

研究評価委員会
「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」(事後評価)分科会
議事録

日 時：平成27年8月20日(木) 10:10～17:25

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 戸倉 和 東京工業大学 名誉教授
分科会長代理 前川 克廣 茨城大学 大学院理工学研究科 特任教授
委員 沖野 圭司 オムロンレーザーフロント株式会社 品質環境部 取締役 部長
委員 神成 文彦 慶應義塾大学 理工学部 電子工学科 教授
委員 緑川 克美 国立研究開発法人 理化学研究所 光量子工学研究領域 領域長
委員 山口 滋 東海大学 理学部 物理学科 教授
委員 吉田 実 近畿大学 大学院総合理工学研究科エレクトロニクス系工学専攻 教授

<推進部署>

弓取 修二 NEDO ロボット・機械システム部 部長
照沼 勝彦 NEDO ロボット・機械システム部 主幹
加藤 友章 NEDO ロボット・機械システム部 主査
菅野 智行 NEDO ロボット・機械システム部 主任

<実施者※メインテーブル着席者及び発表者>

尾形 仁士 次世代レーザー加工技術研究所 研究総括理事(PL)
神谷 保 次世代レーザー加工技術研究所 専務
松本 修 次世代レーザー加工技術研究所 研究部長
間野 隆久 次世代レーザー加工技術研究所 研究部長代理
吉田 治正 浜松ホトニクス 開発本部 グループ長代理
松下 俊一 古河電気工業 情報通信・エネルギー研究所 マネージャー
宮永 憲明 大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター 教授
新納 弘之 産業技術総合研究所 首席研究員
安在 建治 アマダミヤチ チームリーダー
古川 航一 新日本工機
塚本 雅裕 大阪大学 准教授
大勝 敏秀 アルバック FPD/PV 第3技術部 室長
加藤 義則 浜松ホトニクス 部員
萩原 正 アスペクト 取締役 LS 事業部長

<評価事務局等>

中谷 充良 NEDO 技術戦略研究センター 主任研究員
佐藤 嘉晃 NEDO 評価部 部長

徳岡 麻比古 NEDO 評価部 統括主幹
内田 裕 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
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」
 - 5.2 「研究開発成果」及び「実用化に向けての見通し及び取り組み」
 - 5.3 質疑

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 CFRP 切断加工技術の開発
 - 6.1.1 高出力半導体レーザー開発
 - 6.1.2 QCW ファイバーレーザー開発
 - 6.1.3 パルスレーザー増幅 (ブースター) 技術の開発
 - 6.1.4 CFRP レーザー加工技術と評価技術の開発
 - 6.1.5 パルスレーザー開発と CFRP 切断機構の解明
 - 6.2 大面積表面処理技術の開発
 - 6.2.1 アニール用グリーンレーザー開発
 - 6.2.2 大面積表面処理システム開発
 - 6.3 粉末成形技術の開発
 - 6.3.1 粉末成形システム開発
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、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・戸倉分科会長挨拶
- ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
- ・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に基づき評価事務局より説明。

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」および議題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

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

(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6-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

(2) 研究開発成果及び実用化、事業化の見通し

実施者より資料6-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【戸倉分科会長】 どうもありがとうございました。

これから委員の先生方からご質問、ご意見を頂戴することになりますが、個々の技術につきましては議題6で詳細の説明がありますので、ここでは事業の位置付け・必要性、マネジメントについて、忌憚のないご意見、あるいはご質問を頂戴できればと思います。委員の先生方、何かございましたら手を挙げていただいて、ご発言いただければと思います。よろしくお願いします。

【沖野委員】 最終ユーザーといろいろな交流を行ってシンポジウムなどを開かれたという説明がありましたが、たとえば最終ユーザーの要求仕様が変わるようなことはなかったのですか。この5年間、いろいろな社会的な状況、技術的な進歩などがあったと思います。たとえばCFRPの加工で、HAZ (Heat Affected Zone : 熱影響部) の領域が100 μ mという要求でそれを目標にして進められて、それは達成されたと思うのですが、実際にはその100 μ mよりももっと小さい値でないと航空業界とか使えないとか、そういう最終ユーザーの要求の仕様が変わるようなことはなかったのかどうか、お聞きしたい。

【神谷専務】 全体を運営した組合（次世代レーザー加工技術研究所）からご説明いたします。いくつか細かい議論があって、その一つ一つ非常に得がたい意見もありました。変更はなかったかということでは、たとえば表面改質では、当初500mm幅、50cmで実施しようということでしたが、この分科会をつくったら、もういまはそれではだめだ、700mmぐらいほしいということでしたので、開発はスタートしていましたが、急遽700mmまで対応するような開発をしようという変更をしました。CFRPについては、それぞれ何社かユーザーに見ていただいて、100 μ mぐらいの劣化であれば十分使える場所があるというご意見と、いまあったように強度を非常に問題にする部分では、やはり損傷はゼロに限りなく近づけなければだめだということで、用途によってそのスペックが違うということが具体的に個々のユーザーからご指示がありました。

【神成委員】 まず、すばらしい成果が出ていますので、それに敬意を持って伺ったことをベースにしての質問ということでお聞きしたい。最初のほうの説明で、当初、すでにIPG社のシェアが70%あり、ドイツ等

では非常に大きなプロジェクトが進んでいる中でのスタートだったというところで、スライドの 15 ページに横軸がパルスエネルギーで縦軸が繰り返し周波数という表があります。残念ながらここに書いているのはコヒーレント社のような完全に製品化しているものが対象としてプロットしてあるわけで、でもそこには席卷している IPG 社のパワーレーザもないし、ドイツのプロジェクトの成果もないというところから、あたかも何か最先端の、いままで達成されていないところを目標に置いたようなグラフになっている。そのスタート時におけるベンチマークの図としては、少しふさわしくないのではないかと思います。

