

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」
(中間評価) 分科会議事要旨

日時：平成 25 年 8 月 6 日（火） 10：30～17：50

場所：大手町サンスカイルーム（朝日生命大手町ビル 27 階）D 会議室
（東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号）

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長	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
委員	伊藤 公平	慶應義塾大学 理工学部 物理情報工学科	教授
委員	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
委員	権藤 正樹	イーソル株式会社	執行役員 /技術本部長
委員	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	教授/センター長
委員	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

<推進者>

推進者	関根 久	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	統括研究員
同	吉木 政行	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主幹
同	高橋 伸幸	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主査

<実施者>

PL	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)	中田 尚	東京大学 大学院 情報理工学系研究科	特任助教
実施者	藤田 忍	株式会社 東芝 研究開発センター	研究主幹
同	伊藤 順一	株式会社 東芝 研究開発センター	主任研究員
同	西山 彰	株式会社 東芝 研究開発センター	センター次長
同	清水 徹	ルネサスエレクトロニクス株式会社 第一事業本部	主管技師長
同	林越 正紀	ルネサスエレクトロニクス株式会社 第一事業本部	主管技師
同	植木 浩	ルネサスエレクトロニクス株式会社 第一事業本部	主任技師
同	河合 浩行	ルネサスエレクトロニクス株式会社 第一事業本部	主任技師
同	原口 大	ルネサスエレクトロニクス株式会社 第一事業本部	技師
同	藤森 敬和	ローム株式会社 LSI 生産本部	次席技術員
同	和泉 慎太郎	神戸大学 大学院	助教

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

事務局 竹下 満 NEDO 評価部 部長
同 保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹
同 柳川 裕彦 NEDO 評価部 主査

<一般傍聴者> 1名

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
 - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化の見通し及び取り組み」
 - 4.3 質疑 応答

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
 - 5.1 ②「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」
 - 5.2 ①「次世代不揮発性素子を活用した電力制御技術の開発」 「研究開発成果」及び「実用化・事業化の見通し及び取り組み」について
 - 5.2.1 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
 - 5.2.2 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
 - 5.2.3 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
6. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

7. まとめ・講評
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

議事要旨

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料 1-1 および 1-2 に基づき事務局より説明
- ・松山分科会長挨拶
- ・委員の紹介（事務局）（分科会代理である昭和電工(株)事業開発センターの 堀 健三室長は欠席のため書類審査とする）
- ・出席者（推進者、実施者、事務局）の紹介
- ・配布資料の確認（事務局）

2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 及び 2-2 に基づき説明し、議題 5「プロジェクトの詳細説明」および議題 6「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法および評価報告書の構成について

事務局より資料 3-1 から資料 3-5 に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局より資料 4 に基づき説明し、事務局案通り了承された。

4. プロジェクトの概要説明

(1) 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者より資料 5-2 に基づき説明が行われた。

(2) 「研究開発成果」及び「実用化、事業化に向けての見通し及び取組み」

実施者（PL）より資料 5-3 に基づき説明が行われた。

4. の（1）および（2）の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

主な質疑内容

- 実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤技術開発と書かれてあるが、何をハイリスクと考えたのか、という質問がなされた。これに対して、コンピューティングシステムでキャッシュメモリや CPU の上位のメモリに使うには、MRAM（不揮発性メモリ素子）の性能がまだ未達の状態であり、SRAM の速度、スピード感がまだ足りない。単にソフトウェア、アーキテクチャをつくるだけではなく、素子そのものの性能が実現することにより、初めてノーマリーオフがコンピューティングシステムとして性能を実現できるという意味で、性能の高い MRAM が本当にできるかがリスクである。また、材料をいろいろアプローブしなければならないが、これは企業だけでなく産官学の共同体で、特に大学の技術を含めて幅広く研究開発をしていく必要があるという観点から、ハイリスクな基盤技術として設定されている、とのコメントが推進者から述べられた。
- 最終製品の实用化にはコスト的なこともあると思うが、そこはどう考えているか、という質問がなされた。これに対して、コスト比較あるいはコストの内訳等の詳細な議論は、まだ十分ではない。2015 年にプロジェクトが終わった後、各社がそれぞれ製品開発というかたちで、さらに 5 年かけて 2020 年前後の実用化を目指す。その間に実現した性能をコストに耐えうる製

