

「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	7
評点結果	13
（参考）評価項目・評価基準	16

はじめに

本書は、第35回研究評価委員会において設置された「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」(中間評価)の研究評価委員会分科会(第1回(平成25年8月6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37回研究評価委員会(平成25年12月4日)にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年12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「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」分科会
(中間評価)

分科会長 松山 公秀

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
「ノーマリーオブコンピューティング基盤技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成25年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	まつやま きみひで 松山 公秀	九州大学 大学院システム情報科学研究院 情報エレクトロニクス部門 教授
分科 会長 代理	はなわ けんぞう 埴 健三	昭和電工株式会社 事業開発センター 先端技術開発研究所埴研究室 室長
委員	いとう こうへい 伊藤 公平	慶應義塾大学 理工学部 物理情報工学科 教授
	いのうえ こうじ 井上 弘士	九州大学 大学院システム情報科学研究院 情報知能工学部門 准教授
	ごんどう まさき 権藤 正樹	イーソル株式会社 執行役員 技術本部長
	たかだ ひろあき 高田 広章	名古屋大学 大学院情報科学研究科附属組込みシステム研究センター センター長/教授
	なみき みたろう 並木 美太郎	東京農工大学 大学院 工学府 産業技術専攻 教授

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

		最終更新日	平成 25 年 8 月 6 日				
プロジェクト名	ノーマリーオフコンピューティング 基盤技術開発	プロジェクト番号	P11001				
担当推進部/担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 田崎 英明(平成 23 年 9 月～平成 24 年 3 月) 電子・材料・ナノテクノロジー部 畠山 敦(平成 24 年 4 月～平成 24 年 12 月) 電子・材料・ナノテクノロジー部 波佐 昭則(平成 25 年 1 月～平成 25 年 3 月) 電子・材料・ナノテクノロジー部 高橋 伸幸(平成 25 年 4 月～平成 25 年 8 月現在)						
0. 事業の概要	我が国が優位性をもつ不揮発性素子に関わるハードウェア技術の更なる高度化と併せて、不揮発性素子を用いる機器・システム等のアーキテクチャ、ソフトウェア及びシステム化の要素技術を世界に先駆けて確立する。						
I. 事業の位置付け・必要性について	スマートグリッドやクラウドコンピューティングといった流れの中、今後コンピュータが社会のあらゆる局面で活用されることが予測されるが、その実現のためには、メンテナンスの観点・低炭素化の観点から更なる機器・システムの低消費電力化が求められる。しかしながら、半導体の微細化を中心とした従来技術では機器・システムの高集積化と低消費電力化の両立が困難になってきており、新たな技術的アプローチが求められる。電源を切っても情報を保持できる次世代不揮発性素子は、この点で大きな可能性を秘めている。本プロジェクトは、同素子を用いた低消費電力システムの実現のための基盤技術の確立を目指すものである。						
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	次世代センサーネットワーク、モバイル情報機器、サーバ等、不揮発性素子を用いると想定される機器・システムにおいて、不揮発性素子を用いたハードウェア技術、ソフトウェア技術、コンピュータアーキテクチャの一体的な開発により、システムとしての低消費電力性能(電力あたりの性能)を本事業開始時に対して 10 倍とすることを実証する。						
事業の計画内容	主な実施事項	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	
	①-1 高速低消費不揮発メモリシステムによる携帯情報端末低電力化技術	←					→
	①-2 スマートシティ・センサーネットワーク低電力化技術	←					→
	①-3 インテリジェントビルを指向するセンサーネットワーク低電力化技術	←	→				
	①-4 ヘルスケア応用生体情報計測センサーネットワーク低電力化技術	←					→
	②-1 ノーマリーオフ評価基盤・プラットフォームの研究開発	←					→
	②-2 超高速不揮発メモリを活用するノーマリーオフメモリシステムプラットフォームの研究開発	←					→
②-3 ノーマリーオフコンピューティングシステム設計方法論の研究開発	←					→	

