

# 「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」

## 中間評価報告書（案）概要

### 目 次

分科会委員名簿 .....	1
プロジェクト概要 .....	2
評価概要（案） .....	7
評点結果 .....	10

## はじめに

本書は、第31回研究評価委員会において設置された「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年8月3日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第33回研究評価委員会（平成24年11月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成24年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
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」分科会  
（中間評価）

分科会長 渡部 俊太郎

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 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」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成24年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	わたなべしゅんたろう 渡部 俊太郎	東京理科大学 総合研究機構 教授
分科会長 代理	とくら ひとし 戸倉 和	東京工業大学 大学院理工学研究科 教授
委員	おきの けいじ 沖野 圭司	オムロンレーザーフロント株式会社 発振器事業部 取締役 発振器事業部長
	さいとう ゆういち 斎藤 裕一	レーザージョブ株式会社 代表取締役社長
	みどりかわ かつみ 緑川 克美	独立行政法人 理化学研究所 基幹研究所 緑川レーザー物理工学研究室 主任研究員
	やまぐち しげる 山口 滋	東海大学 大学院総合理工学研究科 教授
	よねだ ひとき 米田 仁紀	電気通信大学 レーザー新世代研究センター センター長

敬称略、五十音順

## プロジェクト概要

		最終更新日	平成24年8月3日
プログラム（又は 施策）名			
プロジェクト名	次世代素材等レーザー加工技術開発 プロジェクト	プロジェクト番号	P10006
担当推進部 /担当者	技術開発推進部 齋藤 弘一（平成24年5月～） 佐々木 健一（平成22年8月～平成24年4月）		
0. 事業の概要	<p>我が国における低炭素社会の実現に向けた次世代製品の軽量化・高強度化、高機能化に対応した加工技術の確立が求められている。次世代レーザー加工技術は、従来加工技術のブレークスルーとして、先進材料の非接触、高品位、高速加工を実現する技術として期待されている。また、我が国の製造業における国際競争力の維持・強化、技術安全保障などの観点からも次世代レーザーの技術開発を国として取り組む必要性に迫られている。本事業では、「ユーザーニーズに適応した」かつ「国際競争力のある」半導体ファイバーレーザー発振技術及びそれを利用した加工技術の研究開発を下記の開発項目により実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① レーザー高出力化技術の開発</li> <li>② レーザー高品位化技術の開発</li> <li>③ 多波長複合加工技術の開発</li> </ol>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>2001年度以降、我が国においてレーザー技術に関する国家プロジェクトが実施されてこなかった一方で、欧米では莫大な開発予算による国家支援が継続されており、こうした背景を受けて、レーザー技術の最先端領域であり市場拡大が著しい半導体ファイバーレーザーの分野を欧米に席巻されているのが現状である。低炭素社会に資する次世代製品の実現に先進的な我が国ユーザー企業は、レーザー加工装置を海外から調達して、先進材料の新しい加工技術の開発に着手しているものの、メンテナンスサービスの遅延やコスト高、ブラックボックス化等により、安心して開発が進められないだけでなく、その導入競争においても海外ライバル企業から遅れをとる懸念が生じている。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>本事業では、「ユーザーニーズに適応した」かつ「国際競争力のある」をコンセプトに、高出力・高品位の半導体ファイバーレーザー発振技術及びそれを利用した加工技術を開発するとともに、次世代製品に向けたレーザー加工の基盤技術を確立するため、以下の各研究開発項目の確立を目指す。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 高出力化技術開発 (半導体レーザー高出力化技術・高信頼化技術、ファイバーカップル技術)</li> <li>② 高品位化技術開発 (ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術、パルスレーザー増幅技術、高出力波長変換技術)</li> <li>③ 多波長複合加工技術開発 (炭素繊維複合材料の切断接合技術、有機EL・太陽電池デバイス等の表面処理技術、チタン合金の粉末成形技術)</li> </ol> <p>炭素繊維複合材料の切断接合では自動車の製造ラインに適用可能な加工速度と品質、有機EL・太陽電池デバイス・有機ELの表面処理では大面積化と品質、生体材料の粉末成形ではチタン合金を対象とした医療機器に適用可能な加工速度と品質を実現する国産の次世代レーザー加工システムを平成26年度までに開発することを目標とする。これらにより、省エネ・軽量化が要求される自動車・航空機、低コスト生産・高効率化が要求されるエネルギー・情報家電、高品位化・新医療機器開発が望まれている医療・介護等に幅広く寄与するものづくり基盤技術の強化が期待される。</p>		

