

革新的構造材料の開発

工・文14:効率的エネルギー利用に向けた革新的構造材の開発

工・文10:低燃費・低環境負荷に係る高効率航空機の技術開発

主な助言

対応(当施策での対応、今後の当領域における全体的な考え方等)

構造材料

7	○ 材料開発以外の基礎研究にも力を入れて欲しい。
8	○ 電子論と構造材料のスケールが違いすぎる。 ・ 加工(溶接等)・損傷現象(疲労等)との繋がりが希薄に見える。
9	○ 航空宇宙用材料の基礎研究の具体的説明が必要。
10	○ 軽量材料と耐熱材料の計画が混在している。 ・ 両者は構造材料としての機能、視点は全く異なる。
11	○ 今後重要性が高まるとされる複合材料についても注目する必要がある。 ・ 異方性や力学特性などの特殊性が、従来の構造材料である金属とは異なる。
12	○ データベースの構築には費用も時間もかかる。着実に進める計画が必要。
13	○ 希少元素の代替だけでなく、代替元素の精製、リサイクルにも目を向けることが重要。 ・ 環境・省エネ・資源確保という観点では精製で生じる有害物や多量の不要物質についても考慮する必要がある。



1	文部科学省としては基礎研究の重要性は強く認識しており、全体を俯瞰した上で、必要な基礎研究についても推進してまいりたい。
2	加工や疲労は、基本的に転位等格子欠陥の運動によって理解されており、そのメカニズムの解明には電子論に遡った研究が重要であると認識している。
3	ファンへのCFRP適用による軽量化やタービンへのCMC適用によるエンジンの高温化対応を図り、エンジン燃料消費率を15%低減する小型高出力エンジンを目指す。
4	御指摘の通り、CFRPは軽量化、CMCは高温化対応を目的としており機能が異なる。そのためそれぞれ別の計画で進めている。
5	複合材料にも力を入れるべきことは理解しており、SIP(革新的構造材料)において、課題の強化に取り組む。
6	データベースの構築方法、公開方法などについては、その戦略の重要性については十分に認識しており、今後取り組むべき課題として検討している。
7	文部科学省としてもリサイクルは重要と認識しており、既にプロジェクトを実施しているところ。引き続き、当該取組を推進してまいりたい。

希少元素

革新的構造材料の開発

工・経16:革新的構造材料等の技術開発プロジェクト

主な助言

対応(当施策での対応、今後の当領域における全体的な考え方等)

全体に関する提言

1	<p>○ 実用化では、材料から部材までの工程を一気通貫で検討することが重要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 材料を変えなくても、作り方が変わると要求特性は多様化する。 ・ メーカー・ユーザー間の対話を深めて目標の多様化を図ることは、付加価値の高い技術の創出にもつながる。 ・ 工程を俯瞰して、必要となる要素技術を整理した方が良い。
2	<p>○ 出口設定が明確な場合、全体を統合して設計・製作した経験の有無を考慮する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車のように経験の多い分野では、重点型の研究体制が有効である。 ・ 航空機のように経験の浅い分野では、垂直統合的な体制の支援が有効。とにかく1回作ってみることで見えてくるものがある。
3	<p>○ データベースをはじめ、各分野の要素技術などについては、どこまでの標準化・開示を許容するのか、戦略を明確にして取り組まないと日本の国際競争力に資するものにならない。</p>
4	<p>○ 産側からのニーズの発信、学側の徹底した基礎研究や挑戦的研究が重要。</p>



1	<p>ご指摘の点を踏まえて、実用化も見据え、メーカー・ユーザー間の意見を取り入れながら、材料から部材まで俯瞰した必要技術の整理に取り組んでいく。</p>
2	<p>経産省の構造材料のプロジェクトでは、自動車・鉄道車両への利用を中心とした研究開発を行っている。今後は内閣府のSIP側とも連携し、航空機なども見据えながら、ご指摘の点を踏まえ、それぞれの応用先に最適な研究体制の構築に取り組んでいく。</p>
3	<p>ご指摘の点を踏まえて、内閣府のSIP側とも連携し、どこまでの標準化・開示を許容するのか等、戦略も議論したい。</p>
4	<p>ご指摘の点を踏まえ、産学連携を促進させ、成果を最大化させる体制作り我真摯に取り組んでいく。</p>

