

## 研究評価委員会

### 第1回「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 ／次世代パワーエレクトロニクス技術開発(グリーン IT プロジェクト)」(事後評価) 分科会 議事録

日 時 : 平成 25 年 11 月 29 日 (金) 10:00~18:00

場 所 : 大手町サンスカイルーム(朝日生命大手町ビル 27 階) D 室

#### 出席者(敬称略、順不同)

##### <分科会委員>

分科会長 鈴木 彰 立命館大学 総合科学技術研究機構 客員教授  
分科会長代理 末光 眞希 東北大学 電気通信研究所 情報デバイス研究部門 教授  
委員 岡田 至崇 東京大学 先端科学技術研究センター 教授  
委員 岸根 桂路 滋賀県立大学 工学部電子システム工学科 准教授  
委員 長澤 弘幸 東北大学 電気通信研究所 情報デバイス研究部門 客員教授  
委員 新垣 実 浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 研究主幹  
委員 廣瀬 圭一 株式会社NTT ファシリティーズ エネルギー事業本部 技術部 担当部長

##### <推進者>

岡田 武 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  
金里 雅敏 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員  
柚須圭一郎 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
井谷 司 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

##### <実施者>

奥村 元 : PL 独立行政法人産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター センター長  
清水 肇 : SPL 独立行政法人産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター 招聘研究員  
山口 浩 独立行政法人産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター 副研究センター長  
四戸 孝 株式会社東芝 研究開発センター 参事  
植野 利男 富士電機株式会社 技術開発本部 担当課長  
岩淵 昭夫 サンケン電気株式会社 部長  
横山 夏樹 株式会社日立製作所 中央研究所 主任研究員  
中田 修平 三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 グループマネージャー  
中野 正樹 日産自動車株式会社 総合研究所 EV システム研究所 担当部長

##### <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  
保坂 尚子 NEDO 評価部 主幹

## 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・事業化に向けての見通し及び取り組み」について
    - 4-3 質疑応答
- 非公開資料取り扱いの説明

### (非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5-1 ①SiC パワーデバイスを用いたデータセンター用サーバ電源技術開発
  - 5-2 ②SiC パワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発
  - 5-3 ③次世代 SiC 電力変換器基盤技術開発
6. 全体を通しての質疑
7. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
  - 7.1 株式会社日立製作所
  - 7.2 三菱電機株式会社
  - 7.3 サンケン電気株式会社
  - 7.4 株式会社東芝
  - 7.5 日産自動車株式会社
  - 7.6 富士電機株式会社

### (公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

## 議事内容

### (公開セッション)

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、1-2に基づき事務局より説明
  - ・鈴木分科会長挨拶
  - ・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に基づき説明し、議題5.「プロジェクトの詳細説明」～議題7.「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」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

評価の手順及び評価報告書の構成について、事務局より資料3-1～3-5及び資料4の要点をまとめたパワーポイント資料に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

## 4. プロジェクトの概要説明

### 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

推進者（NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 柚須主査）より資料5-2に基づき説明が行われた。

### 4-2 「研究開発成果」及び「実用化等の見通し」について

実施者（奥村PL及び清水SPL）より資料5-3に基づき説明が行われた。

### 4-3 質疑応答

**【鈴木分科会長】** ありがとうございます。これまでのご説明に対してご意見、ご質問などをいただきますが、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ご意見をいただければと思います。委員の方、どなたからでも結構ですが、いかがですか。

**【末光分科会長代理】** 特許戦略についてお聞きしたい。最初のご説明で、積極的に出願される一方で戦略的な不出願も選択すると、このへんの切り分けはどのような判断基準でなさっていますか。

**【柚須（推進者）】** たとえば、特許出願のとき侵害が容易発見である場合はもちろん権利化したいと思えます。ただし侵害発見が非常に難しい、つまりプロセスノウハウに及ぶものは、なるべく開示しない方向を考えています。

**【岡田委員】** いくつか大型のプロジェクトが走っているというお話でしたけれども、FIRST（最先端研究開発支援プログラム）で行われている研究プロジェクトと、こちらのプロジェクトでは、並行して走っているような図で書かれていましたが、ロードマップ上ではシームレスにつながっているように見えます。これらのプロジェクトの間では、技術交流は行われていますか。参加プレイヤーは同じですか。

