



Cross-Layer Traffic Engineering in IP over WDM Networks

小泉 佑揮
情報ネットワーク学専攻 村田研究室
博士前期課程2年
ykoizumi@ist.osaka-u.ac.jp



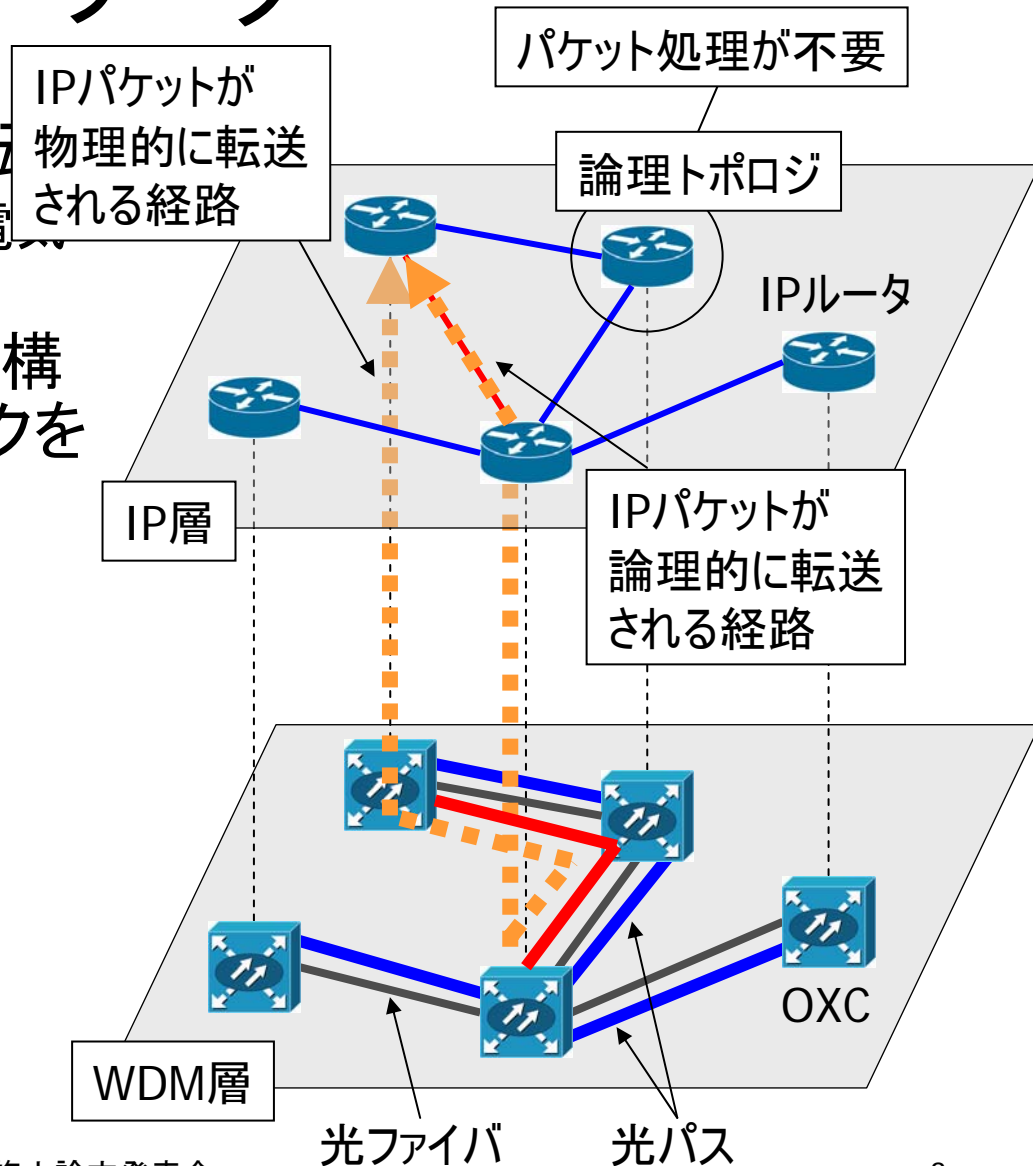
発表内容

- 研究背景
 - IP over WDMネットワーク
 - IP over WDMネットワークにおける経路制御の問題点
- IP over WDMネットワークにおける統合経路制御手法の提案
- 性能評価
- 修士論文のまとめ
- 今後の研究計画



