

最先端研究開発支援プログラム（FIRST）平成22年度フォローアップに係るヒアリング
（フォトンクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発）

1. 日時 平成23年9月16日（金） 11：30～12：00

2. 場所 中央合同庁舎4号館1階 共用123会議室

3. 出席者

相澤 益男 総合科学技術会議議員

奥村 直樹 総合科学技術会議議員

梶田 直揮 内閣府官房審議官（科学技術政策担当）

川本 憲一 政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）付参事官（最先端研究
開発支援プログラム担当）

4. 説明者

荒川 泰彦 東京大学教授（中心研究者）

藤田 友之 技術研究組合光電子融合基盤技術研究所専務理事（研究支援統括者）

中村 隆宏 技術研究組合光電子融合基盤技術研究所研究部長

5. 議事

【川本参事官】

これより研究課題「フォトンクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発」の平成22年度のフォローアップに係るヒアリングを始めさせていただきますと思います。

本日の総合科学技術会議側の出席者については、お手元の座席表のとおりでございます。このヒアリングにつきましては非公開で行いますが、後日、今後の研究発表とか、あるいは知的財産権等、こういったものに支障がないことを確認させていただいた上で、議事について概要を公開させていただきたいと思っております。

時間配分につきましてはあらかじめご連絡しておりますが、研究課題側からのご説明を10分、その後、質疑応答を20分、計30分をお願いをしたいと思います。時間厳守でご協力をよろしく

お願いします。説明に当たりましては終了3分前に予鈴、終了時間に本鈴を鳴らさせていただきます。質疑応答を遵守するというので、時間が来ましたら途中であっても、そこで説明を中断していただければと思います。質疑応答に当たりましては、終了3分前に予鈴を鳴らさせていただきます。

以上が注意事項であります、説明をよろしく願います。

【説明者】

それでは、私、研究支援を担当しております藤田と申します。本日は中心研究者の荒川先生と、それから共同提案者の中村と3人で参りました。説明ですが、研究内容に関する部分を中心研究者の荒川先生から説明いただき、研究推進体制は私、藤田から説明したいと思います。それでは、荒川先生、願います。

【説明者】

東京大学の荒川でございます。どうぞよろしく願います。お忙しい中、お時間をとっていただきましてありがとうございます。私どもの課題は、「フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発」でございます。

本研究の目的でございますが、LSIの限界を打破するために、光をLSIに導入しましたフォトニクス・エレクトロニクス融合システムの基盤技術の開発を推進することが私どもの目標であります。ここのトレンドでございますように、間違いなくコンピュータの発達はさらに進むわけございまして、間もなく現在のサーバーがオンチップになるだろう。その後多分、2030年頃には、今のデータセンターあるいはスパコンがオンチップになる。そのトレンドは避けられないものがあるわけです。そこには色々な障害がございまして、これを乗り切るのが、この研究成果の導入という視点で必要になってくるのではないかと考えております。

研究開発の内容でございますが、LSIの諸限界（配線遅延、消費電力、クロストーク、発熱）をフォトニクスにより打破する。これは先ほど申し上げたとおりでございます。この研究開発におきましては、先端デバイスの技術開発及び実際にシステムのデモンストレーションをめざす光電子集積化技術を二本の柱とします。ポイントは革新技術の探求とシステムの実証、この2つを両立させる、そして社会へのインパクトを与える、これを目標としております。

研究開発の全体の流れでございますが、ここの縦にございまして光電子技術、先端デバ

イス技術、そして革新技术の探求という、この3つの柱を中心に、特に最後の出口としましては、集積化技術のデモ実証を行っていくところを目標としております。24年度にはLSIを搭載した最終デモを行いたいと考えております。22年度につきましては、ここにございますように1チャンネル当たりの回路を0.1平方センチの面積で実現することが目標です、その集積を実現したいと考えております。