開発予算 (百万円) 契約種類: (共同研究 負担率(1/2))	会計・勘定	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
	特別会計(需給)	426	661	645			1,731
	総予算額	426	661	645			1,731
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	中村 宏 東京大学大学院情報理工学系研究科 教授					
	共同研究先	共同研究先:(株)東芝、ルネサスエレクトロニクス(株)、ローム(株) 共同実施先:東京大学 再委託先:電気通信大学、東北大学、独立行政法人産業技術総合研究所、大阪大学、はこだて未来大学、立命館大学、神戸大学、オムロンヘルスケア(株)					
情勢変化への 対応	<p>(1)実施テーマの見直し整理による実施方針・計画の変更 プロジェクト開始年度に設定されたテーマに関して見直し、重複と目標の明確化を実施。その結果、「インテリジェントビルを指向するセンサーネットワーク低電力化技術(日本電気(株)、NEC システムテクノロジー(株))」を平成 23 年度を持って終了した。これにより、平成 24 年度より、実施テーマを一部削除し、実施体制を変更した。</p> <p>(2)プロジェクトリーダーによる実施方針・計画の変更 平成 24 年度 5 月より、プロジェクトリーダー(中村 宏 東京大学教授)を置いた実施体制として、プロジェクトの運営を行っている。</p> <p>(3)事業組合の設置による実施方針・計画の変更 平成 24 年度 7 月より、ノーマリーオフコンピューティング有限責任事業組合(LLP)を置いた実施体制として、プロジェクトの管理を行っている。</p>						
中間評価結果 への対応	平成 25 年 7 月中間評価実施予定のため現時点記載すべき事項無し						
評価に関する 事項	事前評価	平成 22 年度実施 担当部 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部					
	中間評価	平成 25 年度 実施予定					
	事後評価	平成 28 年度 実施予定					
Ⅲ. 研究開発成 果について	<p>①-1:高速低消費不揮発メモリスシステムによる携帯情報端末低電力化技術 高速・低消費電力(3ns, 50 μA)で書き込み動作可能なMTJ記憶素子を実現し、これを用いてアクセスタイムは5ns以下のDRAM/MRAMハイブリッド回路を設計した。新しいメモリ階層を導入したプロセッサの消費電力シミュレーションの結果と総合して、従来のキャッシュメモリと比較して電力効率10倍以上となる条件を明確化した。</p> <p>①-2:スマートシティ・センサー ネットワーク低電力化技術 自律適応型電源制御技術と評価用ソフトウェアの仕様策定・設計を行い、センサーノード電力プロファイル評価環境を使い電力削減効果を評価し、従来のマイコンを用いたセンサーノード(通信除く)と比較し10倍のノーマリーオフ低電力化性能に到達可能かを評価し、技術課題を明確化した。</p> <p>①-4:ヘルスケア応用生体情報計測センサーネットワーク低電力化技術 生体情報処理に特化して間歇動作指向アルゴリズム、電源管理アーキテクチャ、メモリアーキテクチャの研究開発を行い、試作開発およびシステムレベル評価を実施し、システムと</p>						

	<p>しての電力消費性能を5倍、平均消費電流38μAを実現した。</p> <p>②-1: ノーマリーオフ評価基盤・プラットフォームの研究開発 種々の応用分野のアプリケーションに対して、ノーマリーオフ制御評価を実行できる実機評価環境(集中研評価ボード)の仕様設計を完了し、②-3で検討する詳細な電力性能情報を取得するためのエミュレーション技術の試作・評価を実施し、仕様を決定した。</p> <p>②-2: 超高速不揮発メモリを活用するノーマリーオフメモリシステムプラットフォームの研究開発 実際の使用環境に近い状態で、プロセッサ電力・性能を評価することが可能なシミュレーション環境を構築した。これにより、L1キャッシュメモリ以上の階層はSRAMを、L2キャッシュメモリにSTT-MRAMとDRAMのハイブリッドメモリを用いる新型メモリ階層での電力評価を行い、電力効率が10倍以上となるプロセッサの動作条件(動作時間/待機時間比率など)を求めることが可能になった。</p> <p>②-3: ノーマリーオフコンピューティングシステム設計方法論の研究開発 不揮発メモリを用いたシステムのノーマリーオフ電力モデルの定式化し、②-1、②-2と連携して、汎用性を指向するソフトウェア技術としてのアクティビティ局所化手法および高速不揮発RAMの性能/電力向上のためのMRAMとSRAM/DRAMを効果的に使い分けるハイブリッドキャッシュアーキテクチャを開発した。</p>
投稿論文	「査読付き」 39 件、「その他」 79 件
特 許	「出願済」 54 件(うち外国出願 25 件)、「登録」 0 件、「実施」 0 件 特記事項:なし
その他の外部発表(プレス発表等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発プロジェクト公開シンポジウム(第1回)(2013年4月16日)横浜情報文化ホール ・プレスリリース 2012年12月10日 不揮発キャッシュメモリ向け高性能 STT-MRAM の開発(東芝) ・Web 掲載 日経 Tech-On! 2012年9月20日 2012年11月20日 2013年4月23日 トラ技ニュース 2012年10月25日
IV. 実用化・事業化の見通しについて	ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発では、具体的な3つの応用製品、携帯情報端末、スマートシティ・センサーネットワーク、ヘルスケア応用をターゲットに開発を行う。これらが当初の技術目標を達成したあかつきには、スマートメモリシステム、マイコン、特定用途向けLSIという半導体製品として、PJ終了後、それぞれ事業化されることが期待できる。
V. 基本計画に関する事項	作成時期 平成23年3月 作成
	変更履歴 平成23年7月 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法の改正に伴う改訂