革新的構造材料の開発

工・経16:革新的構造材料等の技術開発プロジェクト

主な助言

対応(当施策での対応、今後の当領域における全体的な考え方等)

全体	5	社会実装を実現させるには、誰がコミットするのかを明確に設定すべきである。
	6	実用化には政策としてインセンティブ付与の工夫が必要。
構造材料	7	耐熱系のジェットエンジンについても検討して欲しい。
	8	今後重要性が高まるとされる複合材料についても注目する必要がある。 ・異方性や力学特性などの特殊性が、従来の構造材料である金属とは異なる。
磁性材料	9	磁石だけでなく、産業創出の芽となる応用分野にも目を向ける必要がある。 ・日本の磁石研究は環境が整っており、今後はデータストレージなど、近い将来限界が来る技術に対しては、新しい基礎研究に注力することが必要。
	10	物理限界を超えているような印象の目標設定が見られる。 ・目標値は専門的観点から検証する必要がある。
希少元素	11	希少元素の代替だけでなく、代替元素の精製、リサイクルにも目を向けることが重要。 ・環境・省エネ・資源確保という観点では精製で生じる有害物や多量の不要物質についても考慮する必要がある。



1	ご指摘の点を踏まえて、効果的・効率的な社会実装を推進するため、ユーザー企業との連携を図っていく。
2	利用される分野に応じた規制・基準等による導入促進策の展開を図るなど、政策として実用化を後押しする工夫の検討に取り組みたい。
3	内閣府SIP側で、航空機応用を中心とした耐熱構造材料の研究を推進するべく検討していると承知。
4	CFRPを初めとした複合材料にも注目して研究を推進している。また複合材料は、新規材料故、その特性の評価手法の確立から、標準化なども視野に入れた研究開発に取り組んでいく。
5	磁石単体のみならず、磁石を実際にモーターに実装し、その特性を評価することも研究のテーマとしている。また、基礎研究に関しては文科省側のPJと連携し、原子論からマクロにつながるような、学の知見を取り入れた持続的な成果の創出に取り組んでいる。
6	PJ設立時に専門家や企業のヒアリングを念入りに行い研究開発目標を立案している。最大エネルギー積(磁化と保磁力の積)は理論限界に迫る目標値として設定したものの。
7	今後も効率的かつ低環境負荷な方法での資源利用を念頭に置き、研究を推進することとしたい。

革新的触媒技術の開発
 工・経26:革新的触媒による化学品製造プロセス技術開発
 工・経11:日米等エネルギー環境技術研究・標準化協力事業

主な指摘事項

対応(当施策での対応、今後の当領域における全体的な考え方等)

共通的なコメント	1	研究開発が事業化されなかった原因として、技術の未達より予測判断のミスが6割をしめるため、開発中絶えず現状、将来動向を見ることが重要である
	2	プロジェクトを進める際に、情報のオープン・クローズが重要になる。特定の企業のみ閉じず、情報をオープンにする必要はあるが、他国への情報流出を防ぐには、クローズにする部分も必要で
	3	事業化に向けた、高圧ガス保安法や毒・劇物取締法などの規制改革と、安全性の検討を平行して進める必要がある
施策へのコメント	4	対象物質・反応が限定された具体的なプロジェクトであるので、具体的な目標、そして最終目標へ到達するための進め方についての展望が必要である
	5	経産省プロジェクトでは、アカデミック目標だけでなく、コスト目標や経産省の事業のため、特許件数なども示すべきだと考える
	6	人工光合成プロジェクトは化石資源からの脱却で絶対必要であり、水素分子と酸素分子の分離というのは今後非常に重要であるが、事業化イメージとして挙げているエチレンやプロピレンなどの化学品に関しては、将来動向を見定めた見直しの検討が必要