また 5 年間を通じて当然社会的動向や、世界的なレーザ製品の推移、各国のプロジェクトにおけるアウトプットも変わっているわけですから、それらに対応するかたちでのエネルギー対繰り返しパルス周波数というところでのレーザ光源についてのベンチマークが、最後に比較のかたちであるべきではないかと思えます。

そのところがまったくなくて、基本的には目標値に対して達成というかたちで、プロジェクトとしてはいいのですが、ご説明の中でも 5 年間の中でいろいろな状況が変わってきており、当然世界のレーザ開発の状況も変わってきているということでしたので、そのベンチマークということ念頭に置くと、結果的にはターゲットが 5 年間の世界の流れに対してもうちょっと厳しいところをねらってもよかったのではないかと。あるいは、もう十分にその目標は 5 年間の世界の流れの中においても意義のある、トップを走っていたようなデータであったのだということを見せるような評価の図があってもよろしいのではないかと思います。それはこれから各実施者の説明の中で出てくるようなご計画なのでしょうか。

【尾形 PL】 特に kW 級のパルスファイバーレーザの開発については、後ほどの具体的な説明の中でされると思えます。表面处理等については、これに類するレーザは、これは平成 21 年ごろの話ですので、その当時は存在しなかったということで、ベンチマークとしては、たとえばこの 15 ページのグラフでほぼ正しいのではないかと思います。粉末成形についても、切断と違って適当に溶けて蒸発しないといったところのスペックということで、こういったところをベンチマーク、目標として掲げたと私は考えております。少なくとも一番興味を中心は、kW 級の CFRP 切断用のレーザだと思えますので、それはあとで宮永先生から説明があると思えます。

【戸倉分科会長】 いまのご質問に対して個々のご説明の中でそういうことも織り込んでお話しいただけるかと思えます。皆さんもそういうところは感じていて、目標を達成するというのはいくつ大事なことでもありますし、けれどももう少し攻める姿勢がどこかに出ていてもいいのではないかとのご意見かと思えます。

【緑川委員】 それに近い意見ですが、お話を聞いた中では中間評価から少し方向を変えられて、最終的には事業化可能な成果がいくつも出て、それは収穫だということを、私も大変高く評価します。

ただ一つ希望を言えば、このプロジェクトの中で何かキャッチアップ的ではなくて、これができたので世界の流れが今度変わるのだというものが一つでも出ればいいなと思っていました。それはもちろん個々の技術としてはこれから発表されると思うのですが、本当にこの技術でレーザ加工、あるいはファイバーレーザの流れが何か変わりそうだというものがありますか。

【尾形 PL】 たぶんアドバンス的に上げられるというのはなかなか難しいと思えますので、その点もそれぞれ担当された技術開発の中で誇れるところを説明していただけるものと思っております。

【緑川委員】 それからこれは産学の連携の加工のプロジェクトですが、加工で私が一番感じているのは、どうしてもただ当ててみてどうなったと、現象を見ただけなので、違う場所でやるとまた一からパラメータを振らなければいけないような加工の体制から、このプロジェクトで少し理論とかシミュレーションのようなものにおいて、もうこういうパラメータ、材料だったら、こういうスケールができるという、産学の学の中に加工の理論、あるいは専門家のようなものを入れれば少しよかったのかと感じていますが、その点はいかがでしょう。

【尾形 PL】 特に CFRP に関しては、スタートの時点で、たとえばどういう波長、パルス幅、パルスエネルギー

一で、繰り返し周波数はどれくらいで照射すればいいかというデータがほとんどないままに、CO2 レーザーとの類推等から目標値が設定されているわけです。

実際に、特に CFRP の加工に関しては kW 級の最終の目標のレーザーが、最終年度の後半に完成するというスケジュールになっていましたので、それではいろいろな見通しがなかなか得られにくいということで、私から NEDO のほうにもいろいろお願いしました。

また実施者の皆さんにそこまでの出力がでなくてもいいからアベイラブルなレーザーを調達して、少なくとも 2 年度目ぐらいからは CFRP の加工実験をしようということで、数十 W とか 100W クラスのパルスレーザーを調達したり、あるいは一部大阪大学に設置されているものをお借りしたりしながら、いまおっしゃったようなことに対する見通しをできるだけ得ながらやりたいということで進めました。

全部読んでいただくのは大変ですが、この事業原簿の中には、特に CFRP の加工に関しては系統的ではないのですが、いくつかいまおっしゃったようなことを見通せるような、たとえばいま申し上げたいいくつかのパラメーターに対して、波長は基本波がいいのか、2 倍波がいいのか、3 倍波がいいのかといったようなことに対する定量的な結果まではなかなか得られなかったのですが、そういったことが結果としてかなり出てきています。この中かなり記載されておりますので、ぜひご参考にしていただければと思います。

【弓取部長】 いろいろ実施者の皆さんといい成果を出させていただいているとは思いますが、その中でも先ほど来、出ています CFRP のところは、従来ウォータージェットのようなもので加工していたところがレーザーで加工できることは、大きな変革で、特にウォータージェットの場合は複合材料ですとその界面に水が入るとどうしても界面剥離が起こってしまって、圧倒的に性能も耐久性も悪くなってしまふところが、レーザー加工だとそれがない。

