

研究評価委員会  
「立体構造新機能集積回路（ドリームチップ）技術開発」  
（事後評価）分科会議事録

日時：平成 25 年 6 月 28 日（金） 10：20～17：30

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 会議室  
（東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号）

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所 情報エレクトロニクス部門 教授
分科会長代理	大和田 邦樹	帝京大学 理工学部 情報科学科 教授
委員	黒田 忠広	慶應義塾大学 理工学部 電子工学科 教授
委員	鈴木 健一郎	立命館大学 理工学部 機械工学科 教授
委員	三浦 英生	東北大学大学院 工学研究科 附属エネルギー安全科学国際研究 センター 教授
委員	南川 明	IHS グローバル(株) Electronics & Media 日本オフィス代表

<オブザーバー>

京藤 雄太 経済産業省 係長

<推進者>

	関根 久	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究員
同	吉木 政行	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主幹
同	吉田 学	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員
同	小林 丈夫	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
同	柚須 圭一郎	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査
同	平山 武司	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者>

PL	益 一哉	東京工業大学 教授
実施者	小柳 光正	東北大学 教授
同	大塚 寛治	明星大学 名誉教授
同	稲垣 謙三	ASET 専務
同	嘉田 守宏	ASET 技術顧問
同	池田 博明	ASET 三次元集積化技術研究部 部長

同	梅垣 淳一	ASET 三次元集積化技術研究部	企画調査課長
同	古谷 賢二	ASET 三次元集積化技術研究部	管理課長
同	小林 治文	ASET 三次元集積化技術研究部	室長
同	武田 健一	ASET 三次元集積化技術研究部	主幹研究員・主査
同	長田 健一	ASET 三次元集積化技術研究部	主任研究員
同	中澤 文彦	ASET 三次元集積化技術研究部	主幹研究員・主査
同	島本 晴夫	ASET 三次元集積化技術研究部	主幹研究員・主査
同	山田 文明	ASET 三次元集積化技術研究部	主幹研究員・主査
同	内山 士郎	ASET 三次元集積化技術研究部	主査
同	坂井 篤	ASET 三次元集積化技術研究部	主任研究員
同	鎌田 忠	ASET 三次元集積化技術研究部	主幹研究員・主査
同	渡辺 敬行	エルピーダメモリ (株)	VP
同	大倉 勝徳	(株)デンソー	シニアマネージャ
同	折井 靖光	日本IBM(株) 東京基礎研究所	シニアマネージャ
同	森 裕幸	日本IBM(株) 東京基礎研究所	マネージャ
同	中川 八穂子	(株)日立製作所	シニア・プロジェクトマネージャ
同	山口 伸也	(株)日立製作所	主任技師
同	嶋橋 伸介	富士通(株) モバイルフォン事業本部第2事業部第3技術部	部長
同	戸澤 義春	富士通(株) アクセスネットワーク事業本部	SDRプラットフォーム推進室 室長
同	清水 昌彦	富士通(株) ネットワークシステム研究所	主管研究員(アンテナ技術担当) (兼)アクセスネットワーク事業本部 次世代プラットフォーム開発統括部長付
同	桑田 孝明	ルネサスエレクトロニクス(株) 生産本部	主席事業主幹
同	橋本 知明	ルネサスエレクトロニクス(株) 生産本部	実装・テスト技術統括部 システムパッケージ設計部 主幹技師
同	田中 英樹	ルネサスエレクトロニクス(株) 第一事業本部	業務・事業革新推進室 担当部長
同	加藤 和雄	ルネサスエレクトロニクス(株) 第一事業本部	システムソリューション事業統括部 アナログ設計技術開発部 主幹技師
同	大林 正幸	ルネサスエレクトロニクス(株) 第一事業本部	事業計画統括部 技術企画部 主任技師
同	西谷 明人	ラピスセミコンダクタ(株)	

