

研究評価委員会
「低炭素社会を実現する超低電圧ナノエレクトロニクスプロジェクト／
低炭素社会を実現する超低電圧デバイスプロジェクト」(事後評価) 分科会
議事録

日 時：平成27年12月3日(木) 9:30～18:00

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

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院	情報エレクトロニクス部門 教授
委員	大野 英男	東北大学	電気通信研究所長	省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター長 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長	教授
委員	新宮原 正三	関西大学	システム理工学部	機械工学科 教授
委員	藤原 聡	日本電信電話株式会社	物性科学基礎研究所	量子電子研究部長 兼 ナノデバイス研究グループリーダー 主幹研究員(上席特別研究員)
委員	松澤 昭	東京工業大学	大学院理工学研究科	電子物理工学専攻 教育革新センター長 教授

＜推進部署※メインテーブル着席者のみ＞

山崎 知巳	NEDO	電子・材料・ナノテクノロジー部	部長
吉木 政行	NEDO	電子・材料・ナノテクノロジー部	統括研究員
波佐 昭則	NEDO	電子・材料・ナノテクノロジー部	主査

＜実施者※メインテーブル着席者のみ＞

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(H26 迄))	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	(副 PL(H26 迄))	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
柴田 英毅	(PL(H27))	株式会社東芝 研究開発センター 技監
國島 巖	(副 PL(H27))	株式会社東芝 研究開発センター プログラムリーダー
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
浅尾 吉昭	株式会社東芝	研究開発センター 副リーダー(H27)
波田 博光	超低電圧デバイス技術研究組合	研究本部 電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(H26 迄)
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 グループリーダー(H27)
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究グループ グループリーダー
蒲原 史郎	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究グループ 主幹研究員

<評価事務局等※メインテーブル着席者のみ>

佐藤 義竜 NEDO 技術戦略研究センター 研究員

徳岡 麻比古 NEDO 評価部 部長

保坂 尚子 NEDO 評価部 統括主幹

三佐尾 均 NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」について
 - 5.2 「研究開発成果」及び「実用化等の見通し」について
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明 (含む質疑)
 - 6.1 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・不揮発デバイスの開発 (①磁性変化デバイス)
 - 6.2 外部記憶の高速低電力データ転送を実現する、高集積・高速低電力書き込み特性などの機能を有する超低電圧・不揮発デバイスの開発 (②相変化デバイス)
 - 6.3 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)
 - 6.4 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)
 - 6.5 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)
7. 実用化、事業化の見通しについて (説明・質疑)
 - 7.1 富士通(株)／富士通セミコンダクター(株)
 - 7.2 三菱電機(株)
 - 7.3 (株)日立製作所
 - 7.4 日本電気(株)
 - 7.5 (株)東芝
 - 7.6 ルネサスエレクトロニクス(株)
8. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

9. まとめ・講評
10. 今後の予定、その他
11. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・配布資料確認 (評価事務局)
- ・出席者の紹介 (推進部署、評価事務局)

2. 分科会の設置について

研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6. プロジェクトの詳細説明、議題7. 実用化、事業化の見通しについて、及び議題8. 全体を通しての質疑を非公開とした。

4. 評価の実施方法

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づきパワーポイントで説明した。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」について

推進部署より資料5-1に基づき説明が行われた。

5.2 「研究開発成果」及び「実用化等の見通し」について

実施者より資料5-2に基づき説明が行われた。

5.3 質疑応答

上記の内容に対し質疑応答が行われた。

【伊藤分科会長】 ありがとうございます。

ただ今のお二方の説明に対して、ご意見、ご質問等があればお願いします。

私から口火を切らせて頂きます。最初の説明の中で他機関のテーマと研究規模が図示されていましたが、これを表面的に見ると、NEDOのプロジェクトは研究員数も予算も少ないように思います。

カウントの仕方が違うので、一概には比較できないでしょうが、他のプロジェクトと比較して本プロジェクトのあり方は妥当だったのでしょうか。あるいは集中してやるための工夫や戦略的な考えがあれば、紹介し頂けるとありがたいと思います。

【波佐主査】 他の研究機関は表面的にしか分からず、正直言ってLEAPにお願いしている研究開発に相当する部分も、どのぐらいの予算と人員でやられているのかわからないところがあります。ただ本超低電圧デバイスプロジェクトは加速も含めて予算を投入して、それなりの成果が出ているので、効果はあったと考えています。

