

全光ネットワークと GMPLS標準化への 日本の取り組み

2004.3.3

NTT未来ねっと研究所

Naoaki Yamanaka

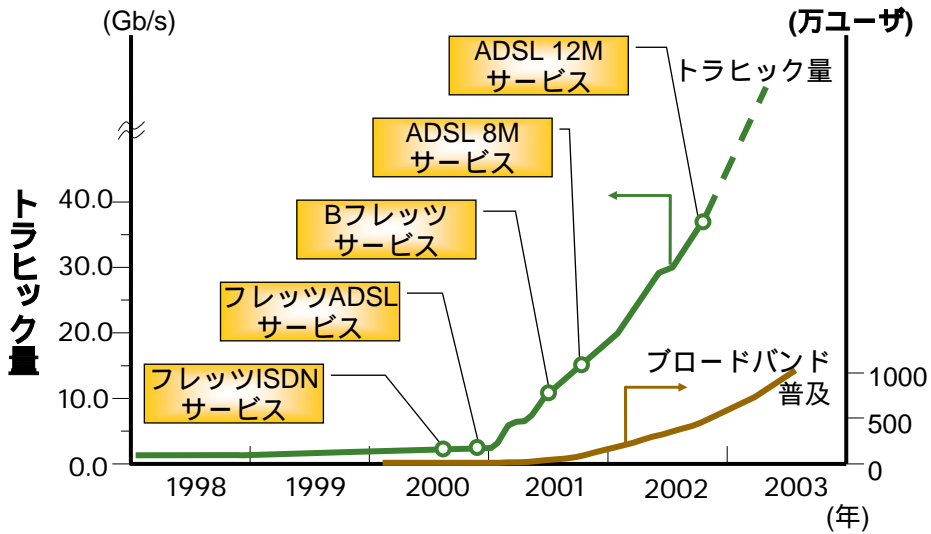


1

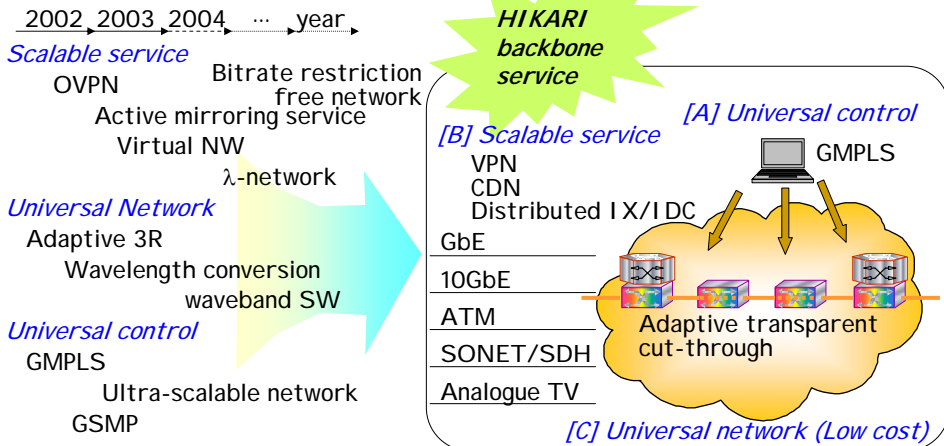
Outline

- Introduction
- 将来のHIKARI networkの狙い
 - Universal Control
 - Scalable Service
 - Universal Cost-effective Backbone
- HIKARI-routerのアーキテクチャ
- GMPLSの標準化への取り組み
 - Photonic Internet Lab. (PIL)
 - GMPLSの相互接続実権とデファクトコード
- Conclusion

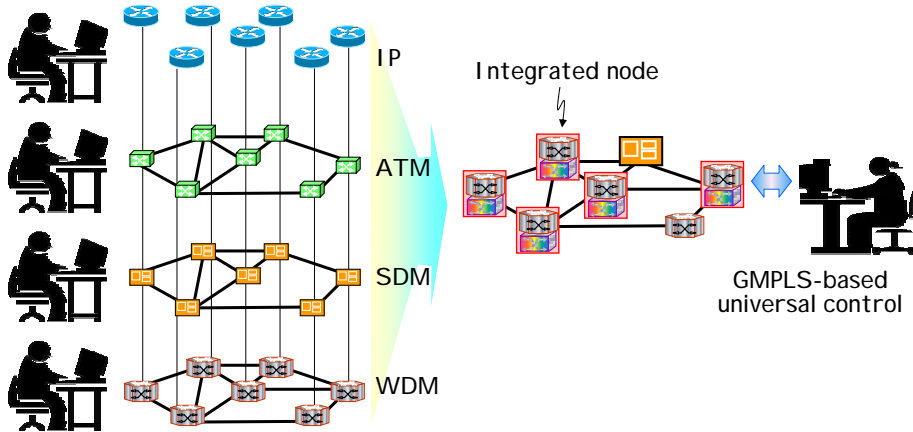
Traffic Demand



Future HIKARI (Photonic) Network

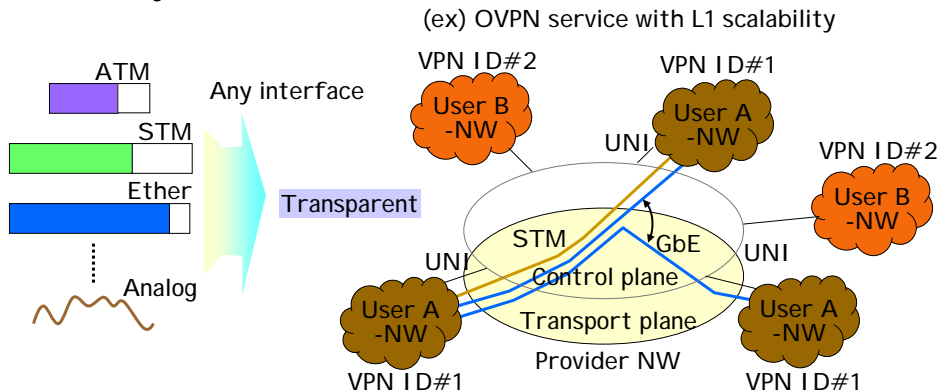


[A] Universal control



[B] Scalable service (1)

