

研究評価委員会  
「高速不揮発メモリ機能技術開発」(事後評価) 分科会  
議事録

日 時：平成25年11月18日(月) 13:00~17:55

場 所：大手町サンスカイルーム D室(朝日生命大手町ビル27F)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	桜井 貴康	東京大学 生産技術研究所 第3部	教授
分科会長代理	高橋 庸夫	北海道大学 大学院情報科学研究科 情報エレクトロニクス専攻	教授
委員	木本 恒暢	京都大学 大学院工学研究科 電子工学専攻	教授
委員	白石 賢二	名古屋大学 大学院工学研究科 計算理工学専攻	教授
委員	東野 輝夫	大阪大学 大学院情報科学研究科 情報ネットワーク学専攻	教授
委員	宮本 恭幸	東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻	教授
委員	村上 和彰	九州大学 大学院システム情報科学研究所 情報知能工学部門	教授

<推進者>

岡田 武	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	部長
関根 久	同上	統括研究員
金里 雅敏	同上	主任研究員
遠目塚 幸二	同上	主査
波佐 昭則	同上	主査

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

五味 秀樹	エルピーダメモリ株式会社	取締役 CTO
荻島 淳史	エルピーダメモリ株式会社 新メモリ開発グループ	エクゼクティブマネージャ
相澤 一雄	エルピーダメモリ株式会社 新メモリ開発グループ	プロフェッショナル
中井 潔	エルピーダメモリ株式会社 新メモリ開発グループ	プロフェッショナル
俣野 達哉	エルピーダメモリ株式会社 新メモリ開発グループ	プロフェッショナル
栗屋 信義	シャープ株式会社 基盤技術研究所	副所長
竹内 健	中央大学 理工学部	教授

<企画調整>

中谷 充良	NEDO 総務企画部	課長代理
-------	------------	------

<事務局>

保坂 尚子	NEDO 評価部	主幹
柳川 裕彦	NEDO 評価部	主査

## 議事次第

(公開セッション)

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. 評価の実施方法及び評価報告書の構成
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」について
  - 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

(非公開セッション)

5. 研究開発マネジメントに関する補足説明
6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1「高速不揮発メモリ機能技術開発／②不揮発アーキテクチャの研究」
  - 6.2「高速不揮発メモリ機能技術開発／①高速不揮発メモリの開発」
7. 「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について
8. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

9. まとめ・講評
10. 今後の予定、その他
11. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

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。
  - ・桜井分科会長挨拶
  - ・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及び2-2に基づき説明し、議題5.「研究開発マネジメントに関する補足説明」～議題8.「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. 評価の実施方法及び評価報告書の構成

評価の手順を事務局より資料3-1～3-5に基づき説明し、了承された。

また、評価報告書の構成を事務局より資料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

#### 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」について

推進者より資料5-2に基づき説明が行われた。

#### 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

実施者より資料5-3～資料5-4に基づき説明が行われた。

【桜井分科会長】 どうもありがとうございました。

それではただいまのご説明に対しまして、ご意見・ご質問等がありましたらお願いいたします。技術の詳細については、後ほど議題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、マネジメントについてのご意見をお願いいたします。それではよろしくお願いいたします。

【宮本委員】 初めの遠目塚さんの話で確認させていただきたいのですが、提案されている不揮発メモリ比較表は2010年時点となっていたのですが、そのあとのエルピーダ社から出されたデータと食い違っている気がするのですが、そのあたりについて説明いただけないでしょうか。

【遠目塚（推進者）】 2010年当時、さまざまなベンチマークの資料があり、この段階ではどの不揮発メモリが有望なのかという議論の中でいろいろ判断した結果の概要を説明していますので、細かいデータがいろいろな部分で食い違っている部分はあります。ただ概観的なベンチマークを行って不揮発メモリが今後伸びる、日本国としても非常に力を入れている技術であるという判断材料にしたということです。ですから技術的な観点は若干違う部分があります。

【宮本委員】 一応確認しておきたいのですが、最後のところで全部日本が有利になっていますが、いまはどうなっているのでしょうか。

【遠目塚（推進者）】 後ほど非公開セッションでも説明しますが、若干遅れたり、隣国が優位になったりしていますが、全般的にはまだ日本の技術的な勢力の部分は衰えていないという判断があります。

