

「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	7
評点結果	12

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成 21 年 11 月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	こばやし こうろう 小林 功郎	東京工業大学 精密工学研究所 所長・教授
分科 会長 代理	こしば まさのり 小柴 正則	北海道大学大学院 情報科学研究科 研究科長・教授
委員	おいえ ゆうじ 尾家 祐二	九州工業大学大学院 情報工学研究院 研究院長・教授
	すはら としあき 栖原 敏明	大阪大学大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授
	たかはし たつろう 高橋 達郎	京都大学大学院 情報学研究科 通信情報システム専攻 教授
	なかがわ きよし 中川 清司	山形大学大学院 理工学研究科 電気電子工学分野 教授
	なみひら よしのり 波平 宜敬	琉球大学 工学部 電気電子工学科 教授
	りゅう しろろう 笠 史郎	ソフトバンクテレコム株式会社 ネットワーク本部 ネットワーク統括部 担当部長

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

	作成日	平成 21 年 11 月 2 日				
プログラム (又は施策) 名	IT イノベーションプログラム・エネルギーイノベーションプログラム					
プロジェクト名	次世代高効率ネットワークデバイス 技術開発	プロジェクト番号	P07012			
担当推進部/担当者	新エネルギー・産業技術総合技術開発機構 電子・情報技術開発部					
0. 事業の概要	ネットワークで伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費電力が増大し、ネットワーク全体の消費電力量の抑制が喫緊の課題である。ルータ・スイッチの1チャンネルあたりの速度向上によるデータ処理容量の増大を可能にする低消費電力型のネットワークデバイス共通基盤技術の研究開発を通じて、機器の消費エネルギーを低減する。さらにシステム化技術およびトラヒック制御技術を並行して開発する。具体的には、光ネットワークデバイスの省電力化、100Gbps 超の通信速度向上、40Gbps 超の速度に対応できるトラヒック計測・分析・管理技術、超電導技術のネットワーク適用などの開発を行う。					
I. 事業の位置付け・必要性について	情報通信量の加速度的増加に対応できる次世代ネットワークデバイスの開発による省電力化と標準化を含めた戦略的な開発による日本の通信デバイスの競争優位の維持拡大					
II. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	<p>基盤技術である個別デバイスおよびそれらを集積化したモジュールにおける省電力化を促進し、システム全体が省エネルギー化できることを目標とする。</p> <p>具体的には、H23 年度までに 10Tbps 超のエッジルータを実現できる光デバイス基盤技術とその周辺技術開発を行う。(装置内イントラネットワークを 90%低消費電力化、スイッチ構成の 20%低消費電力化に相当)。また SFQ 回路技術の活用を進める。</p> <p>さらに超高速スイッチング等の光・電子デバイスの機能、特性の向上及び集積化を図り、LAN-SAN において 160Gbps 伝送を可能とする、低消費電力素子・ネットワークの実証を目指す (60%以上の低消費電力化)。</p> <p>この中で 1 チャンネルあたり 40Gbps 超の光信号を扱う実用的高速インターフェース技術や集積化技術の確立、ネットワークトラヒックにおける多数フロー情報の同時分析、高効率スクリーニング技術の確立を目指す。</p>					
事業の計画内容	主な実施事項	H19FY	H20FY	H21FY	H22FY	H23FY
	①共通基盤技術の開発					
	(1) 省電力・高性能 I/O	→	→	→	→	→
	(2) 超高速 LD	→	→	→	→	→
	(3) 小型・集積化	→	→	→	→	→
	(4) 超電導回路	→	→	→	→	→
	②システム化技術の開発					
	(1) 大規模エッジルータ			→	→	→
(2) 超高速 LAN-SAN			→	→	→	