1	<ul style="list-style-type: none"> ・ご指摘の点を踏まえて、常に世界的なニーズの変化や技術動向の把握を図るとともに、本事業は日米の国立研究所が再生可能エネルギー分野の基盤的研究を共同で行うものであり、共同研究先である米国機関ともそうした議論を行いつつ事業に取り組んでいく(経11) ・ご指摘のとおり、研究開発と並行して、競合となり得る技術動向や国内外の化学産業動向について注視していく(経26)
2	<ul style="list-style-type: none"> ・研究成果の公表についてはオープン・クローズ戦略が重要であると考えており、ご指摘の点を踏まえて、論文投稿、特許出願の可否、時期等は戦略的に検討していく(経11) ・知財戦略については、実用化を図る上で重要な課題と認識しており、引き続き検討していく(経26)
3	<ul style="list-style-type: none"> ・ご指摘の通り、事業化に向けては研究開発だけでなく安全性も考慮した規制改革も重要であると認識している(経11) ・ご指摘のとおり、水素社会の実現を図るためには、安全性を担保した適切な規制が必要であり、現在、産業構造審議会高圧ガス小委員会で検討されているところ(経26)
4	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業は日米の国立研究所が再生可能エネルギー分野の基盤的研究を共同で行うものであり、直ちに実用化を目指すものではないが、ご指摘の点を踏まえて、より実用化に近い次のフェーズに進むために必要となる具体的な目標を設定しつつ研究開発に取り組んでいく(経11)
5	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業は日米の国立研究所が再生可能エネルギー分野の基盤的研究を共同で行うものであり、直ちに実用化を目指すものではないが、ご指摘の通り、コストや特許も重要であると認識しており、コスト低減や戦略的な知財権の取得等も十分視野に入れ検討しつつ事業を推進していくこととしたい(経11) ・本施策では、性能だけでなく、経済性の面でも十分競争できると考え得るコスト目標を掲げ、進めている(経26)
6	<ul style="list-style-type: none"> ・エチレン、プロピレン等基幹化学品を水素とCO2から合成する触媒・プロセス開発については、石油のみに依存しない化学産業を実現する上で重要な技術である。引き続き、国内外の化学産業動向について注視しながら開発を進めていく(経26)

革新的触媒技術の開発

エ・文06:エネルギー源・資源の多様化に向けた革新的触媒技術の開発

主な指摘事項

対応(当施策での対応、今後の当領域における全体的な考え方等)

共通的なコメント	1	研究開発が事業化されなかった原因として、技術の未達より予測判断のミスが6割をしめるため、開発中絶えず現状、将来動向を見ることが重要である	1	研究開発状況等を必要に応じて情報共有できる場を確保し、適切な共有・今後の予測を行えるよう取り組んでいく予定である。
	2	プロジェクトを進める際に、情報のオープン・クローズが重要になる。特定の企業のみ閉じず、情報をオープンにする必要はあるが、他国への情報流出を防ぐには、クローズにする部分も必要である	2	必ずしも全ての情報をオープンにすることは適切でないため、どの部分をクローズにする必要があるかなど、関係府省において議論を深めてまいりたい。
施策へのコメント	4	触媒の設計・最適化のための基盤技術の整備も重要である	4	御指摘のとおりであり、重要と考える。一口に触媒と言ってもその内容は多岐に渡るものであり、必要な基盤技術は何か議論を深めてまいりたい。
	5	基礎研究の性格上具体的な目標を定めるのは難しいが、研究課題について具体的にどこに注力するかを明示する必要がある	5	出口を見据えた上で基礎研究が実施されることが必要と考えており、適切な研究課題の設定に取り組んでまいりたい。
	6	長期にわたるプロジェクトなので、マイルストーンは必要	6	本施策は長期にわたるプロジェクトであり、必要なロードマップ等を設定した上で実施しているところ。引き続き、計画に則って事業を推進してまいりたい。