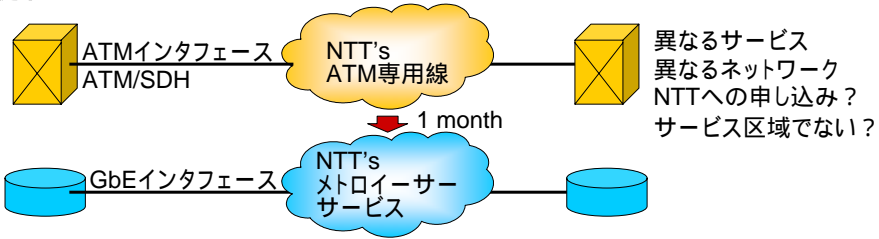
Scalability for interface



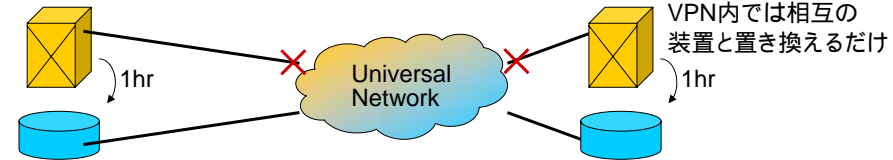
・ VPNユーザAがSDH装置をGbEに買い換える

[B] Scalable service (2)

従来



フレキシブルインタフェースサービス

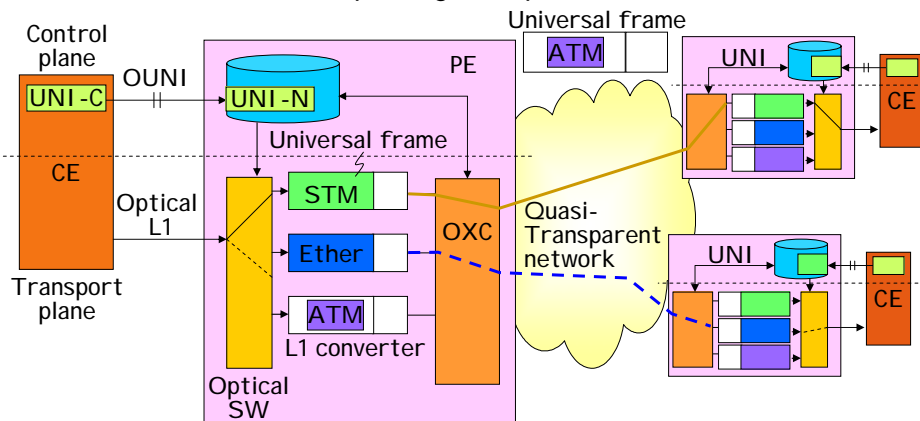


Transparentのメリット

- 1 → 大幅な価格低減
- 2 → Bit-rate restriction free
インタフェース/サービスのスケーラビリティ

[B] Scalable service --- OVPN, first implementation

- Quasi-transparent network for multi-interface
- Universal frame for capsulling multi-protocol

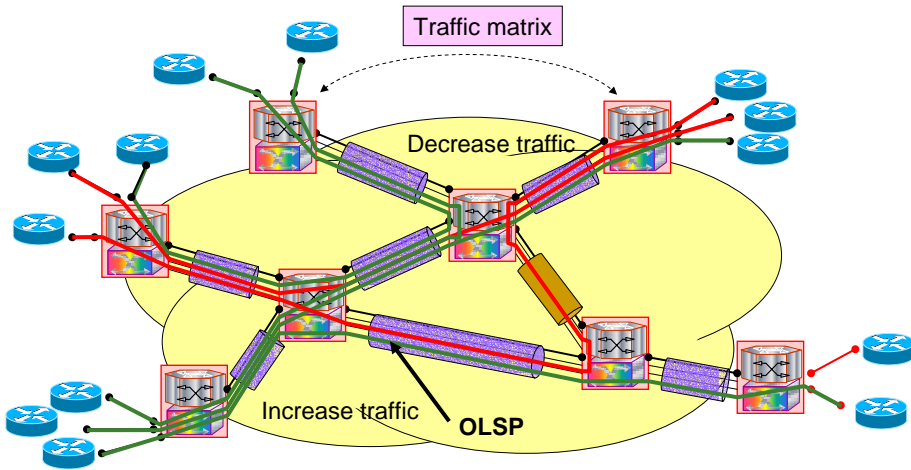


(注) 全光2R/3Rについては、後で述べる。

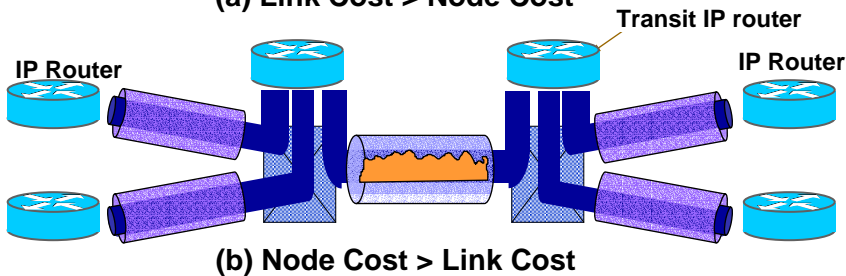
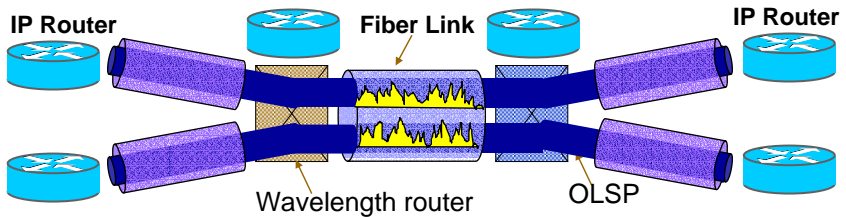
[C] Universal network

