

「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」 のフォローアップ結果

平成 25 年 9 月 5 日

評価専門調査会

総合科学技術会議では、内閣府設置法第 26 条第 1 項第 3 号に基づき、国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進する観点から、大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発の評価を実施している。

評価の実施に関しては、「総合科学技術会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価について」(平成 17 年 10 月 18 日 総合科学技術会議決定、以下「評価に関する本会議決定」という。)において、国費総額が約 300 億円以上の新規の大規模研究開発については事前評価を行うこととされている。また、この事前評価を実施した研究開発については、研究開発が開始された後に、評価専門調査会が、事前評価で指摘した事項への対応状況等の確認を行うためのフォローアップを行うこととされている。

これに基づき総合科学技術会議は、「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」について平成 23 年度に事前評価を実施した。

本事業は、光配線や光素子の開発を行い、光エレクトロニクス（エレクトロニクスとフォトニクスの融合）実装システム技術を実現することにより、今後、電力消費が急増すると予想されるサーバ等の電子機器の消費電力を大幅に削減することを目的とするものである。

総合科学技術会議が平成 23 年度に実施した事前評価の結果においては、本事業は実施の意義や必要性が高く、国として取り組むべきものとされるが、システム全体の目標及びマイルストーンの明確化と計画の柔軟な見直し、効果的・効率的な推進体制の構築、産業化や社会実装に結びつけるための出口戦略、知的財産権及び国際標準への戦略的な対応に関する指摘事項についての対応を求めた。

今般、これらの研究開発が開始後約 1 年を経過したことから、フォローアップとして、現時点における研究開発の実施状況や、事前評価において示された指摘事項への対応状況等を確認した。

1. 事業の概要とこれまでの事業の経過

1.1. 事業の概要

事業名	担当府省名
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	経済産業省

クラウドコンピューティングの進展により、データセンターの情報処理の大規模化が進み、情報処理量や通信トラフィックの指数関数的な増大に直面する中で、サーバ等の IT 機器における省電力化が求められている。

本事業は、電子回路と光回路をハイブリッド集積した光電子ハイブリッド回路技術を開発することより、データセンタを構成するルータ、サーバ等の IT 機器内における LSI 間の配線とインターフェイスについて、小型化、省電力化、低コスト化を実現することを目的とするものである。

LSI 間を接続するプリント基板や、LSI チップと基板上の光配線をつなぐインターポーザに光配線を形成するなど、従来比 1 / 10 の低消費電力化と高速化を実現する技術を開発するとともに、従来面積比で約 1 / 100 以下の小型化並びに高密度配線化を実現することを目標としている。

また、本事業は、平成 24 年度から平成 33 年度までの 10 年間で実施する計画のものであり、事業全体に係る予算額は、事業開始当初において国費総額約 291 億円を予定していたものである。

1.2. これまでの事業の経過

本事業は計画どおり平成 24 年度より開始され、平成 24 年 8 月に実施計画が策定されている。

また、同年度に実施機関の選定に係る公募を行い、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所（PETRA）が実施機関に選定された。

平成 24 年度より、要素技術の開発や光 I/O や光ケーブルの基本設計等を進めている。

平成 24 年度においては約 28 億円、平成 25 年度は約 24 億円の国費が措置されている。

2. フォローアップの方法等

2.1. フォローアップの方法

評価専門調査会に、評価専門調査会の会長が指名する専門委員、同会長が選考した専門家から構成するフォローアップ検討会を設置し、経済産業省から、現時点までの事業の実施状況や、事前評価において示された指摘事項への対応状況等を聴取し、その確認及び今後の課題等を把握した。これに基づき評価専門調査会がフォローアップ結果をとりまとめた。

2.2. ヒアリング項目

- ① 事業の実施概要（目的・目標、事業の体制・計画及び経費、取組状況及び今後の予定・課題等）
- ② 事前評価における指摘事項等への対応状況
- ③ その他

3. フォローアップ結果

事前評価において指摘した事項について、研究開発開始後に検討が進められ、製品化イメージに基づく開発目標の設定や、評価の実施に係る体制づくり、知的財産権の管理運営や国際標準化の取組等について、具体化が図られていると認められる。