品にする中で、見合ったコストターゲットを詰めていくというステップになると思う、とのコメントが推進者から述べられた。

- 実行体制に関して、途中で NEC が撤退した。こういうかたちで打ち切ったことは評価できると思うが、「オーバーラップがあった」という理由について、それは始まる前から予期できたことなのか、そうではないのか、また、平成 23 年度に 1 億円近い予算が実行されているが、それに対する成果はどのように公開もしくは発表する予定なのか、という質問がなされた。これに対して、もともと 4 社が連名で提案してきたが、当初は 4 社の連携がきちんと見えず、初年度に「連携体制をつくること」を条件とした。NEC の集中研への連携度合いが十分ではなかったこと、メモリの製造体制を持っていなかったのも、他社より成果の出具合がスケジュール的に遅いことから、スピード的にも合理的な NEC 以外の 3 社でやることにした。成果の発表は、今後 NEC がどのようにやっていくかもフォローしながら、結果を紹介したい、とのコメントが推進者から述べられた。
- 本プロジェクト成果の事業化・実用化が大事だと思うが、NEDO は、具体的にどのような支援を積極的に行えば良いと考えているのか、という質問がなされた。これに対して、今年度から第 3 次中期計画に入り、実用化・事業化に向けて大きく舵を切っている。試作品や製品化に向けて、いかに企業内で努力しているかということを見ている。企業内の研究開発部門だけではなく、事業部と連携して製品化への道筋をつけて、常に製品化を見据えて企業の中で研究開発してほしいということで、それぞれの企業の幹部の方々、役員の方々を通じて、事業化を見据えた研究開発を行うことを、大きな枠組みの中で推進している、とのコメントが推進者から述べられた。
- 実行体制の集中研体制において、各企業からどのくらい的人数が常駐して進めているのか、という質問がなされた。これに対して、集中研は必ず全員が集まっているわけではない。各分散研へのフィードバックも強力にやっているのも、基本的には例えば週 5 日のうち 1 日は東芝、3 日はルネサス、ロームも月何回か東大研究室に来て、東大チームと 1 対 1 で議論をしている。毎週というわけではないが、全員が集まって議論もしている。実際に手を動かす技術開発は、各社に持って帰ってやるという面も大きい、とのコメントが実施者から述べられた。
- 知的財産を活用するためのストラテジックな考え方があれば、聞かせていただきたい、との質問がなされた。これに対して、バйдール法を適用しており、各企業が持ち帰って積極的に使ってもらうことが前提である。ノーマリーオフコンピューティング事業組合が設立されており、まず 3 社内で独自に使ってもらうことである。それを越えた場合は共同組合に入っている人たちで決めることとなる。その後は NEDO のルールとして、5 年間知財が使われなかった場合は「開示する」ことになる、とのコメントが推進者から述べられた。
- 知的財産に関して、集中研で出願する場合、共同知財になると思うが、そのへんのルールは整備されているのか、また、それらの知財は 4 者（大学+3 社）で自由に使えるのか、との質問がなされた。これに対して、集中研は必ず 4 者共同というわけではない。集中研の中で実際にコントリビューションした人が持ち、どう調節するかルールがあるとご理解いただきたい。それら知財は、基本的には使える。どう知財を運用するかを共有する場が集中研の中にあるので、そこで議論する、とのコメントが実施者から述べられた。
- NEDO の研究開発マネジメントに関して、次世代不揮発性素子の開発自体がノーマリーオフ

技術実現のキーであることは間違いないと思うが、ハード側の企業が中心なのでソフトウェアの部分が少し弱くならないか、との質問がなされた。これに対して、ソフトウェア開発は非常に重要であり、集中研では、特に基本的なアルゴリズムに関して検討している。実際のソフトウェア開発は各社が担当しており、ソフトウェア開発をおろそかにしている訳ではない、とのコメントが実施者から述べられた。

- 事業の位置付け、目標に関して、2013年6月閣議決定の、科学技術イノベーション総合戦略は、このプロジェクトと関係した非常に重要な決定だと思う。10倍程度の電力効率が掲げられているが、時間スケールは、この閣議である程度規定されているのか。あるいはタイムスケールをどのようにとらえているのか、との質問がなされた。これに対して、科学技術イノベーションは2013年から2020年に向けて10分の1に減らす指標になっている。NEDOの設定は2011～2015年なので、この5年間に電力消費性能を10倍程度上げることになっている。したがって2010～2015年の6年間で10分の1に減らすという目標である、とのコメントが推進者から述べられた。
- NEDOのマネジメントに関して、デバイスからのソフトアーキテクチャという、いろいろな分野を含む総合的なプロジェクトで、複数の企業が参画しているので、全体の運用や統括に関してNEDOで留意したこと、難しかったところがあれば、伺いたい。集中研で全体の汎用的な成果を出すときに、意見が相反すること、食い違うことはないか、との質問がなされた。これに対して、集中研に関して「三つの応用分野で割と広い分野」と申したが、より広い、新しいコンピューティングに適用するために大きい領域をカバーするというで選んでいる。分野が広く、あまり競合せずに良い技術を持っているので、ほかの応用領域に対して競合にならず、現在は、困るような状況はない。さらに相乗的に統合して新しいコンピューティング技術に持っていくことを実施している、とのコメントが実施者から述べられた。

