

3.2.1 光ネットワーク研究所 光通信基盤研究室

室長 山本直克 ほか9名

先端的で高度な光通信基盤技術の創出とその社会展開

【概要】

光通信基盤研究室では、大容量でフレキシブルな光通信ネットワークを実現するための「大容量・フレキシブル光通信基盤技術」と、光と高周波等のあらゆる周波数の電磁波を用いたシームレスなブロードバンド接続を実現するための「シームレス光無線通信基盤技術」に関する研究開発を行っている。特に、①大容量通信を実現するための高速・高精度光変復調技術、②中・短距離のフレキシブルな通信ネットワークを実現するための新光周波数資源開拓、③100 GHz 近い高周波に対応可能な超高速光デバイス・実装技術を中心に研究開発を推進している。日本の光ネットワーク技術の永続的な発展と、世界最高水準の研究成果創出を目指し、研究所内での研究者連携はもちろん、国内外の多数の大学や研究機関、企業等との共同研究も積極的に推進している。このような産学官連携の研究体制のもと、研修員受け入れ等による ICT 技術に関連した人材育成への貢献や、研究成果の技術移転や国際標準化などによる成果の社会実装にも注力している。

【平成 27 年度の成果】

(1) 大容量・フレキシブル光通信基盤技術に関する研究

光ファイバの伝搬ロスが小さいという理由から、既存の光ネットワークでは主に C-バンド（波長 1,550 nm 帯）の近赤外波長帯の光が広く用いられている。NICT では、光の周波数帯域を「資源」としてとらえ、新たな光周波数資源の開拓を推進しており、このことは情報通信の更なる大容量化はもちろんのこと、豊富な周波数帯域を活用したフレキシビリティの高いネットワーク構成が期待される。特に、Thousand バンド (T-バンド、波長 1,000-1,260 nm) と O バンド (波長 1,260-1,340 nm) に潜在する 70 THz を超える非常に広い光周波数資源を開拓することで、大量の光チャンネル数の確保につながる。

平成 27 年度は、NICT 独自の結晶成長手法を用いた高品質量子ドット形成技術を高度化し、産官連携のもと半導体製造メーカーに NICT 技術を移転することで、図 1 右側のグラフに示すように T 及び O バンドのほぼ全域（波長 1,000-1,300 nm）をカバーする光ゲインデバイス（図 1 左側の写真）の開発に成功した。光ゲインデバイスはレーザ光源や光増幅器等の応用につながる基本デバイスであり、広帯域量子ドット波長可変光源等の社会実装に向けた製品化に貢献した。さらに、世界に先駆けて T 及び O バンドを含む広帯域信号に対応したコヒーレント伝送サブシステムや、T バンド量子ドット半導体光増幅器を平行に接続し、Tbps 級信号に対応可能な超広帯域光スイッチングデバイスの要素技術確立にも成功した。

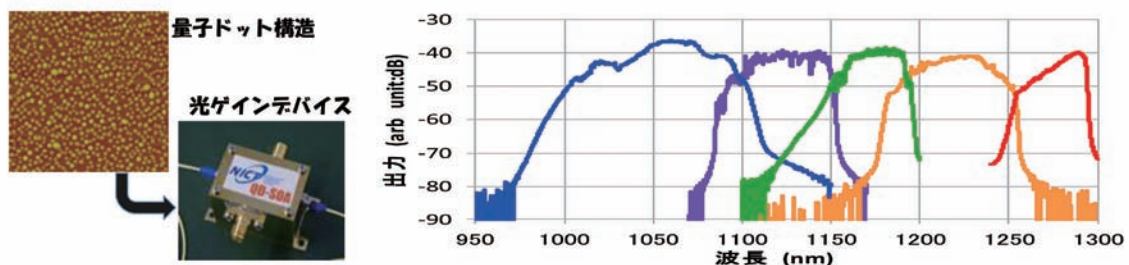


図 1 量子ドット光ゲインデバイス (左) と T 及び O バンド全域をカバーする超広帯域光ゲインチップの動作帯域特性 (右)

また、NICT では次世代の高速・大容量光通信の実現に向けて、システム全体の周波数特性を改善するための等価技術と高度な変復調技術に関する研究も推進し、伝送システム等を伝搬するデータ信号の品質補償として、光と電気をハイブリッドさせた周波数等価技術の研究を実施している。従来は、電気デジタル回路等で信号品質の補償を行う技術が広く使われているが、高速・高周波に対応するためには膨大な

