

# 平成25年度 追跡評価書

研究機関 : 東京大学、大阪大学、富士通(株)、日本電気(株)  
研究開発課題 : ナノ技術を活用した超高機能ネットワークに関する研究開発  
研究開発期間 : 平成 16 ～ 20 年度  
代表研究責任者 : 菊池 和朗

## ■ 総合評価

(総論)

2008年度のプロジェクト終了後、研究開発の成果は100Gbpsの高速・大容量光伝送装置の実用化に貢献するなど、波及効果が大きく広がっていることは高く評価できる。

一方、研究開発内容の一部については技術の確立が見られたものの、多くの項目で実用化や見通しが必ずしも明確でないことから、当初の目標設定が高すぎた懸念がある。将来的には、本プロジェクトで開発したデバイスが実際のシステムに貢献することを期待したい。

また、光最先端分野の人材確保、今後への新しい光デバイス研究開発の突破口を切り開いた点で、本研究開発プロジェクトは一定以上の有益な成果を挙げたものと判断される。

(コメント)

- デバイス開発に関連する技術開発という意味で実施した価値はあったと判断される。
- 開発研究成果の一部が、著名な国際学会に採録されたことは評価できる。
- 論文発表、国際会議発表もプロジェクト終了後もきちんと進められている。
- 自己の研究成果をアピールする際には、海外の研究開発動向との比較を含めた形での発表が望まれた。
- 中長期的光ファイバー研究で研究代表者の貢献は大きく、2008年の評価後、この研究の波及効果は大きく広がっている。総務省委託研究の見本となる高い評価があつて良い。
- ブロードバンド社会の構築に不可欠な100Gbpsの伝送システムを本プロジェクトで発展させたデジタルコヒーレント技術を用いて実用化したことは極めて高く評価できる。
- まだ実現されていないが、100Gbpsの伝送実証に成功している技術と本プロジェクトで開発したデバイスが結びつけばどのような未来が開けるかの見通しが欲しい。400Gbps以降で、プロジェクトで開発したデバイスが実際の伝送システムに貢献することを期待したい。
- 研究開発内容の一部の技術の確立が見られたが、それが研究開発投資に見合うか否かの判断は難しい。研究開発後5年が経過しても、多くの項目の実用化や見通しが必ずしも明確でないことから判断して、当初から、目標設定が高すぎた懸念がある。
- 先端デバイス技術とシステム技術の融合を目指した本研究開発プロジェクトは、デジタルコヒーレントシステムの開拓という面で、優れた成果を上げ、その実用化に一定の貢献をなした。デバイス研究開発が最先端のものだけに、システムに適用するにはやや距離のあるものが多く、結果として、システムの完成度やその先進性にやや不十分な面が現れたようにおもわれる。
- 量子ドット光デバイスに関して世界最先端の研究を進め、「QD レーザ」という世界的にも注目される新しい会社の企業活動に貢献していること、シリコン二次元フォトニック結晶分野の発展に貢献していることも高い評価に値する。
- 光最先端分野の人材確保、今後への新しい光デバイス研究開発の突破口を切り開いた点で、本研究開発プロジェクトは一定以上の有益な成果を挙げたものと判断される。

## (1) 成果から生み出された経済的・社会的な効果

### (総論)

ブロードバンド社会の構築に不可欠な 100Gbps の高速・大容量光伝送技術が、本研究開発の内容を発展させたデジタルコヒーレント技術を用いて実用化されており、高く評価できる。また、100Gbps の高速・大容量光伝送装置の市場が新たに創成され、現在、その市場では日本メーカーが優位となっており、本プロジェクトの成果が与えた社会的な効果は大きい。

一方、プロジェクトで研究開発したナノデバイスの多くは実用化されていないが、量子ドット光デバイスに関しては「QD レーザ社」という世界的にも注目される新しい会社の企業活動に貢献しており、この点は高く評価できる。

