

# 複数の周波数グリッドを導入した エラスティック光パスネットワークアーキテクチャ

## A Novel Elastic Optical Path Network That Utilizes Aligned Frequency Slot Assignment

沈志舒 長谷川浩 佐藤健一  
Zhi-shu Shen Hiroshi Hasegawa Ken-ichi Sato

名古屋大学 大学院工学研究科 電子情報システム専攻  
Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University

### 1. まえがき

将来急増するトラフィック量に対応するため、光ファイバ資源を効率よく利用可能であるエラスティック光パスネットワークが注目されている[1-3]。エラスティック光パスネットワークでは、各光パスに対して、従来の固定帯域幅(ITU-Tグリッド)より細粒度の帯域幅(12.5 GHz)を単位として、ビットレートや伝送距離に応じて必要最小限の帯域を割り当てることが可能である。またその中心周波数は 6.25 GHz 刻みで指定される。エラスティック光パスネットワークでは高い光ファイバ帯域利用効率達成される反面、送受信側双方で高度な周波数チューナビリティが要求され、コストを押し上げる要因となっている。

本稿では、送信信号が専有する周波数帯域幅毎に、その帯域幅に固有のグリッドを利用する新たなエラスティック光パスネットワークアーキテクチャを提案する。これらのグリッドは、アンカー周波数と呼ぶ共通の周波数を含むよう整列される。このネットワークでは、各送信器における波長可変レーザーのチューナビリティが、相対的に粗なグリッド上に限定される他、受信側においてコヒーレント受信を用いない場合に必要となるチューナブルフィルタのチューナビリティも送信信号毎に限定された固定帯域幅で、中心周波数のみ可変となるもので良い。すなわちコスト面でも効果的である。動的な光パス制御アルゴリズムを用いて、提案構成と従来構成におけるブロッキング率を比較した。その結果、提案構成は従来構成とほぼ同程度の性能が達成できることを明らかにした。

### 2. 複数周波数グリッド上への信号配置

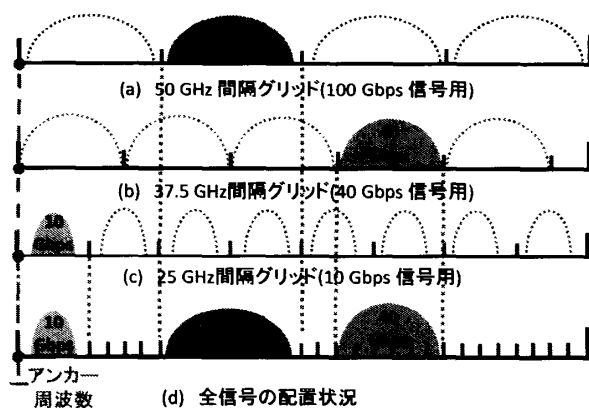


図1 提案構成の周波数割当例

図1は提案型エラスティック光パスネットワークの周波数割当の例を示す。提案構成は各光パスに対し、従来型エラスティック光パスネットワークと同様に、ビットレ

ート或いは伝送距離に応じて、12.5GHzの整数倍の帯域幅を割り当てる。使用帯域幅毎に密に配列されるよう、グリッド(a)-(c)も設定しており、アンカー周波数でこれらのグリッドを整列させている。

### 3. 動的エラスティック光パス制御アルゴリズム

到着した各通信需要に対し、 $k$ -shortest アルゴリズムを用いて経路候補を計算する。次に、辞書式(“最短経路優先”、“周波数スロット番号”)の順に各需要に経路・スロットを割り当てる: 経路優先度に従って、空の12.5GHz単位の連続スロットを探索し、選択されたパスに割り当てる。

### 4. 数値実験

利用可能な帯域をC帯(総帯域4400GHz)とした。パス設立需要は一様ランダムに分布し、4種類の回線容量(40 Gbps/100Gbps/400Gbps/1Tbps)が利用するスロット幅を3種類のパターン:P1(3/4/7/16)[2], P2(3/3/7/16)[2], P3(4/4/6/12)[3]に設定し、各信号の発生比率を4:3:2:1とした。図2は様々なネットワークトポロジーにおいて、提案構成(*Semi-Flex*)と従来構成(*Flex*)の“ブロッキング率=1%”における、収容可能な通信需要量( $dem$ )の差(規格化)“( $dem_{Semi-flex} \cdot dem_{Flex} / dem_{Flex}$ )”を示す。提案構成は、周波数スロット割当に新たな制限を導入したにも関わらず、従来構成と同程度のブロッキングを達成している。

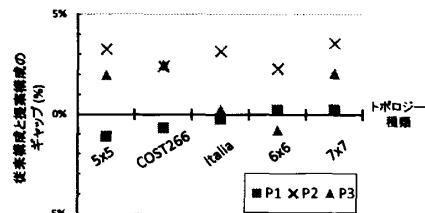


図2 提案構成と従来構成が収容可能な通信需要量の比較

### 5. まとめ

使用帯域幅毎に固有のグリッドを利用する新たなエラスティック光パスネットワークを提案した。提案構成はハードウェアの周波数チューナビリティの大幅な軽減が可能であり、一方で、従来構成とほぼ同程度のパス収容能力を達成する。

**謝辞** 本研究はNICT( $\lambda$ -reachプロジェクト)並びに、科研費(23246072)の一環である。

### 参考文献

- [1] M. Jinno et al., *IEEE Commun. Mag.* 47, 11 (2009).
- [2] O. Gerstel et al., *IEEE Commun. Mag.* 50, 2 (2012).
- [3] S. Gringeri et al., *IEEE Commun. Mag.* 48, 7 (2010).
- [4] M. D. Feuer et al., *Proc. OFC'12*, NW3F.3 (2012).
- [5] T. Niwa et al., *Proc. OFC'13*, OW1C.2 (2013).