# 対象とした平成２６年度アクションプラン

⑥

◆ ICTワーキンググループ

| 施策番号 | | 施策名 | 実施府省 | AP 特定分野 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | エ･経０１ | ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発 | 経産省 | エネルギー | 責任省庁を文科省とした連携施策 |
| 2 | エ･文１２ | スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーICT基盤技術の開発･実用化 | 文科省 | エネルギー | |
| 3 | エ･文０７ | 創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発 | 文科省 | エネルギー | |
| 4 | エ･経０５ | 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 | 経産省 | エネルギー | |
| 5 | エ･経１３ | 次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト | 経産省 | エネルギー | |
| 6 | 次･総０４ | サイバーセキュリティの強化 | 総務省 | 次世代インフラ | 経産省との連携施策 |
| 7 | エ･総０１ | 「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」及び「超高速･低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」 | 総務省 | エネルギー | |
| 8 | エ･総０２ | テラヘルツ波の利用による超高速･低消費電力無線技術および高効率高周波デバイス技術の研究開発 | 総務省 | エネルギー | |
| 9 | エ･経０３ | 次世代スマートデバイス開発プロジェクト | 経産省 | エネルギー | |
| 10 | 次･総０５ | ビッグデータによる新産業･イノベーションの創出に向けた基盤整備 | 総務省 | 次世代インフラ | 経産省･文科省との連携施策 |

１．【エ・経01】ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発
２．【エ・文12】スピントロニクス技術の応用等による
極低消費エネルギーICT 基盤技術の開発・実用化
３．【エ・文07】創発現象を利用した革新的超低消費電力
デバイスの開発

【連携施策】
・「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」
・「スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーICT基盤技術の開発・実用化」
・「創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発」

上記連携施策推進にあたってのキーポイント(注力する技術開発、補足すべき技術開発、整理すべき規制緩和等)についての、構成員の助言、提案(プレゼン)。

第一回WG(12月16日)における意見
・ 適用先のアプリケーション(を明確にすること)
・ 特定のデバイス部分だけでなく、全体のバランスを考えた出口戦略を考える必要がある。

第二回WG意見

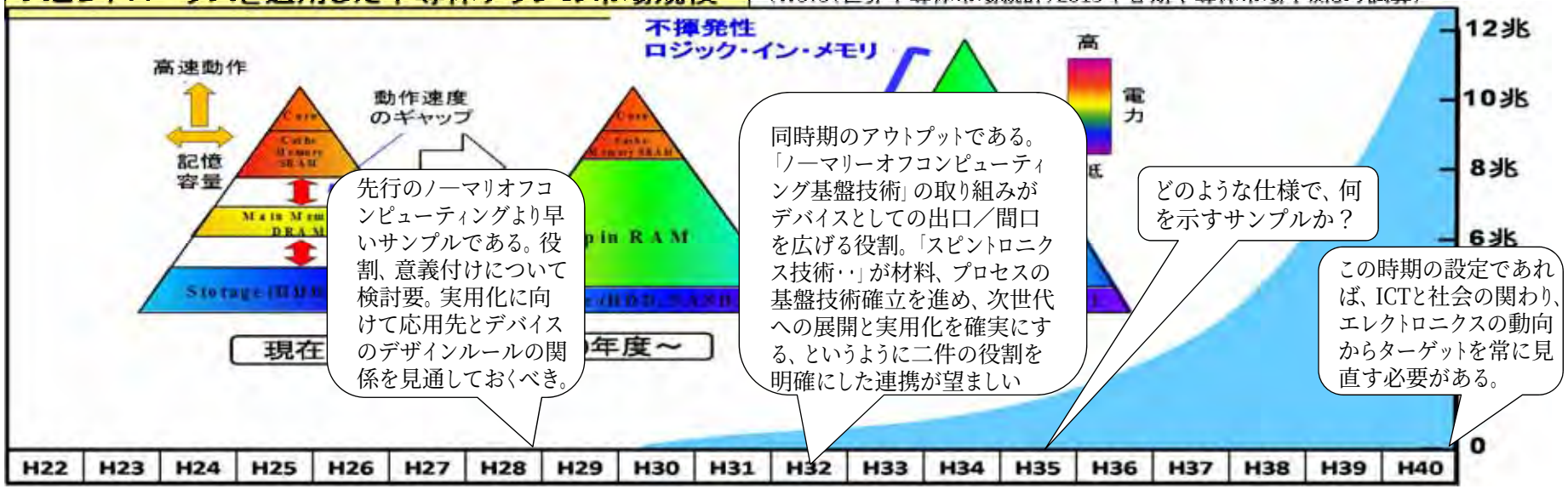
目次
1) 連携性(テーマ性(将来のエネルギー消費増への解)、アウトプット時期)についての整理
2) 各テーマのキーポイントについての助言、提案
① ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発
② スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーICT基盤技術の開発・実用化
③ 創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発
3) 出口戦略についての意見