また、本超低電圧デバイスプロジェクトだけではなく、NEDO、経済産業省も含めて、他の新しいデバイスの研究開発にも取り組んでいます。

次のフェーズとして、IoTに向けた来年度以降の新しいプロジェクトも含めて検討されています。

【山崎部長】 質問の趣旨をきちんと理解できていないかも知れませんが、NEDOのプロジェクトが予算規模として小さい、人員が少ないということは、私はないと思っています。総事業費が100億円を超え、人員も参加企業だけでなく共同実施先として多くの大学が入っているので、かなりの規模のプロジェクトだと理解しています。

【伊藤分科会長】 このまま単純に比較することはできないと思いますが、この表を表面的に見ると、研究員数や予算規模についてそういう感じを受けるので、このプロジェクトの規模は他と比べて妥当なのか、あるいは集中的、重点的に行って、効率的にやるというお考えだったのかということです。

【住広 PL】 他の研究機関は組織全体なので、これに対比させると日本の場合はTIA全体になると思います。研究テーマに対するプロジェクトという意味では、資源の投入は十分だと思っています。また学会レベルでの比較になりますが、他の研究機関に比べても貢献度は決して劣りません。

もう一つ重要なのは、どれだけの研究インフラを抱えているかということです。本プロジェクトの研究インフラとしては、産総研のスーパークリーンルームにLSIの検証をする場があります。これは我々の研究開発にとって不足のないものですし、他の研究機関より劣るものではないと思います。

【伊藤分科会長】 分かりました。ありがとうございました。

【松山分科会長代理】 研究費の100億円を費用対効果で見た場合、私は公的資金の投入としてそれほど小さいとは思いません。具体的な効果は先程のIoTで描かれたシナリオに対して、どこまで接近できたかということにかかってくると思います。ここに関してご意見、自己評価等があれば、お聞かせいただきたいと思っています。

例えば周辺回路やマクロの評価も含めた事業化への橋渡しというところでは、非常に成果が出ていると思いますが、具体的なシナリオとして、それを使って産業として興すところまで、どのくらい近づけたのかを参考まで聞かせて頂ければと思います。

【波佐主査】 詳細は非公開セッションの7で紹介して頂けるとと思いますが、どこまで近づけたかという観点から言うと、住広PLから説明があったようにユーザーフォーラムを活用して、本プロジェクトの技術成果の紹介をして、非常に良い印象を持って頂いています。

ただ、きちんと作れる状況がないと先に行けません。入口まで来ましたが、その先に行くために次の施策が必要だというのが現状です。

【松山分科会長代理】 私もそれが非常に重要だと思っています。技術とその先のアプリケーションからの相互のフィードバックですが、例えば、モノあるいはシステムに持って行く時に残された課題について、ユーザーフォーラムでどういう意見が出たのでしょうか。

まだかなり厳しい状況だという意見なのか、あるいは製造歩留りが上がる等、将来の見通しがもう少し明確に描ければ本格的に進められるという意見が出たのか、フィードバックの所で、どういうディスカッションのやり取りがあったのか、聞かせて頂けますか。

【住広 PL】 ユーザーフォーラムのサンプル評価では、次のアクションに入るというユーザーの数は非常に限られていました。サンプル評価もそれなりの資源を投入しなければなりません。それは将来のビジネスに対する先行リスクですが、研究開発でやられた技術のポテンシャルだけでは、そこを乗り越えてお客様にインセンティブを与えることができないという難しさがありました。

ただ、お客様が手を出して来るところに何らかの支援があれば、そのサイクルがうまくつながると思います。

【松山分科会長代理】 リスクに関しては委託製造を考える企業も一部あったと思います。その場合はライセンスで収益を取るという考え方もあると思いますが、自社ではリスクが大きいので、例えば、製造は外注して、部品調達の形で少しでもシステム化の目途をつけるとか、具体的なモノを作るというのもかなり難しい状況ですか。