開発予算 (会計・勘定別に 事業費の実績 額を記載) (単位:百万 円)	会計・勘定	H19FY	H20FY	H21FY	H22FY	H23FY	総額
	一般会計	-	-	-	-	-	-
	特別会計 (高度化)	1,093 (実績)	1,416 (実績)	1,834 (予定)			
	総予算額	1,093	1,416	1,834 (予定)			
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報通信機器課					
	プロジェクトリーダー	東京大学 教授 浅見 徹					
	委託先 (*委託先が管 理法人の場合は参加企 業数も記載)	アラクサラネットワークス、光産業技術振興協会 (富士通(株)、日本電気(株)、(株)日立製作所、三菱電機(株)、日本電信電話(株))、国際超電導産業技術研究センター、産業技術総合研究所、日本放送協会 共同実施先 名古屋大学、横浜国立大学、(独) 情報通信研究機構、(独) 産業技術総合研究所、東京大学)					
情勢変化への対応	IEEE802.3ba において 100GbE の標準化日程がフィックスされ、暫定ドラフトリリースまでに、本プロジェクトで開発を進める 25Gbps×4 チャンネルの光送受信回路モジュールを実機実証して標準規格獲得を目指す。また 40GbE シリアル標準化に向けて技術開発によって標準化の支援をする。						
Ⅲ. 研究開発成果 について	<p>平成 21 年度に中間目標を達成見込み。以下に研究開発項目ごとの成果をまとめる。</p> <p>研究開発項目④「次世代高効率ネットワークデバイス共通基盤技術の開発」</p> <p>(1)省電力・高性能インターフェース (I/O) 開発</p> <p>(ア)多重回路は 40Gbps 動作、消費電力 1.8W を一次試作で実現。世界有数の IC の学会である ISSCC2009、VLSI symposia 2009 で成果発表。分離回路部は試作中。(平成 21 年度中に分離回路実現予定)</p> <p>(イ)超高速光受信アナログ・フロントエンド (FE) は 65nm CMOS 3 段シリーズポストアンプ回路方式の高速受信回路を開発し、25Gbps 高速動作、2.8mW/Gbps の受信フロントエンドを実現。さらに 4 チャンネル集積モジュールを実現。(中間目標達成)</p> <p>(ウ)LAN/WAN 間大容量信号変換は、トランスポンダ OTN 基本部の消費電力 10W 以下を確認。(中間目標達成)。SFI-5.2 高速インターフェース測定器を世界へ先駆けて開発。40G 新規 OTN ビットレート、多重化方式について ITU-T G. sup43 として文書化に成功。</p> <p>(2)超高速 LD の技術開発</p> <p>(ア) AlGaInAs 系単一モードレーザでは、回折格子を有する短活性領域の両側に分布反射鏡を集積した構造を開発し、波長 1.3μm 帯および 1.55μm 帯において、駆動電流 50mA での室温 40Gbps 直接変調動作を実現した。(中間目標達成)。量子ドットレーザでは、量子ドットの高密度化によって利得を増大し、波長 1.3μm 帯量子ドットレーザで世界初の室温 20Gbps 直接変調を実現した。</p> <p>(イ)超高速面出射型レーザは、短共振器型の面出射レーザを試作し、世界初の 25Gbps 動作を達成。従来比 1/2 以下の低消費電力動作を実証。(中間目標達成)</p> <p>(3)小型・集積化技術開発</p>						

