

平成21年度 終了評価書

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年度 ~ 平成20年度

代表研究責任者 : 菊池 和朗

■ 総合評価(SABCDの5段階評価) : 評価A

■ 総合評価点 : 40点/60点

(総論)

「ナノ構造」+「光ネットワーク」のキーワードのもと、ナノ技術を用いた超高速光ネットワーク技術のブースターとして、高い目標を掲げて、研究開発を推進した。多くの課題で目標値に到達しなかった点はマイナス評価であるが、どの課題でも最先端の成果が得られ、量子ドット波形整形素子など一部の素子は商品化が見込まれる。将来へ向けた知的財産の確保がきちんと行われた点もプラス評価であり、総合として平均点とした。

我が国の光技術の国際競争力の維持に重要な役割を果たすと期待している。

(コメント)

- 性能数値目標に未達項目がいくつかあるので、高い評価にはしがたいが、超小型のナノ光デバイスの実現に向け、おおいに進展した点を高く評価したい。
- 「ナノ構造」+「光ネットワーク」のキーワードのもと、高い目標を掲げて研究開発を推進した。
- 多くの課題で目標値には到達しなかったが、この分野をリードする最先端の成果が得られ、新しいデバイスが実現された。
- 40Gbps 量子ドット波形整形素子など一部の素子は数年後の商品化が見込まれる。
- 特許はきちんと提出されており、将来へ向けて知的財産の確保はきちんと行われた。
- ナノ技術を用いた超高速光ネットワーク技術のブースターとして、今後、さまざまな関連研究を誘発する波及効果が見込まれる。
- 当初の目標を達成していない項目が多く、期待通りの成果を得たとは判断できない。しかしながら、目標を達成するための技術の見込みを得ているとの報告があった。
- 研究開発終了後も、上記見込み技術に関する検討を独自に推進し、より大きな部分を事業化に結びつけることによって、本研究開発の推進意義が見出せる。このため、事後調査の実施は重要であると考えられる。

- 研究開発の終了にともない、研究機関の連携が薄れることが十分想定される。我が国にとって、本研究開発における到達目標の実現は大きな意義を有し、研究開発を推進した研究機関においてノウハウが相当量蓄積された。それら知見の継承を図るべく、それら研究機関において、引き続き目標の達成に向けての作業が推進できるような国の支援に関して検討することが望まれる。なお、総務省の他、NEDOからの支援を受けているとの報告があったが、当該研究開発の継続に使用可能かなど、時期を含め詳細は不明である。

(1) 事業の目的および政策的な位置付け

(SABCD の5段階評価) : 評価A

評価点 : 8点

(総論)

「ナノ構造」+「光ネットワーク」は現在でもタイムリーなキーワードであり、この事業を行った科学的、技術的、経済的な意義が十分に認められる。民間企業と大学の共同研究体制も概ね適切である。

(コメント)

- 出来るかどうか不確実な先端ナノデバイスを基礎にしたネットワーク研究を目指した点は挑戦的な目的として評価できる。
- ナノ構造+光ネットワークは現時点でもタイムリーなキーワードであり、事業目的は、科学的、技術的意義を有している。
- 期待される性能が実現した場合には、新しい商品が期待され、さらには光ネットワーク分野全体の活性化も期待されることから経済的、産業的な意義も認められる。
- 民間企業と大学の適切な共同研究が提案されている。
- 現時点においては光通信の大幅な性能向上を実現。
- 光ファイバ網から電気光変換機能を除去し、光処理を主体としたネットワーク構成に変貌させることは、当該分野における永遠のテーマであり、本研究開発を推進する意義は高い。
- 光ファイバ網の導入を積極的に進めてきた我が国として、当該分野の技術能力を高め、数々の知的所有権を確保することは、国際競争力を高める上で有効であり、国が支援する意義は大きい。

(2) 研究開発目標

(SABCD の5段階評価) : 評価A

評価点 : 8点

(総論)

研究開発目標は現在でもその妥当性を失っておらず、事業のスタート時点では非常に高いレベルのものであった。このため、目標が高すぎた点はあるが、高い目標を目指して頑張ることが結果的に良い成果に結びついている。できる目標を掲げて 100%達成するよりも、高い目標を掲げてチャレンジする方向性を評価したい。