【住広 PL】 システム側のユーザーにとっては部品調達になりますが、部品が調達できる環境が出来て初めて事業としての取り込みを考えるフェーズになります。その意味では、未だそういうフェーズに至っていません。半導体メーカー、ものづくりを生業とする企業は、半導体のビジネスが回り始める時の投資が非常に大きいので、ものづくりそのものを興すのは、そこを乗り越える難しさがあります。

ファウンドリとしての専門メーカーは、国内にもいくつかありますし、海外にも大きなところがありますが、ここと新たなビジネスモデルでの協業を模索することは、このテーマの事業化の中で検討されています。これについては最後のセッションで話があると思います。

【増原専務理事】 追加します。応用を想定してユーザーと話をする場合、一つのグループの成果を応用する場合

は議論がしやすいのですが、複数になった途端に難しくなります。

組合としては、ずいぶん各成果の応用について組合外部の方とも話し合いをしましたが、企業のように製品に責任を持ってお客様とコンタクトすることは難しい面がありました。

例えばトランジスタグループの技術だけ使用する顧客なら割と入りやすいのですが、トランジスタと原子スイッチを用いたプログラムロジック（FPGA）をオンチップにするようなアプリケーションでは、議論は出来ても、この二つを同じ場所で商売として生産できる所まで持って行かなければいけないという問題があります。

さらにIoTになると、どこにアプリケーションを想定して、どういう機器につなぐかということになります。インテルもコンソーシアムを作ろうとしています。そこまで持って行く為には、もう少し別の努力が必要だと思います。

【大野委員】 中間評価の時はいなかったもので、枠組みについて簡単に質問させていただきます。ここで言う低電圧化は0.4Vを目標にしていますが、これは電源電圧ということでしょうか。

ロジックから大容量ストレージまでのピラミッドの絵で、途中の抵抗変化型不揮発デバイスが全部バックエンドに入れるという説明でしたが、電源電圧が0.4Vだと、個々のバックエンドのデバイスにかけられる電圧はもっと低くなります。それを念頭に置いた全体の目標を立てて実行していると理解してよろしいでしょうか。

【住広 PL】 必ずしもそうではありません。ただ読み出しに関しては、0.4Vで動かすことを前提に考えています。実際に0.4Vで必ず抵抗変化を起こせるかということでは、非常に近い所まで行っているのがMRAMです。これは書き換えも含めて、非常に低電圧で出来るようになってきています。あとの二つのデバイスは、もう少し高いところにあります。

【大野委員】 そうするとデバイスを2種類に分けなければいけないのですか。0.4VのVDDできちんと動く範囲に近づけられるものと、不揮発を上手に使うと将来は0.4Vにするものと、2群に分けて見て行くべきだという視点でよろしいですか。

【住広 PL】 電圧の定量的な意味というのは絶対的なものではありません。ですから超低電力を目指すということで、目標として0.4Vを挙げています。やらなければならないのは、低電力でどれだけたくさんの仕事が出来かです。そういうことで、この目標をとらえています。

【大野委員】 もう1点は、先ほど話題になった他研究機関の開発状況です。他国でもさまざまなコンソーシアムが出来ているので、われわれも産官学連携できちんとやらなければいけないという位置付けをお話ししましたが、これからも同じ体制で続けて行く組織が多いと思います。

LEAPは大変素晴らしい成果を上げたと思いますし、顧客との対話も始まっていますが、今後もこういう体制を維持できるのか、産官学連携の拠点として更に発展できるのかという点について、考えをお聞かせ頂ければと思います。

【住広 PL】 LEAPはこのプロジェクトをやるために作られた研究組合なので、当初の計画通りプロジェクト終了をもって解散しました。ですから今後はLEAPとしての活動はありません。ここで作り上げられた技術の事業化、産業化に関しては、テーマを中心的に推進した個々の企業に委ねられます。ユーザーフォーラムで構築されたお客様との関係は、個社の活動に承継されています。

【大野委員】 そうすると他研究機関との比較という意味では、今後は産官学連携の拠点を、NEDO、経産省、あるいは政府として考えなければいけないと理解すれば良いでしょうか。

【山崎部長】 住広 PL から説明があったように、LEAP 自体は解散して、実用化・事業化は個別の企業に委ねる形になっていますが、実用化まで時間のかかるテーマがあることも事実です。来年度はLEAP関係の予算要求はありませんが、IoT絡みの別の研究開発プロジェクトの中で継続できる形にする等、いくつかやり方があるのではないかと考えています。