**【柚須（推進者）】** FIRST プロジェクトは、主体は産総研で行っています。プロジェクトリーダーから補足させていただきます。

**【奥村PL（実施者）】** 正確にお答えしますが、FIRST プロジェクトは内閣府のプロジェクトです。プレイヤーとして企業が一部重なっているところもあり、またNEDOの新材料パワー半導体プロジェクト、いわゆる第二世代と言われるものですが、それからこの次世代パワーエレクトロニクス、かぶっている企業と一部でしか参画していない企業もあります。

こういうプロジェクトが動いている中で、普通は相互間の技術交流、これは当然のことながら必要になります。いろいろなレギュレーションの関係で制約もかかっています。それを何とかしようとして、たとえばNEDOの二つのプロジェクトなどは共通の技術委員会を設けて、技術的な交流を行っていますし、FIRSTのプロジェクトなども、逆にできるだけ実際の研究現場では技術的な流れも意識しながら壁をつくらぬようなかたちを志向しています。

ただし、第1世代、第2世代、第3世代とありますが、技術的には成熟度がかなり異なります。同じSiCと言っても第1世代のものは、ほとんど最終物をつくり上げるようなフェーズになっていますし、第2世代はデバイス技術、第3世代はデバイスとしてはもっとプリミティブな話になります。まったく

同じフィールドで議論するというフェーズではありません。必要となる、共通になるような技術などは、できるだけ間の壁を取り払って運営できるようなかたちをやっているところです。

【鈴木分科会長】 同じSiC半導体を用いたデバイスを生産する世の中に出していくということで、先ほどこのグリーンITプロジェクトもお互いの技術成果は流用しながら、次の発展系に移行するというお話も少し出ていましたし、切り離しては考えられないでしょう。

【奥村 PL (実施者)】 現場としては切り離しては考えたくはありませんが、特許戦略なども少し絡んでくるので、そうすると権利者はなにがしかの枠がはまります。その中で、出願するようなものは、確かに権利者がはっきりするのですが、侵害してもわからないものはノウハウ（として開示しない）というお話がありましたが、逆にある種の拠点にはそういうものを蓄積させたいとも考えています。

いまやっている試みとしては、つくばでは一つのデバイスをつくるレシピのかたちでR&Dに限って皆さんに公開できる。バックデータはないけれども、それなりにハウツーをレシピのかたちで登録をして、それを継続していろいろな技術開発に使えるようなかたちにできないかということをやっています。

【鈴木分科会長】 ほかの委員の方いかがでしょうか。

【長澤委員】 市場についてお伺いします。資料5-2の12ページあたりを見ると、2020年には20兆円を超えるということで、この妥当性は非常によく説明されていると思いますが、この内訳を見るとインバータ、デバイスあたりが2倍ぐらいに伸びることで、非常に上値の余地が大きい。それでトータルとしての市場も非常に大きく見えるのですが、基板などを見ると、ずっと100億円ぐらいであるとなると、肝心のつくる側になかなかモチベーションが湧いてこないという印象を受けてしまいます。このあたりについて市場が大きくなったことの嬉しさを上流側に還流するようなやり方は、何かお考えでしょうか。

【柚須 (推進者)】 このプロジェクトでは基板材料系はあまり視野には入っていないので、このプロジェクト外の回答というかたちになります。あと、100億円とおっしゃいましたが、約1000億円です。

【奥村 PL (実施者)】 出所はYOLE社のデータかと思いますが、基本的に出口が広がれば、当然ウェハはそれだけたくさん使うことになると、暗黙の中では想定しています。その中で特に直結するデバイスメーカーが本当にビジネスのレベルに入っていけば、当然ウェハの調達に入りますので、必然的にウェハの業界のビジネス規模も大きくなると考えています。

【長澤委員】 ということは、YOLEの試算は、かなりアンダーエスティメートしていると理解でよろしいですか。

【柚須 (推進者)】 ちょっとだけ訂正させてください。いまの資料の12ページ、実はこれを円に換算するときに、左側の2012年は980ミリオンドルを0.1兆として四捨五入しました。一方2020年のほうは1.3ビリオンドル、これを四捨五入すると0.1兆円になってしまうのですが、わずかながら市場も拡大しているということは、一応ご認識ください。

【鈴木分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【新垣委員】 今回のプロジェクトは事業化・産業化を強く意識されているというお話がありましたが、技術的な話ばかりでコストターゲットみたいな話がいままで一切ないのですが、それは後から出てくるのでしょうか。

【柚須 (推進者)】 コストターゲットですか。

【新垣委員】 はい。やはり事業化・産業化ということを考えると、技術だけではなくて、どうしても既存のデバイスに対してコストパフォーマンスでこれぐらいのターゲットプライスであれば置き換えが可能であるとか、そういうエスティメーションができて、それを皆さんが共有されているのかどうかを知りたいのですが。

