

研究評価委員会
「低炭素社会を実現する超低電圧デバイスプロジェクト」
(中間評価) 第1回分科会議事要旨

日時：平成24年8月30日(木) 10:00~17:50

場所：大手町サンスカイルーム(朝日生命大手町ビル27階)A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	伊藤 隆司	広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所	客員教授
分科会長代理	松山 公秀	九州大学大学院 システム情報科学研究所	電子デバイス工学部門電 子機能デバイス工学講座 教授
委員	吉川 公麿	広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所	教授
委員	道正 志郎	パナソニック(株) デジタルコア開発センター	ハードウェア設計エキスパート
委員	福島 敏高	早稲田大学 ナノ理工学研究機構	客員教授
委員	藤村 修三	東京工業大学 イノベーションマネジメント研究科	教授
委員	松澤 昭	東京工業大学大学院 理工学研究科	電子物理学専攻 教授

＜オブザーバー＞

桑山 広司	経済産業省 産業技術環境局	研究開発課	研究開発調整官
榎本 哲志	経済産業省 産業技術環境局	研究開発課	研究開発専門職

＜推進者＞

植田 文雄	NEDO 理事
和泉 章	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長
関根 久	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究委員
富江 敏尚	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 プログラムマネージャー
寺門 守	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
波佐 昭則	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

＜実施者＞

増原 利明	超低電圧デバイス技術研究組合	専務理事
住広 直孝(PL)	超低電圧デバイス技術研究組合	研究本部 研究本部長
木村 紳一郎(SPL)	超低電圧デバイス技術研究組合	研究本部 研究企画部 研究企画部長
杉井 寿博	超低電圧デバイス技術研究組合	研究本部 磁性変化デバイス研究グループ グループリーダー

長永 隆志 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
磁性変化デバイス研究グループ 副リーダー

高浦 則克 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
相変化デバイス研究グループ グループリーダー

波田 博光 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
原子移動型スイッチ研究グループ グループリーダー

酒井 忠司 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
三次元ナノカーボン配線技術研究グループ グループリーダー

梶田 明広 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
三次元ナノカーボン配線技術研究グループ 副リーダー