次に研究開発体制でございますが、私が中心研究者を拝命しておりますが、このもとで企業と産総研、そして大学が一体化して研究を進めております。企業研究者はここにありますように、技術研究組合PETRAに集結されております。具体的には筑波で研究開発をほとんど行っております。そこを統括しているのが同じPETRAの中村研究員でございます。それから、大学関係では東京大学をはじめ東京工業大学等、研究者が集結しております、また、ミュンヘン工科大学、カリフォルニア大学などと連携等を図りながら研究開発を進めております。

私どもはこれまで、先端デバイス技術としての研究開発を進めてまいりました。この時点におきまして、主要成果をここに書かせていただいておりますが、例えば、シリコン上の通信波長帯量子ドットレーザで世界最高性能のものを実現しております。また、シリコン、これは従来、発光が難しいと言われておりましたが、ここにおいて発光強度の増強を電流注入により、初めて実現しております。それからシリコン変調器におきましてもマッハツェンダー干渉計型と申します変調器としては世界最高効率を達成するとともに、受光器におきましてはMSM型、メタルセミコンダクターメタル型ですが、この受光器で世界最高性能を達成しております。このように個々のデバイスの革新性、これにつきまして探求をしてまいり、しかるべき成果を上げております。

併せて、先ほどのデモ実証に向けて研究開発を進めております。ここにございますように、シリコンの基板上に13チャンネルの光インターコネクト回路を実現しまして動作を実証いたしました。いわゆるLSI・オン・フォトニクス回路システム実証、これが私どもの一つの大きな目標でございますが、これの第一段階の目標を達成したと考えております。伝送密度としては、ここにございますように3.5Tbps/cm²で、世界最高伝送密度を達成しております。

これがどういう位置づけになるかをこのベンチマークを使ってご説明したいと思っております。横軸がモジュールの面積の逆数であります。従いまして、モジュールは小型であればあるほどいいわけですから、右軸、上のこの数値は高ければ高いほどいいわけです。それから、これはスループットです。スループットというのは全体としてどれだけ信号が流れるかということでこ

れも高いほうが良い。したがって、右肩上がりにどんどん進んでいくわけです。

これまでいわゆるインターネットのローカルエリアネットワークとしての性能があり、それからラック間の光の転送がございまして、それからインターボードということでボード間の通信があります。今、我々が取り組み始めたのがチップ間インターコネクションであります。シリコンの集積回路の上にLSIチップを具体的に載せていくということでございまして。

現在、このベンチマークにおいて、先ほどご紹介しましたPECSTの我々の研究成果はここに位置しております。プロジェクトの最終目標が10テラでございまして、これが今の四角の一番端のスターの場所に位置しております。他の競合機関はどうかということでございまして、インテルがこのあたりにございまして、それからIBMが今、このあたりにございまして、そういう意味で、今、世界で我々の成果はトップを走る研究開発として位置づけられるかと思っております。

実は来週から光通信分野で最も権威ある会議でECOCというのがございまして、ここで先ほどの量子ドットレーザの技術と、それから今の最先端のシリコン集積回路3.5Tbpsの発表を行います。これらの成果は世界で大きく評価されると思っております。特に2番目につきましては招待講演にアップグレードされております。現在、多分、来週、世界中が驚愕するような状況になるのではないかと、そういう状況であるかと思っております。以上が研究開発の現在の状況でございまして、続いて、藤田専務から簡単に研究支援体制について話をお願いします。

【説明者】

研究支援体制につきましては、産学官、それぞれをPETRAの組合と、それから東京大学、それから産総研というところで、それぞれの研究支援を分担して見ていただいております。総計17名ということで、実は少し前まで荒川先生の研究課題が始まる前まではライバルだった人達が1カ所に集まって、筑波で中村共同提案者のもとで議論していることで、非常に活発なムードになっていると思っております。