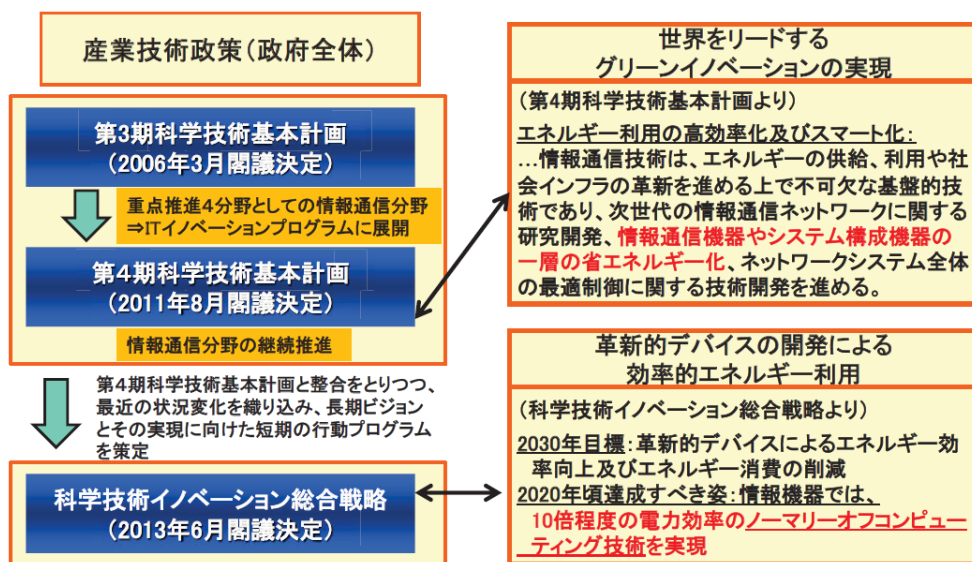
技術分野全体での位置づけ

(分科会資料 5-2 より抜粋)

I. 事業の位置付け・必要性について
 (1)NEDOの事業としての妥当性

政策上の位置付け

公開



事業原簿:1~4ページ

4/42

I. 事業の位置付け・必要性について
 (1)NEDOの事業としての妥当性

実施の効果

公開

ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発プロジェクトの総事業費 : (予定)65 億円/5年間
 (内、NEDO負担率1/2)

経済効果

2020年に、プロジェクト成果のノーマリーオフ適用事業の期待売上げ:約7,000億円



2030年に、国内パソコン・スマートフォン機器へのノーマリーオフ波及効果:約7,000億円

(ノーマリーオフ普及率50%を想定)

省エネ効果

本研究開発が対象とする集積回路を用いたIT機器やシステムは、大幅な省エネルギー効果が期待できる。

2030年に 23億kWh/年 $\xrightarrow{\text{CO}_2 \text{換算}}$ 128万トン/年 (世界では2,000~3,000万トンの削減)

※国内のIT機器のノーマリーオフ普及率を仮定して省エネ効果を算出
 (ノーマリーオフ普及率:パソコン50%、スマートフォン:50%、自動車用センサー端末:20%、生体情報計測センサー:60%)