事業の計画内容	主な実施事項	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	
	レーザーの高出力化技術の開発	→					
	レーザーの高品位化技術の開発	→					
	多波長複合加工技術の開発	→					
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載)(単位:百万円) 契約種類: ○をつける (委託(○)助成( )共同研究(負担率 2/3)(○))	会計・勘定	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	総額
	一般会計	673	1,089	0	—	—	1,762
	特別会計 (電源・需給の別)	0	0	1,169	—	—	1,169
	加速予算 (成果普及費を含む)	0	584	0	—	—	584
	総予算額	673	1,673	1,169	—	—	3,515
開発体制	経産省担当原課	製造産業局産業機械課					
	プロジェクトリーダー	技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所 研究総括理事 尾形仁士					
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	<p>○技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所(参加11団体) (浜松ホトニクス(株)、古河電気工業(株)、(株)アルバック、ミヤチテクノス(株)、新日本工機(株)、(株)アспект、三菱化学(株)、(株)片岡製作所、公益財団法人レーザー技術総合研究所、独立行政法人産業技術総合研究所(加工システム技術開発センター)、一般財団法人製造科学技術センター)</p> <p>○大阪大学(レーザーエネルギー学研究センター、接合科学研究所)</p> <p>○浜松ホトニクス(株)</p> <p>○(株)アルバック</p> <p>○古河電気工業(株)</p>					