もちろん熱だれの問題はあるのですが、その領域を限りなく小さくする方向さえ見つかれば、その加工方法としては圧倒的に強いものができる。従来とはまったく違う領域に、しかも加工速度がかなり速く実用性を見通せるところまで持ってこられたことは、従来と比べて大きくジャンプアップできた成果ではないかと思っています。

【戸倉分科会長】 いまの緑川委員のご質問は、材料が違った、場所が違った、道具が変わったとすると、また一から条件出しをしなければいけないようなことがあるだろう。それに対して普遍的な得られるものが何かあったかというご質問ではなかったかと私は理解しているのですが。

【弓取部長】 私のお答えしたのは、冒頭緑川委員がおっしゃったことに対してです。

【戸倉分科会長】 そうですか。わかりました。

【山口委員】 いまの緑川委員のご質問にかかわることですが、このプロジェクトが世界をリードするようなところは何か。前半部でロボット部の加藤さんがご説明なさった中で、スライド 16/25 のところに初期的には CFRP 切断加工の技術として多波長でやるというすばらしい計画がされています。PCF (Photonic Crystal Fiber : フォトニック結晶構造ファイバー) などを用いたブースターを入れて、3 波長にされて、さらにそれを変換し、これがまた加工へ返ってくるのかどうかというところがあったと思いますが、これは結構重要なところでして、今後この波長変換のところは進めるご予定があるのかどうか。技術的にはすごく大事なところではないかと思ひますし、どこへ、どう使うというのはまだ出口が明確でないから途中で少しスローダウンというのか、最後の尾形 PL のほうでご説明されたスライド 25 に行くと、ちょっと波長変換のところは一つもないのかというかたちに見えるところがあるので、どのようにされるのかをお聞きしたい。

もう一つ、古河電工の説明で、QCW (Quasi-Continuous Wave oscillation : 準連続発振) から始まって 6kW ぐらいまで、なかなかこれだけのレーザーをつくるのは簡単ではない。CFRP のところへ絞って出口をとるところをやったから 6kW なのかもしれませんが、6kW あるともっといろいろなことができるのではないかと。このところの展望について、ただ単に商品化ということで CFRP とか、どうもそのあた

りしかないのではないかという雰囲気には「こじんまり」と収まってしまっていますが、今後 6kW あるファイバーレーザーはたぶん IPG 社などに比べても性能はよいのではないかと思います。このへんをどうお考えになっているのかお聞きしたいところです。

【尾形 PL】 最初の 2 倍波、3 倍波のお話ですが、これは私の説明の仕方が悪かったのかもしれませんが、このプロジェクトは今年の 2 月までで終了ということでした。先ほど申しましたように大阪大学で開発していた kW 級のパルスレーザーが 1 ω のところ完成したのがほぼその終了時点の間際でしたので、それを用いて 2 倍波、3 倍波を目標どおり 3 ビーム束ねて実証するということができなかったということで、スローダウンしたということではありませんでした。申し訳ないのですが、時間切れでそこまで実証できなかったということです。

おっしゃいますように、やはり 2 ω で 600W とか 3 ω で 200W は、たぶんまだ世の中では製品として出ていないレベルですので、有効活用は非常にいろいろなところでできるのではないかと思います。CFRP の切断に関してもまだ定量的なデータは示せておりませんが、1 ω に比べて 2 ω 、3 ω は加工面が非常にスムーズで、しかも HAZ が非常に少ないといった定性的なデータは得られていますので、今後こういった精密な加工等にも使えるのではないかと思います。

私は目標が CFRP でしたので、それしか申し上げなかったのですが、QCW については事業化の計画等について、古河電工のほうから説明していただけませんか。

【塚本准教授】 公開できるところで私がお話いたします。まず一つ目の質問の波長変換について、午後から説明いたしますが、150W 級のものを片岡製作所と最終的にやりました。おっしゃるとおり波長変換を続けていかないといけないと思っていますので、実は片岡製作所と接合研のほうで共同研究契約を締結して以後進めていくことになっています。

もう一つ付け加えますと、内閣府の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の革新的設計生産技術のほうに私どものグループが採択されており、そこに片岡製作所も技術協力ということで入っています。古河電工に関しては、私がまず採択されたものは金属の 3D プリンターの基板技術となるレーザーコーティング技術ですが、そこに古河電工も参画していただいております。そこで今回開発された技術をまた活用していくことになっています。

【戸取部長】 NEDO から、ご質問にピタッと答えられるかどうかわかりませんが、レーザー加工というと、いままでどちらかというとパワーでガンガン切っていくということだったかと思うのですが、今回 CFRP でもそうでしたように、新素材になるとパワーだけではなくて波長、パルス幅などを考慮してうまく切っていく方法を考えていかないといけないと思います。

特に日本は新素材が非常に強いので、さまざまな素材が出てきたときにパワーだけでガンガン切るという方法がいいとは思っていません。そういうところを今回のプロジェクトからもヒントを得ており、将来的に、次に何か一手を打つとするならば、やはりそういう観点で、そもそもレーザーで切るということはどういうことなのか、材料物性まで遡った素材に適した切り方とはどういうものなのかということまで踏み込んだレーザー加工技術開発を実施していかなければいけないと思っています。これは今回のプロジェクトの中で十分できてはいないのですが、プロジェクトでそういうヒントを得て、次の一手としてはそのようなところに踏み込んでいこうかと少し野心的には考えています。

【戸倉分科会長】 このあたりのお話につきましては、午後少し熱い議論ができるかと思っています。

【吉田委員】 二つあります。一つ目は先ほど塚本先生がずいぶん答えてくださった内容になってしまうのですが、約 10 年間のブランクがありました。正直なところ外から見ると、レーザーをやってはいけない何かがあったのかというぐらいブランクがあったわけですが、それに対してレーザーのプロジェクトを改めて始められた。ちょっと俗な言い方をしますと、みそぎをされたようなかたちになって、それ自体がすごく意味のあることだと思います。

