

「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	4

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（平成29年9月28日）及び現地調査会（平成29年9月27日 於国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば西（茨城県） TIA 棟会議室）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第54回研究評価委員会（平成29年12月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年12月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」
分科会
（中間評価）

分科会長 小柴 正則

「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成29年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	こしば まさのり 小柴 正則	北海道大学 名誉教授
分科 会長 代理	なみひら よしのり 波平 宜敬	琉球大学 名誉教授
委員	かわせ まさあき 川瀬 正明	千歳科学技術大学 学長
	さいき としはる 齋木 敏治	慶応義塾大学 理工学部 電子工学科 教授
	すはら としあき 栖原 敏明	大阪大学 超高压電子顕微鏡センター 特任教授
	ながつま ただお 永妻 忠夫	大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻 教授
	ふじた まさゆき 藤田 雅之	公益財団法人レーザー技術総合研究所 レーザープロセス研究チーム 主席研究員

敬称略、五十音順

「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総合評価

本プロジェクトは、社会的な必要性の高い将来の情報通信・処理機器の分野で集積光電子デバイス実装による超低消費電力化・高性能化の技術を開発し実用化することを目指すもので、プロジェクトリーダーの優れたリーダーシップのもとに、優秀な研究者が集結し、強力な体制により戦略的な研究開発が進められている。中間目標は概ね達成されており、世界初、世界最高水準の成果が多数含まれている。成果の事業化に向けて、新会社を設立したことは高く評価できる。また、この会社は技術研究組合から成果の知財と技術の一部を継承し新設分割した初めての事例であり、他分野を含めた我が国のモデルケースとなることを期待する。セミナー・ワークショップの開催等を通じて、光電子集積技術分野の将来ビジョン形成、人材育成にも大きく貢献している。知的財産等については、オープン・ブラックボックス戦略を具体化するとともに、国際標準化に向けた多くの提案と参画でも成果が得られている。

今後も、コストパフォーマンスを意識した情勢変化への機敏な対応と技術の優位性・競争力確保等の努力を続け、光エレクトロニクス実装システム技術によるエレクトロニクス産業の活性化に向けて研究開発に取り組むことを期待する。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

情報化社会の急速な進展に伴い、光通信機器・システムの省エネ化・高性能化を推進する本事業は、我が国の国際競争力を高める上で極めて重要である。また、省エネルギー技術戦略 2016 に適合し、国の科学技術政策に資するものであり、CO₂ 削減効果にも寄与することから、NEDO 事業として妥当である。さらに、光電子集積技術の実現には、広範囲にわたる難度の高い要素技術の開発と統合化が必要であるため、民間企業単独ではリスクが大きく、NEDO の関与が必要な事業であると認められる。

2. 2 研究開発マネジメントについて

研究開発目標は、国内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、明確に設定されており妥当である。また、実用化を前提とした適切な研究開発計画とスケジュールが立案されている。プロジェクトリーダーの卓越したリーダーシップのもと、実装基盤技術開発から実装システム化技術開発まで、真に技術力と事業化能力を有する企業、研究所等が結集し、緊密で有機的な連携により、事業が推進されている。さらに、通信量増加の加速や国際開発競争激化などの情勢変化を常に把握・分析し、促進財源を投入して研究開発の効率化、加速化を図っている。知的財産については、オープン・ブラックボックス戦略を具体化して、実施者間で知的財産に関する取扱を整備し、適切に運用している。国際標準化についても戦略に基づいて

環境形成の努力と寄書提出が続けられ、成果が得られている。

今後について敢えて提言するならば、革新的デバイス技術研究において、技術推進委員会での情報交換や討論などを通じて大学と企業間の連携をより一層強化して、本プロジェクト成果としての貢献を明確化することを期待する。

本分野に係る競争は世界的に激化していることから、目標の見直し等、今後も社会情勢に対応したフレキシブルなマネジメントが望まれる。

2. 3 研究開発成果について

中間目標は概ね達成されており、多くの実用的で競争力のある光エレクトロニクス集積デバイス、光電子集積サーバシステム、光電子集積光通信システムが実現され、世界初、世界最高水準の成果が多数含まれている点は評価できる。最終目標に向けての課題とその解決の道筋も明確かつ妥当である。また、公開セミナーやワークショップの開催等を通じて、将来ビジョン形成、人材育成に大きく貢献している。さらに、知的財産権等の取得のため、国内外で多くの特許出願がなされている。国際標準化に向けた環境整備と提案も適切になされており、標準化が増え始めていることも重要な成果である。

