

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

(独立行政法人理化学研究所 創発物性科学研究センター)

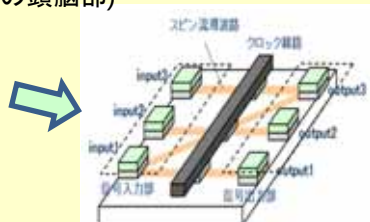
エ・文07 平成26年度
予算案
21.0億円の内数

本施策の取組

- 強相関電子物質研究で世界をリードする理化学研究所創発物性科学研究センター(十倉好紀センター長)において、情報機器の省エネに関わる革新的な新原理について研究開発を実施。本施策においては、創発現象を利用した超低消費電力デバイスの開発を推進。
 - 従来の半導体素子や磁場による磁化制御にとって代わる、電力消費を伴わない素子の開発や電界による磁化制御の開拓など、電子情報機器の構成要素となるデバイス(※)について、電力消費を低減しうる革新的な新原理を開拓するとともに、2020年を目途にプロトタイプデバイスとして実証。
- (※)論理演算を行う電気・電子回路、メモリを構成するスイッチ機能等
- さらにそれらをつなぐ配線として、平成25年度より研究開発を行っている「電力ロスのない電子の流れ」を用いることにより、消費エネルギーを大幅に抑制することを目指す。

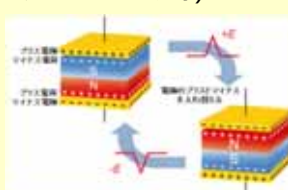
半導体素子とは全く異なる原理を用いた デバイス技術の開発

従来のCPU
(コンピュータの頭脳部)



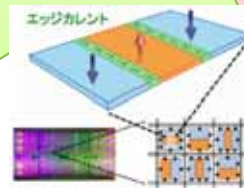
半導体素子の代わりに
スピン流演算素子を利用し、
電流を伴わない演算処理

従来の記憶用素子
(ハードディスク、フラッシュメモリ等)



磁場や電流を伴わないため電力消費
が少ない、電界による磁化制御(マル
チフェロイクス)を利用

これらの技術を統合
消費エネルギーを同機能
半導体素子の1/1000に抑制!



<連携研究体制>
産総研、電力中央研究所、
住友化学、日立中央研究所など

企業等と、原理実験
の時点からの連携、
共同研究により、早
期にプロトタイプデ
バイスに必要な条件を
共有し、企業への橋
渡しを円滑に行う。

エネルギーロスのない電子の流れを実現する原理・技術の確立 (H25AP特定施策:省電力デバイス創出に向けた基盤的研究)

表面だけ電流が流れる特異な絶縁体(トポロジカル絶縁体)を
用いてエネルギーロスのない電子流を実現

達成数値:
現状 既存素子の量子化抵抗約25k Ω 、スピン磁化反転
を用いた既存素子で要するエネルギー(10⁻⁹J)
→新たな原理(熱損失のないトポロジカルエレクトロニクス、マルチ
フェロイクス材料の磁化反転)を用いることにより、1/50程度
の性能を既に達成
→5年後 1/100以下
→10年後(サンプル) 1/1000以下

ICT-WG助言を踏まえ追記

施策推進に当たっての課題

- 理化学研究所が開拓するデバイス動作原理を社会実装につなげるためには、メーカー等と早期の段階で連携し、大量生産に向けた製造プロセス改善、既存半導体とのハイブリッド化が必須である。

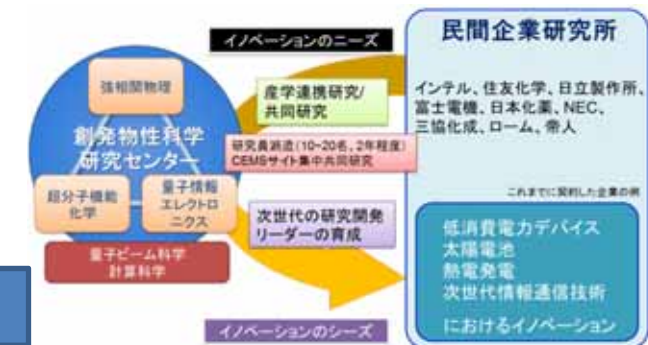
本施策の出口戦略

ICT-WG助言を踏まえ追記

- メーカー等による電力ロスのない電子デバイス等の実現のため、本施策のプロトタイプデバイスで実証した原理を企業と共同研究を実施し、早期にプロトタイプデバイスに必要な条件の共有、企業への橋渡しを円滑に行うことにより、2023年を目途に製品のサンプル出荷、2030年を目途に日本企業による実用化に向けて取り組む。

また、pre-competitiveな段階の最先端技術開発については、複数企業からの研究員を受け入れ、実用に向けた共通的課題の共有、解決を図るとともに、日本企業の基礎研究開発力の底上げに寄与する。

ICT-WG助言を踏まえ追記



- ターゲットであるマルチフェロイクス材料やトポロジカル材料は、既存の高誘電体材料や相変化不揮発性メモリ材料とほぼ同じであるので、革新的機能が実現できれば、半導体デバイスプロセスとの整合性やディメンジョンの縮小化にバリアはないと想定しているが、企業からのフィードバックや研究の進展に応じてエレクトロニクスの動向を反映し、適宜ターゲットの見直しを行っていく。
- 理化学研究所の社会知創成事業の枠組^(※)等を利用した企業ニーズによる共同研究及び橋渡し研究の実施や、共同研究先とソフト開発・アプリケーション開発等を含めた包括的なデバイス開発の意見交換の場の設置等、研究開発の初期段階からビジネス展開を視野に入れた取組を検討している。

(※) 理化学研究所では、産業界のニーズを重視した連携活動を行う社会知創成事業に取り組み、理研がもつ知識や技術を企業に効率良く移転する「バトンゾーン制度」のもと、産業界との戦略的共同研究を推進している。