

研究評価委員会  
「超高密度ナノビット磁気記録技術の開発」(事後評価) 分科会  
議事録

日 時：平成25年11月27日(水) 10:00~16:10

場 所：大手町サンスカイルーム(朝日生命ビル) D室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 逢坂 哲彌 早稲田大学 理工学術院 教授/ナノ理工学術院機構 機構長  
分科会長代理 村岡 裕明 東北大学 電気通信研究所 ブロードバンド工学研究部門  
情報ストレージシステム研究室 大規模ストレージシステム研究分野 教授  
委員 安藤 功兒 独立行政法人産業技術総合研究所 フェロー  
委員 押木 満雅 公益社団法人 日本磁気学会 事務局 事務局長  
委員 金井 靖 新潟工科大学 工学部 情報電子工学科 教授  
委員 二本 正昭 中央大学 理工学部 電気電子情報通信工学科 教授  
委員 宮下 英一 NHK 放送技術研究所 新機能デバイス研究部 主任研究員

<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 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究員  
金里 雅敏 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主任研究員  
松岡 隆一 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
井谷 司 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査  
山崎 光浩 NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査

<実施者>

城石 芳博 日立製作所 研究開発グループ 主管研究員  
工藤 真 日立製作所 中央研究所 先端ストレージ研究部 部長  
牛山 純子 日立製作所 中央研究所 先端ストレージ研究部 主任研究員  
山口 伸也 日立製作所 研究開発グループ 技術統括センタオープンイノベーション推進部 主任技師  
喜々津 哲 東芝 研究開発センター 研究主幹  
岩崎 仁志 東芝 研究開発センター 参事  
中山 俊夫 東芝 研究開発センター 参事

<企画調整>

中谷 充良 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長  
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
  - (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
  - (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組み」について

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 研究開発成果について
  - 5.2 実用化・事業化に向けての見通し及び取組み
6. 実用化・事業化に向けての見通し及び取組みについて
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

1. 開会、分科会の設置、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。
  - ・逢坂分科会長挨拶
  - ・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.「プロジェクトの詳細説明」～議題 7.「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
  - (1)事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント  
推進者より資料5-2に基づき説明が行われた。
  - (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組みについて  
実施者より資料5-3に基づき説明が行われた。

[逢坂分科会長] ありがとうございます。ただいまのお二方のご説明に関してご意見、ご質問等がありましたらお受けしたいと思います。また技術の詳細につきましては、後ほど非公開の議題5で議論いたしますので、ここでは事業の位置付け・必要性、マネジメント、また、ただいまのプレゼンに対してのご意見をお願いできればと思っています。よろしくお願いします。

[柳川(事務局)] なお実施者の皆様にはお願いですが、大変恐縮ですが、右手前方で速記者が記録を取ります都合上、メインテーブルの前列以外の方は、ご発言の際に最初にご所属とお名前をお願いいたします。よろしくお願いします。

[逢坂分科会長] それではご意見等をいただければ。

[二本委員] 目標の確認をさせてください。面記録密度、最終的には  $5\text{Tb/in}^2$  (テラビット/平方インチ) という目標と、それから省エネ目標がありますけれども、これは一つの物事を側面から見たことであって、実質的には同じと考えてよろしいですか。たとえば面記録密度が 20 倍増大すると、同じドライブで回しているとトータルのエネルギー消費は同じですが、記録容量は 20 倍になりますので、20 分の 1 と大ざっぱに計算できます。たとえば 3.5 インチを 2.5 インチに縮小すると、ディスクの回転により発生する空気抵抗が減るので、その分でたぶんエネルギーの目標は入ってくることになります。だから我々としては、エネルギーに関する事項をあまり考慮する必要はなくて、面記録密度を中心に検討評価すれば良いかという観点の質問です。