	<p>(ア) 受信フロントエンド用反射構造フォトダイオード(PD)を試作し、受光感度 0.8A/W、帯域 35GHz を実証。さらに、電気アンプ(TIA)と接続し 25Gbps 動作を確認。(中間目標達成)</p> <p>(イ) シリコン光回路を外部共振器に用いた小型省電力波長可変光源を世界で初めて試作し、消費電力 26mW/ring を達成。また、C-band/L-band をフルカバーする 100nm の波長可変動作を実証 (中間目標達成)。</p> <p>(ウ) ハイブリッド集積全光スイッチ及び OTDM-NIC は、サブバンド間遷移素子で目標達成に十分な性能を達成した。また、ハイブリッド集積のためのシリコン導波光回路の設計、導波路作成技術を確立した。(平成 20 年度中に中間目標達成見込み)</p> <p>(エ) 高効率半導体増幅器は、LAN-SAN の OTDM-NIC 集積用に半導体増幅器の 50℃ 以上、40Gbps の高温動作を実証し、中間目標をクリアした。(中間目標達成)</p> <p>(オ) 入力ゲイミックスング 拡大波長変換器は、43GbpsNRZ 信号による波長変換動作を達成した。信号入力部に SOA を配置することにより、消光比 12dB 以上の規格の下、入力ダイナミックレンジ 14dB を達成した。(中間目標達成)</p> <p>(4) 超電導回路開発</p> <p>(ア) SFQ ベース・リアルタイムオシロ実現に向け、25Gbps 光信号波形観測に十分な 40Gbps 光入力 SFQ 回路動作を実現。新方式 4 ビット超電導 ADC を作製、周波数 34GHz 動作を確認。(中間目標達成)</p> <p>研究開発項目②「次世代高効率ネットワーク・システム化技術の開発」</p> <p>(1) 大規模エッジルータシステム化技術開発</p> <p>(ア) 特徴フロー抽出アルゴリズムを高速処理する二段階集約方式とハードウェアアシスト機構、および分散処理した複数のモニタ結果を再集約する機構を開発。40Gbps および 4M フロー/s に対応可能な独立筐体型トラヒック分析装置を試作完了。さらに、ルータ内でのモニタ対象管理技術を開発しルータ内蔵型トラヒック分析装置を H21 年度中に試作する。(中間目標達成の見込み)</p> <p>(2) 超高速 LAN-SAN システム化技術開発</p> <p>(ア) 160Gbit/sOTDM 伝送評価系を構築し、小型・集積化技術開発で開発されたデバイスを用いた評価を行い、動作特性を確認した。SHV 映像 (24Gbps) を多重・分離する技術を開発した。SHV 映像 (24Gbps) を 4 信号多重して、160Gbit/s 転送する実験を行い、転送動作を確認した。(中間目標達成)</p>	
	投稿論	「査読付き」15 件、その他 153 件、標準化寄与文書 11 件
	特許	「出願済」33 件、うち国際出願 3 件)
IV. 実用化、事業化の見通しについて	日本のネットワーク関連企業の集まりで実行しているプロジェクトであり、早期に実用化の目処が立った光・電子デバイスは、プロジェクト終了を待たずに事業家を進める。また計画終了後は多くの開発技術について必ず実用化を進める。このためにも標準規格獲得は必須要件となる。	
V. 評価に関する事項	事前評価	平成 19 年度実施 担当部 電子・情報技術開発部
	中間評価以降	平成 21 年度 11 月 中間評価実施 平成 24 年度 事後評価実施
VI. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 19 年 3 月 作成
	変更履歴	平成 20 年 7 月 改訂
		平成 20 年 7 月 改訂
		平成 21 年 8 月 改訂

