

研究評価委員会  
「カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト」  
(事後評価) 分科会  
議事要旨

日 時：平成23年10月31日(月) 13:00~18:00

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 遠藤 守信 信州大学 工学部 教授  
分科会長代理 中山 喜萬 大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授  
委員 白石 壯志 群馬大学 大学院工学研究科 応用化学・生物化学専攻 准教授  
委員 滝川 浩史 豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 学長補佐/研究基盤センター長 教授  
委員 西野 敦 西野技術士事務所 所長

<推進者>

中山 亨 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長  
前川 一洋 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括  
桐原 和大 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員  
山田 宏之 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
槇田 毅彦 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
吉木 政行 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹  
寺門 守 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹  
坂井 数馬 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
柳 喜芳 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
佐々木 啓 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者>

荒川 公平 日本ゼオン株式会社 取締役常務執行役員  
飯島 澄男 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター センター長  
湯村 守雄 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 副センター長  
畠 賢治 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 上席研究員  
上島 貢 日本ゼオン株式会社 新材料開発研究所 ナノ材料チーム チームリーダー  
玉光 賢次 日本ケミコン株式会社 技術本部 基礎研究センター センター長  
末松 俊造 日本ケミコン株式会社 技術本部 基礎研究センター 機能性材料研究室 主任研究員  
直井 勝彦 東京農工大学 大学院共生科学技術研究院 教授  
羽鳥 浩章 独立行政法人産業技術総合研究所 企画本部 総括企画主幹  
児玉 昌也 独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門  
エネルギー貯蔵材料グループ グループ長  
川田 敬一 日本ゼオン株式会社 総合生産センター生産技術部 担当部長  
廣田 光仁 日本ゼオン株式会社 新材料開発研究所 ナノ材料チーム 主任研究員

渋谷 明慶 日本ゼオン株式会社 新材料開発研究所 ナノ材料チーム 主任研究員  
高井 広和 日本ゼオン株式会社 新材料開発研究所 ナノ材料チーム 主任研究員  
岩城 宏樹 日本ゼオン株式会社 新材料開発研究所 ナノ材料チーム 研究員  
宮本 淳一 東京農工大学 大学院共生科学技術研究院 助教  
町田 健治 日本ケミコン株式会社 技術本部 基礎研究センター 機能性材料研究室 主任研究員  
堀井 大輔 日本ケミコン株式会社 技術本部 基礎研究センター 機能性材料研究室 研究員

<企画調整>

立石 正明 NEDO 総務企画部 主任

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長

三上 強 NEDO 評価部 主幹

土橋 誠 NEDO 評価部 主査

一般傍聴者 5名

## 議事次第

### <公開の部>

1. 開会、分科会の設置について、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」
  - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」
  - 4.3 質疑

### <非公開の部>

非公開資料の取扱いについて

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 カーボンナノチューブ量産化技術開発
  - 5.2 カーボンナノチューブキャパシタ開発
6. 全体を通しての質疑

### <公開の部>

7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

## 議事要旨

### <公開の部>

#### 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。
- ・遠藤分科会長挨拶
- ・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、2-2、2-3および2-4に基づき説明し、本分科会は「議題5. プロジェクトの詳細説明」および「議題6. 全体を通しての質疑」を非公開に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3-1～3-5及び資料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

事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化の見通しについて、資料6に基づき、推進者、実施者より説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

