

「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。

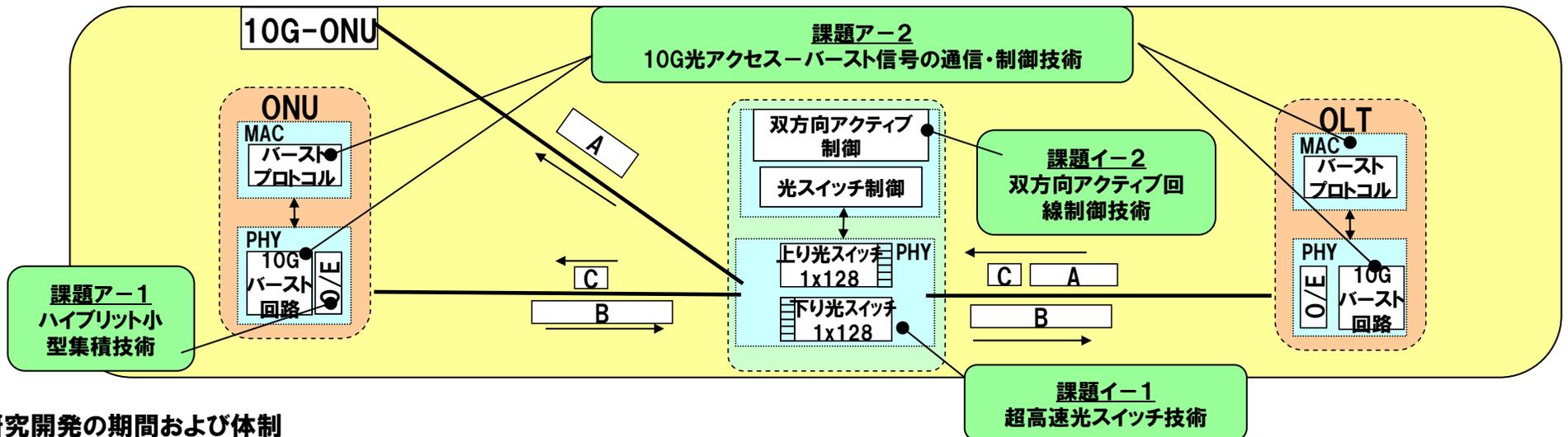
2. 研究開発の背景

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。



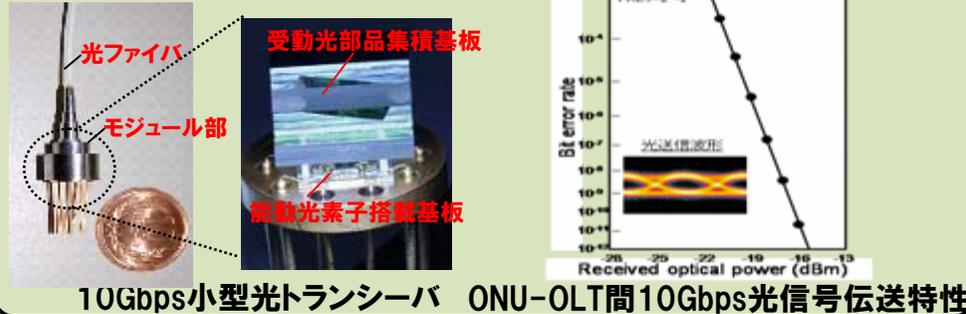
4. 研究開発の期間および体制

- 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)

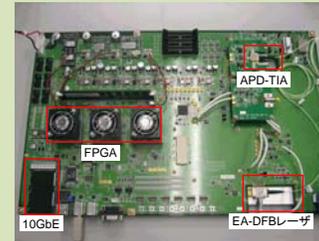
課題アー1: ハイブリッド小型集積技術

- 能動光素子搭載基板と受動光部品集積基板を3次元実装し集積化した、小型光トランシーバを完成し、10Gbps信号伝送動作を実証
- 基板間を高精度に接続するためのウェハレベル3次元実装(ボンディング)技術を確認し、 $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内の高位置精度実装を実現
- 小型トランシーバをONUボードに組み込み、ONU-OLT間光信号伝送実験にて、10Gbpsエラーフリー光信号伝送動作を実証



