

(7) 研究開発イメージ図

「アクセス技術の研究開発」の開発成果について

1. 施策の目標

・2010年度までに100Gbps級の光アクセス基本技術を確立するとともに、波長多重シームレスアクセス技術やフレーム多重超高速アクセス技術の確立(2020年度以降)に資する要素技術を提供する。

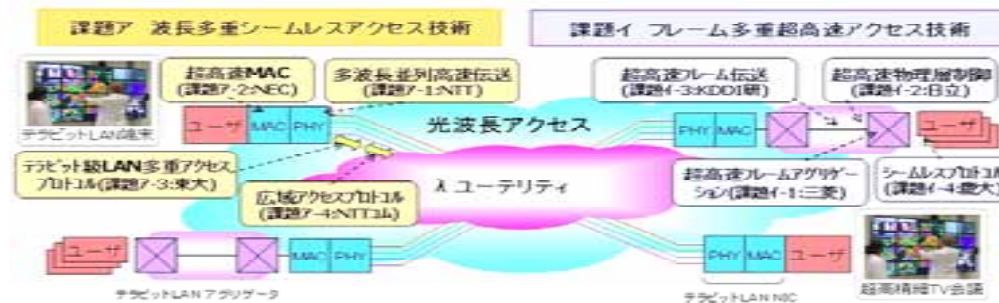
2. 研究開発の背景

・新たな広帯域データ転送サービスへの期待が高まっており、4kデジタルシネマ映像ストリーム(非圧縮:約6Gbps)やスーパーハイビジョン(非圧縮:24Gbps)などが提案として挙がっている。このような大容量映像のストリーム配信や映像ファイルの瞬時転送のためには、100Gbps級の光アクセス技術が必要となる。しかしながら今日では、ユーザ設備であるLANに由来するイーサネット技術が、アクセス系、更には広域系に徐々に浸透しつつある。イーサネット、更にはその上で運ばれるIPプロトコルなど、エンドシステム(ユーザ)由来の通信技術に関する研究開発は米国が先行している。そこで、我が国の先端光通信技術を活かして米国主導のイーサネットLAN研究開発にくさびを打ち込み、一方で、ハイエンドユーザ需要からパラダイムシフトを予見した新たなコンセプトに基づく研究開発を実施して次世代のテラビットLAN(ポスト・イーサネット・ステージ)の国際標準技術を確保するための戦略的開発を早期に進める必要がある。

3. 研究開発の概要と期待される効果

・λアクセス技術は①波長多重シームレスアクセス技術の研究開発と②フレーム多重超高速アクセス技術の研究開発に大別できる。①ではメガバイトクラスの超ジャンボフレームを用いて、ユーザやアプリケーションあたり1Gbps~10Gbpsを超えるデータストリームを複数波長に分配してネットワークにアクセスする波長多重シームレスアクセス技術の研究開発する。②では100Gbpsを超える速度で、統計的にサービス品質を考慮してフレームを多重し、単一波長で送出するための符号化技術および伝送技術の研究開発する。これらのアプローチによって米国主導のイーサネットLAN研究開発にくさびを打ち込み、一方で次世代のテラビットLAN(ポスト・イーサネット・ステージ)の国際標準技術を確保する。

全体概要図



4. 研究開発の期間及び体制

平成18年~平成22年(5年間)

日本電信電話株式会社<<幹事会社>>、
日本電気株式会社、国立大学法人東京大学、NTTコミュニケーションズ株式会社、
三菱電機株式会社、株式会社日立製作所、株式会社KDDI研究所、学校法人慶應義塾

課題ア: 波長多重シームレスアクセス技術

アー1: 多波長並列高速伝送技術

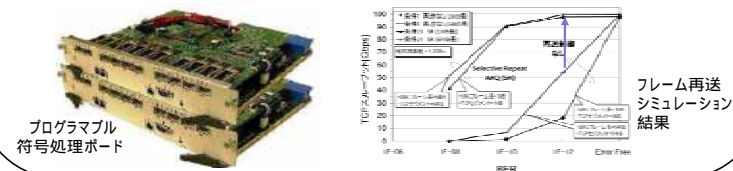
- ・超高速MAC-多波長並列高速伝送PHY接続に必要な **APL検証回路の機能設計を完了**
- ・実網環境でT-LANボードを用いた**4K超高精細映像伝送の遅延差(150ms)補償実験に成功**
- ・40G EthernetをOTNに收容するための**符号変換方式の国際標準化に成功(ITU-T G.709 Annex)**



