

**研究評価委員会**  
**「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」(中間評価) 分科会**  
**議事録**

日 時 : 平成 30 年 6 月 8 日 (金) 9 : 45 ~ 17 : 25

場 所 : TKP 赤坂駅カンファレンスセンター ホール 14C

**出席者 (敬称略、順不同)**

<分科会委員>

分科会長 山口 滋 東海大学 グローバル推進本部 部長/理学部 物理学科 教授  
 分科会長代理 江川 孝志 名古屋工業大学 極微デバイス次世代材料研究センター 教授  
 委員 秋山 靖裕 株式会社 東芝 技術・生産統括部 技術企画室 室長  
 委員 足立 隆史 株式会社 SUBARU 航空宇宙カンパニー 製造部 第二部品課 課長  
 委員 庄司 一郎 中央大学 理工学部 教授  
 委員 平等 拓範 分子科学研究所 メゾスコピック計測研究センター 織細計測研究部門 准教授  
 委員 吉國 裕三 北里大学 理学部 物理学科 教授

<推進部署>

都築 直史 NEDO IoT 推進部 部長  
 須永 吉彦(PM) NEDO IoT 推進部 主任  
 服部 一成 NEDO IoT 推進部 主査  
 波佐 昭則 NEDO IoT 推進部 主任研究員

<実施者>

小林 洋平(PL) 東京大学 物性研究所 教授  
 田丸 博晴(SPL) 東京大学 大学院理学系研究科附属フォトンサイエンス研究機構 特任准教授  
 黒田 隆之助(SPL) 産業技術総合研究所 先端オペラント計測技術オープンイノベーションラボラトリ  
 ラボチーム長  
 湯本 潤司 東京大学 大学院理学系研究科物理学専攻/理学系研究科附属  
 フォトンサイエンス研究機構 機構長/教授  
 納富 良一 ギガフォトン株式会社 研究部 主任技師  
 塚本 雅裕 大阪大学 接合科学研究所 教授  
 西前 順一 三菱電機株式会社先端技術総合研究所 駆動制御システム技術部 主管技師長  
 川嶋 利幸 浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 産業開発研究センター 副センター長  
 野田 進 京都大学 工学研究科 教授  
 平山 秀樹 理化学研究所 平山量子光子素子研究室 主任研究員  
 片山 琢磨 パナソニック株式会社 オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社 技術本部  
 センシングソリューション開発センター 光応用技術開発部 部長  
 小山 二三夫 東京工業大学 科学技術創成研究院 研究院長/教授  
 荒川 泰彦 東京大学 ナノ量子エレクトロニクス研究機構 量子イノベーション共創センター  
 特任教授

藤本 靖                    千葉工業大学 工学研究科 教授

<評価事務局>

保坂 尚子    NEDO 評価部 部長

塩入 さやか   NEDO 評価部 主査

前沢 幸繁    NEDO 評価部 主査

## 議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
  - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1 【項目④】次世代レーザー及び加工の共通基盤技術開発
  - 6.2 【項目①】高品位レーザー加工技術の開発
  - 6.3 【項目②】高出力レーザーによる加工技術の開発
  - 6.4 【項目③-1】フォトリソ結晶レーザーの短パルス化・短波長化
  - 6.5 【項目③-2】高品質AlN結晶基板を用いた最短波長領域高出力深紫外LEDの研究開発
  - 6.6 【項目③-3】高効率加工用GaN系高出力・高ビーム品質半導体レーザーの開発
  - 6.7 【項目③-4】高出力・高ビーム品質動作を可能とする新型面発光レーザーの研究開発
  - 6.8 【項目③-5】高効率・高出力量子ドットレーザーの研究開発
  - 6.9 【項目③-6】革新的小型・高効率UVレーザー光源の開発
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、資料の確認
  - ・開会宣言 (評価事務局)
  - ・配布資料確認 (評価事務局)
2. 分科会の設置について
  - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
  - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)

### 3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」、議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

### 4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

### 5. プロジェクトの概要説明

#### 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5-1に基づき説明が行われた。

#### 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

実施者より資料5-2に基づき説明が行われた。

#### 5.3 質疑応答

5.1及び5.2の説明内容に対し以下の質疑応答が行われた。

**【庄司委員】** 三つの質問をさせていただきます。まず、須永 PM の説明で CO2 の削減効果というお話がありました。消費エネルギーの削減ということはレーザーの効率を上げること等が想像できます。それ以外には、例えばどのようなところで消費エネルギーを削減するか具体的な数値目標があればお伺いしたいです。

また、コンソーシアムをつくることは非常に素晴らしい試みであり、私としても日本全体の競争力の底上げにつながるのではないかと大きな期待を寄せています。現時点での具体的に申し込み数や問い合わせ数はどの程度あるのかお伺いしたいです。

最後に、市場規模ですが、これは国内のものか、全世界のものかどちらでしょうか。国内市場であるならば、現在の海外市場における一般的な機械加工とレーザー加工との比率はどの程度で、今後はどのような伸びが予測されるか、もしご存じならば教えてください。