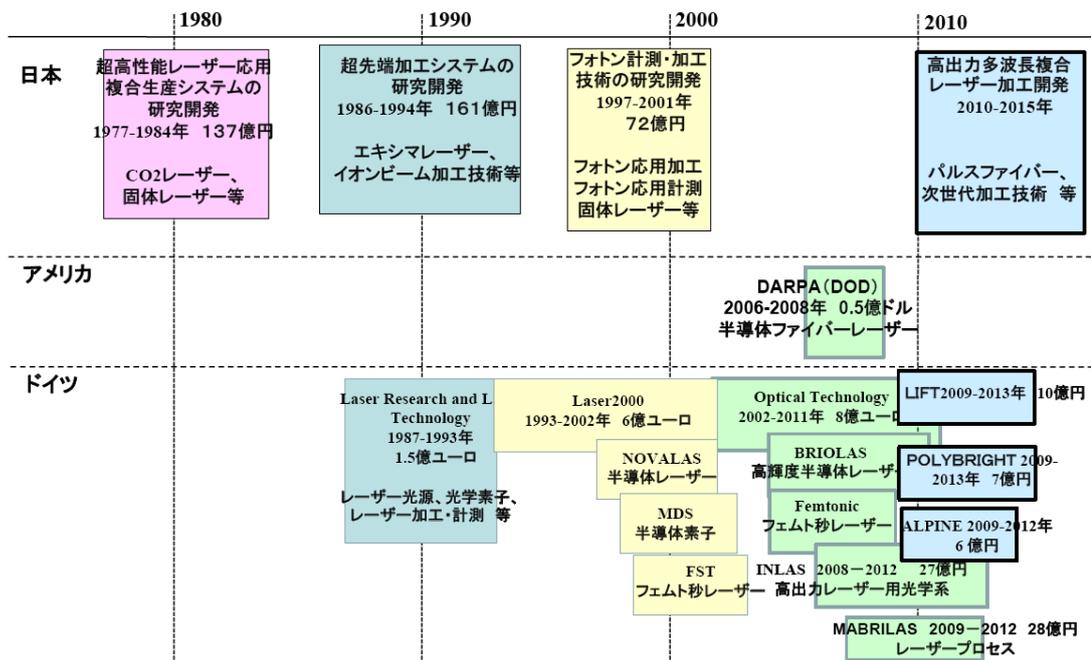
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>(1) 研究開発の概要          今後需要が伸びることが予想される新素材や次世代製品において、高出力で高品位な半導体ファイバーレーザーを用いて短時間でかつ高品質に加工ができる発振・加工技術の開発を、民間企業、大学、研究機関、経済産業省等が連携して実施し、早期実用化を目指す。以下の各研究開発項目の確立を目指す。</p> <p>① 高出力化技術開発（半導体レーザー高出力化技術・高信頼化技術、ファイバーカップル技術）          ② 高品位化技術開発（ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術、パルスレーザー増幅技術、高出力波長変換技術）          ③ 波長複合加工技術開発（炭素繊維複合材料の切断接合技術、有機 EL・太陽電池デバイス等の表面処理技術、チタン合金の粉末成形技術）</p> <p>上記の各研究開発項目が連携することによってそれぞれの加工技術を確立する。炭素繊維複合材料の切断接合では自動車の製造ラインに適用可能な加工速度と品質、有機EL・太陽電池デバイス・有機ELの表面処理では大面積化と品質、生体材料の粉末成形ではチタン合金を対象とした医療機器に適用可能な加工速度と品質を実現する国産の次世代レーザー加工システムを平成 26 年度までに開発することを目標とする。</p> <p>(2) 研究開発目標と成果</p> <table border="1" data-bbox="480 801 1321 1249"> <thead> <tr> <th>開発項目</th> <th>目標</th> <th>達成状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>切断接合技術の開発</td> <td>CFRP等の次世代素材をレーザーにより、高品位に加工できる技術を開発する。</td> <td>各種レーザーを用いてCFRP素材の加工実験と評価を行い、高品位のCFRP加工の見通しがついた。</td> </tr> <tr> <td>表面処理技術の開発</td> <td>フラットパネルディスプレイや太陽電池製造に適用できるレーザーSiアニール技術を開発する。</td> <td>アニール用レーザーを光源とし、均一なワイドビームを実現する光学系の構築が、順調に進んでいる。</td> </tr> <tr> <td>粉末成形技術の開発</td> <td>従来の粉末成形ではできなかったチタン等の材料を用いて、医療などに貢献できる粉末成形技術を開発する。</td> <td>小型フラットフォームを製作し、真空中でのチタン合金の成形技術を開発した。展示会に出品し、ユーザーにアピールすることができた。</td> </tr> <tr> <td>調査・普及促進</td> <td>プロジェクトの出口を幅広く外部に求めるため、有識者を含めてプロジェクトのテーマについて議論する。</td> <td>調査委員からの幅広い意見を聞き、国際的な技術動向などの調査を行った。分科会(WG)では今後のプロジェクトの展開につながる議論ができた。</td> </tr> </tbody> </table>		開発項目	目標	達成状況	切断接合技術の開発	CFRP等の次世代素材をレーザーにより、高品位に加工できる技術を開発する。	各種レーザーを用いてCFRP素材の加工実験と評価を行い、高品位のCFRP加工の見通しがついた。	