

3.2.1 光ネットワーク研究所 光通信基盤研究室

室長 川西哲也 ほか 10 名

世界トップの技術で新しいネットワークをささえる

【概要】

光通信基盤研究室では通信ネットワークの性能、機能をさらに向上させるための「高速光通信基盤技術」と、あらゆる環境でのブロードバンド接続と環境への影響の最小化の両立を目指す「ユニバーサル光通信基盤技術」に関する研究開発を行っている。これらを光ネットワークの持続的発展を確立するための重要な要素技術として位置づけ、上位レイヤ技術の開発を担当する光ネットワーク研究所内の各研究室および NICT 内外の研究者とも連携を図っている。世界最高水準の研究成果を目指し、研究成果の技術移転や国際標準化などによりその成果の社会への還元に注力している。国内外の大学との共同研究も積極的に推進しており、ICT 技術のみならず人材育成にも貢献している。

(1) 高速光通信基盤技術に関する研究

伝送メディアの持つ能力を極限まで活用した高速伝送の実現を目標としている。通信システムにおいて、これまでもこれからも第一に求められるのは効率的で高速の情報伝送であることは論を俟たない。高度な伝送方式により光ファイバ（従来型シングルモードファイバ）1本あたり 100Tbps クラスの報告があり、1本のファイバが持つコア数やモード数を増やすことによりさらなる性能向上を実現する研究も盛んになっている。光通信基盤研究室では、これらの最新成果と連携を図りつつ、1コアあたりの伝送能力、処理能力の極限性能を目指した研究開発を行っている。

(2) ユニバーサル光通信基盤技術に関する研究

あらゆる環境で利用可能で、地球環境に優しい ICT を目指した要素技術開発を行っている。データ伝送能力向上により在宅勤務、TV 会議がより使いやすいものとなり ICT による環境負荷の低減が期待されるが、ICT をささえるハードウェア自体も地球環境をめぐる存在であり、ネットワークが与える環境へのインパクトの低減も重要である。光通信基盤研究室では多様な ICT ハードウェア要素技術の研究を進め、デバイス・材料の適材適所実現を目指している。高度な情報端末を常に持ち歩くことがあたりまえになりつつある現代社会では、どのような環境においてもブロードバンド接続が可能であることが社会インフラとして求められている。光通信基盤研究室では、それぞれ発展してきた電波による無線通信技術と、光による有線通信技術を融合し、様々な環境で高速通信を実現するための技術開発を行っている。また、光と電波の特性を組み合わせ合わせたファイバ無線技術による通信システムに関する研究を行っている。これまで高速性の追求を目指して研究が進められてきた光ファイバ通信と利便性から急激に普及が進む無線通信のメリットを併せ持つ通信ネットワークの実現が将来の目標である。

【平成 25 年度の成果】

(1) 高速光通信基盤技術に関する研究

図 1 に示すように光チャンネルの数の増大とチャンネルあたりの伝送速度の向上の両立がトータルとしての信号伝送・処理速度の向上につながる。チャンネル数増大には新たな光周波数資源の拡大が有効であるが、これを実現するためには新規帯域に対応した光信号発生、増幅技術の開発が不可欠である。一方、チャンネルあたりの伝送速度向上には電気信号を光信号に変換する送信側の光変調技術と、光信号を電気信号に変換する受信側の光復調技術の開発が重要である。変復調技術に関して、光信号処理と電気信号処理の融合による超広帯域周波数特性等価技術に関する研究を実施し、これによる高速変調信号発生の原理実証実験を行った。図 2 は変調信号のスペクトルである。縦軸は信号成分の強度、横軸は信号成分の周波数である。横軸の中心から離れるほど高速で変化する成分を含むことを示している。従来技術（黒線）に対して周波数特性等価（赤線）を用いると高速信号の発生が可能

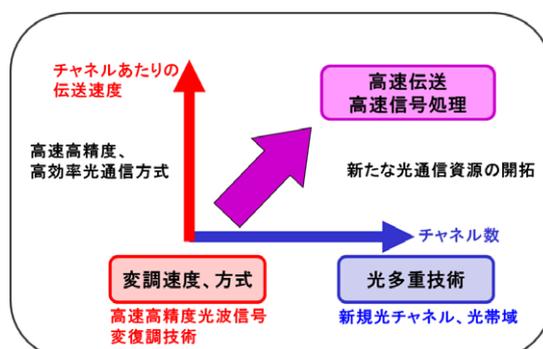


図 1 高速伝送実現のための 2 つの要素技術

図 2 は変調信号のスペクトルである。縦軸は信号成分の強度、横軸は信号成分の周波数である。横軸の中心から離れるほど高速で変化する成分を含むことを示している。従来技術（黒線）に対して周波数特性等価（赤線）を用いると高速信号の発生が可能