ICT関連

(対象とした平成26年度アクションプラン)

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

【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・分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」

文部科学省

経済産業省

ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発

平成26年度予算案 6.5億円(6.5億円)

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

現状の情報処理システムは、電源が切れると書き込まれた情報が消えてしまう揮発性素子を前提として構成しているため、処理を必要としていないときにも情報の保持のために電力を必要としています。

電源を切っても書き込んだ情報が保持される不揮発性素子を構成要素として取り入れ、処理が必要なときだけ電力を消費する新たな情報処理システム「ノーマリーオフコンピューティング」を実現するため、不揮発性素子を用いたハードウェア技術、制御用ソフトウェア技術、コンピュータアーキテクチャを一体的に開発します。

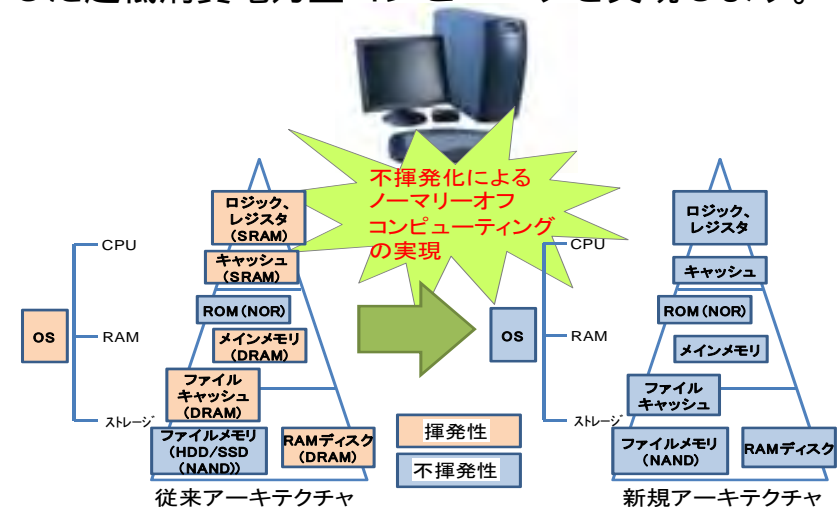
これにより、今後更なるエネルギー消費量の増大が予測される電子機器において、これまでの技術の延長線上にない抜本的な省エネを進めます。

条件(対象者、対象行為、補助率等)



事業イメージ

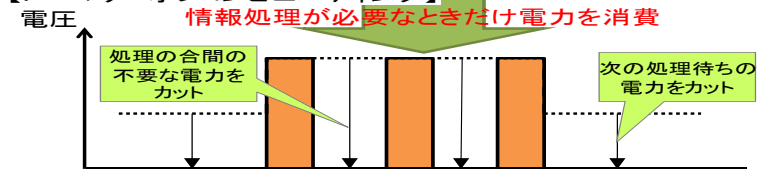
情報処理システムを現状の揮発性素子を前提としたものから、不揮発性素子を前提としたものに新しく設計することで、従来の電子機器の消費電力をさらに削減した超低消費電力型コンピュータを実現します。