**【須永 PM】** 今、三ついただいたご質問の中で1点目について私からご説明します。省エネ効果として CO2 削減という話をしましたが、庄司委員がお話しされたとおり、レーザーの効率をいかに上げていくかということから試算をしています。レーザーの光源そのものの効率が上がるということは、逃げていく熱が減るということですので、レーザーの光源の効率が上がればその先に付帯する冷却システムにおいても CO2 の削減に貢献できるということから試算をしたものです。こちらについてはテーマごとに細かい数値目標を定めているわけではなく、プロジェクト全体として成果が出ればこの程度に達するだろうという想定で出しているものです。

**【小林 PL】** 今の説明を補足すると、最も効果が大きいのは鉄から CFRP (炭素繊維強化プラスチック) に置き換えることによって自動車が軽量化できて燃費がよくなることで、その波及効果を考慮に入れると、非常に大きい値が出てきます。例えば、自動車が3パーセント軽量化されると、それだけで600万トンの CO2 が削減できます。そのことにより年間の排出量取引としても100億円クラスになると考えています。

2点目ですが、コンソーシアムへの入会の申し込みは具体的に来ており、それを事務的に幹事会へ回し承認の手続きを取っているところです。ただし、具体的な入会手続き中の件数は公開の場では控えさせていただきますと思います。問い合わせについては OPIE (OPTICS & PHOTONICS International Exhibition) の際におよそ50件程度来ており、相応の数の方の入会を期待しています。

3点目の市場規模は世界の市場で、一般機械加工が『8兆円』、レーザー加工が『1.5兆円』です。申し訳ありませんが、国内ではどのようなようになっているかは私のほうでは把握していないため調べてきま

す。

【平等委員】 非常に丁寧なご説明をいただきありがとうございます。概要がよく分かりました。先ほどの庄司委員のお話にも関連しているのですが、題目にある『高輝度・高効率次世代レーザー技術開発』ということで、効率の話も既に先ほど出ており、具体的な目標はないということでした。本当はプランから加工機の前端までがどの程度の効率なのかということが非常に大事なことだと思っています。その点は具体的に考えられたほうがいいのではないかと思います。

もう一つは、ターゲット輝度の目標値についてです。また、高輝度化により今までと異なる展開として何が考えられるかを教えていただきたいと思います。

もう一つは、先ほどのコンソーシアムも同様ですが、ユーザーの件についてです。私は1985年に企業のLSI研究所でCPUを作っていました。現在、残念ながら日本に半導体産業はなくなってしまいました。私の同期もほとんどの方が中途採用でどこかへ転職となりました。そのような背景を含めて、国内の具体的なユーザーとしてどのような所を考えられているのでしょうか。加工であれば自動車産業が大きいと思いますが、そのような所との関係性はいかがでしょうか。要するに、国内産業を本当に強くする方向に話は進んでいるのかどうか、以上の2点を教えていただけますか。

【小林 PL】 まずは、最初の効率については検討をします。実際はそのような検討も進めていることは確かですが、今、この場ではご説明できないというところです。

【平等委員】 非常に重要だと思っており、楽しみにしています。

【小林 PL】 午後のセッションで出てくるかもしれません。

【平等委員】 承知しました。

【小林 PL】 高輝度についてですが、例えば、島津製作所が作った、100ミクロンから100ワット出てくるレーザーというものは恐らく世界最高輝度だと思います。パワーだけでは負けているかもしれませんが、輝度が高いことがレーザーでは最も重要なポイントであり、ブルーにすること、紫外を目指すことの一つはパワー密度を上げられるので、平均パワーが少なくても高パワーと同じように切れます。その結果、エネルギー効率が上がるというロジックです。従って、輝度が上がるということがその点でも重要であると考えます。

【平等委員】 それはCW(Continuous Wave : 連続発振)ですよ。今、もう一つ重要なテーマとして、パルスという、テンポラル輝度というものがあり、それが新しい加工を作るというようにご説明があったような気がします。また、輝度というスペクトル輝度もあります。時間幅をあまり短くしすぎると今度はスペクトルの純度が下がってしまいますが、そのようなものに対する検討や新しい選択加工といったものができるかどうかと思ったのですが、いかがですか。

【小林 PL】 おっしゃるとおり非常に重要なポイントですが、同時にまた非常に難しいところがあります。パルス幅が短ければ短いほどよいかというと、そこもよく知られてはいません。ものによってはピコ秒がいいかもしれません。そこは輝度ではなくフルエンスの話になるかもしれませんし、インテンシティとフルエンスとの関係等その辺りをしっかりと押さえるという活動を項目4の活動で行っており、この後のご説明に出てくるかと思っています。

また、国内ユーザーをどのようにつかむのかというご質問ですが、ご存じのとおり、機械加工は日本が大変強いところであり、その加工機メーカーたちがレーザー加工機を作るときに海外勢を買ってしまうということが由々しき事態です。

