

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : エラスティック光アグリゲーションネットワークの研究開発
採択番号 : 160 イ
個別課題名 : 課題イ エラスティック光メディアアクセス技術
副題 : 多様なサービス、多様なネットワーク構成を実現する伸縮自在光メディアアクセス技術

(1) 研究開発の目的

本研究では、エラスティックな光パスおよび複数のサービスへの対応が可能な新たな光アクセス・メトロ統合ネットワークの光メディアアクセス制御を実現する上でキーテクノロジーとなる、距離・リンク数スケールフリーアグリゲーション技術、マルチサービス・QoS アグリゲーション技術、高可用性ライフラインサービス技術の研究開発を推進し、エラスティック光アグリゲーションネットワークを世界に先駆けて実用化することを目的とする。

(2) 研究開発期間

平成 24 年度から平成 28 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

日本電信電話株式会社<代表研究者>、沖電気工業株式会社、株式会社日立製作所、学校法人慶應義塾大学 (実施責任者 教授 山中直明)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 529 百万円 (平成 26 年度 106 百万円) ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題イ-1 距離・リンク数スケールフリーアグリゲーション技術の開発

課題イ-1-1…OLT 内動的帯域割り当て機能の高度化

(日本電信電話株式会社)

課題イ-1-2…エラスティック光信号パラメータ制御方式の検討

(沖電気工業株式会社)

課題イ-1-3…エラスティック光メディアアクセス統合リソース制御技術の開発 (株式会社日立製作所)

課題イ-1-4…OLT 間動的帯域割り当て機能の検討

(慶應義塾大学)

課題イ-2 マルチサービス・QoS アグリゲーション技術の開発

課題イ-2-1…マルチサービス制御方式の検討、および実装

(株式会社日立製作所)

課題イ-2-2…マルチサービス収容アーキテクチャの検討

(慶應義塾大学)

課題イ-3 高可用性ライフラインサービス技術の開発

課題イ-3-1…高可用アグリゲーション網の構築

(慶應義塾大学)

課題イ-4 エラスティック光アグリゲーションネットワークの実証実験

課題イ-4-1…OLT 内動的帯域割り当て機能の実証実験

(日本電信電話株式会社)

課題イ-4-2…エラスティック光信号パラメータ制御方式の実証実験

(沖電気工業株式会社)

課題イ-4-3…OLT 間動的帯域割り当て機能の実証実験

(慶應義塾大学)

課題イ-4-4…マルチサービス制御方式の実証実験

(株式会社日立製作所)

課題イ-4-5…高可用アグリゲーション網の実証実験

(慶應義塾大学)

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	20	4
	外国出願	2	1
外部発表	研究論文	3	2
	その他研究発表	49	22
	プレスリリース・報道	3	3
	展示会	14	4
	標準化提案	3	2

(7) 具体的な実施内容と成果

課題イ-1 距離・リンク数スケールフリーアグリゲーション技術の開発

目標：動的帯域割り当て技術、およびエラスティック光信号制御技術について、効果の定量的評価、詳細仕様を策定する。

課題イ-1-1 OLT 内動的帯域割り当て機能の高度化 (日本電信電話株式会社)

実施内容：課題イ-1-3 と連携した、実機で実現可能な動的負荷分散パラメータと検証構成の策定を旨いとして、以下の検討を行った。

成果：実機で実現可能な動的負荷分散パラメータをシミュレーションにより導出し、検証構成、検証項目を明確化した。

課題イ-1-2 エラスティック光信号パラメータ制御方式の検討 (沖電気工業株式会社)

実施内容：昨年度までに開発した光信号パラメータ制御アルゴリズムを、より効率の高い周波数多重方式に適用できるように拡張した。

成果：変調多値数およびシンボルレートを伝送距離等に応じて変化させ、同一 OFDM バンドに複数ユーザを収容する方策を明確化した。

課題イ-1-3 エラスティック光メディアアクセス統合リソース制御技術の開発

(株式会社日立製作所)