中間評価ではキャッチアップ的だという評価もあったかと思いますが、ただ10年間のブランクがあってキャッチアップに近いところから始めるのは、ある意味致し方ないところかと思いますが。方法などを変えて、いままで海外が達成している数値をよりよい方法、たとえばバルクのレーザーからファイバーレーザーに変わっていくような方法で達成していくこと自体も悪くないと思います。ただ大事なのはこれからだと思います。

ここからが一つ目の質問になります。せっかくキャッチアップから、先ほど尾形 PL からもお話がありましたように、世界を凌駕するようなデータ、性能が出ているところに、次はキャッチアップされる立場になりますので、今後どうやって逃げ続けていくのか。これは今回のプロジェクトが終わったあとの話になってしまいますので、なかなか難しいことかと思いますが、お聞かせいただけるとうれしいです。

もう一つ、成果の実用化の位置付けとでも言いましょうか、たとえば報告書を拝見していて、私の読み方が悪かったのかもしれないかもしれませんが、日本国内でこの NEDO のプロジェクトで開発された技術を適用するのは日本の産業競争力の強化が目的だと理解をしていますが、その考え方で間違っていないでしょうか。この2点を教えていただきたいと思います。

【弓取部長】 先ほどの話とちょっとかぶるのですが、新しい素材をどういうふうにもうまく切っていくか、その波長やパルス、物性にまで踏み込んで学理に基づいた研究を体系的にやっていく。これは欧米でもまだできていない部分ではないかとわれわれは認識しています。ですからそこから踏み込んで牙城を切り崩していくための事業を考えていておりますし、それは実際に実現するのではないかと考えています。

旗を振ってそれを推進していくのがわれわれの役割だと思っていますし、ブランクがあって、この5年間プロジェクトを実施して、またここで終わりですと、これはまったくこのプロジェクトの価値を一つ下げてしまうことにもなりかねません。実用化で出た価値、プラスさらに示唆に富んだ成果が出ていますので、それをいかに次につなげていくかというところも成果の一部として先生方には今後ともご指導いただきながら、ウォッチングしていただきたいと思います。ご期待いただければと思います。

【神谷専務】 二つ目のご質問ですが、これは国のプロジェクトなので、国費を使って研究させていただいている。税金を使わせていただいていますので、狭い意味ではこの成果は税金を使わせていただいた企業が、税金としてフィードバックする。要は利益を上げて、その利益に見合った納税をすればいいわけです。そういう意味ではこのプロジェクトでお金を使った人たちは、頑張っ事業を立ち上げて、それを利益のかたちに一部税金で戻すことが狭義の目標です。

ただこれだけマーケットも研究・製造体制もグローバル化していると、シンプルにそれができるかどうかという議論はあろうかと思いますが、一応組合としてはそういう建前で成果を上げましよう、事業化を強く意識して進めてきた経緯があります。

【前川分科会長代理】 まずプロジェクトマネジメントとして私はかなり評価したいと思います。中間評価で三つの出口を明確にされて、特に高出力、高品位レーザーの開発に特化して CFRP の切断の加工技術高めるところはかなり成果が出ていると私は思います。ただ、いまもこれからどうするのだという話もありましたが、これを担当されている NEDO のロボット・機械システム部の強みとして、やはりロボット技術があるように思います。

ほかの加工全般を見ても、いま加工現場ではロボットが導入されており、ある意味では日本の強みであるロボット技術をこのレーザーを使った加工のほうに応用するような検討はなかったのでしょうか。これは事後評価としてはちょっと不適切な質問かもしれませんが、今後の方針として、特にロボット技術の強みを活用する方向は考えられないのでしょうか。

【戸倉分科会長】 大変示唆に富んだご意見だと思います。

【弓取部長】 ご指摘のとおりで、やはりロボット技術とレーザー技術、そして最近盛んに言われている IoT (Internet of Things : モノのインターネット) やインダストリー4.0 等、コンセプトも出ています。ロボ

ットという概念をどういうふうにとらえるかですが、IoT やインダストリー4.0 も広義で言うと産業のロボット化と言いますか、工場のロボット化、生産システムのロボット化、その中でレーザーの果たす役割は大きいですし、親和性が非常にいいと思います。

ですからご指摘のようにこれからわれわれロボットと生産システム、生産技術開発、両方を見ていますので、ぜひそこはうまくコンバインして、融合させていきたいと思います。次のプロジェクトでは、いただいたご示唆を実現できるように検討させていただきたいと思います。

【戸倉分科会長】 本日は事後評価ですから済んだことを評価するわけですが、先ほどもご意見がありましたように、一歩先んじてやるものを探していくうえの一つのサジェスチョンかなという気もしなくもないように思っています。

【弓取部長】 今回のプロジェクトは、確かに実用化という観点で、ものができたというのもあるのですが、次につなぐ示唆がいろいろ出てきているという点でも非常にやる価値があったプロジェクトではなかったかと推進部署としては思っております。

【戸倉分科会長】 皆様、長い間、これだけのチームで仕事を進められたことは敬意を表させていただきます。ご苦労も大変あったと思うのですが、どういう企業や団体が入っているかというのを見ると、これは本当にやる気があるのかな、やる気がないのかなとちょっと思いたくもなったりする場合があります。