「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」

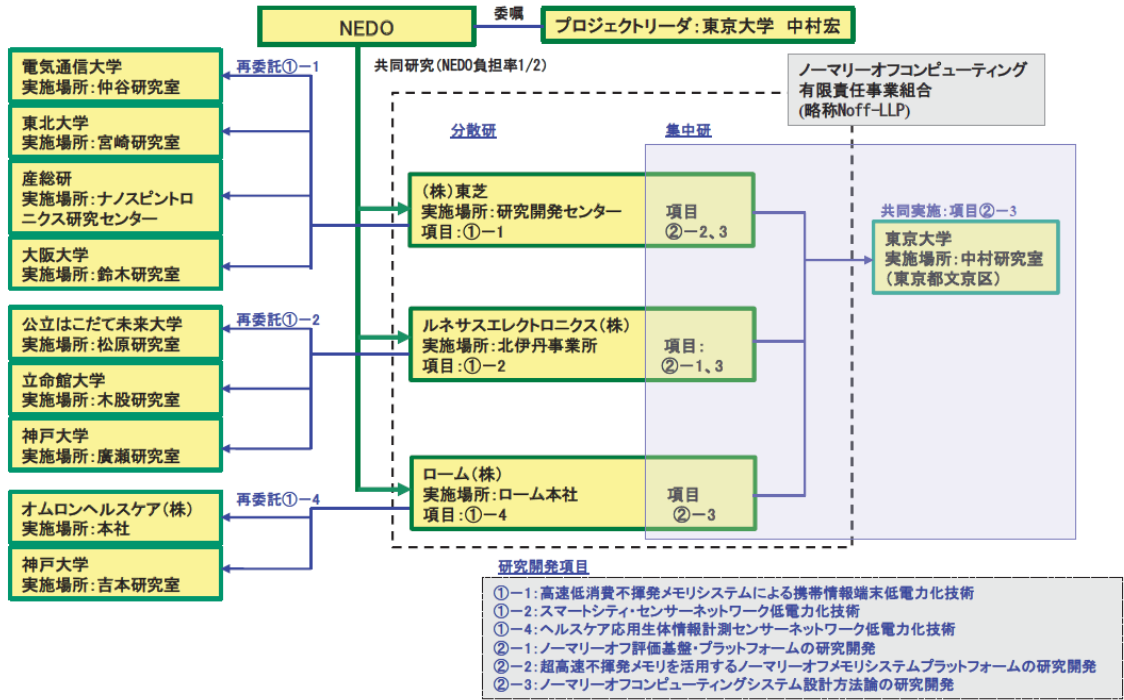
全体の研究開発実施体制

II. 研究開発マネジメント

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

研究開発の実施体制

公開



事業原簿: 28ページ

II. 研究開発マネジメント

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

共同実施・再委託体制とその役割

公開

研究開発項目	共同実施先	研究開発に対する役割
②-3: 設計方法論	東京大学(中村 宏 教授)	ノーマリーオフコンピューティングシステム設計方法論の研究開発 (ノーマリーオフ最適化技術とノーマリーオフ評価技術の確立)
研究開発項目	再委託先	研究開発に対する役割
①-1: 携帯情報端末	電気通信大学(仲谷 栄伸 教授)	高速スピン注入素子の設計技術の開発
	東北大学(宮崎 照宣 教授)	高速・低電流書き込みスピン注入記憶素子材料の開発
	産業技術総合研究所(湯浅 新治 センター長)	高速・低消費電力スピン注入記憶素子の開発
	大阪大学(鈴木 義茂 教授)	高速スピン磁化反転の評価
①-2: スマートシティ	公立はこだて未来大学(松原 仁 教授)	ノーマリーオフセンサーネットワーク・デモシステムの開発
	立命館大学(木股 雅章 教授)	ノーマリーオフセンサーネットワークのセンサー応用技術の開発
	神戸大学(廣瀬 哲也 教授)	ノーマリーオフセンサーネットワークの低電力回路技術の開発
①-4: ヘルスケア応用	オムロンヘルスケア(株)(志賀利一 リーダー)	間歇動作を指向する生体情報処理アルゴリズムの開発
	神戸大学(吉本 雅彦 教授)	生体情報処理に特化して不揮発メモリ搭載の低消費電力VLSIアーキテクチャの開発

「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」(中間評価)

評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

世界的にみてノーマリーオフコンピューティングの国家プロジェクトはユニークであり、我が国が先端を走るという観点において本プロジェクトは高く評価できる。世界最高水準の高速動作性能と省電力性能を備えた不揮発メモリの開発に成功し、ノーマリーオフコンピューティング技術の開発、及び、その応用製品・システムの実現に向けた卓越した研究開発成果が得られている。デバイス、回路、計算機アーキテクチャ、ソフトウェアに至る様々な技術分野を包括した総合的な研究開発が推進され、開発対象とする応用製品、応用システム毎に省電力化の隘路や実用化に際しての課題が明確化され、解決の具体的方策も立てられていることから、情報機器やセンサーシステムの飛躍的な省電力化に向けたプロジェクトとして、新規産業創出に繋がる高度の技術蓄積が期待される。

今後、「ノーマリーオフコンピューティング」の概念を現実のものとし、かつ、普及させるためには、集中研と分散研の連携をより深め、各企業で得たフィールドデータ等を積極的に集中研にフィードバックし、集中研側で技術として一般化するプロセスをさらに加速することを期待する。

2) 今後に対する提言

本プロジェクトの成果により、大きな成功を実現するシナリオ(新応用の創出も含む)を現段階から描くべきである。今後、メモリアーキテクチャだけでなく、コンピューティング・システム全体としての体系化を視野に入れて欲しい。

成果については、個別企業間で共有できないものもあり、ここをどう共通化しフレームワーク化していくのかというのが集中研の最大のミッションであり、ノーマリーオフ技術を普及させるためにビジネス戦略上で非常に重要である。