しかしながら、研究開発成果を実用化に結びつけるための出口戦略や、競争力確保の観点からの性能やコスト等に係る検証や目標設定等については課題があるものと考えられる。

こうした観点に立って、引き続き本研究開発を進めるに当たり、以下の対応を求めるものである。

3.1. 光エレクトロニクス実装システム全体の目標及びマイルストーンの明確化と計画の柔軟な見直しについて

(事前評価での指摘事項)

- 本事業は、長期に及ぶプロジェクトであることから、国際競争の観点にたって、プロジェクト全体としての目標を明確にしつつ、柔軟に計画の見直しを行っていくことが必要である。

個別要素技術に関しては、光インターポーザ大口径ウェハプロセス、LSI インターフェース設計、シリコンフォトニクスインターポーザ、光エレクトロニクス実装システムの低消費電力化・小型化について定量的な目標が設定されており、その見直しを行うことが計画に織り込まれているが、それら個別要素技術を統合して実現する、製品イメージを基にした最終目標とその中間目標に関しては、現段階では示されていない。

このため、製品イメージに基づく最終目標を設定するとともに、中間目標(マイルストーン)についても定量化できるものにしておく必要がある。

- 成熟した電子回路のプリント基板にこの新技術が導入されるためには、光導入による低消費電力化や高速化などのメリットを生かすシステムのアーキテクチャを設計し、その設計に基づいて関連技術の目標を設定することが重要である。現段階では、光源技術や素子実装技術などの具体的目標が示されていないので、それらを明確にする必要がある。
- 開発した技術が実用化されるためには、コストの低減も重要であるが、現段階では具体的な目標は示されていない。このため、コストについての目標を明示していく必要がある。
- 設定した目標や達成時期については、国際的な技術開発の進展状況との比較を基に必要な見直しを行いつつ、プロジェクトを推進する必要がある。

【対応状況】

・事業開始後の平成 24 年 8 月に「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」の実施計画を定め、この中で想定する製品イメージを基に技術開発の詳細と最終目標を定めている。

具体的には、サーバ内に搭載する光電子集積インターポーザの開発を最終目標と設定しつつ、光電子変換チップを用いたアクティブ・オプティカル・ケーブルの開発を第 1 期(平成 26 年度まで)の目標、サーバに搭載する光ケーブル付 L S I 基板の開発を第 2 期(平成 29 年度まで)の中間目標とした。

また、これらの成果を組み込んだサーバシステムを構築し、小型化されたオンチップサーバの製品化についても検討を進めていくこととしている。

アーキテクチャの設計に関しては、第1期で製品化を想定している小型光電子変換チップについて、既存の化合物光源や光導波路、電子ドライバ回路、ミラーを、シリコンフォトニクス基板上に実装するためのアーキテクチャの設計と、要素部品の開発を平成25年度中に完成させることを目標としている。

次に、平成26年度までに、これらの要素部品についての実装技術を確立することで、小型光電子変換チップの1次試作を完了する予定としている。

・研究開発成果の今後の実用化に向けて、日本知財仲裁センターによる事業適合性判定に取り組むとともに、外部コンサルタントも含めた体制下でビジネスモデルや具体的なコスト目標の検討に着手している。

コストについての目標に関しては、第1期の製品化イメージである光電子変換チップを装着したアクティブ・オプティカル・ケーブルについての検討がなされ、研究開発に反映させている。

・平成26年度および29年度において、外部有識者による中間評価を実施することとし、本研究開発の実施計画においても明示しており、国際的な技術開発の進展状況等を踏まえつつ必要な見直しを行っていくこととしている。

【指摘事項】

最終目的である光電子集積サーバシステムの検討を行い、サーバの国際競争力強化の観点から、第2期の光ケーブル付LSI基板や第3期の光電子集積インターポーザに求められる性能やコストに関して、システムレベルからトップダウンで目標設定を適切に行うことが重要である。

また、サーバのアーキテクチャやサーバを構成する他のハードウェア、ソフトウェア等のコンポーネントについて、本取組以外のプロジェクトや民間企業等における技術開発の状況を検証することも必要である。

こうした目標設定の検討については、平成25年中に実施すること

とし、平成 26 年度に事業主体である NEDO が実施予定の中間評価において、この点についての確認を行うことが適当である。

3.2. プロジェクトの効果的・効率的な推進体制及び実施体制の構築について

(事前評価での指摘事項)