たとえば CFRP が出てきますと、これは航空機や自動車などが当然出てくるわけですが、どこかのところでユーザーサイドの意見を聞いたこともあるようですが、中に入っているのと入っていないのでは、また全然違うと思います。たとえば CFRP のチームの中に自動車会社を入れることについて、やっておけばよかったとか、いや、やっぱりそれは難しいのだとか、そんなことをしなくても十分できるのだとか、そのあたりについてご意見を頂戴できればと思います。

【尾形 PL】 たとえば自動車会社ですが、プロジェクト・フォーメーションのときに、プロジェクトが始まるからということでもかなりお声はかけております。私はエレクトロニクスメーカー出身ですので非常にオープンというか、知っていることはみんな言うてしまうという体質の企業におりましたので、自動車会社のことを私は理解できないのですが、そういう意味では非常に対極にある企業群で、情報は入手するけれど一切出さないという体質を感じました。プロジェクトには参加されずに、先ほどご説明した調査委員会にはかなり無理を言って出てきていただいたというのが実情です。

その中で、たとえば先ほども申し上げましたようにこれぐらいのスピードで切れないと話にならないとか、あるいは変性層はこれぐらいでないといけないとか、そういったことは一般論としては意見をかなり出してもらってございましたし、CFRP の自動車業界におけるいまの位置付けがどうなっているかといった情報も調査委員会の中で適宜いただくような努力はしてまいりました。しかし残念ながらこのプロジェクトの中には参加していただけなかったというのが実情です。

【戸倉分科会長】 ご苦労はよくわかります。せっかくですからもう一つ、尾形 PL にご説明いただいたスライドの 6 番ですが、これは時代とともにこんなイベントがあったと。たとえば東日本大震災があったとか、ボーイング 787 が羽田に来たとか。震災は予定されていなくて出たものですが、ボーイングが羽田に来るかどうかわかりませんが、ボーイング 787 ができるのはわかっている、ファイバーを使うのはもうわかりきっていることですから、ここにはあまりふさわしくないのではないかと。それから 3D プリンターの爆発的ブームとありますが、これは巷のブームであって、実際にやっている人たちは相当前からブームになっているところでもありますので、この表の中にかえてこういうのは書かないほうが、品位が高くなるのではないかと私は感じたりしています。別にそうしてくださいという意味ではなくて、そんなふうにも感じました。

【尾形 PL】 おっしゃるとおりで、情勢変化にはそぐわない表現だったと思います。

【緑川委員】 このプロジェクトは材料メーカーが入っていますが、材料メーカーからのフィードバック、た

例えばCFRPでしたらレーザーに適した吸収材とか吸収しないものを少し混ぜるとか、あるいはファイバーの径をちょっと変えてみるとか、そういうインタラクションはあったのでしょうか、

【尾形 PL】 CFRPには、ご存じのように非常にたくさんの種類があります。たとえば三菱化学にこのプロジェクトに入ってもらっていますので、特にCFRPをつくっている業界、加工している会社などからいろいろなリクエストを集めてきて、かなりたくさんの種類のCFRPのサンプルを入手して、それぞれいろいろな加工実験をしております。一部はあとで加工の具体的なご説明の中で紹介させていただけると思います。

【緑川委員】 むしろ加工してフィードバックをかけたら、材料のほうを少し変えてみる。ここで12種類は評価されたことは書かれています、せつかくこういう共同の組合でやっているの、すべて材料があるからそれをレーザーで切ってくれではなくて、今度レーザーがあるから、逆に切りやすいような工夫もあってもいいのではないかと思ったのですが、それは難しい話でしょうか。

【神谷専務】 CFRPは仕様上からいろいろ特性を求められています。加工は付随的なところで、まずメーカーはお客さんが期待する特性を持つCFRPに特化している。はっきりメーカーはおっしゃいませんが、われわれの理解ではCFRPはまだ研究開発途上のものがたくさんあって、たとえばいまは自動車用に使うCFRP材は研究開発途上にあります。これは加工を意識するより先に、まず実用的なところをいま意図している段階だと思います。そのあと加工法がついてくると思います。レーザーも一つの候補ではありますが、いまは機械加工かアブレイシブウォータージェットですから、そんなもの意識したものになっていると思います。レーザーはこれから普及してくると、いまおっしゃったようなことも少し出てくると思います。

先ほど尾形PLがおっしゃったように、一言でCFRPと言っても、たとえばCFRPもPAN系とピッチ系とあるし、樹脂も一般的な熱硬化性樹脂から熱可塑性のもの、あるいは最近では耐熱性に優れたものもたくさん出ています。それぞれレーザーで切ってみると、共通の特性を出すものと、それぞれ全然違ったものを出すものがあって、やはり違いがあったり同じだったりします。

5年間で素材メーカーさんが入ってくれたのでかなり多様な材料が自由に手に入りましたので、私どもなりにいろいろな知識がたまっている。そういうものが自動車に向けたCFRP材の実用化とか、それに必要な加工技術の向上への展開など、そういうフェーズでは次のようなテーマが起こってくるのではないかとわれわれは期待しています。

【弓取部長】 先ほどの分科会長のお話とも関連するのですが、自動車メーカー、あるいは素材メーカーについてもっと積極的にこの体制に入ったり、情報提供したり、絡んだりしてよかったのではなかったのではないかと、ご意見はごもっともだと思います。それはブランクもあって、レーザー技術は勝負があったのではないかと、もしかしたらユーザーは思っていたらよかったのかもしれませんが。ユーザーとしては、別に優れたレーザー加工技術が提供されればいいわけで、それが日本メーカーか海外メーカーかは関係ないというポジションです。

