世界をリードするミリ波無線デバイス技術が
世界最先端のワイヤレスブロードバンド環境を築く

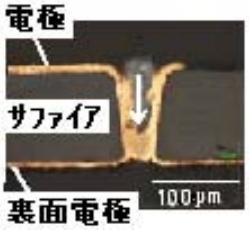
研究成果のポイント

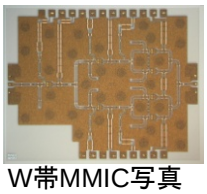
電波資源の拡大のために、電波利用の進んでいない周波数帯（高マイクロ波帯、ミリ波帯等）において容易に無線システムの利用を可能とするための基盤的技術を確立するためにミリ波無線デバイス技術研究を行い、世界に先行する研究成果を得た。

近年、ミリ波帯の高出力デバイスとして窒化ガリウム（GaN）系デバイスの研究開発が世界的に活発化している。このGaN系集積回路（MMIC）の研究では、①高出力高利得化のために開発したサファイア基盤上のビアホール技術を基に24-40GHz帯のMMIC技術開発に成功、②70-90GHz帯MMIC技術では、76GHz帯で25.5dBの最高利得、350mWの最大出力を達成し、世界最高水準の研究成果を上げた。また、③インジウム・リン（InP）系MMIC技術でも、世界最高の極短パルス源技術を発展させ、70-100GHz帯の超広帯域無線送受信機を開発。さらに、④高周波用CMOS技術の領域においても世界最高レベルの研究成果を達成し、⑤既存のミリ波デバイス技術であるGaAs系デバイス技術においても実用化に向けた世界トップレベルの高性能化が達成されており、ミリ波無線システム実現のための基盤的技術の成果が達成された。

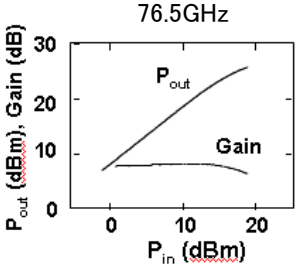
本研究は、電波資源拡大のための研究開発（総務省）による未利用周波数帯の研究開発課題に依る成果であり、パナソニック、富士通、三菱電機、日立、東京工業大学、情報通信研究機構等が中心となって実施した。

①サファイア基板上のビアホール技術を組み合わせたGaN系MMIC開発に成功



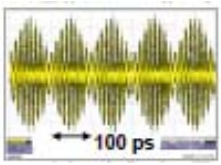


W帯MMIC写真
GaN系MMIC

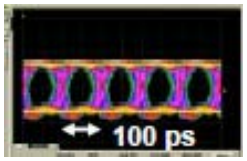


②W帯で世界最高出力レベル、P_{out}=350mW
76GHz帯LNAで25.5dBの最高利得を達成

③超10bps級ミリ波無線伝送システム技術
インパルス方式送受信機開発（世界初）
半値幅3.8 psのInP系MMIC極短パルス源



送信パルス信号



受信復調信号

期待される効果、今後の展開

本研究開発では、これまで利用の進んでいない、高マイクロ波、ミリ波帯の無線システムを実用化のために必要となる基盤的技術の領域で世界的な優位を確保する成果が得られた。

今後、未利用周波数帯の具体的なシステム技術開発、技術基準の策定、国際標準化の領域での展開において、国際的な技術的優位性を確保するための施策を継続しながら、世界最先端のワイヤレスブロードバンド環境の構築を推進する必要がある。未利用周波数帯技術は、今後2～3年から10年以内に大きく技術展開が進むものと予想され、我が国のICT立国に向けた基本計画における重要な柱となることが期待できる。

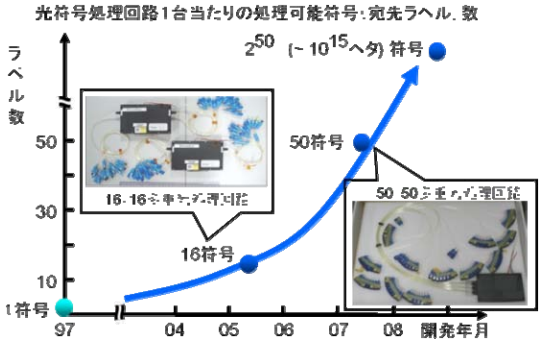
オール光ネットワーク実現のキーとなる超小型集積光スイッチ、光メモリなどで画期的成果