【通常システム】



【ノーマリーオフコンピューティング】



ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発

出口戦略

○成果活用段階における活用主体又は候補

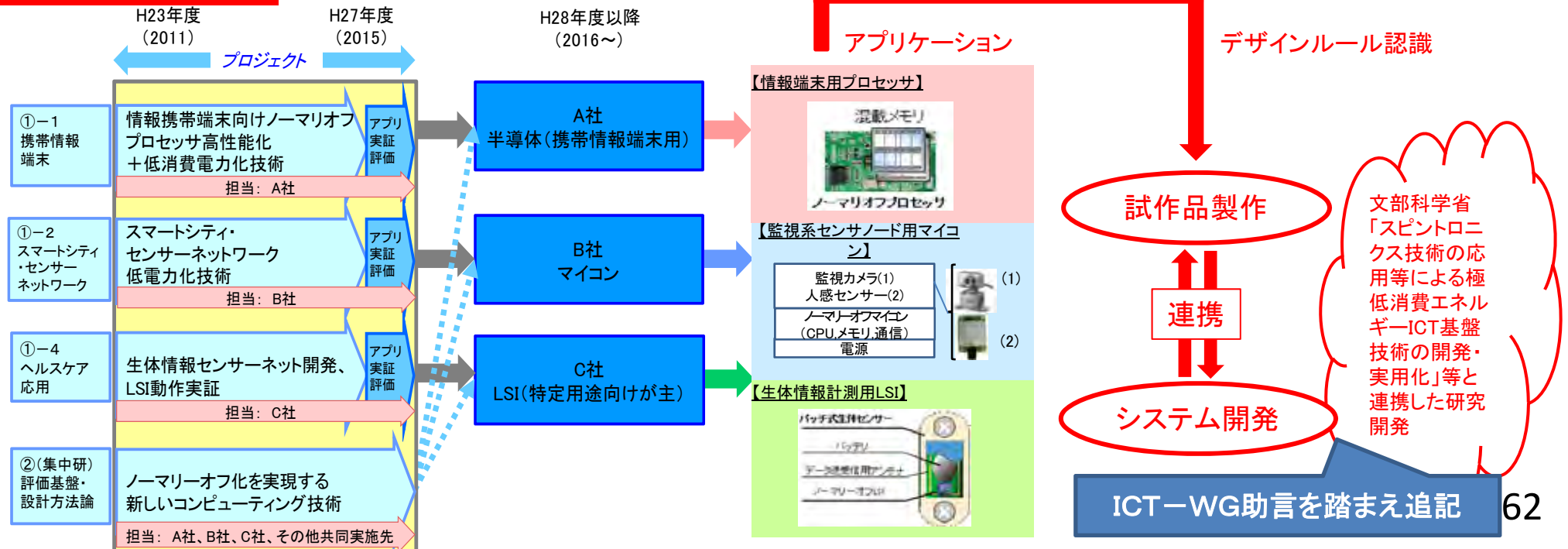
プロジェクト実施者(ノーマリーオフ型半導体製造事業者、センサーモジュール製造事業者等)

○成果の実用化の姿

2016年までに、ノーマリーオフコンピューティングの実現に不可欠な、コンピュータ構成方式、制御用ソフトウェアおよび新構成方式に要求される性能の不揮発性素子を開発する。電源を切っても書き込んだ情報が保持され処理が必要なときだけ電力を消費する不揮発性素子を前提としたものに新しく設計することで、従来の電子機器の消費電力をさらに削減した超低消費電力型コンピュータを実現する。

これにより、国民生活及び産業界において多く使用されている電子機器の革新的な省エネルギー化が図られ、エネルギー削減効果の高い超低消費電力情報通信機器・システムの普及を促進する。

対応方針(案)



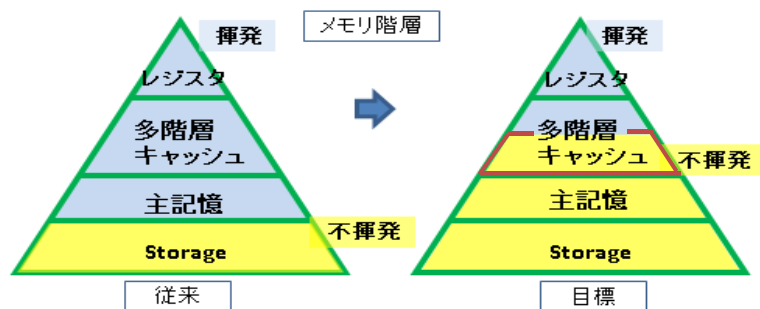
ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発