ですから今回プロジェクトで実施していい成果を出して、今後とも自動車メーカーや材料メーカーが興味を持ってくださらないのだとしたら、このプロジェクトはそういう成果だったのだらうと思います。ただ決してそうではないとは思っております。

このプロジェクトについてはブランクがあって、立ち上げて、どこまでできるのだらうかと懐疑的に見られていたのではないかと思います。ですから体制にそれを組み込めなかったことは本当に残念なところで、そこは反省いたしますが、これから体制再構築に向けて頑張っていきたいと思っています。

【戸倉分科会長】 あまり反省いただく必要はありません。将来に向かってそういうことが実現できるといいだらうということです。

盛り上がってくるとどんどんいろいろな意見、質問が出るのですが、時間の都合もあります。午後にな

りますと個別のご説明がありますので、またそこで質疑をさせていただければと思います。

【前川分科会長代理】 プロジェクトリーダーが説明された波及効果に関する最後の資料ですが、これはプロジェクト当初のアピールに関しては最後の資料、概要図としては問題ないと思うのですが、事後の波及効果としてあまりにも漠然としすぎて、もう少し工夫があっべきではないかと私は感じました。どうでしょうか。

もう少し具体的な、特徴的な成果があつて、それをさらに伸ばしていくと、具体的にこういう波及効果があるということならいいのですが、これはプロジェクトを開始するときであればこういう夢も語ることができたのですが、いまはある程度具体的な成果が出ていて、それをさらに伸ばしていこうという段階ですから、やはりこれはちょっとまずいのではないかと思います。

【尾形PL】 こういう図にした意図は、冒頭申し上げたように三つの出口を絞ってレーザーを開発し、加工システムを検討しましたという目標にしましたので、それ以外に非常に大ざっぱですが、もっと出口は広くていろいろなところに使えますよというつもりだけで示したものです。ここはそのように受け取っていただいて、具体的にこの成果がどのように活用されていくかは、また個別の発表のところでぜひご議論いただければと思います。

【戸倉分科会長】 貴重なご意見としてお留めいただければと思います。それでは先ほど申しましたように時間になりましたので、質疑応答はこれまでにさせていただきます。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

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

【戸倉分科会長】 議題8に進みたいと思います。まとめ・講評です。これからは公開になりますので、ご理解いただければと思います。これから先の皆様のご発言は公開内容として議事録にも記載しますので、ご留意ください。

一通りのクローズの審議も終了しましたので、各委員の皆様から本日の講評をお願いしたいと存じます。吉田先生からこちらに戻ってくるかたちで、お一人2分をめぐり、講評をお願いできればと思います。

【吉田委員】 本日はどうもありがとうございます。大変貴重なお話を聴かせていただきました。

最初にもお話したように、よくレーザーのプロジェクトを立ち上げていただけたと思います。キャッチアップと言われる点もあったかもしれませんが、まずはそこからスタートしていかないと物事は始まらないと思います。

非常に新しい技術や従来にない、たとえば 1.5kW のレーザーをコヒーレント加算という新しい技術で達成されているところは、とても価値があると思います。さらに複数企業の方々を束ねて、複数の方向づけできちんとすべてのプロジェクトをコントロールされた。単に数値を達成するだけではなくて、これから市場展開としてどういうふうに考えていけばいいかまで、まさにこれからだと思いますが、その辺りのところまで進められたことは大変意義があると思います。

21世紀は光の時代とおっしゃる方がいます。私もそのとおりでいいと思いますが、その中でもレーザーは新しいマザーマシンというか、加工ツールや品質を改善するためのツールになります。そういったところで、不可欠になる大事な道具です。

道具なしにはものをつくれないので、今後とも、このようなプロジェクトが続くいい橋頭堡になったか
と思います。これから成果がビジネスにつながるように、発展していただければと思います。

【山口委員】 今日長い時間、ありがとうございます。すばらしい成果が出ていました。中間評価以降、三つに絞られたところのものも、研究目標はきっちりクリアされていると見られます。私も、中間でだいぶ厳しいことを言ったように思います。厳しいことを言ったからではなくて、5年の短い間になるべくしてこうなったのだろうと理解しています。

ただ、少し惜しいと思うのは、次世代素材等レーザー加工という加工技術で三つ大きく立てたところがある。素材はCFRPを例に取ってということでしょうか、かなり限られたところに集約された部分がある。どのレーザーを使っても、CFRPの加工での結果は少し出ているので、もう少し幅広く素材を選び試験をするべきか。

浜松ホトニクスと古河電工のところではほかの委員の方から質問が出ましたが、並行して進んでいるからということで、ある部分が個別に壁をつくって進んでしまっているところがあったかなと少し残念です。コンカレントで、並行と言ってもお互いに交流しながら進められなかったか。

あとは、パルスファイバーレーザーにこだわっている部分が少しある。海外品に頼らざるを得なかったところが、もう少し日本国内にうまくフィードバックができればという感触を持ちました。

ただ、先ほど申しましたように、短い5年の間に研究目標をよくクリアされているところは変わりません。今後いかなる展開をするか、もう一步踏み込んでお考えいただけたらと思います。

【緑川委員】 今日は皆さん、ありがとうございました。私としては、大変おもしろい話を聞いたなという印象です。

尾形プロジェクトリーダーのリーダーシップも非常に感じましたし、中間評価のときより断然進んで、ほぼ当初のキャッチアップのところはクリアして、テーマによってはそれをさらに上回る成果が出た。さらにそのレーザーの成果を使って、材料自体はCFRPに限られています、そういうものに対していろいろな知見を得られたことは高く評価できると思います。

