

事後評価報告書

1. 研究課題名：高サバイバル・高信頼フォトニック パケットスイッチ

2. 研究代表者名：

2-1. 日本側研究代表者：

堀口 進（東北大学大学院情報科学研究科教授）

2-2. 米国側研究代表者：

H. Jonathan Chao（ポリテクニク大学電子・コンピューター工学部学部長・教授）

総合評価： 優

3. 研究交流実施内容及び成果：

<日本側研究>

本研究交流では、高速光ネットワーク上の通信状態をブロックせずに多数の接続要求を実現するノンブロック・光スイッチ構成方式、クロストークの無い大規模光スイッチや高サバイバルネットワークを中心に行ってきた。まず、超高速光ネットワークにおける入出力数の半分までを自由に接続切り替えが可能である新しいワイドセンス・ノンブロックである再帰構造型光スイッチ方式を考案し、大規模スイッチ構成に有望であることを明らかにした。超高速スイッチ切り替えが可能な光直接結合(DC)は、スイッチ部において信号のクロストークが起これば大規模ネットワークスイッチで問題になる。そこで、クロストークを無くした多段結合網型スイッチを考案し、問題にならないクロストークでは3次元スタック構造多段結合網スイッチが実装上非常に有効であることを示した。また、サイバーアタックによるノード飽和、スイッチ故障、光ファイバ切断などに対して高サバイバルで故障自動回復が可能なアクティブレストレーションを考案し、理論解析とともに詳細なシミュレーション実験によりその有用性を示した。

<米国側研究>

米国側のポリテクニク大学は、高信頼な光スイッチやルータに着目し、パケットがスイッチに集中した場合も負荷分散メカニズムが可能な負荷分散型スイッチを中心として研究を推進した。特に、入力スイッチ部、VOQs(Virtual Output Queues)と出力スイッチ部から構成される負荷分散型スイッチルータに、入力と出力側にVOQsを装荷したバイトフォークル負荷分散スイッチルータを考案し、入力と出力での一層の負荷分散が可能な方式を考案し、その有効性を実証した。また、ニューヨークのストーニブロック大学では、パケットスイッチ方式としてVOQsのスケジュールに着目し、大容量パケットの負荷分散が可能なスケジュール方式を開発しFPGAを用いて試作構築した。更に、大規模スイッチ構成方式をclosネットワークにより実現で出来ることを示した。

<研究交流による共同研究成果>

特に高信頼光スイッチルータについて日米共同研究テーマとして取り上げ、国際共同研究を行った。米国側のバイトフォークル負荷分散スイッチルータ方式を拡張した

CBX-1(Central Buffer one-Crosspoint)スイッチを両チームで考案し、詳細な性能解析により有効性を示した。これらの研究成果は共著として国際会議で発表している。また、米国側の負荷分散型clos ネットワークに着目し、日本側では超高速高信頼スイッチとしてClos & DC やClos & AWG などのフォトニックスイッチ構成方式を考案し有用性を明らかにするなどの相乗効果による研究成果を生み出した。

< 研究交流による国際会議開催 >

研究交流は、相手国側への相互訪問により研究討論や共同研究を行うだけでなく、研究を開始した年度である2006 年から毎年3 月に、東北大学にて「高性能・高サバイバルなルータおよびネットワークに関する国際ワークショップ」(International Workshop on High Performance and High Survivable Router and Networks)を3 回開催した。また、相手国側(ポリテクニック大学)では2007 年5 月にInternational Workshop on High Performance Switching and Routing (HPSR 2007)を開催した。特に、最終年度の2008 年3 月の第3 回国際ワークショップでは、基調講演2 件、招待講演1 件、一般講演23 件が6 セッションで2 日間に渡り行われ、世界7カ国の研究者の研究成果と本研究成果が発表され、熱心が議論と討論が行われ、本研究の実績だけでなく波及効果の高いことが示された。

現在、国際通信の分野ではグローバル化が進み、各国では超高速ネットワークのインフラ整備に精力的に取り組んでいる。様々な高速通信ネットワーク技術が提案されているが、光波長多重伝送方式(WDM)は各先進国で敷設されたファイバを有効に使用できる方式である。また、WEB、ストリーミング動画配信やユビキタス情報通信などの普及により、刻一刻と増大する膨大な通信要求のため電子的スイッチによるパケット処理の限界が見えてきており、次世代高速オプティカル・ネットワークの実現が望まれている。

本研究では、次世代光ネットワークが必要とする安全・安心な高サバイバルで高信頼フォトニックスイッチ構築法を中心に研究交流行い、CBX-1 負荷分散スイッチルータの共同研究成果を生むなどの成果を上げている。

今後、これらの高サバイバルで高信頼な大規模光スイッチが開発されれば、稠密波長分割多重伝送方式DWDM や光バースト信号通信OBS の実用化加速され、従来の電子式パケット通信から光パケット通信による次世代超高速光ネットワークが構築研究に対しての重要性が高まり研究進展が期待できる。更に、近未来の超高速・広帯域ネットワークの基盤技術の1つとして他の構築技術の実用化を活発化し、わが国の情報通信技術を飛躍的に向上させ国際競争力を勝ち取ることができる。

4. 事後評価結果

4-1. 総合評価

次世代オプティカル・ネットワークの実現が望まれている中で、高信頼光スイッチルータ等をテーマとして、3年間で十分な成果を挙げている。2006年3月から3回にわたり、「高性能・高サバイバルなルータおよびネットワークに関する国際ワークショップ」を開催するなど、精力的に研究交流活動を続けた。しかし、ペアを組んだ米国研究者との交流は十分であったとは言い難い。

4-2. 研究交流の有効性

新しい知の創造に関しては、次世代光ネットワークが必要とする安全・安心な高サバイバルで高信頼なフォトニックスイッチ構築法を中心に研究・交流を行い、CBX-1 負荷分散スイッチルータについて共同研究成果を生み出している。国際誌に 18 編に上る論文を発表している。

人材の育成に関しては、多数の論文を発表しているが、その多くは東北大の成果であり、広い意味で人材が育成されたとは言い難い。

研究交流の今後に関しては、代表者らは平成 21 年 3 月には、第 4 回「高性能・高サバイバルなルータおよびネットワークに関する国際ワークショップ」を開催する予定であり、こうした機会を活用して、今後の研究交流とそれを通じた若手研究者の育成を精力的に進めて頂きたい。

4-3. 当初目標の達成度

研究交流実施体制は適切に作られ、交流（相互派遣、ワークショップ開催など）は計画通りに行われた。