- Low cost
 - Multi-layer traffic engineering
 - > High-efficient resource utilization
 - Adaptive transparent with minimum number of wavelength conversion
 - > Transparent cut-through

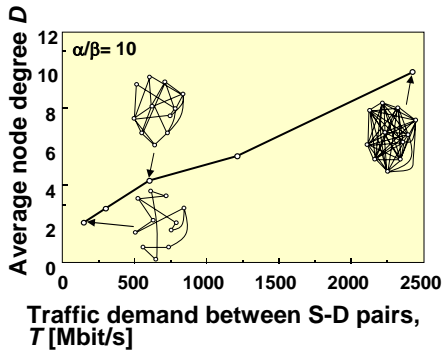
Multi-layer backbone network design



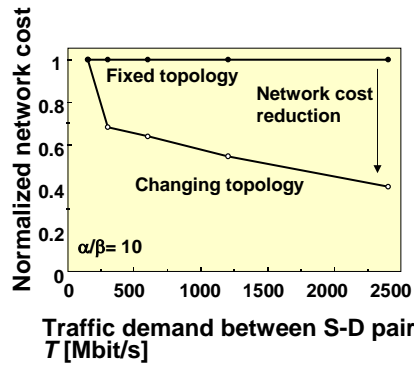
Trade-off between Node Cost and Link Cost



Optical path topology design

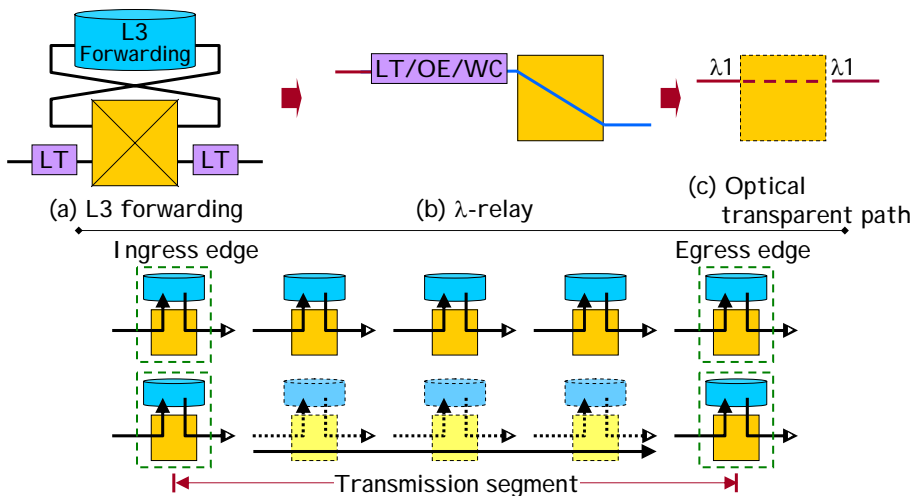


(1) Optical photonic logical topology



(2) Cost reduction effect

Optical transparent path

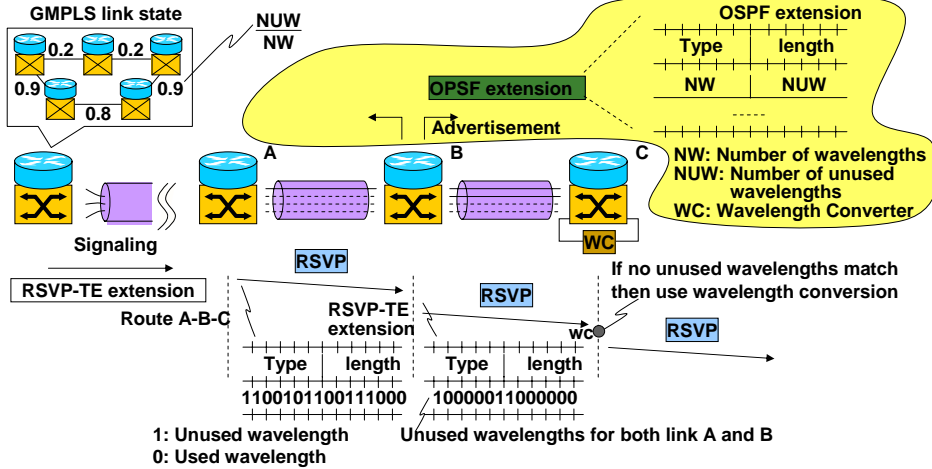


Adaptive Routing Wavelength Assign (1)

- ARWA: Adaptive routing wavelength assign.

Phase #1

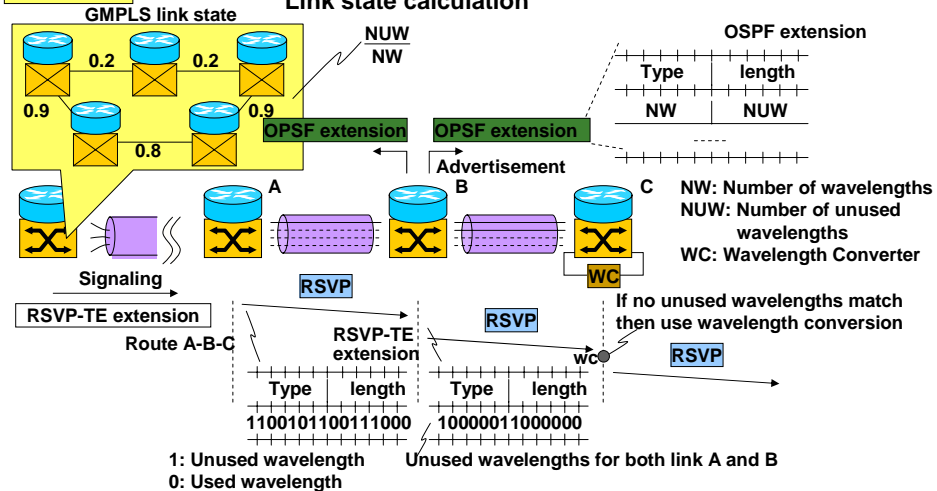
Routing phase = Advertisement of wavelength resources



