

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」  
(事後評価) 第1回分科会 議事録

日 時 : 平成21年10月5日(月) 10:15~18:00

場 所 : WTC コンファレンスセンター 3階 Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	大和田 邦樹	帝京大学 工学部 情報科学科	教授
分科会長代理	石田 誠	豊橋技術科学大学 副学長、電気・電子工学系	教授
委員	浅野 種正	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
	岩田 穆	(株)エイアールテック 代表取締役 広島大学大学院 先端物質科学研究科	特任教授
	庄子 習一	早稲田大学理工学術院 基幹理工学部 電子光システム学科	教授
	南 和幸	山口大学大学院 医学系研究科 応用医工学系学域	教授
	室 英夫	千葉工業大学 工学部 電気電子情報工学科	教授

<オブザーバー>

木下 裕絵	経済産業省 製造産業局 産業機械課	ロボット産業室 技術係長
浅野 由香	経済産業省 製造産業局 研究開発課	研究開発専門職

<推進者>

岡野 克弥	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	機械システム技術開発部 部長
月舘 実	同	主任研究員
犬塚 肇	同	主査
金山 恒二	同	主査
渡辺 秀明	同	主査
松下 智子	同	職員
吉村 香織	同	職員

<実施者>

下山 勲	東京大学 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻	教授、PL
杉山 進	立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構	

ナノマシンシステム技術研究センター 教授、サブ PL

菅 哲朗 東京大学 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 特任助教  
小柳 光正 東北大学 大学院工学研究科 バイオリボティクス専攻 教授  
明渡 純 (独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 主幹研究員  
青柳 昌宏 (独)産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 主幹研究員  
鈴木 祥夫 (独)産業技術総合研究所 バイオ技術産業化センター 主任研究員  
山田 健郎 (独)産業技術総合研究所 ナノチューブ応用研究センター 主任研究員  
藤田 雅之 (財)レーザー技術総合研究所 主席研究員  
逆水 登志夫 マイクロマシンセンター MEMS システム開発センター 企画管理部長  
橋口 原 静岡大学 電子工学研究所 教授  
小池 智之 マイクロマシンセンター MEMS システム開発センター センター長  
前田 幸久 日本ユニシス・エクセリョーションズ株 インダストリー開発部  
MEMS プロジェクト マネージャ  
望月 俊輔 数理システム 科学技術部 研究員  
福本 宏 三菱電機(株) 先端技術総合研究所 センシング技術部 部長  
出尾 晋一 三菱電機(株) 先端技術総合研究所 センシング技術部 主席研究員  
山本 敏 (株)フジクラ 電子デバイス研究所 シリコン技術開発部 係長  
末益 龍夫 (株)フジクラ シリコン技術開発部 部長  
後藤 康 (株)日立製作所 中央研究所 ナノエレクトロニクス研究部 部長  
佐々木 昌 オムロン(株) 技術本部 コアテクノロジーセンター 技術専門職  
李 相烈 オムロン(株) 技術本部 コアテクノロジーセンター 主事  
舟木 英之 (株)東芝 研究開発センター 表示基盤技術ラボラトリー 主任研究員  
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 主事  
清水 悦朗 オリンパス(株) MEMS 開発部 開発 2 グループ グループリーダー  
渡辺 哲也 横河電機(株) 先端技術研究所 MEMS 研究室長  
久保 雅男 パナソニック電工(株) 微細プロセス開発センター センター長  
富井 和志 パナソニック電工(株) 微細プロセス開発センター 素子開発グループ  
グループ長  
中村 康一 立命館大学 ナノマシンシステム技術研究センター  
チェアプロフェッサー

<NEDO企画担当>

村瀬 智子 (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価部 統括主幹  
寺門 守 同 主幹

峯元 克浩 同 主査

吉崎 真由美 同 主査

<一般傍聴者> 6名

## 議事次第

<公開の部>

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
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明
  - (1) 事業の位置づけ・必要性 (NEDO 犬塚主査)
  - (2) 研究開発マネジメント (NEDO 犬塚主査)
  - (3) 研究開発成果 (東大 下山教授)
  - (4) 実用化の見通し (東大 下山教授)
  - (5) 質疑

<昼食・休憩>

<非公開の部>

6. プロジェクトの詳細説明【助成】
  - ・分科会の非公開について

### 【入れ替え】

- ① MEMS／ナノ機能の複合技術の開発
  - ①－1. ナノ機能を組み込んだ MEMS デバイスの製造技術 (三菱電機)
- ② MEMS／半導体の一体形成技術の開発
  - ②－1. MEMS－半導体プロセス統合モノリシック製造技術 (日立製作所)
  - ②－2. MEMS－半導体縦方向配線技術－1 (オムロン)
  - ②－3. MEMS－半導体縦方向配線技術－2 (フジクラ)

<休憩>

- ②－4. MEMS－半導体横方向配線技術 (東芝)
- ③ MEMS／MEMS の高集積結合技術の開発
  - ③－1. 異種材料多層 MEMS 集積化技術 (オリンパス)
  - ③－2. ビルドアップ型多層 MEMS 集積化技術－1 (パナソニック 電工)
  - ③－3. ビルドアップ型多層 MEMS 集積化技術－2 (横河電機)

<休憩>

<公開の部>

7. プロジェクトの詳細説明【委託】

- ・ 基礎的・基盤的研究開発
  - ① MEMS／ナノ機能の複合技術の開発（立命館大 杉山教授）
  - ② MEMS／半導体の一体形成技術の開発（立命館大 杉山教授）
  - ③ MEMS／MEMS の高集積結合技術の開発（立命館大 杉山教授）
- ・ 知的基盤・標準整備などの研究開発
  - ④ 高集積・複合 MEMS 知識データベースの整備（マイクロマシンセンター）
  - ⑤ 高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発（マイクロマシンセンター）
- 8. 全体を通しての質疑応答
- 9. まとめ・講評
- 10. 今後の予定、その他
- 11. 閉会

#### **議題1. 開会、分科会の設置、資料の確認**

事務局より資料 1-1、1-2 に基づき本分科会設置についての説明があり、予め NEDO 技術開発機構理事長より指名された大和田分科会長が紹介された。大和田分科会長の挨拶の後、分科会委員、プロジェクトの推進者、実施者、評価事務局の出席者が紹介された。続いて事務局から配布資料の確認が行われた。

#### **議題2. 分科会の公開について**

事務局より資料 2-1、2-2 に基づき、研究評価委員会分科会の公開についての説明が行われ、本分科会の議題 6. プロジェクトの詳細説明【助成】については非公開とすることが了承された。

#### **議題3. 評価の実施方法**

#### **議題4. 評価報告書の構成について**

事務局より資料 3-1～3-5、資料 4 に基づき別途用意された PPT で、評価の実施方法と評価報告書の構成についての提案の説明が行われた。事務局からの提案内容を基本に本評価を進めることが了承された。