アー2: 超高速MAC技術

100Gbps級実証基盤の確立と、MAC再送による高スループット転送のシミュレーション確認を完了

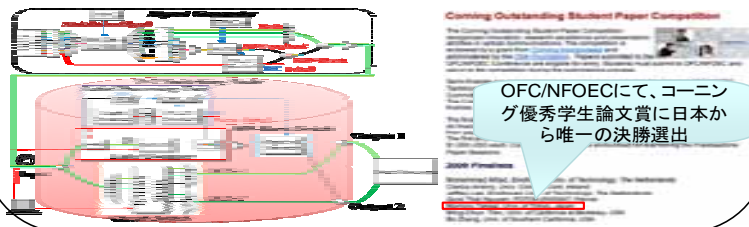
- ・メガバイト級(従来の約千倍)のフレーム処理や、レーン振分処理をプログラマブルに搭載し、先行的実証に適用可能な**100Gbps級符号処理ボードを、課題アー1と連携して共同試作完了**
- ・広域LAN(距離1,000km)で、**MAC再送による高スループット転送(98GbpsのTCP性能)**を、計算機シミュレーションにより確認



アー3: テラビット級LAN多重アクセス技術

400Gbpsハイブリッド型光交換実験に成功

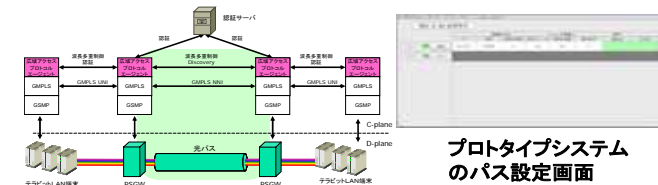
- ・これまでの単一の転送パラダイムでは、今後の多様なアプリケーション要求に応えることは難しかった。
- ・本研究開発では、多波長光バースト交換と光回線交換を組み合わせたハイブリッド型光ネットワークを提案、**波長資源配分比可変型400Gbps交換ノードを実装し検証、実現可能性を確認した。**



アー4: 広域アクセスプロトコル技術

複数波長100 Gbps超のインターフェイスによるユーザ主導型オンデマンドパス制御技術の確立

- ・GMPLSでは未対応だが、複数波長インターフェイスでは必須となる、複数波長に対応した制御プレーン技術を開発。
- ・複数波長対応のユーザ主導型オンデマンドパス制御技術のプロトタイプを試作し、動作を確認。

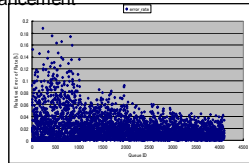


課題イ: フレーム多重超高速アクセス技術

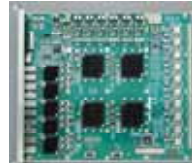
イー1: 超高速フレームアグリゲーション技術

- 多数のトラフィックフロー、多数の高速入カインタフェースに対するフレーム多重が可能なDS-SWFQe方式を考案
- イーサネットOAMを用いてリソースに関する情報を転送しアドミッション制御を行う方式を考案
- 超高速物理層とインタフェースする基板を開発