また、世界最高性能の STT-MRAM 等これらの技術が他国の企業に廉価にコピーされないようにその対策をしっかりとしてほしい。更に、知財の活用戦略、特に事業を実施している 3 社以外への知財のライセンスポリシーを早急に策定すべきである。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

不揮発性メモリ技術をコンピューティング・システムへの適用を考慮して発展させることは、情報機器の低消費エネルギー化のためにも、我が国の産業の国際競争力向上の観点でも重要である。半導体産業からソフトウェア産業に至る情報通信機器、さらには組込みシステムの基盤として、本プロジェクトのもたらされる効果は大きい。コンピューティングと言う要素技術からソフトウェアまで事業化・実用化を目指した総合的な技術開発がノーマリーオフコンピューティングでは不可欠であり、NEDO が率先して公共事業として実施することは極めて妥当である。また、ノーマリーオフコンピューティングの必要性/有効性は認識されているものの、世界的にも未だ本格的な研究開発の展開には至っておらず、先行開発により技術的優位性を確保し、我が国の電子産業活性化に繋げるためにも本プロジェクトの推進が望まれる。

2) 研究開発マネジメントについて

共通で必要となるプラットフォームは集中研で実施し、実用化につながる個別技術を各社単位で分散研で実施する体制は妥当である。特に集中研については、階層連携を行える人材が不可欠であり、その知見と見識から最適任な PL であり、リーダーシップも十分に発揮している。分散研で実施している 3 つのテーマに関しては応用が明確になっており、実用化・事業化戦略も明確である。

一方、開発目標については、その成果を活用する方策を重視し、コストを勘案した上で、トータルシステムとしての効果の活用、さらにはソフトウェア層までの検討が必要である。また、知財マネジメント戦略が知財の創出/権利化の戦略のみになっているが、活用戦略についても検討すべきである。

3) 研究開発成果について

世界最高性能の高速動作性能や低電圧動作性能を有する新型不揮発メモリの開発をはじめとし、様々なハードウェア技術及びソフトウェア技術を包含する優れた技術基盤が確立されつつある。これら一連の成果は、携帯情報機器、スマートセンサー、ヘルスケアセンサー等の応用製品、応用システムにおける技術競争力の向上に資するものとして高く評価できる。集中研で取り組まれた各個別技術分野の成果統合と汎用化は、ノーマリーオフコンピューティング技術の新しい展開を目指す意欲的な試みとして評価できる。各機能モジュールを組み込んだ低電力性能評価用の汎用ボード試作、パワーゲーティング時の消費電力モデリング、電力低減のための各種最適化技術開発など、各個別テーマで共有できる様々な具体的成果も得られ始めている。

一方、標準化については、世界で広く使われるデファクトスタンダードを取るための方策を良く考えていただきたい。成果の普及については、日本の産業としてユーザーを巻き込む形を含めて検討してほしい。オープンにして層を広げる部分と、クローズにして知財化するところを良く見極めて取り組んでいただきたい。

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

本プロジェクトが目的とする電力効率向上に係るハードウェアからソフトウェアに跨る総合技術は、市場規模及び波及効果の大きな産業分野への成長が期待される。本プロジェクトに参画する各企業は、各々、メモリシステム、マイコン、LSI 応用の分野で高い技術力と製造実績を有しており、プロジェクト終了時点での成果を各社の戦略的事業として展開することが期待できる。分散研での個々の成果も非常に高く、各テーマともに応用を明確に設定し研究開発を進めていることが高く評価できる。集中研における共通技術の研究開発の適用を含め、分散研における研究開発では各社の事業に直結した活動が行われており適切な実用化と事業化に向けた活動が行われている。

一方、要素技術の事業化については、コストと課題をより明確化した方が良く、具体的なアプリケーションへの展開を各社で具体的に検討すべきであると思われる。また本成果はハードウェアだけではなく、ソフトウェアと協調することで効果を増すことから、ソフトウェア面の更なる強化も検討していただきたい。