#### **議題5. プロジェクトの全体概要（公開）**

- (1) 事業の位置づけ・必要性 (NEDO 犬塚主査)
- (2) 研究開発マネジメント (NEDO 犬塚主査)
- (3) 研究開発成果 (東大 下山教授)
- (4) 実用化の見通し (東大 下山教授)

資料 5-2 に基づき、推進者より (1) と (2) に関して、実施者より (3)、(4) に関して説明が行われた後、質疑応答が行われた。

【大和田分科会長】 ありがとうございます。ただ今のご説明に対して、ご意見、ご質問等がありましたらお願い致します。技術の詳細については、後ほど議題 6 と 7 で討論しますので、ここでは主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについてご意見をお願い致します。石田先生から先ず何かご質問をお願いしたいと思います。

【石田分科会長代理】 いま世界で非常に競争の激しい分野で、日本の国力を上げるという意味で、こういうプロジェクトを推進することは非常に目的に合って良いかと思えます。いまの概要説明で成果も出ているという話でしたが、いま経済も非常に大変で企業では、こういう分野を含めて、いかに日本を強くして行くかということが求められているわけです。

これまでの半導体以外に今のこういう分野を強くするというで非常に良いのですが、今回はそういう布石を打つということで、これが、あるいは今までのが、どういうふうに産業力として活かされているのかというところが重要かと思えます。特に MEMS 分野でも、日本は前々から大学を含めて非常に技術開発をやって来ており、そういう意味では後からスタートしたのですが、それによって国がずっと優位を保っているのかと言うところが、一番重要かと思えます。

ですからこの NEDO のプロジェクトだけでそれが達成されるとは言えませんが、これを基にして企業の方々もそれを達成しようとしてやられているのでしょうけれども、その辺がやはり一番重要なかと思えました。

詳細説明で出てくる企業の方々から、例えばこれで競争力が強くなって、海外の企業に対してこういうアドバンテージが出来たというのが見えると、一番良いと思えます。

【浅野委員】 3点ありますが、1点1点質問させていただきます。先ず1点目は、「高集積・複合」とあるのですが、そのうち「複合」は分かり易く、例えば異種機能を合わせようとか、そういう意味が一つの出口のイメージかなと思うのですが、「高集積」がどういうイメージで、かつそれが何をもちたるところまで行こうとしているのかが良く分からなかったのです。高集積という意味、テーマそのものの意味をご説明頂きたいと思えます。

【犬塚主査（推進者）】 高集積という言葉で、例えば LSI などのようにすごく狭いところにいっぱい部品を収める、そういうイメージとはたぶんちょっと違うと考えています。高度な集積、MEMS でも例えばセンサ、あるいは光学素子とプリズムとか、異なるものを組み合わせるといふ、高い技術水準での集積ということも含めて、高集積と考えています。

【下山 PL（実施者）】 少し補足しますと、例えば光学部品は、今まで集積がなかなか難しかった。特にオリンパスが今回やったように、プリズムとかミラーとか、それを高集積して行くことは非常に難しかったのですが、一言で言って、サイズで 10 分の 1、あるいは 100 分の 1 に集積して行ったというようなことだと思います。

【浅野委員】 そうすると小型というようなイメージでよろしいのでしょうか。

【下山 PL（実施者）】 その中に多くの光学素子、例えばスキャナーとかも入っている。それは複合かも知れませんが、それからミラーとかプリズムとか、あるいはレーザーダ

イオードとかそういったものがすべて入って、しかも寸法も非常に小さくなっている。

【浅野委員】 分かりました。2点目、よろしいでしょうか。国内の市場規模2兆円ということで、楽しい規模だと思えますが、ワールドワイドではどのくらいの市場が見込めて、そのどこを取りに行こうとしているのか、その戦略を教えてください。

【犬塚主査（推進者）】 実は国内産業で自動車などであるシェアを取れた場合には、日本の自動車産業は非常にグローバルになっており、国内で取ることが出来れば、同じように波及効果としてグローバルに広まって行くと言う形で先ず取れる。そして、その最終製品がこのMEMSを武器にして、海外に対して競争力を持つことで広がって行くと言う形での競争力を高めて行くと考えています。

【下山 PL（実施者）】 ちょっと補足致します。だいたいざっくりの数字ですが、現時点では数兆円ぐらいのワールドワイドの市場があるだろう。その中で、いわゆる単機能MEMSは、例えば加速度センサがWiiに使われているとか、そういった形で展開されているだろう。

でもその次のフェーズとしては、複合された機能、例えばオプティックスな話ばかりですが、そういったものが集積化されているものについて、今まで研究レベルでは発表がありました。これが実用化になって行くといったものについて、まず日本が一番先頭になって、その製品を出して行く。例えば健康デバイス、あるいはパナソニック電工がやられたように非常に高度な照明とか、そういったいろいろな展開が期待されており、そこに応えて行くことが大きな戦略だと思います。

【浅野委員】 3点目に移らせて頂きます。ある意味、先ほどの石田先生のコメントにも関連するのですが、データベースというのはすばらしい取り組みだと思います。今はたぶん国内向けだと思うのですが、グローバルな戦略は何かお考えですか。

【犬塚主査（推進者）】 例えば英語版を作るとか、そういったことでしょうか。データベースを海外の方に利用し易くするというのは、われわれの国プロの趣旨とは合わないところがあると思っております。要するに国内産業の強化のためにやっておりますので。

【浅野委員】 例えば、これは甘いのかも知れませんが、よく検討しないとイケないのですが、いわゆるワールドワイドでCOEのようなものを日本がイメージしようという時には、そういうデータベースを有効に活用できる可能性もあるのではないかと、ふと思ったので、そういう観点で聞かせて頂きましたが。

【犬塚主査（推進者）】 データベースを武器に世界中の知恵を日本に集めるとかそういった使い方は出来ないかということですか。

【浅野委員】 そういうことです。

【犬塚主査（推進者）】 それに関して、そういう使い方があると、実は今回初めて知恵を頂きました。今後、検討したいと思えます。

【下山 PL（実施者）】 おもしろい使い方として、アクセスされた件数が多いと上の方にすぐ見えるような形になって来ています。ですから、例えば企業がこれからこんなMEMSをやってみようとした時に、このデータベースにアクセスして頂いたり、あるいは大学

でニューカマーの人が来られて、MEMS で新しい研究でどんなことがあるのだろうかという種を探す時に、いま世の中でどんなものが注目されているのかというのが、比較的良く分かるような構造になっていますので、是非ご利用頂ければと思います。

【浅野委員】 ありがとうございます。

【大和田分科会長】 他の先生方はいかがでしょうか。では岩田先生、お願いします。

【岩田委員】 新しいMEMS の製造技術ということで、非常に良いプロジェクトを実施されたと思いますが、こういう新しい技術を開発する時に、やはり製造技術、あるいは材料、プラスその非常に大きな原動力として、アプリケーションとか何に使うのだと、そういうところはこれから非常に重要になって来ていると思います。