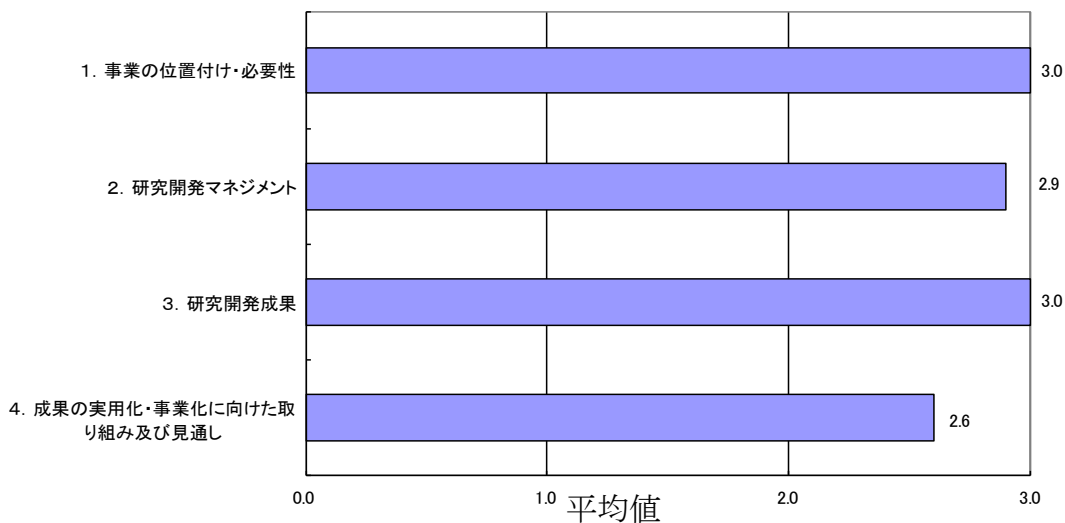
今後、新技術を実装レベルにまとめるには予測せぬ課題が出てくることも考えられるため、常に代替策も視野に入れながら研究開発に取り組むとともに、国内大学発の成果の特許化を増やすことを期待する。

2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本事業で開発するデバイス・システムは、市場やユーザーの要求に合致するものであり、大きな経済効果が期待される。積極的な実用化、事業展開が図られており、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所（PETRA）から成果の知財と技術の一部を継承した新会社を設立し、事業化を推進している点は高く評価できる。さらに、学生・社会人対象の集中セミナー・ワークショップを通じての人材育成も、長期的戦略の一つとして評価できる。

今後、データセンター間や企業間ネットワークに係るセキュリティ確保の観点からの技術課題についても検討を進めることを望む。また、コストパフォーマンスを意識して情勢変化へ機敏な対応をしつつ、時代のスピードに乗って柔軟に製品を送り出すなど、更に多くの実用化・事業化を実現することを期待する。

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	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
3. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	2.6	B	A	B	A	B	A	A	A

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈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. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

研究評価委員会「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」

(中間評価) 分科会

日時：平成29年9月28日(木) 9:30～12:55

場所：大手町サンスカイルーム A 室(朝日生命大手町ビル 27 階)

議事次第

(公開セッション)

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. 開会、資料の確認 | 9:30～ 9:35 (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 9:35～ 9:40 (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 9:40～ 9:45 (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 9:45～ 9:55 (10分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | |
| 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント | 9:55～10:05 (10分) |
| 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し | 10:05～10:15 (10分) |
| 5.3 質疑応答 | 10:15～10:25 (10分) |

休憩 (入替) 10:25～10:32 (7分)

(非公開セッション)

