

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回分科会議事録

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

議事内容

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。

[伊藤分科会長] ありがとうございます。ただいまのお二方の説明に対してご意見、ご質問等がございましたらお願いします。なお技術の詳細につきましては、後ほど議題 5 で議論いたしますので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、あるいはマネジメントについてのご意見をお願いしたいと思います。評価委員の先生から何かございませんか。

[福島委員] 富士通の計算機の最初の IC メモリを設計して、学位がプログラム ROM に関することでしたので、多少この分野を知っているということで、その観点から話をさせていただきますと、磁性メモリから半導体メモリに変わったときに、やむなく RAM と ROM を分けなければいけなかったという経緯があります。それがいまこの時代になってきて、不揮発性でメモリをつくることは時代の流れだろうということで、着眼点は非常によいのではないかと考えています。

ただ、ここ 10 年ぐらいになりますか、いろいろな補助金によって開発されてきた動きを見てくると、要素技術の開発のところが多。先ほども将来的ないろいろな電子機器の絵を描かれていたのですが、毎回要素技術の開発のときにはあのような絵が出てくるので

すが、そこまで到達したのは見たことがない。できれば、そろそろ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つくられたらどうかと今回も思いました。

⑤だけは入れるのは少し無理があるのではないかと思いますので、少なくとも①～④ぐらいまでで、何か小さなデバイスをつくってみるということを入れると非常に良かったのではないかと考えています。以上です。

[伊藤分科会長] ありがとうございます。実施者から何かご意見はありますか。

[住広 (実施者)] SSI レベル以上の集積化した実証を目指しています。このプロジェクトの要素技術の開発とともに、回路設計に反映させることをこのプロジェクトの中でやっていて、このデバイスを使いこなす回路を併せて開発しています。それを集積化したものを筑波の環境と実際の下地の CMOS をつくっているところとを組み合わせることで、LSI レベルの実証までやろうとしています。これがまず第 1 点です。

ほかの技術との融合ですが、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は容易につながる、そのようなバックエンドプラットフォームをつくっていますから、これとの組み合わせによる LSI 実証は進めていきます。

[和泉 (推進者)] NEDO の立場から一言申し上げますと、おっしゃっていることは非常によくわかります。今後これをどうやっていくか、少し考えないといけない点があると思っています。先ほどのスライドの 42 番で議論がありましたように、成果をどのように活用するかというのは、違う見方をすると各社の戦略とどう合わせていくかということになります。いまの段階で、そういう意味から今回の開発テーマは各社が将来的にどのように活用されるかということと非常にリンクしながら、各項目について開発をしているという状況です。

もちろん今後この技術の発展、あるいはこのコンソーシアムの中での議論の発展によって、各社がさらにこれを超えて技術を活用する可能性が開けてきたら、それに応じたいろいろな組み合わせのものをつくってみることはあると思いますが、それは各社の今後のそれぞれの技術の活用状況に応じて若干議論をしないといけないと思っています。

言い方を換えますと、いろいろなものを組み合わせたプロトタイプを 1 個つくってもいいのですが、そのあとにそれを続ける人がいないとつくっただけで終わってしまいます。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ます。

[福島委員] NEDO の立場は十分知っていますが、要素技術で終わりっぱなしになってしまうよりも、もう少し踏み込んだところまでやったほうが各社は取りつきやすいという見方をしていたので、先ほどの発言をしました。最初のことですが、要素技術で SSI レベルというのは、1 なら 1 のプロジェクトの人がちょっとやるという話ですが、私はそうではなくてこの一つのローパワー、低い電圧をやったのであれば、この横串のところをやったらどうかということをつつもりです。

[伊藤分科会長] いまの件に関しては実用化のところでお話を伺ってから、またご質問を受けたいと思います。

[藤村委員] マネジメント関係が私の専門になりますので少し気になったことを質問させていただきます。

先ほどの和泉さんのお話とも関係するのかもしれませんが、たとえば先ほどのスライド 42 ですが、各社がいろいろされている。これは日本の問題で、NEDO だけではないのかもしれませんが、何かにターゲットを合わせることはいいのですが、結局ここにいま挙がっている用途しかない。逆に言うと具体的にはこの用途しか見えていない。