課題アー2: 10G光アクセス-バースト信号の通信・制御技術

- 128利用者と双方向通信が可能なPHY-MAC制御方式を策定し、実機動作を実証
- 双方向10Gbps バースト通信が可能なOLT/ONUの方式検証機能拡張ボード装置を開発
- 課題イで開発した超高速光スイッチを用いて、通信距離40kmでの10Gbpsバースト双方向通信が可能であることを実証
- 集積化アクティブOLTと10G-EPON ONUとの接続互換性を実証



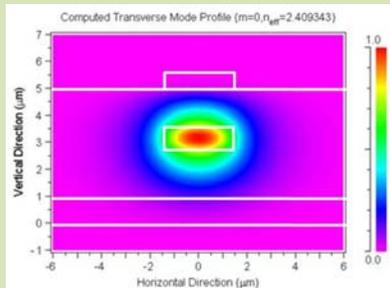
OLT方式検証機能拡張ボード装置



システム評価系の外観

課題イー1-1: 超高速光スイッチの制御方式

- 埋め込み型構造のPLZT光導波路を開発し、切替速度10ns以下に加えて、従来の約1/2の挿入損失特性と偏波無依存性を達成
- 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マツハツエンダー型の1×8光スイッチングサブシステムを開発。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認



埋め込み型導波路構造



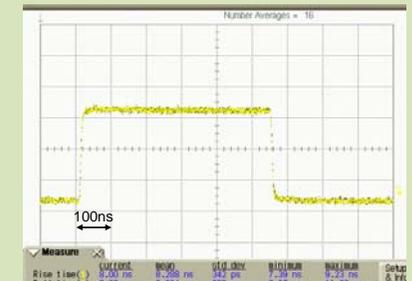
光スイッチングサブシステム

課題イー1-2: 超高速光スイッチの機能実装

- PLZT薄膜導波路によるマツハツエンダー型1×8光スイッチと1×16光スイッチの多段接続による1×128光スイッチを開発
- ポート間の切替速度10ns以下を達成
- 光増幅器との組合せにより、入力-出力ポート間で損失0dB達成



1×16光スイッチモジュール

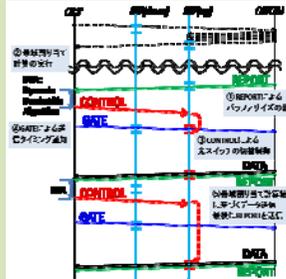


ポート間切替波形

「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)

課題イー-2-1: 双方向アクティブ回線の制御方式

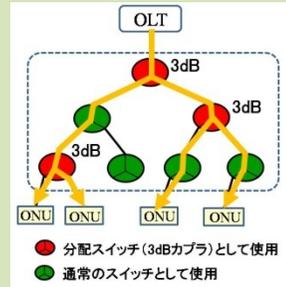
- 世界に先駆け実験NWを構築し、提案した回線制御方式よりディスカバリからデータ通信までの一連の動作が可能であることを実証
- 応用技術として光スイッチを構成するスイッチエレメントの一部を分配スイッチとして利用するマルチキャスト接続アルゴリズムを提案、帯域利用効率の高いマルチキャスト接続ができることを確認