杉井 信之 超低電圧デバイス技術研究組合 研究本部
ナノトランジスタ構造デバイス研究グループ グループリーダー

<関連企業>

宮嶋 基守 富士通セミコンダクター (株) デバイス開発統括部 統括部長

中石 雅文 富士通セミコンダクター (株) 経営推進本部 担当部長

鳥居 和功 (株) 日立製作所 中央研究所 エレクトロニクス研究センター センター長

田原 修一 日本電気 (株) 中央研究所 支配人

杉林 直彦 日本電気 (株) 中央研究所 グリーンプラットフォーム研究所
シニアマネージャー

柴田 英毅 (株) 東芝 セミコンダクター&ストレージ社 半導体研究開発センター 技監

成島 正樹 東京エレクトロン (株) 技術開発センター センター長代理

徳重 克彦 (株) 荏原製作所 精密・電子事業カンパニー 装置事業部CMPプロセス技術室
理事、副事業部長

犬石 昌秀 ルネサスエレクトロニクス (株) 生産本部 技師長

蒲原 史郎 ルネサスエレクトロニクス (株) 生産本部 デバイス・解析技術統括部
歩留技術開発部 主幹技師

森内 昇 ルネサスエレクトロニクス (株) 技術開発本部 経営企画統括部 技術企画部
シニアエキスパート

大林 正幸 ルネサスエレクトロニクス (株) 技術開発本部 経営企画統括部 技術企画部
主任技師

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長補佐

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長

柳川 裕彦 NEDO 評価部 主査

中村 茉央 NEDO 評価部 職員

<一般傍聴> 2名

議事次第

1. 開会、分科会の設置、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」について
 - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」について
 - 4.3 質疑
5. プロジェクトの詳細説明
 - 5.1 ロジック集積回路内1次メモリを対象とした、高集積・高速特性・高書き換え耐性などの機能を有する超低電圧・不揮発性デバイスの開発 (①磁性変化デバイス)
 - 5.2 外部記憶の高速低電力データ転送を実現する、高集積・高速特性・高書き換え耐性などの機能を有する超低電圧・不揮発性デバイスの開発 (②相変化デバイス)
 - 5.3 配線切り換えを可能とするスイッチを対象とした、低電流・高速書き換え、高オン・オフ抵抗比、小面積などの機能を有する超低電圧・不揮発スイッチデバイスの開発 (③原子移動型スイッチ)
 - 5.4 集積回路チップ内において、機能ブロックの三次元集積を実現するための、微細幅・超低電気抵抗、超高アスペクト比配線・材料技術の開発 (④三次元ナノカーボン配線)
 - 5.5 CMOS トランジスタの超低電圧動作、及びリーク電流抑制を同時に実現するための、低しきい値ばらつきトランジスタを集積化するための技術開発、並びに、この技術を用いた高集積機能素子における低電圧動作実証 (⑤ナノトランジスタ構造デバイス)
 - 5.6 BEOL 設計・製造基盤 (プラットフォーム) 開発
6. 実用化、事業化の見通しについて
 - 6.1 富士通セミコンダクター (株)
 - 6.2 (株) 日立製作所
 - 6.3 日本電気 (株)
 - 6.4 (株) 東芝
 - 6.5 ルネサスエレクトロニクス (株)
7. 全体を通しての質疑
8. まとめ・講評

9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事要旨

1. 開会、分科会の設置、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
- ・伊藤分科会長挨拶
- ・委員の紹介（分科会長）
- ・出席者（推進者、実施者、事務局）の紹介（推進者、実施者、事務局）
- ・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 および資料 2-2 に基づき説明が行われ、議題 5「プロジェクトの詳細説明」、議題 6「実用化、事業化の見通しについて」および議題 7「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. 評価の実施方法と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 および資料 4 に基づき説明が行われ、評価の実施方法および評価報告書の構成は事務局案通り了承された。

4. プロジェクトの概要説明

推進者と PL より資料 5-1、資料 5-2 および資料 5-3 に基づき説明が行われ、以下のような質疑応答がなされた。

- 要素技術だけではなくて、最終のときには SSI レベルでもかまわないので、自分たちがやったことを全部まとめたようなデバイスを作ったらどうかという質問がなされた。これに対して、本プロジェクトは SSI レベル以上の集積化した実証を目指しているということと、CMOS の部分を置き換えていくナノトランジスタと、バックエンドの三つのデバイスと容易につながるバックエンドプラットフォームをつくっているということと、色々なものを組み合わせたプロトタイプを 1 個作っても、その後にそれを続ける人がいないと作っただけで終わってしまうので、各社が持っている将来の絵を見ながらどういう組み合わせの技術がリアリティがあるかという一段階上の議論が今後のプロジェクトを進める中で必要ではないかと理解しているというコメントが述べられた。
- 技術の中身は非常に高いが、今回説明のあった用途しか見えておらず、将来の発展形の議論が必要ではないかという質問がなされた。これに対して、本プロジェクトは、バックエンドプラットフォームを設計のプラットフォームとしてオープンにし、つくばの環境の中で実証していくことでこの技術を広い出口に持っていくことを考えており、組合の中

でオープンに広げるといふところは実際に実行しており、組合員の他の企業の参加に対しては窓口を広げて、その議論を進めるといふ技術の育て方をしていふことと、各事業部に声をかけて、実際にどのような戦略を持っていふかを聞くと同時に、こんなことはできないかといふ議論を行ふといふアプローチをしていふというコメントが述べられた。

