

JGNII の GMPLS ネットワークを用いたオンデマンド型波長パスサービス

岡本 修一¹ 大谷 朋広^{1,2}

1) 独立行政法人 情報通信研究機構 つくばリサーチセンター 〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-8-1

E-mail: okamoto-s@nict.go.jp

2) 株式会社 KDDI 研究所

あらまし JGNII の GMPLS ネットワークを利用した、波長パスレベルの BoD(Bandwidth on Demand)サービスの提供実験の結果について報告する。GMPLS ルータのルーティング・シグナリングプロトコルをエミュレートする GMPLS エミュレータに対し、Web ベースの GUI(Graphical User Interface)システムをはじめとする BoD サービスのための各種機能を開発して実装した。本システムを JGNII の GMPLS ネットワークを用いて実験したところ、ユーザからのパス要求リクエストに対して約 1 分で GMPLS 波長パスが設定でき、波長パスクラスの BoD サービスとして利用可能であることが確認された。

キーワード GMPLS, BoD, OXC

GMPLS-based bandwidth on demand (BoD) service in the JGN II GMPLS network testbed

Shuichi OKAMOTO¹ and Tomohiro OTANI^{1,2}

1) NICT Tsukuba Research Center 1-8-1 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0004 Japan

E-mail: okamoto-s@nict.go.jp

2) KDDI R&D Laboratories, Inc., Japan

Abstract BoD (Bandwidth on Demand) service over GMPLS-controlled optical network testbed of JGNII was experimentally investigated. We developed the GMPLS emulator that provides GMPLS signaling and routing protocols same as GMPLS-controlled router, and additionally a BoD mechanism using Web-based GUI (Graphical User Interface). As a result of the BoD experiment using JGN II GMPLS network, GMPLS optical path was successfully established in one minute after the user's demand. Through this evaluation, we have now a confident that the GMPLS network is ready to provide GMPLS-based BoD service.

Keyword GMPLS, BoD, OXC

1. まえがき

ネットワークを利用するユーザが、必要なときに所望のネットワークパスを確保できる BoD(Bandwidth on Demand)サービスは、グリッドコンピューティングや高精彩映像伝送、緊急・災害時における優先的な帯域確保要求など、今後の研究・学術分野において非常に魅力あるサービスである。現在、衛星通信を用いたサービス[1]等が商用化されているが、低速のパケットスイッチレベルでのサービスであり、今後の大容量伝送サービスへのニーズを考慮すると、この帯域を光波長パスレベルまで拡充することが望まれる。

いっぽう、GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)[2]技術は、光クロスコネクタ(Optical Cross

Connect:OXC)装置や伝送装置等の下位レイヤ機器から、IP ルータなどの上位のクライアント装置までを MPLS を拡張したコントロールプレーンにより統合的に制御する技術であり、近年精力的に研究開発が進められている。この GMPLS 技術を用いることにより、各種装置の統合運用によるネットワークリソースの効率的な利用管理やコアネットワーク運用管理コストの低減が実現できると共に、下位レイヤ機器とグリッドアプリケーション等の各種アプリケーションレイヤの連携による大容量パスの即時提供が可能となる。そのため、アプリケーションレイヤと連携した、高速かつ柔軟な光パス制御の実現が期待されている。

本報告では、波長パスクラスの BoD サービスを GMPLS 技術により実現するために、問題となる点についての検討を行い、BoD サービスを実現するためのプロトタイプを開発して JGNII[3]の GMPLS ネットワークを用いて実験を行った。これにより、波長パスクラスの BoD サービスとして利用可能であることが確認されたため、その詳細の検討、評価結果について述べる。

2. BoD サービスへの GMPLS 技術の適用

ユーザに BoD サービスを提供するために BoD システムに求められる条件は、ユーザ側の観点および運用管理者の観点を考慮すると、主に次の 4 点が挙げられる。

- サービスを利用するユーザが、ネットワークに関する詳細な知識なしに簡単に利用可能であること。
- 悪意の有無に関係なく、正式なユーザ以外の第三者からの利用を防止する機能を有していること。
- ユーザのミスによる誤操作を避けるための機能を有していること。
- ネットワーク運用管理側の観点から、ユーザに不必要なネットワークのトポロジを知られないための機能を有していること。