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明

省略

6. 全体を通しての質疑

省略

7. まとめ・講評

[並木委員] 今日午前からは、いろいろご説明ありがとうございました。各テーマ、各組織で大変ご尽力されていると思いながらお話を伺っていました。研究テーマとしても当然ですが、ビジネスチャンスも多い分野だと思うので、まず個々の企業では、ぜひ実用化・製品化を目指して欲しいと思います。

あとは「何年まで」というのはありますが、こういう時代なので、できることから、またはビジネスになりそうなところから前倒しで世の中に問うていくことが大事だと思います。

最終目標を考えると、このまま進めて良いところと、もう少し見直したほうが良いところと、対象と課題をもう一度よく整理していただければと思います。特に後半では、集中研のほうがさらに大事になると思います。これだけの内容をまとめるのはかなり大変ですが、ぜひ各テ

マや組織の連携を強めて、より良いものにしていただければと思います。

日本は「要素技術は割と得意だ」と言われていると思いますが、こういう時代なので NEDO に限らず、それをちゃんとまとめて、さらに新しい応用をしていくことが大事ではないかと思っています。そのへんをご検討いただければと思います。

特に私の分野から言うと、ソフトウェア関連まで含めたシステム化はレイヤーによってシステム化の意味が違うと思いますが、そこを含めてよく検討いただくことと、個人的にはすぐ使ってみたいものがあるので、出せるところから出すと、エコシステムもそうだし、研究者も喜ぶと思います。以上です。

[高田委員] 「今日は厳しいことを言え」と皆さんから言われているので、あえて厳しいことも言わなければいけない立場だと思います。並木先生が言われたように、集中研の活動が非常に大事なので、ぜひ活動を強化していただきたいという気がします。

分散研に関しては、テーマ①-1 は非常に強い要素技術を基にブレークスルーをしようとしています。ビジネス戦略も練られているようなので、これはじっくり腰を据えて取り組んでいただきたいという印象を持ちました。

①-2 は私が理解し損なったのかもしれませんが、既存の技術を集大成して一つのチップにまとめるというように聞こえました。もしそうだとすると、もっとスピード感を持ってやる必要があると思います。つまり既存の技術ベースでのものづくりでは、他社も当然同じようなことをやると考えられます。そういう意味では①-1 と①-2 はだいぶ時間感覚が違うように思いました。

①-4 は割とシャープにテーマを絞って、確実にビジネスにつながりそうで良いと思いますが、こういうプロジェクトでやられているので、汎用化や開発した技術の一般化を少し検討すると、より良くなると思いました。以上です。

[権藤委員] 本日はありがとうございました。大変答えにくい質問もして、苦慮いただいたと思います。

まず全体としては、中間目標も達成していますし、最終的にも見込みが見えているので良いと思います。開発成果としても、すでに世界でトップクラスの結果を出しているものもあるので非常に有望だと思います。

課題というかフィードバックですが、システム全体、またビジネス戦略という観点では、やはりソフトウェアや開発手法、そして標準化を絡めたエコシステムという点も重要だと思います。ですから後半では、ソフトウェアに関する部分のさらなる検討と強化を進めることが重要だと思います。

集中研、分散研という体制の観点では、ソフトウェアの部分は集中研が中心ですが、どちらがどうということではなく合同で、全体としてつながって成果を出すことが大事です。個別で企業機密もあり、縦で共有できない部分もある中で、個別のところは個別で話し合いながら、いかにシェアしてノーマリーオフ技術基盤としての共通部分をフレームワーク化し、上手く中心をつくっていくかというのが、集中研に課せられた一番のミッションだと思います。

それがビジネス戦略に掲げた標準化やエコシステムの効きやすさにそのまま繋がると思いますので、そのへんも引き続き進めていければ良いと思います。以上です。

[井上委員] プロジェクトリーダーの中村先生をはじめ、各企業の方々に非常に勉強になる話を聞

かせていただきました。ありがとうございます。

まず分散研に関しては、グッドポイントとして、皆さんがすごく進んでいるという印象を受けました。それが1点です。

要望としては率直に言わせていただくと、各論にとどまり過ぎている印象を強く受けました。実際には実施計画書に書かれたことをきちんとやらなければいけないという縛りがあるのはよくわかりますが、この事業の背景にもうたわれているように、コンピューティングシステム全体としての取り組みが世界的にやられていないので、これを世界に先駆けてやるのが重要なポイントとしてあると思います。それを意識したうえで各論を進めて、その各論をいかにシステム全体に広げていくかということが重要だと思います。