- PCT や外国出願が異常に低いと思ふが、何か理由があるのかといふ質問がなされた。これに対して、これは実際に出願されたもので、プロジェクトが知財として出願すべきだと判断して各企業側に出願要請をしていふものはこれの2倍ある。また、知財に関しては発明審議会を必ず開いて職務発明であることの認定を行ふとともに、外国出願をしてほしいといふものには必ずこちらから出願をお願いしていふ。あとは企業の判断といふことになる。出願が始まってから約1年なので、これから増えていふのではないかと期待していふというコメントが述べられた。
- 過去の国のコンソーシアムの多くが成果を生み出せなかった理由の一つが技術的な成果の利益分配の事前の約束がないといふことにあり、このプロジェクトでもこの過去の問題がそのまま踏襲される可能性があり事業化になかなか結びつかないといふ恐れはないかといふ質問がなされた。これに対して、本プロジェクトは組合の運営としては組合員に対して知財の実施権を優遇された条件で認めることを規定に定めていふというコメントが述べられた。
- 今回のプロジェクトのように異なる分野の複合的なものを一つのプロジェクトで進めるときのメリットは何かといふ質問がなされた。これに対して、製造技術の開発に共通のインフラを使うことによつて、技術開発のコスト、リスクなどをシェアできる。本プロジェクトで構築するデバイスは共通のルールの中で構成していふことにより力を合わせていふので非常に効率を上げることができふ。また、アプリケーションに特化していふ場合は、そこに特化した技術に進化させていけばいいと考えていふというコメントが述べられた。
- 量産局面ではチップを外部のファウンドリに出すことになるが、その時には、技術移転と権利およびこれを開発したときの知財など全体を絡めてどういふ戦略でこれを事業化するのかといふ質問がなされた。これに対して、技術が散逸していかないようにするためには、外部のファウンドリ等、生産委託をする相手との契約の縛りにおいて確保されていふべきものと考えていふ。また、水平分業は世の中のデファクトであつて、そのファブライツといふことでの事業の進め方は確立されてきていふと考えていふというコメントが述べられた。
- 世界のいろいろなコンソーシアムと本プロジェクトを比較すると、プロジェクトの位置付け、予算、陣容、アイデアなどの競争力をどのように感じていふかといふ質問がなされた。これに対して、本プロジェクトは、技術のレベルに関して言えば、その目的、ターゲットとしていふところの技術の達成度では決して負けていふないと思ふ。ただ研究機関として広いアプリケーションに応えられる技術研究開発がよりやりやすい環境かどうか

という観点では、海外はオープンなイノベーションの推進を行っておりポテンシャルを感じた人が投資をして集まってくるという仕組みで運営されており、費用的な負担やいろいろな広い出口を考えたときの技術のつくり上げ方、蓄積の仕方の中で、少し弱いと感じるというコメントが述べられた。

5. プロジェクトの詳細説明（非公開）
6. 実用化、事業化の見通しについて（非公開）
7. 全体を通しての質疑（非公開）

8. まとめ・講評

[松澤委員]

かなりレベルの高い技術が着々と研究開発されているという実感を持った。今回のテーマはバックエンドのところうまく整合性が取れるマテリアル系を中心とした研究開発であり、これは日本が強い分野である。フロントエンドがどうであろうと、バックエンドで機能を実現できるということで、技術的にはかなり妥当と思う。

技術のレベルとしては世界のトップであり、それをどういうふうビジネスに展開していくかが重要であると思った。

今後は新型のスイッチを中心とした **FPGA** が一つポイントになって、それが日本のいろいろな産業、特にインフラ系の産業を支える原動力になると思う。そういう大きな観点で、技術を進めていただきたい。

しかし、技術と実用化する企業があまりにも整理されすぎている。1社だけではなくて複数社で会社を越えて使っていくよう成果の活用をお願いしたい。

[藤村委員]

昨日クリーンルームを見学して、技術的なところに深く感銘を受けた。しかし、「これからどうするか」すなわち事業化を越えた産業化が重要であると思う。そこに向かったとき、どうしても希望的観測が多いと感じる。

その理由の一つは、全体を企画していく部門がないということではないかと思う。独自の情報がないので、各社からいろいろ持ち込まれている情報をもって話を決めているのではないか。LEAP としての意思決定ができるのかが心配。

実用化のときに当たって整理されすぎているということ、色々なプラットフォームをやっていくということ、活用体制など、今後に向けて少し具体性に欠けるという印象を受けた。

これまでに、すばらしい技術をつくり出したコンソーシアムはたくさんあったが、できた瞬間に持って行かれてしまったものが結構ある。そのパターンに陥らないように、日本の中での位置付け、各社を含めての位置付けについてはもう少し考えていただければと思った。

[福島委員]

昨日の見学で、いい意味で落ち着いた雰囲気になったという感じがした。今日の詳細な説明を聴いて、地に足が着いた研究をしているという印象を受けた。

しかし、要素技術はきちんと進んでいるが、インテグレーション、企業の実用化、事業化に行くまでに、全体をもう少しインテグレーションした形まで持って行ったほうが分かり易く、実用化の手助けになるのではないかと思う。

また、各企業の実用化のスケジュールも説明されたが、何か無理に、締めくくりにために実用化のシナリオを書いてこいと言われて書いたような印象を受けた。スケジュールを見たら2~3年で製品開発ということが書いてあるが、そうするためにはいまから企業で何かやっていないと難しいのではないか。何か取ってつけた感じがする。企業の製品化のスケジュールに無理があるという印象を受けた。

