

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：

超低消費電力光ルーティングネットワーク構成技術

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点)：

研究代表者

佐藤 健一(名古屋大学大学院工学研究科 教授)

主たる共同研究者

高橋 浩(日本電信電話(株)NTT フォトニクス研究所複合光デバイス研究部 研究グループリーダー)

大森 保治(NTTエレクトロニクス(株)フォトニクス事業本部 技師長)

3. 研究実施概要

本研究課題では、HAN / LAN から WAN までのネットワーク全体をあたかも一つのサーキットボードととらえ、光のパッシブデバイスによるルーティングを用いるフォトニックネットワーク技術における各種の通信方式(光ストリーム、光バースト等)が有する超低消費電力化のポテンシャルを最大限に活かしたネットワークアーキテクチャと設計概念を明らかにすることを目的とした。

ネットワークのスループット拡大の観点から、複数波長を一括して制御する波長群パスを利用するネットワーク、およびその要素技術として波長群クロスコネク、波長群合分波器の基盤技術を確立した。WAN への適合性の高い接続リングネットワークの設計法とノード構成を開発し、波長群の導入による波長パスのブロッキング確率の性能評価を行い、僅か(〜7.6%)なスループットの低下を許容することで、スイッチ規模を 70%程度縮小できることを明らかにした。さらに、波長群クロスコネクノードのキー部品(波長群合分波器、マトリクススイッチ、波長合分波器など)を試作するとともに波長群クロスコネクノードプロトタイプ装置を作製し、その性能を総合的に評価した。また、横須賀地区での現場実験で、映像・データの伝送に関して所期の性能実現を確認した。

数 10km 程度の伝送距離をターゲットとした近距離ネットワークに向けた波長ルーティングシステムについて、光スイッチを極限まで排除するため、波長パス設定の柔軟性を増すための手法を 3 種類開発し、広範囲な領域への適用が可能であることを示した。更に、波長ルータ部分で用いられるアレイ導波路回折格子の設計を工夫して 2 つ以上のネットワークを相互接続して拡張する手法を提案し、その動作検証に成功した。

上記の各種通信システムの実現のための光専用デバイスを石英系 PLC (Planar Lightwave Circuit) 技術を駆使して 25 種類実現した。適用デバイスの中で唯一電力を消費する石英系 PLC 光スイッチでは、構造や材質の見直しで従来の 1/8 の低消費電力化を達成した。基盤技術開発では、低損失な石英系導波路と電気光学効果を利用するニオブ酸リチウム(LiNbO₃)導波路の組み合わせにより、PLC 光スイッチの消費電力を 1/100 以下(駆動回路を含む)に低減した。

以上の検討を基に、コアネットワーク部におけるノードシステムとして、従来の電気ルータによる構成と比較して 1/100〜1/10 の低消費電力化の見通しを得た。ここで前者は広範囲に Optical FCS (Fast Circuit Switching)/バーストが導入された場合(終端トラフィックの 80%程度)、後者は終端トラフィックがパケット主体の場合である。また、数 10km 程度をターゲットとしたメトロ/LAN における波長ルーティングシステムにおいては、電力消費の大半を占める電気ルータ装置を、電力を消費しないパッシブな波長ルーティングデバイスに置き換える効果によって、従来のシステムと比較して 1/20 以下の低消費電力化を達成した。更に、光デバイスのレベルからは新しい構造と材料の適用を進め、従来に比べ 1/100 以下の低消費電力化を達成した。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果(論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況等を含む)

本研究課題は、光ルーティングネットワークの基盤技術を確立して現実的適用可能性を世界に発信し、将来への確実な見通しを示しており、また当初計画にはなかった低消費電力化の数値目標も導入してそれらを堅実に達成しており、十分な成果が得られたと評価できる。

平成 21 年度末には世界で初めて「低消費電力多階層光クロスコネクトノード」プロトタイプ試作に成功し、敷設ファイバを使用した現場実験を行い良好な特性を得た。その結果は報道発表するとともに、この分野で最も権威あるとされる国際会議 OFC/NFOEC2010 にポストデッドラインペーパーとして採択され、さらに IEEE Journal of Lightwave Technology への招待論文として掲載された。これらの進展は当初の想定を上回るもので、提案技術の完成度が当初の想定より高まったものとして評価できる。

知財の出願は国内 16 件、海外 2 件で量的には多い。国内の出願件数に比べて海外件数が少ないことはやや懸念される点であるが、本研究課題は企業との共同研究であり、参加企業における事業化を考えると知的財産権の取得は重要であり、出願件数が多いことは評価できる。

近年 Green IT の重要性が世界的に広く認識されてきたが、本研究課題はこの動向に先駆けて産学の密接な連携のもとで実施されたものであり、世界をリードする技術開発を数多く達成している。そのことは、国際会議／国際ワークショップでのプレナリー／キーノート講演 6 件を含め、国際会議／国際ワークショップでの招待講演数は 22 件に達し、この分野での世界のオピニオンリーダとして認められていることがよく示している。レイヤ3(ルータ)の技術では米国主導であったが、日本がこれまで国際的にも先導してきたフォトニックネットワーク技術を核として世界に対抗できる日本の光通信技術の次世代技術開発として高く評価できる。

研究チームは大学、キャリア、ベンダーのバランスが取れた体制であり、研究代表者のリーダーシップもよく発揮されてプロジェクトを成功に導いたと評価できる。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、戦略目標への貢献

ネットワーク・トラフィックの将来動向を見据えた堅実かつバランスの良い、世界的にも本流の研究開発であり、科学技術へのインパクトは極めて大きい。研究代表者も、研究者も注視する世界のオピニオンリーダとして認められている。世界的にも進んでいる日本の光通信技術の低消費エネルギー化を更に進め、長期的な方向性を打ち出せたことは大きな意義があり、今後の情報通信技術のバックボーンを支える技術として期待できる。革新的な光スイッチを構成したという技術的インパクトも大きい。

実用に最も近い光ネットワーク方式が提示されたという意味で、将来のネットワークへの適用が期待できる現実的なアプローチであり、今後トラフィックの増大に合わせて残った技術課題も順次検討され、今後、成果の更なる展開が期待できる。

幅広い大学、企業(メーカとキャリア)のメンバーの中に大きな技術集積を進めることに貢献し、ニーズとともに次世代の ICT 社会を支える研究のベースとなると考えられ、戦略目標への貢献は大きく、社会的なインパクトも大きいと評価できる。

4-3. 総合的評価

本研究は、日本が先導的役割を果たして来た光通信ネットワークの分野で将来のトラフィック動向を見据え、世界でも本流と見なされるアプローチで実用に最も近い光ネットワーク方式を示し、世界をリードする成果を達成しており、今後の通信インフラの技術開発の新しい方向を示したものとして高く評価できる。

大学、キャリア、ベンダーのバランスが取れた研究体制で人材を結集し、研究代表者が優れたリーダーシップを発揮してプロジェクトをまとめたことが当初の想定を上回る成果を達成したと言える。

ネットワーク・トラフィックが増大する中で、達成された成果の技術的、社会的インパクトも大きく、実用化に向けて更なる展開が期待されるので、今後、具体的にどのようなステップを踏んで技術開発を発展させていこうとするのかを明らかにすることが望まれる。