IP over WDMネットワーク

- 光パス上にIPパケットを転送
 - 中間ノードで、パケットの電気的な処理が不要
- WDM層で論理トポロジを構成し、その上にIPTraフィックを收容
- 論理トポロジの構成方法
 - Traフィック計測に基づいて静的に構築
 - ネットワーク状況に応じて動的に構築



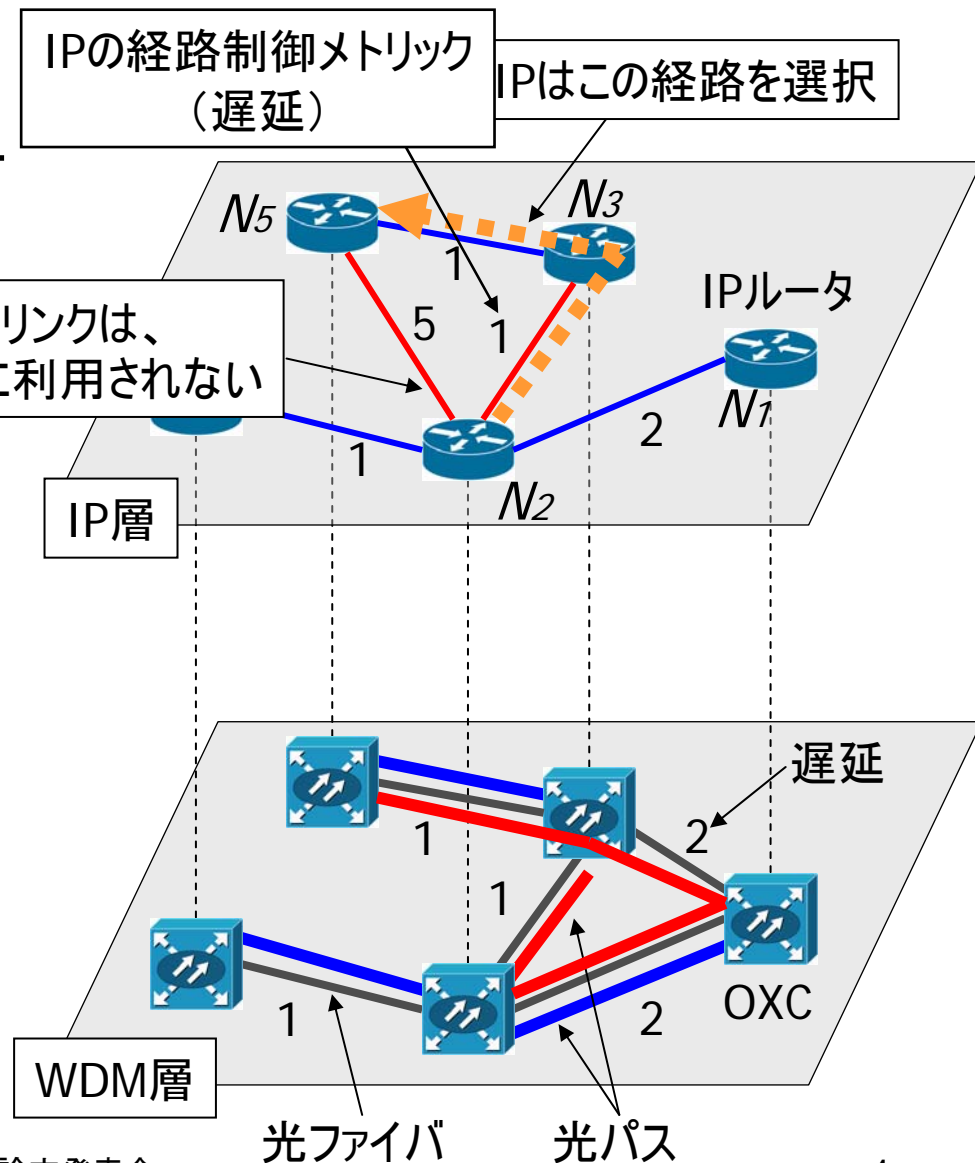


経路制御の不一致

■ IPとWDMの経路制御手法は個別に設計されている

- WDM層で設定した光パスがIPによって利用されないことがある