となることわかる。これにより、100Gbaud の高速変調の実現可能性を確認することができた。

量子ドットによる広帯域光源技術と、高度な光変復調技術に関する研究開発を継続的に実施しており、世界最高水準の研究成果を輩出している。図3は世界最高密度量子ドット構造の例である。300層にわたる高密度量子ドットの作成に成功している。量子ドット技術により様々な光周波数に対応した光発生、光増幅が可能となる。新規帯域による高速伝送に関しては、Tバンド(1ミクロン帯)と既存のOバンド、Cバンドの同時伝送技術の開発を進めている。今年度は量子ドットを用いた光検出器の開発に注力し、40GHz以上のミリ波帯にいたる広い帯域で高い変換効率を得られることや、光から発生した電子を増倍させるために有効ななだれ増幅(アバランシェ効果)が簡単な構造で得られることを明らかにした(図4)。

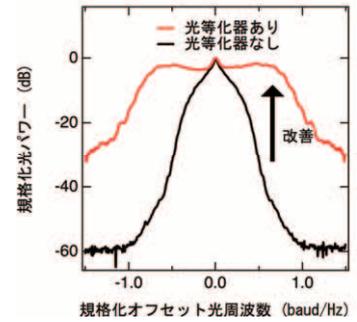


図2 高速変調信号スペクトル
(黒線：従来技術、
赤線：周波数等価適用)

(2) ユニバーサル光通信基盤に関する研究

光ファイバ通信と無線通信のメリットを併せ持つ通信システムとして有無線両用通信システムに関する研究を引き続き実施した。災害復旧フェーズや大型イベントでの集中的な通信需要への対応や海外展開を視野に入れたルーラル地域での通信環境改善への応用展開を検討し、これらの成果が標準化文書 APT (Asia Pacific Telecommunity) レポートに反映された。また、有無線両用通信に不可欠な光受信器の高精度特性測定技術に関しても研究開発および技術移転を継続的に実施し、IEC (International Electrotechnical Commission) における国際標準化活動に貢献した。光と電波の融合技術の応用として、空港や鉄道などの重要インフラの安全性を向上させるためのミリ波帯レーダー技術の開発を公的研究機関などと共同で実施した。ファイバで無線信号を伝えるファイバ無線で多数の小型のレーダーにミリ波信号を分配し、ミリ波による高精度レーダーを実現しようとするものである。図5は滑走路上の異物監視への応用例である。NICTはファイバ無線に関連する要素技術の開発を担当しており、光通信向けに開発された高精度光変調技術の適用によりレーダー用の信号として数マイクロ秒で数GHz以上の広帯域にわたりミリ波信号の周波数を変化させる技術を実現した。

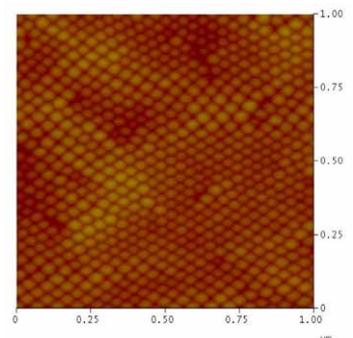


図3 世界最高密度量子ドット



図4 高速光検出器

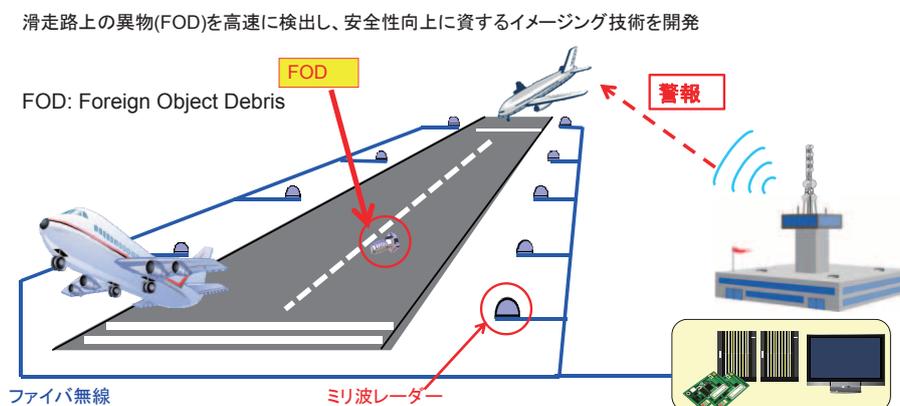


図5 光技術と電波技術の融合によるレーダー技術の滑走路監視への応用例