【柚須 (推進者)】 このプロジェクトでは主にデバイスからシステム系ですが、コストを決める大きな要因がウェハ、材料系にかかっています。並行して走っている新材料パワー半導体プロジェクトで、ウェハ

の大口径化と高品質化をねらっていますので、こちらが一応低コスト化につながる。つまり、二つのプロジェクトで連携しながら、コストも下げていくという方向に行きたいと思っています。

【鈴木分科会長】 私もキーワードとして、コストが全然出てこなくて、性能、システムのご説明のみで、ちょっと気になっていました。コストは必ずしも基板だけではなく、全体のモジュールにあっても部品にあっても、すべてコストが絡んでくるので、それが第一優先ではないかもしれませんが、やはりキーワードというか項目として、それも明らかに願いたい。

【奥村 PL (実施者)】 最後のところで、特に個別の事業展開のところでは、当然それを勘案した話になっています。全体像、特に技術的な点からいまご説明したところですが、コストとなると、実は R&D、技術ではない要素が入ってくるので、それは別途午後のご説明でお聞きいただければと思います。

【新垣委員】 いまここで正確なコストを求めているわけではなくて、いまの Si の既存デバイスを置き換えるには、たとえば2倍のコスト、あるいは3倍のコスト、あるいは10倍のコストなのか、同じぐらいでなければダメなのか、大ざっぱなところで皆さんが共通の認識をされているのか。

【奥村 PL (実施者)】 これはアプリケーションによって結構変わってくると思います。ざっくり言って数倍、10倍は切ってくれないと困ると思いますが、その先のもう少し精度の高い話となると、どのアプリケーションによって動く機械が可能か、チップとシステム化したところの違い、システム化によってどれぐらいそれを吸収できるかはアプリケーションによってだいぶ違ってくるので、なかなか一概に包括論としては言いにくい。特に企業からの4番目のところでお話があるかと思っています。

【清水 SPL (実施者)】 一つだけ補足しますと、何kW何円の省エネメリットに対して、SiC デバイス (の導入コスト) はペイするかというと、いまのところ正直言ってペイしないと思います。まだ高いです。だけど私が最後にお話ししました付加価値、例えば、コンディショナがとて小くなる、メンテナンスがどうだということが、そこをすぐにわれわれが価格として引き出せませんが、そういう可能性を議論し、成果に結びつけたということが価値と考えます。

【廣瀬委員】 今回のプロジェクトで、具体的にアプリケーションとしてデータセンター用の電源と太陽光発電用のパワーコンディショナと二つ挙げられていましたが、いろいろな成果があったと思いますが、これらを今後展開するとしたら、どのようなアプリケーション、どういう応用が考えられるでしょうか。何かアイデアがあったらお教えてください。

【柚須 (推進者)】 太陽光とデータセンター以外の応用ですね。まさにいま清水 SPL が言った小型化、パワー密度を上げるというところで、清水 SPL から何か新しい応用分野についてお答えをお願いします。

【清水 SPL (実施者)】 このプロジェクトではあらわには言ってはいませんが、成果としては、たとえば車両ですが、それが電気自動車なのか、ハイブリッドなのか、あるいは電車なのか、そこは考えていませんが、限られた空間に対して大きなパワーを扱う上で、W/cc は非常に大きな利点になると思っています。

【岸根委員】 コストの話に戻りますが、まだまだ高いが今後 (は安くなることを) 期待されていると思いますが、たとえば弱電の分野では、量産してコストを下げるスキームがありますが、この分野ではそのスキームが通じないのか、それとも数量さえ出れば下がるのか、そのへんの感触はいかがでしょう。

【奥村 PL (実施者)】 ある程度の数が出れば、当然大量生産の観点から下がることは期待できます。ただし、情報通信系のデバイスなどに比べると、いわゆるコンシューマ向けという要素が若干減ってきます。逆にインフラ向けがあって、相対的に言いますと大量生産の効果は、弱電よりは小さいと思います。ただし、その分、SiC のデバイスなどを使いますと、よりシステムとしてのメリットをどれだけ出せるかというところが入ってきます。これでチップの価格をどれだけカバーできて、最終的なシステム製品としてこの先、より低コストに向かうだろうという感覚を持っています。

【清水 SPL (実施者)】 一つ補足いたしますと、SBD (ショットキー・バリア・ダイオード) は、すでにいろいろなところで入り始めています。600V やわれわれが開発した 1200V 以下のところには Si の IGBT