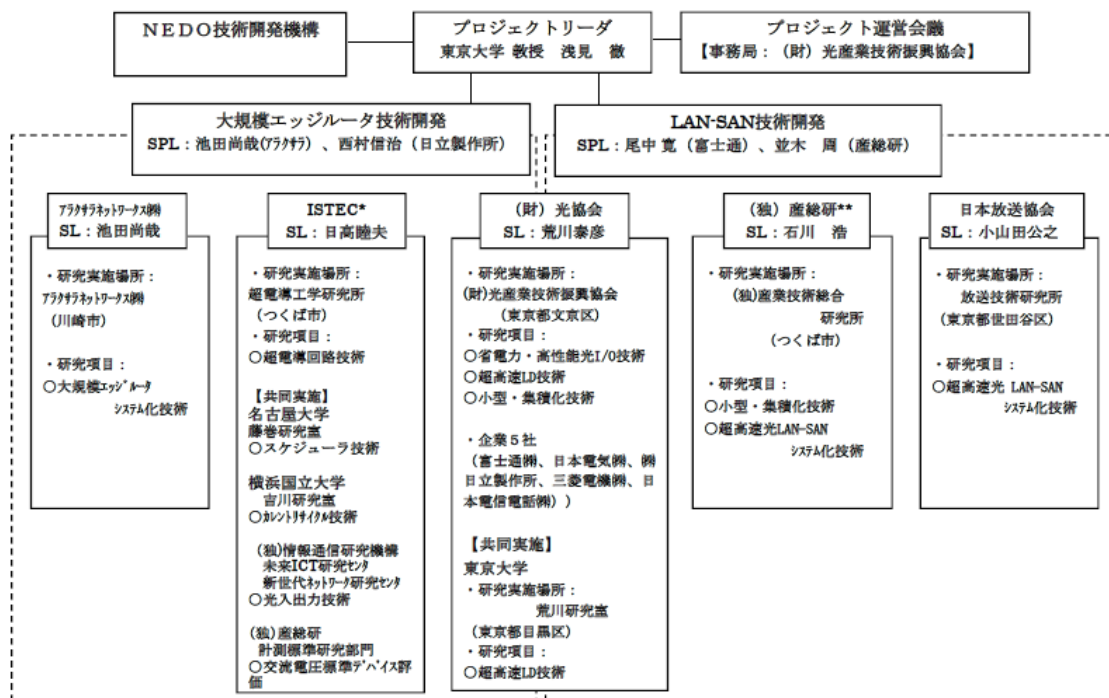
技術分野全体での位置づけ

(分科会資料 5—2 より抜粋)

5-1 (1)事業の位置付け・必要性		政策上の位置付け	公開
II-1-(1)NEDOの事業としての妥当性			
経済産業省 研究開発プログラム(PG) 「ITイノベーションPG」及び「エネルギーイノベーションPG」の1テーマとして実施			
産業技術政策	第3期科学技術基本計画(H18)	■情報通信分野は、研究開発の重点推進4分野(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテク・材料)の1つに位置づけられている。	
	新産業創造戦略2005(H17)	■情報通信分野は、重点的に育成する戦略7分野の1つに位置づけられている。	
	E-Japan, II u-Japan 2001(H13)~	■「IT新改革戦略」での光ネットワークでの世界でのリードや、「重点計画2008」のITを駆使した環境配慮型社会の実現で、IT機器のエネルギー使用量の抑制技術として取り上げられている。	
経済産業省研究開発プログラム			
ITイノベーションプログラム			
目的:高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、経済成長戦略大綱、IT新改革戦略、科学技術基本計画及び技術戦略マップ等に基づき、情報化の進展に伴うエネルギー消費量の増大等の課題にも考慮しつつ、その基盤となる情報通信機器・デバイス等の情報通信技術を開発し、実社会への利用を促進する。			
II. 省エネ革新 [i]情報ネットワークシステムの徹底的省エネの実現			
— 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発			
エネルギーイノベーションプログラム			
目的:資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。(中略)以下に5つの政策の柱毎に目的を示す。			
I. 総合エネルギー効率の向上 II. 運輸部門の燃料多様化 III. 新エネルギー等の開発・導入促進 IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保 V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用			
4-I. 総合エネルギー効率の向上 [iv]省エネ型情報生活空間創生技術			
— 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発			
事業原簿 P1-2	次世代高効率ネットワークデバイス技術開発 中間評価第1回分科会(平成21年11月12日)		1-10

「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」

全体の研究開発実施体制



「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

情報通信ネットワークは、今後もトラフィックが増加し、社会の基盤技術として重要性を増していくと考えられる。特に基幹ネットワークの高速大容量化や高品質映像通信、高速ワイヤレス通信などのIT産業分野で我が国の国際競争力の強化が望まれている。本プロジェクトは、エッジ～メトロネットワークに焦点を当てて、高速かつ低消費電力の装置を実現するための光デバイスの研究開発に関するものであり、NEDO 事業としては妥当と考えられる。また、本プロジェクトは、IT イノベーションプログラムおよびエネルギーイノベーションプログラムの主要な一課題である省エネルギー化に、光デバイス・光システムの観点から寄与できる重要な役割を担っている。これまでの事業推進により、プロジェクトリーダーのリーダーシップのもと、組織的に研究開発が行われ、中間目標がほぼ達成されているなど、全般的に良好に進捗している。一部には世界的に顕著な成果が得られているとともに、国際標準化活動も行われ、さらには、実用化に対しても意欲的に取り組まれている点は高い評価に値する。

しかしながら、目標設定に関して、十分に先進的・革新的であったかどうかの検証が必要である。この観点からは、当初設定した目標達成と同時に、競合技術の進歩との相対的な比較も行うことが望ましい。また、多くの個別テーマ間で相互整合性は十分で密接な連携もなされている一方で、個別テーマの目標や研究内容と事業全体の方向性との関連が必ずしも明確ではない箇所も散見される。さらに、伝送方式として 160Gbit/s の OTDM を選択している点については、国際動向などの観点を入れて、本事業における位置づけの見直しが望まれる。