(コメント)

- デバイスのサイズ・性能ともに、開発目標はきわめて意欲的である。ただし、ネットワークという観点からの目標はややあいまいである。
- 研究開発目標は定量的な数値目標として、具体的に設定されていた。
- 計画時に掲げた目標のレベルは非常に高い。現時点での最先端の技術動向を考えると、数値目標はむしろ高すぎたと言える。
- 一方で、高い目標を掲げて頑張ったことで世界レベルの成果につながった部分もある。中間審査などで、目標を実質下方修正しても、なお高いアクティビティが維持できたのはスタート時の目標の高さによる。
- 本研究開発を終了した現時点においても、当初設定された到達目標は十分に高い。
- 到達目標が高かったため、研究機関は数々の新たな知見を見出すとともに、気を抜かずに積極的な作業を進めたと判断される。
- 当初設定した到達目標を達成するための技術を確保することは重要であり、それら技術の実用化によって、現行ネットワークに対して、全光ネットワークを技術的、経済的にも優位な存在とすることが可能になると考えられる。

(3) 研究開発マネジメント(費用対効果分析を含む)

(SABCD の5段階評価) : 評価B

評価点 : 6点

(総論)

事業の管理は概ね適切であった。プロジェクト内に委員会を設置して議論を深めることで、各研究分担者のアクティビティが統合され、本プロジェクトが目指す超高機能光ネットワークの全体像が明確になった。

(コメント)

- 参加チーム数が多少多いことが原因か、6億円を投入しながら、あまり高額の設備が投入されていない点は意外である。
- 事業の前半では、各研究分担者がバラバラにそれぞれの目標を追及している状況があったが、プロジェクト内に委員会を置いて議論を深めることで、最終的には本事業が目指す全体像が明確になった。

- 予算の使用状況、事業の管理は適切であり、プロジェクトリーダーの活動も適切であった。
- 適正である。
- 東京大学と富士通株式会社および大阪大学と日本電気株式会社の組み合わせは、個々のグループとして十分に機能したと考えられるが、それらグループ間の連携はほとんど感じられず、全体的まとまりの点から課題を残したと判断される。

(4) 研究開発成果の達成状況

(SABCD の5段階評価) : 評価B

評価点 : 4点

(総論)

高能率中継技術、高効率伝送技術、超高速光スイッチ、高機能ルーティング、高機能インターフェースの各課題で、40Gbps 動作量子ドット波形整形素子、デジタルコヒーレント光受信機を用いた多値変調実験、1.3 ミクロン帯量子ドット狭線幅レーザ、ピラー型フォトニック結晶光スイッチ素子、小型光遅延システムによる世界最長遅延・最高集積の実現、高効率プラズモンアンテナ小型受光素子など、この分野の最先端を行く成果が上がっている。ただし、当初の目標が非常に高かったこともあるが、ほとんどの課題で目標には到達していない。研究目標を達成していないという点ではマイナス評価であるが、得られた成果のいくつかが最先端の性能を有し、将来、実用化が見込めるものがあるという点ではプラスがあり、全体では平均点とした。

一部目標を超える性能を達成している。

(コメント)

- ナノテク活用で超小型化のめどが立ったことは高く評価できる。性能未達が課題である。ア) 高能率中継技術 : 2 波長動作が未達成なのは残念。これらを達成して、10Tbps への道筋がもう少し明確になると良かったように思う。
- 高能率中継のための量子ドット波形整形素子については、40Gbps 動作が実証されているが、目標の 2 波長以上の動作にはまだ解決すべき課題がいくつかある。
- 高効率な変復調方式については、かなりきちんとした実証実験が行われており、そのレベルは世界的に見ても高いが、まだリアルタイムでの実証には至っていない。
- 量子ドット狭線幅レーザも 1.3 ミクロン帯ではすでに市販レベルになっているが、1.55 ミクロン帯に適した量子ドット構造の成長にはまだ少し時間が必要である。
- ピラー型フォトニック結晶などシリコン系フォトニック結晶を用いて、現時点で最高水準の性能を有する光スイッチ素子が実現されているが、当初、目標にした動作速度には至っていない。スイッチの消光比にも改善の必要がある。
- 光集積回路に適した小型光遅延システムに関しては 20ns の遅延素子で、面積が従来 of 1/1000 という世界最長遅延、最高集積を実現している。
- 高効率プラズモンアンテナを用いた超小型受光素子についてはほぼ当初目標を達成している。
- 相当数の項目において、当初設定された目標を達成できなかった。