- | | |
|---|-------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | |
| 実用化・事業化に向けての見通し及び取組 | |
| 6.1 技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (PETRA)、
アイオーコア株式会社 [説明 10 分、質疑応答 6 分、入替 2 分] | 10:32～10:50 (18分) |
| 6.2 日本電気株式会社 [説明 8 分、質疑応答 5 分、入替 2 分] | 10:50～11:05 (15分) |
| 6.3 富士通株式会社 [説明 8 分、質疑応答 5 分、入替 2 分] | 11:05～11:20 (15分) |
| 6.4 沖電気工業株式会社 [説明 8 分、質疑応答 5 分、入替 2 分] | 11:20～11:35 (15分) |
| 6.5 株式会社東芝 [説明 8 分、質疑応答 5 分、入替 2 分] | 11:35～11:50 (15分) |
| 6.6 NTT エレクトロニクス株式会社、NTT、富士通株式会社
[説明 8 分、質疑応答 5 分、入替 2 分] | 11:50～12:05 (15分) |
| 7. 全体を通しての質疑 | 12:05～12:25 (20分) |

休憩 (入替) 12:25～12:30 (5分)

(公開セッション)

- | | |
|-----------|-------------------|
| 8. まとめ・講評 | 12:30～12:50 (20分) |
| 9. 今後の予定 | 12:50～12:55 (5分) |
| 10. 閉会 | |

概要

最終更新日 平成29年9月12日

プログラム (又は施策)名	未来開拓研究プロジェクト						
プロジェクト名	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	プロジェクト番号	P13004				
担当推進部/担当者	IoT推進部/梅田 到、大橋 雄二、中山 敦、岩本 篤(平成29年7月~現在) IoT推進部/厨 義典、大橋 雄二、岩本 篤(平成29年4月~平成29年6月) IoT推進部/水野 義博、荒川 元孝、厨 義典(平成28年7月~平成29年3月) 電子・材料・ナノテクノロジー部/水野 義博、波佐 昭則(平成26年10月~平成28年6月) 電子・材料・ナノテクノロジー部/井谷 司、波佐 昭則(平成26年9月) 電子・材料・ナノテクノロジー部/井谷 司、松岡 隆一(平成25年4月~平成26年8月)						
0. 事業の概要	クラウドコンピューティングの進展によりデータセンタなどにおける情報処理量や通信トラフィックが指数関数的に増大しており、データセンタ内の情報処理機器(サーバ、ルータ等)は更なる高速化が進んでいる。同時に、ボード間、ボード内のチップ間の電気配線の損失が飛躍的に増加しており、消費電力増大が懸念され、性能向上のボトルネックとなっている。 本プロジェクトでは、前記課題を解決する革新的技術として、電気配線を用いる場合より少ない電力でかつ高速な通信が可能な光配線を用いて情報機器の高速・大容量処理化と同時に大幅な省電力化を実現する光電子融合システムの構成要素技術を確立する。						
I. 事業の位置付け・必要性について	光電子融合システム技術を開発することで、データセンタ等における情報処理量・通信量の増加に伴って急激な増加が予測される消費電力の抑制を図り、地球温暖化ガスの排出量の削減にも寄与する。 また、光半導体分野における我が国の競争優位を維持向上するとともに、光電子融合システムによる新たなコンピューティング技術領域において競争力を獲得し、半導体産業、回路基板産業やそれらをシステム化したサーバ、ルータ等の情報通信機器産業など幅広いエレクトロニクス産業の活性化に資する。						
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	電気信号と光信号を相互に変換する超小型光素子および電子機器の電気配線を光配線に変換する光配線技術を開発し、これらを基盤としてボード間、集積回路チップ間の通信を電気通信から光通信へ変換する光エレクトロニクス実装システム技術を開発する。 具体的には、電気配線を用いる場合に比べて1/10の低消費電力化・高速化(1mW/Gbps)と通信速度あたりの面積比で1/100以下の小形化を実現するために必要な構成要素技術を平成29年度までに確立することを目標とする。次に、確立された要素技術を用いて光電子集積インターポーザ、光電子ハイブリッド回路基板、およびそれらの集積化技術を確立することにより消費電力を30%削減できデータセンタレベルで運用可能な光電子融合サーバボード実現の目処を得る。 また、機器間の光インターフェースにおいて、100Gbps/chの高速伝送及び現状の光トランシーバモジュールの消費電力(300W程度)を1/5~1/10まで低減できる低消費電力化技術を実現する。						
事業の計画内容	主な実施事項	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy
	① エレクトロニクス実装基盤技術						
	(i)実装基盤技術						
	(a)光エレクトロニクス実装技術						