【桜井分科会長】 エルピーダ社の資本がプロジェクトの途中で海外に移行したということですが、それに対するNEDOの立場はどのように考えればよろしいのでしょうか。

【遠目塚（推進者）】 その件は非公開セッションでまた補足説明させていただきますので、よろしく願います。

【村上委員】 今後の課題をまとめられた表があったかと思います。資料5-3のスライド番号の23枚目です。今後の課題といった場合、技術的な課題と事業化に向けての課題と考えられるかと思うのですが、ここに挙げられている「今後の課題」は、あくまで技術的な課題だという理解でよろしいでしょうか。それとも事業化に向けての課題もここには含まれているのでしょうか。

【荻島（実施者）】 これは一応単体レベルではプロジェクトの目標を達成できていますので、そこから大規模な、たとえば1GBなどを目指していきたいと思っています。

【村上委員】 もう1点、最後のご発表で、DRAM（ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ）工場との親和性の高さが今回の方式選択、アプローチ選択のところ効いていたように私は理解したのですが、この制約条件を取り払ったら、どんな選択が可能だったのか、これは仮定の話で「たら・れば」ですが。

【荻島（実施者）】 当初はソニー社がやっているCB-RAM (Conducting Bridge Random Access Memory) なども議論しましたが、そういう仮定を取ったとしても、いまの遷移金属酸化物系がよいデータを出していたのは間違いない。それに加えて親和性があるので採用しましたが、たとえばそれがだめだとしても、そこがゆえに開発を進めないということはないと思います。それがあったとしたら、またどうやって入れるかというところは課題だと思いますが、そこでNGとなることはないと思います。

【東野委員】 たぶん技術的なことはまた後でお話があるのかと思いますが、不揮発メモリの開発とアーキテクチャの開発と両方でいろいろフィードバックをかけたことは、結局はアクセスギャップをどう埋

めるかということに相当するのですか。要は、どういふかたちで両方がコラボレーションしているか、答えられる範囲でもう少し教えていただけるとありがたいのですが。

【荻島 (実施者)】 竹内教授のところではそれ以外にも、アクセスギャップをどう埋めるかとか、DRAMを代替するにはどうするかとか、いろいろ考えておられるので、そのへんも含めて今回いろいろやっています。最終的にはプロトタイプを設計するに当たって、第一に考えたのはプロトタイプを世の中に出していくためには、こういう新材料の性能がどうだということがあるので、プロトタイプ的设计に関しては竹内教授のほうの研究にあったようなフラッシュと一体化したシステムをねらってやってきました。

【竹内 (実施者)】 まずアプリケーションを探さなければいけないということもありましたが、それに加えてそもそもどういふメモリのチップをつくるべきかということが重要でした。確かに単体のデバイスとしては非常に高速にスイッチングするのですが、今回 20nm といふ非常に微細化されたチップを開発しますので、たとえば配線の RC 遅延で、そもそもマイクロ秒オーダーがかかるとか、結局、性能、電力、容量、コストというもののいふいふ何を重要視してチップをつくるべきか、そういったメモリ自身がどうあるべきかといふところからわれわれは入り込み、こういうアプリケーションだったらこういう仕様でどうですかと、そうするとエルピーダ社は、それはできる、できないと、そういったある種システムから回路、デバイスまで一体開発を行いました。

【桜井分科会長】 いまのフィードバックの中には書換え回数などがどうあるべきかという議論も含まれていたということですか。

【竹内 (実施者)】 はい。

【高橋分科会長代理】 最初のモチベーションのところ、省エネと高速ということ、遠目塚さんの最初のお話で重視してありまして、そのときにフェーズチェンジをしているのは遅いからというのが一つあるかもしれませんが、STT-MRAM (不揮発性磁性体メモリ) をやめる理由があまりちゃんと説明されなかったように感じています、そのあたりはいかがですか。

【荻島 (実施者)】 MRAM (磁気抵抗メモリ) ですが、もちろん究極的にはエンデュランスから含めてMRAMはDRAMを代替できるようなデバイスだと思えますが、われわれのこの選択は、あくまでも3年後の事業化を考えなければいけない。そこにMRAMの材料がありますかといふと、当時はたぶんなかったと思います。そこが一番の大きなところですよ。