## 1) 連携性についての整理

### ①スケジュール面から

**スピントロニクスを適用した半導体チップの市場規模**

（WSTS（世界半導体市場統計）2013年春期半導体市場予測より試算）




先行のノーマリオフコンピューティングより早いサンプルである。役割、意義付けについて検討要。実用化に向けて応用先とデバイスのデザインルールの関係を見通しておくべき。

同時期のアウトプットである。「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術」の取り組みがデバイスとしての出口／間口を広げる役割。「スピントロニクス技術・・」が材料、プロセスの基盤技術確立を進め、次世代への展開と実用化を確実にする、というように二件の役割を明確にした連携が望ましい

どのような仕様で、何を示すサンプルか？

この時期の設定であれば、ICTと社会の関わり、エレクトロニクスの動向からターゲットを常に見直す必要がある。

ITRSロードマップ
生産時のDesign Rule予測（概略値）

2015年20-22nm　2020年10-13nm　2025年 6.5-8nm

サンプル出荷

【経01】ノーマリーオフコンピューティング技術開発

消費電力を10分の1にした電子機器の実用化

【エ・文12】スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーICT基盤技術の開発・実用化

消費電力を100分の1にする次世代情報デバイスを実用化

サンプル出荷

消費電力を1000分の1に抑制する次々世代技術を確立

【エ・文07】創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発

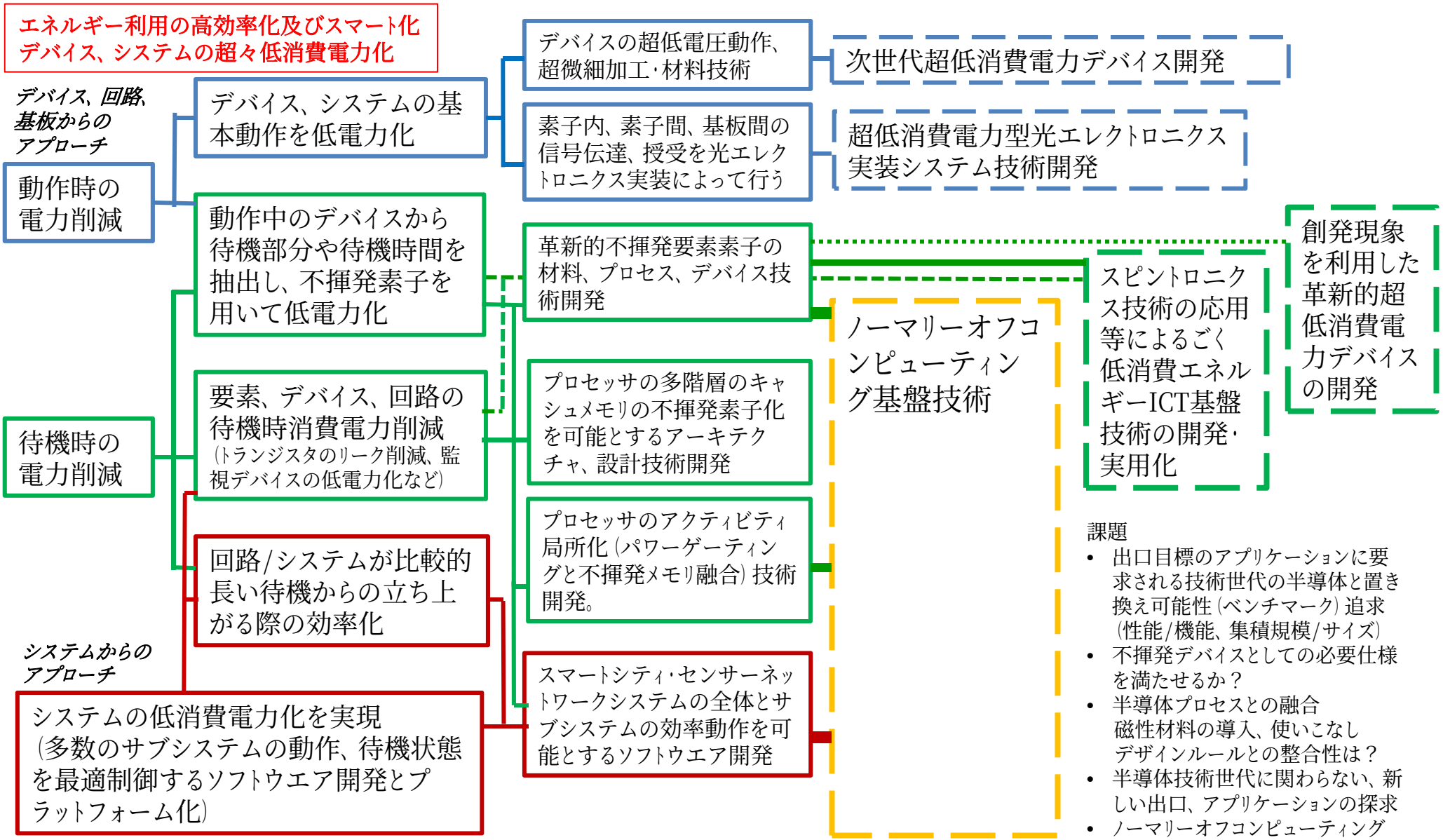
消費電力を1000分の1に抑制する次々世代技術を用いたデバイスの実用化

スピントロニクスを適用した革新的性能/機能を持つ先端半導体実現と実用化には、チップ基盤技術、材料技術開発と、目的機能を十分に発揮させるための新しい構成、回路技術、ソフトウエア、及びインストールのための基盤技術の研究開発が二件の連携として網羅されることが望ましい。

先行の二件との連携には、本取組での基本性能や動作条件、動作が可能なディメンジョンなど、デバイス検討に必要な数値や指標、必要環境について、現状のレベルと目標値実現までのスケジュール設定が必要である

1) 連携性についての整理
②目的、出口への対応から

既アプリケーションへの革新 and/or 新しいアプリケーション創出




課題

- 出口目標のアプリケーションに要求される技術世代の半導体と置き換え可能性(ベンチマーク)追求(性能/機能、集積規模/サイズ)
- 不揮発デバイスとしての必要仕様を満たせるか？
- 半導体プロセスとの融合
  磁性材料の導入、使いこなし
  デザインルールとの整合性は？
- 半導体技術世代に関わらない、新しい出口、アプリケーションの探求
- ノーマリーオフコンピューティング基盤技術の大きな役割と重要性

