワーク制御技術



おおはらたくや
大原拓也
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター特別研究員
光伝送技術



ふじはらかずひろ
藤原和弘
拠点研究推進部門つくば JGN II リサ
ーチセンター専攻研究員
ネットワーク運用管理技術