

オーバレイ型光パスネットワークにおける 波長変換器配置の検討

福島 行信

大阪大学 大学院情報科学研究科 村田研究室

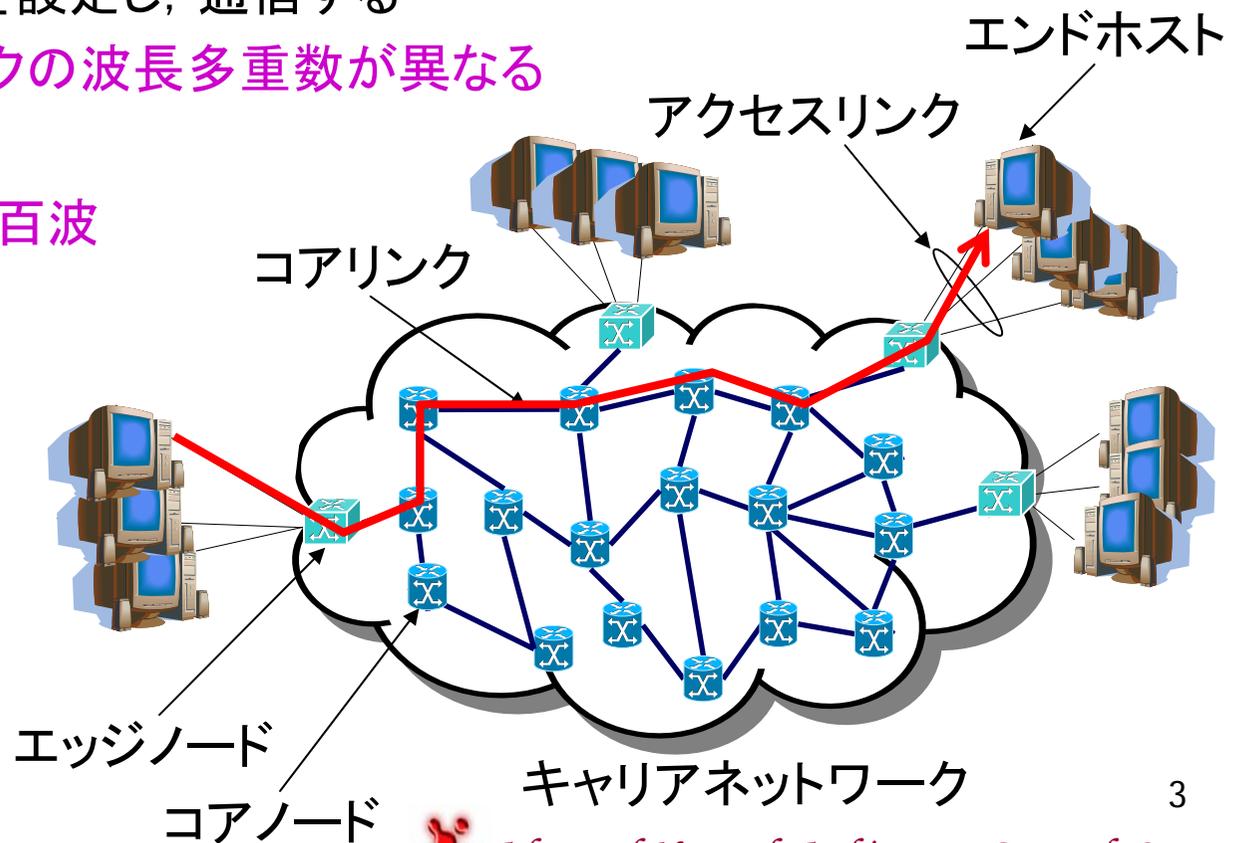
2005年10月13日

発表内容

- 研究の背景
 - オーバレイ型光パスネットワーク
 - アクセスリンク-コアリンク間での波長多重数のギャップ
 - 波長変換によるギャップの解消
- 研究の目的
- 波長変換器モデル
 - Full Wavelength Converter と Fixed Wavelength Converter
- Fixed Wavelength Converterを用いたエッジノード構成法の提案
- 性能評価
- 発表のまとめ

オーバーレイ型光パスネットワーク

- 複数のエンドホストがアクセスリンクを介してキャリアネットワークに接続
 - キャリアネットワーク: エッジノード, コアノード, コアリンクで構成される
 - エッジノード: アクセスリンクが接続されたノード
 - コアノード: コアリンクが接続されたノード
- エンドホスト間で**光パス**を設定し, 通信する
- **アクセスリンクとコアリンクの波長多重数が異なる**
 - アクセスリンク: **数波**
 - コアリンク: **数十～数百波**