### 主な質疑内容

- ・ 2020年で大容量キャパシタの市場規模が約1000億円であることに対して、本プロジェクトの17.5億円という投資金額はどのように判断しているのかとの質問があった。これに対してつぎの回答があった。市場規模全体の中で、カーボンナノチューブの技術を使ったキャパシタの市場は500億円規模があり得ると予測するが、この開発技術が使われる予測は難しい。キャパシタだけではなく、カーボンナノチューブの生産技術が確立されれば、そこから先に広がる市場も期待できるので、プロジェクトの金額は大きくはなかったと思う。
- ・ 電圧が3.5Vとあるがリチウムイオンキャパシタとしての評価か、EDLCとしての評価かとの質問があり、EDLCであり寿命もあるとの回答があった。さらにEDLCの電解液あるいは溶媒についての詳細は公開できないとの回答があった。
- ・ カーボンナノチューブだけを使ったキャパシタの安全性は◎で、ハイブリッドキャパシタは○になっているがその理由はハイブリッドの活物質に懸念があることかとの質問があり、通常のEDLCはリチウム、金属イオンが全く含まれていないので、それに比べればハイブリッドキャパシタは安全性に若干懸念はあるとの回答があった。
- ・ 電気二重層キャパシタはいまから約40年前に世界で初めて開発し産業化した日本発の世界的技術とすることができるが、そこにカーボンナノチューブという新しい革新的材料を適用して、この分野のブレークスルーをという期待、重要性、必要性は高く評価できる。研究のマネジメントも実用化、産官学の連携をしっかりやっているということで、いくつかのブレークスルーやキャパシタという開発が実現されている、旨のコメントがあった。
- ・ 2014年にカーボンナノチューブの事業化を進める状況にあるとのことで1000億円の市場規模を想定しているのかとの質問があった。これに対して以下の回答があった。Fast-CVDの技術をつくり、さらにそのコストダウンをして、2014年ぐらいに事業化判断をもって設備投資に結びつけたい。投資した額に対応した売上げになるので1000億円は数年でできるものではない。また、事業規模としてたとえば500億円の売上げがあり10%ぐらいの利益があれば、このプロジェクトにかけた投資はすぐに回収できる。

- 研究体制について、産総研、日本ゼオン、日本ケミコンによるプロジェクト研究組織が組織されてうまく機能しているが、研究組織をつくる上でどのような点に苦労されたのか、うまくいったところ、努力したところは何かとの質問があった。これに対して以下の回答があった。多層カーボンナノチューブの合成をやっている会社に声をかけ、スーパーグロースは独特の条件とプロセスがあるので、従来の技術にとらわれない、しかしカーボンナノチューブについて興味を持っている会社を選定した。シャワーの設計、基板の選択、基板を用いた連続プロセスなどの成功は、荒川 PL の指導力、いろいろな分野技術、要素技術に詳しい方々が参加したことによる。キャパシタへの応用では逆にキャパシタをより知り尽くした日本ケミコンの参加がある。さらにナノハイブリッドは直井先生が開発されたナノの技術がカーボンナノチューブとうまく合って良い電極をつくることができた。適切なメンバーを選んだことが、いろいろなブレークスルーの開発につながった。
- キャパシタ開発のために加速的な予算を投入して、レーザー溶接機、キャパシタ試作機、電極表面分析装置を導入したが、これらは実施者で持っていなかったのかとの質問があった。これに対して以下の回答があった。当初カーボンナノチューブの供給量がわずかな量でキャパシタというスケールで考えると極めて小さなセルしかつくるができなかった。それを保有している設備でつくるキャパシタと同様に評価することができず、レーザー溶接機はその評価を加速するために購入した。試作装置、表面分析装置は保有していなかった。また、4 年目ぐらいからカーボンナノチューブはある程度の量が供給されるようになり、レーザー溶接装置の必要性は薄れているが、わずかな量で寿命などの評価をする場合は今後も使う必要がある。
- キャパシタについては多くの新しい知見があるものの、4 件の国内出願と 1 件の国際出願と特許出願が少ないが知財戦略を持っているのかとの質問があり、材料とは異なりノウハウ的な部分は知財として出していない面があるが量産化と比べて少ないことは反省材料になる、旨の回答があった。また、デバイスを外に出していくときには中を開けられることが必ず想定されるためノウハウで残していけるのではないのかとのコメントがあった。
- 委員より、次のコメントがあった。私は炭素繊維をエレクトロニクスに初めて展開したという特許を日本特許と USP で取っている。カーボンナノチューブは繊維の中に入るので私のファーストパテントにやられないように頑張ってもらいたい。私は約 15 年間、時計に使うコイン型の EDLC を量産したが、特許が切れたあとコストとの闘いで韓国、その他の国に負けた。値段で負けないように頑張ってもらいたい。
- 1970 年代、世界に先駆けて EDLC が発明され、日本の創造的技術として世界に大きくアピールして以来、40 年近く経っている。アメリカ、ヨーロッパ、韓国、中国でもスポット的にこの電気二重層の研究成果は出ているが従来のキャパシタを凌駕しブレークスルーするものではない。日本発のこの技術を、どうやって次なるステージにレベルアップするか、あるいはブレークスルーするかというのは、われわれ日本の責任の一部だと思う。今回新しい物質について EDLC にチャレンジしたことは国プロとしては非常に大事なことだと思うが、日本の責任における大きな国家プロジェクトとして、日本の業界や世界に対するアピール、責任を十分果たしたという自己評価をしているのかとの質問があった。これに対して次の回答があった。私見もあるがまだ道半ばだと思う。2 年後にカーボンナノチューブがコストも含めて市場に量を出せる状態になり、これを使ったキャパシタが市場に出て、初めてこのプロジェクトの成果が出たと言える。そこに至るまでの間、このプロジェクトのサポートが必要であれば責任の範囲である。学術的成果は出ているが、これを市場に出していくためには、成果をノウハウとして管理できるのか、これをほかの対抗技術に対して競争力のあるコストで提供できるのか、そこまでできて初めて NEDO としては責任が果たせたと考える。
- 各会社が特許出願しているのか、それとも NEDO が関与しているのか。そのあと、たとえば特許を流出させないための管理あるいは特許売却などのプロテクションをしているのかとの質問があった。