[城石(実施者)] 基本的にはご指摘のとおりです。ただ、ただ単に記録密度だけではなく、たとえば回転を制御する、実際の回路を適宜オン/オフさせて、装置として消費電力を削減することも企業の自助努力として目標に入れています。5~10%ぐらいがそういった企業努力、あとは先ほどの記録密度でということで行っています。もう 1 点は、たとえば今回 3.5 インチ装置に関して、かなり記録密度だけではない部分が入っています。それは企業が開発したヘリウムガスをシールドするという技術があり、それによって 40%ぐらい消費電力が下がることを確認しました。したがって、それと合わせることで、実は 3.5 インチでもテラバイト当たり 0.3W が実現できており、そこは企業努力で行うということで本プロジェクトは進めていました。

[安藤委員] いまのことに関連して、最初に説明された 4 ページで、1 桁以上、数十分の 1 という数値と、あとで  $5\text{Tb/in}^2$  というのが出ていて、あと 0.3W と、その間の関係がよくわからなかったのですが、この 1 桁以上、数十分の 1 というのは、あとで出された  $5\text{Tb/in}^2$  という数字と 0.3W で、もう保証されている、だからそちらで考えればいいということでしょうか。

[城石(実施者)] どこの時点から何分の一かというのは非常に難しいので、目標としては  $5\text{Tb/in}^2$  で 0.3W/テラバイトが最終目標です。どこの時点の装置を基準にするかというイメージがわかりやすいので、ここではある時点からすると何十分の 1 ということで表現させていただきました。

[安藤委員] わかりました。どうもありがとうございます。

[押木委員] 次の 5 ページに容量が増大しているグラフがあったと思います。これは世の中一般によく出ている図ですが、この HDD (Hard Disk Drive: ハードディスク装置) の保存容量の増加のグラフは、本プロジェクトが実施されたときに、この予測ラインに乗るといったことなのですか、それとも予測ラインの上に行くということなのですか。

[松岡(推進者)] このグラフ自体は、IDC (International Data Corporation: IT 関連の市場調査会社) 等の予測に基づいた保存容量の予測で、本プロジェクトの成果がこの予測の中に載っているという性格のものではありません。

[押木委員] であれば、本プロジェクトの実施が見込まれたときに、保存容量の割合が増える等の予測はできないのですか。

[城石(実施者)] この緑で書いた HDD の保存可能容量をいまの技術で、特別な投資もしないで基本的実現するようなところにあります。

[押木委員] ということは、NEDO の投資がなくても従来の線上のままで、この保存容量が維持、増加していくという方向であれば、NEDO の投資は何の意味があるのでしょうか。

[城石 (実施者)] 私が申しましたのは、技術開発ではなくて、こちらの容量は、NEDO で別に保証できているわけではなくて、企業が年間だいたい 10 億ドルを投資することで実現しています。それをたとえば新しい技術を入れた場合は、100 億ドル投資しなくてはいけないということに、もしもなつたとすると、その技術は将来性がないわけです。私どもとしては、従来の企業の量産技術、10 億ドルの投資で、このトレンドができて、さらに 0.3W/TB(テラバイト)の消費電力が実現できることを担保するために、この研究をやっております。

[押木委員] この線を実現するために、このプロジェクトをやっておられるという認識ですか。

[城石 (実施者)] 結果としてこれが保証できます。

[押木委員] それと、もう一つ残念なのは、NEDO はエネルギーの関係ですが、エネルギーがこのように増加していくのにこのプロジェクトをやっていくことによって、これだけ減少することができる、たとえば原発を減らすことができる等に本来の NEDO の目的があるのではないのでしょうか。そういうトレンドのグラフはできないものですか。

[城石 (実施者)] これは実施者の私が言うのも変ですが、実は最近の記録密度の伸びは、非常に小さくなっています。たとえば現実には 10%ぐらいになっています。そのままでは、市場としてこれだけの容量が必要になっていますので、そのためには企業としては膨大な投資をせざるをえない。あるいは台数を増やすことで、消費電力としてはものすごく増えてしまいます。

そこで、記録密度のいままでの技術トレンドをきちんと維持することによって、この市場トレンドを守りながら、消費電力的には非常に増えないようにするということは、その効果がものすごく大きくて、原発約 7.3 基分も節約できるというのが私の理解で、非常にいいプロジェクトであると思います。