【平等委員】 ただ、加工機メーカーは途中であり、加工機を買うメーカーがどの程度入っているのかと思います。質問しました。

【小林 PL】 そのような意味では、TACMI コンソーシアムはユーザー企業の入会を始めたところなので、そこはまだ何社いるかといった点については申し上げにくいところです。引き合いについて、例えば、

協力関係の点で言うと、規模の大きな装置購入ユーザーの意見を聞きながら開発をしています。

【平等委員】 ありがとうございます。

【吉國委員】 私は最初のほうの事業目的の妥当性についてお伺いしたいと思います。私の受けた印象では、CO2がメインの加工用レーザーで、欧米が進んでいるので国内では少ないという印象を持ちましたが、その認識でよろしいのでしょうか。また、それは将来的にCO2のマーケットが縮小していき、このプロジェクトで開発していくようなレーザーが主流になるという見込みの下で進めているのか、または、将来的にはCO2は主流だけれども、そこは行わないのか、あるいは、他のプロジェクトでカバーしているのでここでは手を出さないのかといった辺りを教えてください。

もう一点ですが、CO2は完全にこのプロジェクト外というところは分かるのですが、ファイバーレーザーの位置付けがよく分かりません。今後競争が激化する領域にファイバーレーザーの先端のところも入っていると思うのですが、この点は当プロジェクトで扱うのかどうかを教えてください。

また、当プロジェクトに関してですが、項目1と2のところ、実施体制の位置付けから見ると、光源自体というよりは、むしろシステムを作るような印象を受けます。目標のところを見ると全てレーザーのパワー等になっており、システムに関しての目標がないような気がします。加工精度やスループットといったシステムとしての目標が要ると思いますがいかがですか。

【小林PL】 実はCO2については日本が非常に強いと思っています。公開の場で何を話してよいか、何を話してはならないかが微妙ですが、日本は非常に頑張っていると理解しています。欧米が強いのはファイバーレーザーであり、世の中の流れとしてはCO2でさまざまなものを加工していたのがファイバーに移り変わり、現在はファイバーレーザーの最盛期になっています。ファイバーレーザーはそう廃れずに長期で続くと思います。しかし、一方でマイクロ加工も伸びてきており、高品位にものを切るといった点でファイバーレーザーではなく、さらに短波長のレーザーが必要です。今後はその分野が伸びるであろうと踏み、当プロジェクトはそこに力を入れています。

【吉國委員】 CO2に関してははもともと日本のメーカーも強く、あえてプロジェクトで肩入れする必要はないということになるわけですか。

【小林PL】 少なくとも本プロジェクトではそう考えています。

【吉國委員】 ファイバーレーザーに関しては当プロジェクトの中では使っているのですか。

【小林PL】 短波長のレーザーを作るにしても、ファイバーレーザーは大変優れており、フロントエンドの部分として使うことが多々あります。

【吉國委員】 具体的には項目のどれに当たりますか。

【小林PL】 項目4で、先ほど100ワットのパルス幅可変を作ったのはファイバーレーザーです。他の項目でもファイバーを一部使っております。

【平等委員】 今の補足ですが、基本的には台数ベースだとCO2レーザーのほうが世界的に多いのですが、金額ベースではファイバーレーザーが高いということもあり、数年前にCO2レーザーよりもファイバーレーザーのほうが金額ベースで上回っています。現在でもファイバーレーザーは非常に高価ですが、中国等で相当の廉価版が出てきており、そのようなところに対してどのように対抗するかは今後重要な方向性だと思っています。そのような意味において、廉価版だけではなく付加価値をどうつけていくかという観点で当プロジェクトはパルスで展開されているのだと思っています。

【山口分科会長】 狙いとアウトカムが評価委員の皆さんにとってはっきり分からない点が多いのではないかと思います。その辺りをクリアにされないと、このままでは皆さんの納得が得られない点ではないかと考えるので、推進部署や実施者の方から、ぜひもう一段目標値と狙いの関連付けをお願いします。今のご説明では、少し理解しにくい面があるのではないかと思いますので、改善を要する項目だと思います。

【須永 PM】 まず、プロジェクトの位置付けとして、基本計画に書かれている目標は先ほど私から説明したとおりになっています。この後の非公開セッションの中では、その基本計画の目標に対して、それを実現するためにさらに細かくした実施者ごとの目標値があります。それについては非公開セッションで確実に説明できると思いますので、そちらをお聞きいただければと思います。

また、先ほど吉國委員からご質問をいただいた加工精度やスループットに関するシステムとしての目標もあったほうがいいのかというご指摘については、現行の基本計画の中にはその点に関してはまだ定めておりません。従って、まず光源の部分については目標を定めていましたが、今後入れていくことを検討したいと考えています。

【吉國委員】 ありがとうございます。項目 1 と 2 の位置付けは光源側よりもシステム側のほうが大きいという認識は正しいでしょうか。光源を開発することを目的とするというよりは、それほど新しい光源を作ることには重点を置いておらず、加工システムを仕上げるところに目的があるという認識でよろしいですか。

【須永 PM】 光源の開発も重視はしています。ただ、光源を作っただけで加工システムに使えないということでは困るため、光源を作り、加工システムに使えるものを開発していきます。