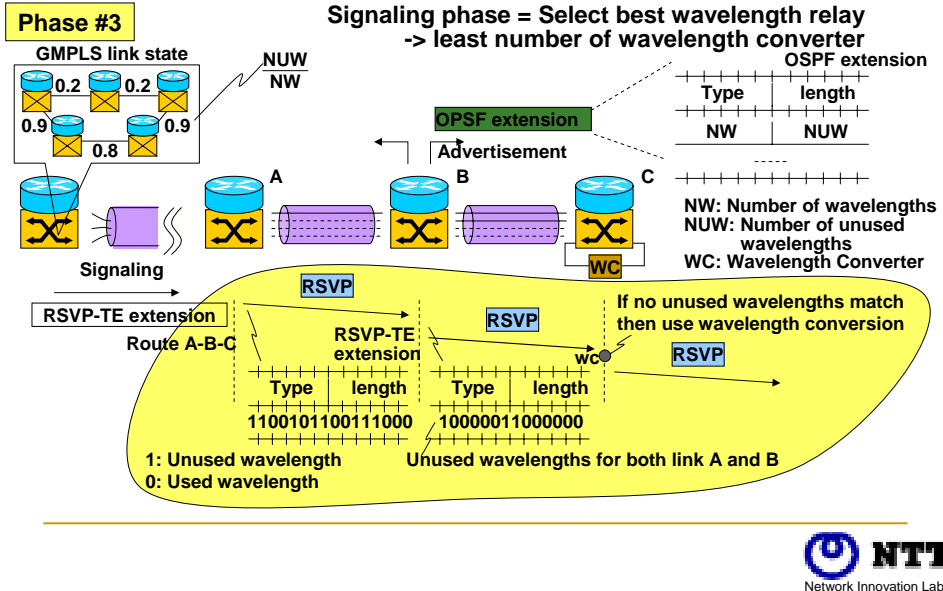
Adaptive Routing Wavelength Assign (2)

Phase #2

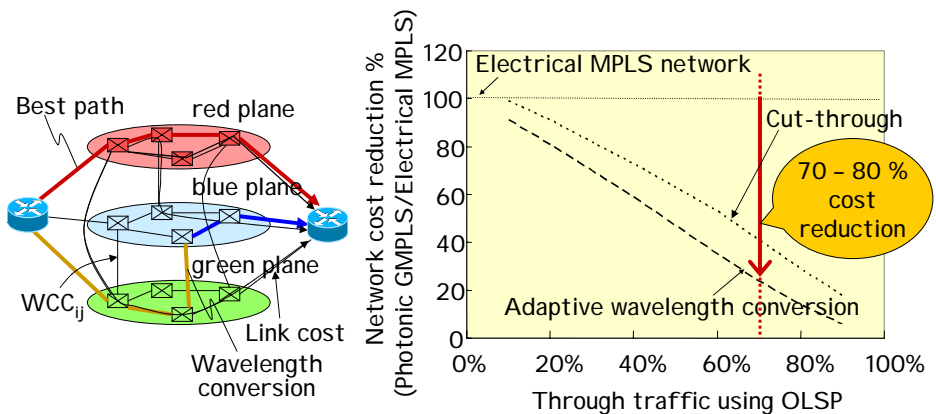
Link state calculation



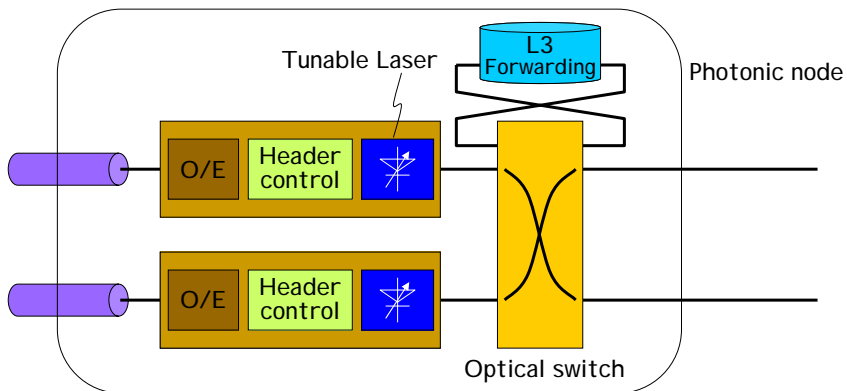
Adaptive Routing Wavelength Assign (3)