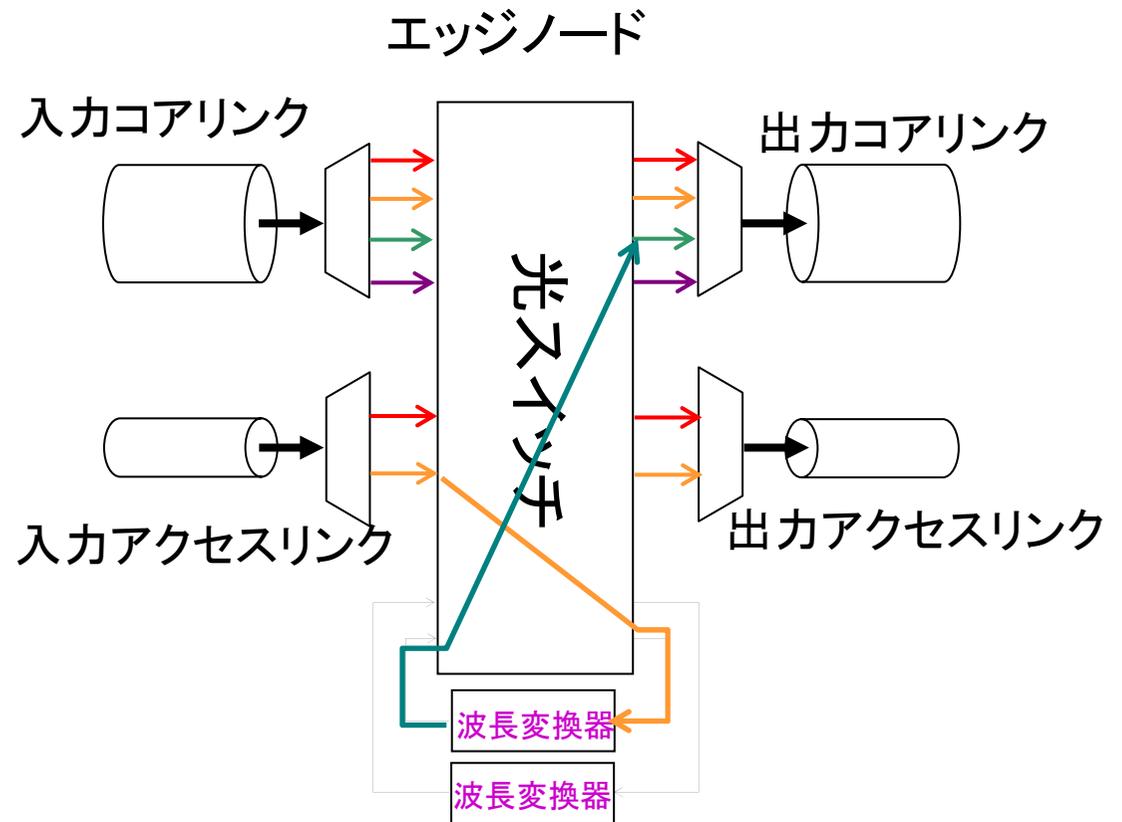
波長変換によるアクセス/コアリンク間での波長多重数のギャップの解消

- 波長連続性制約
 - 光パスに割り当てる波長は光パス経路上の各ファイバで同一
- 入力リンク上と出力リンク上で光パスに割り当てる空き波長が異なる場合は、**波長変換器**を用いて空き波長を変換