<企画調整>

増山 和晃 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

	竹下 満	NEDO 評価部 部長
同	保坂 尚子	NEDO 評価部 主幹
同	梶田 保之	NEDO 評価部 主査
同	松下 智子	NEDO 評価部 職員

<一般傍聴者> 3名

議事次第

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・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
5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 多機能高密度三次元集積化技術
    - 5.1.1 次世代三次元集積化設計技術の研究開発
    - 5.1.2 次世代三次元集積化のための評価解析技術の研究開発
    - 5.1.3 次世代三次元集積化の共通要素技術開発と設計基準策定
  - 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
    - 5.2.1 デンソー
    - 5.2.2 富士通
    - 5.2.3 ローム／ラピスセミコンダクタ
    - 5.2.4 日立製作所
    - 5.2.5 日本IBM
    - 5.2.6 ルネサスエレクトロニクス
    - 5.2.7 エルピーダメモリ
6. 全体を通しての質疑
7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

議事内容

1. 開会、分科会の設置について、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 および 1-2 に基づき事務局より説明
- ・浅野分科会長挨拶
- ・委員の紹介（事務局）（電気通信大学の山尾泰教授は欠席のため書類審査とする）
- ・出席者（推進者、実施者、事務局）の紹介（推進者、実施者、事務局）
- ・配布資料の確認（事務局）

## 2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 に基づき説明が行われ、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」を非公開とすることが了承された。

## 3. 評価の実施方法および評価報告書の構成について

事務局より資料 3-1 から資料 3-5 および資料 4 に基づきスライドを用いて説明が行われ、評価の実施方法および評価報告書の構成は事務局案通り了承された。

## 4. プロジェクトの概要説明

推進者と PL より資料 6-1 および資料 6-2 に基づき説明が行われ、以下のような質疑応答がなされた。

[浅野分科会長] ありがとうございます。それではただいま推進者、ならびに実施者側の代表の方にご説明頂きましたが、それぞれについてご意見、ご質問等がありましたらお願いいたします。なお技術の詳細に関しては、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、マネジメント等についてご意見を頂ければ幸いに存じます。

[鈴木委員] お聞きしたいと思っていたのですが、大きな成果で TSV のこのプロジェクトで加工費、加工コストを半減したということですが、実用化の観点から見たときに、半減というのはすばらしいのですが、これがどのような価値があるのか。つまりこれから事業として、たとえば見通し等を見て、2013 年から上がってくるという期待があるわけです。ものが実用化していくときは、こういうコストが非常に大きいと思うのですが、どのあたり、どれぐらいまでそのコストを持ってこれれば、ここで開発した技術が本当に使ってもらってバーンと広がっていくのか、そのあたりの見通しはいかがでしょうか。

[池田（実施者）] 現在どれぐらいのコストで貫通電極を持ったウェハが製造されているかということについては、いくつかデータが出てきました。昨年の暮れにある学会で発表された例では、現在台湾でつくられているザイリンクス社用のシリコンインターポーザがありますが、この製造コストが 719 ドルであると言われていました。それから製造メーカーのアプライドマテリアルズから貫通電極の製造コストは、貫通電極を形成するだけでいたい 500～600 ドルかかるのが現状だと思われま。

ターゲットとしては、これは市場からいろいろなヒアリングをした関係では、TSV を形成するのにコストが 100～200 ドルの間であれば使えるけれども、それを超えると適

用としては、ショーケースサンプルにしか使えないこととなりますので、だいたい3分の1ぐらいのコスト低減がターゲットになると思います。そのうちの一つのステップとして、今回シリカを使った絶縁層形成、それに合わせて熔融金属も印刷技術を充填するというので、その工程についてはほしい半減、ただその前後の工程を含めて効率化を図って現状から3分の1ぐらいを狙わないといけないとは考えています。

[鈴木委員] いまの台湾の719ドルというのは、つまり競合のTSVの技術の中でのコストですね。それとは別に、結局もう一つ二次元でいま縮小化をやっています。そういうところをリプレイスして置き換えていくためには、この三次元の技術を使うことによって低コストになると言っているわけです。それをどれぐらいまで持ってくればいいのでしょうか。難しいと思いますが、ほしいの目安はいかがでしょうか。

[池田 (実施者)] これはおそらく午後の個別の実用化のヒアリングの際に、各企業からのコメントをお聞き頂くのがベストだろうと思いますが、いわゆるコストパフォーマンスの観点で切り口を用意しないといけない。また単純なウェハコストという切り口だけではだめで、そのトータルの製造コスト、基板、実装のトータル躯体、Cageの体積を含めたトータルコスト、それからトータルパフォーマンスをコストパフォーマンスで見るところで比較になるかと思います。