- 波長資源を有効に利用できない

■ 波長資源を効率的に利用するためには、**統合経路制御手法**が必要





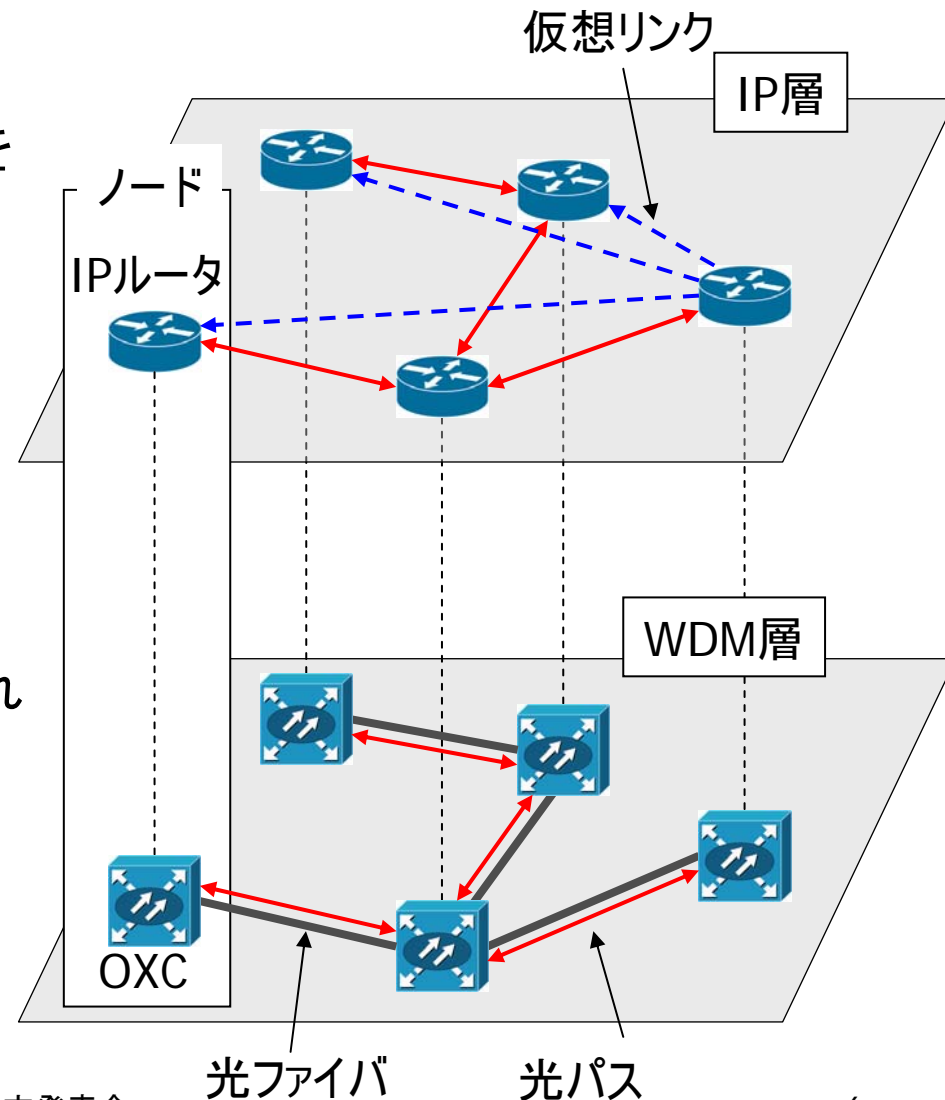
研究目的

- IP over WDMネットワークにおける統合経路制御手法を提案
 - 波長資源の効率的な利用
 - IPがWDM層で設定した光パスを確実に利用
 - トラヒック変動に柔軟に対応
 - ネットワーク状況に応じて動的に論理トポロジを構築
- ネットワークに収容可能なトラヒック量の増加