回路規模において複雑かつ極微細な回路設計・製造が必要となるなど、その発展のボトルネックが懸念される。

等化技術の研究では、光スペクトル段において光の高周波成分を実質的に持ち上げる作用を施すことで、光信号を光領域のままあらかじめ信号品質補償を行う手法により電気信号処理の負荷を低減させる光・電気ハイブリッド等価技術を開発した。その結果、超高速な通信速度のデータ処理にも利用可能になり、56 Gbaud、16 値多値変調信号での動作実証に成功し、多値・偏波等の多重化技術を基にした1波長あたり 400 Gbps 超級のための光変調高度化基盤技術の確立を達成した。

また、高速変調デバイスの研究開発では、NICT 内及び産官での研究連携を推進し、従来技術では困難であった 100 GHz 級の変調速度に対応可能な新材料光変調デバイスとして図2に示すような有機材料を用いた超高速光変調デバイスの開発に成功した。

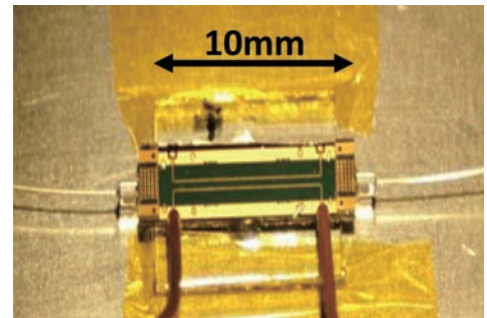


図2 新材料による超高速光変調デバイス

3

活動状況

(2) シームレス光無線通信基盤技術に関する研究

光と高周波を高度に両用することは、将来の有線と無線のネットワークをシームレスに繋ぐことを可能とする。そのため、光と高周波を融合する通信基盤技術の確立は重要な研究課題となる。NICTでは、光と高周波を融合するためのデバイス・システム基盤技術の研究開発を推進している。

特にデバイス基盤技術では、単一走行キャリア構造による光検出技術を新たに提案し、動作帯域 90 GHz を超える光・ミリ波変換デバイスの開発に成功した。光通信基盤研究室が世界をリードして進めてきたこの光・高周波融合デバイス技術、高消光比光変調器による2トーン光信号発生技術及びファイバ無線 (Radio over fiber; RoF) で線状に延びる範囲をカバーするリニアセル技術を利用し、産官連携のもと図3に示す空港の滑走路路面を監視するレーダシステムを開発した。

さらに、総務省・電波資源拡大のための研究開発の1つのプロジェクトとして、平成27年度末に成田空港にて90 GHz 帯リニアセルによる高精度イメージング技術実証試験を実施した。この空港実証試験では計4機のレーダヘッドを、滑走路より200～400 m程度の地点に設置した支柱(高さ約6 m程度)に固定・配置し、滑走路上の異物を検知する実運用システムに近い構成で実証実験を行った。着陸帯付近の監視面積およそ800 m×60 mの全領域を4秒ごとにスキャンし、検知された物体の位置情報を管制側装置に表示するシステムである。この空港滑走路監視レーダで用いられた光と高周波を融合する技術は、高速鉄道用無線システム等のモバイル向け応用や海外展開を視野に入れた応用展開を検討し、これらの成果を基にASTAP (Asia Pacific Telecommunity Standardization Program) において国際標準化活動に貢献している。今後、本システムのフィールド実験等を積み重ね、基礎実験データの蓄積や耐久性・耐環境性向上等、NICT 技術の高度化と社会実装に向けた取組を継続する。

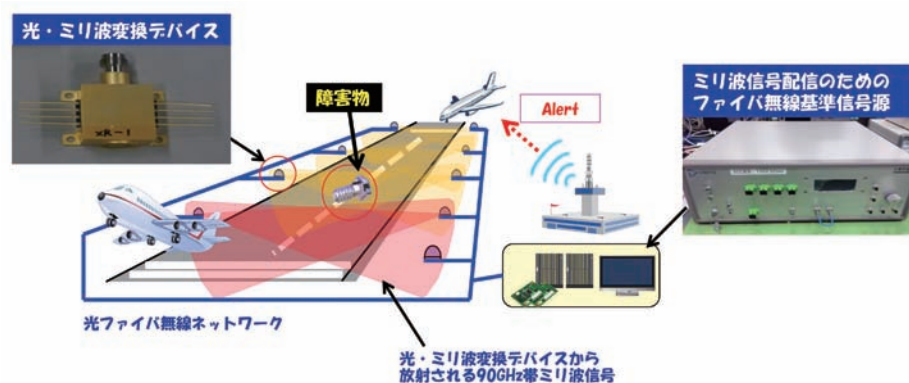


図3 光と高周波を融合する基盤技術による空港滑走路監視レーダシステムへの応用例