ただし、d)に関しては BoD サービスを提供するネットワークの運用管理ポリシーとも関係しており、必ずしも必要な機能ではない。

一方、BoD サービスの帯域を光波長パスクラスまで拡充する場合、GMPLS 技術は非常に有効な技術である。しかし GMPLS 技術を BoD サービスに活用するためには、上記 4 点の条件を考慮すると、次のような問題があると考えられる。

- GMPLS 技術は難解・複雑であり、全ての BoD ユーザが習得するのは難しい。
- GMPLS 技術で用いるパラメータは多く、ユーザが直接 GMPLS のパラメータを扱う場合、その一つ一つを記憶する必要があり、組み合わせの複雑さも含めて、誤操作の恐れが高まる。
- GMPLS ネットワークではピアモデルとオーバーレイモデルがあり、ピアモデルではユーザに対してネットワークトポロジを隠蔽しないため、運用ポリシーによってはトポロジを隠蔽するための工夫が必要である。

3. GMPLS 技術と JGNII ネットワークテストベッド

JGNII は、オープンな超高速・高機能研究開発用ネットワークテストベッドとして、2004 年 4 月より運用が開始されており、各都道府県にそれぞれ 1 箇所以上

(合計 64 箇所)のアクセスポイントを持っている。JGNII は技術的特徴として、日本のテストベッドネットワークとして初めてバックボーンネットワークに GMPLS 技術、OXC および GMPLS 制御ルータ(GMPLS ルータ)が適用されており、図 1 の通り、6 台の OXC 間および GMPLS ルータ間で『OXC 接続サービス』と呼ばれる GbE もしくは 10G 単位の光パス接続サービスを提供している[4][5]。この OXC 接続サービスは光パス単位の制御によって提供されるサービスであるため、データプレーンにおいてユーザ同士が直結する end-to-end コネクションの提供が可能であり、最短経路による低ジッタなどの長所を備えている。これらの OXC や GMPLS ルータは GMPLS 制御されているため、迅速な光パスサービスの提供が可能であり、JGNII では GMPLS ルータを含めた GMPLS ネットワークの統合的な運用・管理の実現性について積極的な研究開発を実施している[5][6]。

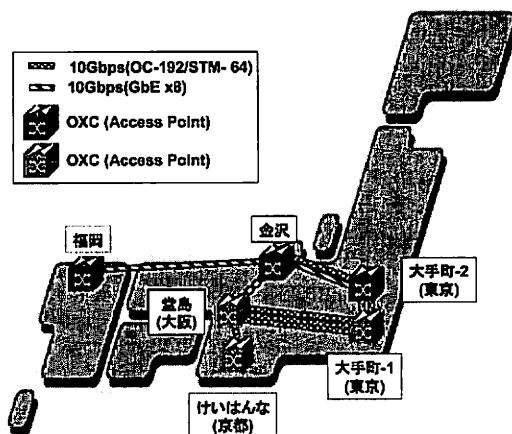


図 1 JGNII の GMPLS ネットワーク

4. JGNII の GMPLS ネットワークを用いた BoD サービス提供実験

4.1. 実験系

波長パスクラスの BoD サービスの実現性を確認するため、GMPLS 技術および JGNII の GMPLS ネットワークを活用した BoD サービス提供実験を行った。今回の実験では、2 章で挙げた問題点を解決するため、次のような仕組みを用意した。

- GMPLS 制御 IP ルータと同様のシグナリング・ルーティングプロトコルをエミュレートし、データプレーンを持たない“GMPLS エミュレータ”を用意し、各 OXC のコントロールネットワークに接続する
- “GMPLS エミュレータ”に、BoD サービスを実現するための機能を開発・実装し、BoD ユーザは GMPLS コントロールプレーン・データプレーンとは別の

ネットワーク(ユーザアクセスネットワーク)を介して“GMPLS エミュレータ”にアクセスし、BoD サービスを利用するための操作を行う

このようにすることで、BoD ユーザは GMPLS 技術を意識する必要がなくなり、ユーザ認証機能も簡単に導入可能となる。また、BoD サービス実現機能を工夫することにより、ユーザは必要最小限のパラメータでサービスを利用でき、ユーザがアクセスする部分と GMPLS ネットワークの運用・管理部分の分離やトポロジの隠蔽も容易に実現できる。