このプロジェクトの取り組み方として、そういうアプリケーションとかシステムが、あからさまには組み込まれていないような形に見えるのですが、その辺りはどのようなお考えでこういうふうに取り組みされて来たのか、あるいはその辺をどのように補われて来た野かといった辺りを、ちょっとお考え、ならびに状況、今後の展望をお聞かせ頂きたいと思います。

【犬塚主査（推進者）】 アプリケーションに関して、助成研究と委託研究で多少スタンスが違っていると思います。助成研究に関しては、各企業で IP（知的財産）の関係があって、この場ではなかなか話をしにくいところもありますが、それぞれ具体的なアプリケーションを持っております。たまたま公開の場ということで見えにくくなっているのかも知れませんが、それぞれは具体的なものを持っています。これに関しては分科会後半に助成研究の詳細説明で報告する予定です。

委託研究に関しては、こういった企業との連携を進める中で、例えば先ほどの SPR センサ、また後半の方でいろいろ話があるのですが、東大の技術がオムロンに使えるかどうか、そういった形でやっていく中で、アプリケーションがどんどん広がっているということがあります。さらに成果普及活動として展示会などにいろいろ出したことで、技術を使いたいとか、共同研究をやりたいと、あくまで製品を前面に置いたプロジェクトではないのですが、活動の中でアプリケーションが次々に発掘されてくるという形で、当初予想していたよりもたくさんのアプリケーションが出て来ていると考えていますし、そういった形でアプリケーションに繋げて行こうと考えています。

【下山 PL（実施者）】 NEDO の立場からはなかなか歯切れの良い回答が出来にくいのかも知れませんが、ちょっと無責任な言い方になってしまうかも知れませんが、またあとの非公開の場で、そういった話はたくさん出て来ると思います。例えばオリンパスは健康センサ、SPR による化学量の計測、パナソニックは LED のフィードバックを使って LED の照明、あるいは例えばオムロンが私たちと一緒にやったのは、赤外線をいわゆる凹面鏡で集光することによって、ゲルマニウムのようなレンズが要らないようにするとか、その企業ごとにもものすごくシャープなアプリケーションが設定されています。

【岩田委員】 いまお話を聞きますと、いまの例題でも少し多機能を持ったデバイスレベルの話にややとどまるのかなという印象を若干受けました。

それをもう少し広い意味のシステムなどに展開して行くところは、たぶんこのプロジェクトの主目的ではないと思うのですが、その辺は各企業の活動に任せて発展を期待して行くという立場でしょうか。

【犬塚主査（推進者）】 基本的にはそういう立場で考えて頂いて良いと思いますし、午後の非公開の方で具体的な話もあります。先ほどのうち一つだけ公開できる例として横河電機の変波長レーザーが成分分析システムとして発展するという形で、単にデバイスにとどまらずに、システムとしての開発をイノベーション推進事業として今後進めていきます。

【岩田委員】 分かりました。それからもう一つご質問したいのですが、こういった研究は先端的に進んで来ていると拝見し、世界的に見て今回やられた研究、ならびにその成果がかなり世界を先導しているものであるとお聞きしました。

世の中と比べてここは本当に勝っているとか、あるいはここはもうちょっと頑張らないといけないのかという辺りがイマイチまだ良く分かっていないのですが、その辺を全体的な立場でどうなのか、少し補足して頂ければと思います。

【犬塚主査（推進者）】 全体でというところは、テーマが非常に多岐に渡っているものだから表現が難しいのですが。

【岩田委員】 では代表的なところで。

【犬塚主査（推進者）】 代表的なところで、例えばカーボンナノチューブを使った MEMS デバイスが「ネイチャー」などに掲載されて、世界的にもきわめて注目度が高いということで、そういった基礎的・基盤的な研究に関してサイエンスとエンジニアリングのはざまのところ、高い先進的な研究をやっていると考えています。また製品化に関しては、かなり企業と戦略とも絡んでくるものですから、実際に製品が出る段階で、競争力という形で見えて来るとは思いますが、製品という場合には比較が難しいところがあります。

【岩田委員】 分かりました。ありがとうございました。

【庄子委員】 大きく 2 点ほどお聞きしたいことがあります。一つは、最初にこのような戦略を立てられる時に、たぶんアメリカ、ヨーロッパは比較的想定しやすいと思うのですが、むしろ今後のことを考えると日本以外のアジア、例えば台湾、韓国、その辺のところはかなり競争相手になって来ている、そこに対する差別化を意識されているようなところはありますか。

【犬塚主査（推進者）】 差別化ということで、例えば台湾では TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) などが LSI 互換のプロセスを使って大規模ファクトリーをやっている、同じ方向で行くのはあまり得策ではないと考え、今回は日本が得意としている縦方向の加工技術を活かして武器にするというところが、まず差別化のポイントとして挙げています。

それからカーボンナノチューブを使った MEMS のように、ナノ材料に関しても日本が一番強いと考えていますので、カーボンナノチューブを使った MEMS、あるいは三菱がや



っているカーボンナノチューブを少し金の中に混ぜることで、きわめて耐電力性の高いデバイスを作るとか、そういったナノ材料の活用などで日本の強いところを活かす形で今回のプロジェクトの競争力と考えています。

【庄子委員】 その際にいろいろな観点から言いますと、実際にこういう技術が使われるためにはローコストといったことがかなり大事な点だと思われませんが、その辺の意識はいかがでしょうか。

【犬塚主査（推進者）】 コストに関しては、これは特に助成先ですが、今かなりアプリケーションの方は見えています。その中で実際に市場を取って行く上で、実施者は一生懸命コストのことを考えています。当然開発品ですので、コストの面でまだ製品に持って行く時の課題はあるのですが、マーケットで受け入れられるコストに対してどうやってそのギャップを詰めて行くか、彼らは非常に真剣にやっています。これから研究開発を継続して行くことで、市場に受け入れられるコストは達成できると考えています。それは重要課題としてそれぞれ取り組んでいます。

【庄子委員】 2点目ですが、マネジメントに関して、いろいろな情勢の変化に対応したマネジメントをされているという話でしたが、たぶんこのプロジェクトを開始されてからいろいろな意味で環境とか対環境とかがだんだん重要なポイントになって来ている時期があったかと思います。その点に関してこのプロジェクト、あるいは次のプロジェクトにつなげるという形でも良いのですが、例えばこういう製造プロセス、集積化といった時に、ローエミッションなどのキーワードで何かを実施されたことはありますか。

【犬塚主査（推進者）】 開発プロセスとして、ローエミッションは特に念頭には置いていません。MEMS化で大きなデバイスが小さくなることによって、自動的に環境にはやさしくなる方向にあると思います。むしろアプリケーションとして、環境関係で、例えば車の燃費向上、あるいはいろいろな機器の軽量化という形で、環境に伴う新しいニーズが出て来て、そういうニーズという形で今回のプロジェクトの成果が環境に貢献できるのではないかと考えています。