たとえばメモリ、ルータスイッチなどありますが、その前の 41 ページで将来的にはこのようなユビキタスに使えるのだということはわかりますが、ここは非常にジェネラルな話になっていて、ではこの先の自動車に本当につながっていくのか、スマートフォンにつながっていくのか。ここは現在のこのプロジェクトの問題ではないけれども、うまくいけば将来はそちらに行くはずだ、という感覚になっている。

ではできてから、ここはここの担当の人が考えましようということになると、たいてい外国にさらわれてきたというのが日本の歴史ですから、いま現実には、たとえば自動車などは ITS 関係でものすごくデータ処理を各自動車に持たせて処理をすることなどを考えています。そういうところから数値的な目標として、どのぐらいの目標が達成できれば、どのぐらいの用途が見込めるのか。たとえばこの一段上の自動車や高集積サーバ、スマートフォンなどのところから現実性のある閾値が把握できているのかという問題が一つ気になります。

もう一つは、これ以外に、たとえば昨日の説明の中にありましたが、FPGA の応用などがありますが、それを超えて新しいデバイスやこういう半導体以外のものに应用することが出てくるかもしれない。そうした新たな産業への取組みに対しての窓口が、いまのところないのではないかと。つまりこうした研究成果は、基礎的な意味ではものすごく評価しますが、その発展的な窓口をどのように考えられているのか。

たとえばインテルのアーキテクチャーラボなどはそういうことをやっていますが、そうした点からすると技術の中身は非常に高いけれど、マネジメントでやっている方式自体は非常にオールドファッションであるという感じがします。

今後の社会への直接的な発展形をもう少し議論したり、考えたりするところがあるのではないかと考えています。これはこのプロジェクトに聞くことではないのかもしれませんが、そういった点をどのようにお考えになっているのか、もしどなたか答えていただければお聞きしたいと思います。

[住広 (実施者)] おっしゃるとおり、この技術はプラットフォーム技術として幅広いアプリケーションに耐えるもの、また逆にそれぞれのアプリケーションからこのデバイスをさらにそのアプリケーションに向けて特化させていくという、アプリケーションと基盤技術の開発のやりとりが仕組みとしてあって、この技術の開発があるべきだと思っています。このプロジェクトのこれらのデバイスの開発も、それぞれの企業がねらっているターゲット

はありますが、それをより広げていけるようにこのプラットフォームの枠組みにはめ込んできています。

バックエンドプラットフォームという枠組みにはめ込んできているのは、それによってこれの可能性を広げられる。このプラットフォームにはめ込んで、これを設計のプラットフォームとしてオープンにして、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ようにできる。そのように考えて、いまこのプラットフォームの構築を進めてきています。

これをオープンにして進めていくやり方には、まだいろいろと知恵がなくて、うまく広げるところまでできていませんが、この組合の中でオープンに広げるところは、実際に実行しています。この一つのテーマについて、組合員のほかの企業の参加に対しては窓口を広げて、そこの議論を進める。そういう育て方をしています。

[富江 (推進者)] 確かにおっしゃるように要素技術だけで、次にどうなるかというところはなかなか見えないということですが、このプロジェクトでは先ほどの技術審議委員会もありますが、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るかを聞くと同時に、こんなことはできないかということも具体的に一つ例もあるのですが、そういうアプローチをしています。

たぶん後半では若干の紹介があると思いますが、その全部を融合したデバイスという壮大な夢は夢として、NEDO としては一つ一つ確実な事業につなげていくことをぜひ支援したい。技術は非常に高いので、それをいかに事業化して社会に還元するようなものにコツコツとやっていかないといけないと思っています。ですから今後大きな課題としていますが、後半に各社の事業展開をお聞きいただければと思います。

[松澤委員] マネジメントに関して、知財権についてお伺いしたいのですが、報告書、あるいは発表を見ると、かなり革新的な技術が継続的に生み出されているような感じを持っています。37 ページの特許出願を見ると、一つは出願件数の問題があるのですが、PCT や外国出願が異常に低いのではないかと思います。これについて、何か理由があるのか。

