

**研究評価委員会**  
**第1回「低損失オプティカル新機能部材技術開発」(事後評価)分科会**  
**議事要旨**

日 時：平成23年09月30日(金) 10:00 ～ 17:20

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 室(C 委員控室)

**出席者(敬称略、順不同)**

分科会長	山本 学	東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 教授
分科会長代理	福田 光男	豊橋技術科学大学 大学院 工学研究科 電気・電子情報工学系 教授
委員	荒川 公平	株式会社 日本ゼオン 研究・知的財産担当 取締役常務執行役員
委員	川田 善正	静岡大学 工学部機械工学科 教授
委員	中島 邦雄	セイコーインスツル株式会社 技術本部 研究開発センター センター長
委員	堀 裕和	山梨大学 大学院 医学工学総合研究部 教授

**<推進者>**

中山 亨	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	部長
吉木 政行	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主幹
松嶋 功	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主任研究員
木村 淳一	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主査
田崎 英明	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	主査
前川 一洋	NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部	統括主幹

**<オブザーバー>**

内山 弘行 経済産業省 商務情報政策局 情報通信機器課 課長補佐

**<実施者>**

PL 大津 元一	東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
川添 忠	東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 特任研究員
小谷 泰久	一般財団法人光産業技術振興協会 専務理事
横森 清	株式会社 リコー グループ技術開発本部 グループ技術企画室 技術戦略室 主幹研究員
西田 哲也	株式会社 日立製作所 中央研究所 エレクトロニクス研究センター 先端ストレージ研究部 主任研究員
都鳥 顕司	株式会社 東芝 研究開発センター 有機材料ラボラトリー 主任研究員
杉浦 聡	パイオニア株式会社 法務・知的財産部 参事
波多野 洋	コニカミノルタオプト株式会社 技術開発本部 技術開発センター 光学開発部 マネージャー
吉沢 勝美	パイオニアマイクロテクノロジー株式会社 次世代デバイス開発室 室長
中田 俊彦	株式会社 日立製作所 横浜研究所 検査システム研究部 主任研究員
杉山 寿紀	日立マクセルエナジー株式会社 開発本部 副技師長

福田 浩章	株式会社 リコー	グループ技術開発本部	グループ技術企画室 技術戦略室	スペシャリスト	
三宮 俊	株式会社リコー	グループ技術開発本部	デバイスモジュール技術開発センター	研究主担	
秋山 省一	株式会社リコー	グループ技術開発本部	デバイスモジュール技術開発センター	主幹研究員	
杉森 輝彦	一般財団法人光産業技術振興協会	ストレージ・ナノフォトニクス研究推進部			部長
村上 照夫	一般財団法人光産業技術振興協会	ストレージ・ナノフォトニクス研究推進部			主幹
横尾 脈	一般財団法人光産業技術振興協会	ストレージ・ナノフォトニクス研究推進部			部員

#### <企画調整>

立石 正明 NEDO 総務企画部主任

#### <事務局>

竹下 満	NEDO	評価部	部長
三上 強	NEDO	評価部	主幹
柳川 裕彦	NEDO	評価部	主査
吉崎 真由美	NEDO	評価部	主査

<一般傍聴者> 1 名

### 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. 評価の実施方法について
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明(公開)
  - 5.1 「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
  - 5.2 「研究開発成果」及び「実用化、事業化の見通し」について
  - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

非公開資料取り扱いの説明

6. プロジェクトの詳細説明と質疑応答・
  - 6.1 基盤技術研究開発
    - 6.1.0 基礎的技術の開発
    - 6.1.1 基礎的技術の応用
      - (1) ナノ構造部材数値解析シミュレーション技術
      - (2) ナノ構造部材作製技術
      - (3) ナノ構造部材評価技術

- (4) ナノ構造部材オプティカル新機能応用技術
- 6.2 ナノ構造を用いた偏光制御部材研究開発
  - (1) ナノ構造を用いた偏光制御部材設計技術
  - (2) ナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術
- 6.3 議事 6.1～6.2 を通しての質疑応答
- 6.4 ナノ構造を用いた偏光制御部材研究開発(リコー)
  - (1) ナノ構造を用いた偏光制御部材の実用化・事業化について
- 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、その他
- 10. 閉会

