

研究評価委員会

「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発」事後評価分科会 議事要旨

日 時：平成24年9月21日（金）12：30～17：55

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室

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長 浅野 種正 九州大学大学院 システム情報科学研究院 電子デバイス工学部門 教授
分科会長代理 後藤 敏 早稲田大学 大学院情報生産システム研究科 教授
委員 市村 正也 名古屋工業大学 大学院工学研究科 つくり領域 教授
委員 竹田 精治 大阪大学 産業科学研究所 産業科学ナノテクノロジーセンター
ナノ構造・機能評価研究分野 教授
委員 福井 孝志 北海道大学 大学院情報科学研究科 情報エレクトロニクス専攻
集積システム講座 集積電子デバイス学 研究室
量子集積エレクトロニクス 研究センター 教授
委員 藤原 聡 NTT 物性科学基礎研究所 量子電子物性研究部 部長
委員 松本 和彦 大阪大学 産業科学研究所 半導体量子科学研究分野 教授

<推進者>

藤井 哲哉 NEDO 監事
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
吉田 学 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主研
小林 丈夫 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者>

金山 敏彦 (独)産業技術総合研究所 理事
角嶋 邦之 東京工業大学大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻 准教授
平本 俊郎 東京大学生産技術研究所 教授
昌原 明植 (独)産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門
シリコンナノデバイスグループ グループ長
齋藤 真澄 (株)東芝 研究開発センターLSI 基礎技術ラボラトリー 研究主務
富永 淳二 (独)産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 上席研究員
山田 啓文 京都大学 電気電子工学科 准教授
清水 哲夫 (独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門ナノ科学計測グループ 主任研究員
高橋 剛 (株)船井電機 新応用技術研究所 (FEAT) 主任研究員
高木 信一 東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
後藤 輝孝 新潟大学大学院 自然科学研究科 エネルギー基礎科学専攻 教授

<実施関係者>

村上 浩一 筑波大学 大学院数理物質科学研究科 電子物理工学専攻 特命教授
佐野 伸行 筑波大学 大学院数理物質科学研究科 電子物理工学専攻 教授
遠藤 和彦 (独)産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門
シリコンナノデバイスグループ 主任研究員
大内 真一 (独)産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門
シリコンナノデバイスグループ 主任研究員
安田 哲二 (独)産業技術総合研究所 情報通信・エレクトロニクス分野 研究企画室 企画室長
大竹 晃浩 (独)物質・材料研究機構 先端フォトニクス材料ユニット 量子ナノ構造グループ 主幹研究員
秦 雅彦 住友化学(株) 筑波研究所 グループマネージャー
内藤 泰久 (独)産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門
ナノ構造アクティブデバイスグループ 主任研究員
小野 雅敏 (株)船井電機 新応用技術研究所 (FEAT) 代表取締役社長
金田 寛 新潟大学 超域学術院 物質量子科学研究センター 教授
根本 祐一 新潟大学 超域学術院 物質量子科学研究センター 准教授
齋藤 芳彦 (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
ユニットプロセス技術開発部
鹿島 一日兒 コバレントシリコン(株) 技監
古賀 淳二 (株)東芝 研究開発センター LSI 基盤技術ラボラトリー 室長
太尾 奈都子 (株)東芝 研究開発センター 研究企画部 技術管理担当 主務
白石 賢二 筑波大学 数理物質科学研究科 教授、副研究科長
山田 啓作 筑波大学 大学院 数理物質科学研究科 教授
Parhat AHMET 東京工業大学 フロンティア研究機構 特任准教授
名取 研二 東京工業大学 フロンティア研究機構 特任教授

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長
土橋 誠 NEDO 評価部 主査
松下 智子 NEDO 評価部 職員
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、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法及び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・必要性および研究開発マネジメント
 - 4-2 研究開発成果、実用化の見通し
 - 4-3 質疑

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
 - 5-①-1) シリコンナノワイヤトランジスタの知識統合研究開発
 - 5-①-2) ナノワイヤ FET の研究開発
 - 5-①-3) シリコンナノワイヤトランジスタの物性探究と集積化の研究開発
 - 5-②-1) 新構造 FinFET による SRAM 技術の研究開発
 - 5-②-2) 次世代相変化メモリ技術の研究開発
 - 5-②-3) ナノギャップ不揮発メモリ技術の研究開発
 - 5-③-1) カーボンナノチューブトランジスタ技術の研究開発
 - 5-③-2) シリコンプラットフォーム上 III-V 族半導体チャネルトランジスタ技術の研究開発
 - 5-③-3) シリコンウェハ中の原子空孔濃度定量評価技術の研究開発