【高橋分科会長代理】 NEDO としての方針としてはいかがですかといふのが聞きたかった。エルピーダ社の方針はすぐ理解できるのですが。

【遠目塚 (推進者)】 本プロジェクトは冒頭のベンチマークシートにもありましたように、当時いろいろな新不揮発メモリの手法が考案されて、確かにベンチマークシートを見比べると ReRAM (resistance random access memory : 抵抗変化型メモリ) がいいのか、MRAM がいいのか、あるいは PRAM (相変化メモリ) がいいのかという判断は、当時はつかなかった。ただし荻島さんの説明にあったように、ReRAM が一番工場親和性がありました。要は Bit コストを下げるといふことは、低コスト化につながるということで、今回 ReRAM を選択して、目的としては SCM (ストレージクラスメモリ) の分野の主メモリとなるように働きかけて実用化に向けて推進したという経緯があります。

【関根 (推進者)】 補足します。この高速不揮発のところでは ReRAM ですが、実は NEDO プロジェクトは電材部であつ二つ、この不揮発メモリで MRAM は LEAP (超低電圧デバイス技術研究組合) のプロジェクト、そしてノーマリーオフプロジェクトで他社がアプローチしています。そちらのアプローチと合わせて新不揮発メモリの中で、これは高速不揮発だといふことで対応しているものです。いろいろなところの中から選択していくということですよ。

加えてその 6 ページにある話は、2010 年当時どうだったかといふことで、NEDO がどう選んだか

ということを表しているものです。実用化に向けては、本プロジェクトは事後評価ですが、いまご紹介したプロジェクトの中には中間評価の段階もありますので、今後どれを選んでいくかということになると思います。

【白石委員】 先ほどの質問とも関連しますが、プロセスの親和性ということでハフニウム、アルミナなどを使う ReRAM を選ばれたということ、その結果がストレージクラスということになっていったような気がするのですが、最初から、たとえば DRAM の代替は DRAM である、フラッシュの代替はフラッシュ、NAND の代替は NAND ということは決まっていたのか。たとえば STT-RAM はご説明がありましたが、DRAM の代替に STT はなりうるし、もしフラッシュの代替をやろうとするのであれば、いま 30pA を実現されていると思いますが、もう少し電流を下げないと Tbit にはなかなかいかないだろうということを考えてときに、最初に親和性ありきでやられたのか、それとももう少し別のことも考えられてストレージクラスに行かれたのかが見えてこないのですが、いかがでしょうか。

【遠目塚（推進者）】 資料 5-2 の 10 ページ、「不揮発メモリの特徴と適用用途」の図表に示されるように、当時いろいろな手法の不揮発メモリが考案されてきました。この中でどのデバイスが、どの分野に行くのか、あるいは淘汰されて一つになるのかということをお考えすると、今後伸びるであろうストレージ分野の高速不揮発に関しては、ReRAM が有望であろう。先ほど関根からも報告しましたように、ほかにも MRAM など不揮発ノーマリーオフでやった不揮発メモリに関してはキャッシュという分野に適用するのではないかと判断で、その分野はその分野でマネジメントします。今回はこのストレージ分野で ReRAM が有望ではないかという判断でこのプロジェクトを始めました。

【白石委員】 PRAM（相変化メモリ）で LEAP などがやっているというその他の方式などもお考えになったということもあるのですか。

【荻島（実施者）】 そうですね。

【白石委員】 PRAM も超格子型になって、従来のものとは格段によくなっていますので、そうすると 2010 年といまとはだいぶ変わっているのではないかという気がしています。

【荻島（実施者）】 われわれのところも、実はこの前に PRAM をやっていたとして、ちょうどこの採択のころに超格子型のもが出てきて、われわれとしては先ほども申しましたように親和性は 3 番目です。まず大容量、スケールアップができること、高速であること、この二つがビジネス上はメインでした。それを考えた場合、PRAM はその当時高速ではなかった。したがってわれわれは高速のためには縦 MOS と組み合わせるという材料を使っていくことが一番、一つの方向だろう。NAND の代替にするにしても、NAND より 10 倍スピードが速ければいろいろなところに使えるだろうということで、そこを目指しました。