たとえば今回ASETの中でやらせて頂いた100GB/sというデータ伝送能力ですが、これを二次元で実際に使用しようとする、おそらくこれの数十倍のパワーと、やはり数十倍の面積、チップをたくさん並べることとなります。それはケースバイケースで比較があるかと思いますが、ASETの中ではそういったものの一つの典型を選んでやってみました。たとえば二次元で100GBを形成することは、おそらくグラフィックスの世界になると思いますが、これは電力、ファンも二つ用意をしないといけないとか、とんでもないパワーを使います。これが0.56pJ/bitというあたりでは、数十ミリワットぐらいでできますので、そのあたりを含めての判断になると思います。

[三浦委員] 全体の方向づけとして、2017年に世界市場規模が3~4兆円で、それを実現するための約80%の技術はこのドリームチッププロジェクトでカバーされているのではないかというご説明はありましたが、ただ一方日本のメーカかと思いますが、市場が約3000億で、10分の1ぐらいしかカバーできない。技術は全体の8割をカバーしているはずなのに、製品としては市場全体の10%もカバーできないのは、どこにギャップがあるのでしょうか。

今日の午後の非公開のところでお話があるのかもしれませんが、2017年にその製品を実用化するにあたって、それぞれ要素技術の目標スペックが何で、それが現状実現できているのか、できていないのか。その目標と達成水準の比較の話が午前中のお話ではほとんどなかったもので、それをどう評価すればいいのか正直よくわからない。相対レベルとして、学術レベルで世界初、世界でトップというのは十二分に評価できますし、理解できましたが、それと実用化・事業化がどういう位置付けになっているのか。代表的な例でも結構ですが、少しご説明、ご紹介頂けませんか。

[小林 (推進者)] 5/19 ページの絵のことかと思いますが、これは、市場の規模がどれだけあるかという全体の絵です。3000 億というのは、まさにいまわれわれとしてドリームチップに参加して頂いた企業様がどれぐらいの売上げとして獲得できるかということになります。ですから、かなりコンサバティブな数字と言いますか、ビジネスですからやってみなければわかりませんが、マーケットシェアが 10%取れるというのも相当なチャレンジだと私は思っています。IHS の南川様が来られているので恐縮ですが、技術としてアプローチ可能なところと、実際にビジネスをやってみて売上げが立つところのギャップとして見ていただきたいと思います。

[池田 (実施者)] 少し補足いたしたいと思います。いま画面にあるいくつかの製品群の中で、右のほうに赤い領域で書かれている Wide I/O ですが、これが三次元積層構造では、やはりメモリが先導的な役割を演ずることははっきりしていると思うのですが、Wide I/O から Wide I/O2 というスペックがあります。Wide I/O2 が本命だろうと言われていますが、その貫通電極のピッチは、40 $\mu\text{m}$  です。ASET では 25 $\mu\text{m}$  から 10 $\mu\text{m}$  までの領域の開発を担当しましたので、それについては十分にカバーができる領域になっているのではないかと考えています。

[益 (実施者)] 先生のお尋ねは非常に単純で、たとえばこのプロジェクトが 5 年なら 5 年で数値目標的なものがあるのであれば、それは達成したのですか、Yes or No ということだと思います。

非常に単純に言いますと、今日の公開の資料のところ、私のところで言うと 7/34 ページですが、数値目標的に言えば TSV25 $\mu\text{m}$  ピッチ、50 $\mu\text{m}$  ピッチをまず Via Last できっちりつくれるということが一つの数値目標です。あるいはワイドバンドのバスで言うのであれば、いまの技術レベルを考えると 100GB/s の高速の TSV の信号伝送、さらにヘテロジニアスで言いますと、いま扱われている携帯のいくつかのバンドがありますが、その複数バンドにきっちりバリエブルに対応できるフィルタという意味の数値目標については一応達成しています。

目標の数値を書いて達成と書いてないので、少しわかりにくくて申し訳ございませんが、中間評価以降、きっちり見直した数値目標は達成しています。

[浅野分科会長] いまご説明頂いた技術的な数値目標を、どうやって事業に結びつけていくかという観点も、たぶん三浦先生のご質問には含まれていたのではないかと想像します。その観点で言いますと、いわゆる ASET と今回の参加各社との関係が、どのように目論んできて、あるいは今後どうしようとしているのか、技術開発の受け手との関係がありますが、このへんがいまのご説明では少し不足していたと感じました。そのあたりの補足をお願いいたします。