実施内容：課題イ-2-1 で開発した MAC 機能部との連携動作可能で、同時波長切替可能な動的波長制御部を開発した。また、課題イ-1-1 の動的波長割当 (DWA) アルゴリズムを実装し、波長可変 WDM/TDM-PON システムにおいて多 ONU 収容条件下で波長切替動作を評価した。

成果：波長可変 WDM/TDM-PON において、ONU512 台収容、同時波長切替 ONU

数 8 台の条件下でフレームロス無での波長切替動作を実証した。また、 $10\mu\text{s}$ から 10ms までの異なる波長調整時間の ONU が混在する環境下においても、レイテンシ劣化を抑制した波長切替動作を実証した。

課題イ-1-4 OLT 間動的帯域割り当て機能の検討（慶應義塾大学）

実施内容：PtP と PtMP 混在のトラフィック状況下において、P-OLT のスリープ率の最大化と L-OLT マイグレーション数の最小化を目的とするトラフィック割当アルゴリズムを検討し、リソース利用効率として ILP を用いた最適化と遜色なく、かつ計算時間 1 秒以内という目標に向けたチューニングを実施した。

成果：512 P-OLT/13,1072 ONU、リング型 ODN の環境において、P-OLT スリープ率の悪化を 1~2% に抑えたまま、計算時間を、32 P-OLT 時に数時間から $10\mu\text{s}$ に低減させるアルゴリズムを開発した。

課題イ-2 マルチサービス・QoS アグリゲーション技術の開発

目標：マルチサービス制御技術、およびマルチサービス収容アーキテクチャに関する詳細検討を行い、マルチサービス・QoS アグリゲーションの要素技術、及びハードウェア実装の詳細仕様を策定する。

課題イ-2-1 マルチサービス制御方式の検討、および実装（株式会社日立製作所）

実施内容：PtP/PtMP の 2 種トポロジーに対応した拡張 MPCP 制御を開発し、実機にて 2 種トポロジー混在環境での通信特性を評価した。また、各トポロジー設定時にフレームロス無の波長切替動作を評価した。

成果：2 種のトポロジーである PtP/PtMP 混在環境下でのディスクバリ動作、PtP/PtMP 切替動作、PtP/PtMP 同時収容での導通を実証した。また、PtP 及び PtMP の各トポロジー設定時にフレームロス無の波長切替実現を実証した。

課題イ-2-2 マルチサービス収容アーキテクチャの検討（慶應義塾大学）

平成 25 年度で完了済。

課題イ-3 高可用性ライフラインサービス技術の開発

目標：(1) 平成 24 年度及び 25 年度に作成した OLT ライブマイグレーション技術の完成度を向上させるとともに、(2) ONU 群を形成し、群単位での TDMA による高優先サービスに対する最低限のコネクティビティ確保を目指す方式の簡易実装を実現し、高可用ライフラインエミュレータを作成する。

課題イ-3-1 高可用アグリゲーション網の構築（慶應義塾大学）

実施内容：OLT ライブマイグレーションの詳細シーケンスを策定し、高速化実現のための待ち時間最適化を進めた。また、4 群での TDMA による高優先サービス救済の仕様設計を行い、ソフトウェアエミュレータにおいて TDMA 動作の確認実験、Proxy 挿入による運用安定化、スループット向上の検討を進めた。

成果：OLT ライブマイグレーションの高速化として、実験室環境において OLT マイグレーション時間 30 秒から 4.5 秒に、サービス中断時間 10 秒から 0.79 秒への短縮を実現した。また、ソフトウェアエミュレータ上での 4 群切替動作 (1024 ONU 収容) を実現し、展示会にてライブデモンストレーション実証実験を実施した。

(26-3)

課題イ-4 エラスティック光アグリゲーションネットワークの実証実験
平成27～28年度に実施予定。