【木本委員】 いまお話が出たこの不揮発メモリの適用用途、右の図を説明いただきたいのですが、ここで青の高速不揮発、ReRAM が左下にあって、ストレージ分野を目指すということを書かれていますが、一方右のほうに ReRAM が 2 カ所にあります。今回は、書込み時間を高速化するということで従来の右の二つのところから、左下のこの大きい青丸のところをねらったという位置付けなのか、あるいはこの高速の書込みはすでにできていたのだけれども、こういう大規模な集積化ということについては、ばらつきの問題があって難しかったので、そこを取り組んだという意味なのか、どういう位置付けなのでしょう。

【遠目塚（推進者）】 この図は、書込み時間が横軸で、縦軸にはビットコストという概念的な話ですが、過去には ReRAM でも書込み時間は若干長いだけれど安いメモリの分野と、そこそこの書込み時間で若干値段が高いという 2 種類の得手、不得手のある ReRAM があった。このあたりを材料等、いろいろプロセスを改良して、ストレージメモリに適合するような高速で、かつ大容量で、最終的には汎用性のある低コスト化が可能であろうという判断で今回 ReRAM を選択して、このフィールドに適合し

ていくかたちで述べてあります。

【木本委員】 高速での書込み時間は、すでに学問的には確立されていたのかどうか。

【遠目塚（推進者）】 当時はまだこのグラフで見ると 1000ns ぐらいです。1μsec ぐらいの応答スピードしかないという状況を先ほど説明したように 10ns の高速性を実現するという目標がありました。

【桜井分科会長】 システムサイドとデバイスサイドがループを回しながら、いろいろと対話をしながら研究を進めたということでしたが、研究開始時と研究をしている最中で、目標の設定がシステム側の検討が進むに従って変わってきたというダイナミックな変化が途中であったのでしょうか。あるいはこのプロジェクトを起こす前に会話がなされていて、だいたいその目標で最後まで来たのでしょうか。

【荻島（実施者）】 先ほど説明したようにプロジェクトの最初の採択のときに出したところが最後まで変わっていないでやり遂げたというのが概要だと思いますが、そのうちいろいろなことがあって、たとえば細かい話ですと、エンデュランスが Verify をかけないとうまく回らないところがあって、竹内教授のほうで Verify をどうやったらいいか、うまくいくかというところをやっていただきました。大筋は変わっていないと思います。

【桜井分科会長】 特に外部環境もダイナミックに変わるのだと思いますが、そのへんのフィードバックもだいたい予想の範囲内で最初の設定どおりで進んだということですか。

【竹内（実施者）】 基本的なアーキテクチャなどは変わっていないのですが、やはりこの間、一番大きかったのはクラウドがものすごく伸びていったことです。逆に言うとモバイルがだんだん先が見えてきたことがあって、高速なストレージ、そもそもハードディスクは主にクラウドで使われていたのですが、そういったもののニーズがものすごく高まっていたので、今日後ほどご紹介しますが、当初予想していた以上にそこをどんどん深掘りしていったというのは、大きな外部環境の影響であったのではないかと思います。

【桜井分科会長】 そうするとシステムサイドと一緒にやったことによって、時々環境を取り込みながら、ダイナミックに変えていく能力を持っていたということですね。ありがとうございます。

それではプロジェクトの詳細内容につきましては、この後詳しく説明していただきますので、その際質問等をいただくことといたします。

(非公開セッション)

5. 研究開発マネジメントに関する補足説明

省略

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

省略

8. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

9. まとめ・講評

【桜井分科会長】 審議が終了したので、各委員の皆様から講評をいただきたいと思います。

【村上委員】 研究成果としても非常に素晴らしい内容になっていると思います。それは三つの側面があります。すべて変化をきちんとキャッチアップしたことに対するものですが、一つ目はエルピーダ社の置かれた状況にきちんと対応して、困難な時期にもかかわらず研究を遂行されたことです。

二つ目は、特に不揮発性メモリのところで技術動向あるいはビジネス動向の変化をきちんとキャッ

チアップした点です。三つ目は、従来パソコンが普及すると同時に分散化で、大量のメモリを自分の周りで持つて使うと思われていましたが、通信の発展とともにクラウドコンピューティングでメモリが置かれる場所が、このプロジェクトが走り始めたときと大きく変わりつつあります。計算パワーのみならず、メモリ等も含めてありようが大きく変わりましたが、この時代の変化もキャッチアップして、三つの変化にきちんと対応したことに対して敬服しています。