個別テーマに関する評価

	「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」 および「今後に対する提言」
高速低消費不揮発メモリシステムによる携帯情報端末低電力化技術	<p>産官学の研究協力により、世界最高レベルの高速動作性能と低消費電力性能を兼備した新型不揮発メモリ(STT-MRAM)の開発に成功するとともに、電流リークのない新規メモリアレイ回路が提案され、最終目標とする 10 倍以上の電力効率を有する高速低消費不揮発メモリ実現への目処がつけられた。特に 10nm オーダの微細領域に至るスケーリングメリットの実証は、競合する米国、韓国の技術水準を凌駕しており、本プロジェクトによる不揮発メモリ技術開発のポテンシャルの高さを顕示している。また、STT-MRAM と DRAM とのハイブリッドメモリセルは、メモリセル単位で揮発メモリと不揮発メモリの機能再構成が可能な画期的メモリアーキテクチャとして高く評価できる。更に、担当企業は柔軟な事業化戦略を立てていることも評価できる。</p> <p>一方、要素技術としては大きな成果をあげているが、トータルシステムでどう活かせるか、例えば単に省電力なキャッシュだけではなく、計算機システムの中で活用される技術を付加し、イノベーションの基本技術となる工夫を期待したい。また、事業化の機会を逃さないように、知財のライセンス戦略を、策定しておくことが必要である。更に、STT-MRAM では、一般的な半導体製造プロセスでの技術蓄積が少ない強磁性金属を材料基盤としているため、早期に量産レベルでのプロセス技術を確立し、製造コスト低減と歩留まり向上を図る必要がある。</p>
スマートシティ・センサーネットワーク低電力化技術	<p>スタンバイモードの自立的選択機構や、センサー動作のダイナミックスケジューリング等、センサーの特性に適応した効果的な電源制御技術が開発されている。一部のセンサーノードでは 80%以上の電力削減が達成され、常時電源 ON 領域においても超低電力発振回路の動作を確認する等、最終目標の実現可能性を示す研究進捗が認められる。静的なモデルのみならず、センサーからの出力の動的な変動に応じて電源制御の最適化を行う仕組みになっている点が良い。製品化に関して、ノーマリーオフマイコンボードを試作して、顧客システム開発のための開発環境を整備し、他社による競合製品とのベンチマー</p>

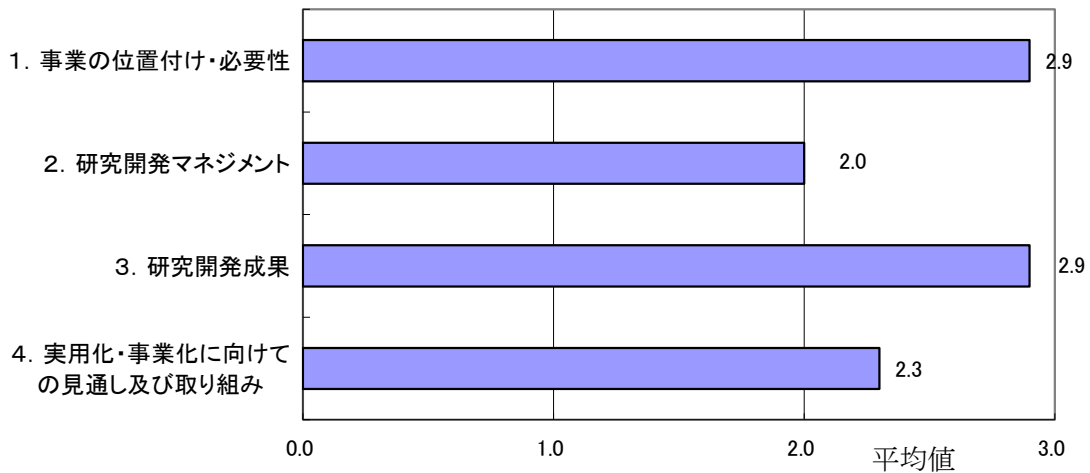
	<p>クテストを実施して優位性を示している点も大いに評価できる。既存のマイコンが複雑な省電力機構を提供しているのに対して、ユーザに使いやすいチップを提供しようとしている点は評価できる。事業化について、ハード面、ソフト面から検討しており、最終に向けて期待できるものとなっている。</p> <p>一方、多様な物理情報を扱うマルチセンサーシステムを構築する際には、通信部分の消費電力は無視できない場合が多いこと、各センサー系の特徴により、周辺回路においても様々な課題が生じることが懸念されるので、最終目標の実現に向け早期に総合的な電力効率評価を行いボトルネックの洗い出しを図ることが望まれる。また、集中研における設計方法論と連携し、より広範囲に適用可能な方式を目指せると良い。なお、他社との差別化をはかり、競争的に有利な製品とするには、より早い時期での実用化が必要である。</p>
ヘルスケア応用 生体情報計測セ ンサーネットワ ーク低電力化技 術	<p>ヘルスケアセンサーとしての実用的な使用状態として、具体的な省電力性能を目標設定し、製品イメージを明確にした研究開発が推進されている。特に、データ計測部及びデータバッファ用メモリ回路部においては、最終目標レベルの成果が達成されている。課題として残されている動作時電力量の低減についても、具体的な開発方針が明確化されており、実用レベルの成果が期待できる。実用化した際に顧客となるパートナーと連携した技術開発であり、事業化の出口がしっかりと見えている点は高く評価できる。</p> <p>一方、加速度センサーならびに MCU 部の消費電力が最終的には支配的となるので、これらに関しても、ノーマリーオフコンピューティング技術をより積極的に活用できないかの検討を期待する。また、単にハード面だけにとどまらずソフトウェアとの検討を、後半で十二分に検討してより活かせるようにしていただきたい。特に、集中研での設計方法論と合わせて、本成果がより発展できる実施体制を期待する。また、米国のベンチャー企業が積極的に参入している市場であり、シェアを確保するためにはスピード感をもって製品投入をする必要がある。</p>