### (コメント)

- 光ファイバ伝送の速度が 10Gbps の時代に 100Gbps を狙った研究であり、100Gb/s が国際的な標準となるタイミングで日本メーカーを優位にした実績は大きい。
- 100 Gbps DP-QPSK 伝送システムを実用化し、販売実績があることは評価できる。
- ブロードバンド社会の構築に不可欠な 100Gbps の伝送システムを本プロジェクトで発展させたデジタルコヒーレント技術を用いて実用化するとともに、権利の確保を目指して多数の特許を提出していることは非常に高く評価できる。
- ここ数年で、デジタルコヒーレント技術を基礎にした高速・大容量光伝送の新しい市場が創成され、継続するネットワークトラフィック増大への要求に応じてきている。具体的には、NTT、三菱電機、富士通、NEC の4者が共同で開発した DP-QPSK 100Gbps Ethernet 伝送装置がこれに該当する。この技術の基本的なところに、本プロジェクトの成果が直接ではないが実質的には貢献していると言えよう。たとえば、誤り符号訂正をふくむ DSP の実現には、菊池先生ほかの先行研究、特にアルゴリズムに対する研究がベースにあるように思われる。
- 量子ドット狭線幅レーザの実用化を推進している。
- 追加の特許出願を行い、特許を取得している。取得特許に対する引き合いはなく、現在のところ、自己実施のみである。このように一部の成果については、事業展開が図られている。
- 本プロジェクトの直接の成果である、“ナノ技術”に関しては、量子ドット半導体レーザを除いて、実用化・市場の創設に至っていない。
- プロジェクトで研究開発したデバイスが上記の実用に使われていないのは残念であるが、量子ドット光デバイスに関して世界最先端の研究を進め、「QD レーザ」という世界的にも注目される新しい会社の企業活動に貢献していることも非常に高い評価に値する。
- 標準化などには直接は貢献していないが、プロジェクトの計画段階から目標には入っていないからやむをえないか？

## (2) 成果から生み出された科学的・技術的な効果

### (総論)

本プロジェクトで実施されたシリコン二次元フォトニック結晶や QD-SOA による光信号処理技術の研究開発では一定の成果が得られている。各種の発表を通して成果が発信されており、ナノテクノロジーを用いた光技術の分野の発展に貢献している。

### (コメント)

- 研究は 2004 年から 2008 年であり、各種の発表を通して世界的な発展に貢献している。
- シリコン二次元フォトニック結晶はナノテクノロジーを用いた新しい光技術として最近発展が著しいが、この分野の発展に貢献している。
- QD-SOA の中継技術では、プロジェクト実行時の 1dB S/N 比改善を大きく凌ぐ結果には至っていないようだ。
- QD-SOA による多値コヒーレント信号のコンステレーションマップ改善など、光信号処理への一定の進展が見られた。
- QD-SOA を用いた光信号処理技術の新しい展開が図られている。

### (3) 波及効果

#### (総論)

本プロジェクトの成果は、デジタルコヒーレント技術を用いた 100Gbps の高速・大容量光伝送装置の開発に寄与しており、この市場での日本メーカーのシェア拡大に貢献している。更に、企業での光事業への資源投入意欲が減退する状況の中で、先端光分野での研究者を確保するのに貢献した。また、装置の実現に伴って構築される高速・大容量光ネットワークは、医療、安全など社会的分野への広い波及効果が見込まれる。

一方で、研究開発に参加した研究者の間での人的ネットワークは確立されたが、企業連携など組織として大きく広がりは見られなかった。

#### (コメント)

- 日本は光通信では長い歴史を持ち、旧電電公社研究所の努力もあって世界のリーダーとしての地位を持っていた。しかし、2000 年以降世界的に通信事業者を中心とした研究開発は縮小し、通信機器製造の中心は日本を離れつつある。この研究は国の支援により、その弱点から回復するよう企図するものであり、その成果は現れている。
- 今日 100Gbps の光ファイバー伝送装置で日本のシェアが増大していることはこの研究の成果の一端と考えるとよい。
- 100Gbps の伝送システムの確立は超大容量・超高速ネットワークに貢献し、医療、安全など広い分野への波及効果が見込まれる。
- 研究開発に参加した人材の多くが、引き続き光通信分野の研究開発に従事しているとの記述があるが、若手研究者(特に学生)が当該分野に魅力を感じ、関連分野の企業に就職することはほとんどなかったとの報告があった。本研究開発の課題ではないが、日本における当該分野の発展にとって、若手研究者の育成は極めて重要であることから、何らかの仕組みを今後の研究開発の中にも含めること必要であると考え。
- (この研究開発特有の結果ではないが) 企業での光事業への資源投入意欲が減退する状況の中で、先端光分野へ研究者を確保するのに貢献した。
- 研究開発に参加した研究者の間での人的ネットワークは確立されたが、企業連携などの組織としての大きな広がりはない。
- 量子ドット光増幅効果を利用した研究が阪大と富士通、QD レーザで進められるなど、このプロジェクトを契機に企業と大学の連携が継続的にしかも活発に進められている。
- 研究開発に参加した研究者の間での人的ネットワークは確立されたが、企業連携などの組織としての大きな広がりはない。