(5) 研究開発成果の展開および波及効果

(SABCD の5段階評価) : 評価 A

評価点 : 7点

(総論)

いくつかの課題においては、実用化の目途が立ったとは言えず、将来像が不明確なものもあるが、ユニークな動作原理を有する 40Gbps 量子ドット波形整形素子や量子ドット狭線幅レーザーは将来の実用化が見込まれる。ナノ技術を用いた超高速光ネットワーク技術のブースターとして、関連研究、技術開発を誘発する波及効果が見込まれる点、将来に向けた知的財産の確保がきちんとされている点も評価できる。

(コメント)

- これらの技術成果が実用に使えるかどうかは、もう少し検討が必要。
- 40Gbps 動作量子ドット波形整形素子はユニークな素子で、高速性もあることから、数年後の商品化が見込まれる。
- 量子ドット狭線幅レーザーの 1.55 ミクロン帯への拡張は結晶成長に解決すべき問題があり、もう少し時間がかかりそうだが、1.3 ミクロン帯同様、将来的には市販される可能性がある。
- フォトニック結晶はさまざまな材料で試みられており競争も激しいが、ピラー型シリコン系フォトニック結晶を用いたスイッチ素子は動作速度、波長依存性の小ささなどに利点があり、将来の実用化も見込まれる。しかし、性能もさることながら、広い面積に一樣なフォトニック結晶を如何に短時間に安価に作るかの製造技術が重要な課題になりそうである。
- 光集積回路に適した小型光遅延システムも将来の光集積回路に重要な素子になることが見込まれるが、損失をどこまで低減できるかに課題が残る。
- 超小型光電変換・インターフェースについては、高効率プラズモンアンテナ小型受光素子は動いているものの全体像はまだ不明確。
- 全体として、ナノ技術を用いた超高速光ネットワーク技術のブースターとして、さまざまな関連研究、技術開発を誘発することが見込まれる。
- 特許はきちんと提出されており、将来の知的財産の確保は認められる。
- 一部の技術の商品化に向けて事業化が進められていることは評価できる。
- 個々の要素技術に対する到達点が不十分であり、当初の大きな目標の一つであった、それら要素を組み上げたシステム的な検討はほとんどなされていない。システムとしての商品化、事業化への道りは長く、今後とも積極的な研究開発が望まれる。
- ネットワークのトラフィック量は一部事業者による規制的行為もあり、伸びが抑えられている点もある。本研究の成果が生きるようなネットワーク中立な環境の整備が重要である。

(6) その他(広報活動 等)

(SABCD の5段階評価) : 評価 A

評価点 : 7点

(総論)

論文発表は目標値に達しており、活発に行われたが、一部のグループからの発表はやや少なかつた。また、一般に成果をアピールするような活動にもう少し積極性が欲しかった。特許はきちんと提出されており、その数は目標を大幅に上回っており、その質も高い。この点は高く評価できる。

論文等の成果も評価できる。

(コメント)

- 特許取得以外は目標達成。特に論文発表はきわめて活発。特許出願は大幅に目標数を超えている。今後取得数が増加することが期待される。
- 特許はきちんと提出されており、その数も目標を倍近く上回っている。外国出願もされており、特許取得は極めて活発であった。
- 論文発表も目標値に近く、活発に行われたが、各分担グループのばらつきが大きかった。特許の問題が絡んだ可能性はあるが、一部のグループからはその技術レベルからすればもう少し活発な発表があっても良かったと思う。
- 事業の意味、その技術レベルを一般にアピールするような活動がもう少し欲しかった。
- 論文発表、特許出願件数など、当初の目標を上回る成果を出しており、評価できる。