2) 今後に対する提言

今後は、中間期までの成果を基に、総合評価試験を実施し、次世代ネットワークに向けたデバイス利用技術とシステム技術の検証を行って頂きたい。また、是非、本プロジェクトの目標の一つになっているデバイス機器レベルとシステムレベルとの間のギャップを埋める革新技術の創出を目指した、研究開発の加速を望む。

各個別テーマ設定目標については、達成度だけでなく、世界レベルで見た競

合技術との相対的優位性、すなわち国際競争力強化にも配慮した提示を頂きたい。なお、達成度に関する自己評価については、目標ごとに期待される成果をあらかじめ当事者間で公平性、透明性を担保しつつ意識合わせを行い、達成度評価に係る判断基準を明確にすることが望まれる。

国際標準化活動においては、国際的な標準化や技術動向に整合した方向付けをして継続的に提案を行い、これらの技術が、各国でも幅広く使われるシステム技術に仕上げて頂きたい。

プロジェクト後の実用化へ向けて、信頼性・再現性などの地道な技術確立と、特許等による知財権確保、論文発表等による情報発信、技術の普及に、これまで以上に注力されることを望む。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトは公共性の高い情報通信におけるエネルギー消費削減を目的とした事業であり、IT イノベーションプログラムおよびエネルギーイノベーションプログラムの目標達成の一翼を十分に担っている。また、各項目の研究開発は広範な学術的経験と高度な先端的設備を必要とし、有機的分担連携や国際競争力強化・国際標準獲得を必要とするため、個々の民間活動のみでは十分な成果を得るのは困難であり、国家的規模で総合的・組織的に取り組む必要性と意義がある。このような観点から、本プロジェクトは NEDO 事業として妥当である。

なお、エネルギー消費の見積もりが一部不明確なので、将来の実用化・普及等へ向けて、消費電力の面からの考察・検討をより一層取り入れて頂きたい。

2) 研究開発マネジメントについて

研究開発目標は具体的な設定になっており、各テーマに対して可能な限り定量的な目標が設定されている点は評価できる。また、実施体制は各テーマの基盤となる経験を活用できる研究者グループから組織されていて妥当と判断され、十分なリーダーシップを有するプロジェクトリーダーとサブリーダーのもとにデバイス研究からシステム開発までを統括できる組織により事業推進がなされている。さらに、追加予算により、新しい目標の達成や、前倒しの達成がなされており、研究の進展や情勢変化に対して、柔軟で効率的な研究開発が進められている。

一方、「大容量エッジルータ」と「光 LAN・SAN システム」を総合的に見ると、サブテーマにオルタネート技術・デバイスと解釈される技術開発があるように見受けられる。プロジェクトの後半に向けて、統合できるものは統合・

集中して頂きたい。

なお、伝送方式 160Gbit/s、OTDM については、プロジェクト開始前の計画段階では、世界情勢を反映していたものの、その後の世界における研究の進展によって、今後国際標準化される見通しがない方式であるので、OTDM 技術の将来性を考慮するとともに、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向を見極め、同テーマの位置づけ・計画の見直し、改善を望む。

3) 研究開発成果について

設定された中間目標は殆ど全ての個別テーマにおいて数値目標を含めて達成、一部テーマでは前倒しで目標達成がなされており、高く評価できる。また、世界初のデバイス実現やトップデータ達成も多数含まれている。さらに、国際標準化に関する標準化寄与文書 11 件など、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組は適切に行われている。

一方、中間目標達成度の判断基準や客観性が十分明確でない部分も見られる。プロジェクト全体としてある程度統一化された判断基準に基づいて達成度評価が行われることが望ましい。設定した目標との比較だけでなく、引き続き競合他技術とも比較して優位性を明確にし競争力を高める努力を続けて頂きたい。また、成果の広範な公開と活用および体系化の観点から、より多くの学術誌論文投稿等がなされるよう一層の努力を続けて頂きたい。