【新宮原委員】 違う視点から意見を申し上げます。わが国の半導体産業は苦しくなって来て、ここ数年いろいろと事業の変革が起きていますが、最大の危機は若手技術者の養成という問題だと思います。大学の学生数が急に減ったわけではありませんが、就職先がないとか、電子デバイスを学んだ学生が別の分野で職を求めなければいけないということが起こっています。

こういうプロジェクトで大学と共同研究をすると、学生が企業で研究や開発をしたいと思い始めて若手技術者が育って行くと思います。あるいは企業研究者もだんだん年を取って来て、中高年が主体の場合も結構あるという話を聞きます。

私が他研究機関の開発状況のところで気になったのは、LEAP の 55 名という研究者数です。1 テーマでは 10 名ぐらいになりますが、これは企業の研究者だけでしょうか。大学の共同研究者も入っていて、若手研究者もある割合で入って、きちんと養成されているのでしょうか。これで Ph.D.を取った学生はいるのでしょうか。

本来のNEDOのプロジェクトの目的とは違うかもしれませんが、若手技術者の養成という立場で見ると、ここは非常に大事な視点だと思うので、ここに関してコメントを頂ければと思います。

【住広 PL】 先ず最大時 55 名という研究員数は、LEAP に参加した研究員の数です。共同実施先の大学、他研究機関の人たちは含まれていません。大学の若い研究者については、関わっていると理解しています。

LEAP 中の年齢構成は、正しくは理解していません。それぞれの企業で研究者が高齢化しているということは、少し垣間見える気はしますが、若い研究者が全くいないわけではありません。それこそ私の子どもと同年代の研究者も参加しています。

【吉川委員】 このプロジェクトの意義と効果について質問させていただきます。日本の技術優位性による産業競争力強化が大目的で、それに対して効果のシミュレーションをすると、33 兆円規模に対してマイコン、メモリを足して 2 兆円という計算ですが、直感的に少し小さいような気がするので、2 兆円ということに対してコメントを頂きたいと思います。

もう一つは、ユーザーフォーラムでサンプル依頼が非常に少なかったという点です。正直に言って頂いて良いと思いますが、プロセスデザインキット (PDK) もしくはデバイスパラメータを提供できる形になっているのかどうか気になります。すなわちデバイスを使う側から見て使いやすくなっているかということも含めて、考慮しているかどうかです。この 2 点についてコメントを頂きたいと思います。

【波佐主査】 1 点目の経済効果に関しては、実際の商品として出さないと具体的に読めないところはありますが、超低電圧デバイスの技術が普及して、2020 年に 30%の規模で入った時の効果として計算しています。これが正しいかどうかは正直に言って分らないのですが、これを一つの目標として進めて、これ以上の成果普及を図ろうと、NEDO、LEAP が一緒になって、ユーザーフォーラムの取り組みを含め、研究組合員各社の出口以上の可能性を模索して、2 兆円以上の経済効果を期待しながら研究開発を進めて来ました。

【山崎部長】 効果の大小を測るのは難しいと思いますが、投入に対するアウトプットについて、我々は「研究開発プロジェクトに投入した予算に対して獲得できた市場規模」という見方をすることがあります。

100 億円の投入に対して 2 兆円ということだと 1%に満たない程で、企業の売上高と研究開発費の比率で言うと、エレクトロニクス産業の場合は 3~4%だと思うので、そこと比較するとかなりの効果が出ていると思います。

もちろん国の予算だけを使っているわけではなくて、大学や企業の持ち出しの部分もありますから、それも加味しなければいけません。国の予算と想定される獲得市場規模だけを見れば、そんなに悪くないと考えています。

【吉川委員】 その点に関して追加質問です。今のお答えは確かにその通りで、118 億円つぎ込んで 2 兆円儲かるのだから文句はないだろうということだと思いますが、私の質問は少し意味が違います。

日本の産業競争力強化は他者があって議論すべきことです。ヨーロッパ、アジアの国々も含めて全体市場規模が 33 兆円と予想されていて、そこに対してターゲットを絞った時に、「100 億円しかもらっていないか

