

2.2. 「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」に関する研究開発について

1. 研究開発の目標

- 任意の利用者に対して最大10Gbpsの通信容量
 - 超高速光スイッチを用いた高速切り替えにより秘匿性の高い通信
 - 少なくとも任意の1利用者に対して40kmの双方向通信
 - SPICによるONUの光部品の飛躍的小型化
- を実現する128利用者収容可能な10Gbps級の光アクセスシステムを実現する。

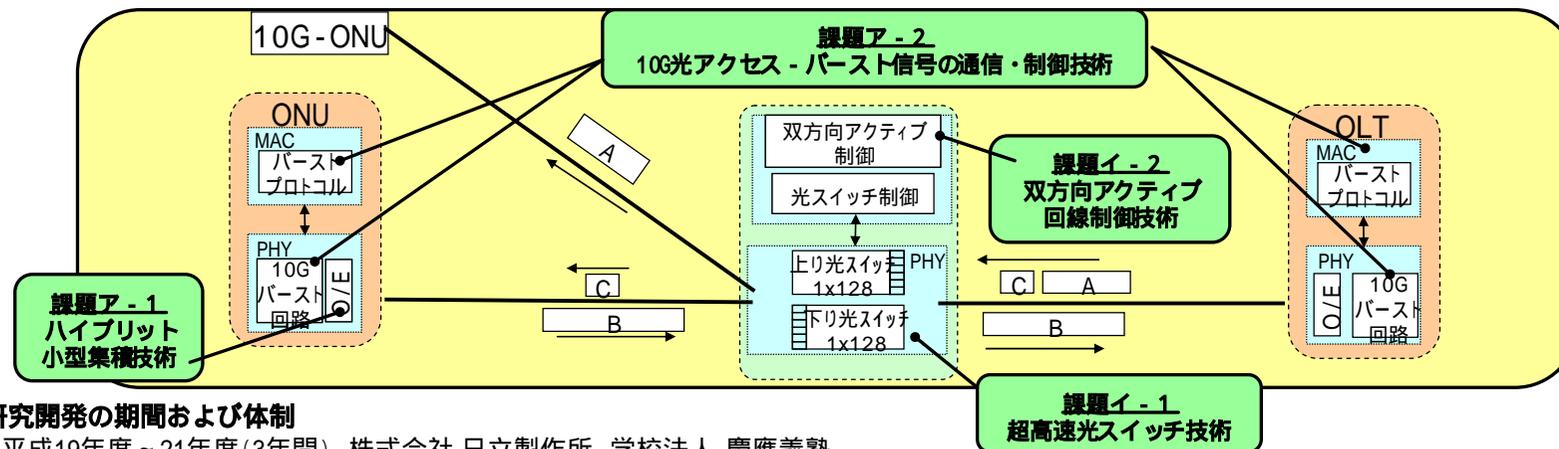
2. 研究開発の背景

国内光アクセスシステムはPONの導入により他国に類を見ないブロードバンド化を実現した。その一方でユビキタスネット社会を目指した通信のブロードバンド化やサービスの多様化が更に急速に展開しており、利用者の大容量の映像情報などを送信する要求に対応した、双方向性を満足するギガビット級光アクセスシステムの実用化が急務である。

PONには、パッシブ型で接続されている利用者全体と光信号の送受を行うことに起因する回線秘匿性、利用者収容能力等に原理的な限界がある。PONに内在するこれらの問題を解決するためには、利用者間ONUで光信号を共有せず、かつ局舎に敷設するOLT当りの加入者数を向上させるシステム構成が基本的な課題となる。また、実用化のためにはハード部品の小型化が必須であり、小型化技術を先回りして開発することが課題である。

3. 研究開発の概要と期待される効果

本研究は、PONを基本とする光アクセスシステムの延長ではない、スイッチング機能を取り入れたアクティブ型の新たな光アクセスシステムのアーキテクチャの構成とその制御技術、SPIC (Silicon Photonic Integrated Circuit)などの先端デバイス技術による小型集積化技術、の研究開発を産学連携で推進し、ギガビット級光アクセスシステムを世界に先駆けて実用化することを目的とする。本研究成果によって、従来の光アクセスシステムと比べて、収容ユーザ数、ならびに通信距離の延伸化の実現を期待できる。



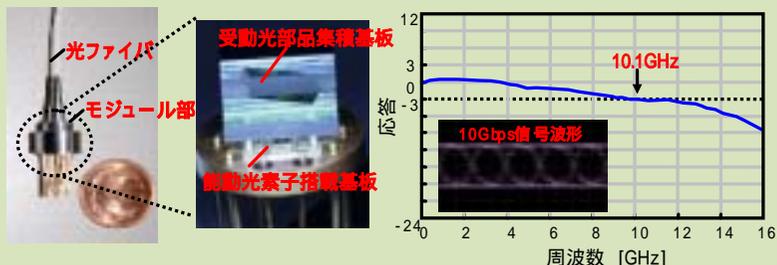
4. 研究開発の期間および体制

- 平成19年度～21年度(3年間), 株式会社 日立製作所、学校法人 慶應義塾

「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」に関する主な研究開発成果(1)