アクセスリンクとコアリンクでの波長多重数の差が大

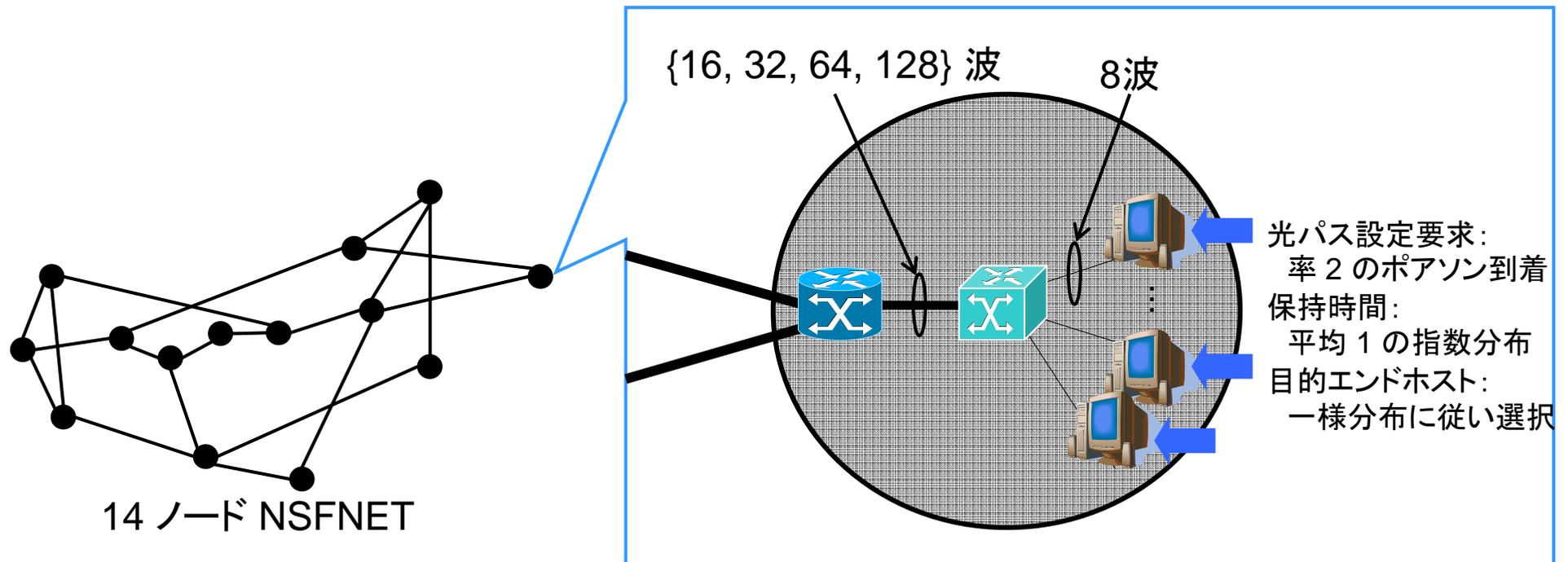
空き波長が異なる可能性大

エッジノードで多数の波長変換器が必要になると予測される



エッジノードとコアノードへの波長変換器最適配分比率(1/2)