これに対して次の回答があった。カーボンナノチューブ量産については、ほとんどが産総研と日本ゼオンの共同出願であり、基盤的な部分は産総研が単願である。キャパシタ部分も基本的な部分について産総研が出しているものもあるが大部分は日本ケミコンから出願している。また、特許の売却については、日本版バイ・ドール法の規定で NEDO は直接管理できないが、国益を損ずる場合はできないなどの条項があり、少なくとも事前に NEDO に連絡する義務がある。知財を将来に亘って自分で抱えておくのが良いのか、売却ということによって何か利益を得て行くのが良いのかは事業判断を含むので一概には難しい。

- ・ 知的財産に関して、実施者より次の説明があった。このプロジェクトに参加する一つの条件として、排他性を入れている。この排他性を持たせる条件としては、特許、ノウハウの秘匿化と二つあるが、製法特許に関しては産総研と共同出願にして独占権の付与をお願いしている。ノウハウの秘匿化については、装置メーカーはわれわれのノウハウの提供により設備をつくるが、その設備は第三者には売らないという契約をしている。

#### <非公開の部>

##### 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)

#### <公開の部>

##### 7. まとめ・講評

(西野委員) 今日は素晴らしいカーボンファイバーとそれを使ったコンポジット電極を用いたキャパシタについて聞かせていただいた。私自身がファーストパテントで炭素繊維を世界で初めてエレクトロニクスに使ったということで大河内賞をはじめとして IR100 賞など、10 いくつかの賞をいただいたが、それから大きなアドバンスがあつて私個人としても使つてみたいところがある。非常に面白く、久しぶりの大成果につながるように努力していただきたい。

(滝川委員) ナノチューブのアプリケーションとしてはっきりしたものが出てほしい。応用実例や大量に使つた実例があると、学生や今後研究に携わるあるいはナノテクノロジー産業に携わる若い人たちへの励みになる。

また、今回のターゲットはエネルギー分野のキャパシタである。電気自動車は電池だけでは省エネにはなかなか結びつかないので、キャパシタを抱き合わせたシミュレーションと一部の装置をつくっているが問題が大きい。これを小型にして、耐電圧が低いところを解決できるようにつくり込みをしていただければと思う。