	(b)光エレクトロニクス集積デバイス技術							
	(c)光エレクトロニクスインターフェース技術							
	(d)光エレクトロニクス回路設計技術							
	(ii)革新的デバイス技術							
	②光エレクトロニクス実装システム化技術							
	(i)システム化技							
	(a)サーバーボードのシステム化技術開発							
	(b)ボード間接続機器、筐体間接続機器のシステム化技術開発							
	(c)データセンタ間接続機器のシステム化技術							
	(d)企業間ネットワーク接続機器のシステム化技術開発							
	(ii)国際標準化							
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) 契約種類: ○をつける (委託(○) 助成() 共同研究(負担率()	会計・勘定	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	総額
	一般会計	—	—	—	—	—	—	—
	特別会計(需給)	2,800 (実績)	2,400 (実績)	2,777 (実績)	2,500 (実績)	1,720 (実績)	1,800 (予定)	13,997 (予定)
	開発成果促進財源	—	102 (実績)	848 (実績)	1,006 (実績)	—	—	1,956 (予定)
	総予算額	2,800 (実績) 【経済産業省執行】	2,502 (実績)	3,625 (実績)	3,506 (実績)	1,720 (実績)	1,800 (予定)	15,953 (予定)
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報産業課						
	プロジェクトリーダー	東京大学教授 荒川 泰彦						
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載)	技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (参加企業7社(NTTエレクトロニクス(株)、沖電気工業(株)、(株)東芝、日本電気(株)、日本電信電話(株)、富士通(株)、古河電気工業(株))、(国研)産業技術総合研究所、(一財)光産業技術振興協会) 再委託(京都大学、東京工業大学、東京大学、横浜国立大学、早稲田大学)						

