

# 平成21年度「広域加入者系光ネットワーク技術の研究開発 課題イ」の開発成果について

## 1. 施策の目標

加入者の増減・サービス内容の変化に応じ、サービス提供エリア(敷設地域)及び伝送容量等の変化へ対応可能な適応ネットワーク構成技術を確立する。

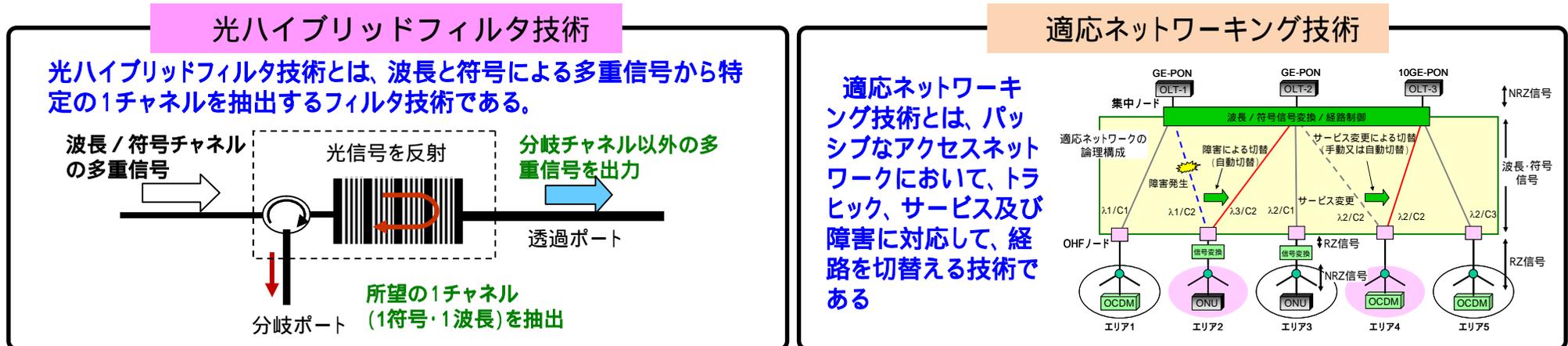
本研究開発の課題技術の優位性並びに今後の課題を明らかにし、更に研究開発成果の産業面での活用の方向を示すことも考慮し、広域加入者系光ネットワークを構築することにより本研究開発の成果の有効性を実証する。

## 2. 研究開発の背景

世界に先駆け2001年より始まったわが国のFTTHサービスは、2004年からのGE-PON導入を契機に本格的な普及を遂げ、2008年6月にはその契約者数がADSLを超え、ブロードバンドサービスを担う加入者系光ネットワークの主演となった。また、2008年3月より商用化が開始されたNGNによるインターネット、IP電話、映像配信などの広帯域で品質保証が要求されるサービス可能となり、加入者系光ネットワークに対する今後の需要を一層喚起すると期待される。このような需要増大に応えるため、PONシステムの大容量化の研究開発・標準化活動が活発化している。10Gbps級の伝送容量を持つものとして、既存PONシステムの基本多重技術である時間分割多重技術をベースとした10G-EPONやG-PONの後継システムであるXG-PONがある。特に、10G-EPONは、世界的に最も普及しているGE-PONとの親和性が高いため、精力的な研究開発、標準化作業が進められており、2009年9月の標準化完了の予定となっている。今後は単なるネットワークの高速化、広帯域化だけでなく、従来網を収容しつつ、サービスの容易な追加やシステム容量のスケラビリティの実現を求めて、波長多重技術や光符号多重技術を活用したPON技術の研究開発が盛んになると考えられる。

## 3. 研究開発の概要と期待される効果

本研究は、光ハイブリッドフィルタ技術の開発と適応ネットワーク技術の開発に大別され、新世代のアクセスシステム実現に向けて、柔軟なネットワーク形態(OLT/OHFの追加によるネットワークの変更)、サービスに対応した伝送容量の柔軟な変更、既存システムから新システムへの効率的なマイグレーションが実現でき、さらなるアクセスネットワークの品質向上(ロバスト性の向上)に期待される



