



Title	A Study on Dynamic Path Provisioning for SpaceDivision Multiplexed Optical Networks
Author(s)	藤井, 祥平
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/67170">https://doi.org/10.18910/67170</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名(藤井祥平)	
論文題名	A Study on Dynamic Path Provisioning for Space Division Multiplexed Optical Networks (空間分割多重技術を利用した光ネットワークにおける 動的パス制御法に関する研究)
論文内容の要旨  指數関数的に増加するネットワークトラヒックを収容するために、基幹系光ネットワークの大容量化が求められている。エラスティック光ネットワーク技術の柔軟な周波数資源利用による周波数利用効率の大幅な改善を考慮して、近年、既存ファイバの物理限界を突破するために、空間分割多重技術が注目されており、中でもマルチコアファイバは新世代の光ネットワークを支えるファイバとして期待されている。ネットワーキングの観点では、空間分割多重型光ネットワークにおける主な課題は、空間チャネルという新たな資源軸を活用して効率的に光パスを提供する手法を開発することである。空間分割多重型光ネットワークにおける光パス設定においては、多様なサービス要求をエラスティック光ネットワークの柔軟な資源に効率的に収容することが求められる他、新規空間分割多重型光ファイバの利用を考慮した光信号劣化やスケーラビリティの問題に対処する必要がある。本論文ではまず、エラスティック光ネットワークにおいて資源割当の連続性制約及び低レベル変調方式による要求周波数帯域幅の増大に伴う、長距離伝送の通信成功率低下を抑制する光パス設定手法を提案した。提案手法は、周波数連続性制約の緩和及び高レベル変調方式の適用を基準として信号再生配置箇所を決定することにより、主に長距離光パスに対して高い棄却率改善効果を示した。次に、多様なサービスアプリケーションを収容するため、資源予約に対する時間的な制約条件の異なるトラヒックを高効率に収容する光パス設定手法を提案した。提案方式は空間チャネルにおける衝突回避機能を高めるとともに、即時予約が利用可能な周波数資源量を負荷に応じて動的に制御することにより、トラヒック収容率の改善、及びサービスごとの棄却率の比を所望の値に制御することが可能であることを示した。さらに、マルチコアファイバを具備するエラスティック光ネットワークにおいて、コア間クロストークを低減可能な光パス設定手法を提案した。従来研究では、光ファイバ自体の低クロストーク化を中心とした研究が行われているのに対して、本研究では、ネットワークの観点から低クロストーク化を試みている。提案方式は、低計算量で算出された相対的なクロストーク量を資源割当アルゴリズムに組み込みつつ空間チャネルを利用して資源割当を行うことで、クロストーク量と通信成功率を同時に改善する。最後に、空間チャネル数の増加に対応した大規模光中継交換器において、消費電力の増大を抑制する交換ノード構成及び光パス設定手法を提案した。光パス設定アルゴリズムと連携することにより、従来研究で想定された高機能な信号処理モジュール数を削減し、同等以上の性能を実現する交換ノード構成が実現可能であることを示した。以上の成果は、次世代基幹光ネットワークの大容量化を支える技術として期待される空間分割多重型光ネットワークの有効性を広く示すものである。	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名(藤井祥平)		
論文審査担当者	(職)	氏名
	主査 教授	渡辺 尚
	副査 教授	村田 正幸
	副査 教授	長谷川 亨
	副査 教授	東野 輝夫
	副査 教授	松岡 茂登

## 論文審査の結果の要旨

指標関数的に増加するネットワークトラヒックを収容するために、超大容量基幹系ネットワークが求められており、エラスティック光ネットワーク技術により周波数資源の柔軟な利用が実現されつつある。一方で近年、既存ファイバの物理限界を突破するために、空間分割多重技術が注目されており、中でもマルチコアファイバは新世代の光ネットワークを支えるファイバとして期待されている。

本博士論文では、効率的な周波数資源利用のための光パス設定法の設計を行った。より具体的には、1) 周波数利用効率が低い長距離光パスの伝送効率改善手法、2) アプリケーション種別に応じた光パス設定手法、3) コア間クロストークを抑制する資源利用アルゴリズム、4) 低消費電力化を実現するノードアーキテクチャと光パス設定手法に関する研究成果について報告している。

第1に、エラスティック光ネットワークにおいて資源割当の連続性制約及び低レベル変調方式による要求周波数帯域幅の増大に伴う、長距離伝送の通信成功率低下を抑制する光パス設定手法を提案している。従来の光信号再生配置アルゴリズムは信号補償そのものを主目的としており、トラヒック収容率の改善を目的とはしていない。これに対し、提案手法は、周波数連続性制約の緩和及びより高レベルの変調方式を適用することで、主に長距離光パスに対して高い効果が期待される。評価の結果、帯域あたりの棄却率を約7倍に改善することを示した。

第2に、多様なサービスアプリケーションを収容ため、資源予約に対する時間的な制約条件の異なるトラヒックを高効率に収容する光パス設定手法を提案している。空間チャネルにおける衝突回避機能を高めるとともに、即時予約が利用可能な周波数資源量を動的に負荷に応じて制御することにより、トラヒック収容率の改善と、サービスごとの棄却率の比を所望の値に制御することが可能であることを示した。

第3に、マルチコアファイバを具備するエラスティック光ネットワークにおいて、コア間クロストークを抑制可能な光パス設定手法を提案している。従来は、光ファイバ自体の低クロストーク化が行われていた。提案方式では、クロストークを低計算量で算出し、資源割当アルゴリズムに組み込むとともに空間チャネルの資源管理も行っている。評価の結果、様々なコア数のマルチコアファイバネットワークに対して、棄却率26%以上のクロストーク抑制と、従来手法と同等以上の棄却率を達成可能であることを示した。

最後に、空間チャネル数の増加に対応した大規模光中継交換器において、消費電力の増大を抑制する交換ノード構成及び光パス設定手法を提案している。光パス設定アルゴリズムと連携することにより、必要以上に高機能なモジュールを具備せずに、同等以上の性能を実現する交換ノード構成が実現可能であることを示した。評価の結果、空間チャネル数30のエラスティック光ネットワークにおいて、従来構成と比較して54.7%以上の低消費電力化が実現可能であることを明らかにした。

以上のように、本論文では、空間分割多重技術を利用した光ネットワークにおける効率的な光パス設定制御に関して有用な研究成果を上げている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。