Adaptive transparent path



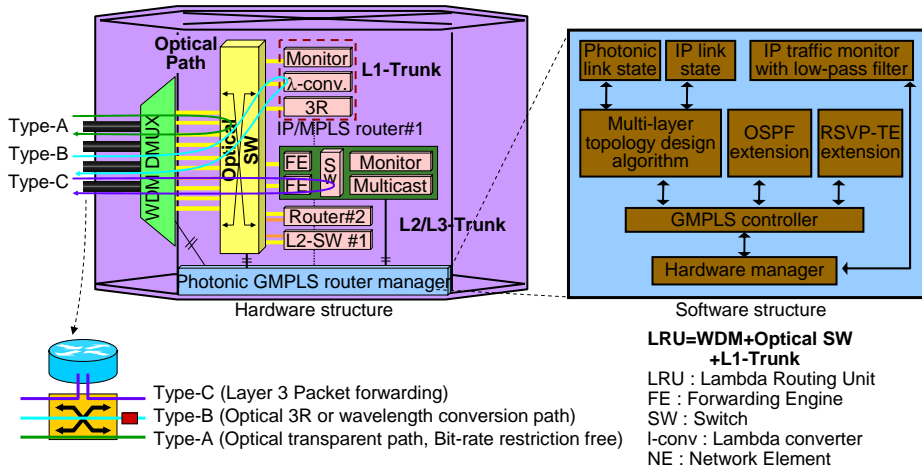
Basic node architecture



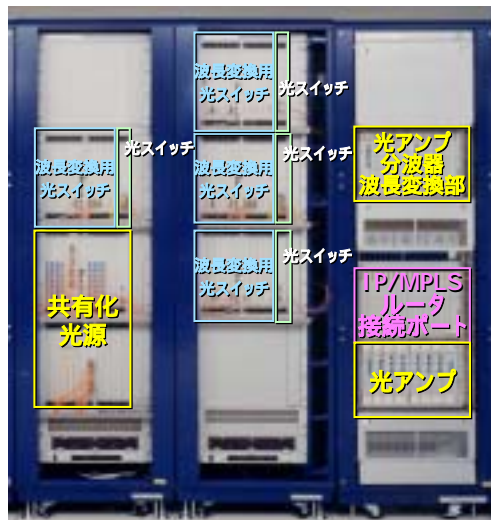
Outline

- Introduction
- 将来のHIKARI networkの狙い
 - Universal Control
 - Scalable Service
 - Universal Cost-effective Backbone
- [HIKARI-routerのアーキテクチャ](#)
- GMPLSの標準化への取り組み
 - Photonic Internet Lab. (PIL)
 - GMPLSの相互接続実権とデファクトコード
- Conclusion

HIKARI router (1)



光ルータ

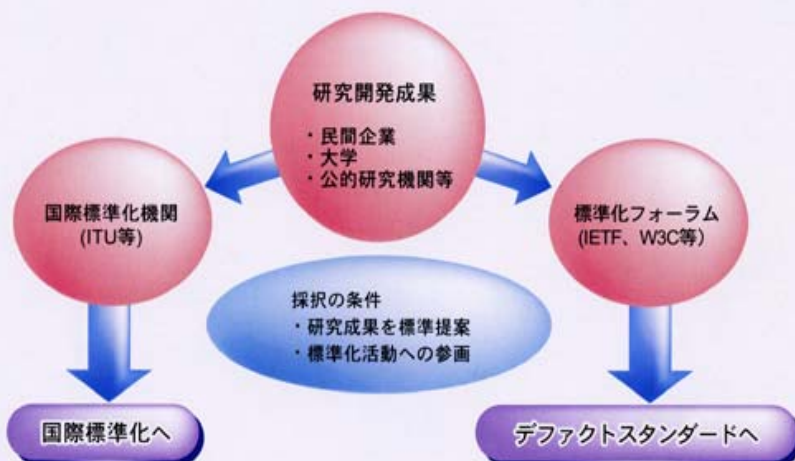


Outline

- Introduction
- 将来のHIKARI networkの狙い
 - Universal Control
 - Scalable Service
 - Universal Cost-effective Backbone
- HIKARI-routerのアーキテクチャ
- GMPLSの標準化への取り組み
 - Photonic Internet Lab. (PIL)
 - GMPLSの相互接続実権とデファクトコード
- Conclusion

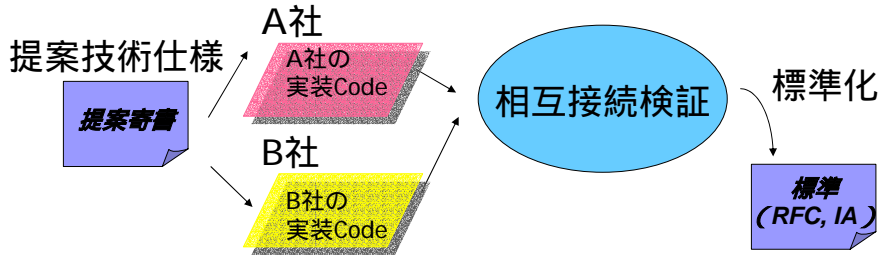
国際技術獲得型研究開発

研究成果が実際に活用され社会に普及するためには、新たに開発された技術を市場へつなげる手段である標準化を積極的に行う必要があります。そこで、国際標準の獲得に必要な研究開発の課題を公募し、委託研究を実施します。



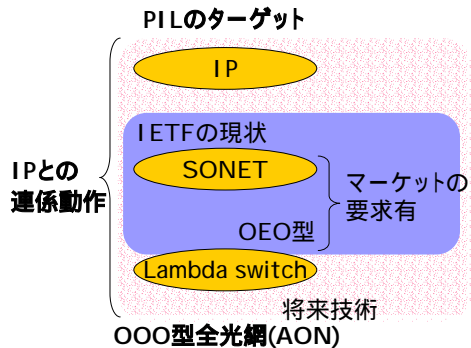
インターネット標準化の課題

- IETFでの標準化はデファクトベース
 - 複数のRunning code
 - 相互接続性
実装のない技術のみの提案や単独会社の提案はIETF標準への影響が弱い
- 標準技術として提案すると同時にRunnig Codeを実装が必要。
技術開発選択は重い。
スピードと実装する技術の取捨選択



GMPLSの標準化の現状

- IETFでのGMPLS標準化は、OEO型光クロスコネクタやSONETのパス設定のシグナリングが中心となっており、全光型のLambda Switchのパス設定(AON)や、IP-SONET-Lambdaのマルチレイヤ連携動作などはこれからの課題である。
- 全光網(AON)やマルチレイヤ連携動作の検討がはじまりつつある状況。
- ・ 次世代フォトニックネットワークの制御技術を先行的に開発し世界標準を目指す



PILフォトニックインターネットラボ

設立の概要(要略)

光通信技術の研究開発の黎明期には、日本の産業界・学会から多くの技術が生まれ、世界の研究をリードしてきた。近年、インターネットの利用はめざましく進み、高速大容量の光通信技術の重要性が高まる中、日本発の技術を標準化団体に積極的に提案するなど、世界へ向けたさらなる貢献が必要である。

(中略)

次世代フォトニックネットワークによって、新しいインターネットの時代を切り拓くことを目標とし、世界標準を目指したフォトニックネットワーク制御技術の研究開発を推進することを目的として、フォトニックインターネットラボ(PIL)を創設する。