[稲垣 (実施者)] 今回ここで開発した成果は、バイドール法が適用されて全て各参加企業のものになります。ですからこの成果は各企業に移転されて、各企業がそこで実用化して、製品として売り上げていくことになります。それについては午後ヒアリングして頂ければと思いますが、今後各企業の中でいろいろな事業戦略の中で製品に取り込んで実用化

していくということです。

[浅野分科会長] そうしますと今後のフォローアップのような体制を考えたときには、もちろん NEDO からご助言をいただきながらということで各社進めていくのだと思いますが、その中でいわゆる ASET として得た成果は、今後どのように取り扱われる見込みでしょうか。

[小林 (推進者)] ASET で今回開発して頂いた三次元に関する技術は、ASET に参加していた企業それぞれが必要なものは持ち帰れるという権利を持っていますので、それをそれぞれの企業が持ち帰って事業をするというのが基本スタンスです。NEDO としては今日の午後の最後の章で、特に中心となって頂いた 7 社に説明頂いてそこからスタートになるわけですが、そこで今後の事業化に向けての各社様のスケジュール、ロードマップを拝見して、1 年後、3 年後、5 年後、各社と個別にお話をさせて頂くプログラムは持っています。

[関根 (推進者)] 補足いたします。統括研究員の関根です。ASET の中で参加頂いた企業で、本日午後個別にどのように技術開発をするか、この事後評価の中でプレゼンをすることも NEDO が振付けをいたしまして、それについてご評価頂きたいと思っています。

大枠としては、先ほどから稲垣専務、小林がお話したように ASET の技術は特許を含めてそれぞれ持ち帰って頂いてどのように扱うかということです。かつこのあとの継続研究を含め、これからどういうふうに扱われていくかをわれわれはフォローアップをしながら調査、そして各社との連携を図ることを推進していきます。

[南川委員] 関連するので教えて頂きたいのですが、たとえば特許を海外のメーカが使いたいと言った場合は、それはどんどんライセンスしていくというスタンスで今後考えていらっしゃるのでしょうか。

[稲垣 (実施者)] それは特許権を持っている企業の判断によります。但し、NEDO はバイドール法の適用に際して、各企業に成果を移転する際に条件を付けることができます。それは国防上などの観点から問題がない場合に、あるいは長期間実用化せずに放ったらかしにしないことを担保した上で各企業に 100%譲渡していますので、それぞれの条件に違反しない限りは結構だろうと思いますが、各外国の企業に渡すときには、一応そこについては留保条件が付いているということです。

[南川委員] 日本の企業であれば、それは皆さんの判断でしょうか。

[稲垣 (実施者)] 各企業がそれでオーケーと言えば結構だと思います。

[南川委員] 先ほどの TAM に関してですが、私はこのように理解したのですが、4 兆円の全体の市場があって、そのうちたぶんいま参加されている企業さんたちが、現状実際に半導体売っていらっしゃるの、たぶん数パーセントぐらいしかないと思ったので、10%を取りに行くことは、それなりの意味があるとは思いました。さらに 10%を取りに行くためには、たぶんほかの企業さんにこれを使ってもらわないと取りに行けないと思っていますので、そういう質問をいたしました。

[三浦委員] 私の先ほどの質問があまり上手でなかったことを反省しています。先ほどの私の

発言は否定的な意味ではありません。今回かなり汎用的な要素技術が生まれて、それがおっしゃっている約 80%のニーズをカバーできるはずであるというご説明は理解しているつもりです。

今回の参画企業様は、従来の定義で言うとほとんど垂直統合型の企業様で、要素技術もお持ちだけれども製品もお持ちである。この 3D-IC の世界は、むしろ今後ユーザは従来の垂直統合型の企業ではないユーザで中堅の専門メーカーがこれをぜひ使いたい、つくりたいというある種多品種少量生産型の市場になっていくのではないかと考えています。そうすると、せっかくなつくられたこの要素技術をどう使えるのか。すなわち一種のファウンダリみたいなものがあれば、日本の多くの企業がこの要素技術を使えて、製品化もできるのではないかと、ある種夢のようなことを考えています。