提案回線制御方式の動作



実験ネットワーク



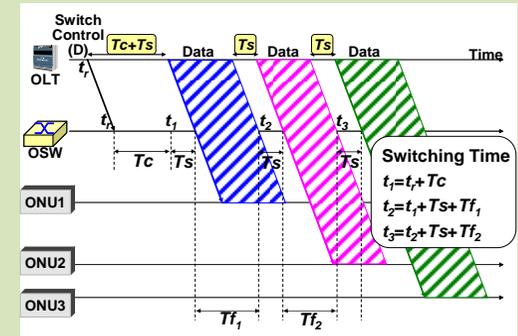
分配スイッチによるマルチキャスト

課題イー-2-2: 双方向アクティブ回線の制御機能実装

- 課題イー-1-2で開発した光スイッチドライバ、光スイッチを搭載する光通信路切替装置を開発
- OLTによって、光通信路切替装置に搭載する光スイッチのポート切替制御を行う光スイッチ切替制御方式を提案
- 課題ア-2で開発した10G-ONU、OLT、および、光通信路切替装置を組み合わせた実験系を構築し、ONUとOLT間の40km伝送、ビット誤り率 10^{-12} 以下を達成



光通信路切替装置



光スイッチ切替制御方式

「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」に関する外部発表(1)

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
11	5	3	30	4	13	4

株式会社 日立製作所ニュースリリース(NICT共同発表)

「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)

日経産業、電波新聞等の新聞5紙、日経ITPro等のWebサイト、雑誌(Laser Focus World)に掲載



10ギガビット/秒光アクセス技術による映像配信

株式会社 日立製作所

CEATEC NICTスーパーイベント(平成21年10月6-10日)や、NTTつくばフォーラム(平成21年10月14-15日)等の展示会に出展

通信事業者等の展示見学者に対して研究成果を広くアピール



CEATEC NICTスーパーイベント2009での展示

学校法人 慶應義塾ニュースリリース

「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)

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、成果アピール。



慶應テクノモール2008での展示デモ

学校法人 慶應義塾ニュースリリース(NICT共同発表)

「超高速光スイッチの開発に成功」(平成21年12月1日)

日刊工業新聞等の新聞各紙に掲載。慶應テクノモール2009にて動態デモ展示。



慶應テクノモール2009での展示デモ

「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」に関する外部発表(2)

株式会社 日立製作所, 学校法人 慶應義塾 ニュースリリース(NICT共同発表)

「光スイッチを用いたアクティブ型の10ギガビット/秒光アクセスシステムの開発に成功(平成22年4月2日)」

従来方式のPON(Passive Optical Network)と比較して、2倍の通信距離(40km)、4倍の加入者収容(128ユーザ)を実現する、新しい光アクセスシステムを実現



■ 表彰・受賞

- 電子情報通信学会平成21年度学術奨励賞を受賞(株式会社 日立製作所)

「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」における研究成果の実用化

■ 日立製作所: 10G-EPONシステム

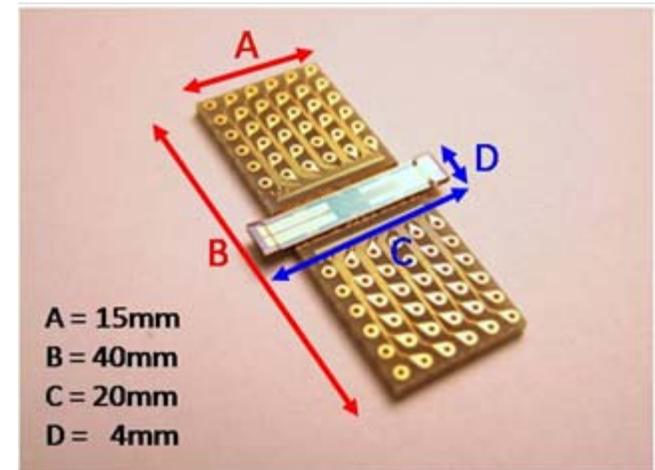
- 次世代のFTTHシステムに向けて製品化する10G-EPONシステムに、本委託研究にて開発した誤り訂正技術を適用。
- 10G-EPON評価実験機として通信事業者に納入済み

■ 学校法人 慶應義塾: PLZT導波路光スイッチ

- 切り替え速度10 ナノ秒以下に加え、偏波無依存性や挿入損失の低減を実現した埋め込み型PLZT 導波路光スイッチを、エピフォトニクスより外販開始



10G-EPON評価実験機



埋め込み型PLZT 導波路光スイッチのチップ