研究成果のポイント

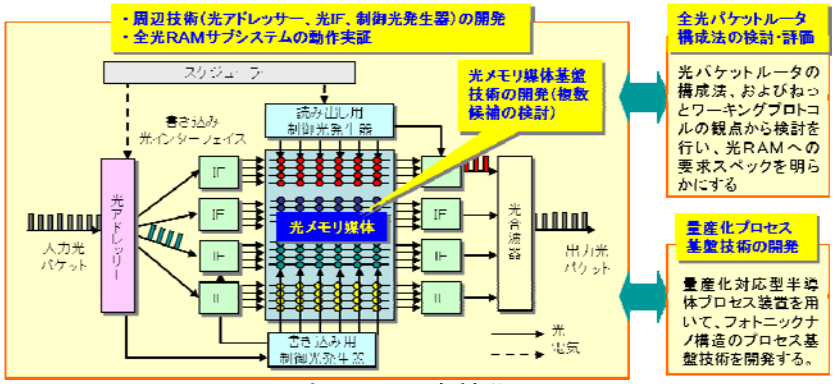
わが国の情報通信ネットワークを流れる情報量は急速に伸び続けており、より大容量かつ多様なニーズに応えつつ、環境負荷を最小限に抑えるため、情報伝送に全て光信号を用いるオール光ネットワークの研究開発を推進し、光スイッチ、光メモリ、光変調デバイスなどで画期的な成果を得た。

具体的には、集積型光スイッチ素子及びそれを組み込んだ小型光スイッチモジュールを世界で初めて開発し、高性能、高信頼光スイッチモジュールの実現性の実証に成功した。また、新たに開発した超高速光変調デバイスにより、毎秒107ギガビットで2000km伝送、及び、毎秒25.6テラビットで240km伝送の世界記録を樹立した。光パケットスイッチシステムの研究開発を推進し、1ビットあたりの消費電力を数百ピコW/bpsにまで低減することに成功した。光メモリにおいては、要素技術となる光ビットメモリ、光アドレッサ、全光シリアルーパラレル変換の基本動作の実証に成功した。

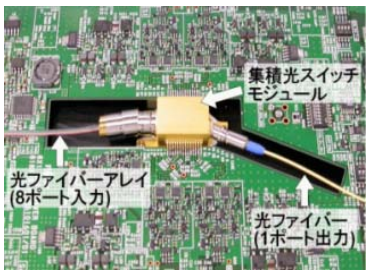
本研究は(独)情報通信研究機構を中心とした連携研究などにより実施されている。



光ラベル(あて先情報)を識別する光符号処理回路が処理できるラベル数が向上し、基幹網のノードへの導入を目指した大規模化を着実に達成。



光メモリ要素技術



超小型集積光スイッチモジュール

高速周波数変調器

期待される効果、今後の展開

本研究は、オール光信号処理の鍵となる基礎技術の研究開発を行うものであり、この成果により、将来のフォトニックネットワークにおいて、飛躍的に増加する情報量を滞りなく伝達し併せて環境負荷を抑制させることが期待できる。

今後は、更なる高速化と低消費電力化を目指し、スイッチング規模の拡大やサブシステムの動作実証を行う。

ネットワークベース多言語音声翻訳システムの開発及び翻訳精度の向上等

研究成果のポイント

多言語音声翻訳に関しては、 サーバ・クライアント型音声翻訳に適用可能な話者適応機能を開発するとともに、日英中の100万語規模の旅行会話に関する音声コーパスを含む対訳コーパスを収集・蓄積することにより、 音声翻訳サーバ、音声・対訳コーパスデータベース、音声翻訳端末等からなるネットワークベース多言語音声翻訳システムを開発した。また、コーパスの充実による翻訳精度の向上のため、対訳コーパスの収集を一般の人々の協力で実現するためのWEB2.0的手法及びWEB情報を利用したコーパス自動構築法を開発した。

このネットワークベース多言語音声翻訳システムについては、「場所や場面に応じて、それぞれの条件に合った辞書に切り替える機能」や「逆翻訳し、翻訳結果が正しいかどうかを確認できる機能」を開発、搭載しており、北京五輪時に実施した音声翻訳モニターによる実証実験において、モニターの75%が、今後、このようなシステムが実用化することを期待しているとの結果が得られている。

なお、音声を含まない機械翻訳については、複数の分野（特許、マニュアル、科学技術論文、旅行会話等）による対訳コーパスの収集を進め、旅行会話については、日本語、英語、中国語、ヨーロッパ・アジアの主要言語18言語間の18×17＝306通りの組み合わせにおいて、実用に耐えるレベルの翻訳精度を実現した。

また、多言語音声翻訳システムとあわせて、発話の意図、内容を示すタグを、構文構造を考慮した形式で付与することによる統計的対話制御方式を開発し、発話速度や視線情報に応じた発話を行う多言語音声対話システムのプロトタイプを開発した。