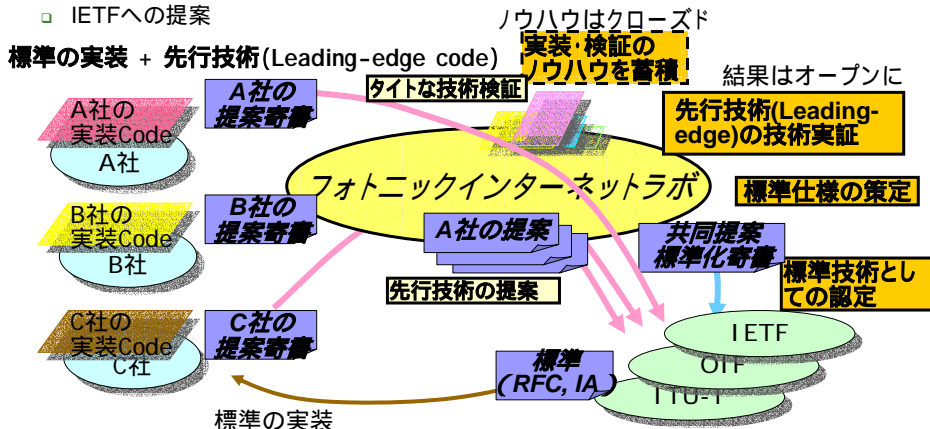
PILは、このようなグローバルなデファクト標準化の活動に対応すべく、研究開発を進める上で相補的なGive & Takeの関係を築くための場を提供し、新しいネットワーク技術を開拓し、実際に利用できるプロトコルの研究開発を推進する。



フォトニックインターネットラボ

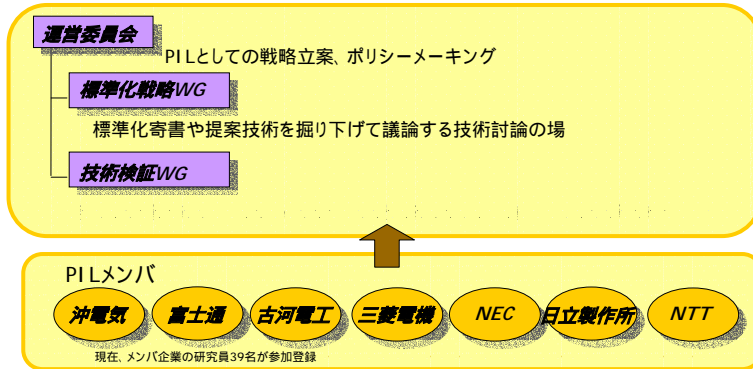
- 各研究機関が独自に開発した先行技術を持ち寄り、タイトな技術検証と仕様の明確化を行う。確立した技術はIETF等の標準の獲得を推進する。

- 先行技術の実証(Leading-edge code)
- 標準仕様の作成
- IETFへの提案



PILの体制と運営

- 2002年9月よりNTT、沖電気、富士通、古河電工、三菱電機、NECの6社で発足、活動を開始。2003年3月より、日立製作所加入により現在7社体制。
 - メンバ間の相補的Give & Takeの関係を築く場として、2つのWGを構成。
 - H14年度の総務省(情報通信政策局通信規格課)「戦略的情報通信研究開発推進制度」の「国際技術獲得型研究開発」プログラムの委託研究に採用された(H14年度採用は合計3件)
 - NTT提案の研究テーマ名:「全光網における網制御プロトコル標準化に関する研究」
- フォトニックインターネットラボ**



WGでの活動内容

標準化戦略WG

- 目的と活動概要
 - メンバ各社の標準化寄書を発表し、議論する場。
 - メンバ各社の技術を発表し、議論する場(研究会的側面)。
- 活動成果
 - ITU-T、IETF、OIF等の標準化団体の提案の推進
 - IETF会合にてPILで議論し、加筆・修正した**10件の標準化寄書を提出**(共同標準化寄書1件)

技術検証WG

- 目的と概要
 - **日本発のコア技術の獲得と各社で開発を進めているLeading Edgeとなるプロトコルコードの技術検証を行う場**
- 活動成果
 - **GMPLSマルチレイヤシグナリング(RSVP-TE拡張)の技術検証を実施。**

啓蒙・広報活動

- PILワークショップを開催(2002年2月19日)。ul> - メンバ企業の関連研究者への広報と対話
- ホームページを開設
 - メンバ間の情報共有と成果の情報発信を開始した。