- プロジェクト途中での評価結果に基づく目標・運営体制等の見直しについての具体的な手順は現段階で示されていない。

このため、経済産業省内の責任体制と併せて、評価体制と評価方法、評価結果を計画の見直し等につなげる手順等についても全体の事業計画の中で明確に位置付けるとともに、技術研究組合等の構成メンバーとなる研究開発実施主体を募集する際の公募要領等にも明示する必要がある。

- ・光エレクトロニクス実装システムについて、これまでにない新しいシステムとして、社会に実装していくためには、光と電気の融合が鍵となる。

従って、光技術の関係者だけでなく、LSI、コンピュータのハードウェア・ソフトウェア、コンピュータアーキテクチャ、ネットワークなど異分野の研究者、技術者が一体となって課題を解決できる体制を構築することが重要である。併せて、主要な適用先であるデータセンター開発の実施主体とも密接な連携を取りながら、効率よくプロジェクトを進める体制を構築することも必要である。

このため、研究開発実施主体が応募する際の要件に含める等により、これらの研究開発の実施体制を構築することが必要である。

【対応状況】

・本研究開発の実施機関の選定にあたって作成した公募要領において、本研究開発における評価の実施方針を示し、また、実施計画において、中間評価の時期や最終目標、経済産業省内の責任体制、実施計画の改定の基準等について記載している。

・研究開発の実施体制の構築に向けては、実施計画において、様々な技術階層の融合を必要とする具体的な研究開発テーマを明示した上で、当該研究開発テーマを推進する実施機関の公募を行い、外部有識者による第三者委員会により審査を踏まえ選定を行っている。

その結果、光技術、LSI、ハードウェア、ソフトウェア、アーキテクチャ、ネットワークの製品開発を専門とする企業を組合員企業とした技術研究組合を選定しており、これらの分野に関する専門性を有する研究者が参画し研究活動を行う体制が整えられたとしている。

【指摘事項】

研究開発の実施体制については、技術研究組合内における異分野の研究者間での連携体制が整えられたところであり、今後の実質的な連携が求められる。また、研究開発成果の主要な適用先であるデータセンターとの連携についても推進することが求められる。

3.3. 研究開発成果を産業化、社会実装に結びつけるための出口戦略について

(事前評価での指摘事項)

□最終的なメインターゲットとしては、省電力化と高速化、小型化による効果が非常に大きいと考えられるサーバとスパコンを、CPUやメモリのLSIチップのI/O部分の消費電力を1/10にすることにより、サーバにおいては現行比で、約3割程度の省電力化を実現することを目標としている。

この目標達成に向けて、電子回路だけで実現する競合技術や海外プロジェクトの動向を踏まえ、光技術の導入による高機能化を、電子回路とコストパフォーマンスで勝負できるような形で、実用化していく必要がある。

□世界市場で優位に立つためには、低消費電力と低価格で製品を提供することにとどまるのではなく、単純な価格競争に陥らないように製品の付加価値を高めるなど戦略的な対応を検討する必要がある。

□長期的な市場戦略という観点に立てば、データセンターの海外立地が進む可能性もあることから、本施策の目標が達成される2021年におけるデータセンターの国内外の立地動向についての展望を持ちながら研究開発を推進することが重要である。

【対応状況】

・電子回路分野や光エレクトロニクス分野に係る国際学会への参加、特許に係る調査、競合する他社製品についての内部解析やコスト試算を行っており、電子回路のみによる既存技術の性能の進展についても経時的にベンチマークを行っている。

また、本研究開発の成果の実用化に向けて、コストパフォーマンスの向上を図るため、ビジネスモデルや具体的な目標の検討に着手している。

・製品の付加価値化等の戦略的対応に関しては、本研究開発の成果によって、低消費電力性能に加え、小型化や高速化による価値を製品に付加できることから、こうした強みを生かしつつ、その他の性能の向上についても考慮し技術開発を推進することとしている。

・研究成果を組み込んだサーバシステムの国内外への展開を図る観点から、データセンターの立地動向とともに、データセンター内のサーバの要求スペック等の把握に努めることとしている。

【指摘事項】

国際的な市場や競合技術の開発動向等を継続的に把握していく必要がある。その際、電子回路のみでも低消費電力化や高速化が進む可能性があるため、競合技術の動向を把握するとともに、必要に応じて目標の設定や要素技術開発内容の見直しが求められる。