【吉國委員】 どちらがメインですか。例えば、1 番はシステムを作り、2 番は光源を作るといったことではないのですか。

【須永 PM】 そのような分け方はしておりません。1 番については、前半は主に光源ですが、後半は加工機にシフトしていただきたいと思っています。

【吉國委員】 分かりました。

【山口分科会長】 秋山委員、いかがでしょうか。

【秋山委員】 最初のご説明でサイバーフィジカルシステム（CPS）のお話がありました。今のお話の流れだと、まずはサイバー側というよりは、どちらかというフィジカル空間側の光源のところに集中して取り組んでいくという理解をさせていただいてよろしいでしょうか。

【須永 PM】 そのとおりです。

【秋山委員】 先ほど、加工システムのお話もありましたが、この先プラットフォームを形成していく上でも、レーザーの性能だけでは加工は決まらないと思います。周りの雰囲気や、他の化学反応等とどのようにやりとりしていったときにどのようにするかといった世界や、サイバーシステムの中に入ったときにどのようにフィジカル空間を再現していくのかといった取り組み等についての説明が少なかったような気がしました。そこは当プロジェクトの中に入っているのかをお伺いしたいです。

【小林 PL】 秋山委員がおっしゃっているポイントは非常に重要なところです。CPS(Cyber Physical System)を作ると言うことが大きく言うとこの先の日本にとって非常に重要なところと考えています。CPS を作るということは加工が全て理解できて、そのシミュレーションができるということかと思えます。そうした中で、光の性質によってもものがどのように変わっていくか、という点のデータベースを構築していくところにまずは重点を置いています。当然、その先にそれを用いてサイバーのほうを進めていくことがあります。本プロジェクトの構成としては、CPS に資するためのデータベースを作るための加工機、あるいは、光源システムを構築する流れとなっており、非常に順調に行った場合はその先まで到達できるかと考えています。

【秋山委員】 今のご説明からすると、後半の『実用化、事業化に向けた具体的な取り組み』の中でいくと、2021 年から製品化になっているので、2019 年、2020 年辺りにはそのようなところが取り込まれるというイメージで考えておけばよろしいですか。

【田丸 SPL】 私から補足させていただきます。本プロジェクトの構成として説明させていただいたように、垂直統合モデルを避けるという構成方法を取っております。その意味では、CPS を使ったものづくり

システムが使われるといった日本が目指すべき大きな流れの目標があり、それをブレークダウンしていき、それぞれの部分を成立させていかなければなりません。それぞれの要素技術を正しく選択していれば、その各要素技術それぞれが事業化可能となり、市場も取れていくだろうと考えます。大きな目標に沿った技術を開発していれば、やがて大きなものを求めるのがスムーズになるだろうという戦略を取っています。そのため、本プロジェクトの範囲の中心に入っていないものも受けられるようにコンソーシアムという形で連携をしようとしています。これは、他のプロジェクトとの連携も可能だと思っています。そのように構成しているので、現在ここで述べている事業化とは、まずは要素技術から着実に事業化していくことです。ただし、それはそれぞれが単体でこのようなものがあるとよいといったものだけではなく、このような目的にはこのような技術が必要であるという議論を共有し、そのためにはこのようなチューニングをしたほうが良いといったことを取り込み、その上で事業化を一つ一つ根元側から進めていき、同時に全体がどのようなようになるかを皆さんに見せることにより全体の事業化も加速するという、以上のような構成になっています。

**【平等委員】** 今のサイバーフィジカル空間のことで前から気になっているところがあります。先ほどお話ししましたが、私はTRONプロジェクトに参加しており、そのとき坂村先生がCPUを使って、工場から家庭まで全てネットワークでつなぐということを1980年代に言われていました。今、言っているサイバー空間というものがどのような付加価値を持つかこの30年間の間に議論されるようになってきているのでしょうか。ハードについては先ほどから議論してきており、ソフトウェアやAI等も昔からボルツマンマシン等、さまざまに議論をされてきましたが、そのようなもの以上のことについてはどのようなことをお考えですか。

**【田丸 SPL】** 本プロジェクトの中だけではなく、本プロジェクトを進める上でさまざまなサーベイや多くの方と相談する中の全体で仕入れた情報の形で説明させていただきます。全てをネットワークにつなぐという話は昔からあり、それはわれわれの認識としては、デバイス、特にCPUやMPUがようやく安くなってきたので、ネットワークも含めてそのことが徐々に可能になってきました。その意味で言うと、目指すべき構想があり、そのためにはこのようなものがこの程度の機能、価格にならなければならないという目標が提示されていたためその方向に世界が努力をして、今、ようやくそれがつながる段階まで到達しつつあるので、各国がそれを使うことに対しての投資を始めたかと理解しています。