実験系の詳細を図 2 に示す。今回の実験では、大手町・金沢・福岡の 3 拠点を活用して実験を行った。GMPLS エミュレータは、GMPLS ピアモデルのノードとして GMPLS 制御の OXC に接続されている。OXC および GMPLS エミュレータの各インターフェースには、IP Unnumbered アドレスを割り当て、インターフェース間で Traffic Engineering (TE) リンクを形成した。また、各ノードには IPv4 のノード ID を付与した。ここで、TE リンクの情報として、帯域を 1Gbit/s、Encoding

type を Ethernet と設定した。また、OXC、GMPLS エミュレータの Switching capability をそれぞれ Lambda (LSC)、Packet (PSC)と設定した。これらの TE リンク情報を GMPLS 拡張 OSPF-TE [7] ルーティングによって各ノード間で交換した。GMPLS 制御の情報の授受はデータプレーンとは独立したコントロールプレーンネットワークを用いて行っている。

今回、GMPLS エミュレータの BoD サービス機能の一部として、ユーザが GMPLS エミュレータにアクセスするための Web ブラウザベースの GUI(Graphical User Interface)を開発し、GMPLS エミュレータに実装した。また、ユーザがこの Web ベースの GUI にアクセスするためのユーザアクセスネットワークは、JGNII の L2 サービスを用いて構築した。

データプレーンは、ユーザの装置(IP ルータ・L2 スイッチ・映像伝送装置・PC 等)を直接 OXC に接続することを想定しており、今回は図 2 のユーザ装置の代わりに GbE のインターフェースを持つ IP 測定器を OXC に直接接続した。

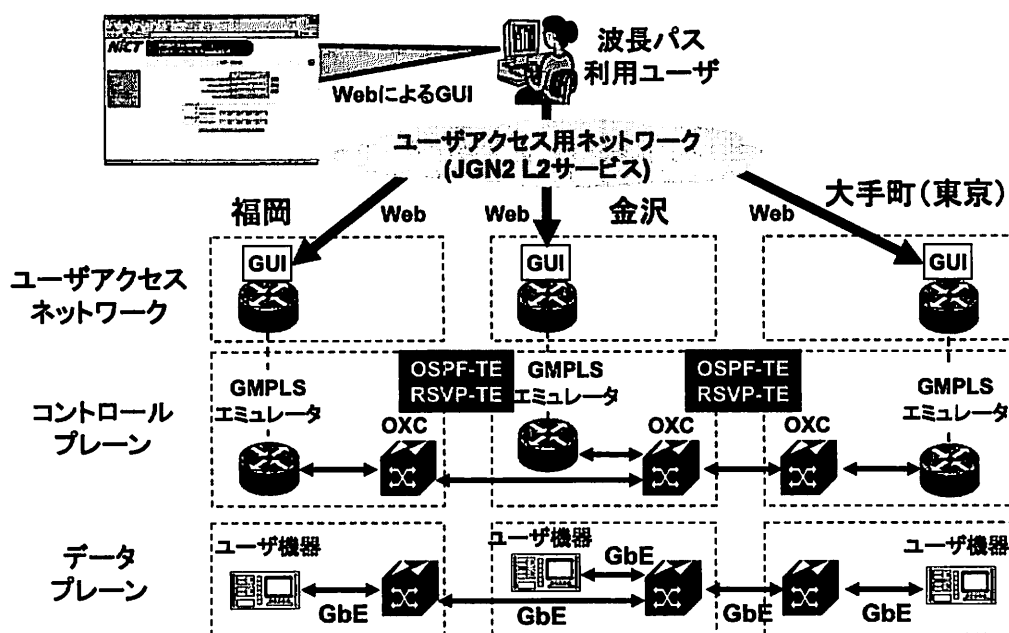


図 2 JGNII の GMPLS ネットワークを用いた BoD 実験系

4.2. GMPLS エミュレータに実装した BoD サービス機能

2 章で挙げた問題点を解決するため、BoD サービス提供機能として、GMPLS エミュレータには次に挙げる機能の実装および工夫を行った。

- 1) 第三者の不正利用を避けるため、ユーザ毎にユーザ ID とパスワードを設けてユーザ認証を行っている。
- 2) 設定ミスや、悪意のあるユーザによる他ユーザのデータプレーン利用を防ぐため、利用できるデータプレーンのポートをユーザ毎に制限する機能を実