ら2兆円で勝負します」というのではなく、もう少し広い目で見て「この分野を取ろう」という戦略的なアプローチはあるのかという意味でお尋ねしたつもりです。

【住広 PL】 とても難しいご質問で答えに窮するところがありますが、本プロジェクトは、この市場だからこの技術を作り上げるという従来のリニアモデルで産業化につながる研究開発とは少し違うと思います。技術の持つポテンシャルを最大限に引き出して、技術の開発とともに使われる市場を探すというのが、この研究でやられたことだと私はとらえています。ここの市場規模云々はあまり意味のない数字だと考えています。

ユーザーフォーラムに関しては、資料 24 ページに提供可能なサンプル・ボードがあります。ここで提供したのは SOTB で作ったマイコンのプロトタイプ、原子スイッチで作ったプログラマブルロジック (FPGA) のプロトタイプ、マイコンに原子スイッチを ROM として入れ込んだチップ、マイコンに原子スイッチの FPGA をアクセラレータとして内蔵させたテストチップです。

このチップを触るために、お客様にソフトを組んでもらいます。要はソフトウェア設計を試行することができるサンプルです。原子スイッチの FPGA に関しては、高度な技術を持つところでないとはだめですが、RTL レベルで、お客様が実現したいハードウェアを設計したものを、実際にチップにマッピングして動作させることができます。そういうハードウェアの設計試行ができるサンプルとして提供しています。

設計のプラットフォームとして PDK を提供して、お客様に直に設計してもらうことは、このフォーラムで提供するサンプルとしてはやっていません。そうすると触れる人が本当に限られてくるからです。

【山崎部長】 一つ追加します。市場規模の数字に意味がないわけではないと思いますが、確かに他国、国内の研究機関が何をやっているかという俯瞰的な押さえ方をしてプロジェクトの戦略を考えなければいけません。

NEDO では昨年の4月から技術研究戦略センターを作って、もう少し戦略性を持ったプロジェクトの企画・立案をやって行こうという動きをしています。もちろん技術動向だけではなく、将来期待される市場規模、勝つための戦略をまとめて、プロジェクトを立ち上げて行こうという動きになっています。

【藤原委員】 事後評価から初めて参加させて頂きましたが、0.4V の回路動作は素晴らしい技術だと思います。実用化のところで1点質問させていただきます。

ユーザーフォーラム活動で海外の訪問社数が掲載されていますが、これだけの高い技術なので、日本でうまく行かないのであれば海外ファウンドリなど、世界でチャンスがあるのではないかと思います。この訪問は、実際にはどういう形でやられたのでしょうか。また海外の展示会出展等の活動は、どのぐらい精力的に、本気でやられているのでしょうか。

あとは成果自体が海外でどう評価されているかというメジャーがあれば伺いたいと思います。

【住広 PL】 海外に関しては、これだけのためのプロモーション活動はやられていません。国際学会に参加した時に、その場で海外メーカーと面談して技術の紹介やディスカッションをしています。いま海外は 26 社とカウントしていますが、そういう形で議論しています。

紹介した技術に対しては、定量的ではないのですが、印象としては海外企業の方が強い関心を示す傾向にあると思います。具体的な行動に移ったかということ、LEAP の活動の中ではそれ以上の進展は出ていません。ただ個々の企業に出来たパイプがつながっているのも、その先発展しているかどうかは、最後のセッションで企業から話を伺えたらと思います。

【松澤委員】 このプロジェクトは中間評価の時もかなり良い成果が出ていると感じましたが、今日も技術的には満点というか、目標をほとんど達成しています。大事なのは、始めたころよりも技術の社会的な意味合いが高くなっているところだと思います。

ビッグデータ、IoT と言われますが、ローパワーに対する深刻な危機感から低電圧への要求が明確になっています。メモリに関しては、いまビッグデータを取り扱おうとするとロジックベースというよりも、先ずメモリが革新して、例えばユニファイドメモリをベースとしたシステムを作る方向にきています。