めくっていただいて知的財産権ですが、これも実は相当揉めたのですが、基本的には荒川先生の趣旨に従って、企業間、それから企業と大学、それから産総研が入った三者で共同提案ができる形になって、今、少しずつ出始めてきています。1点、少し普通と違うのは、組合で買ったものは親会社に戻すという形にしまして、組合は実は特許のライセンスを売ったり、買ったりするのは難しいので、それで親会社に戻しています。

あと、強化事業につきましては実は大変感謝をしまして、先ほどの成果も加速・強化の

おかげだと思っておりますが、実は震災でちょっと検収が遅れたのがありまして、今年度も継続中ということになっておりまして、来年、報告させていただきたいと思っております。

それから、最後のページになりますが、研究費を基金化した効果について、これはもう荒川先生がおっしゃっているように非常に柔軟性が出てきて、前は無理して年度末に買っていたものを無理しなくてもよくなりましたし、途中で方向を切りかえたときに基金であると、さっと方向性を修正することができることで、大変大きなメリットを感じております。以上でございます。

【川本参事官】

ありがとうございました。それでは、質疑応答に入らせていただきたいと思います。ここからの進行につきましては、相澤先生、よろしくお願いします。

【相澤議員】

大変画期的に研究展開されているということで、大変結構なことだと思います。

伺わせていただきたいのは、全体のシステムとして達成するということでの達成度のベンチマークが出ています。この結果とそれからサブテーマでそれぞれ展開している研究開発の進展状況とがどういう全体を総括して、ここになるのかということがちょっと読みにくいので、そこをご説明いただきたい。ということは、各研究組織が何をどうして、それが最終的にインテグレートされるのかというところが少し分かりにくいので、そこをお願いいたします。

【説明者】

先ほどのシステムのこの図がございまして、私どもは実際のデバイス技術としては、この2つの技術を確立しております。こっちの先端デバイス技術というのは既存の技術の比較的延長線上でリニアな発展で、少しずつ改善することによって展開ができます。これを逐次、こちらに持っていつてくるわけです。そこの研究開発の成果がシステムに次の年に反映されるような、そういうスタンスになっております。

他方、こちらのもう少し革新的、すぐにできるかどうかわからない一種のディスコンティニュイティを必要とする研究があるわけです。例えば量子ドットレーザがシリコン上にちゃんと1.3ミクロンや1.5ミクロンの波長帯で実現ができるかどうかというのは、まだ未知の課題であ

り、やってみないとわからないという技術でございます。これもさらに発展させていきたい。もちろん、願わくは、これを最後のあたりまでには実現していきたいのですが、むしろ極端に言えば学術的な意味で価値があるような、サイエンスとして価値のあるような展開を行い、そしてうまくいけばこちらに持っていくという、そういうスタンスで研究をしております。

研究推進体制を申し上げますと、ここのグループがデバイス技術としてリニアな展開を行います。一方、こちらのほとんどは、むしろ次の世代の展開、すなわち、サイエンスとしての展開をしていきたいと考えております。つまり、サイエンスといわゆるシステムデモンストレーションの両方の責務を我々は、FIRSTプログラムの中で果たさないといけないのではないかと考えております。

【相澤議員】

ですから、それが当初、掲げられた大きなこのプロジェクトの特徴でもあるかと思うのです。ですから、そこで最終的にシステムとして集約されている研究グループ、そのところが、左側のPETRAと書いてある、そのグループがシステム化をやっているのですか。

【説明者】

そうです。

【相澤議員】

そこも。そうですか。そこがそれだけの複合体なので、これを一つにまとめてやるというときには、それぞれの協力者はどういう位置関係になるのでしょうか。

【説明者】

複合体であります。PETRAに集約しております。彼らは全員出向してしまっていて、つくばTIAというアリーナがございます。その産総研のクリーンルームの隣の事務所にみんな集結しています。それで、この研究課題については企業の垣根は外しております。ですから、今、中村さんが実質、統括していますが、NECや富士通、それから沖とかNTTの研究所もそうですが、日常的に議論しています。各デバイス、これは変調器とか、ウェーブガイドとか、そういうのも実は切り離せないですね。全部、総合的なものですから。それを絶えず日常的なディスカッション