4) 実用化、事業化の見通しについて

光デバイスに関しては、性能・消費電力目標の達成は明らかで、これから実用化に向かう基盤ができたものと判断される。これらの成果をもとに今後実用化に向けた具体的な研究開発の推進が望まれる。また、近い将来の実用化を目指した項目については、標準化への盛り込みに成功しており、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られている。

一方、テーマによって実用化までの困難さは異なると考えられ、今後の研究開発成果に基づき、柔軟に研究開発計画の再検討が実用化の観点から行われることを期待する。また、競合技術に対して、投入した費用に見合うだけの競争力が発揮できるという視点での説明が更に必要である。

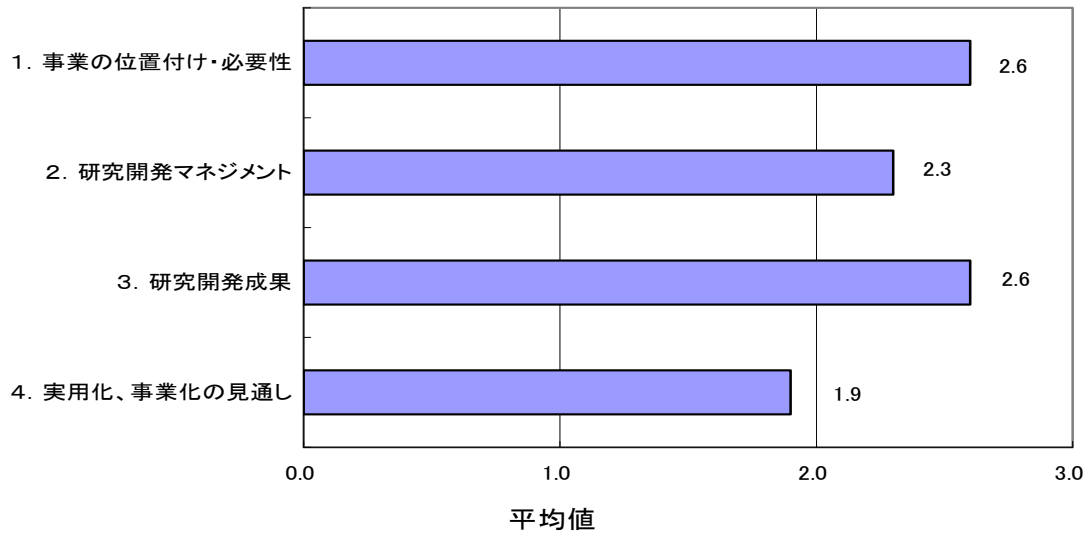
個別テーマに関する評価

	成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言
大規模エッジルータシステム関連技術	<p>全体として目標を達成しており、関連分野への波及効果が期待できる世界初あるいは世界最高水準の成果が数多く得られており、高く評価される。特に、超高速光送信ドライバに関連して開発を行っている高信頼制御方式は、実ネットワークの信頼性向上への寄与の観点から高く評価できる。さらに、SFQベース・リアルタイムオシロ技術開発については、世界をリードする技術である。また、知的財産権等の取得、国際標準化に向けた提案等の取組も適切に行われている。</p> <p>一方、設定目標と実績の比較だけでなく、引き続き競合他技術との比較を行って客観的評価を行い、競争力を高めると共に本事業目的への統合の観点からさらなる高性能化を続けることが望まれる。また、スケーラブル・ルータアーキテクチャの研究開発に、予算のかかなりの割合が投入されており、市販されている技術に対して、どの程度優位性があるか、投下された費用の妥当性を検証されたい。さらに、成果のレベルが高いと判断されるにもかかわらず、国際会議での発表は多いものの、学術論文発表が少ない。国家プロジェクトとして成果の普及・実用化等へ向け、情報を発信する責任があるので、特許出願等で必要な権利確保をしたうえで、論文発表等をより積極的に行う必要がある。</p>
超高速光LAN-SANシステム関連技術	<p>全体として目標を達成している。日本発のスーパーハイビジョンをアプリケーションとして選定したことは、将来の市場における日本の地位を確立するためにも、賢明な選択であるといえる。また、成果の多くは関連分野への波及効果が期待でき、分野の活性化と人材育成にも貢献している。</p> <p>一方、160Gb/sの光ネットワークインターフェイスカード（NIC）に関して、個々の要素技術は進展しているが、それらが、ハイブリッド集積でNICとしてまとまっていく技術とうまくつながっているかやや危惧される。また、LAN用途に限定したとしても、伝送方式として160Gbit/s、OTDMの伝送速度は、今後国際標準化される見通しがないので、プロジェクトの中での位置づけの再検討などを含め、</p>