ただこれが非公開で特許も押さえられてしまって、各参画企業だけで、その参画企業が持つておられる製品のためにだけ使われることは、もちろん市場の 10%でも非常にすばらしいのですが、ちょっともったいないのではないかと感じています。

ASET 様もこの要素技術をベースにして、それをいかに多くのユーザに展開し使って頂いて、事業化できるものにしていくか、将来構想にかかわるかもしれませんが、何かそういうものをお持ちのようでしたら初めに伺えると、この要素技術の聞き方がずいぶん変わるかと思っています。何かお考えがありましたら午前中のこの公開の段階でお示し頂ければと思います。

[稲垣 (実施者)] われわれのメンバーの中にも将来的にこの技術を使ってファウンダリ事業をやろうと思っている企業やアプリケーションを明確にしている企業もあります。それからこれに参加しなかった日本の企業で、OSAT と言われるような後工程の企業で三次元化をしたいと考えている企業もあります。その企業は、これら ASET の技術を欲しいと言ってきたときに、もう企業に渡していますので、それらの企業がオーケーと言えどももちろんその企業に移転することになります。もちろん対価は頂きますが、そういうことになると思います。

[関根 (推進者)] NEDO の観点から申し上げますと、現在スマートデバイスプロジェクトということで NEDO ポストにかけています。車載用の三次元実装も一つの技術として可能かということで、それも含めた公募をこれから行う予定です。

[黒田委員] 私は、技術的には日本は大変に最先端を行っていると思いますし、今回のこのプロジェクトから出てきた技術は大変すばらしいと高く評価している一人ですが、先ほどの概要の説明を伺っていて、やはり一番気になったのは、ベンチマーキングをされて調査会社の報告などに如実に表れていましたが、標準化のところが遅れていることです。今回のプロジェクトに限らず、このようなプロジェクトが今後も続いていく中で、いまここでもう一度立ち止まって考えたいことだと思います。

現状認識としてこの標準化が遅れているというのは、これからのこの技術を事業化する上で、どういう影響を与えそうなのか。つまりこのことがどれだけ重要な問題であるかという認識を伺いたい。それからそれをぜひ挽回して頂きたいわけですが、一般論で

もかまいません、これからこういうプロジェクトを進める上で標準化を押さえるためにはどういう施策を打つべきであるか、お金の使い方をするべきか、お考えがあればお聞かせ頂きたいと思います。

[稲垣 (実施者)] ベンチマークの Prismark 社に評価してもらったときには、いまから 2 年ぐらい前なので、われわれの標準化活動があまり反映されませんでした。説明を飛ばしてしまいましたが、30/34 ページの一番下に「標準化活動」として、われわれとしては設計環境の標準化ということで JEITA に TSV の電気モデル標準化の提言を行っています。これらを国際的に標準化に持っていきたいわけです。特にアメリカを中心に彼らは標準化活動に非常に熱心にやって、まず標準化から攻めていこう、全部取ってしまおうという戦略です。

われわれも今日来られています、東北大学の小柳先生、ASET の池田が国際標準化の場に出て行って、この ASET の成果をどんどん発表しつつあります。これらについてはわれわれとしても出て行かないとどうしようもないので、またフェース・トゥ・フェースで言わないとどうしようもないので、それらについて積極的に活動していきたいと思っています。また、そのための費用も JEITA に寄付をしましたので、それらの活動がきちんと継続して行われていくと思っています。

いままで口では標準化は大事だと言いながら、日本はたいてい人もいないし金もないということで、常に国際的標準化を取られているといたしましたが、これは断ち切らなければいけないと思っています。私たちとしてはそういう観点から人的にも、資金的にもそれができるような仕組みを講じたつもりです。

[黒田委員] この標準化は、これまでは基本的に各産業界の中で、各企業の努力としてやってこられたと思いますが、それを NEDO、あるいは公的な場を使って国が一丸となって働きかけるということは、諸外国では行われていることなのでしょうか。

[稲垣 (実施者)] たとえば標準化活動に関して、あるいは Sematech、IMEC などは非常に熱心にやっています。それらについて裏から DARPA の金が流れていたり、EU の金が流れているわけで、それらについてどう評価するかということだと思います。私の感覚は、やはり諸外国も裏でそういった支援をしているという認識です。

