

公益財団法人 セコム科学技術振興財団  
研究成果報告書

研究課題名

光信号の符号化・暗号化／復号化技術と高セキュリティ・低消費電力な光通信の実現

Encoding/scrambling and decoding of optical signals, and realization of high-security and  
low-power-consumption optical communication

研究期間

平成25年 4月 ～ 平成29年 3月

報告年月

平成29年 6月

研究代表者

立命館大学 理工学部 電気電子工学科 教授

瀧口 浩一

Professor, Department of Electrical and Electronic Engineering, College of Science and Engineering,  
Ritsumeikan University  
Koichi Takiguchi

## 概 要

高速光通信信号を光領域で直接、符号化・暗号化／復号化でき、かつ実用を見通せる新規技術（光論理処理技術）を考案し、光論理処理を実行できる低消費電力な光デバイスの研究を行うことは重要である。光論理処理技術の光通信システムへの適用可能性を検証することによって、高セキュリティ、低消費電力な光通信システム、および安全安心な社会の将来の実現に貢献することを目的とした。

具体的な研究内容は以下の通りである。

準備研究段階では、符号化・暗号化／復号化技術を実行するために考案した、数種類の光排他的論理和（Exclusive OR: XOR）回路に関して、総合的な特性の比較をシミュレーション・予備実験によって行った。その結果、動作安定性、構成の簡便さなどを考慮して、「バランス受光器+マッハツェンダ干渉計型強度変調器構成」を採用した。本構成を用いて、本格研究段階も含めその後の検討を進めた。また、光 XOR 回路の高速化 [40 Gbit/s On-off Keying (OOK) 信号対応] も実現した。

本格研究段階ではまず、準備研究段階で実現した光 XOR 回路の基本特性の詳細な評価、および各種擬似ランダム系列に対する光 XOR 回路の動作特性の計算、実験による評価を行った。次に、光論理処理技術の秘匿性を向上させるための符号の検討、光論理処理技術の応用分野に関する検討を行った。最後に、光 XOR 回路の集積化を検討した。

以下に本格研究の内容をまとめる。

- ・ 40 Gbit/s OOK 信号用のビット誤り率（Bit Error Rate: BER）評価系を構築し、光 XOR 回路の定量的な動作評価を行った。
- ・ 信号の符号化・暗号化／復号化に用いる各種擬似ランダム系列の性質を詳細に調べた。
- ・ 上記で性質を調べた各種擬似ランダム系列を、実際に光 XOR 回路に入力し、回路の動作特性を測定した（サブシステム実験）。
- ・ 光論理処理技術の秘匿性向上に向けて、時間的に変化する符号の提案、およびその特性の評価を行った。
- ・ 光論理処理技術を、光信号誤り訂正など、同様にセキュリティ向上に貢献可能で、低消費電力な新規技術の実現に応用する検討を行った。
- ・ 集積化を活用した光論理処理回路の一層の動作安定化・小型化・低消費電力化に向けた検討を行った。具体的には、使用可能な技術で集積光 XOR 回路の試作を行った。しかしながら、作製した集積光 XOR 回路は動作しなかった。

また、本格研究段階では、研究の進展に向け、適宜、光通信システム分野の専門家と研究内容について議論し、有益なアドバイスを得た。

以上、光電子融合技術を用いて将来の実用が見通せる高速光 XOR 回路を実現し、その特性を詳細に評価することには成功した。しかしながら、光論理技術の応用に関する検討は十分には行えず、また最終年度の重要な目標であった、集積型光 XOR 回路の実現も達成できなかった。ただし、今後の応用分野の開拓、集積型光 XOR 回路の実現に向け、課題が明らかになり、有用な知見を得ることができたといえる。