

# 「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 .....	5

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31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（第1回（平成26年9月30日）及び現地調査会（平成26年9月29日））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32条の規定に基づき、第40回研究評価委員会（平成26年11月27日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成26年11月

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「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26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 キャリアセンター センター長・特任教授
分科 会長 代理	なかじま ひろちか 中島 啓幾	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	きたやま けんいち 北山 研一	大阪大学 大学院工学研究科電気電子情報工学専攻 情報通信工学部門 教授
	おやま ふみお 小山 三夫*	東京工業大学 精密工学研究所附属フォトニクス集積シス テム研究センター 教授
	さとう みつひさ 佐藤 三久	筑波大学 システム情報系情報工学域 計算科学研究センター 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 量子電子デバイス工学部門 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

敬称略、五十音順

注\*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：東京工業大学理  
工学研究科）「NEDO技術委員・技術評価委員規程(平成26年3月31日改正)」第3  
4条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

# 「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. 総論

#### 1. 1 総合評価

中間目標は全てのテーマと項目においてほぼ達成されており、一部には、前倒しで実用化・事業化への基盤が確定した成果も得られている。世界初あるいは世界最高水準の成果が多数含まれており、最終目標を達成できる可能性は非常に高いと期待される。

技術のポートフォリオのバランスは良好で、実装基盤技術と実装システム化技術とからなっており、さらに将来の技術シーズを探索する革新デバイス技術によって絶え間なく新技術を導入できる仕組みが備わっている。

傑出したプロジェクトリーダーの下に産学官の主だった機関が結集しており、研究開発が効率良く推進されている。情勢変化に対しては加速財源活用による目標早期達成など機敏で適切な対応がなされている。

国際標準化活動や研究開発成果の実用化・事業化にも意欲的に取り組んでいる。ただし、シリコンフォトニクスは、国際的にも開発競争が熾烈で進展も早いので、早期の実用化・事業化につながるように、計画の前倒しを含めて、研究開発を一層加速することが必要である。その際、市場シェアを伸ばす戦略、低コスト化についても留意が必要である。

#### 1. 2 今後に対する提言

各大学での基盤技術課題と参画企業との長期的な連携の枠組みについて、より明確にされることを期待する。競合技術に対する相対的優位性を適切に評価するため、常に最新の情報を収集しつつ、ベンチマークの更新に努めることが望まれる。

実用化・事業化に向けては、マーケットにおける競争実態や顧客動向に熟知したメンバーの参画が望まれる。チーム全体で製品イメージを共有し、汎用的な製品でボリュームゾーンを狙う戦略も必要ではないか。

この分野に対する国の継続的投資は十分とはいえないことから、さらに充実する方策を検討頂きたい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

光エレクトロニクス実装システムを実現する基盤技術とシステム化技術を確立し、情報処理機器・装置の高速化と低消費電力化を目指す極めて公共性・公益性の高い研究開発事業である。広範で長期的な学術的経験と高度な先端的設備を必要とし、研究者間の有機的・相補的な連携や国際競争力強化・国際標準獲得を必要とするため、国家的規模で総合的・組織的・戦略的に取り組む必要がある。我が国のエレクトロニクス産業を支え、国際競争力を強化する

という NEDO のミッションに合致していると考える。

省エネルギー情報基盤の社会的必要性と市場の大きさから、予算に見合う十分な経済効果が期待できる。ただし、省エネルギー効果の見積もりについては、今後精度を上げ、アピールしていくことが望ましい。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

国際的視点の技術展望と戦略的判断のもとに、全体目標と数値目標が示され、研究開発項目の区分、分担関係と個別目標を適切に設定している。

様々な低消費電力化方策が盛り込まれた課題解決案が提案され、具体的な研究開発計画とスケジュールが立案されている。ベンチマークは適切に行われており、今後も適宜アップデートを心がけ計画に反映されることが望まれる。

優れたリーダーシップを有するプロジェクトリーダーと複数のサブリーダーのもとに、実装基盤技術開発から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、研究所等が実施者として選定され、実施者間の綿密で有機的な分担連携によって、事業が推進されている。実用化・事業化に向けては、マーケットにおける競争実態や顧客動向に熟知したメンバーの参画が望まれる。

知財戦略としては、オープン・ブラックボックス戦略の重要性を認識し、具体的方策の実践に向けて努力がなされている。標準化文書の発行によって、100Gbps デジタルコヒーレント光トランシーバの標準化に成功したことは高く評価できる。