[黒田委員] そういう実態があって、そしてその結果として、現在の日本は技術は進んでいるが標準化で遅れているのであれば、ぜひそういう議論を重ねながら、今後のプロジェクトに活かしていくことは重要なことだろうと思いました。

[浅野分科会長] 多少関連するので伺いますが、中間評価を終えて内部を整理統合されたときに、この技術を日本がある程度引っ張ってきたのですが、一方で世界的に研究開発が活発になってだいぶ進んできたという状況もあると思います。そのへんを中間評価以降、何を基に、どういう戦略で狙い目を定めたか、私自身はこのへんの説明が少し理解できなかったところがあると思います。日本の強みを活かそうという視点での見直しはあったのかというふうにも言い直すことができるかもしれませんが。

[小林 (推進者)] 29/34 ページに表れているとおり、いま世の中としてはモバイル用が三次

元では一番実用化が近いところと知られていることは、皆さんご存じのとおりです。われわれの一番大きな特徴としては、技術的にも環境的にも厳しいこの車載システムにチャレンジしたというところが、この見直しのときの一番大きなベンチマークの結果での判断です。

NEDOでも直接調べてみましたが、車載で三次元をやると言っている会社は、いまのところどこもありません。ですから3年前にこういった判断をして、車載のメーカ、つまりユーザの立場のメーカに参画頂いて、品質レベルを含めた強化を続けてきたところはこの絵の見直したことで一番大きなところですよ。

[浅野分科会長] それはそれでターゲットがだいぶ絞られてきていいと思いますが、一方で先ほど来数値として出ている10%を狙おうというところとの関連はどうでしょうか。車載でというのは、

[小林(推進者)] 車載はこの絵の中には、時間的になかなか入ってこなくて、2019年以降になります。細かくて見えにくいのですが、四角の中に書いていないパワーデバイスなど、今回対象になっていない品種も含まれます。ですから2017年における10%の実現となるとほかのASICやロジックなどWide I/O、いわゆるメモリとロジックに登載という、三次元が対象としている品種軸で見るとほとんど網羅していることになります。たとえばWide I/Oでもアプリケーションはハイエンドからポータブルのところまでかなり幅広くありますので、それをもう少し精査していかないといけないのですが、かなりざっくり品種別で分けてしまっています。

ですから先ほど三浦委員からご質問があったとおり、これは機械的に技術としてアプローチ可能だといったところでマークして、そこでこれだけのTAMがあるから「頑張るぞ」的なところが全体として10%ですが、中身としては確かにWide I/Oは実はもうちょっと、20%ぐらい膨らんでいて、こちらのMEMSセンサのところについてはもう少し大きいのかなと思います。ただASSPはまだ具体的なターゲットが見えていませんので、10%も行かないのではないかと、それぞればらつきはあると考えています。

[鈴木委員] 浅野先生の質問と関連するかもしれませんが、3Dの技術があつて、先ほどからこの技術を核として日本の企業、全世界的にも市場が大きく拡大していくという期待があるわけです。現在このプロジェクトですらにずっと先の25 $\mu$ m、20 $\mu$ mですか、すごく高密度のピッチの技術を開発してきました。今度は観点を変えてみて、これが本当に実用化して、期待のとおりこれから市場を上げていくというときの一番壁となるのは何でしょうか。このプロジェクトは、もちろん先をやっているわけで、もっと高密度になってくればここでやったプロジェクトでカバーしているということで、それはいいのですが、それで全部よろしいのでしょうか。

[池田(実施者)] われわれでは要素技術の開発ということで一定の成果を上げたと考えていますが、実用化に関していくつかのコメントが出ています。一つは、もちろんご指摘のコストの問題、それから信頼性です。これは薄ウェハを扱うものですから、それに対しての反りとかマイグレーションを含めたもの、そのあたりはもう一度基礎に立ち返って

研究が再開されているという状態です。

もう一つが設計環境です。というのは、三次元の積層構造に対してシグナルインテグリティとパワーインテグリティ、たとえば層を、3層目と4層目を入れ替えて向きを変えて、それで電源性がどうなるか、信号性がどうなるか。そういったことまで含めた統合設計環境のツールがないということ、米国のファブレスの技術者と話をしたときにかなり強くぼやいていました。