## 議事要旨

### 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）
- ・事務局 柳川主査より、研究評価委員会分科会の設置について資料 1-1 及び 1-2 に基づき説明があった。
- ・山本分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）

### 2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 に基づき説明し、議題 6「プロジェクトの詳細説明」および議題 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.および 4. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順と評価報告書の構成について、事務局より資料 3-1～資料 3-5 及び資料 4 に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

### 5. プロジェクトの概要説明

#### 5.1「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者（NEDO 中山部長および松嶋主研）より資料 6-1 に基づき説明が行われた。

#### 5.2「研究開発成果」及び「実用化の見通し」

実施者（大津 PL）より資料 6-2 に基づき説明が行われた。

#### 5.3 質疑

説明に対し以下の質疑応答が行われた。

（質問）この偏光素子でどの程度までエネルギー効率を上げることが出来るか？

（回答）従来の実用化レベルでの既存の偏光素子の 40%に対して 75%前後であり、約 2 倍である。

（質問）光源の LED スペクトルの幅が非常に狭いので、その分は考慮しているのか。過去にいただいたデータをもとに、自分でも計算したが、スペクトル幅を考慮すると 75%は行かない。また、市販品は UV ランプを使っており、かなり絞って±5 度くらいに入る。

（回答）測定は LED 光源で行っており、偏光状態を除いてこれは、スペクトル幅を考慮した実測結果である。

実測で光源を使って 75% といった値を評価している。1 次回折光、2 次回折光なども含めると、その 0 次回折光の計算結果よりは、実質的には高い効率が出ているということだ。コリメートに関しては、実際には小さい面積で光を当てるときにはコリメートしている。その場合、1 次回折光などの斜め入射による高次の回折光が発生し、結果的に 75% という効率が出たのだと考えている。

(質問) 偏光ビームスプリッター(PBS) に対する優位性はどうか。透過率は、1/2 波長板を使って S 波を P 波に変換することで、全ての光源光を P 波にすることが出来、効率が 90% 以上になる。

(回答) 反射板を使って 1 次、2 次回折光を戻すと 90% は行く。現行市販品では、集光レンズを使うものだが、偏光板とは集積化されておらず組み立てたシステムと考えるもので、部品とは言えない。

(質問) 一体化か組み込み化のどちらが良いかについては、それは最終的にはコストの話だ。

(回答 1) この場では性能の話をしており、我々のものは、P 偏光の透過率が 75% であり、S 偏光を P 偏光に変えることをすれば 90% 以上になる。

(回答 2) このプロジェクトが始まる前に、既にこういうものが存在しているということも分かっており、それを前提に今回のプロジェクトを走らせた。大きな目的は、近接場効果によってこういった積み上げ式のものではなく、新しい材料に代わる様な部材を作ろうということでスタートした。最終的にはこれと、性能と、コストの比較ということで、実際に使われるかどうかということが決まる。

(質問) エネルギー効率が上がるということがポイントであって、それが従来技術に対して上がっているのか？

(回答) 単体では、47.5% に対して 75% に上がっている。さらに、反射ミラーなどを組み込むのであれば 90% を超えているが、それは今回の最終目標ではないので報告していない。

(質問) 実験の生データを非公開の場で見せて欲しい。

(回答) この議論は非公開版でやります。非公開版には、すべて整理して載せている。

(質問) 最終的に偏光板と言ったときには、透過率が何パーセントかという話になるので、どの方法であれ、市販品では透過率が 90% で、それと比較してという質問者の意見は正しいと思う。また、スペクトル特性が非常にシャープなのではないかという気がするので、コリメートするところや全体のスペクトルに対して何パーセントの特徴かと、そういう全体的な話をしていただきたい。

(回答) 5 年前のプロジェクトスタートは、材料に律速される様な方法ではない、新しいタイプの近接場光の技術を使い、それによって得られる性能とともに、近接場光の持っている応用化への広い可能性を検討して、いくつかの新しいシステムを考えていこうということだった。ここでは、最終目標に対して我々のデータがどこまで達成しているかというのを議論するのではないか。