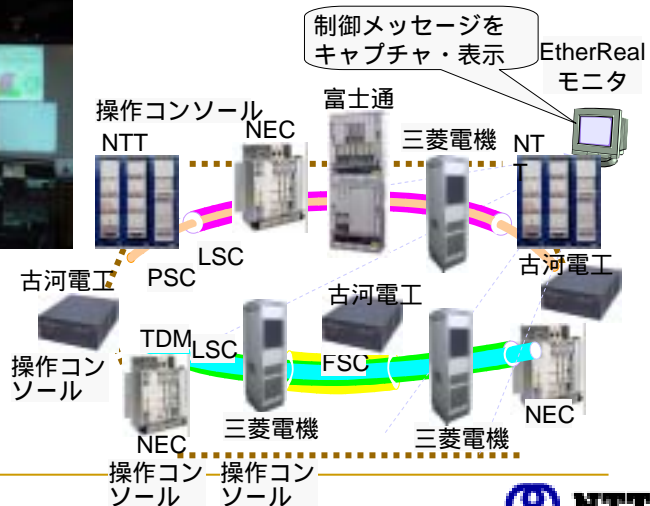
提案した標準化寄書

- [1] draft-shiomoto-ccamp-multiarea-te-01.txt
- GMPLSネットワークの階層化バスを用いたマルチエリア・マルチレイヤトラフィックエンジニアリング(Multi-area multi-layer traffic engineering using hierarchical LSPs in GMPLS networks)
- [2] draft-imajuku-ml-routing-02.txt
- マルチレイヤスイッチャーパブルLSRを用いたマルチレイヤルーティング(Multilayer routing using multilayer switch capable LSRs)
- [3] draft-matsuura-mpls-reverse-lsp-00.txt
- GMPLSでの逆方向シグナリング(Signaling reverse-directional LSP in generalized MPLS)
- [4] draft-vigoureux-ccamp-gmpls-architecture-hpn-00.txt
- マルチリージョンネットワークのGMPLSアーキテクチャ(Generalized MPLS architecture for multi-region networks)
- [5] draft-oki-ipo-optlink-req-00.txt
- トラフィックエンジニアリングのための光リンクステートの要求条件(Requirements of optical link-state information for traffic engineering)
- [6] draft-oki-ccamp-upstream-labelset-00.txt
- RSVP-TE拡張におけるアップストリームラベルセット(Upstream label set support in RSVP-TE extensions)
- [7] draft-matsuura-gmpls-rsvp-requirements-01.txt
- GMPLSシグナリングでのRSVP-TEへの要求条件(Requirements for using RSVP-TE in GMPLS signaling)
- [8] draft-suemura-gmpls-restoration-signaling-00.txt
- 複数のプロテクション、リストラクションをサポートするためのRSVP-TE拡張(Extensions to RSVP-TE for Supporting Multiple Protection and Restoration Types)
- [9] draft-czezowski-optical-recovery-reqs-00.txt
- リストラクション要求条件(Optical Network Failure Recovery Requirements)
- [10] draft-seno-path-quality-verification-00.txt
- 光バスの正常性確認プロトコル(Path Quality Verification over an All-Optical Network)
- [11] draft-vigoureux-shiomoto-ccamp-gmpls-mrn-00.txt
- マルチリージョン(マルチレイヤ)フレームワーク(Generalized MPLS Architecture for Multi-Region Networks)
- [12] draft-matsuura-reverse-lsp-01.txt
- GMPLSでの逆方向シグナリング(Signaling reverse-directional LSP in generalized MPLS)
- [13] draft-ietf-gsmpp-reqs-04.txt
- 光対応のためのGSMPPへの要求条件(Requirements for adding optical support to GSMPPv3)
- [14] draft-czezowski-optical-recovery-reqs-01.txt
- リストラクション要求条件(Optical Network Failure Recovery Requirements)
- [15] draft-rabbat-fault-notification-protocol-02.txt
- Fault Notification Protocol for GMPLS-Based Recovery
- [16] draft-soumiya-imp-fault-notification-ext-00.txt
- Extensions to LMP for Flooding-based Fault Notification
- [17] draft-shimano-imajuku-gmpls-restoration-00.txt
- RSVP extensions for gmpls restoration signaling
- [18] draft-matsuura-reverse-lsp-02.txt
- GMPLSでの逆方向シグナリング(Signaling reverse-directional LSP in generalized MPLS)
- [19] draft-ietf-ccamp-gmpls-recovery-terminology-01
- Recovery (Protection and Restoration) Terminology for GMPLS
- [20] draft-papadimitriou-ccamp-gmpls-recovery-analysis -03
- Analysis of Generalized MPLS-based Recovery Mechanisms (including Protection and Restoration)
- [21] draft-bala-gmpls-recovery-functional-01
- Generalized MPLS Recovery Functional Specification



マルチエリア、マルチルート検証実験

検証デモ風景



報道発表

日経産業新聞
2003年5月21日



日本工業新聞
2003年5月21日



日刊工業新聞
2003年5月21日



PILメンバの情報共有

- ホームページを開設し、メンバ間の情報共有と成果の情報発信を開始。
- 情報共有と議論のため、メーリングリストを作成。2.5ヶ月で400通近いトラヒック

PIL ホームページ

<http://www.pilab.org/>

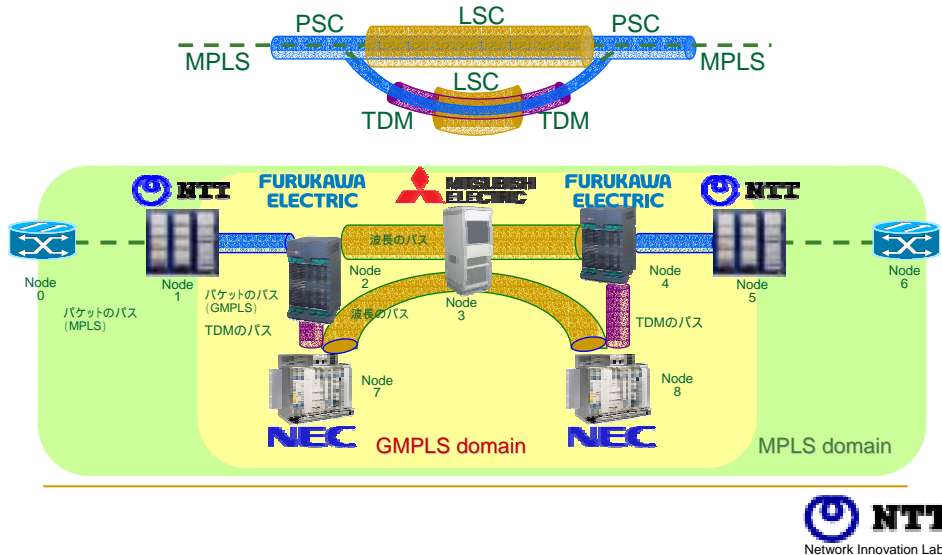


活動の趣旨、PIL発のドラフトなどを情報発信



MPLS2003 PIL – MPLS / GMPLS demo

Oct. 27-29, 2003 @ Washington DC



報道発表

■「次世代フォトニックネットワークを実現するGMPLSと高度なIPサービスを提供するMPLSの相互接続に世界で初めて成功」

□日本電信電話株式会社、日本電気株式会社、古河電気工業株式会社、三菱電機株式会社

このたび、日本電信電話株式会社(以下、NTT、本社:東京都千代田区、代表取締役社長:和田紀夫)、NEC(本社:東京都港区、社長:金杉明信)、古河電気工業株式会社(以下、古河電工、本社:東京都千代田区、社長:石原廣司)、三菱電機株式会社(以下、三菱電機、本社:東京都千代田区、執行役社長:野間口有)の4社は、高度なIPサービス提供用ネットワーク技術として展開が進められているMPLS(MultiProtocol Label Switching)技術と、次世代の経済的で高速大容量なフォトニックネットワークを構築するための技術として注目されているGMPLS(Generalized MultiProtocol Label Switching)技術をシームレスに連携させることに世界で初めて成功しました。本技術により、MPLSを用いた高度なIP網が導入された既存のネットワークに、その構成を変更することなく、次世代の高速大容量かつ柔軟なネットワークのスムーズな導入が可能となります。また、既存のIPサービスに加えて、新たな高速大容量のネットワークサービスの提供が可能となります。