[押木委員] 先ほどから 2 人の先生方が質問されているのもそこだと思っております。だから NEDO として、そういう目標をきっちり明示されるのがいいのではないかと思います。

[松岡 (推進者)] 一応、HDD の記録密度の向上によるエネルギー消費量の削減効果については、一つの試算の例を示しています。

[押木委員] あともう一つ、城石 PL の説明の中で、熱アシスト記録、マイクロ波アシスト記録は、2017 年の実用化時期、ビットパターンは 2019 年の実用化時期と IEEE で言われているとおっしゃいましたが、これはやはりこのプロジェクトの成果がここで反映されるというイメージですか。

[城石 (実施者)] そのように考えています。

[押木委員] ではこのプロジェクトに入っていない方はやらないということですか。

[城石 (実施者)] いや、そこは成果の波及と、もう一つは適宜このプロジェクトのメンバーとしてちゃんと実働して成果を得た人たちがいる程度それを享受することも含めて、バランスを取りながら、たぶん進めていくことになると思います。

[押木委員] 最初に NEDO の説明の中で、実用化・事業化に向けての見通しおよび取り組みということで、企業の売上げに貢献することを言うて書いてありましたが、これは何年先でも貢献すればいいのですか。

[松岡 (推進者)] 要素技術にもよりますが、早いものでは 2 年後、3 年後からはこのプロジェクトの成果が実用化されていきます。そのタイミングからは各技術間競争力として HGST ジャパン、東芝のシェア拡大に徐々に寄与して、2020 年には、たとえば 5Tb/in<sup>2</sup> が実用化されたころには、大きな寄与となっていくことを期待しています。

[城石 (実施者)] HDD 業界はご存じのように、場合によっては 1 社で年間に 20 億ドルぐらいもうかるような事業をいまやっていて、そこはかなり貢献しますので、税制の面でも寄与できると考えており

ます。

[逢坂分科会長] ほかにどうですか。

[村岡分科会長代理] 城石 PL にお伺いしたいのですが、6 ページの成果と目標達成について、◎と○が  
ついてます。6Tb/in<sup>2</sup>、8Tb/in<sup>2</sup> という大変力強い成果というか、磁気記録をやっている者にとっては  
はととても頼もしい成果が得られていると思います。これがナノテクとして見たときに、媒体の構造と  
して当然何ナノメートルのどういうものをつくったということ踏まえて、おそらくこの記録密度の  
推定をされたのではないかと思うのですが、具体的にはどれぐらいのものが自己組織化技術、あるい  
はエッチング技術によってできて、6Tb/in<sup>2</sup>、8Tb/in<sup>2</sup> というお話なのか教えていただけたらと思いま  
す。

[城石 (実施者)] 記録密度を実現する技術として、たとえば媒体の技術とヘッドでご説明させていただきます  
と、マイクロ波 (アシスト法) で 6Tb/in<sup>2</sup> を実現するためには 15nm 程度の素子が発振することを確  
認する必要があります。私どもとしては、そのために 15nm の素子をつくって発振を評価して、それ  
が 2Tb/in<sup>2</sup> くらいの素子の発振状態と同じであることを確認して、そのプロセスも込みで一応要素と  
しては行くだろうとヘッドとしては見えています。

ただ媒体としては、こちらにあるように、たとえば自己組織化自身は 10Tb/in<sup>2</sup> ぐらいのものができ  
るのですが、実際はかなり整列度が高いというものは、いまのところ 6Tb/in<sup>2</sup> くらいです。したがっ  
て、そういったものを使いますと、実はパターンニングされる磁性の結晶の粒界の状態、あるいはその  
ダメージなどまだ解決しなくてはいけない問題があるのですが、一番肝となる技術に関しては、ある  
程度見通しができたということで、シミュレーションも含めてうまく熱の設計をすれば、熱アシスト  
記録含め、6Tb/in<sup>2</sup> は行きそうだという目途が得られたと考えています。

[村岡分科会長代理] ドットサイズとしては、5nm とか 6nm ぐらいのところまで追い込んでいると。

[城石 (実施者)] その整列度がどこまでかということ厳密にはやらなくてはいけないのですが、それを  
ちょっと外して考えると、5nm ぐらいはある程度できそうだと考えています。