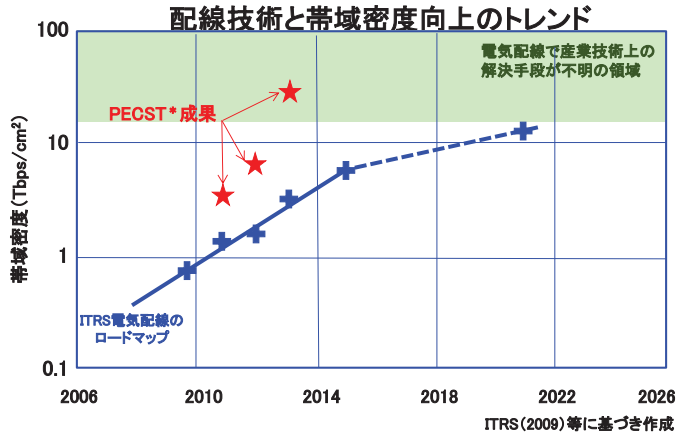
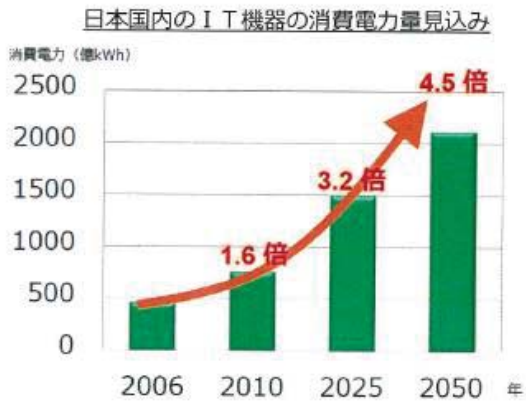
<p>情勢変化への対応</p>	<p>世界的なシリコンフォトリソグラフィ技術への注目の高まりと競争激化へ対応するため、大規模光回路技術開発と省電力化技術を前倒しで着手した。また、データセンタ間接続機器システム技術は、実用化が加速している状況に対して、現状成果の一部を活用した先行事業化を実施するとともに、目標を状況の変化に対応したものに変更した。 モバイル情報通信やIoTの進展によるデータ通信量増大、AIおよびディープラーニングの進展による情報処理の高速化等に対応し、中間目標を追加した。</p>	
<p>中間評価結果への対応</p>	<p>平成26年度に行われた中間評価結果に対応し、主に4つの対応策を推進した。実用化事業化促進戦略を策定するために、国内企業動向、国内外マーケット動向を集約したロードマップを作成し、促進財源を投入して研究開発と実用化事業化を加速した。また、論文や学会発表を数多く行うことで研究開発の進捗を公開・アピールし、更に製品仕様やサービス内容を具体化して実用化および実用化のための会社設立を各1件ずつ行った。</p>	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>平成23年度 産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（7月）、総合科学技術会議の評価専門調査会（12月） 担当：経済産業省</p>
	<p>中間評価</p>	<p>平成26年度 中間評価実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部</p>
	<p>中間評価</p>	<p>平成29年度 中間評価実施予定 担当部 IoT推進部</p>
	<p>中間評価</p>	<p>平成31年度 中間評価実施予定</p>
	<p>事後評価</p>	<p>平成34年度 評価実施予定</p>
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>研究開発項目ごとの成果と平成29年度末までの成果目標を以下にまとめる。（未達の場合は、達成の課題と方針を記載） 研究開発項目①「光エレクトロニクス実装基盤技術の開発」 (i) 実装基盤技術 (a) 光エレクトロニクス実装技術 ・5cm×5cm程度の光電子ハイブリッド基板上にLSIを搭載するモジュール化技術を確立し、LSIモジュールでの高速光インターコネクトを実現する。 (b) 光エレクトロニクス集積デバイス技術 ・多数の光素子を集積した光電子集積インターポーザの大容量伝送を実現するための基盤集積技術を確立する。 (c) 光エレクトロニクスインターフェース技術 ・低消費電力DSP-LSI最終プロトタイプを実現するとともに、データセンタ間通信向け低消費電力100Gbpsデジタルコヒーレント光トランシーバを実証するための要素技術を確立した。 (d) 光エレクトロニクス回路設計技術 ・光デバイス設計用電子・光連携TCADと光電子集積インターポーザの設計を可能とする統合設計環境を連携させ、基本実装構造に関するデータベース（デザインキット）を整備し、光電子集積インターポーザを効率的に設計可能とした。 (ii) 革新的デバイス技術 ・量子ドットレーザアレイを実現するとともにシリコン系基板上に直接成長した量子ドットレーザを試作する。 ・導波路型受光器における暗電流抑制技術を実現する。 ・超小型高速変調器としてLN変調器を凌駕する実用性能を得る。 ・3次元光配線技術として垂直方向と水平方向の伝搬機能の統合を実現する。 ・異なる機能の光回路を同一回路基板上に集積し、光FPGAコンセプトを実証する。 ・光スイッチマトリクス of 低電力化、光信号処理デバイスの10Gbps程度での動作を実証する。これらの検討を通じて、光電子集積サーバ技術への技術展開の見通しを示すとともに事業化に対する課題を明確化する。 研究開発項目②「光エレクトロニクス実装システム化技術の開発」 (i) システム化技術 (a) サーバボードのシステム化技術開発 ・光電子集積サーバボードにおける伝送機能の主要部分からなる送受信部を試作し、要求スペックを満たす光伝送を実証する。 ・光電子集積インターポーザに積層型のストレージチップを実装した光インターフェース付SSD技術を確立する。 (b) ボード間接続機器、筐体間接続機器のシステム化技術開発 ・LSIと光トランシーバの接続構造を決定した。</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 策定した設計基準に基づき既存ロジックLSIを搭載できる基板を設計・試作し、光ケーブルを用いたLSI搭載基板間光接続を実現した。 (c) データセンタ間接続機器のシステム化技術開発（平成28年度末） ・ 抽出した技術課題を解決し、目標である小型、低消費電力を満たす100Gbpsデジタルコヒーレント光トランシーバを実現した。 (d) 企業間ネットワーク接続機器のシステム化技術開発 ・ シリコン光導波路による双方向多重用合分波器と波長多重用合分波器を組み合わせて集積試作し、一芯双方向波長多重動作をシリコンワンチップ上で実証するとともに、企業間ネットワーク向け波長多重合分波器実用化のための要求課題を抽出し、解決の目処を得る。 (ii) 国際標準化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 本プロジェクトの成果である光実装部品における各種インターフェース等の標準化提案活動を行い、開発成果の事業化に必要な標準の提案を行う。 	
	投稿論文、学会発表等 (事業開始から平成29年8月末)	「査読付き論文」97件 「発表（解説記事含む）」704件
	特許(同上)	「出願済」139件、(うち国際出願58件)
	その他の外部発表(プレス発表等) (同上)	36件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>本プロジェクトは日本の光デバイス、ネットワーク関連企業で構成される技術組合を実施者とするものであり、早期に実用化の目処が立ったデバイスについては、プロジェクト期間の終了を待たずに実用化・事業化を進める。事業化を有利に進めるために、国際標準化活動による規格獲得を目指す。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成24年5月 「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」実施計画作成（経済産業省） 平成25年3月 基本計画作成（NEDO） 平成30年3月 平成29年実施の中間評価の結果を基に基本計画を変更予定
	変更履歴	無