それによりどのような付加価値ができるかについては、これもさまざまな方から教えていただいた話の集大成になるわけですが、現在、聞くところによると、製造は垂直統合のモデルから非常にレイヤー・バイ・レイヤーなモデルへと変化し、各段階で強い企業というのが異なっており、そのサプライチェーンで実施されるようになってきています。一つのレイヤーそのものは非常に薄くなっていますが、それを持っている会社はシェアのほとんどを持っています。そのような形になっているとそれをどのように組み合わせるかが非常に重要になってくるため、それぞれの能力を数値化し、把握化し、シミュレーションに乗せて、全体最適化をコンピュータの上で計算し、すぐに製造に導くということが、例えば、ドイツの『Industry 4.0』の戦略の中でも書かれています。トライ・アンド・エラーの量のほとんどをサイバーで行ってしまうことが新しい付加価値を生み、低エネルギー化、低コスト化を生むと捉えられています。

われわれのプロジェクトの構成としてはそれをいち早く取り込むように、レイヤー・バイ・レイヤーに対応できるようにし、全体最適化のためにデータを出すというところに対応できるようにします。そのために、最後に日本が最も強いのはものの部分であるため、その根幹の部分をアダプトできる。

**【山口分科会長】** 時間も少し押しています。平等委員、この件は恐らく内閣府の『Society 5.0』と当プロジェクトはどのような関係があるかというところなので、少し議論が上位段階で関わりがあると思います。そのため、また後ほどそのご議論をしていただきたいと思います。



【平等委員】 ありがとうございます。

【足立委員】 当プロジェクトにおける知財の戦略について伺いたいと思います。お話を伺った中では技術的な目標が掲げられて、開発を進めますというところと、出てきた知財の活用方法があるのですが、今、戦略的にどのような領域の知財を押さえようとしていますでしょうか。そして、その押さえようとしている知財の領域は国際的に見てどのような領域なのか、各国がしのぎを削っているような激戦区なのか、あるいは、各国が手を出せないようなところをいち早く押さえようとしているのか、そのようなところが見えると各技術の項目についてなぜその開発をするのかといった部分に大きくつながると思います。今回の資料の中ではないかもしれませんが、もしも今後そのようなところが見えるような機会があればぜひ見せていただきたいと思います。

【小林 PL】 承知しました。知財戦略をどのように見せていくかは大変難しいところですが、どのような戦略で進めているかについては田丸 SPL から説明をします。

【田丸 SPL】 このセクションでは概要だけとさせていただきます。競争、協調と分けているので、競争部分は各社が各社の技術をしっかりと囲い込むことやブラックボックス化していくために必要な、特に、課題 1、2、4 に相当するような激戦区になるようなものを個社で押さええていく。ただしそれは事業化を邪魔しないようにしていきたいと考えています。また、先ほどの CPS 化につながるような話や、加工結果をどう評価するべきか、それをどのように使っていけばいいかといった部分は主に公的機関が担当しているので、これは協調領域になるようにし、どこにもなく、まだ誰もできていないようなものについて先んじてキーになるところを押さええていき、早急にメンバーに開示することによりその周辺を押さえにかかるといったことがしたいと考えています。

【江川分科会長代理】 11 ページのアウトカムのところ、CO2 削減効果で年間 655 万トンとあります。これは国全体としては 2030 年に CO2 の削減を決めていると思いますが、それに対して何パーセント程度を今回のものが占めているのでしょうか。もう一つは、2020 年以降さまざまな製品開発ということで最初の目的を達成するということですが、一方、海外でも恐らく同じようなプロジェクトや技術開発が進んでくるだろうと思います。先ほどお話があったように、現在日本の半導体は厳しい状況があるわけであり、この技術自体も海外に追いつかれて、言葉は悪いですが陳腐化といった状況にもなりかねないことが考えられます。例えば、市場化・実用化して、この技術の優位性は何年程度続くと予測されていますか。

もう一つは、中間報告ということで、ものによっては前倒しでかなりよい成果が出ているということですが、そのようなテーマに関しては最終目標をもう少し上積みをするといったこと等は考えてはいないのでしょうか。

【須永 PM】 1 点目の CO2 削減についての試算は、今、プロジェクトで扱っているような技術が 2030 年に現在使われている既存技術と置き換えがあるという前提で試算したものです。その置き換え率は 50 パーセントで試算をしたものになっています。ただ、その技術はこのプロジェクトの現在この場に在るメンバーだけのものではなく、他社が作っている同様の技術も含めての試算になっています。2 点目は小林 PL からの説明がいいと思います。3 点目の中間成果、目標の話ですが、当然順調に前倒しで進んでいるものがあれば今年度中に NEDO の基本計画を見直すことを行いますので、その際に目標のさらなる前倒しや上積みをする等は行っていきたいと思っています。

【小林 PL】 2 点目の海外との比較ですが、ご承知のとおりドイツがレーザー技術に関しては相当先を走っているという状況は否めないと思っています。その状況において日本が勝てる分野というところで、紫外、短パルスという方向性を設定しました。基本計画設定時にどうであったかということと、今現在でどうであったかを考えると、その技術が何年程度もちそうか推測できます。基本計画は今からちょうど 2 年前に立ててありますが、そのときの紫外の世界の状況に比べて、実はさほど進んでいません。