施策推進にあたっての課題

「ノーマリーオフコンピューティング」の実現には、これまでとは違う不揮発性素子を前提としたアーキテクチャ及び制御用ソフトウェアを一体的に開発することが必要で、不揮発性素子も既存のものでは必要な性能(速度・書込回数など)がまだ不足しているとともに、システムの根本から設計するという難易度の高い課題に取り組まなければならない。

技術開発1

キャッシュ用高性能不揮発性素子の開発とこれを利用したアーキテクチャの開発

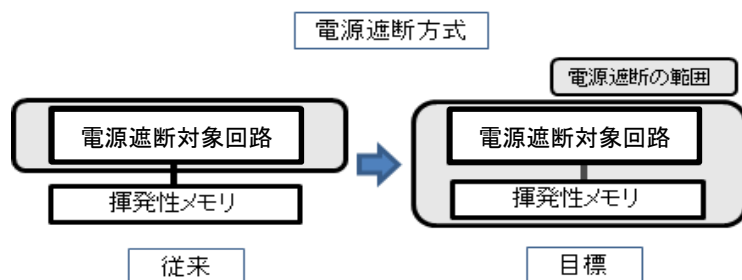


従来の不揮発性メモリのアクセス時間は、従来のメモリ階層を構成するSRAMよりも遅いため、そのまま置き換えようとする大きな性能低下を招く。そのため当事業では、揮発性メモリと不揮発性メモリの長所をお互いに補完しあえる新しいメモリ階層の検討を実施。

当該事業で開発したReRAMは主記憶部分での適用を行う予定であるが、**上位の階層のキャッシュ部分にはMRAMの適用を検討している。**しかし、現在のMRAMを適用するには性能が不足しており、**一層の性能向上が必要である。**

技術開発2

最適電源遮断(ノーマリーオフ)を実現するためのアクティビティ局所化技術の開発とハード・ソフト協調設計の確立



電源遮断(パワーゲーティング)された部分(従来の対象はハード部分)は通電しないため、不要部の電源を遮断し、その部分の待機電力を抑えることができれば、大きな消費電力削減効果が期待される。

しかし不揮発メモリへの書き込みは大きなエネルギーを必要とし、またパワーゲーティング自体もエネルギーを消費する。そのため実効的に低電力効果を向上させるための手法が必要。

これまでコンピュータの中核で電源遮断部分を入れるシステムはなく、既存技術の延長ではなく根本から設計しなくてはならない。


事業の概要

- スピントロニクス技術は、2枚の電極の磁石(スピン)の向きによる電気抵抗の変化により素子を作成する、新しいエレクトロニクス技術。電源が切れても情報の記憶を保持することが可能。
- 従来のシリコンデバイスでは微細化、集積化による低消費電力化に限界。スピントロニクス技術を開発することで、現在の情報システムよりもシステム全体で単位性能当たりの消費電力を1/100以下にする極低エネルギー情報デバイスの作成が可能。
- 我が国は、スピントロニクス技術において世界でも優位性を保っており、当該技術の高度化及び産学官連携による実用化により、世界規模の新市場の創出と耐災害性強化による安全安心な社会を実現。

目標実現に向けた具体的アプローチ(実施内容)

- 素子寸法が20nm以下のスピントロニクス材料・素子技術を開発。
- スピン方向を安定的に保持するための技術の高度化を実現。
- 常温でのスピン方向の安定保持を実現。
- 開発した極低エネルギーICTデバイスを40nm世代或いはそれ以降の集積回路技術を開発。
- 現在の情報システムよりもシステム全体で単位性能当たりの消費電力を1/100以下にする極低電力・遅延・面積について実証実験につなげる研究を実施。
- 論理集積回路への活用により実用化研究を実施し、実用化技術の確立につなげる研究を実施。

今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

	2014～	2015～	2016～
スピントロニクス技術の高度化研究	素子寸法が20nm以下のスピントロニクス材料・素子技術を開発。スピン方向を安定的に保持するための技術の高度化	常温でのスピン方向の安定保持技術を高度化し、論理集積回路技術を開発	論理集積回路への活用に向けた実用化研究の実施
産学官連携 実証研究、実用化	戦略的に知財の確保、実用化準備	TIA、COI等の産学官連携の場の活用、製品の試作(経済産業省と連携)	サンプル出荷 