ンで統合的に研究を行っています。ですから、これは各社に持ち帰ってやっているものではなくて、まさに集結してやっています。既に、彼ら、若い研究者たちはそれぞれの会社への帰属意識もなくなってきたのではないかと思うほどの状況になっています。それくらい、今、一体化しております。また、これをやらないと、この技術というのは実現できません。

【相澤議員】

私が先ほど伺いたかったのはまさしくその点で、要素技術をそうやりながら、最終的にその部分が本当に機能的に動いていると。今までも荒川先生はいろいろなプロジェクトを率いてこられたわけですが、今回、このFIRSTプログラムで今みたいなものが実質的に機能できることを、この期間に確立されたということによろしいですか。

【説明者】

ありがとうございます。まさにおっしゃっていただいたとおりでございます。私も色々な幾つかのプロジェクトに関与しておりますが、今回のようにシステムを明確に目標に持って、こういうデバイスの基盤技術開発を行うのは初めてでございます。それを私は非力でありますけれども、何とか実現したい。これがFIRSTプログラムへの思いでございます。そのためには各社の優秀な研究者たちがそれぞれの出身の垣根を越えて、そしてシームレスにディスカッションすることが重要なことです。

そしてもう一つ重要なのは、今まではリニアなモデルだったと思うのです。リニアという意味は基礎研究が終わって、それで次に開発研究があって、次は工場へ出荷するとか、工場に技術移管するとか、そういうリニアであったかと思いますが、今のこのシステムはまさに現在のデバイス技術をすべて反映させる、その結果から次の要求を出さないといけない。つまり、コンカレントにフィードバックされながら行われるわけです。全てが一体化されてやらないと最先端の研究にならない。それを一体化させるのが、中心研究者の役割であると思っております。私は、今その責務をあるレベルまでは果たしていけるのではないかと考えております。

【相澤議員】

ちなみに伺わせていただきたいのですが、先ほどのベンチマークのところにはIBMその他が出てきますが、そういう組織では今のようなところをどのように研究開発しているんでしょうか。

【説明者】

これは全く個人的な意見でありまして、私も正確なところを知らない部分もありますが、欧米の研究所は、現時点で一体になっているとはとても思えません。インテルがシステムをつくったと言っても、これは送受信機のレシーバー程度です。我々が目指しているのは将来のLSIとの一体化でありまして、それはもっと大きなシステムです。そこは、インテルといえども、まだやれていないと思います。今回、日本が初めて、最後のLSIまでいくかどうかは別としても、そここのところの壁をすべて破るということを見せつけたい、世界にと、そう考えております。今度、ECOCで発表しますが、そうすると、多分、欧米の研究機関は慌て始めるのではないかと、そのような気がしております。

【奥村議員】

幾つかあるのですが、まず、企業の5社が集まっているような光変調器で色々されているというのは、垣根のない体制であり、これは大変いいことだと思うのですが、むしろ、この研究課題の外かもしれないのですが、これだけ優れた例えば非常に伝送レートの高いものが開発されているわけですが、本当に生かし得る何かプロダクトというのは想定し得るのかと、この機能に見合う。むしろ、私は企業というのはそこを将来、担ってほしいわけですが、そういう話は企業とされていらっしゃるのですか。私はそれを心配しているのです、むしろ。このすばらしい結果を生かし得るプロダクトがないと、宝の持ち腐れといったら失礼ですが、そのあたりの話は進んでいますか。