当時、266nm でレーザーを買うとしたら3ワットが最大だったと思いますが、現状は2ワット程度です。そのような意味で、紫外のハイパワーを作ることによる優位性は持ってくれると思いますが、これが何年もつかということは残念ながら申し上げられません。ただし、日本で特徴を出すとすればこちらを攻めるべきであるということは間違いないと考えています。

【平等委員】 今のパルス波長変換の話で、ファイバーレーザーではそれほど出ていませんが、ディスクレーザーだとピコ秒で相当ハイパワーの波長変換が報告されていると思います。

【山口分科会長】 その点は技術の詳細のほうで議論をすることにして、ここは、マネジメント全体のところをお聞きする形で締めたいと思います。

【平等委員】 また後ほどということで承知しました。

(非公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

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

【山口分科会長】 本日は長時間にわたり、評価委員の方、NEDOの実施者、推進部署から皆さんにお集まりいただきました。これから中間評価をまとめて、皆さんとともに、さらによいプロジェクトになるようにしていかなければならないと評価委員の側も思っているのです。実施に関わる方、NEDOの推進部署の方にはぜひご協力のほどをよろしくお願いいたします。

最後にまとめ・講評ですが、あいうえおの逆順で、吉國委員からよろしくお願いいたします。最後は私がお話します。

【吉國委員】 本日は非常に分かりやすい説明をいただきありがとうございました。ようやくプロジェクトの中身がよく分かってきたような気がしています。うそか本当か分かりませんが、量子力学がなぜ始まったかという、ドイツの富国強兵政策から出てきたという話がありました。大砲も軍艦も鉄がなければ造れないわけですが、鉄は温度が少し変わると性質が全く異なってしまうらしいです。それを職人が鉄の色を見ながら正確に温度を読み取り性質を制御していたらしいです。それは、イギリスやフランスは先進国なのでそのような職人が数多くいましたが、当時のドイツにはそのような職人がいなかったのが良い鉄ができなかったとのこと。そして、その辺りを化学的に行うということで熱輻射の研究が盛んになり、そこから量子力学ができたという、嘘か本当か分からない話があります。

そのように職人の勘の中には本当に驚くべき真実が隠されている場合があると思います。当プロジェクトも一見すると少し泥臭いような感じがしますが、その中から驚くべき発見が出てくるかもしれませんので、期待しています。当然、実用化が重要なのは間違いないですが、非常に変わった真実がもしも出てきたとしたらそれを見落とさないようにしていただきたいと思っています。ありがとうございました。

【平等委員】 皆さん、本日はいろいろとご説明いただきありがとうございます。最初は私も同じくこの中間レポートを読むだけでは分からなかったことが多かったのですが、本日、皆さんの意図も含めていろいろと理解が深まったかと思えます。私がこのNEDOのプロジェクトの一つ期待しているのは、2000年の頃に大型プロジェクトがあり、成功したという話でしたが、あれは明らかに失敗でした。それは、

あの頃もネオジム YAG(Yttrium Aluminum Garnet)ロッドレーザーで、パルスでネオジムファイバーレーザーもあり、UV もありました。しかし、結局その後、日本のレーザーを開発していたメーカーがほぼ撤退するような事態になりました。

その際に感じたのは、実はその頃にネオジムに代わりイッテルビウムが出てきたわけです。そのようなものが出ていたにもかかわらず、キャッチアップされなかったということがあると思います。この NEDO プロジェクトも 5 年にわたるので、その間でも絶えず変化していくものと考えています。そのような潮流はすぐにキャッチアップすることです。逆に言うと、本日はイッテルビウムの話が非常に多かったのですが、そろそろ違う話がまた出てくるのではないかと、そのような意味でプラセオジムになったのは面白いと思いますが、私は再度ネオジムに戻ることもあるのかと考えています。さまざまなものがスパイラルに動いている状況があります。ぜひ、前回のプロジェクトの轍を踏まずに、フレキシブルに目標を変えて、すかさずしっかりとマーケットをつかめるように管理をされるとよいと思っています。期待しています。ぜひ頑張ってください。

**【庄司委員】** 本日はいろいろとご説明とご紹介をいただきありがとうございました。私個人としても非常に勉強になりました。最近、私自身もレーザー加工関連の研究会やレーザー加工の話を聞く機会が多く、実際に現場で加工をしている人の話を聞くと、何が起きているか分からないけれども、このようなことをしたらうまくいったといった話が多く、それではいけないと思っていたところです。そのような中で、当プロジェクトで何が起きているか評価をし、膨大なデータを集め、所望の加工に対して最適な方法を探ることは非常に素晴らしく、必ず将来役に立つだろうと思います。

特に、今、日本のレーザー加工に携わっている人たちもドイツ製のレーザー等を使用していることが多く、私自身も非常に悔しいような気もしていましたが、当プロジェクトでコンソーシアムをつくることを表明されたことが非常によい点だと考えています。オールジャパンでレーザー開発、加工技術の開発、数多くのユーザーの参画、情報交換をしながらよりよいものを目指すという取り組みをすることにより海外にも十分太刀打ちでき、逆に日本が独自性を発揮できるのではないかと非常に期待しています。