(Insulated Gate Bipolar Transistor) とハイブリッドで、あらわなかたちでは見えませんがずいぶん使われ、ダイオードの生産が増えています。そういう意味ではどんどんコストが下がっています。スイッチング素子は、まだあまり市販されていないのが現状です。しかしネットなどで見る価格は、以前に比べるとだいぶ安くなっています。

したがって、今後われわれが出したオールSiC (のデバイス) が、システムにとって (極めて大きな) メリットがあるというようなインパクトがあると、導入でそういう循環になってくると思います。とにかくこのプロジェクトを始めた段階では、スイッチングデバイスがほとんど入手すらできなかった。そういう段階から、いまオールSiCにしたらこんなにメリットがあるということをアピールしました。

**【鈴木分科会長】** これまではデバイス開発にウエートがありましたから、デバイスのコスト、あるいはデバイスの効率の話が優先されてきましたが、システムとして考えたときに、どういうメリットやコストメリットがあるか、これからはそういう見方が非常に重要だと思います。たとえば最初のご説明のスライドで、原油換算でいくら、CO<sub>2</sub> 換算でいくらという数字も、おそらくパワーデバイスだけのエネルギー削減から出していると思いますが、実際にそれを使ったシステムは、冷却系が少なくなったり、小型化、軽量化になったり、いろいろところでエネルギー削減効果があると思います。

だからこれからはそういうシステムとしてのSiCを使ったメリットを、なかなか難しいけれども、コストも含めて数値で挙げていって、こういういいところがあって、これから世の中を考えていくにはこれだということを出していくことが大事だと思います。

**【末光分科会長代理】** 実施体制の変遷で、2010年度まではFUPETへの一括、それが2011年、12年で各社共同研究化と体制が変わったわけですが、その連携のあり方において、具体的にはどうかたちで変わってきたのでしょうか。

**【柚須 (推進者)】** 先ほど説明したように、最終的に共同研究というかたちで日立製作所、三菱電機を切り出したのは、実用化に近いところでお互い同じ集中研方式で開発するのは支障があるので、分室化して隔離されたところで開発を行うという体制にしました。

**【末光分科会長代理】** そうすると11年度、12年度における共同研究のあり方は、どうかたちでやったのでしょうか。

**【奥村 PL (実施者)】** ご質問の主旨は、連携をどう取っているかということかと思いますが、この23ページの資料は、どちらかというとNEDOからの契約形態の変遷とお考えください。実態上は、初年度から三菱電機さんも日立さんも一緒の同じ場の技術委員会等のかたちで技術交流は行っています。2009年度は分室と書いてあります。2010年度も分室、11・12年は独立したように見えていますが、これは物理的には何も変わっていません。契約形態が変わっただけです。

**【関根 (推進者)】** 少し追加します。よく見ていただくと、2010年度は委託です。委託は100%補助です。いま奥村PLが共同研究と申し上げましたが、共同研究は大企業ですので2分の1負担補助です。したがって企業側も負担をします。企業側が負担をしますので、企業独自の研究に充てる。先ほど柚須が申し上げた、より実用化に近いところに来ていてフェーズが変わっている。もともと分室でやっているのは、国分寺と伊丹、すなわち日立製作所と三菱電機、これはやっていました。ところがFUPETの中でやっていると、実用化に近づくとそれぞれ相反するところと守秘義務をかけなければいけないものがあるので、契約形態を変えて2分の1負担、そして最後の2年間、この2社については、実用化・事業化がより近づいたので、契約形態を変えて研究開発を進めたということです。

**【鈴木分科会長】** つくばのFUPETを含めてやっている拠点の成果、いろいろな基盤技術、基礎技術が開発されています。当然それをほかの三菱電機、日立製作所も使えるものは使いたい。その間の相互の技術移転、技術流用はどうかたちで進めているのでしょうか。

**【奥村 PL (実施者)】** 個別の技術的アイテムに関しては、独立したあとも、分室であったときも、一緒に

議論しながら進めています。実際につくばの集中研の成果を使っているかどうか。この形態は集中研と、いわゆる独立したものとがあると、いつもこの議論になるのですが、ある意味、仕上げるほうが早くできていないと、それを受け取るのにタイムディレイがかかります。そういう意味で、いまこの同じプロジェクトの中での集中研の成果を直に使っていると言われると、技術的交流はあって、その検討はいただいています、実際に使うフェーズは、もう少しタイムディレイがかかると思います。