#### (4) その他研究開発終了後も実施すべき事項等

##### (総論)

光伝送分野では、伝送速度が 10Gbps から 100Gbps に高速化され、本プロジェクトも大きく寄与した。更に、400Gbps、1Tbps への進展が見込まれるため、引き続き研究開発に取り組むことが重要である。

一方で、ルータ等を含めたネットワーク全体の構成要素の研究アイデアは、過去の延長線上にあり、さらに新しいアイデアによる補強が求められる。

##### (コメント)

- 光ファイバー伝送方式は 2000 年ごろの 10Gbps からこの研究が寄与した 100Gbps に進んだ。さらに次期計画としては 400Gbps、1Tbps への流れがある。このような流れに乗り遅れない引き続きの支援は重要である。
- 光伝送の面での進歩は大きいですが、ルータ等を含め、ネットワーク全体の構成要素の研究アイデアは過去の延長上にあり、さらに新しいアイデアによる補強がほしいと思われる。
- 論文、国際会議発表ともに研究期間終了後も着実にやっている。
- 論文発表、特許出願が活発に行われている状況から、本研究開発終了後も、継続的に研究開発が活発に行われていることがわかる。
- 100Gbps の伝送システムの実用化、さらにこれに伴う産学連携功労者表彰の内閣総理大臣賞受賞(平成 25 年)は特筆すべき成果である。

## (5) 政策へのフィードバック

### (総論)

研究開発の支援政策は研究の性質に対応して決められるものであり、プロジェクト毎に異なる出口を許容するなど、一律に短期成果型の評価にならないように留意する必要がある。

本プロジェクトに関しては、光技術のブレークスルーをもたらす可能性のあるナノテクノロジーデバイスの基礎的研究開発に該当するので、国が支援すべき研究として妥当であったと考えられる。それ故に、早期の実用化を強く打ち出すべき研究開発ではないように思われる。

### (コメント)

- 研究開発支援政策は研究の性質に対応して決められるものであり、IT 研究について一律に短期成果型の評価にならないように留意していただくようお願いしたい。
- プロジェクト毎に出口が異なることも許容すべきであり、評価に関して、一律に枠をはめるべきか否かを検討すべきと考える。
- 近年の技術開発では情報通信アプリケーションですでに普及したインフラストラクチャを活用した短期間で市場化できる開発が目立っている。このようなものではベンチャーキャピタルによる投資が有効である。しかし情報通信の研究開発は多様であり、特にインフラストラクチャそのものを形成する研究は長期の国による支援が不可欠である。
- ナノテクノロジーを、光技術のブレークスルーをもたらす可能性のある研究開発テーマとして、国家プロジェクトとして設定した点は妥当と思われる。
- ナノデバイス技術とシステム技術を融合した研究開発の優位性は整理されている。
- デバイス開発を主題とした基礎的研究に該当するので、国が支援すべき研究であると考えられる。但し、それ故に、早期の実用化を強く打ち出すべき研究開発ではないように思われる。
- システムを大学、デバイスを企業という融合は面白い。デバイス、システムが相互に影響しあう状況を 10 年前のプロジェクトスタート時点で設定した点は国家プロジェクトとして先見性のあるものとして評価できる。
- 光スイッチと光ルーティングの実用化は、相当困難であるように考えられる。実用化のためには、システムを含めた全く異なるアイデアに基づくブレークスルーが必要ではないか？
- 伝送実験の成功とナノデバイスの改善が結合していない点は当初の予定と異なるが、きちんとした成果が出ているのでチャレンジングなテーマ設定が全体のアクティビティを持ち上げたと考えられる。
- デバイス技術(ナノテクノロジー)が最先端のものだけに、システムに適用するにはやや無理があるものが多く、結果として、システムの完成度があまり高くない印象をもった。