

1. 研究開発概要

1. 目的

ネットワークを流通する通信トラフィックの増加に対応するため、LAN及び光アクセスネットワークからメトロ・基幹光ネットワークに至る全てのネットワーク要素について更なる大容量化が求められている。また、地球温暖化対策や低炭素社会への移行の観点から、ネットワークの省電力化が同時に求められている。本研究開発では、これらに対応する、高速・高品質な信号伝送を実現するための光通信技術および、ネットワークの省電力化を可能とする技術の開発を行う。

2. 政策的位置付け

本研究開発は、「第3期科学技術基本計画分野別推進戦略」(平成18年3月 総合科学技術会議)における、「オール光通信処理技術」の関連施策として取り組まれた。「重点計画2008」(平成20年8月 IT戦略本部)では、「ネットワークの大容量化・高機能化を図るとともに、高い電力効率を目指し、産学官の連携のもと我が国が世界に誇る「光」技術の研究開発を推進し、増大する通信トラフィックに対応した低消費電力で安定したネットワークを実現する」ことが政策目標として掲げられている。総務省の「UNS研究開発戦略プログラムⅡ」(平成20年6月 情報通信審議会答申)や「デジタル日本創生プロジェクト(ICT鳩山プラン)-骨子-」(平成21年3月17日)、「未来開拓戦略」(平成21年4月17日 経済財政諮問会議)においても、次世代光通信技術の研究開発の加速化による国際競争力の強化や、IT を活用した省電力エコ・インターネットの実現などが、政策目標として掲げられている。

3. 目標

100Gbpsを超える信号伝送を可能とする超高速光伝送技術の早期確立を目指し、デジタルコヒーレント光送受信技術のキーとなる要素技術として、(1)100Gbpsデジタルコヒーレント信号処理伝送方式、(2)100Gbpsデジタルコヒーレント光送受信技術、(3)100Gbpsデジタルコヒーレント光伝送方式評価技術を確立する。

2. 研究開発成果概要

(1) 100Gbpsデジタルコヒーレント信号処理伝送方式

光ファイバの波長や偏波の分散特性に起因する光信号劣化の推定や補償、及び符号誤り訂正等の光送受信におけるデジタル信号処理技術、及び受信機における、受信アナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換/統合方式技術を確立した。

(2) 100Gbpsデジタルコヒーレント光送受信技術

100Gbps級の光信号を生成する光変調技術、100Gbps級の信号光を電気信号に変換するための光フロントエンド技術、及び光トランシーバ技術を確立した。

(3) 100Gbpsデジタルコヒーレント光伝送方式評価技術

100Gbpsイーサネット信号を長距離伝送に適したフレーム構成に変換/逆変換するクライアント信号処理部評価技術、及び一連の研究成果を組合せ、100Gbps級デジタルコヒーレント方式によるリアルタイム伝送を評価するためのシステム評価技術を確立した。

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取組状況>

取り組み方針：本研究開発により、100Gデジタルコヒーレント光伝送技術の基礎となる要素技術、方式技術の確立を達成しており、その後の総務省委託研究「超高速エッジノード技術の研究開発」(H22~23年度)において、デジタル信号処理回路の開発までを加速して取り組む方針とした。本技術の早期確立により、我が国の国際競争力強化を図るとともに、開発技術の積極的な国際標準化への展開を通して、超高速・長距離光伝送の発展に寄与することを目指した。指標(ベンチマーク)として、①国際標準化の獲得1件以上、②製品プロトタイプの実現を掲げた。

進捗及び達成状況：研究成果を国際会議や展示会等でアピールするとともに、後継研究を通してデジタル信号処理回路の試作に成功しており、その後の各社の実用化開発を経て製品化までを実現した。優れた性能の製品をタイムリーに市場投入したことにより、国際競争力のある製品となった。指標とした国際標準化については3件を獲得し、製品プロトタイプの実現についても製品化が完了しており、指標を100%達成したといえる。



図1: 100Gbpsデジタルコヒーレント信号処理LSI(100G DSP-LSI) (2012年2月)

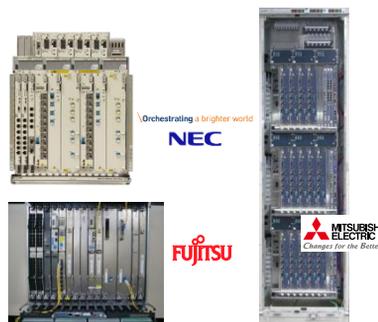


図2: 100G DSP-LSI内蔵の光伝送装置(各社)

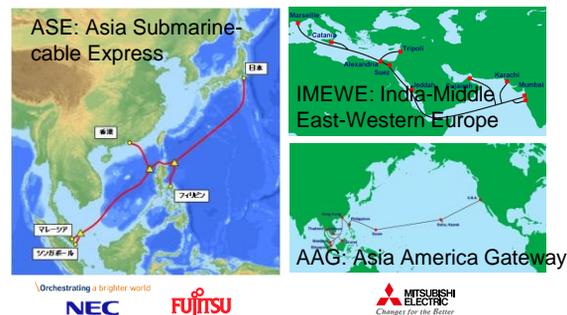


図3: 海底ケーブルへの光伝送装置導入例

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果（続き）

<知財や国際標準獲得等の推進>

国際標準化活動として、ITU-T、OIFにおいて、主に光伝送の信号フォーマット、光伝送装置のインターフェース（コネクタの形状・配置等）に関して本件研究開発成果を前提とした提案を行い、3件の国際標準化を達成した。