【庄子委員】 ありがとうございます。

【南 委員】 重複するかもしれませんが、2点ほどお聞きしたいと思います。テーマ構成の考え方で、三角形の図を見せて頂いてなるほどと思ったのですが、今回いろいろな目標を立てて成果を出されていますが、いま海外でいろいろ先行しているメーカーがあり、それに追いついて追い越せるという目標設定になっていて、それをクリアしたと理解してよろしいのでしょうか。

【犬塚主査（推進者）】 今回のプロジェクトでは、むしろ方向性に特色を出そうということがあって、例えば平面マイクロマシンを使って大々的にやっているところに対して、そちらで追いついて追い越そうとかそういう考え方ではなくて、そういう競争力について今回のプロジェクトでは考えておりません。むしろ高集積・複合MEMSのマーケットは非常に広いので、その中で日本が得意とする分野のマーケットを取って競争力を維持するという形での競争力を考えています。

【南 委員】 要は、デバイスの特徴で持って、日本が強みを持っているところを取ろうということですね。もう一つ、いかに多くの企業を巻き込むかということか、産業底辺とかを巻き込むかということが、たぶん範囲の拡大ということに入っていると思います。今回助成の研究をされているところは今までやってきたメーカーということで、当然そこで最先端のことをやるべきだと思いますが、裾野を広げていくという方向性でちょっと弱いのかなという気がするのですが、それはどのようにお考えでしょうか。

【犬塚主査（推進者）】 もっと裾野を広げるためにやるべきだというのは、確かに正しいと思います。ただ、今回のプロジェクトでは、そこはかなり意識しておりまして、開発成果に関して知識データベースという形で知的所有権とか事業戦略にかかわらない部分はデータベースでアクセスできるようになっていますし、研究開発成果のいろいろなデータを反映した形での設計プラットフォームも無償で開放しています。

しかも実施していただいたマイクロマシンセンター、協力先の静岡大学といったところは、電気学会や機械学会で研究会を発足して、これからも普及に努めますので、われわれとしてはいまかなり裾野を広げる面で頑張っているつもりです。もっと頑張るべきだというのはおっしゃる通りで、さらに頑張りたいと思います。

【南 委員】 データベースは、どちらかと言うと今やっているメーカーさん、研究者が一番活用できる形ではないかと思うので、出来ればこれからどんどん裾野を広げて行って頂ければと思います。ありがとうございました。

【室 委員】 個々の研究テーマに関しては新しい知見が得られたとか、非常にいろいろな成果が出たと思いますが、国家プロジェクトとして、ある目標に向かってやられたと思います。その成果を図る指標、例えば集積とか複合というのは、昔からいろいろ言われて来て、特に目新しい話とは言えないと思います。例えば LSI だと設計ルールの微細化ということで、何ナノメートルを目指そうという目標に向かって動くという姿があると思うのですが、MEMS の場合は国としてどういう指標を考えられているかについて、ご意見があれば。

【犬塚主査（推進者）】 LSI の場合はムーアの法則などガイドラインがあるのですが、今回の高集積・複合 MEMS の場合、どちらかと言うと、モア・ザン・ムーアの方になっており、ムーアの法則とは離れた形でやっています。指標というのは、実はなかなか難しいところがあります。われわれがやったことが正しい方向性であったかどうか、実は 3 年先とか 2015 年ぐらいまでにたぶん判断がつくことになると思います。

今回、事業者がだいたいそこぐらいまでに製品を出すという計画を出しておられますので、これからわれわれも事後の経過を追って行って、それによって無事に事業化されて、それが市場に出るといふことであれば、たぶんわれわれの方向性は正しかったということになると思います。あるいはそれがうまく軌道に乗っていないという、何か間違いがあったと、そういった形で先ず一つ事業として判断ができると思います。

裾野に関しては、たぶん時間軸としてはもうちょっとかかるとは思いますが、今回の成果普及活動によって参入者が増えたとか、そういった形での判断になるかと思えます。

【下山 PL (実施者)】 一言補足ですが、先ほどの質問にもかかわるかと思ったのですが、単にいろいろなものを詰め込んだというだけではなくて、例えばカーボンナノチューブが MEMS の一部として使えるようになりましてとか、あるいは分子認識素子が MEMS の一部として使えるようになりましてとか、あるいは非常に小さな機械的な構造で MEMS の機能を付加することが出来ましたとか、小さく、あるいはナノテクといわれるようなもので初めて実現できるような MEMS の機能も入れ込めたと思っています。

【室 委員】 今後ともずっとこういったプロジェクトをやられると思うのですが、もう少し長期を見たロードマップは何か作られているのでしょうか。

【犬塚主査 (推進者)】 ロードマップに関しては、経産省と共同で毎年 MEMS のロードマップを更新しており、時間軸としては分野によりますが、2030 年ぐらいまでであったように思います。その先に関しては、これからも広げるようにして行きたいと思ひますし、項目によってたぶん長期のものが書けるものと、そうでないものがあると思ひますが、そういったことはやって行きたいと思ひます。

【大和田分科会長】 時間の関係がありますので最後に私の方からも一つ質問させて頂きたいと思ひます。この実用化につなげて行くことが大事だと思ひますが、その場合に非常に大事なことはフォローアップだと思ひます。研究をやって、それでやりっ放しということではなくて、それをいかにフォローアップして行くかということです。それは個々の助成企業の努力に任せる、あるいは委託研究の場合は、各研究機関が後は自分達で頑張れば良いということではあると思ひますが、NEDO としてのフォローアップをシステムティックにやろうということは何かあるのでしょうか。

【犬塚主査 (推進者)】 そういう仕組みはあります。NEDO ではプロジェクト終了後に、3 年後とか、委託先なり助成先をとときどき訪問して、事業化の状況などについて報告をして頂き、それらを集約して NEDO の戦略としても反映して行きますし、ずっとウォッチするということは制度として出来上がっています。

【大和田分科会長】

いろいろご意見が他にもあるかと思ひますが、時間の関係で後ほど詳細の内容の時に、またご質問をお願いしたいと思ひます。

では一応予定の時間が参りましたので、ここで 45 分間の休憩を取り、再開は 12 時半とさせて頂きますので、よろしくお願ひ致します。

<昼食・休憩>

## 議題6. プロジェクトの詳細説明【助成】(非公開)

<入れ替え・休憩>

## 議題7. プロジェクトの詳細説明【委託】(公開)

・ 基礎的・基盤的研究開発

- ① MEMS／ナノ機能の複合技術の開発(立命館大 杉山教授)
- ② MEMS／半導体の一体形成技術の開発(立命館大 杉山教授)
- ③ MEMS／MEMS の高集積結合技術の開発(立命館大 杉山教授)

・ 知的基盤・標準整備などの研究開発

- ④ 高集積・複合 MEMS 知識データベースの整備(マイクロマシンセンター)
- ⑤ 高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発(マイクロマシンセンター)