- 一定数の波長変換器が与えられたときに、光パス設定要求の棄却率が最小となるエッジノードとコアノードへの波長変換器配分比率をシミュレーションにより求めた

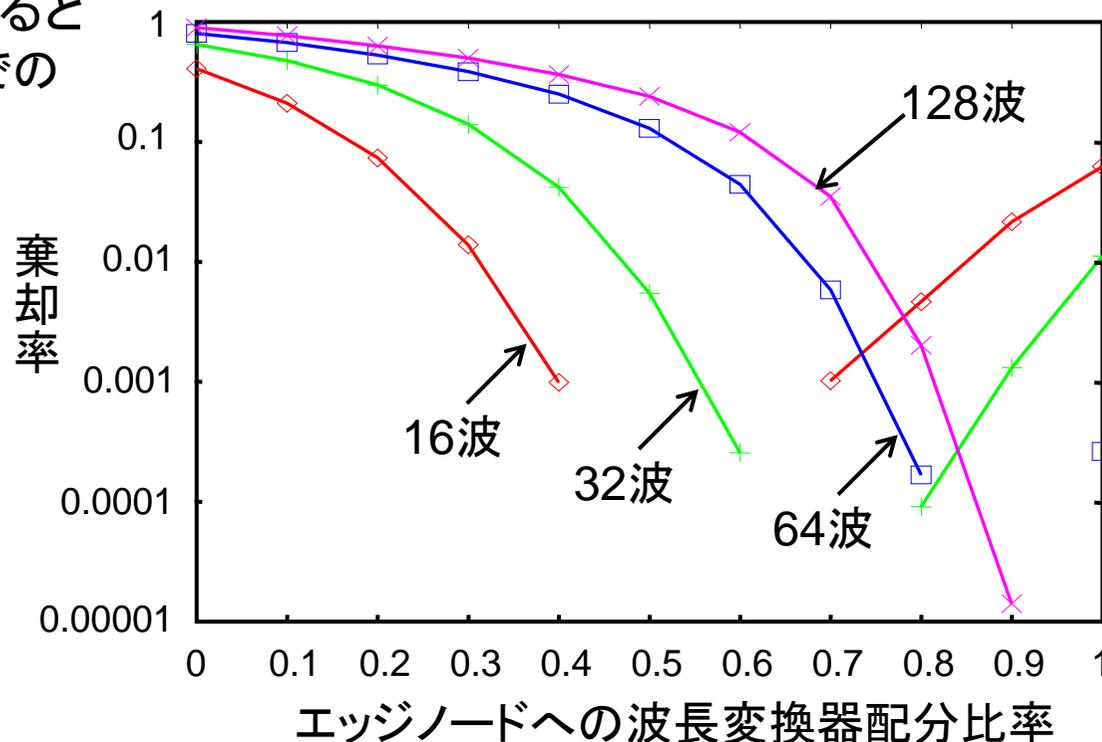


エッジノードとコアノードへの波長変換器最適配分比率(2/2)

- エッジへの配分比率が増加すると
 - アクセスリンク-コアリンク間での棄却減少