具体的には、インテルが FPGA メーカーを買収したのも、マイクロプロセッサでは処理できないので

FPGA ベースの処理でやろうという戦略があるからです。そう考えると、この技術の殆どが世の中の方向性に非常に合致していると思います。

そこで質問の1点目は、日本メーカーだけではなく、マーケットで強い世界のメーカーと協業できないかということです。

それから私は内閣府のICTワーキングの委員をやっています。ビッグデータ、AI、IoT等、各省庁のプロジェクトが紹介されてレビューしていますが、ほとんどがソフトウェア、システムの話で、集積回路なり、半導体なり、それと絡めてデバイスをどう開発するかというストーリーが少し弱いように思います。私はこの技術開発の活動を知っているので、もう少し国全体のICT政策とリンクさせて、期待感を喚起して行く活動も必要ではないかと感じています。

2点目の質問は、国全体の政策の中で、この技術の位置付けをもう少し高められないかということです。

【伊藤分科会長】 非常に重要なところですが、時間がないので、お答えは簡単をお願いします。

【住広 PL】 海外との連携に関しては、LEAPの活動の中でそこまで広げることが出来なくて、顧客との関係を作る所までです。ここから先は各企業で進めて行きます。最後のセッションでそれなりのことを答えてくれるのではないかと思います。

各省庁で連携を取った大きな構想の研究開発は、本プロジェクトの範囲を超えているので議論はできませんが、TIAを中心とした議論の中では、そういう構想の議論にも少し入り込んで行きました。ただ、その先までは出来ていません。

【山崎部長】 2点目について手短かに補足します。ICTはソフト寄り、システム寄りで、こちらはデバイス寄りになっていると思いますが、国を挙げてIoTの取り組みを強化するという事で総務省と経産省がIoTコンソーシアムを作って、いま1000社ぐらい参加しつつあると聞いています。

ハードとソフトを分けて考えるのではなくて、ある社会実装を想定して、うまく要素技術を組み合わせるという構想がIoT社会の実現に向けて動き出しています。そういう取り組みを見れば、松澤委員のご懸念は少し解消されるのではないかと期待しています。

【伊藤分科会長】 ありがとうございます。まだあろうかと思いますが、予定の時間が過ぎていきますので、ここで休憩に入らせていただきます。

(非公開セッション)

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

(公開セッション)

9. まとめ・講評

【伊藤分科会長】 それでは議題9「まとめ・講評」に入ります。松澤委員から始めて最後に私ということで講評をお願いします。

【松澤委員】 私は中間評価から参加させて頂いていますが、中間評価の時は技術的な課題と並んで、具体的にビジネス、事業をどう持って行くかというところに、かなり課題があったような気がします。

それで今日は心配して来ましたが、事業化については各社のロードマップ等にもかなりしっかり組み込まれていますし、前回と違って世の中が合って来たというか、用途がかなり見えて来たのではないかと思います。このプロジェクトの価値が出て来る機運にあるのではないかと感じるので、ぜひ技術を事業に結び付け

て頂きたいと思います。

メモリは数メガビットレベルでまだ少し課題があるようです。今はギガビットの時代なので、量産に向けてやることは結構あるだろうと思いました。相変化は少し時間もあるようですが、5年ぐらいはすぐ経つので、ぜひ技術を磨き上げて頂きたいと思いました。

メモリの技術の磁気センサへの応用は中間の時は無かったような気がしますが、派生的にいろいろな技術を使って行くのは大事なことだと思います。私の経験では、同じ技術でもアプリケーションが違っていると価値が数倍違うので、派生的な技術も軽視しないで、是非、用途開発をして頂けたらと考えます。どうもありがとうございました。

【藤原委員】 本日ご説明を頂いた皆さん、どうもありがとうございました。皆さんが非常に高い技術に取り組んでいることに非常に感銘を受けました。全部は挙げませんが、例えば0.4V動作のシリコンのSOIを使ったデバイスは、シリコンなので動いて当たり前かもしれないけれども、回路としてきちんと動く所まで作られています。

原子スイッチはだいぶ前から学会で拝見していましたが、今回示されたように集積のレベルまでしっかり出来ていることに非常に感心しました。またTRAMは新しい材料として非常に魅力的で、インテル・マイクロナのPRAMに負けないようなメモリが日本で実現出来れば良いと強く感じました。

実用化・事業化の見通しについては、総論としては少し温度差を感じる部分もありましたが、線表が非常にしっかり出来ている企業もあって、今回のプロジェクトで開発された技術が将来のロードマップの中の技術につながる期待を感じることが出来ました。