施策推進にあたっての課題

○スピントロニクス技術を用いた商用ICT機器を実用化するためには、スピンドバイスの特徴を生かした回路設計の構築が必要となっており、材料・デバイス・回路の各フェーズの専門家が有機的に連携した形で技術開発する必要がある。

○また、小型センサの実用化や重要な情報インフラへの実装を実現するためには、電圧によるスイッチング、発熱の抑制、様々な衝撃や急激な外部変化等に対する頑丈さ、一定の機能を維持し続けなければならない。このため、実証実験においては、研究機関の研究者と企業の技術者が連携と取り、様々な状態を想定して、必要な仕様を厳密に定義することが必要である。

出口戦略

○商用ICT機器(パソコン、スマートフォン等)の半導体、メモリに本技術を実装することにより、例えば、現在1日程度で電池が切れるスマートフォンが、本技術の革新だけで充電無しで10日程度もつようになり、機器の長時間動作につながる。

○また、本技術を小型センサに埋め込むことにより、社会のあらゆるインフラにセンサを配置することが可能である。これにより、インフラの劣化・損傷等を点検・診断・維持管理するためのデータを取得することができ、持続的に生活や産業を支えるインフラを低コストで実現し、安心してインフラを利用できる社会を実現する。

○さらに、大規模ストレージや重要な情報インフラに本技術を実装することで、災害発生時(無電源状態)においても、現在のシリコンデバイスとは異なり、データの保持が可能となり、災害等による被害を最小化する。安全・安心を実感できる社会を実現する。

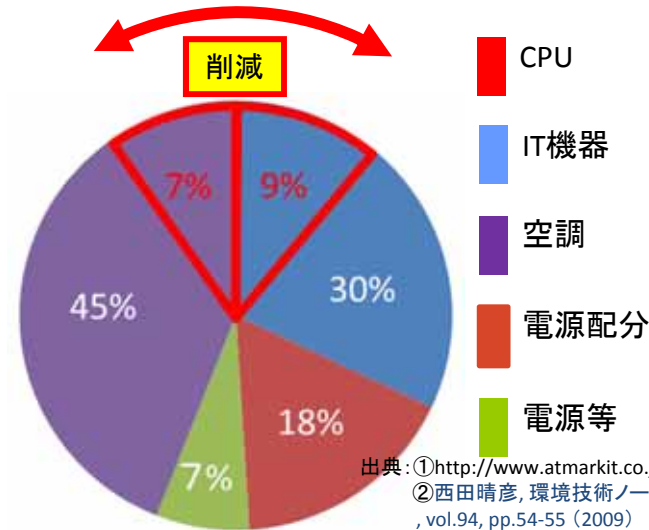
ICT-WG助言を踏まえ追記

○不揮発性メモリ材料を用いたデバイスの実用化に向けて、東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センターとも連携しつつ先駆的研究開発を進める。また、文部科学省、経済産業省との連携については、事業の進捗状況等について随時情報共有を行い、それぞれの事業にフィードバックしていくことを想定。

スピントロニクス技術による論理集積回路は社会のあらゆるインフラに配置可能



大規模ストレージや重要な情報インフラの省電力化に貢献



出典: ①<http://www.atmarkit.co.jp/fserver/articles/dcie/01.html>
 ②西田晴彦, 環境技術ノート, 電気評論, vol.94, pp.54-55 (2009)

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)



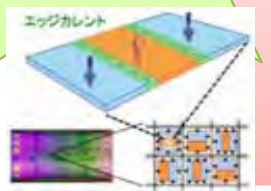
従来の記憶用素子 (ハードディスク、フラッシュメモリ等)



半導体素子の代わりにスピンド演算素子を利用し、電流を伴わない演算処理

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25kΩ、スピンド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