(意見) タイトルにもあるように、大津先生が開発されたものは部材として偏光するのであって、いま議論されているものはシステムだ。光学部品を色々組み合わせて、システムとして偏光を作り出すということは工夫をすればいくらでも出来る。しかしこれは近接場光学というもので、光と材料が融合して 1 つの部材として偏光を片方に決めてしまうという、こういう部材を開発したということがいちばん大きな目的だと思う。実用上どう使うかについては、スペクトルがシャープでも形を工夫するなどすればいくらでも上がる可能性はあると思うし、そこのところをあまり議論するというよりも、原理的には実証されているわけだから、1 つの単色のものに対してでもとりあえず効率が出ていけば構わないと思う。むしろ部材として新しいものが開発されたというところに着目したほうがいいのではないかと思う。

(質問) プロジェクトの本来の目的は、低消費電力化とコストである。

(回答) 低消費電力、低損失の部材であるし、現行品の性能は知った上で、実用化を狙うための新しいビジ

ョンを検討した。

(意見) この様な新しい技術の開発、新しいコンセプトでモノを作るときに、最初からコスト、コスト、あるいは何かを組み合わせでこっちに勝つか、勝てないかというのは、いまのこの場ではあまりそぐわない様な気がする。プロジェクトをスタートするとき、その様な議論でこのプロジェクトがスタートしている。もちろん、そういう観点は考えなければいけないと思うが。

(質問) 体制の中で、標準化専門委員会が、どの様な役目を果たしているか。

(回答) ナノフォトンクス推進機構の中に企画推進委員会、研究企画調整会議、知財専門委員会、国際標準化専門委員会、市場創出・実用化専門委員会があり、これらは将来のことも含めてつくっているものである。他の委員会は多数回の打ち合わせを行っているが、国際標準化専門家委員会はまだ1度も開催しておらず、プロジェクトが終わって光協会の中で今後標準化委員会を立ち上げ、光協会の中の委員会で検討するというようにしており、実績はまだない。

(質問) NEDO の講座に関して、こういう教育、啓発に関する今後の取り組みはどうか。

(回答 1) 2つの視点があって NEDO という立場と、実際に人材育成という立場がある。今回まで続けてきたいわゆる NEDO 講座は、他のプロジェクトでも色々やってきたが、基本的には現在実施しているプロジェクトに付随するという位置付けになっているので、この3月でプロジェクトの終了をもって一旦終了となった。一方、母体となっている光協会など、そこから派生してくる様々な研究組合というのは残るので、そういうところを通じて、様々な業種の企業の交流、情報交換というものは行われていくし、そのための仕組みは残っている。NEDO でも可能な支援をしたいと考えている。

(回答 2) このプロジェクトは透過率 75%という数値目標を掲げて偏光板やその関連のデバイスを作るという目標に向かってきたが、それだけではなく、エネルギー変換、ディスプレイ、少し前にはメモリーもやっていたが、電子・光技術にあたっていくつかのネタがある。そういうネタを探すのにこの5年間の講座というのは随分効果を発揮したように思う。加工や発光、そういったものがこの講座に参画した企業の技術者の方から、新たな NEDO の小さなプロジェクトとしてスタートしている。従来のカリキュラムにはない内容を啓蒙し、それから産業のネタを生み出していくというミッションは十分に達し得たと思う。産業界からの希望もあり、この NEDO 講座が終わる、終わらないにかかわらず半分は、独自にこれを継続していき、残りの半分は何らかの産業界からのご支援をいただくということで、活動そのものは続けている。いくつかまた新しいネタが出てきており、ネタを生むきっかけとなったコアプロジェクトが、このプロジェクトではないかと思っている。

(質問) 評価項目の「成果の意義」に関して。成果は市場の拡大、市場の創成につながることを期待出来るかということの評価しろという風に書いてあるが、説明の中では具体的な予算額、達成見通しが出ているのは偏光素子だけなので、これは偏光素子に対して市場性があるかどうかという判断をすればよいのか。

(回答) 一般的な評価のフォーマットでいうと、その通りで、このプロジェクトについて言えば、現状見えている、当面の応用分野という意味で、偏光素子としての市場可能性を見ていただきたい。一方で非常に色々な可能性があるということについては、これを定量的にどう評価するかというのは恐らく難しいと思う。従って、基盤的なところについては可能性評価ということにとどまると思う。

(質問) 関連して、システム的な偏光素子として評価する立場と、部材そのものとして偏光性を持った部材という評価をする立場では全然見方が違って来る。従って、製品としてこれが優れているかどうかという問題と、これが部材として優れているかどうかという問題があるので、重点をどこに置くか