資料 7 に基づき、実施者の杉山教授より 3 件の基礎的・基盤的研究開発に関して、まとめて説明が行われた後、質疑応答が行われた。

また、それに続いて、実施者のマイクロマシンセンターより 2 件の知的基盤・標準整備などの研究開発に関して、それぞれ毎に、説明が行われた後、質疑応答が行われた。

### 基礎的・基盤的研究開発についての質疑応答

【大和田分科会長】 ありがとうございます。それでは委員の方からご質問をお願いしたいと思います。

【石田分科会長代理】 最後のレーザーによるダイシング評価で、波長の可変等で新しいダイシング手法を見出したと言うことですが、従来と比較して何が新しいのかが分かるが良いのですが。

【藤田（実施者）】 恐らく、従来技術というのはステルスダイシングとの比較だと思います。われわれも何百回と受けた質問で、ご説明させていただきます。

ステルスダイシングと言っても定義が曖昧で、あくまで企業の商標名と言って良いと思います。それと学問的に比較するのは無理ですが、公表されているデータを基に、われわれとはどう違うかを説明します。

ステルスダイシングはウエハの表面に亀裂を発生させることなく、というのが一つのポイントです。ウエハを内部加工し、テープエキスパンドによる引っ張り応力でウエハを分割する組み合わせ技術です。レーザーによる内部加工は周知の事実で、昔からやられていました。テープエキスパンドも昔からやられています。これを組み合わせた技術がステルスダイシングだと言えます。

ステルスダイシングについては、その亀裂は表面に達していませんで、表面に達した場合はハーフカットと呼んで、ステルスダイシングと区別しています。また、ステルスダイシングでは実際にチップ化する時は、テープエキスパンドによる引っ張り応力で亀裂を伸展させます。われわれとは、この 2 点が違います。

われわれの新しいダイシングは多層に特化しています。

CO<sub>2</sub> レーザーはガラスによく吸収されてシリコンを透過するので、シリコン側からレーザーを入れると接合面のガラス側に吸収されて、熱応力が発生する。ガラスには何もしてないけれども、シリコンから亀裂がガラスに向かって伸展するという現象をわれわれが見出し、それを使用したダイシング法です。

新しいダイシング技術のポイントは、100n 秒以上のパルス幅を持つレーザーの集光ポイントを制御することにより、シリコン表面に直線上の亀裂を安定的に発生させます。同時に接合面には弱い応力集中部を形成します。もともと接合面に存在する、均一ではあるけれども弱い応力をダイシングラインに沿って集中させることになります。

それから、応力集中部に CO<sub>2</sub> レーザーを照射して局所的に熱応力を加える。一般的にガラスの切断に適用されている手法を多層に対して、第 2 プロセスとして応用したということです。

レーザー核融合に用いられる 30cm くらいのミラーがありますが、誘電体多層コートです。これは放っておくと亀裂が走ります。なぜかと言うと、誘電体多層コートと基板の石英ガラスの間に応力がかかり、そこに変な不均質性があると勝手に割れます。われわれはそれをシリコンとガラスの多層に適用したと考えていて、原理的にはステルスと異なると説明させていただきます。

【石田分科会長代理】 そうすると、学問的なメカニズムは別として、違いは、こういう陽極接合等を使ったガラス基板はこれでないとは実現できないという結論でよろしいですか。

【藤田（実施者）】 いえ、それは違います。いろいろな方法、可能性はあります。ユーザーがガラス面のダイシング断面にどれだけのクオリティを要求するかによって変わります。当然、レーザーでガラスの内部に内部加工していけばガラスはきれいに切断できますが、側面のクオリティは 50 $\mu$ m くらいのざらつきが発生します。

この場合、もっとクオリティが要するというニーズに対しては、シリコンとガラス、シリコンだけに加工してガラスには何も加工しない。そうすると、きれいに切断できます。それぞれのクオリティに対して、コストとスピードはユーザーによってさまざまなので、これしかないということは主張しません。

【石田分科会長代理】 詳細説明でその辺が分かったら良かったなと思いました。

【藤田（実施者）】 それはおっしゃる通りだと思います。

【大和田分科会長】 他にご質問はいかがですか。杉山先生の最後のパワーポイントの実用化に向けた今後の取り組みで、各テーマについて「助成先と共同開発」、「企業との設備開発」、「応用技術開発」とありますが、「応用技術開発」というのは、具体的にはどういうことを指しているのですか。

【杉山（実施者）】 具体的には、例えばここで生まれた連携の助成企業と 1 対 1 でつながってやって行くところは 1 番目です。それ以外に独自に進めた研究成果があり、それに関しては応用開発ということで、各テーマの後に今後の展開ということです。例えばこれから企業と共同研究をやる。あるいは、CREST の中で展開して行くといった内容です。

【大和田分科会長】 いずれにしても、大学と研究所だけではなく企業とタイアップして何かやって行きましょうということですね。

【杉山（実施者）】 そうということです。

【大和田分科会長】 分かりました。

【犬塚主査（推進者）】 補足させていただきます。表の上から三つ目ですが、例えばカーボンナノチューブは CREST の新プロジェクトに入ります。カーボンナノチューブの物性を利用して、やわらかい電子デバイスの形で研究を継続するという事です。

今回のプロジェクトで作ったのは MEMS のスイッチや接続の立体配線といったものですが、さらにその技術を使ってもっと具体的で特徴が出るデバイスにするために開発することも、新しい応用という意味で応用開発と言っています。

レーザー総研などで設備を置いていろいろな方に試してもらうことで、このメリットが出るようなアプリケーションをさらに広げていく。要するに、今の時点で思っていること、プラス・アルファの新しいアプリケーションを発掘して実用化につなげていきますよと言うことをまとめて、応用技術開発という形で表現させていただきました。

【大和田分科会長】 午前中にもお聞きしましたが、こういう研究プロジェクトは実用化のためにはフォローアップが非常に大事で、そのためにいろいろと調査をしているという話もありました。推進側として、そういう点はかなり重要視してやって行こうということでしょうか。

【犬塚主査（推進者）】 フォローアップに関しては、何年後にどう実用化になっているか、個々にフォローをかけて責任を問うと言うことではありません。

NEDO の仕事のやり方や、そういった形で少しでも製品化率が高くなるプロジェクトの進め方、テーマの設定をするために、うまく実用化されたとしたらそれは何がよかったのか。途中で行き詰まったとしたら何が課題で、それを打破するためにはどういう仕組み、あるいはテーマ設定の仕方をすれば良いか。全体のマネジメントに反映する形で、基本的には何年かに 1 回、状況を追跡調査しています。

【金山（推進者）】 NEDO の制度的なご説明をすると、このプロジェクトは助成事業と委託事業の両方を行っていますが、助成事業に関しては企業化状況報告があり、プロジェクト終了後、毎年、企業の方に助成事業の成果についてご報告して頂くことになっています。そういった観点から企業化のフォローアップを行っています。