将来の社会生活を支える新しい情報システムにおいて飛躍的なノーマリーオフ化を実現する新しいコンピューティング技術の検討

種々の不揮発メモリやセンサーを接続可能な評価ボードの試作やエミュレーション環境の整備など、分散研での個別研究成果からプロジェクト全体で共有できる汎用的な設計方法論の抽出を図る具体的な取り組みは高く評価できる。特に、アーキテクチャやソフトウェア技術の高度化により達成された最終目標レベルに近い従来比7~8割減の低電力化は、当該テーマの顕著な成果として評価できる。

一方、研究体制に関し、今後、各テーマ間での連携をより強化すべき観点からは、設計方法論におけるモデル化と、メモリシステム、プロセッサ、評価基盤の密な連携が行える体制が望ましい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	B	A	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	A	B	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.0	B	B	B	B	B	B	B	
3. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	A	A	B	
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	2.3	A	B	B	B	A	B	B	

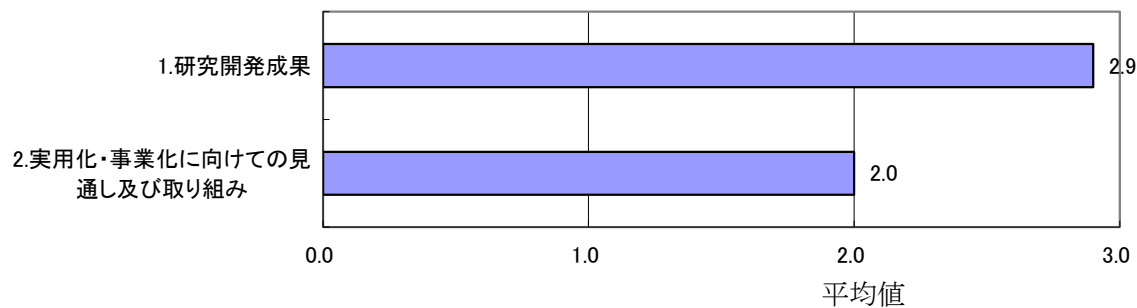
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

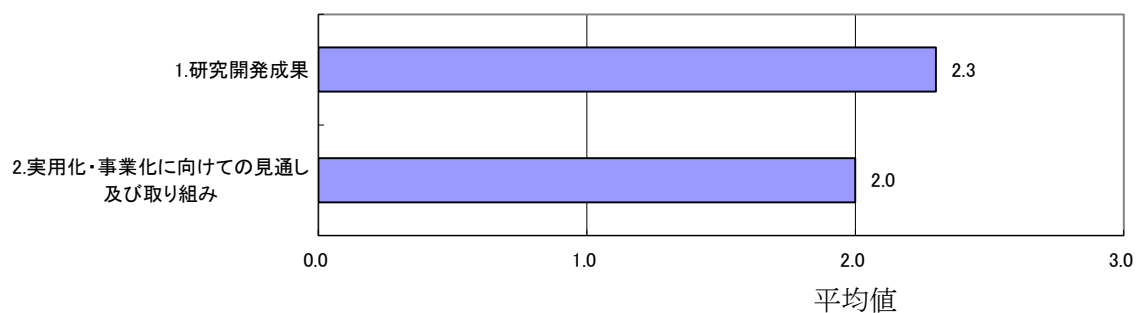
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

