

平成23年度実施方針

機械システム部

1. 件名：プログラム名 ロボット・新機械イノベーションプログラム
 (大項目) 「高出力多波長複合レーザー加工基盤技術開発プロジェクト」

2. 根拠法：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号

3. 背景及び目的・目標

(1) 研究開発の目的

我が国におけるものづくりは、高精度・高効率の加工技術と高度な材料技術等に支えられ、タクトタイムの短縮、省エネ・省資源の実現等により、製造コストを抑制し、国際競争力のある商品を生み出している。最近では、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次世代加工技術の必要性が年々高まっている。一方で、従来加工技術のブレークスルーとしてかつ先進材料の非接触、高品位、高速加工を実現する技術として、レーザー加工技術が急速な進展を見せており、これまでの生産技術を革新する新しい基盤技術となりつつある。しかしながら、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、欧米では大規模な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卷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、装置の導入コスト高、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。

そこで本プロジェクトでは、我が国におけるレーザー技術を集積することによって高出力・高品位半導体ファイバーレーザー技術の開発を推進し、他国に先駆けて革新的なものづくり基盤技術として、軽くて強いが加工難易度が極めて高い炭素繊維複合材料等の先進材料の加工や、次世代製品の短時間で高品質な低コスト製造を実現する加工技術の確立を目指す。これにより本プロジェクト成果を活用した半導体ファイバーレーザー及びそれを搭載したレーザー加工機の実用化・事業化が見込まれ、レーザー加工機の国内市場を獲得したと想定した場合、約2,300億円の市場が期待される。なお、本プロジェクトは、我が国のものづくりを支えるコア技術の国際競争力強化を図る「ロボット・新機械イノベーションプログラム」の一環として行う。

(2) 研究開発の目標

(最終目標) 平成26年度

本プロジェクトでは、次の①～③の3項目を最終目標とし、各項目間で連携しながら、「ユーザーニーズに適応した」かつ「国際競争力のある」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。

研究開発項目① レーザー高出力化技術の開発

1) 半導体レーザーの高出力化技術、高信頼性化技術の開発

・波長 : 近赤外帯 (研究開発項目②のレーザー励起に適していること)

・シングルエミッタ

出力	:	20W
電気-光変換効率	:	65%
信頼性 (寿命)	:	50,000 時間以上

・アレイ

出力	:	300W
電気-光変換効率	:	60%
信頼性 (寿命)	:	50,000 時間以上

※アレイにおいて自動組み立てが可能であること。

2) 半導体レーザーのファイバーカップル技術の開発

・シングルエミッタ

ファイバー結合効率 (ファイバーコア径 105 μ m、NA0.15 相当) : 90%以上

・アレイ

ファイバー結合効率 (ファイバーコア径 105 μ m、NA0.15 相当) : 70%以上

研究開発項目② レーザー高品位化技術の開発

加工目的に適した下記のような性能を達成する一つ又は複数のレーザーを開発すること。

1) ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術の開発

- ・基本波長 : 1 μ m 帯
- ・ビーム品質 : シングルモード、 $M^2 < 1.5$
- ・平均出力 : 10 ~ 200 W
- ・パルス幅 : 0.5 ~ 200 ns
- ・周波数 : 1 ~ 1,000 kHz

上記1)の最終目標は下記条件を満たすことが必須である。ただし、パルスレーザー増幅 (ブースター) を用いずに下記2)の最終目標が達成できるのであればこの限りではない。

※ブースターの種光として使用できること。ただし、ブースターを用いなくても開発項目③で使用できる場合は、種光として使用できなくても良い。

※開発項目③「多波長複合加工技術の開発」で使用でき、かつパルス波形制御ができること。

2) パルスレーザー増幅 (ブースター) 技術の開発

- ・基本波長 : 1 μ m 帯
- ・平均出力 : 1 ~ 2 kW
- ・パルス幅 : 0.5 ~ 100 ns
- ・周波数 : 1 ~ 150 kHz

※開発項目③「多波長複合加工技術の開発」で使用できるコヒーレンス制御が可能であること。

3) 高出力波長変換技術の開発

- ・kW 級基本波パルス光に対して、基本波から 2 倍高調波への変換効率：30%以上
- ・kW 級基本波パルス光に対して、基本波から 3 倍高調波への変換効率：10%以上

研究開発項目③ 多波長複合加工技術の開発

1) 切断接合技術の開発

- ・切断および接合加工速度：6m/min 以上（大型部材として 1m 級サイズ以上、中型・小型部材として 50cm 級サイズ以上の CFRP 基材に対して、基材厚み 3mm 以上）
- ・加工品位
 - 切断：切断面において反応層の厚みが 100 μ m 以下
 - レーザー切断処理試料の引張り強度を 10%未満の低減に抑制
 - 接合：CFRP と金属板との接合において、凝集剥離で引張りせん断強度 100MPa 以上