今後NEDOがどう関わって来るのかは議論になりませんでした。是非このプロジェクトの成果を生かして頂きたいし、NEDOでサポート出来ることがあれば、やって頂ければと思います。

【新宮原委員】 非常に興味深く聞かせて頂きましたし、各会社の方がものすごく努力されていると感じました。

私もここ数年TRAMをウォッチングしていて、非常におもしろいと思っています。1メガ、2メガのデバイスを作って、更にギガに向けてということになると、いろいろな障害があると思いますが、ぜひ事業化に向けて頑張ってくださいと思います。ReRAMと比べてどうなのかと思いながら聞いていましたが、恐らくReRAMよりも低消費電力という特性が出るのではないかとと思っています。

私はもともと配線屋だったので、カーボン系ナノ配線に関しては懐疑派の1人です。カーボンナノチューブが出て20年近く経ちますが、まだデバイスと配線に役に立たないと思っていました。

しかし今日のお話を聞いて、ついに役に立ちそうになって来たと思いました。ただしナノチューブのCVD成長はバラつきがたくさんあるので、その制御が大変だろうと思います。2020年ごろの実用化を考えておられるようですが、ぜひ頑張ってくださいと思います。

それからプロジェクトの途中で会社の状況が変わって、ファブを持たない会社は何社か出てしまったという問題があります。これからの展開をいろいろ考えておられますが、外国の会社が技術に興味を持って取引をしたいと言って来るとか、一部の技術を買いたいという話が出て来そうな気がします。そういう時は国内だけに閉じこもらずに、ビジネスとしてしっかりと考えた方が良いと思います。

【吉川委員】 2010～2015年まで、非常に長い間デバイス技術として開発に努力されて、きわめて高いレベルで完成されたと考えています。先ず開発に携わった方々に深く敬意を表したいと思います。

私もLEAPの最初のころから見ているのですが、特に中間評価の時に心配していたのは、やはり事業化戦略でした。各社の親会社が本当に面倒を見てくれるのかどうか心配でしたが、今日のお話を伺うと各社とも非常に明確な事業化計画を策定しているので、NEDOプロジェクトとしての意味が非常にあったと考えています。

実際にビジネスとしてお金につながるかどうかは別の問題です。とにかくプロジェクトとして非常にうまく行ったのではないかと考えています。皆さんのご努力に感謝したいと思います。

【大野委員】 今回お話を伺って、非常に高いレベルの技術を開発された素晴らしいプロジェクトだったと改めて

思いました。皆さん事業化についても触れていますが、ある見通しが立って、かつ位置付けが出来るというのは素晴らしいことだと思います。これは時代の流れがそうになって来て、IoT、ビッグデータとここで設定された超低電圧デバイスが、最後に非常に良い形、時代の要請に応える形になったのだと思います。

これも皆さんが言われていることですが、国内に閉じこもっていると、中々ビジネスの展開が出来ません。これから海外勢といかに付き合っていくか、いかに巻き込んでいくかということが重要になると思います。

一方で、国プロは税金を使います。会社もそうかも知れませんが、NEDOも説明責任が出て来ると思いますが、個別のプログラムとか事業という意味ではなくて、こういう時代に国プロを広い意味で日本の富につなげて行く仕組み、考え方は、技術だけではなくてさまざまなことが要求されて、我々はそれに答えなければいけないということを、あらためて強く感じました。

今回の技術に関して言えば、300mmでさまざまなバックエンドのデバイスを試せたことが大きかったと思います。今後それをどうして行くかというのは、このプロジェクトの外になると思いますが、このプロジェクトが良い成果を上げれば上げるほど、これからどうやるかを考えていかなければいけないと思います。

いずれにせよ、非常に高いレベルの成果を上げていることを、今回聞かせて頂きました。どうもありがとうございました。

【松山分科会長代理】 5年ないし6年という限られた期間に、すべて最終目標達成ということで、集中研究体制の強みを生かして非常に高い水準の技術が達成されたのではないかと思います。

特に今回のプロジェクトでは、周辺回路やシステムの部分まで総合的な取り組みの中に入れて、最終的にはマクロレベルでの評価、あるいはプロトタイプの評価まで進んでおり、非常に実効のある成果が得られたのではないかと思います。いま取り組んでいる内容は省電力ということで非常に公益性の高い分野だと思います。その意味でも、NEDOを中心とした取り組みは高く評価されるべきではないかと思います。