また、犬塚から説明があった通り、助成事業、委託事業、両方に関して NEDO は追跡調査を実施しており、今後 5 年間について、委託事業と助成事業の研究テーマの発展具合に関してもフォローアップして行く形になっています。

【大和田分科会長】 どうぞ。

【浅野委員】 追加です。たぶん大和田先生のご質問の中には、NEDO として積極的に、例えば民間との共同研究を推進するようなアクションを起こすのですかと言うご質問が含まれていたと思いますが、そのお答えがない。

【犬塚主査（推進者）】 それに関しては状況に寄ります。例えば横河電機は、イノベーション推進事業を使って開発したデバイスを、今度はシステムを開発するという形で援助します。

こういった制度を使って、フォローアップの時に課題に対して NEDO が例えばイノベーション推進事業を進めたり、あるいは NEDO は「こんなところでこんなことをやってい

る」と今まで蓄積して把握していますので、例えば民間企業とマッチングする形でサポートする。うまくマッチングできる場面があれば、して行きたいと考えています。

【大和田分科会長】 質問というよりはコメントですが、こういうプロジェクトは国の予算を使ってやるわけです。できれば実用化して、確実に成果を発揮して、産業競争力の強化につながって行くこと非常に大事だと思います。

そのために調査だけでなく、フォローアップというよりむしろバックアップといったところに今後、力を入れて頂いたら良いのではないかと。個人的な感想ですが、よろしくお願ひしたいと思います。

【岡野（推進者）】 いまの大和田先生のお話の関連ですが、こちらの全体的なイメージをお伝えしたいと思います。私どもの部だけではなく、NEDOの研究開発すべてに共通して当てはまるのは、やり放しというか、そのあとどうなったのかがうやむやにならないようにと言うことが非常に大きな課題になっています。

システムティックにどういうことがあるかは、いま前述した通り、5年間の追跡をシステムティックにやっています。ただ、それをやっているだけで良いのかどうかは私自身、疑問のところがあります。それに加えて、これは強制力がありません。例えば大和田先生がおっしゃるように、企業との連携がどうなっているかはアドホックに私達からいろいろな形で、あれやこれやの形で機会をとらえて推進しています。

事業化という観点だけではないと思いますが、例えばもう一つの形態としては日本が開発した技術、枠組みを世界に浸透させる効果、例えば標準です。特許、知財の確保に加えて、国際標準の形で世界的なものの基盤を押さえて行くことも広い意味での実用化だと思います。これについては実際にNEDOから資金的な支援をする場合も有ります。

これは私どもNEDOという独立行政法人だけの問題ではなく、他のいろいろな研究開発をする独法の問題点でもありますが、実際に産業化につながっているかが非常に大きな観点になっています。システムティックなものも、そうでないものも、いろいろな合わせ技で最大限やって行くのが今のNEDOの状況です。

【大和田分科会長】 ありがとうございます。国際標準化についてはもともとこのプロジェクトの対象ではないということで、評価自体もやらないということになっておりますが、国際標準につながるような良い技術が開発されたのであれば、今後のフォローアップの中で、日本から新しい技術として提案する形はいくらでも取れると思います。是非そういう形で、事業化、実用化の推進をお願いしたいと思いますのでよろしく。他に委員の方からのご質問はいかがでしょうか。

【庄子委員】 評価者の立場から少し混乱するところがあります。これは三つの技術課題を挙げていますが、入れ子になっている部分も多少感じます。それぞれの特徴を一つずつというか、「こういうポイントだ」と言って頂けると評価としては非常にやり易くなるのですが。

【杉山（実施者）】 三つの課題というのは、①、②、③ですか。①はMEMSとナノ機能の複合技術ということで、MEMSとナノ機能ですからナノテクノロジーを活用、あるいは

はナノテクノロジーのボトムアップ技術と MEMS の融合ということです。一般に言う MEMS のプラットフォームの上にナノ機能を付加して融合させて、新しいデバイスを作る技術を開発するということです。

②は MEMS と半導体の一体化で、一言で言うとモノリシック、あるいは半導体と融合する技術ということです。この中に含まれている横方向配線や縦方向配線は、ハイブリッドも含めて、集積化を前提にして、IC/LSI とどう関わるかがこの技術です。

③の MEMS/MEMS の高集積結合は、MEMS で今まで単体で作られていた機能、デバイスを複合させて、新しい付加価値を付けるということです。加工法として、多々、今日ずっと、ほとんど 3 次元実装技術というところで表現していますが、MEMS の基盤技術を融合して個別に作る、あるいはそれらを接合して作り上げるということです。

今までは単体の MEMS だけだったのですが、MEMS と MEMS の融合についてもやろうということです。こういうカテゴリーにしましたが、どこかでそれがぼやっとしているところはあると思います。概念としては、そういう概念です。

【犬塚主査（推進者）】 補足させて頂くと、今回のプロジェクトは本来、製造技術の開発を目的としたプロジェクトで、基本計画部分では MEMS とナノ機能であれば MEMS にカーボンナノチューブなどを適応する、バイオ材料を適応するとか非常にはっきり分かれています。各分野がクロスしているように見えるのは、実際にはデバイスという形で並行してアプリを開発するものですから、そちらになると今度は回路が必要になったり、ナノであっても縦に集積したり、そういうものが入ってくるためにクロスしている感じに見えていると思います。基本計画を見て頂くと、製造技術でやっている部分はきれいに切り分けられている筈です。ただ、アプリとなるとそこだけでは済まなくなり、他分野も使うのでクロスして見ると解釈して頂きたいと思います。

【南 委員】 今のことに関連しますが、成果の整理の仕方として、今は製造技術的に階層化して分かれています。アプリとして見た場合に、どういう技術が入り込むかを絵に描けないのですか。このアプリにはこの技術が入って来ると思ったら、そのアプリの中にこの製造技術が発展として行くのだとか、先が見えてくるのではないかという気もします。

アプリ的には数が限られているので描きにくいかも知れませんが、そういう絵が描けると、今後、このアプリ分野ではこの技術が有効だとか、将来的なものが見えるのではないかという気がします。ちょっと難しいでしょうか。

【杉山（実施者）】 例えばこの成果を整理し直せばそれは出来るとは思いますが。あくまでもわれわれの立場は製造技術で、これらのカテゴリー分けは公募の時のカテゴリーにそれぞれが応募して、ここでプレーするという形をそのまま重んじて来ています。今のようなアプリ、例えば光応用、バイオ応用、高周波応用というアプリケーションで同じように整理することも出来ると思います。ありがとうございます。

知的基盤・標準整備などの研究開発のうちテーマ④についての質疑応答



【大和田分科会長】 ありがとうございます。それでは、④についてご質問をお願いしたいと思います。大学に再委託をお願いしたということですが、再委託の内容というのは助成事業の分野についてのいろいろな関連知識を入力してもらうということですか。

