

ナノ技術を活用した超高機能ネットワーク 技術の研究開発

(実施研究機関：東京大学、大阪大学、富士通株式会社、日本電気株式会社)
H16年度予算額1.4億円、H17年度予算額1.4億円、H18年度予算額1.4億円、
H19年度予算額1.2億円、H20年度予算額1.2億円

1. 研究開発概要

(1) 目的

ナノ技術の優れた特性を活かすことで実現可能となるネットワーク技術の超高機能化に関し、素子レベルからシステムまで研究開発を総合的かつ体系的に実施して、次世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術の確立を図る。これにより、e-Japan重点計画に掲げる高度情報通信ネットワーク社会の基盤を確立するとともに、本分野における国際的な技術開発競争において、我が国のイニシアティブを確保する。

(2) 政策的位置付け

「e-Japan重点計画2003(平成15年8月 IT戦略本部)」においては、「超高速・高機能ネットワークに必要となる要素技術の開発」に関し、ナノ技術の優れた特性を活かした超高機能ネットワーク技術の研究開発を行い、次世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術の実現を2008年度までに図るべきことが掲げられている。また、「情報通信研究開発の推進について～安全で豊かな生活と力強い社会を実現するIT～」(平成15年5月 総合科学技術会議)において、「ナノテクノロジーといった新しい動作原理や材料なども活用したITシステムの飛躍的な性能向上を図る技術等の研究の推進」が掲げられており、次世代のブレークスルーを目指す次世代技術の開発として優先的に実施すべきものである。

さらに、「ナノテクノロジー・材料分野産業発掘戦略(平成14年12月 経済財政諮問会議報告)」において掲げられた、「ナノテクを駆使した使いやすいインターフェースを持つ端末により、いつでもどこでも誰でも情報通信が簡単・安全にできる社会」の実現に向け、ネットワーク・ナノデバイス産業での技術開発、標準化、市場化等の推進に資する研究開発であること等から、国が率先して実施する必要がある。

(3) 目標

ナノ技術の優れた特性を活かした超高機能ネットワーク技術等の研究開発を行い、次世代の高度情報通信ネットワークの構築において実用に資する要素技術を2008年度までに確立する。具体的には、ナノスケールの物性やサイズに基づく効果を積極的に活用した伝送技術、ノード技術に関する研究開発を行い、伝送容量、処理能力、省電力、小型化等において飛躍的な性能向上を達成する。従来方式による場合と比べ、容量や効率については数倍程度以上、消費電力やサイズについては1/100～1/1000程度以下の達成を目標とする。

2. 研究開発成果概要

(1) ナノ技術を活用した高能率中継技術、高効率伝送技術

- 量子ドット波形整形素子により、再生中継システムのビットレート当りの消費電力を従来の1/100以下に低減
- 量子ドット狭線幅レーザを用いてデジタルコヒーレント送受信機を実現し、多値PSK及びQAM信号の変復調 技術を確立するとともに、高いスペクトル利用効率を実現

【要素技術】 量子ドットSOA、量子ドットレーザ、コヒーレント光回路、デジタル信号処理、QPSK、16QAM

(2) ナノ技術を活用したノード・インターフェース技術

- ピラー型フォトニック結晶のスローライト効果による超微小光制御光スイッチ、微小パケット光分岐挿入装置(OADM)フィルタ、高集積光遅延素子を作製し、光パケットスイッチの大規模集積化、超高速化及び低消費電力化の実現可能性を実証。また、これらの技術を用いることで、本研究開発成果の光パケットルータにより、消費電力を数十分の1に低減可能であることを実証。
- 表面プラズモンアンテナ技術による40Gbps垂直光入射型フォトダイオードを開発し、ナノ光電変換の基本技術を開発。また、入射光の偏波に依存しない光アンテナを開発