開発成果は材料的にも素晴らしいのですが、同じアーキテクチャの人間から見ても、竹内教授は普遍性の高い技術をつくられました。メモリシステムがこれまで抱えていたさまざまな課題に対して一つの答えを出しており、それに対しても非常に感銘を受けています。ぜひこの技術を事業化して、日本のこの分野における国力の回復に役立てていただけるよう期待しております。

【宮本委員】 私も非常に強く感激しました。まずはアーキテクチャで、性能が 11 倍向上して信頼性が 7 倍向上するという事は、簡単に言うと 100 倍ぐらい値段が高くてもいいはずで、その意味では、すごく早くなり、かつアクセスギャップがなくなるのは、非常に価値があります。アクセスギャップをなくすためには速いメモリがなければいけません、ある程度まで結果が出ているので、できるだけ早く実用化していただければと思います。

【東野委員】 私も同じような意見です。これを始めたころは、こんなにクラウドがおおっぴらになってくるというイメージはなかったのですが、クラウドの使われ方自身が変わってきているので、今回アーキテクチャで提案されているように、DRAM とフラッシュメモリの間のギャップを埋めるという意味では非常に面白い研究テーマだと思います。技術的なことも含めて、非常に熱心に取り組まれ、ある種の新しい技術を生み出した点に関しては非常に良かったと思っています。一方、クラウドのようにどんどんサイズが上がっていくので、できるだけこの技術が早く社会で実現化して還元されていくことが大事です。逆に言うと後追いでは苦しいと思うので、できるだけトップを走れるようにすることです。そういう側面、事業化を含めて頑張っていただけるとありがたいと思います。

【白石委員】 大変素晴らしい成果で非常に感銘を受けました。材料開発という一番基本のところから竹内教授のシステム周りまで、一気通貫で次の事業化も見えています。NEDO、大変な目にあつたエルピーダ社、また竹内教授も場所を移られて、皆さん大変な中でこれだけの成果を上げていて本当に感動しました。これはメモリ技術として、世界の核になるのではないかと期待しています。昨今の半導体事情は非常に暗いものが多いのですが、半導体産業、ナノエレ産業の市場規模はチップレベルで 30 兆円あります。自動車と同じような規模なので、この素晴らしい研究成果を核に、NEDO が日本のナノエレ復活を先導していただければありがたいと思います。桜井分科会長の CREST (科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業) も、そんなかたちだと思います。

【木本委員】 融合と言われながらバラつきも多いし、信頼性の問題もあるし、設計の指針も立たないメモリに挑戦して、材料、プロセス等、さまざまな工夫でいろいろな問題を克服したことを高く評価したいと思います。ReRAM の特徴と現状の課題を十分に把握したうえで、最も適切な応用を見据えて、それに向かって進めていることも非常に素晴らしいと思います。竹内教授のアーキテクチャの研究との連携も非常にうまく機能した、素晴らしいプロジェクトだと思います。いま手がけている 8GB のメモリ試作を完了して、「素晴らしい特性が出た」というプレスリリースを楽しみにしたいと思います。事業化もぜひ期待しています。

【高橋分科会長代理】 アーキテクチャから材料まで一貫した設計をすべてやって、大規模メモリをやってみないとわからない、個別のセルだけの研究やアーキテクチャだけの独立した研究ではなかなか到達できないところに到達したのは素晴らしいと思います。アプリケーションもある程度見通しがついているので、ぜひ強力に進めてほしいところです。これまでも大規模なメモリをつくって、いろいろなことがわかったと思いますが、今回の不安定性の多い ReRAM のようなデバイスは、それをうまく克

服できるキーも大規模セルに残っているような気がします。欠陥を逆用して、いい特性にうまくつなげたものはたくさんあるので、そういうことができず不安定性を持つデバイスならではの特徴が生きてくることを期待したいと思います。