表面処理技術の開発	フラットパネルディスプレイや太陽電池製造に適用できるレーザーSiアニール技術を開発する。	アニール用レーザーを光源とし、均一なワイドビームを実現する光学系の構築が、順調に進んでいる。	粉末成形技術の開発	従来の粉末成形ではできなかったチタン等の材料を用いて、医療などに貢献できる粉末成形技術を開発する。	小型フラットフォームを製作し、真空中でのチタン合金の成形技術を開発した。展示会に出品し、ユーザーにアピールすることができた。	調査・普及促進	プロジェクトの出口を幅広く外部に求めるため、有識者を含めてプロジェクトのテーマについて議論する。	調査委員からの幅広い意見を聞き、国際的な技術動向などの調査を行った。分科会(WG)では今後のプロジェクトの展開につながる議論ができた。
開発項目	目標	達成状況															
切断接合技術の開発	CFRP等の次世代素材をレーザーにより、高品位に加工できる技術を開発する。	各種レーザーを用いてCFRP素材の加工実験と評価を行い、高品位のCFRP加工の見通しがついた。															
表面処理技術の開発	フラットパネルディスプレイや太陽電池製造に適用できるレーザーSiアニール技術を開発する。	アニール用レーザーを光源とし、均一なワイドビームを実現する光学系の構築が、順調に進んでいる。															
粉末成形技術の開発	従来の粉末成形ではできなかったチタン等の材料を用いて、医療などに貢献できる粉末成形技術を開発する。	小型フラットフォームを製作し、真空中でのチタン合金の成形技術を開発した。展示会に出品し、ユーザーにアピールすることができた。															
調査・普及促進	プロジェクトの出口を幅広く外部に求めるため、有識者を含めてプロジェクトのテーマについて議論する。	調査委員からの幅広い意見を聞き、国際的な技術動向などの調査を行った。分科会(WG)では今後のプロジェクトの展開につながる議論ができた。															
	<p>投稿論文</p>	<p>「査読付き」12件、「その他」4件</p>															
	<p>特許</p>	<p>「出願済」19件（うち国際出願1件）</p>															
	<p>その他の外部発表 (プレス発表等)</p>	<p>「研究発表・講演」71件、「展示会出展」2件</p>															
<p>Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて</p>	<p>これまでの開発より、3つの出口のCFRP切断接合、表面処理、粉末成形のどのテーマにおいても最終目標達成の見通しを得ている。最終目標を達成し、実用化と事業化への必要な基盤技術を確立し、事業化に向けた検討を進めていく方針である。実用化、事業化の詳細は各実施者の報告による。</p>																
<p>Ⅴ. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p>	<p>平成 24 年 3 月 作成</p>															
	<p>変更履歴</p>	<p>(1) 平成 22 年 3 月 制定。          (2) 平成 23 年 3 月、研究開発項目③「多波長複合加工技術の開発」の中間目標の変更により改訂。          (3) 平成 24 年 3 月、平成 24 年度の勘定が一般会計から特別会計への変更に伴い、プロジェクト名称改訂。</p>															