【要素技術】 ピラー型フォトニック結晶、スローライト、光制御光スイッチ、光パケットOADM、表面プラズモン

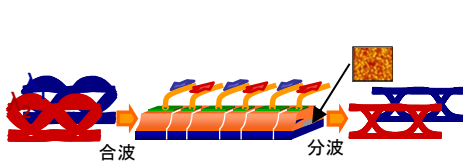


図1: 利得・吸収領域多段接続量子ドット波形素子

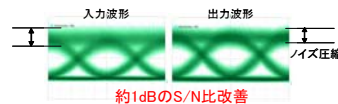


図2: 量子ドットによる波形整形

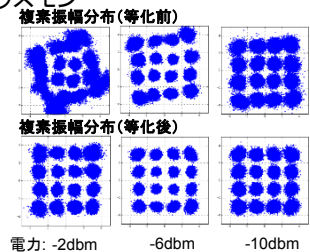


図5: 16QAM信号の1,000 kmの伝送結果

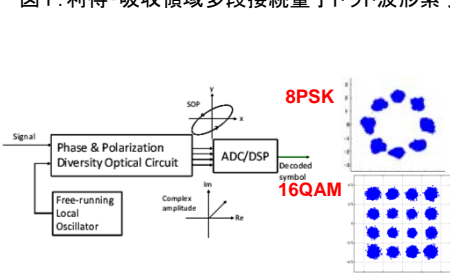


図3: デジタルコヒーレント受信機

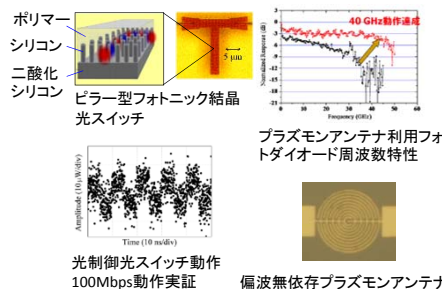


図4: ナノノード・ナノインターフェース要素技術

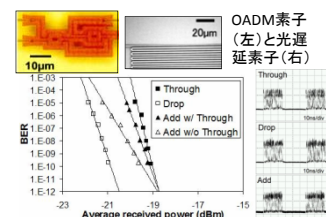


図6: 10Gbps光パケットOADM動作実験結果

3. 研究開発成果の社会展開の状況

(1) 経済的・社会的な効果

- ・100 Gbit/s DP-QPSK伝送システムを実用化
- ・特許取得を着実に推進
 - 追加出願: 16件(内、海外7件)。(H24年度までの総計: 52件(内、海外11件))
 - 追加取得済み: 22件(内、海外9件)。(H24年度までの総計: 23件(内、海外9件))

(2) 科学的・技術的な効果

- ・ナノデバイス技術 ⇒ 量子ドットSOA、シリコンフォトニクスプラットフォームの研究開発に展開。
- ・光信号技術 ⇒ DP-16QAM伝送システムの研究開発に展開。

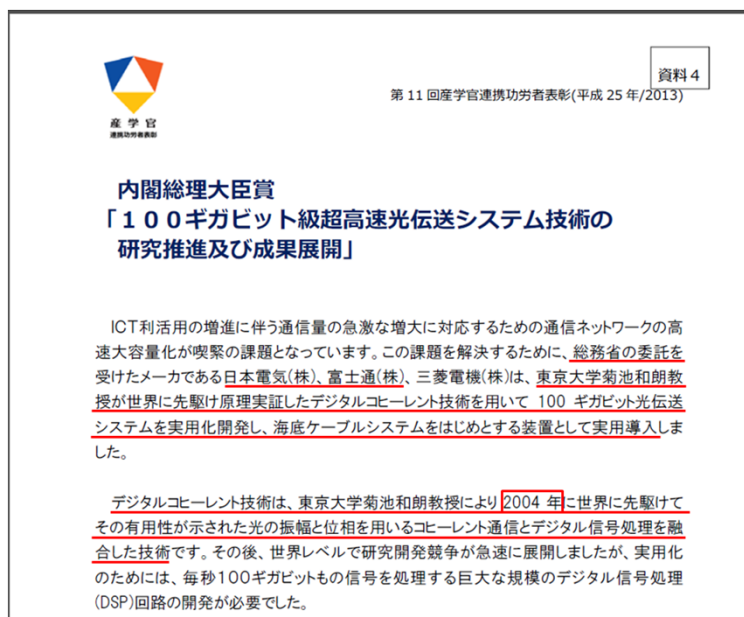
(3) 波及効果

- ・光インターコネクト技術にも研究開発技術を応用。
- ・研究開発を通じたナノデバイス個別の課題認識に基づき、企業連携強化による技術融合に発展。
- ・研究開発に参加した人材の多くは、引き続き、光通信分野で研究開発に従事。
- ・ナノデバイスとシステムの直接対話によって相互に将来技術を見据えた研究開発ができる関係を継続。