<新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

100Gbpsデジタルコヒーレント信号処理LSI（以下、100G DSP-LSI）（NTTエレクトロニクス）、100G DSP-LSIを搭載した光トランシーバ（NEC、富士通）および100Gbps光トランシーバを用いた光（WDM）伝送装置（NEC、富士通、三菱電機）が製品化された。本研究開発終了後、5年間のグローバルの売上は累計で1,500億円を超え、100G DSP-LSIについては世界シェア50%以上（2012年時）を達成し、現在もトップシェアを維持している。本研究開発成果は、製品としての高い国際競争力を示すとともに、国内ネットワークへの導入も進み、国民生活水準の向上に貢献している。

4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

<新たな科学技術開発の誘引>

本成果は、OFCやECOCなどの主要な国際会議、論文誌、国内学会等で多数発表され、学会にも大きなインパクトを与えた。デジタルコヒーレント光伝送技術の更なる高速化・高機能化を目指した100Gbps超級関連のプロジェクト（総務省委託研究「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」（400G DSP）、NICT委託研究「光トランスペアレント伝送技術の研究開発（A リーチ）」等）に本成果が活用されており、新たな科学技術開発の誘引に寄与している。

5. 副次的な波及効果

光通信分野では初めてオープンイノベーション方式を採用し、日本の主要企業の得意な技術を結集して世界で十分競争できる製品を生み出すことに成功した。この開発モデルは後のプロジェクトにもさらに進化した形で引き継がれ、複数企業連携のモデルとして効果を上げている。また、各企業の研究者は互いに刺激し合っ、単独企業での研究開発では得られない経験を積んでおり、経験豊かな研究人材の育成にも貢献したと考える。

6. その他研究開発終了後に実施した事項等

<周知広報活動の実績>

成果発表会、フォーラム活動、報道発表等を通じて 本プロジェクトで得られた成果を積極的に発表し、技術トレンドを牽引してきたといえる。以下に示す国際会議や社内外の展示会、さらにはシンポジウムの開催等を通して、受託各社がその成果や意義を積極的に発表している。

【成果発表】 OECC2010、ECOC2010、OFC/NFOEC2011、ICG2011、NTT R&Dフォーラム2012・2013、フォトニックネットワークシンポジウム2012～2015、CEATEC JAPAN2012・2013、2012年度三菱電機研究開発成果発表会、ITUカレイドスコープ会議 パネル展示、ビッグデータに関する研究開発シンポジウム、FOE2014、Photonics in Switching 2014、2014年電子情報通信学会 ソサイエティ大会、電子情報通信学会VLSI設計技術研究会、電子情報通信学会誌2012年12月号誌上発表論文、アオコム・メディア「O plus E」2013年8月号 誌上発表論文、SDN/MPLS2014国際会議にて論文発表。

【フォーラム活動】 超高速フォトニックネットワーク開発協議会（PIF）の活動の一環として、本研究開発成果を一部適用した100Gbps級光伝送モジュールの異ベンダ接続を世界で初めて実現し、PIFフォーラムにおいて広くアピール。

【報道発表】 H24年度に3件、H26年度に2件の報道発表を実施。

<その他の特記事項に係る履行状況>（研究開発終了後も行うべきものについて）

本成果を発展させた総務省委託研究「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」（H24～H26年度）では、学識経験者・有識者によるアドバイザリ委員会を複数回開催し、研究開発の方向性や実用化に向けた方針についてのアドバイスを頂きながら研究開発が進めた。

7. 政策へのフィードバック

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

光ファイバ通信業界はデジタルコヒーレント伝送技術の登場によりパラダイムシフトが起こり、大規模なDSP-LSIを開発できる組織が主導権を握るようになった。大規模なDSP-LSIの開発は莫大な開発費が必要であり、資金力のある海外大手通信機器ベンダに対抗し、国際競争力を確保するためには、国家プロジェクトによるオールジャパン体制での開発が不可欠であったと考える。

本研究開発は、最適なタイミングで、大規模なDSP-LSIを試作できる予算を確保して取組み、100Gbps製品をタイムリーに市場投入できたことが成功の要因と考える。また、本成果を踏まえ、継続的に委託研究開発を実施したことが、研究成果の価値を一層高めたと判断される。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

100Gbps市場での日本チームの成功に対し海外勢も反転攻勢を強めており、日本チームとしても引き続き協力して技術開発力を高めていく必要がある。

今後もDSP-LSIの開発が市場競争力を決めていく状況が続くと考えられ、日本チームとして、さらにより効率的な仕組みを作っていくことが求められると考える。引き続き市場や標準化の動向を注視しながら、産官の協力のもとで国際市場における我が国のプレゼンスを維持・向上していくことが重要である。