【岡田（推進者）】 FUPET から三菱と日立が抜けたわけではありません。

【鈴木分科会長】 FUPET の中にも入ったかたちで進めたということですね。

【奥村 PL（実施者）】 それを全部包括したかたちの運営ガイドライン、あるいは知財規定は、スタート時点からそんなに大きな変化はなく、同じ体制で、同じガイドラインでやっています。

【鈴木分科会長】 あと大学は四つ挙がっていますが、それぞれどういう役割、どういう分担でしょうか。千葉大、首都大、東工大、島根大、ごく簡単で結構です。

【清水 SPL（実施者）】 私からお話いたします。この4大学は、すでにSi系の変換器に関しては大変実績のある先生方です。赤木先生は変換器の電力系統への応用などをいろいろやっていらっしゃる。

【鈴木分科会長】 東工大ですね。

【清水 SPL（実施者）】 東工大です。千葉大の佐藤先生は、回路のキャパシタの問題をいろいろやって議論していただきました。首都大の清水先生は、EMI-(電磁干渉ノイズ)のフィルタの問題を、島根大の山本先生は、主にキャリアー高周波化とリアクトルの最適設計とDC-DCコンバータの高周波化による小型化などを議論しました。

【岡田委員】 最終目標のことで伺いたい。太陽光発電用のパワーコンディショナとして、電力容量が30kW級と設定しているようですが、これは結構な規模だと思います。これは、家庭用のパワーコンディショナとしては考えず、相応の発電所で使うことに絞っているということでしょうか、それとも家庭用まで応用するとすると、コストとしていまのものとは比べるとかなり高くなるということでしょうか。

【清水 SPL（実施者）】 (家庭用の応用に対しては、)技術としては、変換器の効率を上げることと、周波数を上げることによって、騒音、可聴域の音を、SiCを使うことで避けられますので、メリットはあります。また小型化することで、屋外だったものが屋内に入れられることで、今度はメンテフリー、信頼性があります。ですから要素技術としては、そちらのほうでも全部使えます。現に小型の変換器をつくらしているメーカーも出始めていますので、メーカーの三菱電機がどうお考えかわかりませんが、技術としては30kW以上のものであるということではありません。

【岡田委員】 そうしますと、最初に30kWを最終目標に決められた理由はどういうことでしょうか。

【清水 SPL（実施者）】 それは家庭用ですと3kW、4kWですが、デバイスがそのころまだ小さなチップであったことや、ウェハの品質等の問題でカレントがたくさん取れませんでした。しかし今後のパワエレの用途、あるいは太陽光発電を考えると、どうしても大きな出力が必要で、それに必要な技術開発を具体的に考えました。

【岡田委員】 最終目標が30kW級のということで、その用途があって、それに向けて技術開発を行ってこられたということですか。

【清水 SPL（実施者）】 そうです。家庭用よりは少し大きいビルのようなところの発電システムを具体的に考えています。

【岡田委員】 現状は、家庭用、あるいは小規模発電の市場のほうが大きいわけですが。

【清水 SPL（実施者）】 そちらが大きいはずですが、今後の動向としては、30kW、100kWとだんだん増えていきますので、それに対して目標を1桁の家庭用の3kWクラスより一桁大きな30kWに大きくし、技術のスケールアップに伴う問題点を研究しました。

【長澤委員】 研究開発スケジュールについて確認したいのですが、資料5-2の17ページです。もしお答

えが各論になるようなら、そのときでも結構です。アイテムとして三つあります。(1) サーバ用電源、(2) パワーコンディショナ、(3) 電力変換器ですが、(1) と (2) は、実証はどちらもサーバ電源ということになるのでしょうか。

【清水 SPL (実施者)】 (1) はサーバ電源です。(2) は太陽光発電です。

【長澤委員】 (2) に書いてあるのはサーバ電源ではないということですね。

【柚須 (推進者)】 これは印刷ミスです。失礼しました。2項目はパワーコンディショナです。

【長澤委員】 伺いたかったのは、もしも両方パワコンでもサーバ電源でも使えるのだったら、何も三つに分けなくて二つでいいのではないかと。

【柚須 (推進者)】 すみません、大変失礼いたしました。

【新垣委員】 知財の取扱いのことで伺いたい。先ほど2011年度から契約の体制が変わったというお話でしたが、特許の出願も平成23年度、24年度で急増しています。このプロジェクトの中で知財の取扱いは、これは各社で出されているとは思いますが、プロジェクト内では無償で使えるのでしょうか。

【奥村 PL (実施者)】 無償ではないですが、プロジェクトの参画者と、そうでない人はちょっと差をつけようというぐらいのガイドラインを知財ガイドラインとして設けています。