2) 各テーマのキーポイントについての助言、提案

①ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発

- 「不揮発性素子の基本素子の研究開発」に加えて、「半導体チップあるいはロジック・メモリのモジュールが有効に機能するためのアーキテクチャーや新規回路構成、そしてソフトウエアの開発など」を合わせて、デバイス/回路視点で出口拡大に取り組んでいる。しかし、開発項目は極めて多岐にわたり、かついずれも今後のアプリケーションが要求する半導体微細化世代で実現可能性を得ることは、大変高いチャレンジのように思われる。　素子そのもののプロセス・デバイス開発では「スピントロニクス技術」との連携、協力をより密にして出口突破と次世代展望を得ること。後者は、技術確立済みの不揮発デバイスを使用して実機による出口デモを行うこと、あるいは出口での既存半導体SOC、MPUまたはMCUとのベンチマークで優位なターゲットに絞って見るのはどうか。
- スマートシティ・センサーネットワーク低電力化では、大きなシステムを想定しそのサブシステムや分枝部分の待機や稼働を総合的にコントロールし、効率化を果たすソフトウエア技術開発が行われる。ノーマリーオフコンピューティング基盤技術の両輪として、不揮発性素子の「新しい応用出口」の期待がある。一方の要素素子技術・集積回路化技術と同様に強力に推進していただきたい。今回の資料記述ではあまり明確ではなかったが、開発スケジュールと開発責任母体をより明確にし、フォローの体制を構築する必要がある。

②スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーＩＣＴ基盤技術の開発・実用化

- 具体的な取り組み内容、中間段階の評価指標が提出されており、「基盤技術確立」時に半導体素子として適用すべきデザインルール（40nm以下の微細化世代、20nm素子サイズ）の認識にはほぼ同意できる。
- 大量生産を基本とする半導体プロセスでは均一性や再現性確保へ材料科学的取り組みが不可欠であった。磁性体材料を半導体プロセスへ持ちこむ観点では、従来の半導体プロセスの管理レベルとは異なる厳しい要請になる可能性がある。この取り組みの中で、半導体プロセスに必要な磁性材料の取扱い仕様、管理の課題抽出と解決の見通しを得ていただきたい。本件は材料メーカ、装置メーカとの協力体制が重要である。
- スマートシティ・センサーネットワーク低電力化等の応用領域のうち最先端の微細化デザインルールを必要とはしない領域に関しては、最先研究開発支援プログラム（2010～2013)の成果活用の観点で「ノーマリーオフコンピューティング・・・・」との連携、協力をお願いしたい。
- 約束している数値、スケジュールは高い目標であり、実施内容にも実証試験、実用化技術の確立など大変厳しい文言がある。他のプロジェクトに比して予算的な配慮が必要ではないか。

③ 創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発

- 現状実力でデバイスとしての達成（可能）数値、および目標数値を記述すべき。
- 基本性能や動作条件、デバイス化が可能な基本素子のディメンジョン、プロセス環境など、デバイス検討に必要な数値、指標について提示してほしい。
- 現状と目標のGapについて認識できることが望ましい。

3） 出口戦略についての意見

- 実際に出口となる応用製品を実現するために、製品化時期のアプリケーションがデバイスに求めるデザインルール（微細化の世代とそれに裏付けられた性能）を認識する必要がある。アプリケーション分野によって異なるが、携帯端末などコモディティ化した製品では最先端の微細化半導体が用いられており、置き換えに必要な技術チャレンジは高い。技術を見通せる成果を望む。
- アプリケーションそのものを新規に開発して市場に問うためには、デバイスの性能もさることながら、其のアプリケーションの魅力が重要である。このような取り組みのためには、比較対象の応用セット/システムの半導体性能やデザインルールを常に眺めながら、システム・セット分野と協調体制を構築する必要がある。但し、材料、デバイス側のイニシアティブが大事である。
- ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発において、デバイス側の開発と両輪をなしているシステムサイドからの取り組み（スマートシティ・センサーシステムを採り上げたソフトウエアを中心とする取り組み）、すなわちシステムでのノーマリーオフコンピューティングについてはデバイス側開発と同様かむしろ加速した開発を進められたい。「新しいシステム」は出口戦略として極めて有効である。　比較的長い待機時間の後の立ち上がりを効率よく行うといった領域は、自動車の始動、PC作成画面の保存、生体情報の取得など、調査によって様々なシステムや活用シーンで「要望」に接することができるのではないか。センサーのカスタマイズが必要だが、それ以降のシステムを構成するハード、ソフトはプラットフォーム化できるのではないか。半導体のデザインルールからの制約を緩め、出口を広げる戦略として有用であり、異分野からの「要望」をサーチする機会が重要である。
- 創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発では、実用化に向けたプロトタイプデバイスの最低限の基本性能や動作条件を明らかにし、橋渡し研究への円滑な移行につなげることが望まれる。