## 技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6より抜粋)

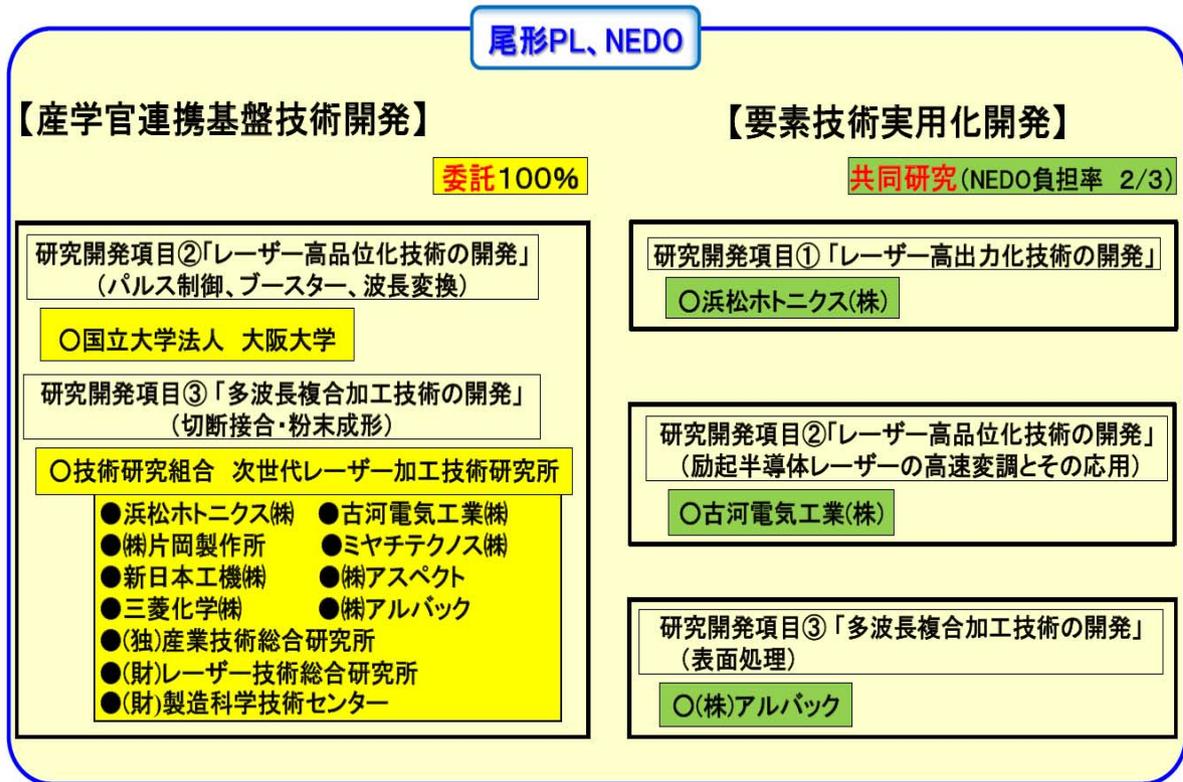
### レーザー加工技術の国家プロジェクト

- ・ 日本は先行してプロジェクトを開始: 炭酸ガスレーザーの開発では日本は世界をリード。  
(現在、炭酸ガスレーザーのトップメーカーは、トルンプ(独)、アマダ(日)、ヤマザキマザック(日)、三菱電機(日))
- ・ ドイツは1987年以降継続してプロジェクトを推進: 今やドイツが世界をリード。
- ・ アメリカは、IPG社がファイバーレーザーの開発では世界をリード。



# 「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」

## 全体の研究開発実施体制



# 「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」(中間評価)

## 評価概要(案)

### 1. 総論

#### 1) 総合評価

ドイツとアメリカに先行を許した状況の中、日本の産業発展のため、レーザー開発プロジェクトを立ち上げたことは、当然の動きであり評価できる。また、定めた目標値については、達成されている部分が多くあり個別要素技術開発について努力がなされている。特に、基盤技術となる冷却技術・コンポーネント開発、産業応用に適したレーザー加算技術などを kW のレベルで試験し、それに応じた光学部品などの開発も並行して進んでいることは評価できる。

しかし、本プロジェクトは我が国のレーザー加工分野の世界的競争力を取り戻すという目的で実施されているが、最終目標設定がキャッチアップ的であり、独自性に欠ける。開発期間中にも、世界の経済情勢の大幅な変化や、海外競合メーカー技術の著しい技術進展がある。

さらに、切断接合技術開発 CFRP(炭素繊維強化プラスチック)加工用レーザーについて、成果を事業化するための具体的な計画を明らかにする必要であると考える。

#### 2) 今後に対する提言

レーザー加工に要求される仕様は本プロジェクトの立案時とは、大きく変わってきている。その点を考慮して時代の変化に応じ、当初の目標値に縛られることなく、もう一度世界の状況、国内のマーケットを素直に見直して、ターゲットを設定する必要がある。また、ファイバーレーザー加工装置の優位点が炭酸ガスレーザーに対しては導波路が使える、また他の固体レーザーに対してはコンパクトで安定な特性を生かした加工装置を考えるなど、どのような点にあるか再度見直しが必要である。

総花的に目標を達成してよしとするのではなく、諸外国の製品・開発部品に対して圧倒的な優位な立場をとれる要素技術を開発するなど、限られた項目でよいから、光るものをアピールしてほしい。

### 2. 各論

#### 1) 事業の位置付け・必要性について

1980年～90年代に比べて、我が国のレーザー加工機産業は世界的に大きく遅

れをとっている。次世代のレーザー加工機として有望なファイバーレーザーや Thin-Disk レーザーのような先端的なものに関しては、自動車ならびに航空産業や太陽電池、次世代ディスプレイ等への応用が期待されており、早急に遅れを取り戻す必要がある。ファイバーレーザーを中心とした光源開発とこれを用いた加工技術開発は、今後のレーザー産業発展の中で必要な技術であり、この技術開発によって新たな産業の創造も可能と考えられることから、NEDO の関与は妥当である。

## 2) 研究開発マネジメントについて

世界的動向から、ナノ秒パルスレーザー開発に絞ったことは妥当であり、レーザー開発および加工速度等に関しては、数値目標を定量的に設定していることは評価できる。また、LD (半導体レーザー : Laser Diode) 励起高出力レーザーの開発実績がある大阪大学レーザー研と組む形をとったのは妥当である。

但し、最終目標は、キャッチアップ的であり、最終的な目標がレーザー出力しか見えていない。単なる数字目標では陳腐化することがあり、他国のメーカーに対して優位に立てるような研究開発の目標を定めなおすべきと考える。また、ファイバーレーザーは海外メーカーが大きく先行しており、技術開発も積極的に取り組んでいることを認識した目標設定になっていない。海外先行メーカーの技術開発の実態を調査して計画にフィードバックすべきである。

また、市場調査に関しても十分とは言えない。加工の目的が CFRP 切断接合、アモルファスシリコンのアニール、粉末成形に限られているが、現在の国内の最終ユーザーの状況などを見てもっと柔軟な対処が必要になっている。当初に設定した計画にとらわれることなく、最終的に我が国のレーザー加工技術、加工産業に貢献が着実にできるように目標設定、開発計画、応用先を再考すべきであると考ええる。