【逆水（実施者）】 そういうことです。特に MEMS／半導体の分野は助成事業が多いですが、その部分を補完する形で、先ほどの 5 大学に各テーマでお願いしてデータを入れて頂きました。

【大和田分科会長】 このデータベースは、非常に良いものが出来たと思います。ただ、その効果というか、これが例えば今後の高集積 MEMS 産業の発展にどういう形で寄与して行くのか。例えば見える形で、効果をどうやって検証するのかというところはどうでしょうか。

【逆水（実施者）】 その辺は今後の自主事業で、いろいろ叩き台をつくって議論して行きたいと思います。公開してまだ半年に満たないので、先ずこういった分野の人に知って頂くところから始めなければいけません。

それを踏まえた形で、そういった方々はこういった情報を欲しているのか。例えばこういった分析のデータを見ながら、まだまだヤング率の測定や、最近、TSV がはやりですが、こういったものがランキング上位で常に変動します。こういったものを見ながら、こういった状況を欲しているのだなということであればそれについて情報をアップするなり、そういう形で進めて行きたい。

こういった効果を見るかですが、あくまでもデータベースなので、アクセスして頂いて、いろいろな意見を頂くことを窓口として進めて行くのが第 1 関門と思います。

【大和田分科会長】 ありがとうございます。他に質問は。

【南 委員】 どんどん新しい技術が開発されているのでデータベースがどんどん新くなるのはこちらも助かって良いと思いますが、例えば一般企業の研究者が最初にとっかかりたい時に、まだ少し専門的すぎるかなという気がします。

例えばこのページでなくてもどこかとリンクを張っていれば良いのですが、今の MEMS の製品動向、市場の動き、世界の動きといった資料が載っているページにリンクを張る。リンクに行って、「ああ、そうなんだ」と戻って来て、細かい情報をここで検索できると良いのではないか。そういう構想とか、そういうページが他にあるならリンクを張ったら良いと思いますがいかがでしょう。

【逆水（実施者）】 先ず一つの構想としては、すでに MemsONE のデータベースがあります。中身は全部把握していませんが、そちらはファイン MEMS よりも若干、基本的な MEMS の用語の説明、パラメータが載っていると思います。

それらと合体した形で情報があることをどこかで示して、更に今後の動向に関しては、マイクロマシンセンター（MMC）のホームページにアクセスして頂くのですが、データベースに入って行く段階でそこにいろいろな情報があります。そちらを横並びで見て頂いて、ここのファイン MEMS の知識データベースなり、次に発表があるプラットフォームといったところを、MMC のサイトを利用しながらやって頂きます。

【南 委員】 私もあまりよく見ていないのですが、今までの報告書が並んでいるだけでは見にくいと思います。入口がトップページにあって、そこからポンと入って行けるような形にして頂けると良いと思います。

【逆水（実施者）】 「このプロジェクト自身はどういうものであるか」というプロジェクトの前書きみたいなものがトップページにあり、そこからデータベースに入る形です。今ここでアクセス出来ませんが、そういう形になっています。

#### 知的基盤・標準整備などの研究開発のうちテーマ⑤についての質疑応答

【大和田分科会長】 ありがとうございます。それでは委員の方からのご質問を願います。

【庄子委員】 これは今までなかったプラットフォーム開発ということで、非常に注目しています。この中で等価回路モデルの構築をやられていますが、そうすると既存の回路設計ツールとの互換性を考慮し、互換性があれば今後応用が広がると思いますが、その辺の検討はなされているのでしょうか。

【小池（実施者）】 私から一言いうと、この設計ツールは MemsONE からの CAD を使って簡単にいれるようになっていきます。少し手心を加えなければいけません、他の CAD システムからも入ることができるようになっていきます。そういう意味では、他の設計ツールとの連携が出来るようになっていきます。どなたか補足を。

【橋口（実施者）】 CAD に関しては、いま MemsONE の CAD からだとダイレクトに等価回路を変換できる状況です。いま小池さんから説明がありましたように、他の CAD からは中間ファイルの作製過程が必要で、それにはテクニックが必要です。その辺は未だ改善の余地があります。出力に関しては SPICE のネットリストですから、どんな回路シミュレーターでも一応、使えるシステムにはなっています。

【岩田委員】 非常にいい取り組みだと思います。私も若干、こういった MEMS と CMOS 回路と一体になったシミュレーション等をやっています。そこで非常に苦労するのは雑音の問題です。回路の雑音から MEMS のメカニカルな雑音ですが、そういったところについてどこまで扱えるのかという辺りを、専門的ですがお聞きしたいのですが。

【橋口（実施者）】 実は SPICE の等価回路になりますから、SPICE の等価回路の中での汎用的な雑音解析はありますね。それをする事は可能ですが、いわゆる MEMS 本来が有する雑音にはいろいろな種類があると思います。

例えば空気の分子のランダムな動きによる外力とか、そういう形のものに関しては、実は未だ明確には物理モデルもありません。今回のわれわれのモデルの中では考慮されていない状況です。

【岩田委員】 現実問題、雑音で引っかかってしまうケースが多いので、どういうモデルが適切かということも含めて是非ともご検討ください。今後、どういう形が分かりませんが、お願いしたいと思います。

【橋口（実施者）】 どうもありがとうございます。

【大和田分科会長】 他はよろしいですか。はい、どうぞ。

【室 委員】 1点、教えて頂きたいのですが、このプロジェクトの最終目標はどの辺のところを狙っているのか。こういった MEMS の回路シミュレーター、SPICE ベースで汎用的に使えるものは別にして、回路モデルベースのシミュレーターは特に海外メーカーで商品になっていると思います。

それに対して、今回、汎用の回路シミュレーターはそういうものを完全に置き換えられるものを目指すのか。それとも別の狙いを持つかという辺りの最終目標を聞かせてもらえますか。

【橋口（実施者）】 なかなか難しいご質問です。現在、台湾が、例えば米国ケイデンス社と組んで MEMS 用の CAD をリリースしています。私の最終的なイメージは、いわゆる LSI の機能ブロック (IP : Intellectual Property) モデルのようなものです。つまり、LSI のシミュレーションでは、トランジスタを IP という形の特性を表す一つの簡単な素子と表現してシミュレーションしています。

MEMS に関しても、設計者が設計した MEMS に対して、「これが私の特性を表すファイルです、モデルです」という形で簡単なテキストとして与える。それによって、高集積な MEMS になったときに LSI と同様のシミュレーションが出来ますよと。そういうイメージを持っていて、IP をどうやって作製するか。

例えば市販のものだとソリッドモデルを考えて、その特性を解析してファイルを作ることになります。われわれのモデルではダイレクトに、特別な知識がなくても簡単に IP モデルのようなテキストが出来て来ます。将来的に目指すところは、LSI の IP と同じような形に MEMS 用の IP ジェネレーターとして使って行きたい。まだ考えがまとまっていませんが、そのようなイメージで思っています。