 - コアリンク間での棄却増加
- アクセスリンク-コアリンクでの波長多重数の差が大

エッジノードで必要となる波長変換器の割合が大

エッジノードの波長変換器コスト低減が重要



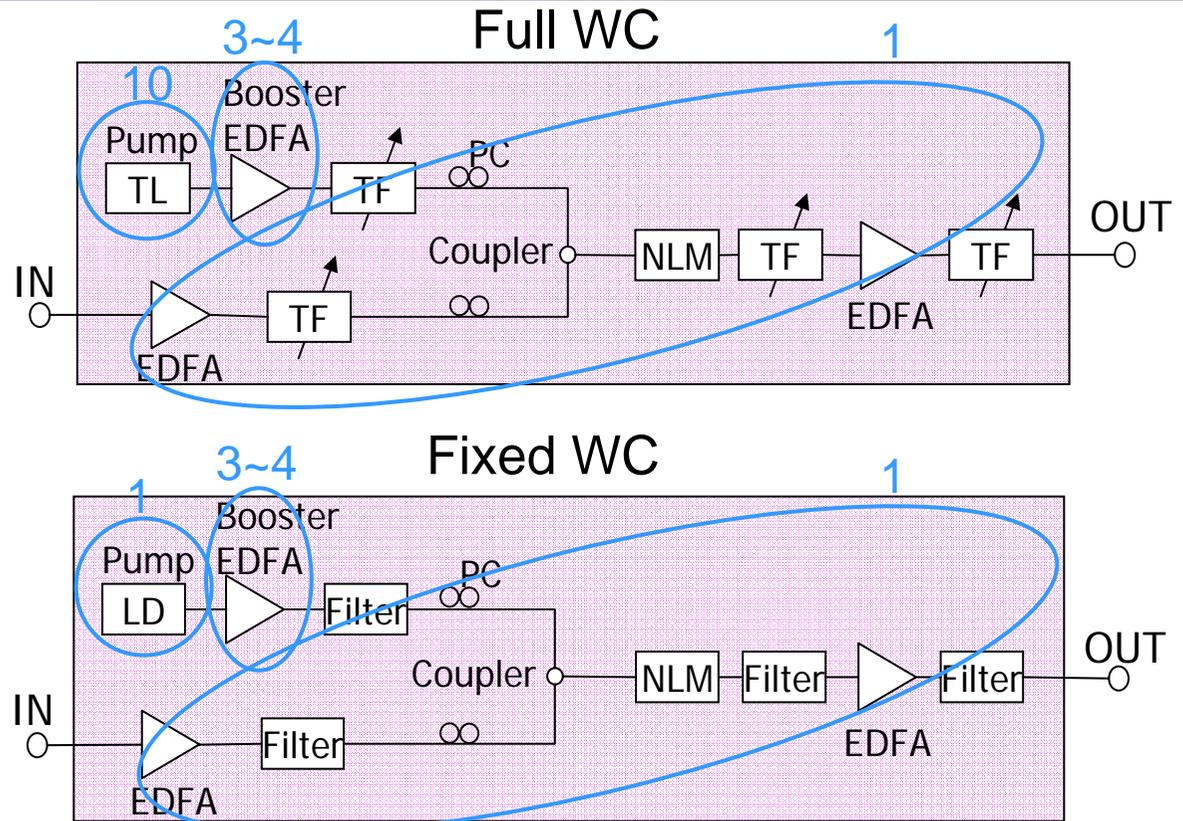
コアリンクの波長多重数	16	32	64	128
エッジへの最適配分比率	0.5 ~ 0.6	0.7	0.9	1.0