たとえば大学などの場合、PCT や外国出願をしたいと思っても費用が出てこない。プロジェクトからも出ませんし、大学からもほとんど出ませんから、そういう構造的な問題があるのですが、何かそういう事情があるのか。本当は出したいのだけれども、いろいろな事情で出せない等、特許マネジメント上の問題があるのかどうか、お伺いしたい。

[住広 (実施者)] おっしゃるとおり確かに特許マネジメント上の問題かもしれません。というのは、この組合では知財に関してはプロジェクトとしてその知財の出願の必要性を判断します。その知財は、それぞれの組合員に帰属します。プロジェクトの中で生み出されても組合員に帰属する仕組みでやっていますから、プロジェクトとして生み出されてきた知財は、それぞれの企業に出願するようにプロジェクトのほうから要請していきます。これを実際に出願する、しないというところはそれぞれの企業の判断です。

[松澤委員] 基本的には組合員のほうに特許は帰属するだとしても、会社は組合員がどういうものを出願したかは把握しているのでしょうか。

[住広（実施者）] 最終的に出願をしたことは、われわれが報告を受けて、またそれは NEDO に報告するかたちで進めています。

[松澤委員] この数字はそれを含んでいるのですか。

[住広（実施者）] これは実際に出願されたもので、われわれのところに上がってきて、それを報告している内容です。プロジェクトが知財として出願するべきだと判断して、各企業側に出願要請をしているものは、これの 2 倍あります。

[木村（実施者）] 私が知財などをまとめていますので補足させていただきます。確かに外国出願と PCT 出願は少ないのですが、これからたぶん上がってくると思います。出願が始まってからも 1 年ちょっとぐらいしかたっていません。実は昨日もある会社から外国出願、台湾に出願をしましたという報告を受けていますので、外国出願、PCT に関しては少しずつ増えていくと思っています。

私たちが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とともに、ぜひ外国出願をしてほしいというものには必ずこちらから出願をお願いしています。いま住広 PL が言いましたように、あとは企業の判断ということになりますので、私たちの希望が必ずしも通るわけではありませんが、これから増えていくのではないかと期待しています。

[藤村委員] いま少し気になったところがありますので関連させてください。過去の国のこうしたコンソーシアム等、多くがなかなか成果を生み出せなかったと言われている一つの大きな理由として、技術的な成果が出たあとのマネーアロケーション、利益分配の約束が事前にきちんとできていなかったということがあります。

そうすると、たとえばいまの特許の問題でも、A 社と B 社にそれぞれ出してもらったとすると、それぞれの特許を合同しないと何か新しいものができないといったときに、結局 A と B それぞれが、自分が権利を持っているというところで、コンフリクトが起こります。いまのところはよくても、事業化が行われたときに、権利の配分を NEDO で大もとを出しているのだとすると、そのあとは企業に出してもらったので、そちらでやってくださいということになると、いまの利益分配の構造は壊れなくて、なかなか事業化に結びつかないという過去の問題がそのまま踏襲される可能性があります。

これも NEDO そのものの問題、このプロジェクトの問題ではないかもしれないけれども、企業に特許を依頼する影響はどこまで考えておられますか。

[住広（実施者）] それぞれの企業に知財が帰属しますが、組合の運営としては組合員に対してその知財の実施権を認める、しかも優遇された条件で認めることを、この組合の知財の規定に定めています。その意味で知財がそれぞれのところにバラバラに帰属してそれを統合したものが事業に使えないことは避けられるプロジェクトの仕組みにしてあるつもりです。

[増原（実施者）] 知財についてはもともと出願のときに事前に発明審議会をやりますが、その発明審議会に出てくる知財は、そもそも各研究グループから出てきます。各研究グループについては、たとえばデバイス会社は 1 社がそれぞれのグループに入っているかたちで

すので、一緒に議論をする場がいままでは比較的少なかったことがあるかと思えます。

しかし実際に出願されたあとの知財は、実施は優遇されることが決まっていますので、仮に別の会社からこのグループの知財について教えてくれという問い合わせがあれば、それは第三者よりも早い時期に開示することはできます。ですから知財を発生する、あるいは審議する上での問題は、いまのところないと思っています。むしろ過去のプロジェクトが使われないというのは、知財の問題ではなく、別種の問題だと思っています。