## 3) 研究開発成果について

切断接合、表面処理、粉末成形技術とそれに対応したレーザー開発において、一部未達成の部分もあるが達成への道筋が示されており、全体としてほぼ中間目標を達成している。さらに、要素技術の研究開発を実施する上では、各実施者は技術開発能力があり、最終目標を達成できると考える。

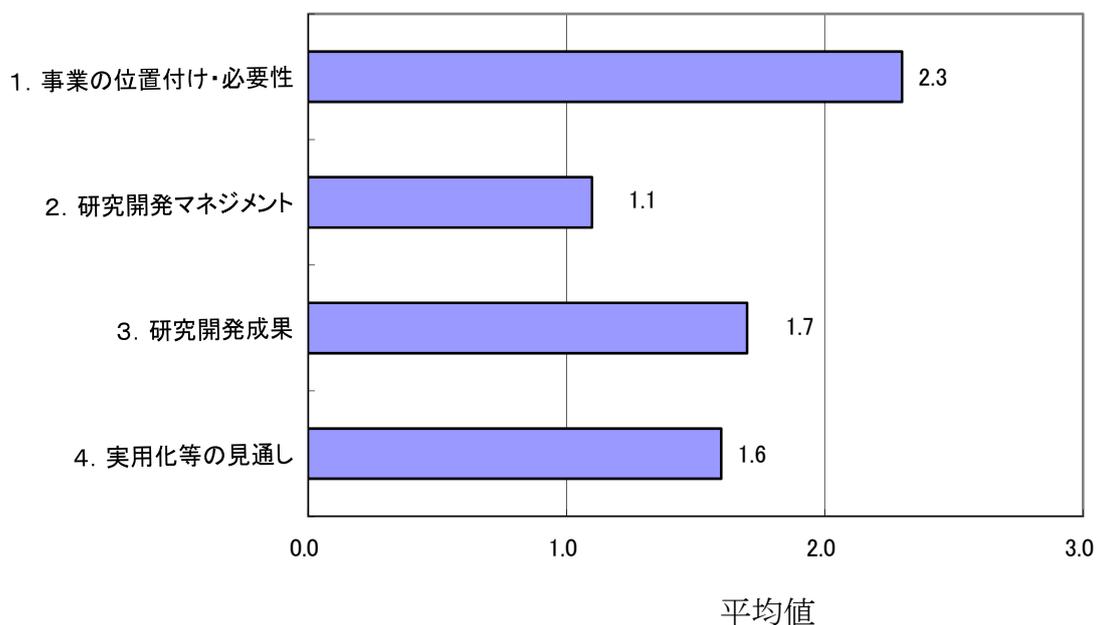
一方、目標値はクリアしているが、そこにどのような新しい技術開発があったのか、また、外国の先端企業等に対してどのように技術優位性を獲得していくのか技術開発戦略が明確ではない。LD 励起のファイバーレーザーも固体レーザーもアメリカやドイツと比べ遅れている。今回ナノ秒パルスに特化したとは言え、世界的レベルに達するのは容易ではない。

#### 4) 実用化等の見通しについて

加工テーマを 3 つに分けているので、出口イメージは理解しやすい。また、高出力半導体レーザーおよび QCW（準連続発振）ファイバーレーザーの開発に関しては、実用可能性は高い。

一方、レーザーそのものの技術動向も大きく変化しており、また、ユーザーの状況も大きく変化してきている。アニール用システムは事業化するためのグリーンレーザーのイメージが湧かない。このレーザーは多段増幅も含めて複雑すぎる懸念を持った。また、QCW ファイバーレーザーの開発では、CW レーザーで安価な kW 級レーザーが市販されており、現状の CW レーザーに対する優位性をアピールする必要がある。今後、最終ユーザーとの連携を強めていく必要があり、そうなれば実用化の可能性を高めることができると考える。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	B	B	C	A	B	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.3	A	A	B	B	C	A	B	
2. 研究開発マネジメントについて	1.1	C	B	C	C	D	B	C	
3. 研究開発成果について	1.7	C	B	B	B	C	B	B	
4. 実用化等の見通しについて	1.6	C	C	B	B	C	B	B	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化等の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D