今回最終的なところを振り返ってみると、実用化あるいは非常に大規模な商品化まで進める時の現状との距離感を若干認識した部分があったのではないかと思います。この辺はこれからの課題になって来ると思うので、プロジェクトは終了しても、研究期間に得られたいろいろなノウハウや意識の共有を今後も継続して、より高い成果が得られることを期待したいと思います。

この間震災もありましたが、最後までミッションの遂行に尽力された皆様に敬意を表したいと思います。

【伊藤分科会長】 半導体産業の外部環境が、ここ5年で大きく変わっている中で、最初に設定した目標に向けて、プロジェクト一丸となって、ぶれずに目標を達成したことに敬意を表したいと思います。

本プロジェクトは材料、現象など基本的な研究から始めて、それをデバイスレベル、集積化、量産評価まで持って来ています。過去のプロジェクトを見てもこれだけ奥深く実用に近い所まで持って来たプロジェクトはあまりないような気がします。これはプロジェクトのマネジメントが素晴らしかったこと、非常に優秀な研究者が集まって尽力されたことによるのではないかと思います。

これから量産化に向けて、いろいろ課題はあると思いますが、これも各企業が真摯に実用化を考えていることを説明して頂いたので、今後に大いに期待したいと思います。

これからわが国も、知財戦略が重要になって来ると思いますが、特許もたくさん取られて、受け入れ企業で活用して行くと思いますが、プロジェクトの中に知財戦略やライセンス、特許をどう活用して行くかということ盛り込むという議論があれば、なお良いと思います。これは、このプロジェクトに限ったことではありません。

全体として大変素晴らしい技術レベルまで持って来られたことに敬意を表します。どうもありがとうございました。

それでは推進部長、プロジェクトリーダーから最後に一言ございますか。

【山崎部長】 今日は一日、本当に真摯にご議論頂きまして、どうもありがとうございました。また最後の講評では大変多くのお褒めの言葉を頂きまして、誠にありがとうございました。

私自身も特に最後の各企業の事業化に向けた発表を聞いて、これまでとは違ってずいぶん元気のあるプレゼンを聞くことが出来たという印象を持ちましたし、本当に心強く思った次第です。

先程もお話があったように、本当に優秀な方が多いのではないかと思います。ここまで持って来られた PL、サブ PL、グループリーダーはじめ研究者の皆様方に心から敬意を表したいと思います。

特に実用化・事業化のところは、中間評価と比べてステップアップ出来たという評価を頂いたと思います。分科会長からお話があったように、半導体業界の事業環境が非常に変化している中で、難しいかじ取りを求められて来たと思います。そういう中で各社のご努力でここまで持って来たということですが、こういう技術が生かされる時代になっていると思います。

生まれる時代は選べないと言いますが、LEAP で生まれた技術は、ちょうど良いところに生まれたという状況にあると思います。キーワードとして IoT という言葉が何度も出て来ましたが、来年度以降、NEDO でも IoT の研究開発プロジェクトを担って行くことになると思います。

実用化までギャップのある所は、こういう別の形の支援によって埋められるよう、NEDO としても精一杯サポートして行きたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

【住広 PL】 長い時間ありがとうございました。我々のやったことを細かく見て、適切にご指導を頂き、良い所は褒めて頂いて、今後の活動への大きな後押しになると思います。中間評価を始め、いろいろな所で皆様にご指導頂いたことが成果につながったと思います。また NEDO の絶大なご支援があって、これだけの成果を上げることが出来たと思います。

技術の事業化・産業化はそれぞれの企業に委ねられますが、そこにもぜひ皆様のご指導、ご支援をお願いしたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

10. 今後の予定、その他

11. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5-1	プロジェクトの概要説明資料（公開）事業の位置づけ・必要性／研究開発マネジメント
資料 5-2	プロジェクトの概要説明資料（公開）研究開発成果／実用化等の見通し
資料 6-1-1～	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）研究開発成果 各テーマの研究開発成果の詳細
資料 6-1-5	
資料 6-2-1～	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 6-2-6	
資料 7	事業原簿（公開）
資料 8	事業原簿－補足資料（非公開）
資料 9	今後の予定
参考資料 1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料 2	技術評価実施規程

以上