[藤村委員] そうすると、たとえば会員でない、強大な外国の第三者が使いたいと言ってきたときに、許諾をするのか、しないのか。

[増原（実施者）] 一応、各知財の所有者、権利者は、各企業になります。その各企業に知財を使いたいという申し出が海外から来た場合、それがハンドルすることになるということで、第三者に実施させてはいけないということは書いてありません。組合のほかの企業が実施する場合は、優遇するという規定になっています。ですから組合員のメンバーは実施しやすいということです。

[伊藤分科会長] 特許に関してまだまだご意見があるかと思いますが、時間が限られていますので、ほかのご意見があれば先に伺います。

[松山分科会長代理] 今回のプロジェクトは、いくつかの異なる分野で取り組まれています。またその内容もシステムのハイアラーキーから言うと、いろいろなところに踏み込まれています。このような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が具体的にありましたら、お聞かせいただきたい。

いろいろな技術委員会のヒアリング等を通して、情報交換が行われていると思いますが、これぐらい違う分野では具体的にどういうことが生まれてくるのか。何かありましたら聞かせていただきたいと思っています。

[住広（実施者）] バラバラのテーマが一つのプロジェクトとしてまとまる意味があるかということですが、まず製造技術の開発というところでは共通のインフラを使うことによって、技術開発のコスト、リスクなどをシェアできているということです。しかもこのプロセスの構築をバックエンドの配線の中に埋め込むデバイスは、共通のルールの中で構成していくというところで力を合わせている。これが一つのプロジェクトに集まっていて、非常に効率を上げることができています。

もう一つは、これらの技術を融合して、さらに次の新しい付加価値を生み出すことができるように持っていく。これが共通のプラットフォームに乗せている一番の理由です。簡単に言えば、その第1の配線層にこれを入れて、第2の配線層にこれを入れてというようなものから、融合をさせやすい構造になっている。それとバックエンドとフロントエンドにきれいな切れ目を入れている。

これはどのような CMOS に対しても共通的につながる仕組みを持っているので、いろいろな設計資産との継承性を保って、それがここでつくっている技術をそれらの設計資産を継承した上にアドオンさせることで付加価値をさらに広げていく仕組みができるのは、こういうところに一つに集まって、一つの大きな構想ルールの中でつくっている

いうことで意味があると考えています。

[松山分科会長代理] その場合に、使われている材料などもかなり違うと思います。共通のバックエンドを使うときに、個別に最適化する、たとえばアニール温度に関しても各デバイスによって要求が違ってくると思います。そういうときに逆にそれが律速になってしまう。それもひとまとめに開発しようとすることで、逆に律速になって、個別にもっと最適化する重要な部分があるのではないかという気もしますが、そのへんはいかがでしょうか。

[住広 (実施者)] そこはおっしゃるとおりです。まずはそこをそれぞれが一番の最適などところに合わせて共通化しています。それをさらにこのアプリケーションに特化していく場合、そこが障害になる可能性は十分あると思います。その場合はそのベースから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ます。

[松山分科会長代理] わかりました。

[吉川委員] 事業化のシナリオについて、42 ページの資料に基づいて質問させていただきます。先ほどいろいろお答えされている中で、事業主体の企業の方が、これを事業化する場合には、いまのようなお答えかと思いますが、たとえば富士通、日立、NEC にチップ生産委託が枠で囲んであります。おそらく量産局面ではチップを外部に出すということだと思われそうですが、そうするとここでいろいろ開発された要素技術が、一つのケースとしてはファウンドリに出る可能性もあるわけですが、そういうときの技術移転と、権利およびこれを開発したときの知財、そのあたりの全体を絡めてどういう戦略でこれを事業化するかという質問です。