研究の目的

- 目的棄却性能を達成するために必要なエッジノードの波長変換器コストを削減
- Fixed Wavelength Converter を用いたエッジノード構成法を提案
 - 変換機能は乏しいが比較的安価な Fixed Wavelength Converter を用いてアクセスリンク-コアリンク間の波長多重数のギャップを埋める
 - Fixed Wavelength Converter (Fixed WC)
 - 特定の入力波長を特定の出力波長へ変換可能な波長変換器
 - Full Wavelength Converter (Full WC)
 - 任意の入力波長を任意の出力波長へ変換可能な波長変換器

Full WC と Fixed WC の構成およびコスト比

- 四光波混合により波長変換
- 変換手順
 1. 入力光は励起光と合波され非線形媒体へ
 2. 非線形効果により新たな波長をもつ出力光が発生
 3. 出力光を整形し変換波長として出力
- 励起光の波長に応じて出力波長が変化
 - Full WCでは可変
 - Fixed WCでは固定
- コスト比は 3:1~10:1 [10]
 - 波長可変レーザと波長ロック付きレーザダイオードのコストに大きく依存
 - ブースターEDFAのコストも大

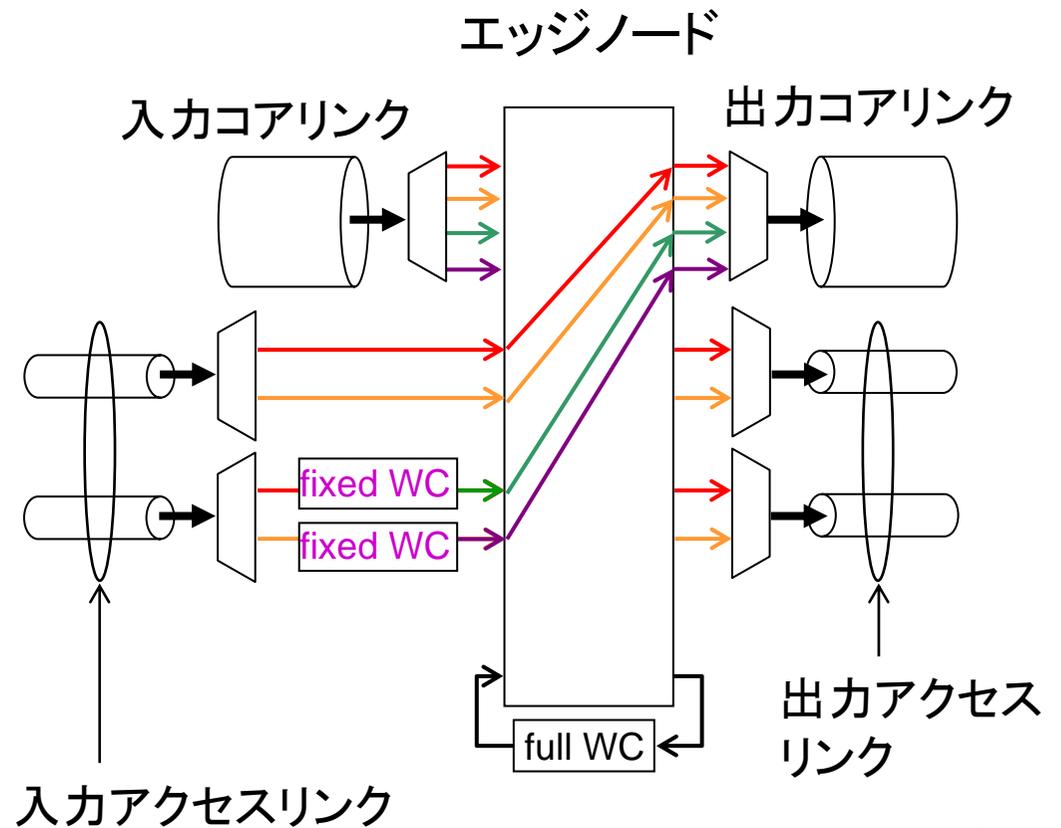
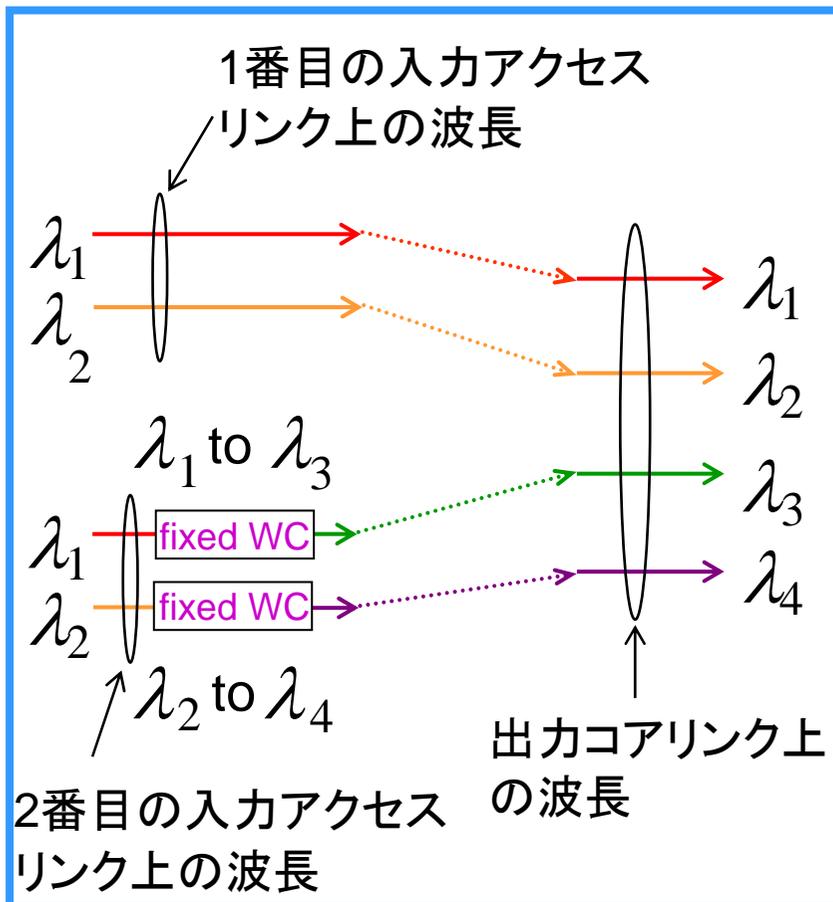