４．【エ・経05】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
５．【エ・経13】次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト

【経産省施策】
・【エ・経05】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
・【エ・経13】次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト

上記連携施策推進にあたってのキーポイント（注力する技術開発、補足すべき技術開発、整理すべき規制緩和等）について，構成員の助言，提案（プレゼン）を行う．

第一回WG（12月16日）における意見
・ 適用先のアプリケーション
・ 特定のデバイス部分だけでなく，全体のバランスを考えた出口戦略を考える必要がある

第二回WG意見

● 各テーマのキーポイント（テーマ性，アウトプット時間）についての助言，提案
　④ 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
　⑤ 次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト

資料３－２

# 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

平成２６年度概算要求額　３２．５億円（２４．０億円）

商務情報政策局情報通信機器課
０３－３５０１－６９４４
産業技術環境局研究開発課
０３－３５０１－９２２１

## 事業の内容

### 事業の概要・目的

○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増大に直面しています。光電子ハイブリッド回路技術開発は、省電力、高速で小型な光接続により様々なLSIを高集積することを可能とすることから、高い情報処理能力を有するサーバ等のＩＴ機器の大幅な消費電力低減が見込まれます。

○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を、電子回路と光回路のハイブリッド集積した光電子ハイブリッド回路技術の研究開発により小型、省電力、低コスト化し、データセンタの情報処理量の増加による課題を解決します。