DS-SWFQe: Delay Sensitive – Simplified Weighted Fair Queuing Enhancement



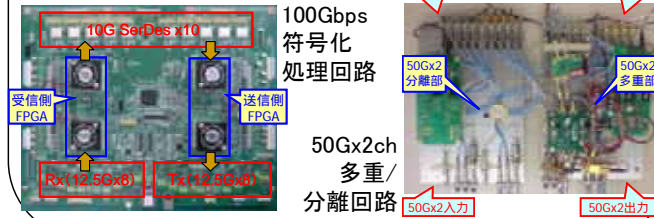
DS-SWFQeシミュレーション結果



PHYインタフェース基板

イー2: 100Gbps級 超高速物理層制御技術

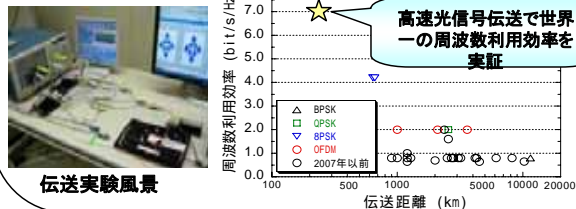
- 次世代100Gイーサネット規格に向けて、単一波長で100Gbps級光伝送を行う、物理層制御技術の実現が不可欠
- 従来の2倍の情報を伝送できる4値位相変調 (DQPSK) 光伝送を想定し、**100GbE規格準拠の符号化回路と信号多重回路、多値符号変換回路を世界で始めて集積し、更に光変調器を駆動する50G x 2ch 信号生成にも成功。**



イー3: 超高速フレーム伝送技術

単一波長 100 Gbpsクラス光信号伝

- DQPSK方式による早期実現 → **光受信部の試作**
 - 光OFDM方式による大幅な簡略化、高性能化
 - マルチバンド化による実現性向上
 - IQインバランス補償法提案、有効性確認
- 最高周波数利用効率伝送(7bit/s/Hz)の実証(下图)



伝送実験風景

イー4: 広域系-LANシームレスプロトコル技術

100 Gbps超リンクによる大容量レイヤ2ネットワークのための管理・制御・アプリケーション技術基盤の構築

- 大規模イーサネット仮想専用線ネットワークの自動接続技術の開発と相互接続
- キャリアグレード制御網構築技術の**世界初の実証(中図)**
- 次世代レイヤ2スイッチプロトタイプシステムの開発(左図)
 - IPを使った**制御技術との高親和性**
 - 設定自動化機構



1. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	特許出願	論文	研究発表	報道発表	標準化提案
λアクセス技術の研究開発	23	78	103	8	20

2. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

(1) 標準化提案や報道発表

【課題ア-1】: 国際標準化提案 2008年12月1日、40GbEを光転送網OTNIに收容する1024B/1027Bトランスコーディング (ITU-T標準G.7009採用内定)
【課題イ-3】: 報道発表2008年5月2日、“1000キロ先まで高品質光通信が可能に”、日経産業新聞
【課題イ-4】: 報道発表2008年12月15日、“複数キャリア間のイーサネット仮想回線自動設定の相互接続に成功”、
日経産業新聞、電波タイムズ、科学新聞、日本情報産業新聞、日刊工業新聞

3. 研究成果発表会等の開催について

(1) 標準獲得に向けた産官学連携の為の技術討論の場を主催し、All Japan の取り組みを牽引

けいはんな情報通信オープンラボにおいて、複数ワーキンググループをプロモートし、最新の研究成果の紹介や、標準獲得に向けて動向分析と技術的議論を実施。特に標準獲得に向けて、キャリアとベンダが一体となってAll Japanとしての学会ではできない徹底した議論を推進。

(2) 光+IP国際会議(iPOP)での共同デモンストレーションを実施

光とIP技術の融合による新伝達網技術の国際会議iPOP(2007年6月7-8日・2008年6月5-6日:NTT武蔵野研究開発センター)にて、λアクセス及びλユーティリティ合同で動態展示による研究成果発表を実施(参加メンバ:東京大学、慶應大学、三菱電機、NEC)。

(3) 信学会大会シンポジウム(9月)やOCS研究会(2月)への集中投稿により学会議論を活性化

電子情報通信学会ソサイアティ大会シンポジウム「テラビットLAN/MANを実現する光波長アクセス技術」(2008年9月17日、明治大学)及び同学会光通信システム(OCS)2月研究会(2009年2月2-3日:三島市)に集中投稿(各9件)を行い、学会議論を活性化。後者はλユーティリティ(5件)・高機能フォトニックノード(3件)からも投稿を得てプロジェクト間での連携議論を推進。