[村岡分科会長代理] ありがとうございます。人為的につくられた材料で、ここまで追い込む材料、ナノ  
テク技術は、やはり最先端だと思います。こういう成果はとても重要で、今後磁気記録だけにとどま  
らず、ナノテク全体を引っ張って行く技術を開発なさっているのではないかと思います。ぜひよろ  
しく願いたいします。

[城石 (実施者)] ありがとうございます。そこは、実は再委託で、今回も先生方のご指導をたくさん賜っ  
ており、ある意味で私どもの成果というよりは、日本全体の大学の先生方も含めた成果と思ってお  
りますので、ぜひまたご指導のほど、よろしく願いたいします。

[二本委員] 非常に高い技術目標を掲げて研究推進されていますので、多大な困難が伴いますし、周辺か  
ら見ると批判することはいくらかもあるのです。そういう中で将来の可能性を掲げて、このプロジェ  
クトの担当者以外の方も巻き込んで、皆が賛同するような非常に大きな流れをつくることは、非常  
に重要であると私は考えます。

NEDO の担当者の方にお聞き致します。PJ 担当者は開発技術内容や意義を分かっておられますが、  
そうでない一般の産業界、大学あるいは公的研究所の方々には PJ で開発されている技術の重要性な  
どが分かりにくいと思います。このような問題に対し、通常はプロジェクト成果情報を学会等を通じ  
て発信することが必要と思いますが、この点に関してどのような手を打たれたのか具体的にコメント  
頂ければと思います。

[松岡 (推進者)] 私のセクションでも簡単にご紹介しましたが、たとえば 9 ページの文科省プロジェク  
トの合同成果報告会には、このプロジェクトの外の学会の関係者、あるいは参加していない企業の関  
係者も含めて、このプロジェクトの成果をご説明した上で、普及活動を行っています。さらにほかにも  
CEATEC (アジア最大の映像・情報・通信に関する国際展示会) など一般に対してもこのプロジ

エクトの成果を知らしめて、広く普及するような活動も NEDO として行ってきました。

[二本委員] 私も昔、NEDO のプロジェクトに関与させていただいたことがあるのですが、そのとき、NEDO は学会発表を通じて積極的に情報発信せよと、もちろん必要な知的財産権を押さえた上でという条件がついていましたが、そういうことは推奨されていました。今回は外から見て、そのときに比べ、そういう動きが見えなかったように思います。CEATEC、報告会等はあるのですが、NEDO は方針を変えられたのですか。

[松岡 (推進者)] そういった成果の報告は、実施者を中心に十分に行われたと思いますが、最近の成果の報告については少なくなっているのではないかとご評価でしょうか。確かにプロジェクトを進めていくに当たり、フェーズがあって、このプロジェクトの成果からの実用化、実現可能性が大きくなってくると、どうしてもこの技術の成果についても海外からベンチマークされる機会が実は大きくなってきます。

たとえば先ほどの成果報告会も最終年度にも実施を検討したのですが、そういった海外のメーカ等から、このプロジェクトはかなり高い成果を達成していることで注目されています。ベンチマークの対象にすることによって、「このプロジェクトの動きを見て自分たちも研究開発を」という競争を利することになってしまうのではないかと。そういったこともあって、最終年度に近いタイミングでは、成果の報告については少し抑え気味になった面は確かにあると思います。

[城石 (実施者)] いま松岡主査が矢面に立って説明をしてくださいましたが、実は実施者側からも NEDO をお願いしております。あとでご報告させていただきますが、たとえば合同発表会で成果を報告したときに、それが翌日、他の国の言語になって、インターネットで全世界に配布されたこともありました。

何のためにこのプロジェクトをやっているか、あるいはどうやったらわれわれが一生懸命努力している成果が報いられるように活用できるかということを考えてときに、どこまでオープンにして、どこまでオープンにしないかということは大変悩みました。その線引きを、今回 NEDO をお願いして、できるだけ公表はするけれども、ある部分に関しては公表しないようお願いしたいということで、今回のバランスになったと考えています。これはどちらかと言うと、実施者側からもかなりお願いしたと考えています。