**【桜井分科会長】** まずは大変立派な成果を得た、実施者の皆様のご努力に敬意を表したいと思います。「デバイスあるいは材料からシステムまで」という異分野連携の設定は、大変良い仕組みだと思いました。わが国は、いろいろな分野の産業あるいは技術が集積しているところが特徴的なので、研究開発差別化のうえで、このような特徴を生かした立てつけは有効だと考えられます。システムのレベルでは汎用性の高い技術が提案され、実証されましたし、デバイスあるいは材料のレベルでは物理的なメカニズムや新しいメカニズム等がわかったのは大変大きな成果だと思います。事業化でいろいろな問題が出たときに、物理がわからないと対処がわからずに事業化が阻害されますが、しっかりメカニズムが明らかになったのは重要なことだと思います。デバイスのレベルはバラつきの低減等、まだ多少課題はあるものの、デバイスとシステムを併せた領域に関する事業化を期待したいと思います。

**【桜井分科会長】** それでは推進部長、実施者代表から何かあれば最後に一言お願いします。

**【岡田（推進者）】** 本日は長時間にわたりご指導いただきまして、大変ありがとうございます。今回の不揮発メモリの開発は、ハードとソフト一体での開発です。これからの半導体産業を担うキラーデバイスとして差別化していくもの、コアになるものと、NEDOとして非常に期待しております。NEDOは経済産業省の指導の下で、事業化の目途が立つところまで基盤技術開発をやっていますが、当然このテーマはこれから先の展開もあるので、NEDOとして頑張っていきたいと思います。会社更生法の申請等、事業環境の変化もありましたが、半導体産業はビジネスも、ある意味で研究開発も国際分業しています。NEDOの成果をどうかたちでグローバルなイノベーションにつなげていくかというところで、今回の話はいろいろな意味で非常にためになったと思います。当然NEDOの成果はグローバルに通じる価値を創造していくものですから、非公開の部分もありましたが、説明されたような考え方で今後ともやっていきたいと思います。引き続き先生方には、ご指導のほど、どうぞよろしくお願いします。ありがとうございました。

**【五味（実施者）】** 実施者のエルピーダ社として一言お礼申し上げます。今日はお忙しい中、特に評価委員の先生方、NEDOの皆様、どうもありがとうございました。非常に温かいお言葉をいただき、われわれも心を強くして今後の研究開発をしていきたいと思います。特にエルピーダ社は2012年に更生法を申請して、NEDOの皆さんに大変ご心配とご苦勞をおかけしました。大変申し訳ございませんでした。しかし非常にサポートしていただいて、ここまでたどり着くことができました。ありがとうございました。ここでお礼を申し上げたいと思います。われわれはマイクロンの下に入ってやりますが、マイクロンも広島工場での研究開発、生産を確約しているので、われわれも成果を生かせるように努力していきたいと思います。今後もよろしく願いいたします。今日はありがとうございました。

**【竹内（実施者）】** 今日のご指導いただきまして、本当にありがとうございました。私はエルピーダ社が倒産したときは東大にいて、東大は借金を踏み倒されました。大学を移るタイミングで去る大学の借金を踏み倒されて、いろいろな経験をいたしました。それはさておき、今回はストレージの部分ですが、これからMRAMが登場すると、ある程度RAMを置き換える等コンピュータアーキテクチャをいろいろ変えていくと思います。その第一歩が今回の私の研究だと思っていますが、コントローラーレベルまでは自分では何とかなくても、OSやデータベース自身を変えることは、私やデバイス屋だけではできません。コンピュータアーキテクチャの先生方など、いろいろな方の力を結集していかないと、せっかくあるデバイスの果実を得られないので、デバイスからソフトウェアまで、いろいろな先生方あるいは企業の方にご指導いただきながら研究できればと思っています。今日はどうもありがとうございました。

【桜井分科会長】 どうもありがとうございました。これにて分科会を終わらせていただきます。

10. 今後の予定、その他

11. 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 プロジェクトの概要説明資料(公開／事業の位置付け・必要性/研究開発マネジメント
- 資料 5-3 プロジェクトの概要説明資料(公開)／研究開発成果について
- 資料 5-4 プロジェクトの概要説明資料(公開)／実用化・事業化の見通し及び取り組みについて
- 資料 6-1 事業原簿（非公開）
- 資料 6-2 研究開発マネジメント補足説明（非公開）
- 資料 6-3-1～資料 6-3-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）／各研究開発テーマの詳細
- 資料 6-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）／実用化・事業化の見通しについて及び取り組みについて
- 資料 7 今後の予定

以上