装し、予め運用者が設定したポートのみが選べるようになっている。

- 3) GMPLS ルーティング・シグナリングに必要なパラメータは多岐に渡るが、ユーザが入力するパラメータが必要最小限になるよう、表 1 に示すパラメータのみに絞り込み、その他の(ユーザが直接入力する必要がない)パラメータについては、BoD サービス機能の中で自動設定できるようにした。
- 4) 各パラメータは数字の羅列であり、ユーザの設定ミスを減らすため、任意の英数字で別名(エイリアス)を与える機能を実装している。
- 5) 頻繁に利用する波長パスについては、入力パラメータの組み合わせを事前登録(エイリアス化)することで、Web 上のボタン一つで何度でも即座に呼び出し可能としている。

表 1 GMPLS エミュレータに入力するパラメータ

パラメータ	値
Destination (Egress)ノード ID	IPv4 アドレス/ エイリアス
Source (Ingress)ポート ID	正整数/エイリアス
Destination (Egress) ポート ID	正整数/エイリアス
帯域	GbE

4.3. GMPLS を活用した BoD の設定

本実験における波長パス設定までの流れを図 3 に示す。本実験では、まず BoD サービス機能を含まない GMPLS エミュレータ単体のパス設定機能を確認するため、CUI(Character-based User Interface)により手動で GMPLS エミュレータ間で GMPLS 波長パスを設定する実験を行った。4.1 節で示した TE リンク情報に基づき、GMPLS 拡張 RSVP-TE シグナリング[8]によって、大手町・金沢・福岡の各拠点間において、CUI でパス設定指令を出してから約 1 秒で双方向光波長パス (GMPLS LSP) が確立されることを確認した。その後 GUI を用いた BoD サービス実験を実施し、4.2 節で示した機能の実装により、ユーザが Web ブラウザにアクセスしてログインし、登録済み設定を呼び出すまでの時間が約 1 分、『パス設定』ボタンを押してから実際にパスが設定され、GUI に結果が表示されるまでの時間は約 5 秒となった。また、パスを削除する場合、GUI の『パス削除』ボタンを押してから正常にパスが削除され、GUI に結果が表示されるまでの時間が約 5 秒であることを確認した。

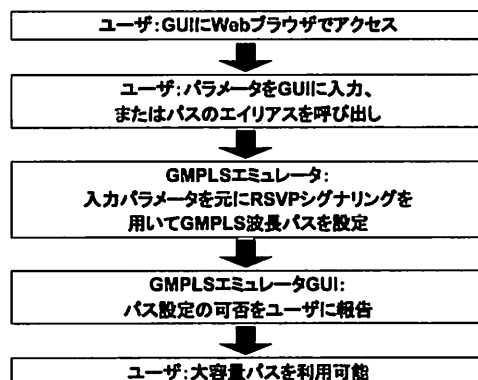


図 3 BoD サービス設定実験の流れ

5. まとめ

JGNII の GMPLS ネットワークを用いた BoD サービスの提供実験を行い、ユーザ登録へアクセスしてから約 1 分で波長パス単位の設定が可能であることを確認した。また、GMPLS 自体のパス設定は、約 5 秒であった。本実験で用いたシステムは、安定性確認試験を経て JGNII の『OXC 接続サービス』利用ユーザに対して提供予定である。

今後の課題としては、ユーザアクセスネットワーク構成の検討、セキュリティを考慮したユーザ認証手法の検討、および本 BoD システムを(人の手を介することなく)アプリケーションから直接アクセス・利用できる仕組みの検討・実験などが挙げられる。

6. 謝辞

日頃よりご指導いただく NICT つくばリサーチセンター古賀センター長に感謝いたします。

文 献

- [1] <http://www.jsat.net/enterprise/network10.html>
- [2] E. Mannie (Editor), "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture", RFC3945, 2004.
- [3] <http://www.jgn.nict.go.jp/index.html>
- [4] T. Otani, et al, "Early Field Trial Demonstration of GMPLS based Next Generation IP+Optical Network in JGN II", TERENA Networking Conference, 2005
- [5] S. Okamoto, et al, "Operational experience on GMPLS optical network test bed of Japan Gigabit Network II", The International Conference on IP+Optical Network(iPOP20005), 2005
- [6] T. Otani, et al, "GMPLS/OXC Network Testbed of JGN II", TridentCom, 2006
- [7] K. Kompela, et al, "OSPF Extensions in Support of Generalized Multi-Protocol Label Switching", RFC4203, 2005
- [8] L. Berger, et al, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Extensions", RFC3473, 2003