[逢坂分科会長] なかなか難しい問題です。ほかにいかがですか。

[安藤委員] いまのものに関連するのですが、NEDO プロは、昔は日本の企業がやって、それを応援して、日本の企業が実用化するという話になっていますが、このプロジェクトも実際はかなりそうではなくなってきたところが現状で、それは仕方がない。私のやっている MRAM (Magneto resistive Random Access Memory : 磁気抵抗メモリ)もずいぶんいろいろな複雑な状況になってきています。そういうときに、ここにある実用化・事業化に向けての評価を、どういう考えでやったらいいのか。たとえば特許が売ればいい、あるいはこれを支える製造装置メーカがある、それはもちろん最終製品をつくるのが日本にあれば一番いいのですが、そのあたりは NEDO として、どう整理して評価してほしいのか。

[松岡 (推進者)] たとえば日立の場合はウェスタン・デジタルに事業を売却したこともありました。その上で知財マネジメントでもそうですが、パイドール法で日立製作所、東芝に研究開発成果という知財は譲渡します。基本的に取得した知財については、たとえば日立の場合は HGST ジャパンがウェスタン・デジタルの子会社ですが、実際ウェスタン・デジタルとは技術的に完全に融合されていなくて、独立して国内で活動していますので、そこを成果の出口として国内に還元するようなビジネスプランをつくってくださいとお願いしています。あるいは東芝も、たとえば知財の活用は国内企業と協調してできるだけ国内に裨益するかたちで成果を実用化してくださいと、成果についてはそういった考え方で。できるだけ国内の雇用や納税等に貢献できるような仕組みをきちんと構築するように NEDO

としては各実施者に要望しています。

[安藤委員] ここには今日グラフが出ませんでした、配布資料の中で東芝の中に日立が入ってやっておられるような体制図がありましたが、あれはどういう話ですか。

[松岡(推進者)] 東芝と日立は、実際別の企業ですが、かなり連携してやっています。日立の研究所の中に東芝の分室みたいなものを設けているという認識です。

[安藤委員] 公開資料の事業原簿Ⅱ-10です。

[城石(実施者)] 私どもの前の NEDO の光のプロジェクトで、EB(電子ビーム)の機械等が中央研究所にあり、それを東芝に使っていただいているという、その実施場所になります。他社が会社の中に入る、そこで仕事をする、本来は難しいのですが、そこに NEDO の装置があること、このプロジェクトでやっているということで、それを使って全体を加速するために、そういう体制をあえて取ったという意味です。

[安藤委員] わかりました。

[金井委員] 城石 PL の資料の 8 ページ目、私は非常にたくさんの公開資料があると思うのですが、たとえばこういった大きなお仕事をなさるのに、聞いていいのかわかりませんが、だいたいどれぐらいの人員がかかわったか、専任の方も、そうでない方もいらっしゃると思いますが。

[城石(実施者)] 登録メンバーですが、たとえばヘッドですと 40~50 名です。媒体では 30 名ぐらい、装置関係では十数名ぐらいのメンバーを登録させていただいております。もちろんそれだけではこの仕事はできませんので、その周辺で登録させていただいていないメンバーでできる仕事を担当できるものもかかわっておりますので、かなりのメンバーになります。もちろん再委託で先生方にも相当お世話になっております。そういった数も入れると、全体で 200 名規模になるかもしれません。ある意味で総力戦のようなイメージです。

[松岡(推進者)] いまのご質問について、事業原簿のⅡ-15 に、テーマごとの研究員数のピークの時点でのこの委託事業としての人数を記載しておりますので、そちらもご参照ください。

(非公開セッション)

5. プロジェクトの詳細説明

省略

6. 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

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ(講評)

(宮下委員) 今回の国プロが発足した時点は、垂直磁気記録が実用化されて、密度がどんどん上がってきて、これから先を考えたときに密度の限界のところがもうすぐ来る。そういうときちょうど国プロが始まり、タイミングとしては非常によかった。一方、HDD そのものが数年前までは右肩上がり、市場がどんどん拡大基調でしたが、突然ペースが落ちた。新しい市場を開拓していくことも一つ必要性があるのではないかと感じています。一例として、映像、クラウドストレージ用途では大容量化のニーズがこれからも続いていくものと認識し

