

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
（省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発）

1. 日時 平成23年9月27日（火） 11:00～11:30

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

青木 玲子 総合科学技術会議議員

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

大野 英男 東北大学省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンターセンタ
ー長（中心研究者）

笠井 直記 東北大学省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター副セン
ター長（研究支援統括者）

遠藤 哲郎 東北大学省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター副セン
ター長

5. 議事

【川本参事官】

それではこれより研究課題「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」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の出席者はお手元の座席表のとおりであります。本席議員におか
れては所用で欠席という形になっております。

このヒアリングは、非公開で行います。関係者がフォローアップを通じて知り得た情報はフ

フォローアップの目的のみに使用させていただきます。ただし、後日、今後の研究発表、あるいは知的財産の検討に支障がないことを確認させていただいた上で、議事については概要を公表させていただきます。

時間の配分につきましては、あらかじめご連絡していますが、研究課題側からのご説明を10分、質疑応答を20分、合計30分の時間厳守でお願いしたいと思います。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。時間が来ましたら、質疑を重視するというので、説明が途中であってもそこでいったん中断をお願いしたいと思います。質疑応答につきましては、終了3分前に予鈴を鳴らさせていただきます。

それでは説明をよろしく申し上げます。

【説明者】

東北大学の笠井と申します。

それでは、平成22年度の「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」の進捗に関しまして説明させていただきます。

初めに、研究推進体制でございます。本プログラムはこのスタートに合わせて、東北大学内に新たなセンターを設置いたしました。センター長として中心研究者の大野先生、副センター長に私と遠藤先生という体制でございます。

この研究課題は、下にございますように、産学官の協力体制というところが一つの特徴でございます。かつこのプログラムは一つのサブテーマでその中に7つの研究分野が有機的に連携して行っているということも特徴でございます。

また、運営に当たっては、6名の教授、准教授からなる運営委員会を毎週開催いたしております。滞りなく運営ができるように常に議論しているところでございます。また、メンバーがさまざまな組織にまたがるために、メンバーが全員終結できる会議を年6回開催しております。また、プログラムの運営に関しまして、諮問委員の先生9名、それから技術的なことに関して、技術専門委員の先生10名にいろいろなアドバイスをいただいているところでございます。

次に、支援体制でございます。

センターの中に、支援室というものを設けました。私とそれから支援室長、事務員3名の専任で行ってございます。上に当たっては、東北大学の事務機構、それから電気通信研究所の事務部と連携して、研究助成金の使い方、また契約に関して進めているところでございます。

また、本研究課題の提案から科学技術振興機構には様々なご助言をいただいているというところでございます。

続きまして、研究計画、目標、進捗でございます。

この表は、足かけ5年間のプログラムの進捗計画でございます。平成22年度はこの2つの分野に関して大きな達成ができました。1点目は、材料・素子製造技術に関しまして、40nm世代までの論理集積回路に対応可能なスピントロニクス材料素子の基本特性が確認できました。

2番目に、回路設計技術、それから実証技術というところで、200mmウェハプロセスで90nm世代の材料・素子開発によって得られました暫定パラメータを用いまして、2端子素子の基本回路、それから3端子素子の基本回路というものの動作実証を行いました。本件に関しましては、トピックスで後ほどご紹介いたします。

平成22年度の研究目標でございますけれども、7つの研究分野に関しまして、計画と目標を掲げております。1つ1つ説明はいたしませんけれども、ほぼ全てのところで達成ができております。一部持ち越しとなっている項目は、設備導入と拠点形成における集積プロセスの立ち上げに関するものでございまして、遅れは3月11日に発生しました東日本大震災による遅延が原因でございます。

なお、これらの成果に関しましては、お手元にお配りいたしました緑の冊子の年度研究報告書をお時間のあるときにぜひご覧になっていただきたいと思います。

続きまして、特筆すべき研究進捗の1点目でございます。垂直磁気異方性MgO-CoFeB磁気トンネル接合の開発でございます。

このプログラムは、磁性と集積回路を融合するというところを目標にしております。この2つを融合させるために、磁性素子が非常にキーになるわけですが、これがいかに集積回路と親和性よくできるかというところがポイントでございます。