## 4. 研究開発の期間及び体制

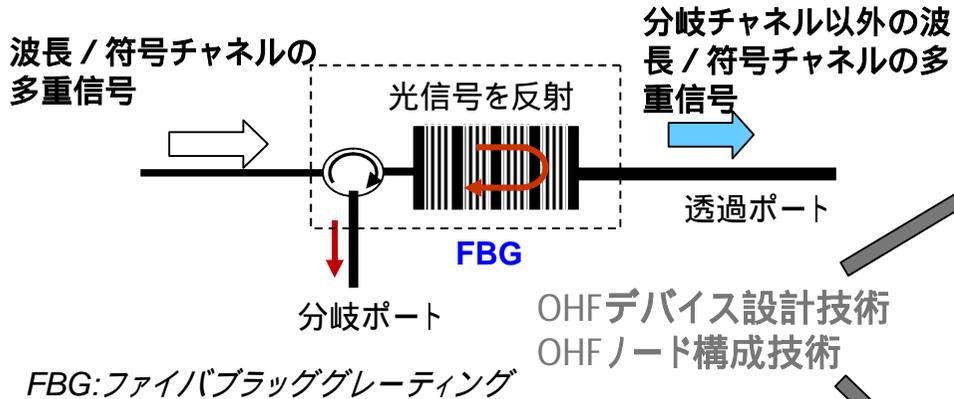
平成21年度～平成23年度(3年間)

NICT委託研究(沖電気工業株式会社)

# 光ハイブリッドフィルタ(OHF)技術の主な成果

## 光ハイブリッドフィルタ(OHF)技術

OHFノードで経路切替のため、多重チャンネル信号から所望の1チャンネル(1符号・1波長)を抽出する技術

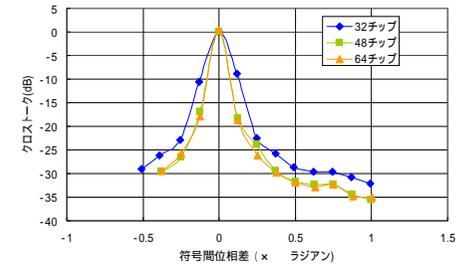


## OHFデバイスの帯域設計パラメータの抽出

チャンネル設計のため、OHFの波長帯域に関わるFBGの設計パラメータを抽出する。  
設計パラメータの評価として、ハイブリッド多重通信に関する符号間クロストークについて研究した。

帯域を設計するパラメータとして、符号長と屈折率変調構造を抽出。

符号多重における符号長と符号間クロストークの関係を取得(右図参照)。



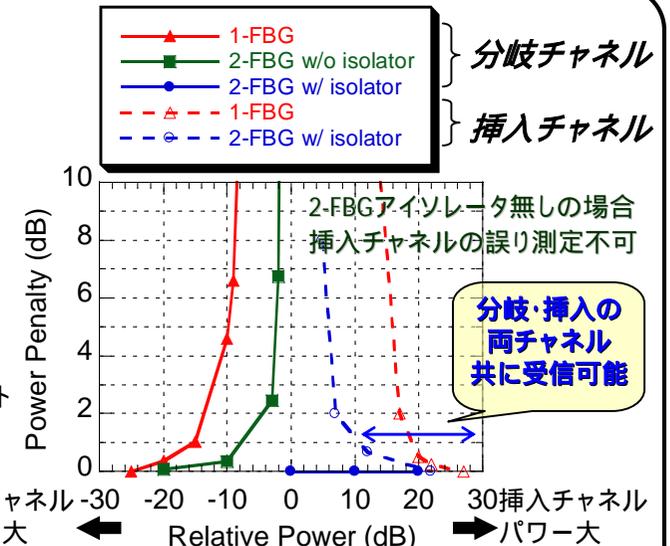
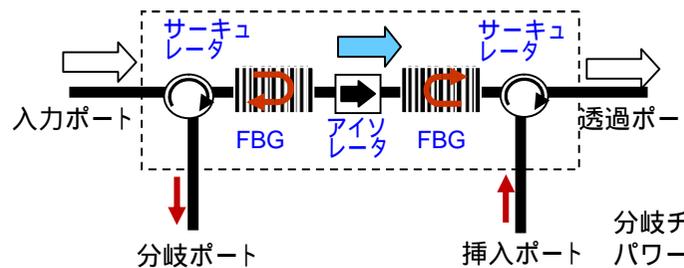
符号長および符号間とクロストークの関係

## OHFノード構成要素の確定

適応ネットワークの設計条件を取得するため、OHFノードの構成を比較する。  
分岐・挿入・通過信号の受信誤り率を測定することにより、チャンネル間クロストークとパワーペナルティの関係について検討した。