ている。また、研究成果を学会レベルで見ても、重要な成果が出ており大きく評価できる。

(二本委員) このような先物の技術は、おそらくこのプロジェクトがスタートしたとき、プロジェクトリーダーは別として、担当者から見たら、できるわけがないというのがたぶん本音だろうと思います。できるわけがないという状況が5年経つてくると、意外とできるじゃないかというところまで来る。これがたぶん国プロの一つの意義であろうと思います。今回量産の少し手前、ものができて何とか技術的に行けそうかどうかという、その感触を確認したという点では、熱アシスト、マイクロ波アシスト、ヘッド技術、位置決め技術等々を含めて、いずれも感触データはたぶん出たのではないかと私は思っています。NEDOへの注文みたいなことを少し言わせていただきますと、やはり日本の技術、テクノロジー技術で将来を切り開いていくことが基本だと思います。そういう意味では、HDD関係のナノテク技術は、非常にいい目標であり、いろいろな方が見たときに、知力を結集しやすい一つのターゲットになってきたのではないかと思います。

日本人は農耕民族的で、コツコツと努力して技術をレベルアップする能力には非常に長けている。一方、欧米には狩猟民族的にコツコツと積み上げた技術を活用してうまい商売をするケースがあります。狩猟民族のほうが圧倒的に効率はいいかもしれません。しかしながら、農耕民族が狩猟民族に転換することはなかなかできにくいように思いますし、農耕民族的なアプローチは絶対必要だと思います。大学の学生達は、かつては半導体、HDDにあこがれと言いますか、大学を卒業したらぜひそういう会社に入って、自分も技術開発陣に加わって活躍したいというのが多かったのですが、最近はその勢いに陰りが出ている。われわれが長年かけてずっと緻密に困難を克服しながら技術を築き上げるという良い体質、やり方を、将来にわたっても何らかのかたちでキープしていただくために、リーダーシップを発揮していただく国プロが大きな仕掛けになると思いますので、ぜひそういうことも考慮いただければと思います。

(金井委員) 個人的には、MAMR (Micro-wave-Assisted Magnetic Recording : マイクロ波アシスト記録) の進展が非常にありましたという話を聞くことができうれしく、また自分で発表する段階になるとあまりしゃべられなくてちょっと怖いという気がしました。2008年からこのプロジェクトはスタートして、当時のことを思い出していますが、Intermag (IEEE International Magnetism Conference : 国際磁気会議) がマドリッドで開かれた年だったと思います。そのときには、たぶんBPMの発表がかなり多くて、私の記憶が正しければ、まずBPM (Bit-Patterned Media : ビットパターン媒体) が出てくるのではないかと思います。MAMRに関しては、まだほとんど研究発表がなかった。HAMR (Heat-Assisted Magnetic Recording : 熱アシスト記録) に関しては、多少あったかもしれません。それが5年間のうちにこういったプロジェクトを通じて、今後がかなりはっきりしたということで、私は大変すばらしい成果だったと思っています。

(押木委員) 中間評価のときも出席させていただいて、中間評価のときには、はっきり言ってこれからどうなるのかな、大丈夫かなと心配しましたが、いろいろな部分がわかってきて、大きく進展したという印象を受けました。一つ心配なのは、これから実用化に結びつけていく段階で、たとえば現実のものと、シミュレーションのものと突き合わせて、このような小さいものができるのだという類推をしている。そういうものが本当にできるかどうかという保証はどこにもない。そのあたりをどう見極めて、実用化に結びつけていくのか、大変重要な気がします。世界の中で仲間づくりをやっていかないと歩調を合わせるかたちで、世の中が動いていかないといけないのではないかと。そういう意味で私は日本磁気学会におりますので、磁気学会の研究の場や研究会、講演会などをうまく利用させていただいて、仲間づくりを進めていただければ、実用化がより近くなってくると思われまます。