[住広 (実施者)] これはそれぞれの企業に答えてもらうべきことかもしれませんが、まず大きな考え方として製造工場を持たないシステム側の事業、あるいはさらにその上のサービスをやっている企業が、そのためのデバイスをどうやって調達するかという問題になると思います。その場合、外部のファウンドリなどの半導体製造会社に製造委託をして調達というスキームを取るようになります。そこで技術が散逸していかないかということに関しては、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くべきものと考えています。

その手法ということでは、実際に水平分業は世の中のデファクトであって、そのファブライツということでの事業の進め方は確立されてきていると考えています。

[吉川委員] それはケースバイケースで、個別に協議と理解すればよろしいのでしょうか。はい、わかりました。

[道正委員] 低電圧動作、低消費電力に重点を置かれていると思うのですが、システムとしてどれぐらいのスループットを目標にされているかが私にはあまりよくわからなかったので、目標をお聞きしたい。たとえば何年度かにシステムとして実現するときには、これぐらいのスループットが要るはずだから、それから逆算するとこういうデバイス性能になっているという話があるのか、それが少し気になりました。

気がついたのですが、やはり集積ロジックの上にメモリが置けると、LSI、回路の面積がかなり小面積化できそうだということです。それもメリットとして取り上げたほうがい

いのではないかと思います。ただ周辺回路がどれぐらい食うのかわからないのですが、回路設計の場合、システム設計をやっている人間から見ると、小面積化というのは非常に重要なファクターになりますので、そのへんも強調されたほうがよろしいと思います。

[住広 (実施者)] システムのスループット、システムの求める要求スペックについては、このあとの個々の技術の詳細説明で、要求トレンドを実現するために最適化されるデバイスはどのようなものを説明いたします。小面積化についてもおっしゃるとおりで、後ほど具体的なメリットをご説明したいと思います。

[伊藤分科会長] 最初のご説明で、世界のいろいろなコンソーシアムが似たようなテーマでやっているとおっしゃいました。おそらくそういったところと個別にはいろいろな研究レベルでは競争になると思います。この一覧表に挙げているのは、その組織全体の人数や予算規模で、それはこのプロジェクトと比べるようなものではないかと思います。

その中の個別の開発チーム等、なかなかわからないかもしれませんが、そういったものと比べて、このプロジェクトの位置付け、予算、陣容、アイデアなどもあるかと思いますが、そういった競争力としての位置付けはいまどのように感じておられるのでしょうか。十分競合しているか、何かそのお考えがありましたらお願いします。

[住広 (実施者)] 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るところの技術の達成度では決して負けていないと思っています。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、海外の拠点はオープンなイノベーションの推進の仕方をしています。

われわれのプロジェクトの場合は、国のお金で推進しているわけですが、研究インフラは別のお金で運営されています。そこはいまは産総研と、スーパークリーンルームの場合、われわれの研究インフラですと、そこにユーザーとして参画している企業がコンソーシアムを形成して、その費用を負担して行われています。

海外の拠点との違いは、インフラの経営とプロジェクトの経営が一体化してオープンにいろいろなところから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、プログラムが経営されていきます。そこが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、蓄積の仕方の面で、少し弱い点になると思います。

[伊藤分科会長] その後、実用化や事業化にどう結びつけるかというところで勝負は決まるのだらうと思いますので、よろしくお願いします。

まだまだこのほかにもご意見、ご質問等があるかと存じますが、本プロジェクトの詳細内容についてはこのあと詳しく説明していただきますので、その際にご議論させていただきたいと思います。

それでは予定の時間がまいりましたので、ここで昼食休憩を取りたいと思います。その前に事務局より連絡がありますので、よろしくお願いします。

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

[伊藤分科会長] それでは審議も終了したので、議題 8.まとめと講評です。各委員の皆様から、ご講評をいただきたいと思います。なお、非公開セッションの内容に関しては、この場で触れないでいただきますようお願いいたします。それでは、松澤委員から始めていただけますか。最後に私が講評したいと思います。よろしくお願いします。

[松澤委員] 私から感想というか講評です。昨日は現場に赴いて、クリーンルームに入って、かなり丁寧な説明を受けました。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ちました。

半導体、LSI の技術は大変ですが、特に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す。これは日本が強い分野でもありますし、下地の、フロントエンドのトランジスタがどうあろうと、バックエンドは乗せて得られるということで、技術的にはかなり妥当というか、成功確率が高いやり方ではないかと思います。