これはもっと辛口になるかもしれないが、後工程としてまとめるなら後工程だけでまとめたほうがいいのではないか。前工程の低電圧のものが入っていてやる意味がないということではないが、むしろ後工程のノンボラタイルでまとめたほうがこちらも評価するときに集中でると感じた。

[道正委員]

回路の専門家という視点から、技術的な観点と商売的な観点から二つコメントしたい。

デバイスに関しては、専門なのでレベルが高いと思う。しかし、メモリの読み出しと書き込みの部分がどういう回路を使っているかがよくわからない。デバイスの実力を100%発揮できるインタフェースを開発していただきたい。

また、回路設計者はメモリのモデルがあつたら、それをはめ込んで使っているだけである。特にインタフェースの設計の橋渡しを誰がするかは非常に重要であり、PDKでメモリのモデルを揃えていないと設計できない状況が発生するので、是非そこまでの開発をやっていただきたい。いい技術はできるだけ早く実用化しなければならないので、できるだけ早く実用化していただきたい。

もう一つは、実用化の際のコストの問題である。いくら良いシステムでも、安いもので代替できるとそちらを選択してしまうというのが企業である。コスト力もないと、結局は採用されないということが起こりえるので、できるだけコストの面でもメリットを出していただきたい。

ロジックの上にメモリを積めることは非常に重要であるが、今までそのようなテストチップをつくったことがあるかどうか気になった。テストチップでロジック回路を下に積んで、上にメモリを積んでちゃんと動作するのか、一度確かめてみたほうが良い。変な不具合が出る可能性もあるので、そういうことも実証して欲しいと思う。

[吉川委員]

各グループとも中間評価の目標を達成していると判断した。しかし、懸念のポイントは事業化の見通し。わが国の経済状況の中で、NEDOの中でも特にLEAPのテーマの事業評価は非常に難しいと考えられる。各社の事業戦略の説明の中で、すでに半導体製造はしないが「ビジネスとして組み込んでいく」という力強いコミットメントがあったと理解している。それを前向きに受け止めて、最終評価のときにはこれが事業につながるように、成功を期待したいと思う。

[松山分科会長代理]

今回のプロジェクトは低電圧、省電力という新しい軸の開発である。こういう路線で、電子産業全般が活性化する契機になればいいと思う。

いろいろな分野において、技術課題は非常に高く設定されていて、今回の中間評価でも、非常に高い達成度が出されていると思う。しかし、いくつかの技術分野については、実用化へのハードルという観点から見ると、かなり差がある気がした。

高いハードルの分野は実用化されれば先行利益をかなり確保できる利点がある。しかし、この期間内での評価、達成度とは別に、長期的にさらにそういう研究が進めばいいと思う。

一方、新しい評価軸の中で、基礎研究としても新しい芽が出てくればいいと思う。おもしろい物性とか、いろいろな機構が見出されているようなので、そういう方向の基礎研究への発展も期待する。

[伊藤分科会長]

非常に短い研究期間であり、しかも昨年の震災の影響などもありながら、非常にすばらしい研究成果が得られたと思う。プロジェクト開始前の綿密な計画、スーパークリーンルームの存在、つくばのインフラも使えた成果であると思う。マネジメント体制もしっかりして、非常に効率的な研究が進められたと思う。

しかし、次は実用化・事業化にいかに関係付けていくことにある。テーマによってバラツキがあるが、従来の国プロと比較して、実施者の方々の頭の中に実用化・事業化があり、色々考えているという印象を受けた。

昨日のクリーンルーム見学時も、担当者が非常に熱意を持って説明してくれ、如何にこれを実用化して、最終的に国の競争力強化につなげるかという思いを窺えた。

これから実用化・事業化に対しては、技術移管が必要であるが、技術移管をする時には単にペーパーでの移管ではなく人も移管すると非常に効率が良い。このプロジェクトは、それがかなり可能になる体制になっていると思う。是非、効率的でスムーズな移管や展開をこれから考えて欲しい。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

以上

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）
- 資料 5-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
事業の位置付け・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資料（公開）
研究開発成果/実用化、事業化の見通し
- 資料 6-1 事業原簿（非公開資料）
- 資料 6-2-1～6-2-6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
各研究開発テーマの詳細
- 資料 6-3-1～6-3-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
実用化、事業化の見通しについて
- 資料 7 今後の予定