2) 表面処理技術の開発

- ・ワイドビーム：幅 500mm 以上、集光幅 40 μ m 程度 (FWHM) @グリーンレーザー
- ・ビーム照射不均一性： $\pm 7\%$ 以内（平均強度分布）
- ・ビーム測定精度： $\pm 2\%$ 以内
- ・測定空間分解能：5 μ m 以下

3) 粉末成形技術の開発

- ・成形精度の向上と高速化
 - 成形精度： ± 0.1 mm (100mm サイズ基準パーツ)
 - 成形時間：16 時間以内（高さ 100mm サイズ基準パーツ）
 - 引張り強度：チタン合金 840MPa 以上（生体部品用途）

(中間目標) 平成 24 年度

研究開発項目① レーザー高出力化技術の開発

1) 半導体レーザーの高出力化技術、高信頼化技術の開発

- ・波長：近赤外帯（研究開発項目②のレーザー励起に適していること）
- ・シングルエミッタ

出力	:	15 W
電気-光変換効率	:	60%
信頼性 (寿命)	:	20,000 時間以上

- ・アレイ

出力	:	200 W
電気-光変換効率	:	55 %
信頼性 (寿命)	:	20,000 時間以上

※アレイにおいて自動組み立てが可能であること。

2) 半導体レーザーのファイバーカップル技術の開発

- ・シングルエミッタ

ファイバー結合効率（ファイバーコア径 105 μm 、NA0.15 相当）： 80%以上

- ・アレイ

ファイバー結合効率（ファイバーコア径 105 μm 、NA0.15 相当）： 60%以上

研究開発項目② レーザー高品位化技術の開発

1) ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術の開発

- ・基本波長：1 μm 帯
- ・ビーム品質：シングルモード、 $M^2 < 1.5$
- ・平均出力：5 ~ 100 W
- ・パルス幅：0.5 ~ 200 ns
- ・周波数：1 ~ 1000 kHz

上記1) の中間目標は下記条件を満たすことが必須である。ただし、パルスレーザー増幅（ブースター）を用いずに下記2) の中間目標が達成できるのであればこの限りではない。

※ブースターの種光として使用できること。ただし、ブースターを用いなくても開発項目③で使用できる場合は、種光として使用できなくても良い。

※開発項目③「多波長複合加工技術の開発」で使用でき、かつパルス波形制御ができること。

2) パルスレーザー増幅（ブースター）技術の開発

- ・基本波長：1 μm 帯
- ・平均出力：200 ~ 700 W
- ・パルス幅：0.5 ~ 100 ns
- ・周波数：1 ~ 150 kHz

※開発項目③「多波長複合加工技術の開発」で使用できるコヒーレンス制御が可能であること。

3) 高出力波長変換技術の開発

- ・数百 W 級基本波パルス光に対して、基本波から 2 倍高調波への変換効率：20%以上
- ・数百 W 級基本波パルス光に対して、基本波から 3 倍高調波への変換効率：6%以上

研究開発項目③ 多波長複合加工技術の開発

1) 切断接合技術の開発

- ・切断および接合加工速度：2m/min 以上（CFRP 基材厚み 3mm 以上）
- ・加工品位

切断：切断面において反応層の厚みが 500 μm 以下

引張り強度を 15%未満の低減に抑制

接合：CFRP と金属板との接合において、凝集剥離で引張りせん断強度 50MPa 以上

2) 表面処理技術の開発

- ・高精度加工された異形レンズ類を用いた高度ホモジナイズ技術（基礎ホモジナイズ光学系技術）とワイドビーム整形光学系技術を開発するとともに、光学シミュレーション技術を確立

すること。

- ・大型異形光学部品の研磨加工技術を開発すること。
- ・ワイドビームの形状の評価、及び照射均一性を確保するためのビームプロファイラーを開発すること。

3) 粉末成形技術の開発

- ・真空下においても動作可能な粉末焼結積層造形機構を開発すること。
- ・異なる発振形式のレーザーを用いた複合レーザー照射方法を確立すること。
- ・複合レーザー照射による粉末積層造形メカニズムを明確にしつつ、加工プロセス（照射条件、予備加熱条件）を最適化すること。
- ・レーザー加工試料の評価技術を構築すること。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

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 仁士氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。実施体制については、別紙を参照のこと。

4. 1 平成22年度（委託または共同研究）事業内容

研究開発項目① レーザー高出力化技術の開発

(1) 半導体レーザーの高出力化技術、高信頼化技術の開発

半導体レーザー（Laser Diode、以下LDと略す）高出力化、高信頼化に向けた結晶成長技術の確立を目指し、X線回折装置を導入し、迅速な評価体制を構築した。これと合わせ、従来にない素子形成技術の確立を目指し、高精度干渉露光装置および、高精度マスク制御装置を導入し、大面積で均一な特性を有する素子形成プロセス工程を検討した。また、試作した素子評価のために、大面積で均一な特性になっていることを確認するため、ウエハ状態で特性評価可能なウエハ特性評価装置やデバイス状態で特性評価可能な素子特性評価装置を導入し、素子の評価を行った。研究開発のスループット向上のために、シミュレーション技術を開発した。