について説明願う。

(回答) 冒頭に説明があったように、位置付け、NEDO のマネジメント、研究成果、実用化ということである。最後の実用化・市場化では、偏光板、偏光素子、ここではプロジェクトでの有利性で見ていただくしかない。ただ、これだけ1つということではなく、他にも単体の部材として偏光性の高い材料というのがあれば、プロジェクトの位置付けとしては高いけれども、いま見たとき市場性はまだ少し時間がかかるとか、評価が必要だとか、そういう見方をしていただければいいと思う。

(質問) 最終年度にリコー、東大が直接 NEDO から委託され、実用化、事業化に向けて実施したヒアリングに関して。課題、NEDO に対する要望があって、実用化するのに必要な項目が企業から出されたのか。

(回答) 実際に事業を手掛ける段階では、NEDO と実際に事業をするところと、直接話が出来る様な体制ということでやっている。その場合、他の企業の方には一旦退出していただくことになる。実際には、定期ヒアリング、個別ヒアリングがあって、こういう場では、それぞれのサブテーマについて半年間の進捗を伺うと同時に、次にここに進みたいのでこういう装置を買うお金が必要だとか、少しテーマの成果が上がってきているので、少し方向をずらしてここへ修正したいということを聞くのが趣旨である。それを反映し、時々刻々プロジェクトの修正をしていくことが一つ。それに予算配分も全体の予算、必要所要額がいくらだから、来年経済産業省でこれだけ確保してくれということのバックデータになるし、さらにそれを各社で配分していく場合でも、どのチームにどういう配分をしてというのは、まさにこのヒアリングでマネジメントしていくということになる。リコーを別契約にしたというのも、以上の活動の中からよりセンシティブな情報が出てくるということを感じたのが背景である。

## 6.プロジェクトの詳細説明と質疑応答（非公開のため省略）

## 7.全体を通しての質疑（非公開のため省略）

## 8.まとめ・講評

(堀委員) 光技術それから物性、材料技術はこれまでばらばらで走ってきたところを、近接場光相互作用ということで一体として取り扱う様な、非常に難しく、従来の分野からはみ出した様なところを採択し、ここまで推進されてこられたという NEDO の先見性は素晴らしい。プロジェクトの皆さんが予想以上に新しい成果をたくさん出されてということに非常に感銘を受けている。世界に類を見ない研究、世界を遥かに引き離すほどに進められたということで、今後の展開が非常に重要だ。現状でどうこうという問題以上に、今後これをどう伸ばしていくかということが非常に重要だと思うので、よろしくご検討いただきたい。諸々の成果に比べ、評価の対象が偏光素子ということで、数字をこだわらなければいけないところになっており難しい。それから色々議論されたように、FDTD を含めても、物理学の根本課題が解決していないので出来ないことが多い。産業ということで見かけ上進めるということも大事だが、本当に解決していない問題、例えば電磁気学における散逸とか環境系の問題、相互作用の問題などというのは物理学として解決していない問題で、そういうものもちゃんと産業構造のベースに展開していかないと、これ以上は進まないという状況ではないかと思う。苦しい時代には既存技術に頼りがちになるが、荒海に乗り出す様な研究をまた推進していただきたい。

(中島委員) 前回の評価のときと比べ、その 3 年間でかなり進歩した。材料特性から決まる特性を構造で制御してきたということで、その結果としては目覚ましいものがあると思った。一方で、技術の達成度ということに関していえば、それを実証したというところまでは非常に素晴らしいと思うが、技術が形になるにはまだ少し時間がかかるという感じを受けた。それは偏光制御にしる、その評価装置にしる、実際に使うところであれば、もう少し時間を使って完成されたものにしていただき、それを産業的に広げてもらえればと思った。またこの成果というのは、やはり新しいアプリケーションを主張していただきたいし、そういうところを提案していただければこの技術が世の中に広がっていく。日本が先導出来るところにつながっていく。既存の装置に置き換えるということだけではなく、一歩進んだアプリケーションを少し考えていただきたい。

(川田委員) 基本的に非常に面白く、近接場の新しい技術で、非常に勉強になった。応用のところが偏光板という形になってしまうと、どうしても数値、性能という話になってしまいが、挙げられていたように波及効果もたくさんあり、こういう近接場を使ったデバイスではないと他では全く実現できない、そういうものが見つかり、実用化していただけると非常によいと思った。今後も研究を続けていただきたい。