統合経路制御手法

- **仮想リンクの導入**
 - 仮想リンクを用いて経路制御を統合
- **経路計算方法**
 1. 論理トポロジ上に仮想リンクを設定
 2. 仮想リンクにコストを設定
 - **ノードの負荷分散を目的**
 3. 仮想リンクを含む論理トポロジから最小コスト経路を探索
 4. IPの経路に仮想リンクが含まれている場合は光パスを設定
- **IPの経路と必要な光パスを同時に計算**



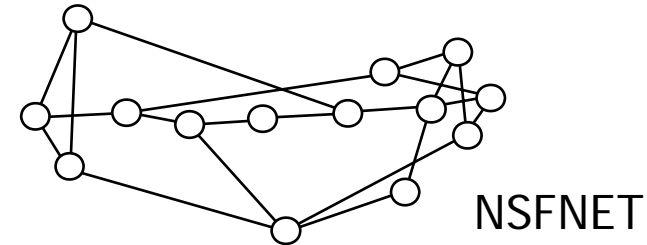


シミュレーションモデル (1/2)

■ 流体モデルに基づく計算機シミュレーション

■ トポロジ

□ NSFNET (14ノード, 21リンク)



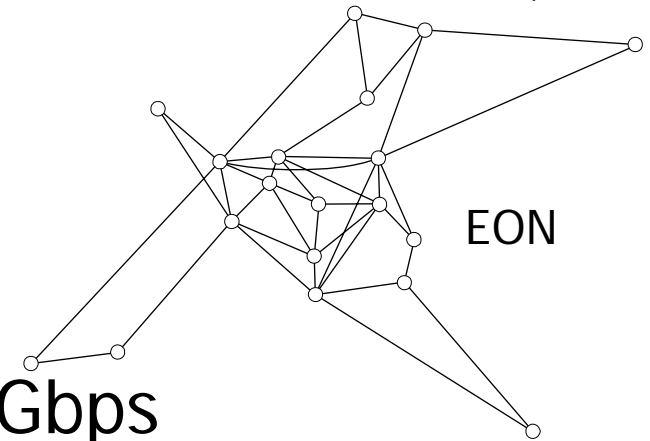
□ European Optical Network (19ノード, 38リンク)

■ パラメータ

□ 波長多重数: 8

□ ルータの処理能力: 10 Gbps

□ 1波長あたりのリンク帯域: 10 Gbps





シミュレーションモデル (2/2)

■ トラヒック

□ トラヒックデマンドマトリックス $D=\{d_{ij}\}$ に従って到着

■ 比較対象：静的論理トポロジ設計手法

□ 与えられたトラヒックデマンドに対して最適な論理トポロジを構築する手法

■ SHLDA [3]

■ MLDA [4]

[3] J. Katou, S. Arakawa, and M. Murata, "A design method for logical topologies with stable packet routing in IP over WDM networks," *IEICE Transactions on Communications*, vol. E86-B, pp. 2350–2357, Aug. 2003.

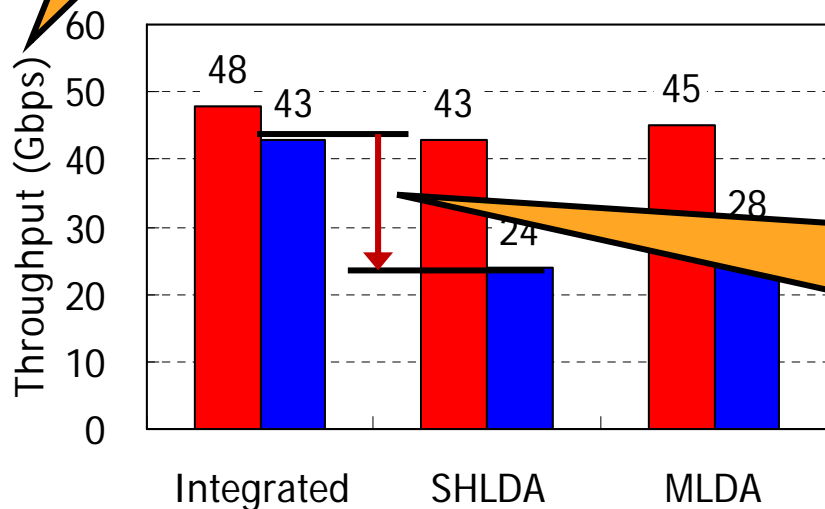
[4] R. Ramaswami and K. N. Sivarajan, "Design of logical topologies for wavelength-routed optical networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 14, pp. 840–851, June 1996.