加速財源の活用により、目標を前倒し達成するなど、情勢の変化に対して機敏で適切な対応がなされている。

## 2. 3 研究開発成果について

中間目標は、全ての個別テーマにおいて数値目標を含めて達成されており、プラグブル CFP タイプの 100Gbps デジタルコヒーレント光トランシーバを試作し、従来比で容量 1/2 以下の小型化と従来比 1/3 となる低消費電力化を実現するなど、世界初あるいは世界最高水準の成果が多数含まれている。一部は、実用化・事業化への基盤が確定した成果も得られており、早期の事業化につながる可能性もある。

特許取得は妥当に行われている。OIF や IEEE802.3 などで、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が適切に行われている。

特許、論文発表など、産学が役割を分担して、成果の普及に努力がなされている。ただし、多くの優れた学術的成果に比して、学術誌等の論文発表の数が少ないと思われる。

## 2. 4 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

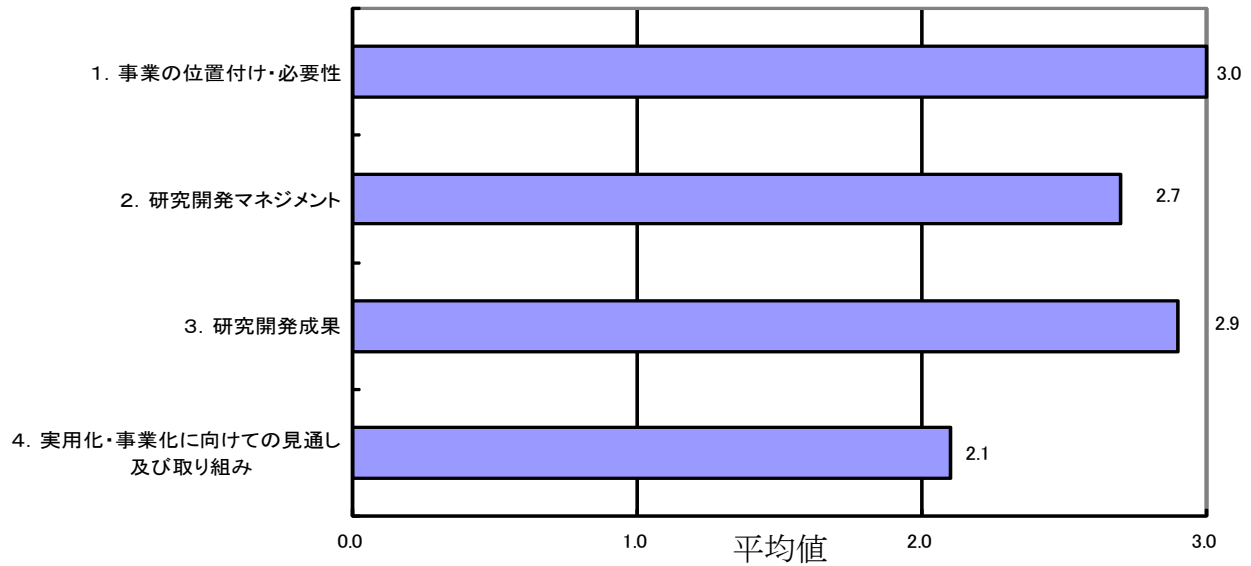
中間目標を達成し、要素技術の一部では世界最高水準の研究成果が達成され、さらに知的財産や標準化への対応も進んでいることから、国際的に高い競争力が醸成されつつある。また、企業及び大学で該当分野の研究開発が活性化しており、人材育成促進に貢献している。

革新的デバイス技術は、光電子集積サーバの継続的な高性能化と長期的な技術優位性を維

持するために不可欠な研究開発要素であるため、その実用化・事業化時期については、プロジェクト全体で意識合わせしながら、研究開発を進める必要がある。

新会社において実用化・事業化に取り組む者が明確になっている。今後は、取り組み計画、事業化までのマイルストーン、事業化する製品・サービス等を一層具体化することが必要である。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
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	2.7	A	A	B	A	B	A	A	
3. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	B	A	A	
4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.1	B	B	B	B	A	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・事業化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・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 26 年 9 月 30 日(火)9:30~18:30

場所:大手町サンスカイルーム A 室

(東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 1 号 朝日生命大手町ビル 27 階)

議事次第

<公開の部>

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 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」	9:55~10:10	(15分)
5. 2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」	10:10~10:30	(20分)
5. 3 質疑	10:30~11:05	(35分)
(昼食)	11:05~12:05	(60分)