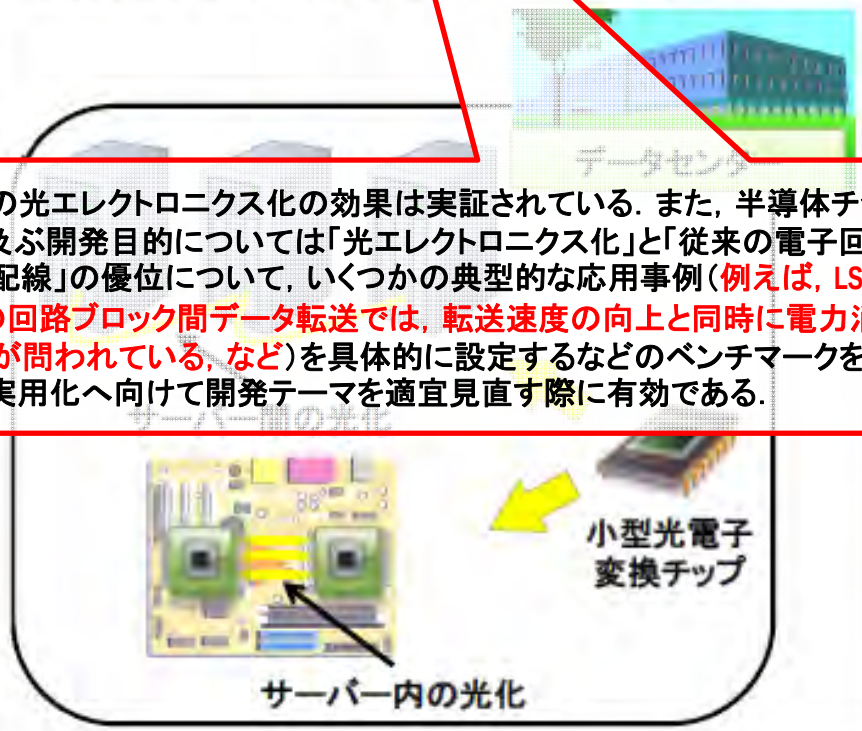
### 条件（対象者、対象行為、補助率等）

国 → 交付 → NEDO → 委託 → 大学、民間団体等

## 事業イメージ

○光と電子を変換する小型チップや、このチップを搭載した光電子ハイブリッド回路を開発します。

○データセンタのサーバー内に光電子ハイブリッド回路を搭載し、サーバー間やサーバー内の電気による情報処理を光化することで消費電力を削減します。




基板間での光エレクトロニクス化の効果は実証されている．また，半導体チップ内にまで及ぶ開発目的については「光エレクトロニクス化」と「従来の電子回路及び金属配線」の優位について，いくつかの典型的な応用事例（例えば，LSIチップ内の回路ブロック間データ転送では，転送速度の向上と同時に電力消費の低減が問われている，など）を具体的に設定するなどのベンチマークを行うことで，実用化へ向けて開発テーマを適宜見直す際に有効である．

# 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

## 施策推進にあたっての課題

○光エレクトロニクス実装システムの根幹となるシリコンフォトニクスインターポーザにおいて、光インターフェースとなる光素子や光導波路、シリコンレンズをシリコンウェーハ上に集積するため、これらの基盤技術を統合システム化する技術や、これと接続する光電子ハイブリッド回路基板技術の確立が必要。
○これら事業化へ向けた、大口径300mmウェーハによる量産化技術の確立が必要。

## （参考）2013年9月　総合科学技術会議フォローアップ　指摘事項

**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**

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[illegible]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。

**②プロジェクトの効果的・効率的な推進体[illegible]制の構築について**

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[illegible]の連携ができる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[illegible]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研究開発成果を産業化、社会実装[illegible]**

国際的な市場や競合技術の開発動向等を[illegible]あるため、競合技術の動向を把握するとと[illegible]

**④知的財産権及び国際標準への戦[illegible]**

知的財産権の管理運営に係る規定の策定[illegible]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による戦略[illegible]については、専門家による強いリーダーシップの下で戦略的に推進することが必要である。

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の目標設定に関しては，サーバ機器製造メーカと連携し，単に，開発対象の集積回路チップ性能のみを注力するのではなく，適用対象全体の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．さらに，技術レベル主導のみならず，出口戦略を具体化した産学官協働で推進する体制を強化する方策を検討することで，サーバの国際競争力が強化されると考えられる．

## ●各テーマのキーポイントについての助言、提案

### ④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

- 基板間での光エレクトロニクス化の効果は実証されている．また，半導体チップ内にまで及ぶ開発目的については「光エレクトロニクス化」と「従来の電子回路及び金属配線」の優位について，いくつかの典型的な応用事例を具体的に設定するなどのベンチマークを行うことで，実用化へ向けて開発テーマを適宜見直す際に有効である．

- 2013年9月の総合科学技術会議フォローアップ指摘事項に対する具体的方策について

A.　指摘事項「全体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」に対する方策：

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の目標設定に関しては，サーバ機器製造メーカと連携し，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．さらに，技術レベル主導のみならず，出口戦略を具体化した産学官協働で推進する体制を強化する方策を検討することで，サーバの国際競争力が強化されると考えられる．