【説明者】

まだ、実は最初のオンチップサーバーが2018年ぐらいというのでちょっと時間があるのですが、実は一番アクセスできているのはスパコンの部隊で、スパコンも電気では限界のところへきていますので、次のシリーズになると多分、このレベルの技術が必要になるというのが一つあります。あと、通信関係も実はデータセンターというか、クラウドも実は今、通信のところがボトルネックになっていますので、こういう技術がどれぐらい使えるのかというのは実は各社で、そこは実は競争することになっています。ベースはみんな一緒にやりますが、製品はちゃんと競争してつくるというルールで、今、各社と話し合いをしているところです。

【奥村議員】

そうですか。ぜひ、そこは強化していただきたいと。そうしないと、日本の悪いパターンで、「要素は強いですが、その成果はどこかの国が持っていってしまう」。この繰り返しのぜひならないようお願いしたいというのが一番強い私の願いなんです。個々の研究目標は、私は荒川先生のご指導力で余り心配していない、実は。むしろ、その成果の使われ方が一番実は懸念しているのです。このプロジェクトでいえば。

【説明者】

場合によっては、私はベンチャーと言っている新しい会社の設立もあり得ると思っています。その話も具体的には相談しています。

【奥村議員】

いいと思います。

【説明者】

個々の会社、今の既存の企業だけではだめかもしれません。

【奥村議員】

そうですね。そういうのはありますよね。

【説明者】

それも関係者の間でいつも議論しているところです。

【奥村議員】

是非、これを生かすようなことを前向きに、前もって検討を進めていただきたいというのが私の唯一のことです。

【説明者】

先端を走りますと、やはりみんなが寄ってくると思います。ポートフォリオがかかるようになってきます。そうすると場合によったら投資も増えてくる。色々しがらみはあるかもしれないけれども、新会社をつくってしまったほうがいいかもしれない。

【奥村議員】

僕はもう一つ、応用ということを申し上げたときの趣旨は、やはり、いずれ、そういうことになるコストあるいは歩止まり、こういう泥臭い話が主眼になりますよ。プロトタイプを作って性能がいいねという時はそれでいいのですが、泥臭い話になるので、そういうことにやりついてくる企業がないと生きないですよ。そういうこともあるので、是非、企業をここへ引きつけるような作戦をぜひ前もってやっていただきたいというのが、そういうことなのですけれども、お願いしたいと思います。

【説明者】

ありがとうございます。

【相澤議員】

あと、先ほどのような非常に現段階で機能している企業からの参加、知的財産、それから各親元企業の期待、こういうようなところはどのように整理されるのですか。

【説明者】

正直に申し上げまして、各社がばらばらに戦っていたのでは世界の競争に勝てないという思いがあって、それで、このデバイスレベルは私共の研究課題を通してみんなで連携しよう。その結果、先ほど新会社と言っていましたが、日本の企業に提供する第三者的なものが1個あるといいねと。同時に、親会社のほうからは実は売上げとか、そういうので見るとやっぱりコンピュータとか通信システムとか、そっち側のほうが普通は大きいので、そこでちゃんと成長できるようにみんな頑張っ欲しいと思っています。そういう意味では珍しく、今までずっと競争し合ってきた仲間が、ここでは連携して、そのかわり、世界市場を相手に日本企業が個性を生かした製品を出していくというところで、今、合意をしているところです。

【説明者】

恐らく企業のビジネスモデルとして、どんどんヒエラルキーが高いところで競争しようとしております。そうしますと、今の半導体のチップレベルあるいはシステムチップレベルでは、どこか1社がきちんと供給すればいい。その担い手が今の我々の成果の次のビジョンとしてある。もし、そういうものができたとすれば、みんな、各社が喜んで買って、そして自分たちでまたビジネス展開を行うと、そういうストーリーが、かなり、今、我々の中ではでき上がっています。ぜひ、それは牽引していきたい。

【相澤議員】

知的財産権はどうですか。

【説明者】

知的財産権は現在のところ、それぞれのところに持っていくような形になっておりますが、ライセンス化は自由にできるようにしています。

【奥村議員】

もっと基本的なことをいいますと、例えばつくばで、何インチで何個ぐらいの、何枚ぐらいのウエハが流れているのですか。ある特定の部品をやろうと思ったら、今、できる体制になっているのですか。ウエハプロセスはどんな感じのものが使われているのですか。