(安藤委員) 中間評価に出ささせていただきましたが、それから見て実にすごく進んだことに驚きました。特にマイクロ波アシストに関しては、海外の企業が非常にネガティブに動いてきた中で、日本の企業などの皆さんがこのように大々的に出してくれていることは、非常に重要で、そ



の中でこのプロジェクトは大きな役割をしたのだと私は思っています。当初は空中分解するのではないかとみんなが思っていたプロジェクトなので、それができたのは、城石 PL が持っておられるネットワーク、お人柄が非常に大きな役割をされたのではないかと思います。

(村岡分科会長代理) いまの磁気記録にとって、あるいはストレージにとって大事な  $5\text{Tb/in}^2$ 、まさにぴったりの目標で、それを少し上回るところに成果を出していただいて、大変ありがとうございます。委員の皆様がおっしゃっていましたが、とても進んで終わられたという印象だと思われれます。今日のご発表を聞いていて、いや、いまは飽和し始めたかもしれないけれども、次はこっちに行くのだと明快に MAMR、HAMR、エネルギーアシストと BPM、個人的に私は BPM が好きですが、それは別にして、次のテクノロジーを実験付きできちんと示していただいて、しかも最後に動画デモンストレーション付きというのが、いかにも日本の名だたる研究チームがオールジャパン体制でおやりになった国プロだなど思われました。アジアのキャッチアップを受けていないことが磁気記録、ストレージの産業としての非常に特徴的なところかと私は思うのですが、アメリカとけんかするのではなくて、うまくウィン・ウィンの関係を学術的にも産業的にも保ちながら進めていただけたらと思っています。

(逢坂分科会長) このプロジェクトは機を得て、非常にすばらしい成果が出て、次の産業、あるいは技術を指し示すポイントをきちっと部類分けしていると高く評価できるものだと思います。特にスタートしたころに垂直磁気記録に変わって、次はどうなるのだろうかという混沌とした要素がずいぶんありました。その中で日本が果たした役割を大きくまとめて、次の方向性をきちんと出して、これが大きな産業に持っていけるという方向性が位置付けられていたのではないかと実感させていただきました。いろいろな意味で産業展開ができる基礎技術を本当にトップで持っているということを感じます。一つ心配なのは、二本委員がおっしゃっていたように農耕民族が狩猟民族に凌駕されるというイメージがありましたが、産業化に向けてそれをまた逆転しつつ、協調できるようなストラテジーをちょうど出す時期でもあるので、そういう意味ではぜひとも国のご指導とともに、リーダーの目の色が違うので、またおもしろく展開できればと期待しています。

講評の後、実施者、推進者から以下のようなコメントがあった。

**【城石 (実施者)】** 今日審査評価委員の先生方から過分なお言葉をいただきました。プロジェクトを起こしたときを思い起こしますと、先ほど二本委員が言われたように、私どもで本当にこんなことができるのかと思ったことをチャレンジングに行いました。幅広くテーマを設定して、それを国のほうで認めていただいて挑戦できたということが、いまになって思うと非常にありがたい。しかもこのプロジェクトは、何回も加速資金をいただいています。そのおかげで非常に成果がたくさん出せたのではないかと非常にありがたく思っています。成果の質としても、先ほど温かいお言葉をいただきましたように非常にレベルの高いものができたと思っています。

**【岡田 (推進者)】** NEDO は研究支援機関で、一応国のお金でやっていますので、プリコンペティティブということで、実用化の企業による見通しがつくところまではご支援できるのですが、最後の製品化していただくところのラスト 1 マイルは、企業の自力でやいただくことが前提になっています。NEDO としても当然プロジェクトの期間は終わりますが、仲間づくり等も含めて、フォローアップはやっていかないといけないですし、次のストレージの新しい技術動向や新しい芽もたぶん出てきていると思います。そういったところもこの評価を通じていただければ、次のプロジェクトができると思っています。

## 9. 今後の予定

### 10. 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/実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 6-1 事業原簿 (非公開)
- 資料 6-2-1~3 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 6-3 プロジェクトの詳細説明資料 (非公開)  
実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み
- 資料 7 今後の予定

以上