資料３－１

# 次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト

平成２６年度概算要求額　４９．５億円（３３．０億円）

産業技術環境局研究開発課
０３－３５０１－９２２１
商務情報政策局情報通信機器課
０３－３５０１－６９４４

## 事業の内容

### 事業の概要・目的

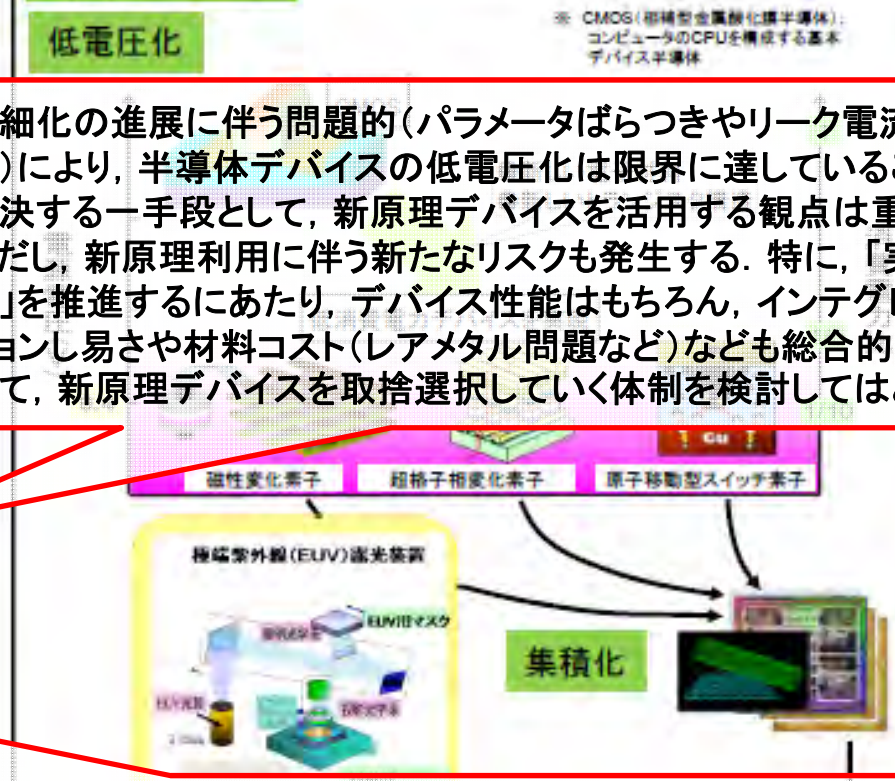
○データ伝送及び情報処理量は年々急激に増大している中、IT機器の消費電力抑制が必須であり、その基幹部品である半導体デバイスの超低消費電力化は喫緊の課題です。

○現在はArF（フッ化アルゴン）露光システムにより半導体を数十nmの細かさで加工していますが、20nm台で限界を迎えつつあります。次世代のEUV（極端紫外線）露光システムに必要な加工・評価基盤技術の構築により、最先端の10nm台以細の半導体製造技術を確立し、デバイスの低消費電力化を実現します。

○あわせて、微細化の進展に伴う半導体デバイスの駆動電圧限界（約1V）を突破するため、新構造・新材料による新たなデバイスを開発し、超低電圧化（0.4V駆動）と超低消費電力化（従来比1/10）を実現します。

### 条件（対象者、対象行為、補助

## 事業イメージ




微細化の進展に伴う問題的（パラメータばらつきやリーク電流の増大）により，半導体デバイスの低電圧化は限界に達していることを解決する一手段として，新原理デバイスを活用する観点は重要．ただし，新原理利用に伴う新たなリスクも発生する．特に，「実用化」を推進するにあたり，デバイス性能はもちろん，インテグレーションし易さや材料コスト（レアメタル問題など）なども総合的に鑑みて，新原理デバイスを取捨選択していく体制を検討してはどうか．

0.4V駆動デバイス技術開発については，既出のアプリケーションが求める半導体デバイスの動作速度，集積規模，機能をその時期の最先端半導体デバイスとベンチマークする必要がある．トレードオフがあるならば，「何等かのExcuseについて許容できるか？」（例えば，動作速度に制約があるものの，集積規模が格段に小型化（従来比で）できる場合，モバイル機器への搭載が，より容易になる，など），あるいは「出口として機能を限定したアプリを追及できるか？」についての議論を，超低消費電力化指向の携帯機器メーカ等のアプリレイヤーの方々と一緒に議論を進めていけば，より良い体制になると考えれる．