そういった統合設計環境、それから信頼性、コスト、それらが課題の大きな3本の柱として見えてくると考えています。

[大和田分科会長代理] いまのご質問、むしろ池田部長のお答えにも絡みますが、いろいろな項目で技術を確立したと出てきていますが、その信頼性の検討はどのぐらいされた上で確立と言われているのか、それはいまのご発言で気になったのですが、いかがでしょうか。

[池田 (実施者)] 一応信頼性の試験については TEG をつくり、マイクロバンプについて、後ほどもう少し詳しくお話しできると思いますが、エレクトロマイグレーション等を含めての評価を進めています。ある微細なバンプの構造に対して少し工夫を加えることで信頼性については見通しが立つところまでわかってきました。

[大和田分科会長代理] そうするとベーシックなところは、一応カバーされていて、あとは実際にそれを実施する企業の中で最終的な詰めをやってくださいというスタンスだと考えてよろしいですか。

[池田 (実施者)] おっしゃるとおりだと思います。マイクロバンプを密に分布をさせた場合と、たとえば中央部にバンプを集めて、それ以外のところはバンプが置かれていないという粗密、そういったものは設計上いろいろな要素が入ってきますので、そういったバリエーションに関しては、また個別のアプローチがあろうかとは思いますが。

## 5. プロジェクトの詳細説明 (非公開)

## 6. 全体を通しての質疑 (非公開)

## 7. まとめ・講評

[南川委員] ベースの技術はできたと思っていますが、それを参加企業だけで事業として実現するには、かなり山があると感じています。ですから NEDO の次のプロジェクトで、どうやられるかがすごく大きなポイントだと感じます。

もちろん今回参加していないところにどうアプローチするのかということで、たとえば CIS ならソニーは外せないと思います。それから先ほどクアルコムという話も出ましたが、海外メーカーの参加はスタンダードになるための大きな道筋ではないかと感じました。

決してこれで終わりではないと思いながら聞いていたので、ぜひ続けて頂きたいのと、非常に印象的だったのが、これを事業として実現するための、この2~3年の開発投資に

に対する参加企業の考え方や金額の違いです。事業化のためには、かなりのお金を使うべきプロジェクトではないかと感じております。

[三浦委員] 現状の日本の位置付けという意味では、日本の強みは要素技術であり、世界に冠たる要素技術が多数生まれています。ただしプランニング力がありません。ですから今日のお話を伺って、先ほどの垂直連携という意味では、日本の要素技術をインテグレートして海外で生まれたアイデアを日本で実現することが、日本の材料メーカーや要素技術メーカーの事業を発展させる一つの起爆剤になるように思いました。

[鈴木委員] 興味深いお話を聞かせて頂いて、いろいろ質問しましたが、3次元の技術は素晴らしいし、たぶん半導体はそういう方向に進むだろうと思います。実際に一部使われていますが、先ほどの益先生と三浦先生のお話は私も本当にそう思います。つまり、もっと幅を広げればいい。最初から先端をやる。まさにコアはそうだとことです。

[黒田委員] 公的資金を使った研究であることから、国民に対して十分な説明責任を果たしているかどうか代理として確認するという非常に堅苦しい評価者の立場から、まず講評を申し上げて、その後に私自身の今後に対する期待を、NEDOの方を中心に、考えとして述べたいと思います。

「説明責任を果たす」という観点から言えば、事業化、実用化の見通しと取り組みに関する説明に少し不十分なところがあったように思います。これは確かに難しい課題に取り組んだプロジェクトなので、きれいに事業化がどうなりそうだと企業に言わせるのは、やや酷かなと思うぐらいですが、それにしても説明責任は何らかの果たし方があるだろうと感じました。

すでに十分な技術があって、企業の中で胎動を感じているところは、それぞれの取り組みをコンペティティブに始めているので、こういう場であまりものを言えない状況になっているのではないかと思います。要素技術の積み上げよりも重要なのは、一つは標準化活動、もう一つは業界の中のエコシステムです。この技術を日本がリードしても、爆発すればすぐに世界中が追いついてくるので、技術の何かだけで優位を保つのは非常に難しいことです。