もちろんフロントエンドも FinFET だけではなく FD-SOI をベースとした構造もかなりメリットがあると思います。ぜひ、それを発展させていただきたいと考えています。技術のレベルとしては、たぶん世界のトップです。あとはそれをどういうふうにビジネスというか、展開していくかにかかっているのではないかと思います。

私の思いとしては、これから微細化してくると専用 LSI が非常につくりにくい。けれども、LSI のデマンドはずっとあります。「こういう LSI が欲しい」ということはあるので、フレキシブルデバイスとか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います。ぜひそういう大きな観点で、技術を進めていただきたいと思います。

その点に関して、かなり妥当なビジネスモデルも考えられているなという感じもしましたが、もう一つ、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。大事な技術ならお互いに使っていく。1社だけではなくて複数社でのアライアンスというか、せつかくの技術ですから会社を越えて使っていく。コンソーシアムというか国がリーダーシップを取ってやっているプロジェクトでもあるので、ぜひ会社間での活用も考えていただきたいと思います。よろしくお願いします。

[藤村委員] 私も昨日、クリーンルームを見させていただき、技術的なところは深く感銘を受けました。それぞれ最先端のことをされていてかなり心強く思いましたが、よく言われているようにこれからどうするか。ここでは「実用化、事業化」という言い方をしています

が、おそらく重要なことは事業化を越えた産業化だと思います。そこに向かったとき、どうしても希望的観測のような話が多い。

その背景の一つに、研究開発の実施体制を見ると、LEAP は NEDO から委託を受けている。いろいろ機関がありますが、全体を企画していく、全体の位置付けを検討していく部門がない。あるのかもしれませんが。理事会などが候補を持っているのかもしれないけれども、独自の情報がありません。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。

いまの組織では、LEAP としての意思決定ができるのかという問題がどうしても出てきてしまいます。先ほどの産業化ではなくて実用化のときにどうも整理されすぎているのではないかという話や、いろいろプラットフォームをやっていくというところ、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はどうしても受けました。

いままで素晴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て、できた瞬間に持って行かれてしまったものが結構あります。そのパターンに陥らないか。特に今度は量産体制は初めから想定しませんというお話がありましたが、全体の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いました。

[福島委員] 昨日、産総研でクリーンルームを見せていただいて、前に MIRAI のときにも見せていただきました。いい意味で、落ち着いた雰囲気ですることができるようになったという感じがしました。研究という意味で、落ち着いた雰囲気だなという感じがしました。次もいい意味ですが、今日、詳細な説明をお聴きして、地に足が着いた研究をされているというのが素直な印象です。

次は懸念の話です。今日のスタートのときにもお話ししましたが、要素技術としてはかなりきちんと進んでいる印象を受けましたが、インテグレーション、企業の実用化、事業化の話も最後にそれぞれの企業の方から伺いました。そこに行くまでに、それぞれの要素技術のところでも SSI レベルのものをという話も出たと思いますが、そうではなくて、全体をもう少しインテグレーションしたかたちまで行っていたほうがわかりやすい。実用化に際しての手助けになるのではないか。

もちろん各企業でやってもかまわないのですが、たぶん敷居が高いので、こういう研究機関でそこまで踏み込んだほうが、企業に行ったときに実用化しやすいという印象を受けました。

もう 1 点気がかりなのは、各企業の方に実用化のスケジュールも出していただきましたが、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ました。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りましたが、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です。悪い意味ではなくて、心配事として、企業の製品化のスケジュールに無理があるという印象がありました。

これはもっと辛口になるかもしれませんが、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

ということではないのですが、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きたという感じがしました。

[道正委員] 技術的な観点と商売的な観点から、二つコメントしたいと思います。私の専門は回路です。皆さん、デバイスに関しては、ご専門なのでレベルが高いと思います。いままでのコメントにあるように、ものすごくレベルが高くて開発もきちんとできている気がします。

懸念される事項はメモリです。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。これから開発されるのかもしれないですが、そこらへんがまだよくわからない。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。