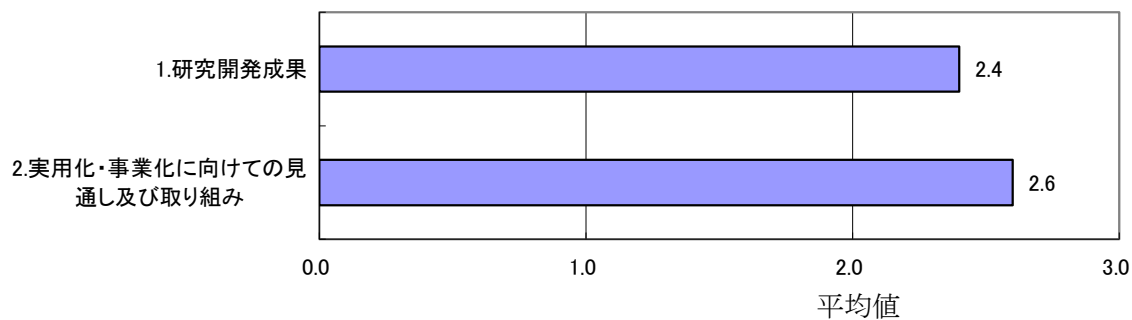
高速低消費不揮発メモリシステムによる携帯情報端末低電力化技術



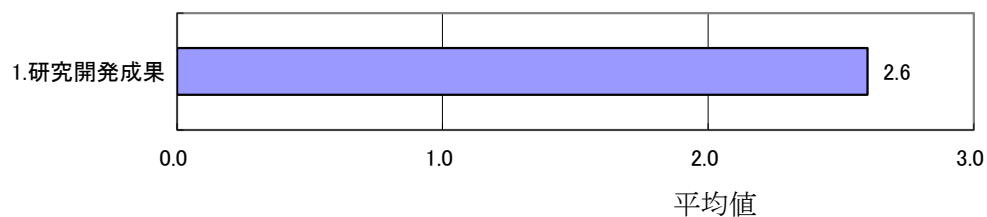
スマートシティ・センサーネットワーク低電力化技術



ヘルスケア応用生体情報計測センサーネットワーク低電力化技術



将来の社会生活を支える新しい情報システムにおいて飛躍的なノーマリーオフ化を実現する新しいコンピューティング技術の検討



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
高速低消費不揮発メモリシステムによる携帯情報端末低電力化技術									
1. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	A	B	A	
2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.0	B	B	B	B	B	B	B	B
スマートシティ・センサーネットワーク低電力化技術									
1. 研究開発成果について	2.3	A	A	A	B	B	B	C	
2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.0	A	B	B	B	B	B	C	
ヘルスケア応用生体情報計測センサーネットワーク低電力化技術									
1. 研究開発成果について	2.4	B	B	A	B	A	B	A	
2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.6	B	A	B	A	A	B	A	
将来の社会生活を支える新しい情報システムにおいて飛躍的なノーマリーオフ化を実現する新しいコンピューティング技術の検討									
1. 研究開発成果について	2.6	A	A	A	A	B	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. 研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・見通しが不明 →D

<参考>

「ノーマリーオブコンピューティング基盤技術開発」
に係る評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 関連する上位施策の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断できる具体的かつ明確な開発目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマごとの配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 適切な研究開発実施体制になっており、指揮命令系統及び責任体制が明確になっているか。

- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 知的財産取扱（実施者間の情報管理、秘密保持、出願・活用ルール含む）に関する考え方は整備され、適切に運用されているか。

(4) 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化・事業化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化・事業化シナリオに基づき、成果の活用・実用化の担い手、ユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダーが選任されている場合、成果の実用化・事業化シナリオに基づき、適切な研究開発のマネジメントが行われているか。
- ・ 成果の実用化・事業化につなげる知財戦略（オープン／クローズ戦略等）や標準化戦略が明確になっており、かつ妥当なものか。

(5) 情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向等に機敏かつ適切に対応しているか。

3. 研究開発成果について

(1) 目標の達成度と成果の意義

- ・ 成果は目標を達成しているか。
- ・ 成果は将来的に市場の拡大あるいは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 目標未達成の場合、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、この課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるか。
- ・ 設定された目標以外に技術的成果があれば付加的に評価する。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、又は汎用性のある成果については、将来の産業につながる観点から特に顕著な成果が上がっている場合は、海外ベンチマークと比較の上で付加的に評価する。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 大学又は公的研究機関で企業の開発を支援する取り組みを行った場合には、具体的に企業の取り組みに貢献しているか。

(2) 知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、又は実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表は、将来の産業につながる観点から戦略的に行われているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザー等に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(4) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

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

本項目における「実用化・事業化」の考え方
当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動（売り上げ等）に貢献することを言う。

(1) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 成果は市場やユーザーのニーズに合致しているか。
- ・ 実用化に向けて、競合技術と比較し性能面、コスト面を含み優位性は確保される見通しはあるか。
- ・ 量産化技術が確立される見通しはあるか。
- ・ 事業化した場合に対象となる市場規模や成長性等により経済効果等が見込めるものとなっているか。
- ・ プロジェクトの直接の成果ではないが、特に顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）がある場合には付加的に評価する。

(2) 実用化・事業化に向けた具体的取り組み

- ・ プロジェクト終了後において実用化・事業化に向けて取り組む者が明確になっているか。また、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・サービス等の具体的な見通し等は立っているか。