光レベルダイヤを設計するパラメータとして、パッシブ光学部品によるOHFノード構成での各チャンネル(分岐/挿入/通過)のOHFノード入力パワー範囲を抽出。

OHFノード構成(右図)において、全チャンネル(分岐・挿入・通過)同時動作可能であることを確認。



クロストークとパワーペナルティの関係

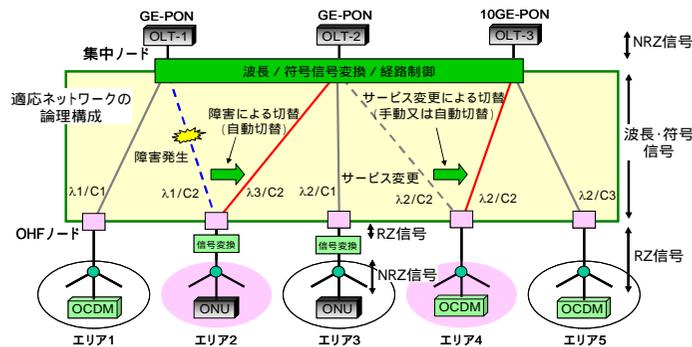
# 適応ネットワーク技術の主な成果

## 適応ネットワーク技術

### 目標

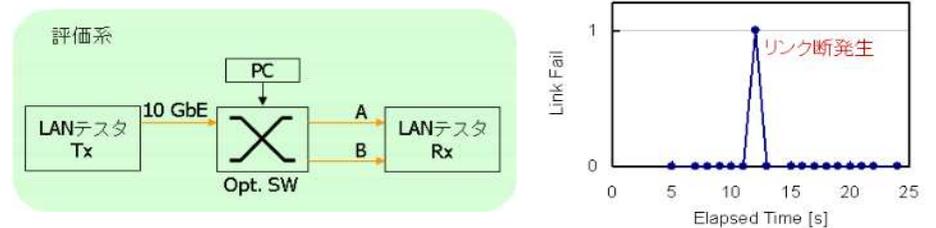
障害発生時の経路切替および、サービス変更による帯域の有効割り当てを行うネットワーク技術を実現するために、以下の検討を行った。

- 符号切替装置検討 10GE光信号の依存性検証の完了
- トポロジー検討 WDM×OCDMによるノード接続数160台以上の実現
- 伝送設計 BER $10^{-9}$ 以下を実現する設計条件の抽出



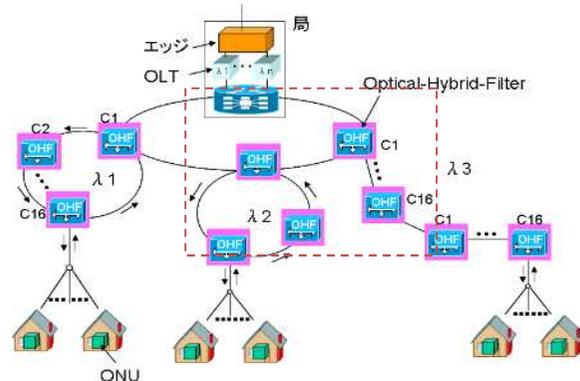
### 符号切替装置検討

ポート切替時に発生するノイズの小さい**機械式光スイッチ**を用いて、10GE光信号のポート切替の基本特性評価を行った結果、全ポートのロスが**1.4dB以下**と小さく、リンク回復時間も**7.2ms以下**と十分に速いことが確認できた。



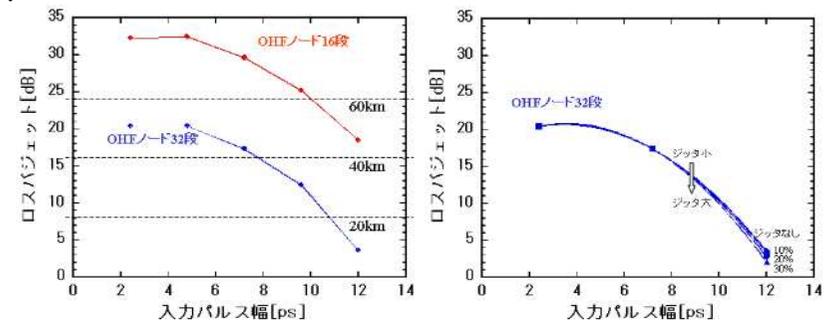
### トポロジー検討

シミュレーション結果から、OHFノードのカスケード接続台数の限界は54台であることを確認した。そこで、OHFノードを160台接続するために、**多段接続にする方式**を立案した。さらに、波長ごとに多段接続とし、**同一符号によるカスケード接続**を行う(16コードで32台接続)ことで、波長利用効率の向上も達成できることを検討した。



### 伝送設計

トポロジー検討の中で説明したカスケード接続部において、BER $10^{-9}$ 以下を実現する条件抽出を行った。シミュレーション結果から、OHFノード**16台**のときは、**入力パルス幅10ps以下ならば60km**まで、**32台**のときは、**入力パルス幅6ps以下ならば40km**まで伝送することが可能であることを確認した。また、**入力パルス幅10ps以下ならば、ジッタ幅30%まで影響を受けない**ことを確認した。以上の結果から、適応ネットワーク技術を実現するための構成部品として、安価な光源の選定が可能であることがわかった。



## 1. これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

	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
広域加入者系光ネットワーク技術の研究開発課題イ	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

(補足)特許出願は、現在、3件社内手続き中である

### (1)表彰・受賞

なし

### (2)研究成果発表会等の開催について

なし