I. 事業の位置付け・必要性(1)事業の目的の妥当性

◆事業実施の背景

- 情報化社会の進展に伴うIT機器の普及により、社会生活で扱う情報量は爆発的に増大し、情報を処理するIT機器の台数および各機器毎の情報処理量が急増。
- 国内のIT機器による電力消費量は急増し、2025年には2010年の2倍に達する可能性がある。
- 電気配線の限界を迎えつつありIT機器の省エネルギー化は喫緊の課題。



出典: 経済産業省 平成24年度 我が国情報経済社会における基盤整備 (IT機器のエネルギー消費量に係る調査事業 報告書)

*PECST: 内閣府・総合科学技術会議の下で、日本学術振興会が進めた最先端研究開発支援プログラム (FIRST) におけるフォトリソ・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発事業

超低消費電力光エレクトロニクス実装システム技術開発 中間評価分科会資料

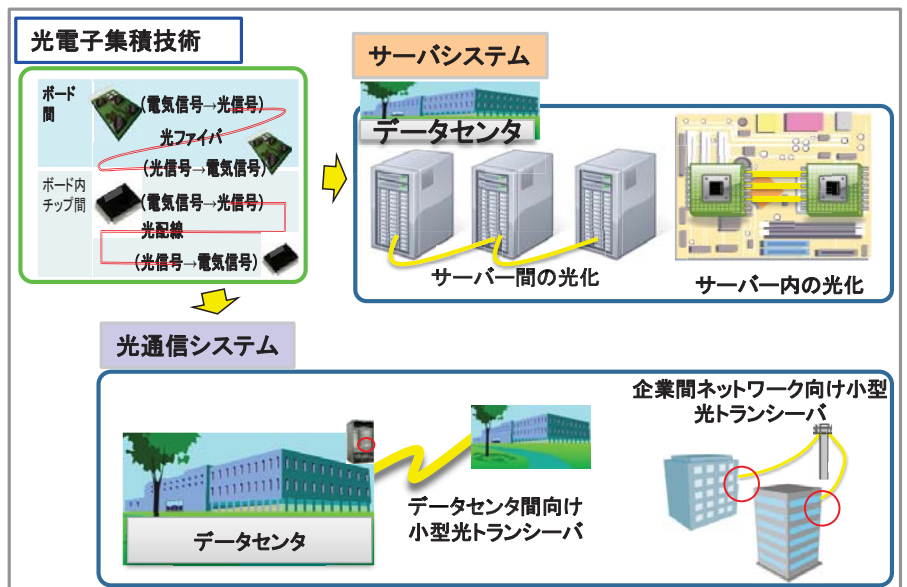
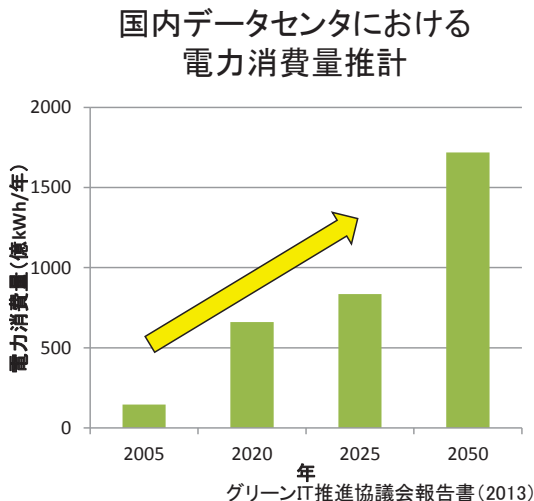
I. 事業の位置付け・必要性(1)事業の目的の妥当性

◆事業の目的

サーバ、ルータ等のIT機器で構成されるデータセンターにおいても電力消費量が急増

光電子集積技術を軸にデータセンター等におけるサーバシステム、光通信システム向け IT機器の省電力化技術を開発

本プロジェクト:「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」



超低消費電力光エレクトロニクス実装システム技術開発 中間評価分科会資料6

