

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11名

世界トップクラスの先端基盤技術研究を推進、更に社会実装へ

【概要】

光通信基盤研究室では通信ネットワークの性能・機能を更に向上させるための「大容量・フレキシブル光通信基盤技術」と、あらゆる環境下で光・無線を問わずシームレスに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高速・高精度光変復調技術、②新たな光周波数資源開拓、③超高速光デバイス・実装技術を室の柱として研究開発を推進している。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及び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実装にも注力している。国内外の多数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。

【平成26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

次世代高速光通信の実現へ向け、高度な光変復調技術とその高速性をアシストするための周波数特性等価技術に関する研究開発を行っている。高速な変復調を効率的に行うには光ハードウェアや伝送路等の周波数特性を補償することが有効である。従来技術として、電気技術・デジタル信号処理技術による信号劣化補償は実現されつつあるものの、高度な補償を行うには信号処理の回路規模が大きくなることが懸念される。そこで、光信号をそのまま光領域信号処理によって予め補償を行い、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、その原理実証を行った。図1は40 Gbaud、単一偏波で80 Gbps相当の高速信号を光変調ハードウェアに入力した場合の、光補償前後における4値位相遷移変調信号のコンスタレーション図である。信号点が小さく、その間隔が広くなることで、信号誤りが小さいことを示している。補償前では信号点が広がり隣接する信号点への漏れ出しが見取れ、その結果、信号の判定誤りが発生していることが分かる。一方、光補償技術を用いると信号点間隔が広く、かつ、信号点分散も小さくなっており、信号品質が改善していることが分かる。これにより、高速な信号においても本技術と光多重技術を組み合わせることで200 Gbps級高速信号伝送の実現可能性を確認した。

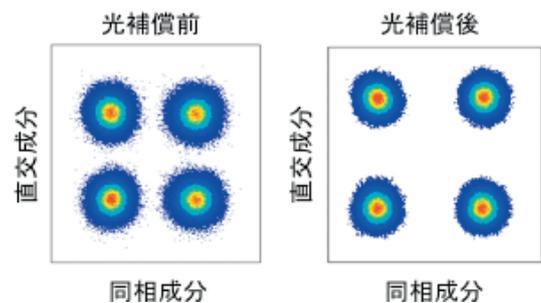


図1 光補償前後の4値位相遷移変調信号コンスタレーション図

新光周波数帯域を「資源」としてとらえ、新しい光周波数資源を開拓することは将来の光情報通信の高度化、大容量化、そしてフレキシビリティの向上に重要である。特に、Thousandバンド(Tバンド、波長1.0-1.26 μm)とOバンド(波長1.26-1.34 μm)に潜在する70 THzを超える非常に広い光周波数資源を新

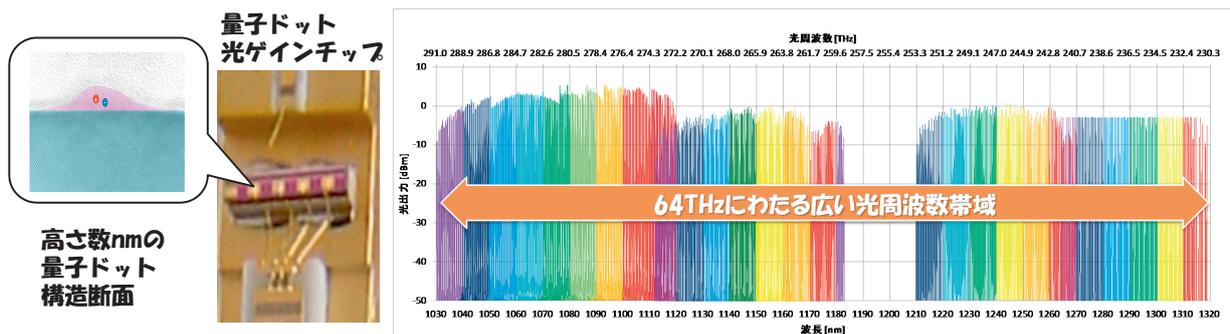


図2 量子ドット光ゲインチップ(左)と波長可変量子ドットレーザの特性(右)