新聞記事 (2003.10.27)

日刊工業新聞

【IP網と光通信】
世界初の相互接続
NTTなど4社が新技術
【東京27日電】NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が、世界初のIPネットワークと光ネットワークの相互接続技術を開発した。この技術は、IPネットワークと光ネットワークを相互接続し、高速で大容量のデータを伝送できる。また、ネットワークの柔軟性を高め、新しいサービスを提供できる。この技術は、NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が共同で開発した。この技術は、IPネットワークと光ネットワークを相互接続し、高速で大容量のデータを伝送できる。また、ネットワークの柔軟性を高め、新しいサービスを提供できる。この技術は、NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が共同で開発した。

【東京27日電】NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が、世界初のIPネットワークと光ネットワークの相互接続技術を開発した。この技術は、IPネットワークと光ネットワークを相互接続し、高速で大容量のデータを伝送できる。また、ネットワークの柔軟性を高め、新しいサービスを提供できる。この技術は、NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が共同で開発した。

日経産業新聞

【IP網と光通信】
**NTTやNEC
接続実験に成功**
【東京27日電】NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が、世界初のIPネットワークと光ネットワークの相互接続技術を開発した。この技術は、IPネットワークと光ネットワークを相互接続し、高速で大容量のデータを伝送できる。また、ネットワークの柔軟性を高め、新しいサービスを提供できる。この技術は、NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が共同で開発した。

日本工業新聞

【IP網と光通信】
**プロトコル
相互接続成功**
【東京27日電】NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が、世界初のIPネットワークと光ネットワークの相互接続技術を開発した。この技術は、IPネットワークと光ネットワークを相互接続し、高速で大容量のデータを伝送できる。また、ネットワークの柔軟性を高め、新しいサービスを提供できる。この技術は、NTT、NEC、フジエレクトロニクス、三菱電機が共同で開発した。

NTT
novation Labs

BUSINESS WIRE, October 27, 2003 (10/27/2003)

MPLS 2003 International Conference and Exhibits Opens in Washington, DC
BUSINESS WIRE

October 27, 2003; McLean, Virginia

Isocore today announced the opening of the MPLS 2003 International Conference which will provide a forum for leading MPLS vendors, test equipment manufacturers, and premier ISPs to showcase next generation MPLS products and services.

(中略)

Also participating at the exhibits is NTT Network Systems Laboratories demonstrating world's first Multicast MPLS protocol jointly developed with Motorola. The demo will shows various data distributing scenarios over traffic engineered multipoint LSPs. Additionally, NTT, NEC Corporation, Furukawa Electric Co., Ltd., and Mitsubishi Electric Corporation will highlight PIL's activities.

BUSINESS WIRE, October 29, 2003

(10/29/2003)

10/29/2003 Sycamore Demonstrates Multi-vendor IP/Optical Interoperability Featuring MPLS Services over an Intelligent Optical Core Sycamore's SN 16000 Intelligent Optical Switch successfully demonstrates standards-based GMPLS signaling and routing

Chelmsford, Mass. - Sycamore Networks, Inc. (NASDAQ: SCMR), a leader in intelligent optical networking, today announced that the company successfully demonstrated Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) multi-vendor interoperability in Isocore's IP/Optical Integration demonstration -- held in conjunction with the MPLS 2003 International Conference - - at the Isocore Internetworking Lab in McLean, Va. on Wednesday, October 29.

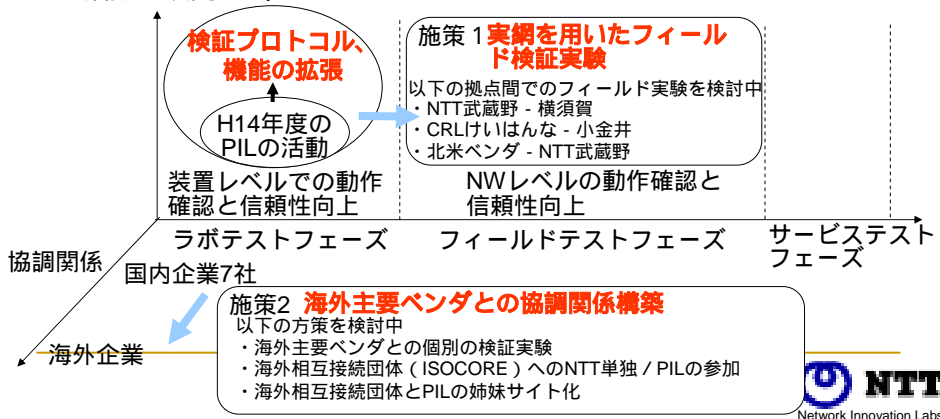
(中略)

"By unifying network operations between the IP and optical layers, GMPLS provides the means for service providers to reduce operations costs and improve network efficiencies," said Naoaki Yamanaka, Ph. D., of NTT Network Innovation Laboratories. "Validating the inter-working of IP/MPLS and GMPLS is an important step in the evolution toward more flexible next-generation optical networks."



今後のPIL活動の課題と目標

- 実網を用いたフィールド検証実験
 - より実用・商用レベルへのブラッシュアップを図る第一歩としてNetworkレベルでの動作検証、信頼性を図る。NWの動作検証、信頼性・可用性を実網で検証する。
- 海外主要ベンダとの協調関係構築
 - デファクト製品を持っている海外主要ベンダとの協調関係を構築し、Globalな活動へ展開する。



結論

- IP+Opticalにおいて、日本は世界の中心として、リーダーとして活躍しようとしている。
- GMPLSにおいても、大きなvisibilityがある。
- 新しいコンソーシアム型の団体とRunning Cordを前提としたデファクト作りのために、PILの活動を行っている。