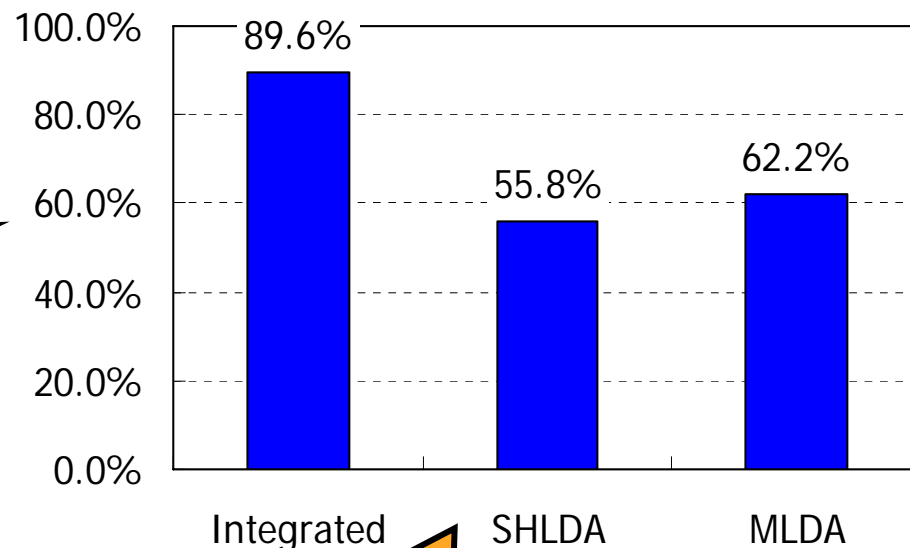
性能評価結果 (NSFNET)

スループット: 遅延10ms以内で収容できるトラヒック量

トラヒック変動がある場合
スループットの割合



■ Without Traffic Change ■ With Traffic Change



SHLDA/MLDAは、トラヒック変動が加わることで、大幅にスループットが低下する提案手法は、わずかな低下に抑えている



まとめ

- IP over WDMネットワークにおける経路制御の問題点
 - 経路の不一致 ⇒ リソースを有効活用できない
- IP over WDMネットワークにおける統合経路制御手法の提案
 - 仮想リンクを用いて経路制御を統合
 - IPルータの負荷分散 ⇒ 収容可能なトラフィックの増加
- 性能評価結果
 - **トラフィック変動のない場合、静的に設計された論理トポロジと同等の性能**
 - **提案手法はトラフィック変動に対する耐性**
 - エンド・エンド間の平均遅延
 - IPルータの負荷分散
- 流体モデルにもとづくシミュレーション手法