たに開拓することで、将来の光ネットワークのチャンネル数の大幅な増大に寄与できると期待している。本年度は、NICTで独自に開発した半導体ナノ構造制御技術であるサブナノ層間分離技術等を活用することで、世界最多級の面密度を有する量子ドットを形成し、さらに産官連携により図2に示すようにT及びOバンドを広くカバーする波長可変量子ドットレーザの開発に成功した。この結果より、T及びOバンド帯域300nmにわたる量子ドット波長可変光源の社会実装に向けた製品化に目処をつけることができた。また、世界に先駆けT、Oバンドの光コヒーレント伝送技術を開発し、広大な光周波数帯域を高い光周波数利用効率で利用できる基盤技術の確立に貢献した。

(2) シームレス光無線通信基盤技術に関する研究

データ容量拡大のため波長多重や多値変調、空間分割多重技術は有効であるが、将来の光通信を見据えた場合には、通信容量拡大のためには、電気信号を光信号へ変換する速度であるボーレート自体の超高速化が必須である。また送受信端における高密度光集積回路を想定した場合、電源回路などの外部回路を除外したシンプルな回路構成が望ましい。低キャリア濃度コレクター層による単一走行キャリア構造を新たに提案し、その技術を用いて図3に示すようなバイアス回路を必要としないシンプルな「無バイアス光検出器」を開発し、それによる帯域90GHzの超高速動作に、世界に先駆け成功した。また空港滑走路におけるリアルタイム落下物監視を目指した90GHz帯空港監視レーダへの適用を目指したミリ波発生光検出技術の開発を行った。

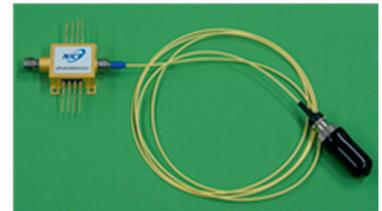


図3 無バイアス光検出器

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として、高消光比光変調器による強度の等しい2トーン光信号発生を用いた光受信器の周波数特性評価方法を開発した。この技術を民間企業に技術移転し、周波数応答解析装置として製品化を開始し、さらに国際電気標準会議(IEC)における国際標準化活動では、最終国際規格案となることが合意された。

高速な光通信と設置・接続容易性を有する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。光と電波の融合技術としてミリ波信号へマイクロ波無線信号を重畳させ、光ファイバとミリ波無線により所望の地点へマイクロ波信号を送り届けるRadio on radio技術を開発し、90GHz帯ミリ波信号へのLTEモバイル信号重畳伝送の実証実験を行っている。また、本技術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、これらの成果を元にASTAP(Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program)において国際標準化活動に貢献した。光と電波の融合技術の応用展開の1つとして、公的研究機関などとともに高速鉄道向けの大容量通信技術の研究開発を実施した。ファイバ無線技術による大容量ミリ波信号伝送技術と、高速で移動する車両を追尾する動的な光ネットワーク切替技術を組み合わせることで高いスループットを有する通信技術を実現しようとするものである。図4は鉄道へ向けた高速通信技術の応用例であり、NICTはファイバ無線及びファイバ無線ネットワークの要素・サブシステム技術を担当し、高速光通信向けに開発された光変調技術及び超高速光検出器等のデバイス・実装技術の適用による実現を目指しており、本年度は特に大容量ミリ波信号を発生させる技術を開発した。

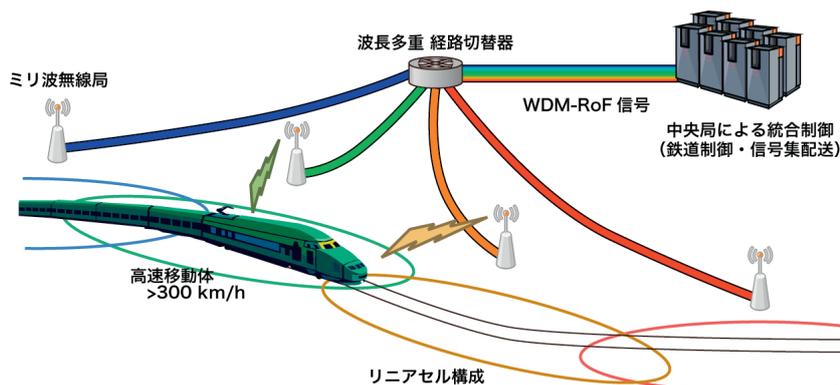


図4 ミリ波帯ファイバ無線による高速鉄道向け大容量通信への応用例