今後計画の見直しが望まれる。

知的財産権等の取扱は事業戦略、または実用化計画に沿って国内には適切に行われているが、国外特許は少ないので今後、国外特許への展開が望まれる。また、現段階では、まだ基礎研究的な色彩が強い課題もあるが、先端的な成果も得られており、今後の進捗に期待する。実用化および国際競争力強化に向けて、更なる研究開発が行われることを期待する。例えば、波長資源有効活用とコアネットワークへの高機能リンクの観点から、波長帯の統合や最適化および DWDM 活用に向けてチャレンジングな課題にも取り組んで頂きたい。成果については、目標達成の観点のみならず、競合技術との相対的優位性についても常に留意されることが望まれる。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	C	A	A	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.6	A	A	A	A	C	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	B	A	B	D	A	A	B
3. 研究開発成果について	2.6	A	A	B	A	C	A	A	A
4. 実用化・事業化の見通しについて	1.9	B	B	B	B	C	B	B	B

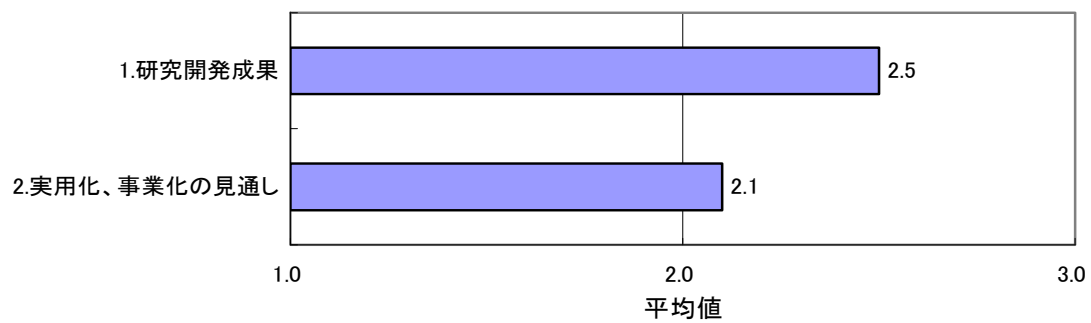
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

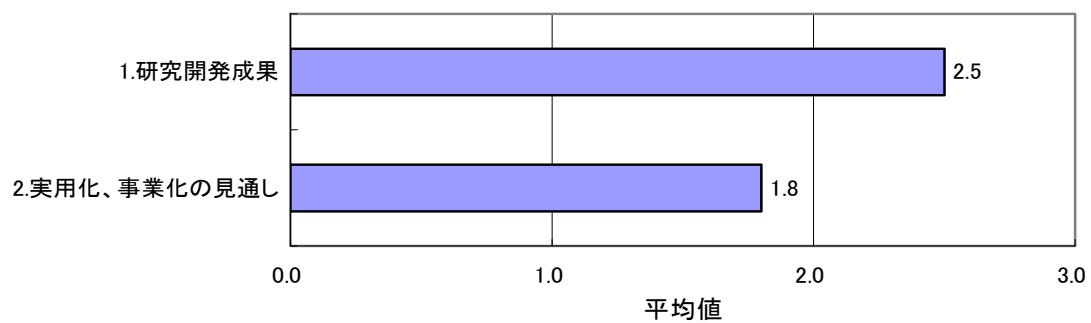
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

大規模エッジルータシステム関連技術



超高速光 LAN-SAN システム関連技術



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
3. 2. 1 大規模エッジルータシステム関連技術									
1. 研究開発成果について	2.5	A	A	B	A	B	C	A	A
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	B	B	A	B	B	C	B	A
3. 2. 2 超高速光 LAN-SAN システム関連技術									
1. 研究開発成果について	2.5	A	A	B	A	B	C	A	A
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.8	B	C	B	B	C	C	B	A

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化、事業化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明