本研究は、交付金により、（独）情報通信研究機構が実施している。

期待される効果、今後の展開

本研究の成果は、日本の観光産業の活性化に寄与し、言語を超えた人と人とのコミュニケーションを可能とするものであり、今後、日常会話等への適用を通じて、生活、経済、教育等への波及効果が期待される。多言語音声翻訳については、多言語展開に向け、多数の国の研究機関の協力、標準化が必要であることから、アジア諸国との研究協力体制を構築し、研究開発の標準化を進めることとした。多言語機械翻訳については、言語数、分野数を拡張して、提案手法を検証・改良していくことが不可欠であることから、多数の国との連携・協力体制の構築に引き続き努めるとともに、コーパス等の相互利用のための標準化に取り組むこととしている。

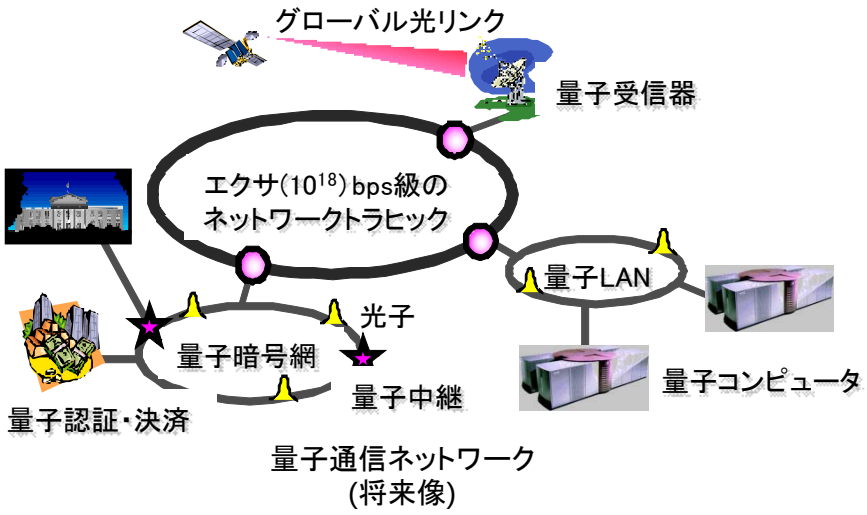
光子検出回路のモジュール化など、量子信号処理および量子暗号の基盤となる技術の開発に成功

研究成果のポイント

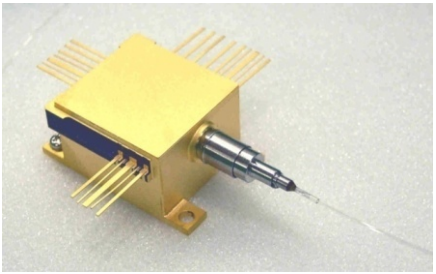
光の量子効果を利用した大容量化の新しい原理となる量子信号処理及び高い秘匿性を持つ量子暗号技術を実現するため、量子受信機では超高感度光子検出器を用いて従来（古典）技術における理論限界を下回る低誤り率で信号検出に成功し、量子信号処理では量子状態の巨視的重ね合わせに成功するなど、世界トップクラスの成果を創出した。また、単一光子検出器の性能向上、および光子検出回路のモジュール化に成功した。

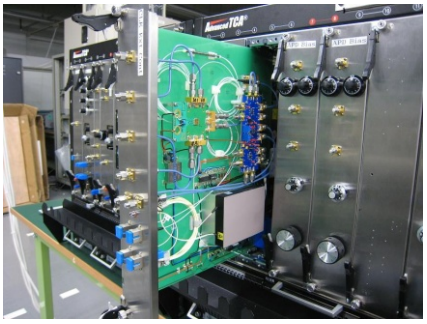
具体的には、量子受信機は、非常に微弱な光(1ビット当り光子1個以下)の2値強度変調信号受信において従来の光通信（On/off 検出）の理論限界を下回る低誤り率で信号の検出に成功した。量子信号処理は、伝播モードにおける世界最高の非古典度を持つ偶奇両パリティの巨視的重ね合わせ状態の生成に成功した。また、光子検出回路を試作し、従来の約3倍の光子検出効率を達成した。単一光子検出器モジュールを利用して量子暗号システムの試作を行い、機能モジュール毎の基本動作の検証を完了した。

本研究は（独）情報通信研究機構を中心とした連携研究および「量子暗号の実用化のための研究開発」プロジェクトの成果です。



量子通信ネットワーク
(将来像)