今後の研究計画

小泉 佑揮

情報ネットワーク学専攻 村田研究室

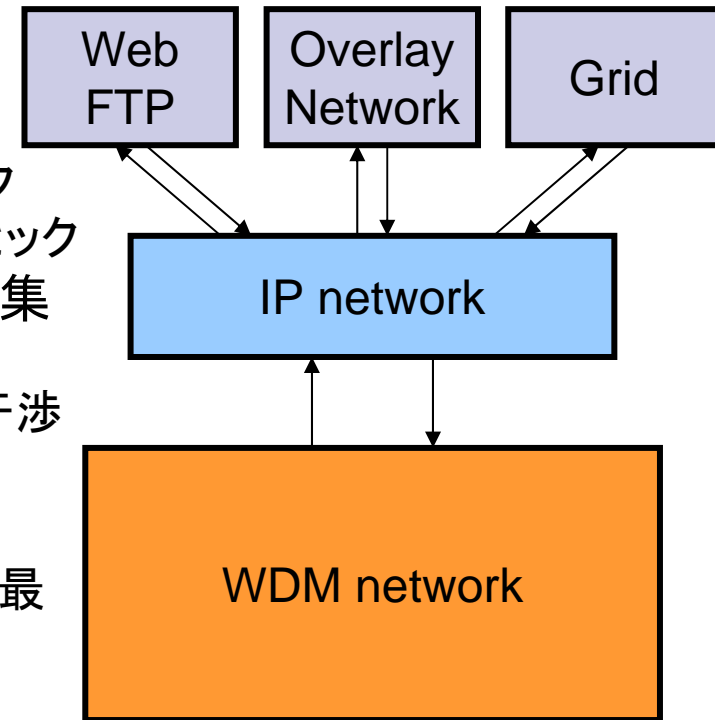
博士前期課程2年

ykoizumi@ist.osaka-u.ac.jp



研究の背景

- WDMネットワークの研究
- インターネット上を流れるトラヒックの多様化
 - Web, Mailなどの従来のトラヒック
 - オーバーレイネットワークの利己的なトラヒック
 - Gridなどの高速・大容量通信を要求するトラヒック
- すべてのトラヒックが単一のIPネットワークに集約
 - ⇒ 異なる通信品質を要求するトラヒック同士の干渉
- 従来の研究の問題点
 - 単一の性能指標で最適化
 - WDMネットワークに收容するIPTraヒック量の最大化が主目的
 - 通信品質の多様化には対応できない



従来研究で想定している
ネットワーク構成



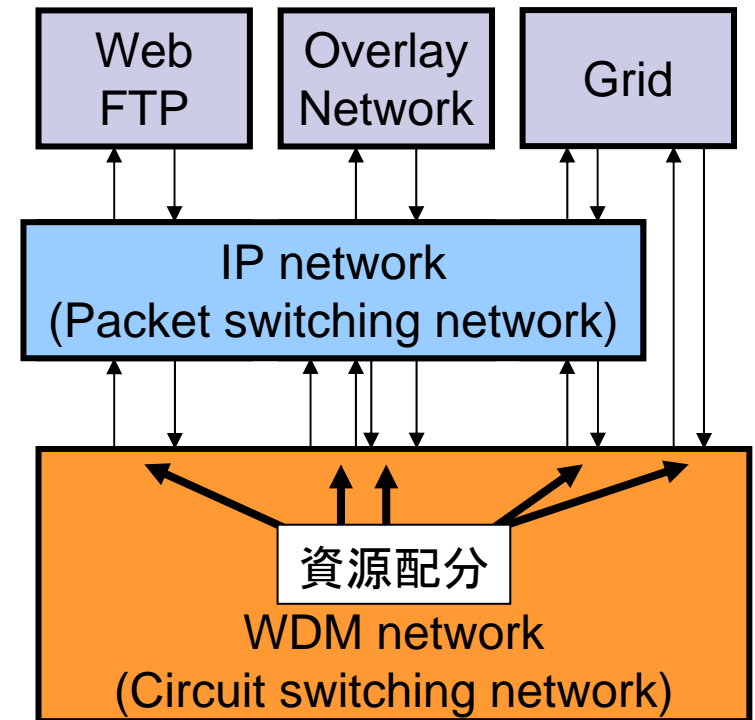
研究の目的

- 回線交換が適したサービス
 - Gridなどの高速大容量通信を要求するサービス
- 異なるネットワークをWDMネットワークに融合
 - パケット交換ネットワーク
 - IP over WDMネットワーク
 - 回線交換ネットワーク
 - 波長ルーティングネットワーク
- 様々な品質を要求するトラヒックを柔軟に収容



研究計画

1. IPネットワークと波長パスネットワーク間の波長資源配分手法の提案
 - 2種類のネットワークを收容
 - IP over WDM
 - 波長ルーティングネットワーク
 - 適切な資源配分
2. IPネットワーク間の波長資源配分手法の提案
 - 要求通信品質ごとに論理トポロジを構成
 - 複数の論理トポロジ間で波長資源を分配



研究で取り組むネットワークの構成