特に、今、AI 等を使用してさまざまなデータを集めているところだと思いますが、その結果、所望する加工に対して技術提案をするといった答えが徐々に出てくると思います。その際には、私の個人的な希望としては、そこでなぜそのような加工をすればよいのか、このようにすればこのような物理的なことが起こり、その結果望むような加工ができるというレベルまで解明してもらえると、実際に使う人だけではなく科学的な分野でも非常に役立つのではないかと考えています。

また、今回は光源の分野の方が多いのですが、光源の開発が進むと加工技術そのものの進展も重要だと思うので、レーザー加工そのものの要素技術の開発もぜひ視野に入れて取り込んでもらえればと思います。ありがとうございました。

**【足立委員】** 本日はありがとうございました。私は泥臭いことをしている側から参加させていただきましたが、当プロジェクトで PM のお話等もいろいろと伺っていると、産業への実用化への思いが非常に強いプロジェクトだと思います。つまり、ユーザーニーズ、市場のニーズをいかに的確に捉えるかが非常に大切だと思います。そのような中で、ニーズを捉えて、それを的確な目標や研究項目にしなければいけないということで、本日いろいろと話を聞かせていただいた研究の中ではしっかりとそのようなところを捉えているものもあるし、再度見直す必要があるのではないかと考えたものをあつたと思います。

一例ですが、市場に受け入れられるには何が重要かということ、一つは性能がありますが、これはどれほどよい性能、よいものであっても受け入れられない場合もあります。それは何かということ、例えば、効率が悪ければ市場は受け入れてくれません。または、コストの点で、この前の現地調査会でも述べま

したが、導入コストだけではなく、維持するコストが高いものであれば市場は受け入れてくれません。

【平等委員】 足立委員のお話にもあったのですが、結果が非常に大切だと思っています。プロセスがどれほどよい研究を行っていても、結果として市場が受け入れなければ丸にはならないと思うので、繰り返しになりますが、市場が本当に何を求めているのかといったところをしっかりと見ていただき、それを目標や研究内容に取り込んでもらえればと思います。この中間評価の時期はその方向転換や修正をする非常によい機会だと思うので、ぜひご検討をお願いします。

【秋山委員】 本日はありがとうございました。私もメーカーの立場で参加させていただきました。今回の説明の中では、いろいろとイノベーションを作るということをしたときに、光源として新しい光源を生み出していくことはさまざまな種を撒いてそれを育てていかなければいけないということだと思うので、そこは当プロジェクトの3番のところでいろいろな新しい取り組みがなされており、非常に感銘を受けましたし、日本の技術力はこれからも安心していただけるのではないかと勇気づけられたところ です。

また、ある程度ターゲットが見えているような光源を含めた加工システムを作っていくというテーマもあり、そのようなところで具体的かつ着実な推進が見られていて、そのようなところも楽しみだと思った次第です。

4番のところは最も難しいのではないかと考えていますが、国では『Society 5.0』ということで、恐らくSDGs (Sustainable Development Goals「持続可能な開発目標」) やエコシステムを作っていくために、その基盤としてこのようなレーザー加工技術を広めていかなければいけないといった観点からそのようなシステムを作っていくという考えだと思っています。そこところは、まずは本日ご紹介いただいた分野から始められたということですが、今後、レーザー加工はさまざまな分野で利用可能だと思います。今回は特にレーザーで何を加工するかというところだったと思います。われわれメーカーの立場で言うと、何かを作るときにレーザー加工ありきではなく、いろいろな他の加工方法と比較して何がよいかを考えます。はたまた、レーザーと他のプロセスをハイブリッドにして加工する等、さまざまな場合が考えられると思います。そのようなところまで広げていくためには、物理まで踏み込んでいき、サイバー空間でどのようなシミュレーションができるのだろうかといったところも相当大事になってくると思うので、ぜひそのような分野への展開も期待しています。今後とも頑張ってください。ありがとうございました。

【江川分科会長代理】 本日はありがとうございました。私もこのような次世代のレーザー加工技術ということで非常に勉強になりました。中身についてはいろいろなかたがたがお話しされているので、私は別の点から申し上げたいと思います。このような大きな予算を受けると、特に、大学の立場で見ると非常に予算的にも助かりよいのですが、ただ、その分、書類作りやデータ作りに追われているのが恐らく実情ではないかと思っています。NEDOの方でも、可能な限りそのような書類作りや雑用に属することは必要最小限度にしていただき、本当に研究開発にそれぞれの方が集中できる環境をぜひつくっていただきたいと思っています。