課題ア - 1: ハイブリット小型集積技術

- 能動光素子搭載基板と受動光部品集積基板を三次元実装した、チップスケール小型一芯双方向光モジュールを開発し、10Gbps動作を実証
- 基板間をウェハレベル且つ高精度で接続するボンディング技術を開発し、同技術を適用した受動光部品積層基板を実現



小型一芯双方向モジュール 10Gbps信号伝送特性

課題ア - 2: 10G光アクセス-バースト信号の通信・制御技術

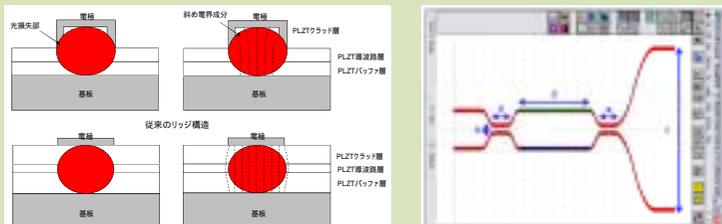
- PHY制御方式の動作をOLT/ONUの方式検証ボード上で確認
- OLT/ONUの方式検証機能拡張ボード装置を試作し、上り/下り方向共に40km伝送可能であることを確認
- 課題イ - 2 - 2と連携し集積化アクティブ光アクセスシステム兼10G-EPONのOLT、ONUの期待通りの動作を論理シミュレータ上で確認



OLT方式検証機能拡張ボード装置 論理シミュレーション波形

課題イ - 1 - 1: 超高速光スイッチの制御方式

- 逆凸型リッジ構造をベースとした埋め込み型導波路構造を設計。PLZT導波路構造電極損失低減と偏波依存性改善を達成
- 電圧駆動によって高速化が可能で、かつ高い消光比が得られる光スイッチの方式としてマッハツェンダー型を採用したスイッチ構造を設計。1×8以上の規模の光スイッチ開発のための基盤技術を確立



上: 従来型, 下: 逆リッジ型 1×2光スイッチエレメントの構造

課題イ - 1 - 2: 超高速光スイッチの機能実装

- 光スイッチエレメントを駆動可能な光スイッチドライバを開発
- マッハツェンダー型のPLZT薄膜導波路を用いた1×2光スイッチエレメントをツリー構造に3段接続した構造を持つ、1×8光スイッチエレメントを開発。光スイッチドライバと組み合わせた評価を行い、10ns以下のスイッチングが可能であることを確認

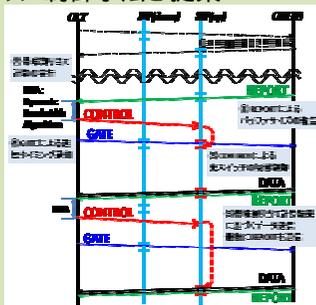


光スイッチドライバの出力信号 光スイッチの出力波形

「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」に関する主な研究開発成果(2)

課題イ - 2 - 1: 超高速光スイッチの制御方式

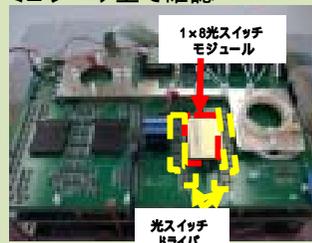
- OLTが動的帯域割当アルゴリズムの結果に基づいて、光スイッチの切り替え順序を動的に変更する光スイッチ制御手法を提案
- OLTと光スイッチ間の同期のズレの影響を低減するために、周期的にOLTと光スイッチ間の同期のズレを確認し、再同期を取る同期補正手法を提案
- 電気エミュレーションシステムによるネットワーク実験により、提案手法の動作検証を行い、提案手法の動作が正しく行われることを確認



帯域割当の流れ

課題イ - 2 - 2: 双方向アクティブ回線の制御機能実装

- 課題イ - 1 - 2で開発した光スイッチドライバ、1×8光スイッチエレメントを搭載する光スイッチ検証ボード装置を開発。光スイッチのポート切替を行えることを確認
- 課題ア - 2と連携し、光スイッチ制御論理の期待通りの動作を論理シミュレータ上で確認



光スイッチ検証ボード装置



論理シミュレーション波形

1. これまで得られた成果

(値は平成19年度から20年度の累計)

特許出願	収録論文	展示会 (社内主催)	展示会 (社外主催)	一般口頭発表
7	3	1	3	8

2. 報道発表

研究成果に関して、日立製作所、慶應義塾それぞれ1件の報道発表

株式会社 日立製作所

「次世代FTTHに向けた10ギガビット/秒光アクセス技術を用いた映像通信システムで高精細画質映像の双方向通信に成功」(平成21年3月17日)

通信距離20km、家庭用送受信器32台を接続した環境において、ビット誤り率 10^{-12} での通信品質を実現、双方向HD映像通信を達成



10ギガビット/秒光アクセス技術を用いた映像配信デモ

学校法人 慶應義塾

「アクティブ光スイッチによる性能とコストに優れた次世代光アクセス網の提案」(平成20年12月9日、KEIO TECHNO-MALL 2008開催におけるプレスリリースとして発表)

世界に先駆け実験ネットワークを構築し、提案手法の動作成功を確認。動態展示デモにより、成果をアピール。



慶應テクノモール2008での展示デモ