## 議題8. 全体を通しての質疑応答

特になし。

## 議題9. まとめ・講評

【大和田分科会長】 審議が終了しましたので、冒頭にあったように各委員の皆様からご講評をお願いしたいと思います。最初に室委員から、順番にご講評をお願いします。

【室 委員】 今回、3年間のプロジェクトですが非常に多くの内容が含まれていて、中身を理解するだけでもかなり大変だった気がします。実際に取り組みされた企業の方、大学の先生におかれましては、大変苦勞様でしたという気持ちです。

今回、評価委員を務めさせて頂くということで、内容をよく理解しよう今回聞き逃さないようにやりました。分からないところがあったら、質問票で質問したいと思います。こういった NEDO のプロジェクトは日本の将来を決めるプロジェクトですので、結果が日本の競争力向上に貢献して行けるように、そこに少しでもお役に立ってくれればと思います。どうもご苦勞様でした。

【南 委員】 内容がたくさんあって、ある意味、目標設定はかなり広がったのではないかと思います。その中で皆さんが目標を設定して何とか解を出して来たのはすばらしい、よくやられたと思います。

その一方で、まだまだやらなければいけないことがあるのではないかと思いますので、是非これからもどんどん支援して頂いた方が良いのではないかと思います。今回、いろいろ勉強になりましたし、これからこの成果が生かされるように祈っています。どうもありがとうございました。

【庄子委員】 日本の技術レベルの向上という意味では待ったなしの状況にあって、そういう意味でこのプロジェクトは非常に効果があったと思います。

ただ個々の評価の時に、最初の目標で評価してしまうとかなり厳しいところもある。むしろ、実際に実現しようとした努力も加味して評価すべきではないかと感じています。そういうふうにしたいと思います。

【岩田委員】 非常に広範な範囲で成果が上がっているということで、大変うれしく思いました。私は必ずしも MEMS の製造は専門ではないのでイマイチ付いて行けない部分もあったのですが、各々の分野で大学の先生、企業の方が頑張られて、良い成果が出ているなど思いました。

冒頭にも言ったように、途中でもいくつか議論が出て来ましたが、こういう成果をこれから皆さんが国民に見せていく時に、分かり易く見せるという意味で、もう一つ踏み込んで、アプリケーションで「こんなことができる。非常に良いよ」という観点のアピールも積極的にやって頂いた方がより良いのかなという気がしました。

NEDO のプロジェクトにおいて、今回の場合は製造技術中心ということですが、出来ればもっと幅を持たせてアピールする新しい仕組みというか、広がりも持たせるように工夫されて行くといいのではないかと印象を強く持ちました。どうもご苦労様、ありがとうございました。

【浅野委員】 私は必ずしも MEMS の分野が専門ではない状況で僭越かも知れませんが、感じたことを申し上げます。

委託事業に関しては、大学、独法を中心に、大変基礎的・基盤的な開発ということで先進的な成果を上げておられたように感じました。今後、企業との連携によって更に発展することを、NEDO 推進者からも是非ご支援頂ければと思います。

助成事業は、各社とも非常に特徴のある技術を開発されているように思いました。一方で、場合によっては出口イメージが少し明確でないと思受けられるものもあったかのように思います。

せっかくの良い技術なので、最初の提案時にとられる必要はないように思います。その価値を最大限生かせるところのアプリケーションを狙って、柔軟な発想で、なにがしか実用化、事業化に結びつく製品を検討して頂ければと思います。全体に大変すばらしい成果を上げておられると思います。ありがとうございました。

【石田分科会長代理】 今日一日、いろいろ聞かせて頂きまして、日本の技術はまだまだ

すばらしいなど実感しました。たぶん、技術レベル的にも高いように思います。しかしながら、冒頭にも言いましたが、これがなぜ日本の産業の力と直接結び付かないのか。こういう高い技術を持ちながらと考えていました。

先ほど他の先生も言われましたし、私も途中で言いましたが、各メーカーさんで出来る範囲があるものだから、この応用先がその範囲内にすぐ行ってしまう。もっと大きなアプリケーションや展開を探る方向もあつたら良いのか。

例えばこの会議の途中にありました、加速度センサ等は Wii で活躍しているというが、ST マイクロが取ってしまっている。なぜ日本が取れなかったのか。

話は変わりますが、今度センサシンポジウムに ST マイクロの方が来て、その話をして頂きます。そういうところが残念かなど。こういうプロジェクトを通じて、もっとグローバルな展開を含めて、あるいはユーザーが、自分のところだけでなく他社に大きく展開できるリーダーシップを持って頂ければ良いのかなと感じました。以前は日本の中で競ってトップになれば世界のトップになっていた半導体業界でしたが、今はそうではないと感じました。これは私の感想です。

そういう意味では、皆さん、もっと自信を持って展開して頂ければ、これだけの技術力があれば「台湾の TSMC がやり出したから」と怖がることは全然ないように思います。この間も TSMC の方が来て MEMS の話をしてもらいましたが、技術的に見ると日本はずっと良い。それがなぜ事業化に結び付かないのかが私の先ほどのコメントです。

【大和田分科会長】 今日是非常に長時間にわたって、多岐のテーマについてご説明いただきました。聞いている方も非常に大変で、なかなか分かりにくいところもあったので、じっくり、もう一度資料を読み直させて頂いて評価作業に入って行きたいと思います。全般的な感想として、この 3 年間、各テーマに各研究者、あるいは企業の方が非常にまじめに取り組まれて成果が出ています。ほとんど大部分の項目については目標値が達成されていますし、◎や○が出ている。あるいは、世界初のものが出来た、世界最高レベルというものもいくつかあります。研究開発レベルとしては、非常に成功しているのではないかと思います。

ただ、前にも言ったように、今後これを日本の産業競争力強化に結びつけて行くには、これを実用化なり事業化して行くことが非常に要点となります。むしろこういうプロジェクト自体が終わったあと、各企業、各研究機関でどのように具体的に実用化に展開して行くかが非常に大事になります。そこのフォローアップも含めて、是非 NEDO をお願いしたい。

MEMS のプロジェクト自体は、1991 年のいわゆるマイクロマシンの大プロから始まりました。その後、MemsONE、ファイン MEMS、さらには BEANS ということでどんどん発展しています。

また、NEDO のプロジェクトの運営の仕方もどんどんいろいろな工夫がされていて、非常に良い方向へ行っているのではないかと。日本の産業競争力の強化や MEMS 市場の早期具現化、MEMS 製品の開発加速といった期待される効果が実現する形で、是非これが

らも進めて頂きたいと思います。

#### **議題 10. 今後の予定、その他**

事務局より資料 8 および資料 9 に基づいて説明が行われ、今後の予定が了承された。

#### **議題 11. 閉会**

NEDO 技術開発機構の研究評価部の竹下統括主幹からの挨拶の後、閉会した。

#### **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）
- 資料 5-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6-1 事業原簿（非公開）
- 資料 6-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 資料 7 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
- 資料 8 質問票
- 資料 9 今後の予定

以上