それから、いまインプリしている方はシミュレーションは何もしません。メモリのモデルがあったら、それをはめ込んで使っているだけです。特に境界のところ、インタフェースの設計の橋渡しをだれがするかは非常に重要です。先ほどあったように、PDKでメモリのモデルを揃えていないと設計で使おうとしたときに使えない状況が発生することが多いので、ぜひそこらへんまでをやっていただきたい。いい技術であればあるほど、できるだけ早く実用化しなければいけませんので、できるだけ早く実用化していただきたいと思います。

もう一つは、実用化となるとどうしてもコスト計算になります。いままで私たちもいろいろな会社からメモリの提案などを受けたことがありますが、いくらいいシステムでも、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す。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ますので、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。

先ほど言いましたが、ロジックの上にメモリを積めることは非常に重要ですが、いままでそういうテストチップをつくったことがあるかどうか、気になりました。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か、一度確かめてみたほうがいい。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いただきたいと思いました。以上です。

[吉川委員] 中間評価の目標は、各グループとも達成していると判断しました。出向している技術者の方々は技術開発に専念していて、そのご努力には敬意を表したいと思います。

1点、懸念のポイントは事業化の見通しです。これは皆さんの責任ではなく、我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ています。後半、各事業会社からのご説明がありましたが、各社の事業戦略の中に、すでに半導体製造はしないという中で、「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ます。それは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います。以上です。

[松山分科会長代理] 今回のプロジェクトは低電圧、省電力ということで、いままでは高密度化、低価格でしたので、新しい軸ではないかと思います。場合によっては、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います。

いろいろな分野の技術課題は、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います。いくつかの技術分野は、実用化へのハードルという観点から見ると、かなりバラエティがある気がしました。逆に言うと、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もあります。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います。

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います。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したいと思います。

[伊藤分科会長] 今回、非常に短い研究期間のあとでの中間評価で、しかも昨年の震災の影響などもあったと思いますが、そういった中で、非常にすばらしい研究成果が得られたと思います。プロジェクトが始まる前に綿密な計画の検討をされ、スーパークリーンルームという環境があり、つくばといういろいろなインフラも使えた成果だろうと思います。そういったことでは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います。

研究としては非常にすばらしいところに来ていますが、次の後半は実用化・事業化にいかにつなげていくことだと思います。テーマによってバラツキがありますが、従来の国プロに比較して、実施者、個々の皆様の頭の中に実用化・事業化がある。いろいろ考えてもらっている印象は受けました。

昨日、クリーンルームの中で説明を伺ったときも、個々の担当者も非常に熱意を持って説明しておられ、いか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。そうしたいという思いがあることは窺えます。

これから実用化・事業化に対しては、技術移管のステップを取っていく必要があると思います。技術移管に対しては、単にペーパーでの移管ではなく人の移管が非常に効率がいい。会社での経験もそういうことです。

このプロジェクトは、おそらくそれがかなり可能になる体制になっています。もちろん、それを越えて、そこに加わっていないところに展開することもあると思いますが、ぜひ効率的なスムーズな移管、展開をこれから考える。LEAPの中でもそういったものに向けて計画を柔軟に変えて、対応していただければと思います。

日本の情勢が急激に変わっているので、そういったものにいかに対応して成果を国にフィードバックしていくかが大事だと思います。引き続きよろしくお願ひしたいと思います。以上です。

9. 今後の予定、その他

事務局から資料 7 により今後の予定が説明され、最後に事務局 NEDO 評価部の竹下部長から以下の挨拶があった。

[竹下 (事務局)] 大変お忙しい中、ナショプロの中間評価にご協力いただき、評価委員の皆様
に改めて御礼申し上げます。少し時間を置いて書面で評価をいただくわけですが、中間評価
はプロジェクトを見直す良い機会です。ぜひ率直な評価コメントと評点づけをよろしくお願
いします。

推進部、実施者の皆様、中間評価に対応していただき、ありがとうございます。60 日を
めどに評価をまとめていきます。ぜひ評価結果を最大限尊重していただき、プロジェクトの
見直しに活用していただきたいと思います。以上です。

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