【廣瀬委員】 同じく特許も含めた成果について。特許の出願についてはあえて出さないという戦略もあると思いますが、特許の件数、あとは論文や対外的な発表は、こちらの表のほうでは何年度に何件出したとあります。類似する欧米の同様のプロジェクトと比較した場合、こういった成果の発表件数は、数的にある程度妥当と言えるのでしょうか。もしご存じでしたら教えてください。

【清水 SPL (実施者)】 なかなか難しいのですが、第一と第二(拠点)の具体的なシステム開発となると、個別の学術的な成果はなかなかアピールしにくい。またトータルで、全体で完成することが目標になるので、どうしても発表件数は少なくなります。第三拠点の変換器の基盤技術は、これはむしろ多く使ってもらいたいということで、学会活動は相当行いました。

特に実装に必要な材料、プロセス処理、回路技術等はほとんど公開しますので、その意味ではプロジェクトの成果の波及のインパクトはあると思っています。妥当かどうかと言われると、研究費に対して何件だという評価ではなくて、目標に対して世界のトップの成果を出したという点においては、この活動が十分なアピールをしていると思っています。

【奥村 PL (実施者)】 定量的ではないですが、特に第三拠点などはこの学会発表が主体になりますし、さすがに実用化を目指す第一、第二は、どちらかと言うと特許戦略が重要になります。ただ、最近このSiC、パワー半導体の分野で行われた大きな会議で、結構FUPETの存在感はかなり出たと考えています。これは私が言うのも変ですが、私が組織委員長をやった会議で、海外と比べて特に日本のアクティビティは引けを取らないどころか、一番目立っていたと思います。

【鈴木分科会長】 奥村リーダーからSiのパワーデバイスとSiCのパワーデバイスとGaNのパワーデバイスを比較したスライドがあり、非常にクリアに三者の半導体で切り分けられていますが、本当にこういうふうクリアに切り分けてしまっているのかと見ながら思いました。資料5-3の6ページ下の図ですが、非常にクリアにSiのIGBTをSiCのMOSで、SiのMOSをGaNのHFETで(置き換えるように)切り分けてあります。では、SiのいまのMOS、スーパージャンクションMOSなどをSiCで置き換えるようなアプリケーションはないのか。GaNはこれから発展していくでしょうから、こういうふう言い切ってしまうのか。これは非常にクリアな図になり過ぎているだけに、余計に(心配します)。

【奥村 PL (実施者)】 すべてがこれで説明できるとは言いません。一番わかりやすく説明したいので、この図をつくりました。たとえば、Siのスーパージャンクションなどはまだ入れていませんが、だいたい600~1200Vの間ぐらいになります。これをもう少しよくするために、当然のことながらSiの技術をより進める話もありますし、それよりもシステムメリットが出るような方向に持っていこうとしているの

が、いまのSiCの下に向かった技術開発の方向性であると考えています。これで全部をクリアに説明するとは申し上げません。

【鈴木分科会長】 これはSiCのプロジェクトですので、GaNの人からはまた言い分があるかもしれません。

【奥村PL(実施者)】 GaNのほうは600Vあたりがどうかというところが一番のポイントになると思います。

【鈴木分科会長】 よろしいでしょうか。そろそろ時間になりました。ありがとうございました。ほかにもご意見、ご質問があると思いますが、本プロジェクトの詳細内容につきましては、このあとにまた詳しく説明していただきますので、その際、質問などをいただくことにいたします。

#### ■非公開資料取り扱いの説明

事務局から、資料2-3、資料2-4にもとづき、非公開の資料の取り扱いに関して説明があった。

(非公開セッション)

#### 5. プロジェクトの詳細説明

省略

#### 6. 全体を通しての質疑

省略

#### 7. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み

省略

(公開セッション)

#### 8. まとめ・講評

【鈴木分科会長】 それでは審議も終了いたしましたので、各委員の皆様から講評をいただきたいと思います。非公開のセッションの内容に関しては、この場では触れないでいただきますようお願いいたします。それでは廣瀬委員から始めて、順次、最後に私が講評したいと思います。では廣瀬委員、お願いします。

【廣瀬委員】 幅広い技術の分野と非常にレベルの高い成果を報告していただき、ありがとうございました。ご報告の分野は、我が国の国際力競争のために非常に重要な分野であり、NEDOのような国プロとしていろいろな企業が参画するような場合は、今後も非常に重要だろうと思いました。まだコストを含めた課題が若干ありそうなので、特にコストダウンに関しては、新たなテーマとして継続する等が必要なのではないかと感じました。