【説明者】

今、実際に使っているのは100ミリ。

【奥村議員】

100ミリ、4インチですか。

【説明者】

4インチでやっていますけれども、300ミリのほうにもできれば展開を考えています。ただ、そこで量産が全てできるかというと、そこまでプロトタイプという意味ではちゃんとできてく

るようなことを狙っています。

【奥村議員】

量産はできないと思いますが、4インチで例えば何枚ぐらい流せてでき上がりを検証されているんですか。

【説明者】

月に大体50枚から100枚近くは流しています。

【奥村議員】

月に50枚から100枚ぐらいは試作されている機能検証をされているということですか。

【説明者】

そうです。

【説明者】

ただ、誤解のないように、常にさっき申し上げたデバイスやシステムを、ただつくり上げているというより、いろんなプロセスがありますので、そういうものを試しながら自分たちはやっています。そういった意味であります。

【相澤議員】

それでは、ちょっとお伺いしたいのは、もう一つは今日、良い側面だけを伺ってまいりましたが、何か問題点になるようなことはありませんでしょうか。

【説明者】

より予算があれば、よりLSIへの展開が加速されるとは思っておりますけれども、それを問題点と申すかどうかはまた別の問題かと思えます。

【奥村議員】

具体的に、「より予算があると」とは、どういう意味ですか。

【説明者】

つまり、私どもは最終年度にLSIを搭載したいと思っているのですが、そのLSIの作製が高額なのです。

【奥村議員】

試作費が増えるという。要するに。

【説明者】

そうです、試作費です。どういうデモを最終的にやるかというのは予算次第なのです。

【奥村議員】

それはそうですが、その時にどういうものをつくるかというニーズは、明確なのでしょうか。シーズ提供側じゃなくて、例えばどこかの企業でこういうものがある量産ができれば、アプリケーションとして製品に組み込みたいというニーズがあるかどうか、ということが重要だと思うのですが、そういうのがあっての今のご提案でしょうか。

【説明者】

今、実はちょっと日本の半導体企業とお話をしているのですが、彼らからするとやっぱり最終形の姿を見せると。つまり、消費電力がどれぐらいになるかとか、それはLSIの中に手を入れないとできないのです。ところが、今はちょっとそこまで予算がないので、もちろん、半導体製造ラインを1ラインつくると、200億程度かかりますから、多分、10億ぐらい、どこかからひねり出せるとLSI、これに最適化した本当の性能が出て、消費電力も少なくなるというのが、試作委託でつくれるのですが、今、それに手が届かない。

【奥村議員】

それだけ期待するのなら半導体企業自身も何がしか負担すべきなのでは。

【説明者】

もちろん、可能性はありますが、半導体企業も全額負担は難しいので、ちょっとそこまでは難しいと思います。

【奥村議員】

10億もかかるの。

【説明者】

はい、新規LSIの試作は、物すごくかかります。

【奥村議員】

それはこの中では無理でしょうね、今はちょっと。

【説明者】

それを問題と申しますかどうかはわかりませんが、より確かな実証をしていくためには、「少し加速されるといいかな」という気はしております。遠慮がちに申し上げておきます。

【説明者】

この間、震災がありましたが、多分、それを取り戻す手段というのは幾つかあるのです。今、評価の際に、一個ずつばらして、チップを切って検査しているのですが、プローバーがあれば、そのまま、検査できますし、そういうものが当面はすごく役に立つということだと思います。

【川本参事官】

いただいた資料の13ページに基金化のところ、ちょっと諸手続の簡素化のようなことが出されていますが、これについても具体的なご提案があれば、事務的にまたご連絡いただければと思います。どうもありがとうございました。

—了—