ここに赤い字で5点、微細化・高性能化、低電力化、高信頼性、CMOSプロセスの親和性というのを挙げさせていただいております。

この垂直磁気トンネル接合というのは、これまでも幾つかの発表がございましたけれども、この5つの要件を全て満たすというものの発表はございませんでした。今回、初めてこの5つの要件を全て満たすことに成功したということでございます。

この研究内容は、Nature Materialに掲載されまして、他の研究機関に非常に注目されまして、追試実験が行われております。今、我々はここでリードしていますけれども、このリード

を保ったまま先に進めていきたいというふうに思っております。

続きまして、特筆すべき研究進捗の2点目でございます。ここでは、スピントロニクス論理集積回路の基本性能を実証いたしました。2端子素子の基本回路TCAM、これは検索エンジンなどに用いられる集積回路でございます。それから、3端子素子の基本回路CAM、これは論理集積回路のメモリーと論理をうまくつなぎ合わせる部分の回路でございます。ここに示した資料のような実証を行うことができました。

なお、この研究成果は平成22年度でございますけれども、実際に学会発表、あるいは報道が行われたのは平成23年度でございますので、これに関しましては本年度のフォローアップで報告させていただきたいというふうに思います。

これが成果数値でございます。

1年目でございますので、どうしても研究が終わってから論文発表、特許出願ということになりますので、今年度以降これをさらに増やす予定でございます。

成果の公表方法でございます。

まず、専用ページをこのプログラム発足と同時に立ち上げました。今のところ1万6,000カウント、アクセス数を記録してございます。例えば、あとに示します国際シンポジウムがあるといったときには非常にカウント数が伸びるという傾向がございます。

2点目として、年度報告会というものを開催いたしました。3月11日、まさに大震災が起きたときでございまして、ここにおられる遠藤先生がご発表して、もうあと30分ぐらいで終わるところでございましたけれども、そういったところでやったという、我々は非常に印象深いところでございます。幸いにして参加されている先生方は、おかげもなく、ご無事でしたが、2日ほど仙台に足止めということでご不便をかけ申し訳なく思っております。

それから、3番目に、FIRSTの強化事業でございますけれども、2月3日、4日に行いました。日本に限らず、ここにありますように諸外国からいろいろな方に参加していただきまして、来年もぜひこのような会をやっていただきたいというお声をいただいております。

知的財産権の帰属に関しましては、先ほど申し上げましたように、産学官の共同プログラムでございますので、協定書、あるいは委託研究契約等を締結いたしまして、この中で帰属というものを決めてございます。また、特許に関しましては、こういった協力案件をもとに共同出願というものを積極的に進めているところでございます。外国人の参画に関しましては、東北大学の知的財産ポリシー、あるいは安全保障輸出管理規程等に基づいて個別に行っているところ

ろでございます。

強化事業でございますけれども、震災の影響によって22年度全て終了ではございませんでしたけれども、1点だけご報告させていただきます。

①のCADツールの導入でございますけれども、これを昨年度行ったことによって、東北大学における十分な設計時間の確保と設定完成度の向上によりまして、先ほど7ページに示しました基本回路の実証ということが達成できました。

基金化の効果でございます。やはり年度をまたぐ契約が可能になったということで、特に大型の設備を入れることに関しては、非常に助かりました。また、震災で年度をまたいだということでございますけれども、そこでの事務の負担が大幅に軽減されて助かったというところでございます。

1点だけお願いでございます。こういった高額設備を導入するのにどうしても政府調達ルールが適用されるということで、この研究は世界との競争に打ち勝つという点で、この点をぜひ早く調達できるような仕組みがあればというふうに考えてございます。