もしくはシステム全体を踏まえて、各論はこうあるべきだということを押さえたうえで進めることが重要だと考えます。それをやっておけば、今回の数年間のプロジェクトの成果にとどまらず、今後ノーマリーオフコンピューティングが長く続くとなると、次の製品、技術開発につながるはずなので、ぜひそういうかたちで進めると良いと思います。

一方集中研に関しては、今後のコンピューターシステム設計方法論そのものの方向性を示す一つの重要なテーマだと思います。要望を言わせていただくと、今回は時間の関係もあって、まだノーマリーオフコンピューターシステムをどう設計すべきかという、あるべき論というか、哲学が明確にはうたわれていないようです。ブレークイーブンタイムは一つの指標で、その言葉だけがよく出てきますが、それ以外にどういう方針に基づいてシステムを設計すれば良いかという方法論まで到達していない気がします。

これは中間なので、プロジェクト終了までにそこをクリアにすると、学術的にも非常に大きなインパクトのある話になると思います。

もう一つ、要望です。実際にはかなり密にやられているのかもしれませんが、私が今日受けた印象では、企業からのフィールドテストのデータや現場の生のデータや声をもっと積極的に集中研に集めて、それを基に一般化するという作業を、より加速しても良いのではないかと思います。

ビッグデータに代表されるように、フィールドで得たデータを隠しておくのは時代遅れのような気がします。せっかく集中研があるので、新しいコンピューティングシステムのスタイルを築くためにも、もっと積極的に情報共有をしたほうが良いのではないかと思います。今後を期待しています。

[松山分科会長] どうもありがとうございました。では私から。非常に高性能の不揮発メモリを活用した低電力でのコンピューティングの技術開発で、応用システムまで含めて、非常に素晴らしい成果が得られていると思います。特に総合的なプロジェクトということで、このへんは日本がまだ十分に進んでいないところだと思うので、新しい視点で取り組んだという点でも非常に高く評価される部分があると思います。

要素デバイスに関しては、特に STT-MRAM という SRAM のキャッシュ第一線まで手が届くような、非常に高機能のデバイスの開発に成功しています。これは市場規模の非常に大きい携帯電話等にも応用展開が考えられるので、顕著な成果の一つではないかと思います。

材料やデバイスの特性は、多くが相反要求になってくるので、アーキテクチャや OS サイドからのフィードバックがかかると、開発側にとっても非常に貴重な情報になります。このへん

も集中研等を通して、良いフィードバックがかかれば良いと思います。

今回の研究体制の分散研と集中研という二つの構造は、非常に特色がありますし、集中研を通して普遍的な成果を還元するという意味で、非常に良い取り組みだと思います。具体的な物を出していくということでは、今後もしろいろ苦心されると思いますが、産学の協同を通して、具体的な、形のある成果が出ると良いと思います。

今後、発展途上国等においても情報化が進んでくると、情報機器の総電力が非常に問題になってくると思うので、こういうプロジェクトが一つの契機になって、国際的な標準化や規制の動きにもつながる提言ができるような成果が出ることを非常に期待しています。

これは5年間の時限のプロジェクトですが、終了時点が次の出発点になって、次の展開に向けて繋げられるようなかたちで、継続的な省電力化に対する試みが今後も続くことを期待したいと思います。

8. 今後の予定、その他

9. 閉会

配布資料

資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について

資料 1-2 NEDO 技術委員・技術委員会等規程

資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について(案)

資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について

資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について

資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて

資料 3-1 NEDO における研究評価について

資料 3-2 技術評価実施規程

資料 3-3 評価項目・評価基準

資料 3-4 評点法の実施について(案)

資料 3-5 評価コメント及び評点票(案)

資料 4 評価報告書の構成について(案)

資料 5-1 事業原簿 (公開)

資料 5-2 プロジェクトの概要説明 (公開)

「事業の位置づけ・必要性」、「研究開発マネジメント」

資料 5-3 プロジェクトの概要説明 (公開)

「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」

資料 6-1-1～6-1-4 事業原簿 (非公開)

資料 6-1-1 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」

資料 6-1-2 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」

資料 6-1-3 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」

資料 6-1-4 添付資料「特許論文リスト」

資料 6-2-1～6-2-4 プロジェクトの詳細説明（非公開）各研究開発テーマの詳細

資料 6-2-1 ②「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」

資料 6-2-2 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」

資料 6-2-3 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」

資料 6-2-4 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」

資料 6-3-1～資料 6-3-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開資料）

実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み

資料 6-3-1 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」

資料 6-3-2 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」

資料 6-3-3 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」

資料 7 今後の予定

以上