TL: 波長可変レーザ
 LD: 波長ロック付きレーザダイオード
 TF: 波長可変フィルタ
 NLM: 非線形媒体
 PC: 偏波コントローラ
 EDFA: エルビウム添加光ファイバ増幅器

[10] 淡路祥成, 原井洋明, "NICT internal study (personal communication)," June 2004.

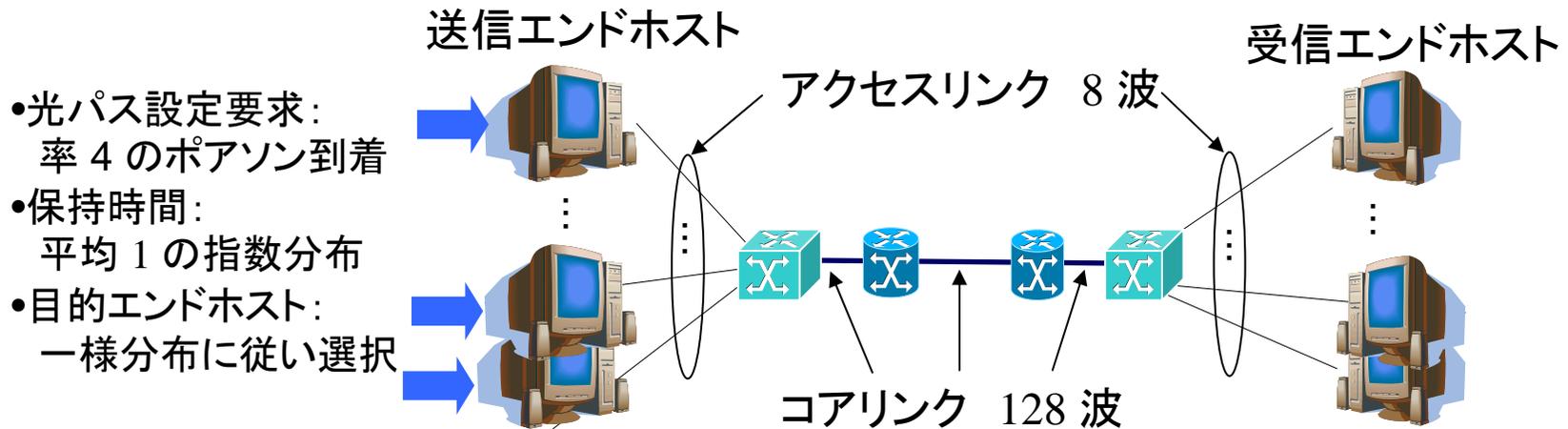
Fixed WC を用いたエッジノード構成法

- 入力アクセスリンク上の各ポートに1つの Fixed WCを配置
 - 入力アクセスリンク上の波長を出力コアリンク上の波長へ均等に分散
- ➡ Full WC を用いずに波長の競合を回避



シミュレーションモデル

- 2エッジノード, 2コアノード, 3コアリンクのネットワーク

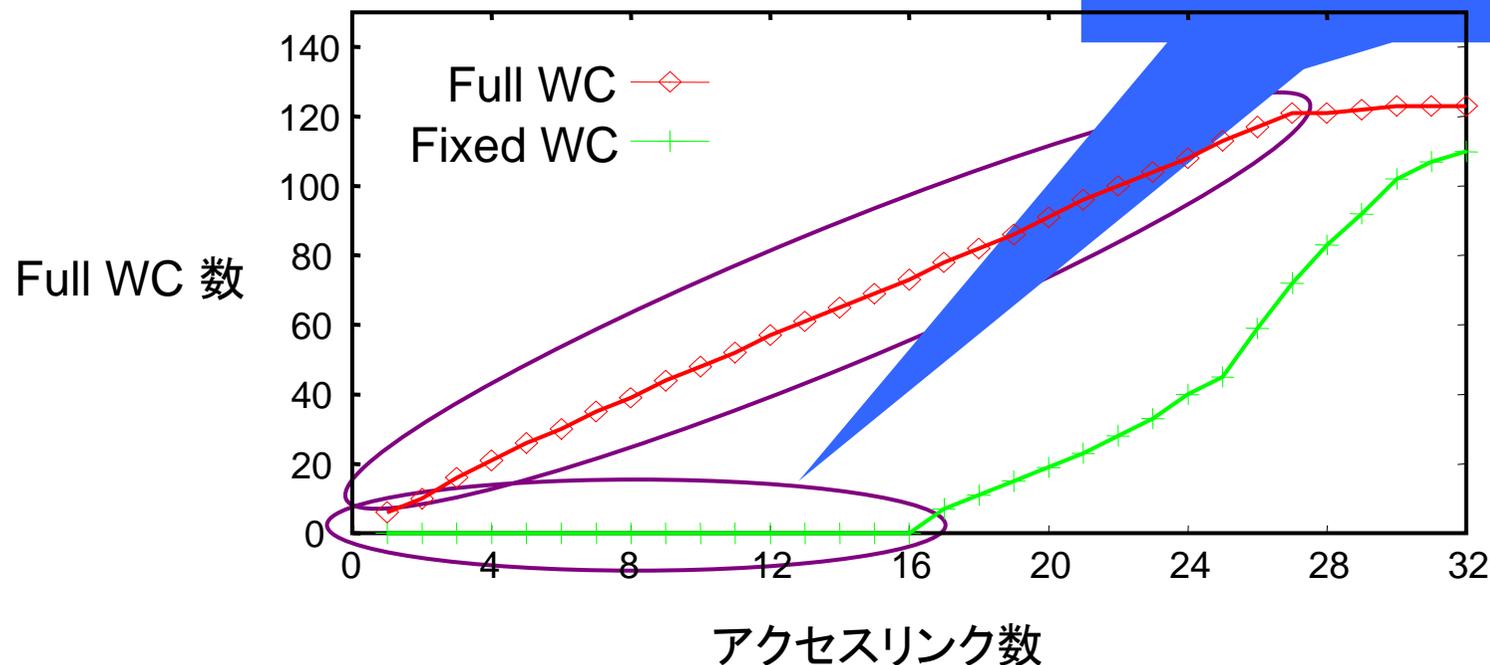


- 波長割り当て手法
 - 空き波長の中からランダムに一波選択
- 性能指標
 - 入力エッジノードにおける**必要 Full WC 数**および**必要波長変換器コスト**
 - Full WC を無限に使用可能である場合と同等の棄却性能を実現できれば、必要十分な数の Full WC が配置されたとみなす
- 比較対象
 - Full WC のみを用いたエッジノード構成法