単一光子検出器モジュール


ATCA規格量子暗号装置

期待される効果、今後の展開

本研究は、光の量子効果を利用した大容量化の新しい原理となる量子信号処理及び高い秘匿性を持つ量子暗号技術を研究開発するものであり、将来の物理的にセキュアなグローバルネットワークの構築に貢献できると期待される。

今後は、大容量性・安全性を最小電力で実現する量子情報通信の実現に向けた要素技術の開発と、量子暗号技術の実用化に向けた公開実験と標準化に取り組む予定。

電子タグ技術等のユビキタスネットワーク分野に関する各府省の研究開発の成果をまとめた技術カタログを構築

研究成果のポイント

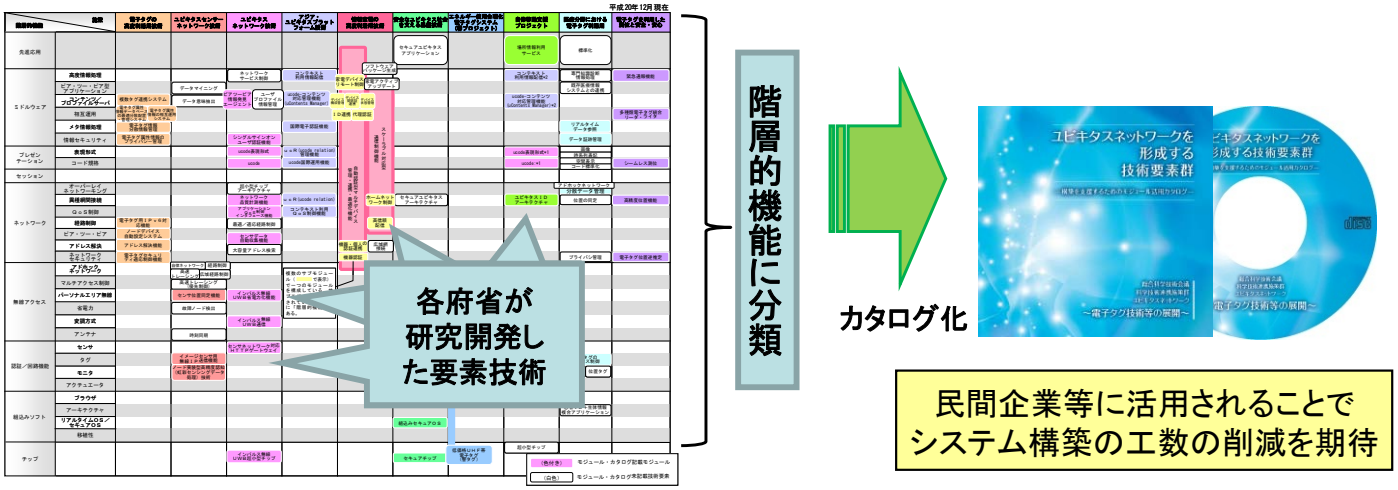
電子タグ技術等のユビキタスネットワーク分野に関する、総務省をはじめ関係府省の研究開発の成果を、機能ごとに分類し、企業等の開発者が活用しやすいように、技術カタログとして取り纏めた。

具体的には、電子タグ等に関する技術要素（モジュール）を各府省の研究開発プロジェクトから抽出し、電子タグを中心としたユビキタスネットワークに関する階層的機能（無線アクセス、認証、ネットワーク等）を定義し、その機能に基づいて各技術要素（合計47要素）を分類した技術要素俯瞰図を作成した。

さらに、モジュールのさらなる利活用を求め、例えば民間企業が独自に電子タグシステムを構築する際に、それらのモジュールを活用できるような取組みも進めた。特に、システム構築の際に役立つモジュールの接続方法や、各府省の研究開発プロジェクトにおけるモジュールの活用実績などを取り纏め、技術カタログを作成した。また、本カタログについては、情報通信技術関連の学会等で配布した。

本件は、総合科学技術会議が、科学技術連携施策群ユビキタスネットワーク（電子タグ技術等の展開）において、総務省、経済産業省、国土交通省及び文部科学省と連携して実施した。

技術要素俯瞰図



期待される効果、今後の展開

本技術カタログが、ユビキタスシステムを構築する技術者に広く浸透し、本連携施策群の各研究開発プロジェクトで得られた要素技術が活用されることで、システム構築の工数の大幅な削減が期待される。

この技術カタログの活用により、電子タグを中心としたユビキタスネットワーク技術を基盤とした様々なソリューションとして、流通への適用のみでなく、安全・安心な社会の実現や新たなサービス産業への寄与が可能となると予想される。