以上で、報告を終わります。

どうもありがとうございました。

【川本参事官】

どうもありがとうございました。

それでは、質疑応答に移りたいと思います。ここからの進行につきましては、相澤先生、よろしく願いいたします。

【相澤議員】

機能的に研究展開できているということは理解させていただきました。まず、組織のことについて伺いますが、1つのサブテーマに7分野が有機的に連携という、このサブテーマと分野というのは分かりにくいんですが、その今のスライドのところに書かれているブルーのところ、これはサブテーマですか。これは分野ですか。

【説明者】

分野でございます。

【相澤議員】

サブテーマというのは、どこにあるわけですか。

【説明者】

サブテーマは設定しておりません。ですので、全部が一体で運営していると、申請書の用語にサブテーマは設定する場合云々ということがございましたので、私どもはサブテーマを設定せずに一体でやっている。そういう意味でございます。

【相澤議員】

ああ、そうでありますか。そうすると、サブテーマというのは、もし我々の出しているものの中にあつたとしたら、それは必要があればということなので、それではこのプロジェクトではサブテーマはなしということですね。

【説明者】

はい。

【相澤議員】

そうすると分野でこういう活動を分けていると。それぞれの7分野が連携しながらやっておられると。そういう理解で。

【説明者】

本研究課題の中では人員もオーバーラップしておりますので、1人の人が2つの分野に関与するなどの形で、有機的な連携が図られています。

【相澤議員】

特筆すべき研究の進捗状況で2つ挙げておられますが、第1のこのスピントロニクス素子を5つの条件を満たして達成したというところは、ただいまの分野ということではどこの分野が中心的な役割で果たされたものでしょうか。

【説明者】

これは1番目と2番目の共同の研究でございます。材料とデバイスが連携して、このような素子の性能を達成いたしました。

【相澤議員】

そうでありますと、その5つの条件を同時に満たすというところで、今までどの条件が達成が難しく、今回、どういう革新によってこの5つの条件全てを満たすことができたのか。その辺を教えてくださいませんか。

【説明者】

この表にございます、一番下が私どもの成果で、一番上は別の方式のものですけれども、その下から最後の上までは、これまでの垂直磁気異方性のトンネル接合でございます。ここにございますように、ブランクがあるのは、これまでの報告で達成できていないので報告されていなかった。こういう状況になっていました。これは、CoFeBとMgOという組合せが大変良いと分かっており、また、垂直磁気異方性の素子がいいというのはわかっていましたが、この2つがうまくかみ合わなかったからです。

私どもは、このMgO-CoFeBに実は今までに余り皆さんが注目されてこなかった隠された特性がある。つまり界面に垂直磁気異方性を持たせるような特別な性質があって、CoFeBを非常に薄くする。つまり1.5、あるいは1.7nmという薄さにすると、これ自身が垂直磁気異方性を示すということを発見しまして、それを使って、この5つの項目を満足する素子をつくることに成功いたしました。

【相澤議員】

ただいまのが第1の分野、第2の分野で、その次に第3の研究分野のところに革新的スピントロニクス材料及びデバイスと書いてありますが、この革新的というのは、ただいまの次のステップということに理解ということでしょうか。

【説明者】

そのとおりです。

【相澤議員】

具体的には、次のステップとして、これまでと大きな違いがあるのでしょうか。

【説明者】

1つここで、今取り組んでおります一番大きなものは、電界による磁化反転でございます。磁石の向きはこれまで磁場をかけて変化させる。あるいは私どもは今スピン偏極電流で磁石の向きを変化させております。それに対して、電界をかけただけで磁化の向きを変化させるということを試みておりますけれども、それが成功いたしますと、書き換えに要するエネルギーが大体100分の1から1000分の1ぐらいになります。それを見せたいというのがまず一番。プログラムの集積化というところに一番近いテーマでもあります。

それ以外にも基礎的なテーマをここでは遂行しております、これまでも私ども、あるいは私が研究してまいりましたのは、基礎的なところをきちんとやることによって、こういう応用的なところにさまざまな示唆が得られる。あるいは革新がもたらされるということを経験してまいりましたので、すぐに役に立たないけれども、もうちょっと低温でいいからきちんと理解したいと、そういうテーマも幾つかここにはございます。

