

研究評価委員会
「低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト/
①(10)、③(2)、④」(事後評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2020年12月8日(火) 13:00~18:05

場 所：NEDO 川崎 2301・2302・2303 会議室(オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	堀 洋一	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻/ 大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授
分科会長代理	長澤 弘幸	株式会社C U S I C 代表取締役
委員	赤津 観	横浜国立大学 工学研究院 知的構造の創生部門 教授
委員	石原 範之	みずほ情報総研株式会社 経営・IT コンサルティング部 デジタル・技術戦略チーム シニアコンサルタント
委員	巽 宏平	早稲田大学大学院 情報生産システム研究科 教授
委員	土田 秀和	一般財団法人電力中央研究所 材料科学研究所 電気材料領域 領域リーダー 副研究参事
委員	渡部 平司	大阪大学 大学院工学研究科 副研究科長/物理学系専攻 教授

<推進部署>

安田 篤	NEDO IoT 推進部 部長
波佐 昭則	NEDO IoT 推進部 主任研究員
野村 重夫(PM)	NEDO IoT 推進部 主査
高橋 晋	NEDO IoT 推進部 主査
池田 光	NEDO IoT 推進部 主査
須田 敬偉	NEDO IoT 推進部 専門調査員
柿沼 遼	NEDO IoT 推進部 主任
佐藤 之彦(PL)	千葉大学 大学院工学研究院長 教授

<実施者>

平本 俊郎	東京大学 生産技術研究所 教授
高宮 真	東京大学 生産技術研究所 教授
更屋 拓哉	東京大学 生産技術研究所 助手
高倉 俊彦	東京大学 生産技術研究所 研究員
大村 一郎	九州工業大学 生命体工学研究科 教授
筒井 一生	東京工業大学 未来産業技術研究所 教授

大橋 弘通	東京工業大学 未来産業技術研究所 特任教授
岩井 洋	東京工業大学 未来産業技術研究所 名誉教授
柿本 浩一	九州大学 応用力学研究所 教授
西澤 伸一	九州大学 応用力学研究所 教授
小椋 厚志	明治大学 理工学部 教授
末代 知子	東芝デバイス&ストレージ 参事
佐藤 克己	三菱電機 パワーデバイス製作所 技術アドバイザー
近藤 晴房	三菱電機 パワーデバイス製作所 技師長
池田 良成	富士電機 電子デバイス事業本部 パッケージ開発部 先行開発課 課長
堀 元人	富士電機 電子デバイス事業本部 パッケージ開発部 先行開発課 主査
山崎 智幸	富士電機 電子デバイス事業本部 パッケージ開発部 部長
鶴田 和弘	ミライズテクノロジーズ パワエレ第2開発部 部長
後藤田 優仁	デンソー エレフィコンポ事業部 エレフィシス技術部 部長
山田 隆弘	ミライズテクノロジーズ パワエレ第2開発部 パワエレ24開発室 室長
三木 崇利	三菱ケミカル 新エネルギー部門 新エネルギー戦略企画部 経営執行職 部長
藤戸 健史	三菱ケミカル 新エネルギー部門 新エネルギー戦略企画部 新規事業推進室 ガリウムナイトライドプロジェクト プロジェクトマネージャー
藤澤 英夫	三菱ケミカル 新エネルギー部門 新エネルギー戦略企画部 新規事業推進室 ガリウムナイトライドプロジェクト マネージャー
泉沢 悟	三菱ケミカル 技術部 筑波工場 ガリウムナイトライド技術センター 開発グループ グループマネージャー
三川 豊	三菱ケミカル 技術部 筑波工場 ガリウムナイトライド技術センター 開発グループ マネージャー

<オブザーバー>

千田 和也	経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 課長補佐
-------	--------------------------

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部 部長
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査
笹川 克義	NEDO 評価部 専門調査員

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 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 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、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 6.1 【研究開発項目①(10)】「低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト」
 - 6.1.1 「新世代 Si パワーデバイス技術開発」
プロジェクトの詳細説明
成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 6.2 【研究開発項目③(2)】「次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成」
 - 6.2.1 「世界のワエレを牽引する次世代パワーモジュール研究開発と日本型エコシステムの構築」
プロジェクトの詳細説明、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 6.2.2 「SiCパワーデバイスを用いた超高効率車載電動システムの開発」
プロジェクトの詳細説明、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 6.3 【研究開発項目④】「新材料パワーデバイスの実用化加速技術開発」
 - 6.3.1 「パワーエレクトロニクス用大口径バルク GaN 結晶の実用化開発」
プロジェクトの詳細説明、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料、議事進行の確認

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・配布資料確認（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。
- ・出席者の紹介（評価委員、推進部）