国民の皆さんが期待しているプロジェクトであるので実用化に向けて頑張つてほしい。

(白石委員) 大変おもしろい研究成果である。このプロジェクトが成功と考えるならば、その要因としては組織が非常に良くできたことである。再委託先も含めて実施者が非常に機能的にうまくできているということが大きかつたと思う。特に最初に組織化するところが大事だろう。

コストの問題などがあるがナノチューブを使ったキャパシタを実用化していただきたい。

実施者の方はナノチューブでなければいけないという信念を持って研究していると思うが、今回得られた成果をより安価な炭素材料に応用することにも展開すれば炭素材料の

新しい世界が広がると思う。

(中山分科会長代理) 日本で生まれたカーボンナノチューブをまた日本でうまく合成するという手法を生み出し、それを基にして大量合成とその一つの応用としてスーパーキャパシタに展開した。多くの税金は使われているが良い成果が上がっている。

問題は実用化であり、これから実用化までにクリアしないといけない課題、コスト、あるいはスーパーキャパシタの知財に張られているネットも十分検討して、今後、実用化を進めてほしい。

(遠藤分科会長) 1970年代に日本発の技術として、電気二重層キャパシタがつくられ、いまこの技術は脱日本になりつつある。そういう中でスーパーグロスという非常に特色的なカーボンナノチューブをこの分野に適用して、新たな科学と技術でブレークスルーを達成しつつあるということは、大変素晴らしいことだ。

もともと目標値が従来の技術の延長上で設定されていて、それはクリアできているが、願わくはプラスアルファ、何が出たかをもっと強調していただきたい。たとえば電圧とともに容量が増えるというのは、従来の電気二重層ではない機能であり、そこにはおそらく something new のメカニズムがあると思う。

各グループにスペシャリストが集まっており、横串を通すようなシナジー効果、つまり電気二重層キャパシタに SGCNT を使ったハイブリッドの成果はその一つであるが、そういうシナジー効果がもう少し出たら、素晴らしいものになった。

それなりの予算を使ったプロジェクトで、科学の先端を開拓する部分、新しいデバイスをつくり出す部分、そして新たな可能性を開拓する部分のどこを取っても、十分にミッションは果たしたと思う。

大変いい結果を出したことに對して、そして皆様の今日までのご尽力と、相当の障害、解決すべき多くの問題を抱えつつ、それを乗り越えられた研究者の逞しさに対して、結果ともども、改めて敬意を表したい。

総合的な講評は以上であるが、推進者と実施者からつぎの発言があった。

**【推進者】** 最後に講評ということではいろいろなコメントをいただいた。当初立てた目標に対してそれなりにクリアしたがゆえに、さらに目標を従来の延長線上にはないものに、より一層のシナジー効果をとというコメントをいただいたのだと思う。実用化を目指して進めてきたプロジェクトであるが、さらに原理的な部分でまだ解明してほしいと思うこともある。一方で市場に出ていくことによりナノテクの実用化事例としてアピールできていると感じている。このプロジェクトに対して NEDO としても引き続き可能なサポートをしながら、発展を目指していきたい。

**【実施者】** 良い結果が得られた原因は、スーパーグロスという素材が非常に良かったこと、キャパシタという製品コンセプトを選んだということが大きかった。当初より実用化を目指しており、実用化に全員がベクトルを合わせて進めてきたのがこの成果になった。今日の講評の中で、われわれが全然思っていなかった視点、われわれ自身が気がついていない新しい用途に対するアドバイスなど、これからこのプロジェクトを進めていく上で非常に参考になるご意見をいただいた。

8. 今後の予定

9. 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)
  - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
  - 4.2 研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7-1 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
  - カーボンナノチューブ量産化技術開発
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)
  - カーボンナノチューブキャパシタ開発
- 資料 8 今後の予定

以上