(公開セッション)

6. まとめ・講評
7. 今後の予定、その他
8. 閉会

議事要旨

(公開セッション)

1. 開会 (分科会成立の確認、挨拶、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、1-2に基づき事務局より説明。
 - ・浅野分科会長挨拶
 - ・出席者 (委員、推進者、実施者、事務局) の紹介 (事務局、推進者)
 - ・配布資料確認 (事務局)
2. 分科会の公開について
 - 事務局より資料2-1～2-4に基づき説明し、議題5.「プロジェクトの詳細説明」を非公開とすることが了承された。

3. 評価の実施方法及び評価報告書の構成

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5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、事務局案どおり了承された。

4. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進者より資料6に基づき説明が行われた。

(2) 研究開発成果及び実用化、事業化の見通し

推進者より資料6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

- ・ ナノワイヤ関連で、他のプロジェクトにおけるシミュレーションの内容との整合性、フィードバックの実態について質問がなされた。それに対して、同時進行しているものでは共有できているものもある旨回答がなされた。
- ・ 9 つあるテーマの全体に関し、それらを同期させたプロジェクトの進め方について質問がなされた。それに対して、底流にあるテーマ、例えば、シリコンナノワイヤについて研究者間の調整を NEDO が実施し、ロードマップをなど作成したりしたが、同じ場所に集まって会合を開くことは情報公開という点でも困難であった旨回答がなされた。
- ・ 逆に実施者側からの情報交換への要求はなかったかという点について質問がなされた。それに対して、実施者側の事情でそれほど積極的はなかった旨回答がなされた。
- ・ 実用的なテーマとアカデミックなテーマについて、実施者側から評価についての意見があったかどうかに関する質問がなされた。これに対して、本プロジェクトは基本的には基礎基盤の技術であり実施者側の理解は共通していたが、一部企業側の実施者にテーマ、あるいは技術動向によっては実用化の面で会社側の要求はあったように見受けられた旨回答がなされた。
- ・ 半導体技術をグローバルに見た場合、本プロジェクトの基礎基盤の技術開発に対するスタンスについて質問がなされた。それに対して、特にメモリとロジックの分野の世界動向について注目しながら開発を進めた旨回答がなされた。また、半導体分野は世界で 20 数兆円の市場があり、そのうちの半分はメモリであることから、シリコンナノワイヤ技術は今の技術というよりも将来の重要な産業技術として捉えている旨のコメントがあった。
- ・ 評価技術のテーマがピンポイントであり、一つの技術だけでしか行われていないように感じるとの質問がなされた。それに対して、すべての技術をカテゴリー分けして実施したわけではないが、例えば原子空孔の理論的な検討など専門家の提案などを参考に取上げた旨回答がなされた。また、技術的な観点だけでは異質におもえるかもしれないが、産業技術として、例えばウエハー技術を見た場合、歩留まりの向上などに寄与できる新しい評価技術として着目した旨回答がなされた。さらに、一つの技術だけに絞られた経緯についても質問がなされたが、実際に遂行する実施者がいたこと、さらに別の技術についての提案も期待したが提案がなかった旨の回答がなされた。
- ・ 本プロジェクトのロードマップでは、5 年間にわたり単年度 5 億円規模の予算が使われてきたことが示されているが、平成 24 年度以降については、企業も大学も自主財源でやるということを意味するのかという質問がなされた。それに対して、このロードマップに示されているように網羅的に行うことは完了しているが、個別のテーマについては継続されるものもありうる旨回答がなされた。
- ・ 本プロジェクトの成果の活用を NEDO はどのように考えているかについて質問がなされた。それに対して、本プロジェクトのテーマは、企業などがそれ以前から持っていた技術を結集しそれらを産業

技術として発展させるという面もあったこと。本プロジェクトの個別の成果のなかでさらに企業が伸ばしたいという技術があれば、それに協力することも NEDO の役割である旨の回答がなされた。