3. 分科会の公開について

評価事務局より印刷資料及びスライドにより事前に説明、委員からの質問にも回答済み。事前説明及び回答を持って実施済みとする。

4. 評価の実施方法について

評価事務局より印刷資料及びスライドにより事前に説明、委員からの質問にも回答済み。事前説明及び回答を持って実施済みとする。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

引き続き、推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

5.3 質疑応答

推進部署からの5.1及び5.2の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

【長澤分科会長代理】 ありがとうございます。

それでは、さらなるご意見、ご質問等ございましたらお願いいたします。

では私から1点、先ほど、国内外、ベンチマーキングの上で計画を変更されるという話がありましたけれども、具体的に、例えば海外だと何か国ぐらい、これはベンチマークをされて、こういったクライテリアで判断をされたのでしょうか。

【NEDO_野村】 先ほどご紹介しましたように、米国、欧州などでいろいろな国際学会が開催されています。

そういうところに出向くことによって、最新の技術動向等を把握するとともに、併設の展示会等でいろいろな企業が実際に今どこまでできているとか、今後こういうことを考えているとか、の情報を集めております。

そういうところに我々自ら足を運ぶことによって、その地域での生の動きを体感するとともに、多く参加している研究者の方たちとの意見交換の中で、現状の動き、これからやらなければいけないところなどを把握させていただいたということでございます。

【NEDO_安田】 補足させていただきますと、アメリカで言うと4つのプロジェクト、ヨーロッパで言うと3つのプロジェクト、そして中国と、そういったところをコアに米・欧・中については、基本的に比較するプロジェクトを決めて、そこをフォローアップしながら、今、野村が申し上げたように、さ

らに関連学会に出向いて行って、米・中・欧以外のところの情報も集めてブラッシュアップをしてくということを実施してまいりました。

【長澤分科会長代理】 ありがとうございます。

ほかにご質問ございますか。石原先生どうぞ。

【石原委員】 石原でございます。

人材育成事業が大変好評だったということなのですからけれども、具体的に、人材育成事業としてはどのような事業がなされたのでしょうか。

【NEDO_野村】 本日のポスターセッションの中にも人材育成事業がありますので、詳細についてはそでご確認いただければと思います。

資料5の60ページの中で、パワーエレクトロニクス技術に関する人材育成のエッセンスを伝えさせていただいております。

基本的には講義と実習、あと一部、見学というのもございましたが、基本原理、基本原則、先端技術、あと俯瞰力と発想力などを養うという目的で人材育成を実施しております。

ご承知のように、パワーエレクトロニクスというのは非常に裾野の広い技術分野でございます、例えば SiC の結晶技術、デバイス、モジュール、関連するコンデンサなどの周辺の部品、あとは回路、など、非常に多彩な技術レイヤーがあり、それらが総合的に機能して、初めて最終的な成果を出せるわけでございます。これを、大学もしくは企業において、全てを網羅した人材教育・人材育成ができるかというとなかなか難しいところがございます。

それを、今回は横浜国大や大阪大の先生方のお力もお借りし、本当の基礎のところから実際に実習をやって、変換回路を造ってみたりしております。特に座学のみではなくて、実験を中心としたところが非常に好評だったと思っておりますし、技術レベルに応じてベーシッククラス、アドバンスクラスというような段階も設け、トータルで約500名弱の方々に受講いただきました。

主に企業の方の参加者が多かったのですが、最後はテストもありますし、その方々が講義や実習を受けて、会社に戻られてから、開発の現場で非常に活躍されている。その姿を見て、また企業のほうからも、「ぜひこのような人材育成事業を継続してほしい」という声が上がっていたというところでございます。

【長澤分科会長代理】 ありがとうございます。

ほかに、オンラインでつながれている評価委員の先生からも何かご質問はございますでしょうか。

それでは、ご質問、ご意見がないようですので、次の議題に移りたいと思います。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【渡部委員】 本日は素晴らしい発表を聞かせていただきました。私自身が民間企業でシリコン LSI を、大学に移ってからはシリコンカーバイド、その後は窒化ガリウムの研究開発に進んだ経験がありますので、大変興味深く聞かせていただきました。この NEDO プロジェクトを策定した 2010 年当初に、シリコン IGBT の進化形から窒化ガリウム半導体までを俯瞰的に課題設計されていて、改めて良いプロジェクトであったと思います。NEDO プロジェクトの成果報告では、どの実施者もとても良い仕事をされ、目標を達成してきた事がよく理解できました。一方、研究開発を進める過程では、きっと新しい課題が見えてくるはずです。こういう場では敢えて新たな問題点を述べないのが通例ですので、成果報告を受ける NEDO の執行部の方々は、とても順調な進捗をお聞きになって、その研究開発が完了したと思いがちではないでしょうか。学会でも、研究が進めば進むほど問題が見えてきますので、NEDO 側でもプロジェクトを実施する途中で課題を吸い上げるような取り組みも必要かと思えます。また、欧米のメーカーとの差別化を図る意味でも、プロジェクト途中の軌道修正が大切だと感じました。従って、目標達成に向けた成果報告に加え、実施者の皆様には新たな問題点も紹介して頂けたら、NEDO 側でも次の課題設定につながると思いました。以上です。