入力エッジノードで必要な Full WC 数 (アクセスリンク数が増加した場合)

- 出力コアリンクの負荷が 1 以下の状況で評価

- Fixed WCのみで出力コアリンク上での波長の競合を回避
- 入力アクセスリンク上の波長多重数の和が出力コアリンクの波長多重数以下の場合



入力エッジノードの波長変換器コスト (アクセスリンク数が増加した場合)

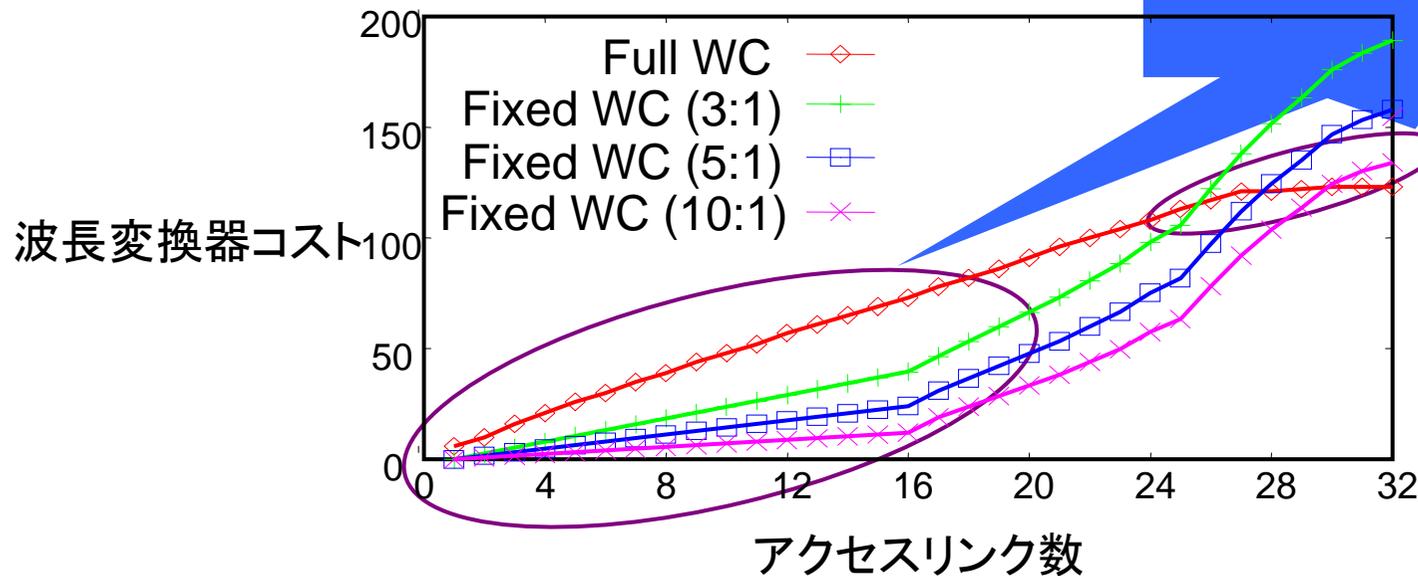
- Full WC 1つのコストを1として正規化
- Full WC と Fixed WC のコスト比を 3:1, 5:1, 10:1

●高負荷時にはコストの大小関係が逆転

●Fixed WC のみでは波長の競合を回避できず Full WC が必要となるため

●しかし、実際にネットワークが運用される際の負荷は6割程度 [3]

●アクセスリンク数が20より小さい状況でコストを抑えることが重要



[3] X. Chu, J. Liu, and Z. Zhang, "Analysis of sparse-partial wavelength conversion in wavelength-routed WDM networks," in *Proceedings of IEEE INFOCOM 2004*, pp. 1363–1371, Mar. 2004.

発表のまとめ

- オーバレイ型光パスネットワーク全体で必要となる波長変換器の大半はエッジノードに配置されることをシミュレーションで検証
- エッジノードの波長変換器コストを低減するために、比較的安価な Fixed WC を用いたエッジノード構成法を提案
- シミュレーションにより、提案エッジノード構成法と Full WC のみを用いたエッジノード構成法を比較
 - 提案手法は13~54%程度まで波長変換器コストを抑える