ただ、次のプロジェクトのことを考えると、山口委員が言ったように、わが国の強みは新材料、素材です。それと加工を組み合わせるのは非常に重要なことで、たぶん次のプロジェクトはもっとバラエティを広げ、いろいろな材料に発展させることが重要になると思います。

そういう意味で言うと、最初のタイトル、キーワードを安売りしすぎたのか。「次世代素材」よりも「CFRP等レーザー加工」程度にしておいて、次のときに「次世代」と大きく言うとプロジェクトとしてつながるのかなと。私もそういうことを期待しています。

何度も言いますが、強い産業と強い産業を二つ組み合わせて最先端に行くことが理想だと思います。わが国は、素材は強い。次に、ここまでレーザーが来たのでレーザーも強くして、それを複合することによって、諸外国に対してダントツに強い産業をつくり上げていただきたいと思います。

【神成委員】 本日はありがとうございました。私は中間評価にはかかわっていませんが、このプロジェクトを立ち上げるときに議論に少し参加させていただいた経緯があります。その間、ずっと遠目でプロジェクトを眺めていましたが、最終的に成果達成にこぎつけられて、おめでとうございますというべき中身ではないかと思います。特にレーザー屋の立場から述べると、宮永先生のところが最終的なブースターアンプもファイバーでやり遂げたところを非常に賞賛したいと思います。

3点の側面から、お話しいたします。先ほどからあるように、時間的にぎりぎり、出口のところでデバイス等が完成したかたちのプロジェクトの進捗になっています。もう少し余裕があって、できあがった要素技術を並べて、最後の出口までにこれをどう重ね合わせて、協調して、結論的なものごとをつくっていくかを皆さんで客観的に眺める。最後のフェーズをつくり上げる余裕というか、そこがあれば、いろいろな要素技術を重ねて結論的なものに持っていくまとめ方ができたのではないかと思います。現状では今日

お話しされたようなことがばらばらに要素技術としてでき上がってきて、その融合的なところはこれからというところが少し残念だったと思うのが一つです。

2 番目、CFRP の加工については当初の目的を達成し、明らかにウォータージェットよりもいい加工ができる結論まで達成していますが、これからいろいろなところで爆発的に使っていくというかたちではない。何となく閉塞感が感じられるのは、世界一の自動車メーカーや、これからは炭素繊維だと言われている割にはユーザーがかかわっていない。ユーザーがすぐ飛びつく状況になっていないので、これからユーザーを探さなくてはいけないという雰囲気がどうも閉塞感の原因ではないか。そこはぜひとも頑張りたいと思う一方で、それに関して言うなら、皆さんもご承知の、ドイツでは州政府がバックアップして産業、学術、デバイスメーカーがくっついて、一大レーザー加工コミュニティができ上がっています。その核になるフラウンホーファー研究所が、レーザーメーカーとユーザーとの接点となって絶対的なデータベース、ノウハウを持ち、接着剤となって産業を活性化している。

次のプロジェクトでまた新しいレーザーをつくったところで、光源と応用の接点を司る機関がないとユーザーにとっては敷居が高い。ワークショップがあってレーザーを使ってみたところで、こういう結果になるという現象的な知見だけで、ノウハウがどこかに蓄積されたり、指導的に広く展開できる体制にはならない。

私の希望は、もし次のプロジェクトがあるなら「次の大きなレーザーをつくります」ではなく、日本版フラウンホーファー研究所みたいな機構をつくる仕組みをつくり上げるためのプロジェクトにシフトしていかないと、いくらこういうプロジェクトを重ねてもドイツにはかなわないのではないかと思います。ぜひともそういう努力をしていただければ、喜んで協力したいと思います。

【沖野委員】 今日はどうもありがとうございました。いろいろお話を聴けてよかったですと思います。

私は中間評価にも参加させていただきました。そのとき委員の方からたくさんのお話が出ましたが、きちんとマネジメントが修正されて、目的とする成果が得られたことに対して、お話を聴けてよかったですと思います。

当初からの目的の中にはレーザーの要素技術を開発する話があって、最終的な製品としての出口は、今日の発表の中では古河電工のファイバーレーザーや浜松ホトニクス LD の発表がありました。

プロジェクト開始前は、日本のマーケットの中でも IPG 社が大きくシェアを占めている中で、ここ数年、古河電工、フジクラがファイバーレーザーを製品化しています。私の会社はレーザー加工機のメーカーですが、いろいろ選択肢が出たところで各社に競合していただいて、このプロジェクトが、いいレーザー光が世の中に出てそれぞれ市場の成長に貢献するきっかけになったのではないかと思います。

CRFP や新しい材料に対する知見も得られましたが、われわれが最初、対象にした海外、特にドイツやアメリカのメーカーの技術も止まっているわけではありません。特にドイツは非常に大きな国家プロジェクトとして国が投資を行い、プロジェクトが続いています。そこでそれぞれが開発した要素技術が次のプロジェクトにつながって、大きく成長しています。

あるいは、人材面です。前から日本のレーザーの学会の中でも言われていましたが、レーザーの研究を大学、あるいはどこかの研究機関でやっても、就職したときに必ずしもレーザー関係に就くわけではない。

ドイツは、レーザー関係を仕事にしている人たちがたくさんいる。そういう面でも継続して若い人たちを育て、この成果を拡大してさらに発展していただきたいと考えています。今日はどうもありがとうございました。

【前川分科会長代理】 今回はこのような場に出席させていただき、私自身も非常に勉強になりました。特に ALPROT (次世代レーザー加工技術研究所) と NEDO のマネジメントを高く評価したいと思います。このプロジェクトの最初の段階で意見を求められたと記憶しているのですが、一つだけ接合、特に 3 次元造形技術に関して目標値が低いのではないかと発言しました。その懸念がクリアできずに終わったように思