<非公開の部>

6. プロジェクトの詳細説明		
6. 1 研究成果		
6. 1. 1 光エレクトロニクス実装基板技術の開発		
(1) 実装基板技術 [説明 40分、質疑 35分]	12:05~13:20	(75分)
(2) 革新的デバイス技術 [説明 30分、質疑 25分]	13:20~14:15	(55分)
(休憩)	14:15~14:25	(10分)
6. 1. 2 光エレクトロニクス実装システム化技術の開発		
(1) システム化技術 [説明35分、質疑30分]	14:25~15:30	(65分)
(2) 国際標準化 [説明 5分、質疑10分]	15:30~15:45	(15分)
(休憩)	15:45~15:50	(5分)
6. 2 実用化に向けての見通し及び取り組み		
6. 2. 1 技術研究組合光電子融合基盤技術研究所 (PETRA) [説明10分、質疑13分、入替2分]	15:50~16:15	(25分)
6. 2. 2 日本電気株式会社 [説明 5分、質疑 10分、入替 2分]	16:15~16:32	(17分)



6. 2. 3	富士通株式会社	[説明5分、質疑10分、入替2分]	16:32～16:49	(17分)
6. 2. 4	NTTエレクトロニクス株式会社	[説明5分、質疑10分、入替2分]	16:49～17:06	(17分)
6. 2. 5	沖電気工業株式会社	[説明5分、質疑10分、入替2分]	17:06～17:23	(17分)
6. 2. 6	株式会社東芝	[説明5分、質疑10分、入替2分]	17:23～17:40	(17分)
7.	全体を通しての質疑		17:40～17:55	(15分)
	(公開セッション準備・休憩)		17:55～18:00	(5分)
	<公開の部>			
8.	まとめ・講評		18:00～18:20	(20分)
9.	今後の予定		18:20～18:30	(10分)
10.	閉会		18:30	

**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**  
**現地調査会**

日時 :平成26年 9月29日(月) 14:00~17:00

場所 : (独)産業技術総合研究所 つくばセンター西事業所  
スーパークリーンルーム棟 4F 会議室  
(茨城県つくば市)

集合場所: 13:30 つくば駅 A3出入口地上(つくばエクスプレス線)

---

**【議事次第】**

- |                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| 1. 開会                              | 14:00             |
| 2. 挨拶・現地調査会の概略説明                   | 14:00~14:10(10分)  |
| 3. プロジェクトの概要説明                     | 14:10~14:20(10分)  |
| 4. 現地見学に関する説明                      | 14:20~14:30(10分)  |
| 5. 現地見学(動態展示)                      | 14:30~16:40(130分) |
| ※施設内研究室にて動態展示を実施いたします(7カ所を予定 各15分) |                   |
| 6. 全体を通しての質疑応答                     | 16:40~16:50(10分)  |
| 7. ご講評                             | 16:50~17:00(10分)  |
| 8. 閉会                              | 17:00             |

以上

概要

最終更新日 平成 26 年 9 月 8 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	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 月現在） 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）においては、情報処理の高速化の進展に伴い、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、性能向上の大きなボトルネックになるとともに消費電力増大の大きな要因になりつつある。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、電気配線を用いるより省電力で高速データ通信が可能な光配線を用い、高速・大容量処理が必要な情報機器の大幅な省電力化を実現するための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の開発により、データセンタ等における情報処理量・通信量の増加とそれに伴う国内消費電力の増加に対応する。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市場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	超小型の光素子、電子機器の電気配線を光化する光配線技術を開発し、電気配線によるボード間、集積回路チップ間のデータ通信を光通信化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、平成 29 年度までに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、それぞれの要素技術を組み込んだデバイスの集積化技術を開発することにより、電気配線の 1/10 の低消費電力化・高速化（1mW/Gbps）を達成する目処を得るとともに、1/100 以下の小形化実現のための要素技術を確立し、光電子融合サーバボード実現のための目処を得る。また、機器間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光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) システム化技術							
	(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 テム化技術開発							
	(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)	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)	2,375 (実績)	2,778 (予定)				
	開発成果促進財源	—	78 (実績)	222 (実績)				
	総予算額	2,800 (実績) 【経済産 業省執行】	2,453 (実績)	2,999 (予定)				
契約種類 : ○をつける (委託○) 助成( ) 共同研究 (負担率 ( ))	開発成果促進財源	—	78 (実績)	222 (実績)				
	総予算額	2,800 (実績) 【経済産 業省執行】	2,453 (実績)	2,999 (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 荒川 泰彦						
情勢変化 への対応	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)、古河電工 (株))、産 業技術総合研究所、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)						
	中間評価 結果への 対応	—						
評価に関 する事項	事前評価	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						