- 平成 24 年度、25 年度のロードマップは実用化に向けて非常に重要であり、本プロジェクト実施者が今後どのように成果を活かしていくのか具体的な説明がほしい旨の質問がなされた。それに対して、非公開の部で述べられる旨回答がなされた。
- 加速資金の投入が 3 つのテーマに絞られた経緯について質問がなされた。それに対して、実施者側で最終目標を達成するためにさらに必要な予算を検討してもらい、実施者と推進部との協議のうえ、最終的に NEDO で判断したこと、最初の計画になかったテーマはない旨の回答がなされた。
- 国際競争力という観点での実施者側の調査方法、判断基準について質問がなされた。それに対して、本プロジェクトは、平成 19 年に経済産業省のプロジェクトとして立ち上がり、平成 21 年度に NEDO が引き継いだ形になっている。平成 19 年度の時点でどのような議論があったかについては、詳細は経済産業省に確認しなければならないが、一般論として大きな流れで言えば、技術論、ビジネスに関して経済産業省と NEDO の多くのチャンネルで情報を取得した旨回答がなされた。
- 成果の実用化に向けた NEDO プロジェクトのありかたについて質問がなされた。それに対して、プロジェクトの立案元は経済産業省であり、通常は経済産業省も成果の実用化を視野に入れているとの回答があった。本プロジェクトの後継プロジェクトはないが、研究開発を完全に止めてしまうということでもない。各実施者の今後の動きが大きなポイントである旨の回答がなされた。

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明 省略

(公開セッション)

6. まとめ (講評)

- (松本委員) 5 時間にわたり聞かせていただき、日本には素晴らしい技術が沢山あることに感動した。実用化にはまだ遠いと感じた技術もあった。せつかく開発された技術を企業で活かしてもらおうように NEDO にも協力してもらいたい。
- (藤原委員) 本日のテーマについてすべて理解したわけではないが、総じてオリジナリティのある研究開発が行われたと感じた。国際競争力という点で、どうなのかが気になるところである。そのための課題もたくさん明らかになったと思われる。あるいは実用化という視点でも課題は多いと思われる。本日は時間がなかったのだから聞けなかったが、それらを解決していくことを期待している。
- (福井委員) 予想していたよりはるかに素晴らしい成果を聞かせて頂いた。日本のエレクトロニクスもまだまだ素晴らしいものがあると感じた。単年度 5 億円の 5 年間のプロジェクトの成果を、プロジェクト終了後での活用していただきたい。探索的なテーマでもそのまま終わるのではなく、工夫して予算を獲得して発展させてもらいたい。
- (竹田委員) 目の覚めるような成果を聞かせていただき心強く感じた。プロジェクトを進めるにあたり最先端の設備を使うばかりでなく、理論的な裏付けをとることも重要と思う。その点で第 1 原理計算など理論分野の研究者の参加も意義があったが、彼らに対して 5 年間で実用化の目標などの枠をはめてプレッシャーをかけることには疑問を感じる。
- (市村委員) いろいろ勉強させていただいた。既存の技術と連続性のあるものは、実用化を考えやすいが容易に海外に技術が移ってしまう。連続性のない技術は、新規性は高いが実用化が難しいと批判される。両者のバランスの取れたプロジェクトを設定するのは難しいと感じた。
- (後藤分科会長代理) 面白い技術の話聞かせていただいた。基礎基盤技術というプロジェクトの出口がどうなるのかが気になるところである。プロジェクトが終わって 2、3 年後に、これら

の技術がどうなるかというシナリオが見えない。企業と大学の役割は異なるので、世界との競争力をつけるためには NEDO が果たすべき役割は大きい。例えば、特許やノウハウの蓄積で競争力をつけるのか戦略が見えないテーマが見受けられた。本プロジェクトをベースにして NEDO にも考えて頂きたい。

(浅野分科会長) 本日は久しぶりに感動するようなお話も聞かせていただいた。推進者の立場での見極めの定義が大切であることが、本プロジェクト全体を見て感じた。それぞれのテーマのフェーズが異なるときに、例えば半導体産業のピラミッド構造の中でどの部分を狙っていくのか、本プロジェクトの成果を日本の産業構造、雇用問題にどのように繋げていくかも考えてほしい。

7. 今後の予定

8. 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 事業原簿 (非公開)
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
 - ・事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
 - ・研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
 - 資料 7.1.1 シリコンナノワイヤトランジスタの知識統合研究開発
 - 資料 7.1.2 ナノワイヤ FET の研究開発
 - 資料 7.1.3 シリコンナノワイヤトランジスタの物性探究と集積化の研究開発
 - 資料 7.2.1 新構造 FinFET による SRAM 技術の研究開発
 - 資料 7.2.2 次世代相変化メモリ技術の研究開発
 - 資料 7.2.3 ナノギャップ不揮発性メモリ技術の研究開発
 - 資料 7.3.1 カーボンナノチューブトランジスタ技術の研究開発
 - 資料 7.3.2 シリコンプラットフォーム上 III-V 族半導体チャネルトランジスタ技術の研究開発
 - 資料 7.3.3 シリコンウェハ中の原子空孔濃度定量評価技術の研究開発
- 資料 8 今後の予定

以上