3. 4. 知的財産権及び国際標準への戦略的対応等について

(事前評価での指摘事項)

知的財産権を技術研究組合等で一括管理する方向は適切であるが、価値ある知的財産を生み出し、かつそれらを有効に活用する、知的財産の具体的な管理運営指針づくりについて、技術研究組合等に参加する企業などが十分協議・調整しておくことが必要である。

本技術の本質的な競争力を担保するために、海外企業が簡単に真似ることができない技術要素やノウハウを適切な形で閉じ込めるブラックボックス化と、開発技術や製品を企業が利用し易い形で

提供するオープン化を戦略的に融合させて推進することが必要である。

- 本プロジェクトで技術開発する成果を世界へ展開していくために、経済産業省は、諸外国での同種の研究開発プロジェクトの現状を分析し、今後の研究開発の進展状況を踏まえ、国際標準化に向けてオープンに連携すべきところとブラックボックスとして競争すべきところを組み合わせ、戦略的に推進することが必要である。

【対応状況】

・現在、技術研究組合を構成する組合員企業間において調整を図りながら、研究開発や、その成果を活用した事業化を効果的に推進するための知財規程の策定が進められている。

また、日本知財仲裁センターの事業適合性判定を受けるなど、知財の価値を如何に高めていくかについても検討を進めていくこととしている。

・オープン・ブラックボックス戦略については、開発中の光電子変換チップに関し、要素部品の配置やインターフェースについては国際標準化、光と電気の内部接続については特許化を図る一方で、製造装置あるいは製造プロセスについてはブラックボックス化する、といった戦略を計画に位置づけている。

・事業戦略と一体となった国際標準化を進めるとともに、光産業技術の標準化推進団体を研究実施体制に組み込むことで、戦略的かつ迅速な国際標準の提案や獲得を目指すこととしている。

【指摘事項】

知的財産権の管理運営に係る規定の策定に向けた検討が進められているが、引き続き具体的な運用に向けて、参加企業間での十分な連携や円滑な意思調整を図ることが望まれる。

オープン・ブラックボックス化および国際標準化については、専門家が参画した体制において、強いリーダーシップによるマネジメントを行い、戦略的に推進することが必要である。

(参考1) 評価専門調査会 名簿

(議員：8名)

会長	久間 和生	総合科学技術会議議員
	原山 優子	同
	橋本 和仁	同
	平野 俊夫	同

(専門委員：18名)

相澤 彰子	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系教授
天野 玲子	鹿島建設株式会社知的財産部長
石田 東生	筑波大学システム情報系社会工学域教授
伊藤 恵子	専修大学経済学部教授
射場 英紀	トヨタ自動車株式会社電池研究部部長
上杉 邦憲	独立行政法人宇宙航空研究開発機構名誉教授
上野 裕子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員
長我部 信行	株式会社日立製作所中央研究所所長
河合 誠之	東京工業大学大学院理工学研究科教授
白井 俊明	横河電機株式会社常務執行役員 イノベーション本部長
高橋 真理子	朝日新聞編集委員
竹中 章二	株式会社東芝執行役常務待遇 スマートコミュニティ事業統括部首席技監
玉起 美恵子	アステラス製薬株式会社研究本部研究推進部課長
中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
福井 次矢	聖路加国際病院院長、京都大学名誉教授
松岡 厚子	独立行政法人医薬品医療機器総合機構 規格基準部テクニカルエキスパート
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科教授
村越 千春	株式会社住環境計画研究所取締役最高顧問研究員

平成25年4月30日現在

(参考2) フォローアップ検討会名簿

久間 和生	総合科学技術会議 評価専門調査会長
座長 白井 俊明	横河電機株式会社常務執行役員イノベーション本部長 (評価専門調査会専門委員)
小柳 光正	東北大学未来科学技術共同研究センター教授
西村 正	東京工業大学大学院理工学研究科連携教授
保立 和夫	東京大学大学院工学系研究科教授

(参考3) 審議経過

平成 25 年

5 月 13 日

評価専門調査会

○フォローアップの進め方について（決定）

7 月 9 日

フォローアップ検討会

○フォローアップ検討会における調査検討の進め方

○調査検討のとりまとめの検討

9 月 5 日

評価専門調査会

○フォローアップ検討会の調査結果の報告

○フォローアップ結果のとりまとめ

○フォローアップ結果を経済産業省に通知