	中間評価	平成 26 年度 中間評価実施予定 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部
	事後評価	平成 29 年度 評価実施予定
III. 研究開発成果について	<p>研究開発項目ごとの成果と平成 26 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)</p> <p>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」</p> <p>(i) 実装基盤技術</p> <p>(a) 光エレクトロニクス実装技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型の高速、低消費電力光トランシーバと数十 mm 角のポリマー光配線を形成した光電子ハイブリッド回路基板を開発し、光入出力を持つ LSI を実現するための基盤技術を確立する。</li> </ul> <p>(b) 光エレクトロニクス集積デバイス技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光信号の並列化技術、多重化技術を開発し、大容量信号伝送を実現するための基盤要素技術を確立する。また、低コスト化のための光素子の集積化技術と導波路技術を確立する。</li> </ul> <p>(c) 光エレクトロニクスインターフェース技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・100Gbps 動作に対応する DSP-LSI と集積光受信デバイスの試作を行い、基本性能評価と問題点の抽出を行う。</li> </ul> <p>(d) 光エレクトロニクス回路設計技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マルチフィジクス対応の光エレクトロニクス実装システム統合設計環境の基本構成を構築し、統合設計を行うための基本的なフローの実証を行う。また、光デバイス設計の基盤技術として、光変調器等の開発に適用可能な電子・光連携 TCAD の基本構造を確立する。</li> </ul> <p>(ii) 革新的デバイス技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シリコン導波路結合型単チャンネル量子ドットレーザを実現する。</li> <li>・受光器における暗電流抑制効果を実証する。</li> <li>・超小型光変調器技術として、新原理に基づく 10Gbps 程度の光変調動作を可能とする。</li> <li>・3次元光配線技術として、層間方向への光伝搬機能が可能であることを実証する。</li> <li>・ハイブリッド回路基板上における半導体レーザの高効率化を行うとともに複数の光増幅器が並ぶアレイデバイスを実現する。</li> <li>・導波路クロスバー型超小型光スイッチを試作し、スイッチング動作を実証するとともに、基本的な論理動作を実現する。</li> </ul> <p>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」</p> <p>(i) システム化技術</p> <p>(a) サーバボードのシステム化技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サーバボード実現に向けた光インターコネクションに要求される伝送スペック、および、光電子インターポーザの回路冷却に関する基本要件を明らかにする。</li> <li>・光電子集積インターポーザと積層型ストレージチップ実装基盤からなるハイブリッド型光インターフェース付 SSD を試作し、標準ストレージインターフェースによる光接続を検証する。</li> </ul> <p>(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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型光トランシーバを搭載したアクティブ光ケーブル (AOC) を完成させ、筐体間接続における実用性を実証する。</li> <li>・光トランシーバとロジック LSI 間の電気伝送に関するインターフェース仕様を決定する。</li> </ul> <p>(c) データセンタ間接続機器のシステム化技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一次試作の光デバイスおよび DSP-LSI を用いたトランシーバを試作し、デバイス制御動作を検証するとともに改良・完成度向上に向けた指針・フィードバック事項を抽出する。</li> </ul> <p>(d) 企業間ネットワーク接続機器のシステム化技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シリコン導波路による波長合分波器を持ちいて、1.25Gbps の一芯双方向光トランシーバを実証する。</li> </ul> <p>(ii) 国際標準化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光インターコネクトに関する標準化団体に参画し、「キーメンバーコミュニティ」におけるプレゼンスを確立する。また、100Gbps デジタルコヒーレント光トランシーバに関する標準化を推進する。</li> </ul>	
	投稿論文、学会発表等	「査読付き論文」6 件、「発表 (解説記事含む)」52 件
	特許	「出願済」36 件、(うち国際出願 13 件) 特記事項：事業開始から平成 26 年 8 月末まで
	その他の外部発表 (プレス発表等)	7 件
	IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>日本の光デバイス、ネットワーク関連企業の集まりで実施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デバイスについては、プロジェクトの終了を待たずに実用化・事業化を進める。また、後年度の研究開発を含め、計画終了後は多くの開発技術については必ず実用化・事業化を進める。このためには、標準規格獲得には必須要件である。</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 作成（NEDO）
	変更履歴	無

# プロジェクトの研究開発計画

公開

- 要素技術である実装基盤技術とそれらを統合するシステム化技術が相互にフィードバックを行いつつ研究開発を実施
- 光電子集積技術は汎用性の高いものであるとの認識に立ち、研究開発途上でも実用化が可能な技術はバイプロダクトとして実用化を図る

・進捗、目標達成見込み評価  
 ・研究開発計画の確認  
 ・達成度確認  
 ・後年開発に向けた実施体制等の構築



# 研究開発実施体制

公開