います。

この研究プロジェクト名が大出力高品位レーザーの開発と CFRP 加工技術、特に切断技術開発プロジェクトであれば、満点をつけたいと思います。ただ、事業目的のところのように、革新的な切断・接合技術の開発となっています。

切断では、特に CFRP でかなりの成果が得られていると思います。接合は応用範囲も広いし、切断以上に応用範囲があると思います。もちろん 3 次元造形もそうですし、コーティングもそうです。そういうところにもこれから生かされていくと思うので、接合の技術をもう少し高めていく応用研究が必要かと感じました。

実用化・事業化に関しては、研究開発なのでいきなりそこに結びつくことは大変だと思います。これから裾野を広げていく上でも、別な形を取るかもしれませんが事業の継続性、フォローアップをしながら、特に若い人材を学生のうちから育てていく。大学も努力が必要ですが、環境をつくっていただくことも必要かと思います。今後とも、できる限りレーザー開発と技術の応用に関して支援を続けていただければと思います。

【戸倉分科会長】 どうもありがとうございます。最後に私が一言言うことになっています。私まで来ると、皆さん、いろいろなことを発言されているのでほとんど同じようなことになってしまっていますが、少し表現だけ変えさせていただきます。

一つは、この 5 年間、皆さん、緊張の中で重い荷物を背負いながらかもしれません。あるいは、夢を持ちながらやってこられたことに敬意を表させていただきます。今日は真摯にご説明いただき、心より感謝申し上げます。

世の中はくせもので、最初に設定してもどんどん動きます。地震もそうでしたが、コンペティターもどんどん成長する。こちらも成長するけれども、相手も成長していくという世の中の難しいところもあります。皆さん、それなりにご対応いただけたのではないかと思います。

はじめの方がよりトーンが高くて組織もうまくいっている感じがしました。これからやればまだまだいい成果が得られる種は、たくさん出たのではないかと思います。

私はレーザーに関与したのはそんなに長くなく、磨く、切る、CVD、PVD や放電加工もやってきました。世の中は、加工方法を取り上げるといろいろな競争相手が出てきます。「レーザーでなければいけない」としてしまうと、非常に難しいところがあります。敵も必ずやり返してきます。そのへんを楽しみに思いながら、敵が来ても負けないぞと腹をくくって、これからも進んでいただければありがたいと思います。

これまでやった財産を、これからも何らかの方法でいい方向へ持って行っていただきたく思います。皆さんの財産、あるいは国民の財産になるでしょうから、そういうものに引き上げていただけるとありがたいと思います。今日は朝早くから、いろいろありがとうございました。委員の皆さん、同じように思っていると思うので、感謝申し上げます。

最後に、推進統括あるいはプロジェクトリーダーから何か一言、よろしく願います。

【尾形 PL】 今日一日、われわれの話を聞いていただき、本当にありがとうございました。貴重なコメント、サジェスチョンをいただき、本当にありがとうございます。

プロジェクトは終わってしまいましたが、これからの実施者、今後のいろいろな活動、それから今後、打ち立てられるであろう新しいプロジェクトに対して、いろいろなサジェスチョンをいただけたのではないかと思います。本当にありがとうございました。

いまいただいたコメントで、今後評価をしていただく上で、2 点だけコメントさせていただきたいことがあります。まず 1 点目、「次世代素材とレーザー加工技術開発プロジェクト」という名前になっていますが、実はスタートしたときは、NEDO の冒頭の資料の 14 ページにあります名前が違いました。「高出力多波長複合レーザー加工開発」という名前でスタートしました。

なぜ名前が変わったかという、途中でお金の出所が変わり、特別会計から出るということで3年目からこの名前に変わっています。そのへんをお含みおきいただきたいと思います。

前川分科会長代理がおっしゃった切断・接合という名前がずっとついています、「重点指向思考をなささい」というセサジェスチョンもあり、中間評価でCFRPに関する接合のテーマは扱わないということで進めてきました。そのへんをお含みおきいただければと思います。最後にコメントさせていただきました。どうもありがとうございました。

【戸倉分科会長】 ありがとうございます。それでは、推進部長からもありましたら一言お願いします。

【弓取部長】 本日は先生方、大変ありがとうございました。今日、事後評価ということでいろいろと成果を披露させていただきましたが、実施者の皆さんに頑張ってくださいました。途中、折に触れて関与くださった有識者の先生方、厳しい言葉も励ましの言葉もいただきながら何とかやってこられたのは、皆様方の「それでも前に進もう」という気持ちがあったからではないかと思います。このプロジェクトがあって、27年度はレーザーの動きはないのですが、次のレーザー事業に向けていろいろと準備を考えています。今日、最後の講評でも、示唆に富んだことをいただきました。やはりそちらの方向でいいのかなと思ったところもありますし、なるほどと思ったことも大変多いです。

今日いただいたいろいろなコメント、サジェスチョンをわれわれの中でも共有させていただき、次の一手に向かって大いに頑張らせていただきたいと思います。今回のプロジェクトの事後評価ではありますが、次に向かってのコメントがわれわれの次に向かうモチベーションにもなり、ドライビングフォースにもなります。ぜひご支援のほど、よろしくお願いします。今日はどうもありがとうございました。

9. 今後の予定、その他

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	事業原簿（公開）
資料 5-2	事業原簿（非公開）
資料 6-1	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料 7	今後の予定
参考資料 1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料 2	技術評価実施規程

以上