(荒川委員) 最後にリコーの話を聞き、ようやく少しスッキリした。こういったナノ構造を作るプロセスであるとか、シミュレーション技術など高度な技術が出来てきたと思う。そのシミュレーション技術にしても、ナノ部材を作る技術にしても、簡単に真似はされないところまで来ている様な印象を持った。IMEC の様なオープンイノベーションもあるが、ああいうところで成功するのはちゃんと持っている技術を **Black Box** 化して、それを応用するところで色々なオープンイノベーションで展開することだと考えると、コンソーシアムの様なものを作って、こういう素子の用途開発をどんどん促進する様な仕組みがこの素子の場合にはできるのではないかという印象を持った。かなりのところまで来ており、まだ技術課題も私が考えることができないところでもかなり多いのではないかと思うが、NEDO の 31.7 億円が無駄にならないように、この技術を実用化していくというところで期待している。

(福田分科会長代理) 私自身、光産業のアクティブデバイスのほうでずっとやってきた。当初日本は光デバイスが部材、設計技術で非常に進んでおり、世界をリードしていた。ところがここ 20 年ぐらい前からその地位が揺らいできた。例えばアメリカも日本に負けるなということで、東工大の伊賀先生が最初に研究された面発光レーザーもいまではアメリカで花開いているし、またその延長上で量子カスケードレーザーという様なものも開発されてきていて、通信用ではなく、センシング用のデバイスというのはすべてそちらに移りつつある。個人的には日本の光産業に対して危機感を少し抱いてきた。一方、技術レベルとして見た場合、電子デバイスと違うのは、光は 1 ミクロンくらいで波長という質的な転換点があることだ。それに対して、大津先生がナノフォトニクスというコンセプトを発表され、その延長上にはないということで色々検討されてきた。そのナノフォトニクスの技術自体、アメリカ、あるいはドイツがかなり色々な面で進んでいるという。日本のように資源がない国は、こういうナノフォトニクスの様な技術はぜひ世界に先駆けて持たなければならない。今回のプロジェクトを NEDO がバックアップし、産学連携で進めていったということは非常に意義のあ

ることだ。日本としてはこのナノフォトニクス技術を立ち上げ、産業化していかなければいけないと思う。設計ツール、プロセス、評価技術まで非常に細かいところまで検討され、しっかりと技術を立ち上げているということで、すべてが百点というわけにはいかないが、非常に立派な成果を出されていると思う。今後、これにとどまらず、ここを起点として、できればナノフォトニクス産業というところにまでつなげていただきたい。今回のプロジェクトもできればフォローアップといったことで、計画を見ると1年、2年というフォローアップがあるようだが、NEDOにもしっかりバックアップしていただきたいと思う。

(山本分科会長) 大変立派な研究成果だと思う。ただ、何となくやり残しの様なイメージを持った。もちろん偏光素子は大変立派なものだが、論理ゲートに関してはあの様な世界的な成果をあげながら、その展望が見えない様なイメージがあって、それが何とかならなかったのかという思いを持った。

9.今後の予定、その他

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 事業原簿（非公開）
- 資料 6-1～資料 6-2 プロジェクトの概要説明（公開資料）
- 資料 6-1 「事業の位置づけ・必要性について」、「研究開発マネジメントについて」
- 資料 6-2 「研究開発成果について」、「実用化、事業化の見通しについて」
- 資料 7-1～資料 7-4-2 プロジェクトの詳細説明資料（非公開資料）
- 資料 7-1 ①基盤技術研究開発 基盤・基礎
- 資料 7-2-1 ①基盤技術研究開発 (1)ナノ構造材数値解析シミュレーション技術
- 資料 7-2-2 ①基盤技術研究開発 (2)ナノ構造部材作製技術
- 資料 7-2-3 ①基盤技術研究開発 (3)ナノ構造部材評価技術
- 資料 7-2-4 ①基盤技術研究開発 (4)ナノ構造部材オプティカル新機能応用技術
- 資料 7-3-1 ②ナノ構造を用いた偏光制御部材研究開発 (5)ナノ構造を用いた偏光制御部材設計技術
- 資料 7-3-2 ②ナノ構造を用いた偏光制御部材研究開発 (6)ナノ構造を用いた偏光制御部材作製技術
- 資料 8 今後の予定

以上