【新垣委員】 私も今日聞かせていただいて、成果をととても心強く感じました。当初設定した目標はすべてクリアされ、さらにそれ以上の成果が得られていることもよく分かり、技術開発自体は非常に順調に進捗したと思います。ただし、このプロジェクトの目的は、最初にサブプロジェクトリーダーからお話があったように実用化・事業化にあります。資料3-3に「実用化・事業化は、社会的利用が開始されることであり、企業活動に貢献することである」と記載されていますので、ぜひそこを目指してこれからやっていただきたい。期待しております。

【長澤委員】 私も今回参加するのを非常に楽しみにしてきましたが、予想以上に実証試験などが進んでいて、正直驚きました。おそらくこれで事業化にどんどん拍車がかかっていくと思います。その反面、いまもお話があったように、コストに関してまだ非常に大きな問題があります。それをたどっていくと、まだウェハに問題があって、今日はあまりドロドロした話は出ませんでした。歩留まり等の問題にまた直面せざるをえないと感じました。将来的には非常に明るい話がありますので、何とかここで出た実

証結果を、ウェハが安くなるのを受け身で待つよりは、ポジティブにウェハの品質あるいはコスト低減に、直に結びつける進め方ができれば、非常によいと思いました。

**【岸根委員】** デバイスから回路、実装、装置まで、本当に一貫してよく開発されてきたと思います。達成度も十分であったと思います。おそらくここに出ていない苦勞が現場の方にはたくさんあったと察せられます。並々ならぬご苦勞をされ、本当にご苦勞さまでした。成果は十分達成されたとは思いますが、1点コメントですが、各組織固有の課題と、コスト削減のような共通課題があると思います。そこを整理されて、ぜひ今後につなげていただきたい。

**【岡田委員】** この事業の成果の達成度という意味では、申し分のない、大変すばらしい成果が得られていると感じました。成果を活かして、是非実用化に向けて各企業に頑張ってもらいたい。量産やコストを下げるという意味では、各企業もいろいろと検討を進めておられるようですが、大きな市場が期待できる分野だと思いますので、是非頑張ってもらいたい。

**【末光分科会長代理】** 私も SiC をやっている者として、大変深い感銘を受けました。すばらしい成果が得られ、そして非常に明確なロードマップを描いている企業もあって、大変心強く思いました。一方で、明確なロードマップがあるところもあれば、いま一つ明確でないような印象を受けるところもありました。大ざっぱに言えば、システムとして SiC がどのように使われていくか、明確なシステムメリットを持つところは、しっかりとしたビジネスが見えている。一方で単なる Si の置き換えというところは、これからまだまだ苦戦するのではないかという印象を持ちました。そういう意味で、一つは基板が高いという問題がありますが、新材料の国プロの成果をいち早くフィードバックして、ぜひ問題解決を加速していただきたい。しかし基板のコスト全体に対する割合は、場合によっては意外と低いという感じもしますから、その点、周辺技術をぜひ立ち上げて、繰り返しになりますが、SiC を使ったことによるシステムメリットをアピールしていただきたい。デバイスよりはモジュール、モジュールよりはシステムと、常に高いレイヤのほうに志向することによって、お金をもうけていただきたい。お金をもうけてもらわないと意味がないので、ぜひ SiC を使ってもらいたい。たくさん応用が考えられる中で、直近の応用や、中期的・長期的ないろいろなロードマップがあると思いますが、明確に優先順位をつけて、言い過ぎかもしれませんが、最初は採算を度外視しても SiC を使ってもらおう。少しでも使ってもらおうと基板の流れが出てきますし、流れていくとまた安くなってきますから、そのあたりを少し戦略的に、NEDO の力も借りながら、とにかく SiC を使ってもらおう流れをつくってもらいたいというのが印象です。

**【鈴木分科会長】** 各委員の方からそれぞれ高い評価の意見が出ました。私もまったく同感です。このプロジェクトは、いくつかある SiC のプロジェクトの中で、実際に社会に役立つものをつくっていく非常に重要なプロジェクトで、そういう意味で今日は私も楽しみにして来ました。すでに各委員が述べましたが、それぞれの目標値はクリアされており、最終的に小型のインバータをつくり、パワーコンディショナ用、データセンター用もつくられています。つくり上げるための、実装部品、材料、回路技術、シミュレーション等、非常に基礎的なところや地味なところができあがって、初めて出てきたと思います。そういう意味で、基礎をきちっと積み上げてやられてきたことは、敬意を表したい。その中で FUPET などは典型的ですが、横の連携がうまく行った。つまり、マネジメント面でもリーダーをはじめうまく運営されてきたと評価したい。各企業の話はずっと聞きましたが、それぞれ社内で事業化計画を持ち、事業にしていこうということははっきりしているの、そういう意味でもこのプロジェクトは成功したと思います。ただ、各委員が述べたようにコストの問題があり、開発した技術がそのまま使えるかどうか