【土田委員】 本日の午後は、素晴らしい成果を発表いただき、ありがとうございました。シリコンと SiC、GaN、それぞれ研究開発や実用化のステージが異なるところ、重要度や緊急度が高い課題に対して委託もしくは助成がなされ、効果的に事業が実施されたことがよくわかりました。シリコン IGBT ではドライブ回路や結晶成長・評価においても素晴らしい成果が出ており、今後さらにこのようなプロジェクトで継続していただきたいと思いながら聞いていました。また SiC では電動車への適用における喫緊の課題に対応する高性能化・低コスト化に関する成果が得られ、窒素ガリウムでは卓越した結晶製造技術が開発されたと思えます。さらなる発展を期待します。以上です。

【巽委員】 4 件の発表、いずれも非常に興味深く拝聴しました。初めの 3 つについては、結晶からデバイス、実装、モジュールに関わる発表の中で、いずれも新たな目を見張るような成果が見られると思います。成果の中には一部課題が共通するところもあるようです。私は実装の研究をしているのですが、シリコンで SiC でも GaN でも、共通した実装技術として素晴らしい技術が日本でも開発されています。シリコンデバイスでも見られるように、最終的には大量生産が進んだ時に実装専門会社が標準化して事業化の大半が海外に流れてしまうということがありましたので、日本で進んでいるパワーデバイスの開発については、実装を含めて、日本で標準化を進め、各社それぞれが利用できるような取り組みが成されればと思いました。GaN については、素晴らしい成果ができていますので、日本の独自の技術としてデファクト化していくといいなと思います。今回の成果それぞれが日本で着実に事業化が進んでいくことを期待しています。

【石原委員】 低炭素社会という本プロジェクト全体の課題ですが、2050 年にはゼロエミッションにするということで、そのためにハードルがさらに上がっていると思えます。あらゆる技術開発が必要という意味で、本プロジェクトの技術開発は意義深いと思えます。2050 年までに長期的な技術開発が必要ということで、今後も引き続き継続していただければと思えます、成果としまして、材料、デバイス、機器回路まで幅広く、材料も複数に渡り、実用化まで成果が出て、全体として我が国の競争力の底上げに繋がったのではないかと考えています。今後に対するコメントなのですが、3 点あります。1 点目は人材開発ということで、今回は人材育成について、学生と講師の間みたいところで若手研究者用の開発ファンドがあってもいいのではないかと思いました。2 点は、海外ではスタ

ートアップみたいところが技術開発を行っている。あとは大企業と合併して行っているということがありますので、日本でもスタートアップを取り入れたり、育成したり、プロジェクトの成果をスピンアウトしてスタートアップを作るような仕組みがあると良いのではと思います。3点目として、デンソーさんの発表で波及効果が出てきましたが、制御が研究開発につながったということですが、今後データ活用ということで、機器の開発のところでデータを活用したり、セットになるような開発というの、開発テーマの中で積極的に含まれるといいのではと思います。

【赤津委員】 本日は貴重な成果をありがとうございました。どれも素晴らしいのですが、特にストーリーというか、まずは基盤の研究開発があって、そこから事業につなげていくというのが素晴らしく、感服いたしました。今後は是非宣伝を、一般の方に向けてしていただいて、省エネのためにはこのような技術が必要で、日本にはこのようなアドバンテージがあるということを広く周知していただきたいと思います。企業の方には特にリクルートに向けて話題にさせていただいて、大学においては、学生にアピールをして、ベースを拡張していくことが必要かと思います。よろしくお願い致します。

【長澤分科会長代理】 本日5時間で、とても内容の濃い議論ができたと思います。結果が定量的で、誰が見ても成果がわかるものでしたので、評価する立場からもやりやすかったと思っています。今回、技術的にもビジネスとしても非常に大きな成果ではあったのですが、それを支えたのが大学と一緒にやった物理の究明というのが印象に残りました。今回、大学と企業の連携がうまくできたというのは、マネジメントの成果だと思っています。今回の成果はほとんどが成功したと思っていますが、そのためにはたくさんの試行錯誤をされていたことだと思います。失敗もあったと思います。最初に渡部先生が仰ったように、問題も有益な財産だと思いますので、こういう場ではなかなか失敗しましたとは言にくいかもしれませんが、ただ、お金を使って、問題をあぶり出したというのも成果だと思うので、何らかの形でそういうことも共有できたらいいのかなと思います。今日はどうもありがとうございました。