(4) 研究開発終了後にすべき事項等

- ・論文発表・誌上发表・口頭発表: 52件(内、海外27件)。(H24年度総計: 198件(内、海外: 116件))
- ・成果の普及活動: 成果発表会で発表(「総務省ICT重点技術の研究開発」第1回成果発表会)
- ・H20年度終了時の研究成果の更なる展開の目標を着実に実施。

本研究開発に係る開発技術が
発展して実用化装置として結実



資料 4
第 11 回産学官連携功労者表彰(平成 25 年/2013)

産学官
連携功労者表彰

内閣総理大臣賞
「100ギガビット級超高速光伝送システム技術の
研究推進及び成果展開」

ICT利活用の増進に伴う通信量の急激な増大に対応するための通信ネットワークの高
速大容量化が喫緊の課題となっています。この課題を解決するために、総務省の委託を
受けたメーカーである日本電気(株)、富士通(株)、三菱電機(株)は、東京大学菊池和朗教
授が世界に先駆け原理実証したデジタルコヒーレント技術を用いて、100ギガビット光伝送
システムを実用化開発し、海底ケーブルシステムをはじめとする装置として実用導入しま
した。

デジタルコヒーレント技術は、東京大学菊池和朗教授により2004年に世界に先駆けて
その有用性が示された光の振幅と位相を用いるコヒーレント通信とデジタル信号処理を融
合した技術です。その後、世界レベルで研究開発競争が急速に展開しましたが、実用化
のためには、毎秒100ギガビットもの信号を処理する巨大な規模のデジタル信号処理
(DSP)回路の開発が必要でした。

4. 政策へのフィードバック

本研究開発プロジェクトの特徴は以下のとおりである。

- デバイスに係るナノ技術とシステムに係る光信号処理技術とを研究開発段階でマッチングすることにより、新しい動作原理や材料を活用してITシステムの飛躍的な向上を狙った。
- デバイスは企業担当、システムは大学担当とし、役割分担を明確にした。

本研究開発に対して、受託者は以下のようなメリットを強調している。

- ナノデバイス開発が明確なニーズ指向となり、研究開発が効率化できた。
- エマージングデバイス技術を想定したシステムの先行研究が可能であった。
- 企業と大学の役割分担が奏功した。このような研究体制を実施することが出来たのは国家プロジェクトならではのと思われる。

しかしながら、研究開発の実施上、以下のような留意すべき点があった。

- 新しい動作原理や材料を採用したナノデバイスが基礎研究に近い部分であるため、本デバイスがITシステムに将来導入される時点で期待される性能に対して、本研究開発の実証実験の成果は少なからず限定的なレベルに留まることは避けられない。そのため、「ナノ技術を活用した超高機能ネットワーク技術」の可能性に関して、デバイス側とシステム側の双方でより深い認識の共有に留意すべきであった。
- 一方で、本研究開発を単発の研究開発としてではなく、研究開発での技術が実用化するまでの将来的な研究開発段階の第一歩であることを意識して推進するよう努めた。具体的には、時間軸も含めた将来像を受託者が共同で作成した。

これらを受けて、今後、研究開発プロジェクトを進めていく上で、次のような点に留意する。

- 本研究開発の場合は実施しなかったが、基礎的な要素を含む研究開発プロジェクトを実施する前にはブレークダウンした研究開発要素に対し、それを達成するための技術的課題の困難さ、解決のためのシナリオをより明確にするよう十分に調査を行うことが重要である。また研究開発政策は研究の性質に応じて決めることが重要であるので、プロジェクトごとに異なる出口を許容するなど、プロジェクトの評価はその性質を十分に踏まえたものとなるよう留意することとしたい。