など、これから各企業で再検討しなければならない課題もたくさんあるので、これをスタートにして、各企業に努力をしてほしい。一部話が出ていましたが、NEDO が考えるのかもしれませんが、次の一段上のステップの国プロをまた考えるとよいと思います。

それでは推進部長、あるいは実施者代表から何か最後に一言あればお願いいたします。

**【奥村 PL (実施者)】** 本日はいろいろなアドバイス・コメントをいただき、ありがとうございました。このプロジェクトは、いま複数動いている中で、我々は第一世代と呼んでいます、一番実用化に近い部分を扱っています。デバイスが 1kV ぐらいのものでは、メーカーからの SHIPPING が始まっているところもあります。それを受けてどう使っていくか、システム系として世の中に広めていくフェーズに来ているところがあります。そういう意味で最終フェーズに来ているところで、今日お聞きいただいたようなところまで、本当の最終物としての仕上がり具合に来ているところです。あとは企業のビジネス展開を待つところです。一方、よくあることですが、「SiC がそこまで出来ましたね、ではもう完成したのですか」と言われると、実は全然そういうことではありません。私は何回も言っていますが、端的に言いますと、電圧領域が異なるときわめて成熟度に差があります。これは SiC だけではなくてパワーエレクトロニクスという全体像から考えて、よくスイッチング速度と変換容量のマップを書きますが、その領域によってだいぶ差があります。これからパワーエレクトロニクスという技術は、いろいろな領域で使われていく。その中で SiC に限らず、パワーエレクトロニクスの技術をさらに広めていくためには、より成熟度の遅いところをこの先さらに注力しないといけないと思っています。そのときに個別の話以上に、全体として共通の技術開発、統合設計、最終的にはウェハの問題で、これはコストにも効いてきますが、そういうところの存在もかなり留意しないといけないと考えています。今後とも皆様のご支援、アドバイス等、よろしくお願い申し上げます。

**【岡田 (推進者)】** 本日は長時間にわたり評価をいただき、まず御礼を申し上げます。NEDO はいろいろなプロジェクトをやっていますが、本プロジェクトは材料のプロジェクトで、非常に足が長いテーマです。パワー半導体については、今回のプロジェクトは SiC ですが、冒頭、柚須から説明しましたが、昔からいろいろなプロジェクトがあって、今後もいくつか関連プロジェクトがあるような状態です。そういう中でこのプロジェクトは、たったの 4 年間で切り出したわけで、NEDO としては当然、先ほどのウェハのコストの問題も含めて、次の新材料パワー半導体プロジェクトの中でウェハまで遡りますし、用途開発もさらに深掘りしようということで、国会で予算が通ればということになりますが、来年度以降も SiC のプロジェクトは、奥村 PL が申し上げた第二世代のプロジェクトの中で拡充して対応しようと思っています。当然、いろいろな期待の部分もあるかと思っています。我々としては非常に長い目でこの SiC はやっていますので、期待の部分も含めて、この評価のコメントの中で、引き続き先生方からご指導いただくことが我々にとっても一番ありがたいですし、NEDO の今後の方向性として SiC を支援していくことにつながると 생각합니다。是非、こんなこともやるべきではないかといったご指導を、評価のコメントの中でいただければ、大変ありがたいと思っていますので、よろしくお願い申し上げます。

**【鈴木分科会長】** よろしいでしょうか。ではこれで分科会を終わらせていただきますが、事務局から今後の予定など連絡をお願いします。

## 9. 今後の予定、その他

事務局より資料 7 により今後の予定が説明された。

## 10. 閉会

事務局 NEDO 評価部竹下部長から、評価委員への率直な評価のお願いと、実施者の今後の実用化への活動に関する NEDO 追跡調査への協力のお願い、とを旨とする挨拶があり、次いで分科会長が閉会を宣言した。

## 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 (公開版)
- 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・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 6-1 事業原簿 (非公開)
- 資料 6-2-1～資料 6-2-3  
プロジェクトの詳細説明資料 (非公開資料)  
各研究開発テーマの詳細
- 資料 6-3-1～資料 6-3-6  
プロジェクトの詳細説明資料 (非公開資料)  
実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 7 今後の予定

以上