【堀分科会長】 本日は長澤先生に仕切っていただいて、本当に良かったと思っています。進行が素晴らしく、良い評価委員会になったと思います。皆さんほとんど言い尽くしていると思いますが、私はデバイス屋ではなく、SIP1期の大森PDプロジェクト「次世代パワーエレクトロニクス」のサブプログラム・ディレクターとして、SiCをメインにどんな応用があるかの研究開発を行いました。もちろんGaNやダイヤモンドもやりました。それがどういう風に使われるのかをやったこともあって、今日の応用面の話も聞いておりました。デバイス屋さんは、物作りに集中し、応用は後回しにするような傾向があったと思うのですが、大森PDのプロジェクトは今までにないようなデバイスについて語り、成果があったと思っているのですが、今回のプロジェクトでも応用面も考えた良いデバイスになっているなと思いました。佐藤PLはじめ、NEDOの方がよくリードされたのかなと思っています。それでもまだ十分でない気がしますが、どのように使われるか、特にGaNの話で強く言ってしまいましたけれども、世の中ではおそらくそのように見えますから、その辺を押さえていくということもとても大事なことだと思います。以上です。ありがとうございました。

【NEDO_安田】 先生方には現地調査会から今回まで貴重なご示唆をいただき、ありがとうございました。本プロジェクトの事業化が重要だと改めて意識した次第です。各課題について実用化のフォローアップをしながら、応用分野を開拓するにあたって、マッチングの機会を作るなど、必要になってくると思います。NEDOとしても、その点はしっかり進めていきたいと思っています。研究を進めてい

く中で課題が出てくるのではないかというご指摘については、GaNであれば、次の基板の開発に繋がったり、SiCでも個別の課題に取り組んだりしていますので、実施者にも色々聞きながら、2050年ゼロミッションというさらにハードルの上った課題に向けて、次のプロジェクトで解決していけるようにフォローしていきたいと思っております。そして、PRに関するご指摘ですが、これからパワーレは社会の課題を解決する重要な技術だということを、今回の研究成果が実用化に進むにつれて、エポックメイキングなタイミングがくると思いますので、その時にはNEDOとしてもPRをして、世の中にこの技術の有効性・貢献度をアピールしていきたいと思っております。

【千葉大_佐藤PL】 本日は貴重なお時間をいただき、ありがとうございました。今日改めてまとまった形で成果を聞いて、意義や今後の可能性について自分なりに整理ができました。今日、委員の先生方から非常にいい、多面的なこの成果の活用に向けた示唆をいただきまして、今後どのようなフォローができるかわかりませんが、精一杯本日のコメントを活かしながら、世の中に役に立てるようにしていけたらと思います。今日はどうもありがとうございました。

9. 今後の予定

10. 閉会

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する

質問票

資料番号 ご質問箇所	ご質問の内容	回答	委員氏名
研究開発マネジメント（資料5, 20頁他）	研究開発項目①(10)では、大学を中核拠点として製造メーカーを含めた複数機関での大型課題を委託事業として実施している。SiCやGaN等の新材料よりは実用化に近いSi-IGBTの研究開発において、大学が中核拠点として有効に機能する為のマネジメント体制について特徴的な取組や工夫があればご説明願いたい。	研究開発は世界初の内容であるため、大学が中心となっていますが、早期の実用化・事業化を目指して企業も参加しています。大学が中核拠点として有効に機能する為のマネジメント体制の特徴的な工夫の一例として、東大主催の「運営会議」が挙げられます。実施機関の大学や企業の代表者が参加し、研究開発の方向性や課題の整理/管理、知財/論文の戦略、研究の進捗管理などを毎月実施し、実用化を着実に進めました。運営会議にはNEDOもオブザーバ参加することで、研究開発の進捗確認と支援を行いました。	渡部委員
研究開発マネジメント（資料5, 23頁他）	研究開発項目④では、新材料（GaN）ウエハや様々な要素技術開発を開拓事業として実施機関に合わせて助成または委託事業として実施してきた体制は妥当であると言える。一方、大学等の研究機関からの参画を促す際に、オールジャパンの視点から実施機関の選定や働きかけが行われたかについてご説明頂きたい。	研究開発項目④については、公募予告（2016年12月）、公募（2017年1月23日～2月23日）、公募説明会（2月3日）を行い、外部有識者による採択審査により実施機関を選定している。公募説明会の中で、本事業への大学、研究機関の応募も可能である旨をアナウンスしている。	渡部委員