【山口分科会長】 最後に私から少し申し上げます。この事業の狙いは一企業ではなし得ないことを皆さんに集まっていただき、いろいろな情報交換をしてインパクトのあるところへ仕上げようというのが狙いなのではないかと思っています。その狙いがうまく動くように、ぜひ小林先生をはじめとして、NEDOの推進部署のかたがたがうまくリードをしてもらえることをお願いしたい次第です。当プロジェクトは、はっきり述べると、マスでレーザー加工は溶融を伴うところが多い加工で、どちらかといえばパルスで非熱であるということと、ある意味蒸散で溶融過程をほとんどバイパスするような加工のところを中心にチャレンジが大きい部分で皆さんが行われているといったところがあります。ぜひ、これがうまく新たなマーケットをつくるような形にリードをしてもらえればと考えております。もし、蒸散

ではなく溶融という話になると、例えば、これは医学の分野で使用しているレーザーメス等は、短パルスで行っているものもありますが、熱の入り方を時間的に制御するような仕方で、皮膚各層の吸収効果に合わせた損傷の少ない加工が行われます。波長効果だけでは狙わないというやり方です。これは、レーザー加工でもピアシングを行うような場合には、最初に熱を入れて、その後は定常のところへ持っていきます。これは固体レーザーではさらに得意なはずのところなので、むしろ気体レーザーで多く行われるようなところがあるので、そのような新たなレーザー制御を材料に対して考えるなどもあるでしょう。是非、いいイノベーションや、その中でデータをいろいろとためてもらい、これが多くの企業で使われる形を目指してもらえればと思っています。

活発な研究が進んでおり、拝聴する中でいろいろな意味で驚きました。今後もぜひ活発なプロジェクトの活動を期待しています。よろしくお願ひします。以上です。

**【前澤主査】** ありがとうございます。推進部長と PL から一言ずつお願ひします。

**【都築部長】** NEDO の IoT 推進部長の都築です。委員の先生がた、本日は長時間でしたが、有意義なご審議をいただき心より御礼申し上げます。さまざまなご指摘を頂戴しました。どれも貴重なもので、いただいたご指摘を受け止め、今後の研究開発計画の見直しや実際の運営にまい進していきたいと思ひます。その中で、須永 PM や小林 PL からご説明を申し上げたと思ひますが、水平分業の時代において、産業構造は変わってきており、これにレーザー業界も適応していく必要があり、協調と競争の棲み分けを整理し、具体的な取り組みとして実現していくことが我々の目指しているところではあります。

その中で、NEDO のプロジェクトであるので、最後は実用化を念頭に置いて取り組んでいくことが必要になると思ひています。他方で、実用化ということで、単に足の短い簡単などころだけ取り組むというわけではなく、IoT 時代の中で、いかに手戻りのないようなものづくり、更には効率的な産業、あるいは産業組織をつくり込んでいくのかということを考えていくことが必要です。このためには、そのベースになる学理の裏付け等もここにしっかりと位置付けていくことも非常に重要だと考えています。これは、プロジェクトの開始当初から小林 PL が強調されてお話になっている部分だと思ひています。プロジェクトをマネジメントする立場の私ども NEDO としても、その辺りを強く意識しながら進めてきており、また、今後も進めていくつもりであります。

皆さまからいただいたご指摘も踏まえ、今後の研究開発の目標設定、構造も含めて見直して、最終的なゴールに向けて進めていきたいと思ひます。本日はありがとうございます。

**【小林 PL】** 評価委員の皆さま、本日は長時間にわたる会議にて貴重なご意見をいただき深く御礼申し上げます。われわれプロジェクト実施者一同は、これまで中間目標に向かって努力してきましたし、今後とも今年度目標に向かいその努力を継続していきます。本プロジェクトは通常の NEDO プロジェクトと少し異なるかもしれないという部分で少々戸惑われたかもしれませんが、協調領域と競争領域を両立させるような仕組みを作るという点で非常に新しい取り組みをさせていただいています。新しい取り組みをさせていただいている以上、何としてでも成功させなければなりません。これは、本プロジェクトから出てくるものが何ワットのレーザーであったといったものを超えて、『このような仕組みができたのがあのプロジェクトだった』と言われるようになることが目標です。今後ともご指導のほどよろしくお願ひします。本日はありがとうございます。

**【山口分科会長】** ありがとうございます。以上で議事の 8 を終了します。

## 9. 今後の予定

### 10. 閉会

## 配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5-1	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 5-2	プロジェクトの概要説明資料（公開） 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
資料 6-1	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 次世代レーザー及び加工の共通基盤技術開発
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高品位レーザー加工技術の開発
資料 6-3	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高出力レーザーによる加工技術の開発
資料 6-4	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） フォトニック結晶レーザーの短パルス化・短波長化
資料 6-5	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高品質 AlN 化粧基板を用いた最短波長領域高出力深紫外 LD の研究開発
資料 6-6	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高効率加工用 GaN 系高出力・高ビーム品質半導体レーザーの開発
資料 6-7	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高出力・高ビーム品質動作を可能とする新型面発光レーザーの研究開発
資料 6-8	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 高効率・高出力量子ドットレーザーの研究開発
資料 6-9	プロジェクトの詳細説明資料（非公開） 革新的小型・高効率 UV レーザー光源の開発
資料 7-	事業原簿（公開）
資料 8	今後の予定

以上