ただ、今申し上げましたように、集積回路という意味で出口に近いところは省エネルギーの磁化のスイッチング技術でありまして、それは電界でスイッチするというところでございます。

【相澤議員】

もう一つの特筆すべき研究進捗状況として出された、今度はそれを論理集積回路まで展開ということですが、これは先ほどご説明のように、既に22年度のところで成果としては出ている。この論理集積の回路までというところは、ただいまのそれぞれのデバイスレベルの素子のところを受けて、さらに行くという構図なのか。これはこれで独立に展開していくのか。ここはどんなような戦略といたしましょう。

【説明者】

受けて展開します。

現在試作している回路に使われている素子は1世代です。今ご説明した垂直の私どもが開発してとても良いと申し上げた素子はまだ使っておりません。それで1世代前の素子を使ってここまでできるということを示しました。今、私どもがやっているのは実証した素子を今度はそれを使って集積回路を作るということ今まさにやっている最中でございます。

【相澤議員】

既にこれはもうそのステップに入っているのでしょうか。

【説明者】

はい。新しい素子を今搭載してまさしく集積回路を作っているプロセスをしている最中です。

【奥村議員】

やはり今回の成果の中では、このMgOの垂直CoFeBだと思いますが、これを見ると池田、木村という名前が著者に載っていますが、これは特許のほうを拝見しますと、この特許は今出ていないのですか。特許4件というのが最後に載っていますが、このCoFeB系の池田先生ですか、三浦先生、この一番上の三浦と載っているのは、これは1つが該当するのでしょうか。

【説明者】

はい。

【奥村議員】

これだけの研究成果でしたら、私の感覚では10や20がすぐ出てくると思いますが、特許4件というのは、非常に少ない印象を持ちます。何かご事情があるのかないのか。それが1点。

それから、ご指摘のようにCoFeBはその世界ではファミリアな成分系で、追試実験が行われたと書いてありますが、この膜の作り方も公開されているのでしょうか。公開している。それには特許性がないというご判断で公開されているのか。結構、工業的には重要なポイントだと思いますが、これについて、お考えがあったら教えていただきたい。

【説明者】

特許に関しては、主要なものに絞ってのみ出しています。私ども常に議論していますが、本当にやりたいのは特許マップを作って、それできちんとこれとこれが押さえられればこの分野は全て我々が押さえられるというようにしたいと考えております。その特許マップを作るお金が足りないために今うまく回っていません。一方、企業で取ろうとすると、その配分が問題となります。最先端研究開発支援プログラムの費用でももちろん持てますが、そうすると2年半のプログラム終了後の維持費用が問題となってしまいます。ですから、主要なものに限って今は特許を出しているということです。

【奥村議員】

東北大学が大学として個々の特許についての良し悪しはご判断されるにしても、研究支援担当機関の東北大学として特段に力を入れているようには思えません。その他一般の東北大学で行われている研究と同じ扱いのように聞こえます。

【説明者】

特許の費用に関しては、そういう意味では他と同様に扱われています。
何か補足はございますか。特許については非常に重要なことなので。

【奥村議員】

これは、非常に重要なポイントです。研究支援担当機関としての役割です。単に出願が研究者からあったときにだけ対応するのでは基本的には不備です。一番大事なことはやはり世界各国で競合しているし、こういう情報が出てきていることを研究者に情報提供するようなこともやはり特許部門としてはされる必要があります。

【説明者】

研究推進の副統括をやっている立場で東北大学の知的財産部も随分足を運んで、かなり実際特許事務所さんにもいろいろ話をして、ぜひとも戦略的に特許マップをつくりたいとお願いしているところです。私も以前に民間企業におりましたので、その重要性をよく理解しています。この分野大事ですので、そういった自分の知見も生かして、ぜひとも特許マップをつくりたいのですが、先ほど大野先生が言ったような状況もありまして、なかなか現実的には今は動いて