そもそも、その発想はエコシステムに反するので、一歩先を行く中で、いまのうちにどのように標準化や業界の中の仕組みをつくるかというところにこそ、国のお金をかけるべきではないかと思います。それは一企業の努力だけではなかなかうまく行かないし、競争が始まってしまうとプリコンペティティブというわけにはいきません。利害の調整等が入ってくると国ではやれなくなってしまうので、いまのうちに国としてエコシステム標準化活動等の仕組みづくりのところに、力を入れるのがいいのではないかと思います。

[大和田分科会長代理] 今回のテーマは、かなり高度な技術にチャレンジしていますが、個々の技術的課題に対する達成度は二重丸あるいは一重丸で、一応目標は達成されたと評価しています。

次のステップとしての実用化、事業化に関しては、各社の経営判断の問題で、全社が

諸手を挙げて実用化に邁進しているわけではないでしょうが、一部の会社は非常に積極的に取り組んでいるし、成果も見えつつあるので、プロジェクト全体としてはいい方向に進みつつあるのではないかと思います。

NEDO も実用化、事業化のフォローアップに力を入れているので、今回のプロジェクトの結果を受けて、これからますますそういうところに力を入れるといいのではないかと思います。

それから実用化、事業化も大事ですが、ここでいろいろな成果が出ているので、日本の主導権あるいは技術の先導性を国際的に大いに発揮する意味からも、国際標準化を進めることは非常に効果があります。プロジェクトが終わってから標準化を始めるよりも、プロジェクトの最中に可能なものからどんどん国際的に提案していくことが非常に大事ですし、国際標準化の場合は最初に手を挙げたところその後の立場も非常に強くなるので、早い者勝ちという要素があります。

早い段階で関係者がタイアップして標準化を進めることが肝要なので、次の機会には NEDO のプロジェクト進行のマネジメントの一環として、そういうことも取り入れると、もっと良くなるのではないかと思います。

[浅野分科会長] 最初に少し辛口のコメントをすると、要素技術の成果はよくわかりましたが、それが生み出したバリューは一体何かという説明にもう少し力点を置いてもらえると、説明責任という観点からの評価がしやすかったと感じています。

各社で少し温度差はあるようですが、力強い考えを聞かせて頂いた会社もあるので、大変楽しみにしています。個人的には 3 次元、特に TSV の技術はあと 1 年半か 2 年ぐらいで最初の山が来て、その後第 2 の山が来るのではないかと考えています。今日聞かせて頂いたものは、第 2 の山に向けて、大いに生かせるものがたくさん生まれているように思います。

ただし要素技術で終わっているところがあるように感じてしまうので、今後に向けてはプロセスインテグレーションをどうするのかということです。これは NEDO で垂直統合型をお考えのようなので、大変期待を持っています。

それからこの技術の参入者を増やすには、ベアチップあるいはベアウェアの流通をよく考えなければいけません。次のプロジェクトでそこを意識してもらえると、参入者が増えて、いろいろなイノベーションが生まれるのではないかと思います。今後とも引き続きご尽力頂ければと思っております。

## 8. 今後の予定

事務局から資料 8 により今後の予定が説明され、最後に事務局 NEDO 評価部の竹下部長から挨拶があった。

## 9. 閉会

以上

## 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）
- 資料 5-2 事業原簿（非公開資料）
- 資料 6-1 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
- 資料 6-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
  - 4.2 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し
- 資料 7-1-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.1 多機能高密度三次元集積化技術
    - 5.1.1 次世代三次元集積化設計技術の研究開発
- 資料 7-1-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.1 多機能高密度三次元集積化技術
    - 5.1.2 次世代三次元集積化のための評価解析技術の研究開発
- 資料 7-1-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.1 多機能高密度三次元集積化技術
    - 5.1.3 次世代三次元集積化の共通要素技術と設計基準策定
- 資料 7-2-1 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
    - 5.2.1 デンソー
- 資料 7-2-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
    - 5.2.2 富士通
- 資料 7-2-3 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
  - 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

- 5.2.3 ローム／ラピスセミコンダクタ
- 資料 7-2-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 5.2.4 日立製作所
- 資料 7-2-5 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 5.2.5 日本 IBM
- 資料 7-2-6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 5.2.6 ルネサスエレクトロニクス
- 資料 7-2-7 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 5.2.7 エルピーダメモリ
- 資料 8 今後の予定