いないというのが現状でございます。

【奥村議員】

もう1点お伺いしたいのは、冒頭のご説明で、笠井先生が研究支援統括となっておりますが、先生は同時にその分野の責任者でもいらっしゃいます。何か研究者が同時に兼ねているケースは他の研究課題では聞きません。

【説明者】

特別な事情がございまして、実はNEC出身の方がこの分野を担当されておりました。笠井先生ご自身もNECの研究者から今回の出向していただいておりますが、実はあの分野へのプロセスのところは、担当されていた方の個人的な事情で、このプロジェクトから抜けざるを得なくなったために、急きょピンチヒッターとして。

【奥村議員】

笠井先生はピンチヒッターでいらっしゃる。

【説明者】

そうです。申請したときと平成22年度には、笠井先生はあそこには名前がございませんでした。ここ数ヶ月の間だけです。

【奥村議員】

分かりました。それは、先ほどの特許の問題もそうですが、やはり先生のところの研究はいわゆる世界最先端なので、特許を含めて研究支援部門の役割は極めて大きいと見ています。にもかかわらず、研究部門と一緒に兼任されるのは大変なことだろうと、やはり専任者がおられたほうがいいと、研究支援統括として、東北大学とぎりぎり調整をしていただきたいなど、そんな思いがありますから、今のようなご指摘をさせていただきました。

【説明者】

持ち帰って、大学本部と協議をさせていただきます。

一言、ただ、なかなか大学で特許マップをきちんとつくれるという方はいらっしゃらないと思います。ですので、そういう意味で、そういう優秀な方を確保してある分野に張りつけるとするのは、極めてタフな交渉にはなると予想しております。

【奥村議員】

研究者の方々も汗をかかないといけません。単に特許部門に丸投げは絶対に駄目です。

【説明者】

そのとおりです。

【奥村議員】

これはやはり研究者と特許部門の人が一緒になって、特許マップをつくっていくということです。

【説明者】

そのとおりだと思います。大学には経験が少ないことが課題です。我々自身がきちんと枠組みもつくって、こういうことをして欲しいということを示していかなければいけない。その際に、研究開発の時間との兼ね合いです。私どもの人的リソースが少ない面もありまして、そういうところの判断を迫られる局面が多々ございます。

ただ、おっしゃられることはよく理解しておりますので、持ち帰って大学と協議させていただきたいと思います。

【相澤議員】

それでは、先ほどお伺いしたように、非常に最先端のところ、せめぎ合っているところで、大きな期待が集まる場所でもありますので、どうぞいろいろな形で今の知財関係のところについても本来はこの最先端研究開発支援プログラムは研究者の活動が専念できるようにということで研究支援担当機関をおいておりますので、先ほどの兼任をされているところは、これはやはりできるだけ早くそのところを解消していただいて、強力な形で進めていただければと思います。

【説明者】

一言だけ、先ほど奥村議員からございました、公開したのかという、全部を公開しちゃったのかという話ですけれども、大部分を公開してございます。それでそのインパクトですけれども、各海外のメーカーも含めて、追試の結果がどんどん出てきてございます。そのおかげで世界の潮流がこういう方向に行くべきだということになってきました。そういう意味で特許もちろん重要ですが、一方で世界の流れをつくるという意味では、私ども一人で、私どもだけのグループで全てをできるわけではございません。世界の流れをつくるという意味では、公開して、こういう道が素晴らしいということを皆さんに納得していただいたという、その反響を今ひしひしと感じてございます。

【奥村議員】

それは事柄に応じて、いわゆる全部をさらけ出して新しい潮流をつくるという戦略もありますからね。私は全面否定しているのではなくて、そうは言ってやっぱりこれだけの発見をされて、特許は1件か2件、これはどう見ても何か尺に合わない、それだけです、申し上げていることは。

【川本参事官】

これで、ヒアリングを終了したいと思います。

どうもありがとうございました。

—了—