（端面発光LD）高出力化、高信頼化に向けた結晶構造、素子構造について、シミュレーションによりこれらの構造と光出力特性の相関を検討し、素子の長共振器化およびそれに対応した冷却系構造が高出力化に有効であることを見出した。また①-（2）と連携してファイバーカップリングに向けたエミッタサイズの最適化検討を行った。

（面発光型LD）シミュレーション技術を開発し、ホール・電子の寄与について検討をおこなった。結果としてホールがDBR層（ブラッグ反射器）の電圧降下に大きく関与することがわかった。この見地に基づき高効率化に向けた単純化したDBR構造について基礎実験を行った。

（共同研究先：浜松ホトニクス（株））

(2) 半導体レーザーのファイバーカップル技術の開発

現行では、ファイバー出力型半導体レーザーモジュールにおいては、NA0.22ファイバー結合型モジュールが主流であり、半導体レーザーダイオードもNA0.22ファイバーに合わせた発光構造となるよう設計がなされている。このため、本プロジェクトが目標としているNA0.15フ

ファイバーに最適結合するよう、半導体レーザーのエミッタ構造の最適化検討を行った。半導体レーザーダイオードの発光パターンおよびレンズを最適設計し、シミュレーションでは最終目標であるシングルエミッタで結合効率 90%以上、アレイで結合効率 70%以上を満足出来る設計を行った。

また実験検証ということで、シングルエミッタにて NA0.15 ファイバーを使用したバラック状態での調芯を行い最大で 89%の結合効率を得ることが出来た。理論計算値と実測値との比較を行い、上記設計の問題点を明らかにした。

ファイバーコネクタ技術として最も重要なものは、結合しきれなかった漏れ光によるファイバー被覆損傷をいかに防止するかということにあり、そのための漏れ光除去機能を有したファイバーコネクタ構造を見出し、高出力光の調芯固定に耐えうるコネクタを設計した。

(共同研究先：浜松ホトニクス (株))

研究開発項目② レーザー高品位化技術の開発

(1) ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術の開発

パルス幅やパルス波形の制御が可能な種光源、また種光源の出力を増幅するためのモジュール化 Yb 添加ファイバー増幅器を開発した。平成 22 年度は種光源、ファイバー増幅器の設計・検討実験を実施した。パルス幅制御可能なファイバーレーザーは加工実験の、またパルス波形制御可能なファイバーレーザーは固体ブースター増幅器開発の目的に適合するよう構築中である。また、加工用レーザー実践型評価システムの性能向上やレーザー出力向上のための手法の検討を開始した。

(委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

(2) パルスレーザー増幅（ブースター）技術の開発

ファイバーレーザーからの出力を増幅するための増幅器（ブースター：半導体レーザー励起セラミック近赤外固体レーザー増幅器）を開発した。ブースターには Nd:YAG のコンポジットセラミックを採用し、今年度は増幅特性と熱特性・冷却特性を試験するための試作機を構築中である。また、ブースターコンパクト化のための技術検討を開始するとともに、現有 YAG レーザーを用いた CFRP 加工特性評価を加工システム技術開発センターと連携して行うための装置整備方法を検討した。

アニーリング用ブースター増幅技術については、増幅システムの基本設計を行うと共にその評価検証を進めた。この基本設計を基に光学レイアウト案およびシステム構成案を作成し、増幅システムの前半部の構築中である。

(委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

(3) 高出力波長変換技術の開発

波長変換結晶により高出力レーザー光（基本波）を 2 倍高調波及び 3 倍高調波に高効率変換するための開発を開始した。具体的には、変換効率向上のために、波長変換結晶のマウント技術、冷却方式の最適化技術等の温度分布制御技術をファイバーレーザー、アニーリング用レーザー

及びブースターの各方式に対応させる開発を行った。また、これらの波長変換効率をさらに向上させるための手法の検討を開始した。

(委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

研究開発項目③ 多波長複合加工技術の開発

(1) 切断接合技術の開発

1) 複合材料高速切断接合システム技術の開発

「高速掃引リモート加工ヘッドの開発」として高品位・高速加工を実現する複合レーザー照射によるリモート加工可能な複合レーザー加工ヘッド(スキャナー光学系)の設計を行い、「高速高精度制御加工ノズルの開発」では高速倣い技術を開発するための倣いセンサー評価システムの設計を行った。

2) 複合材料加工プロセス・評価技術の開発

「多波長複合レーザー加工プロセスの最適化」として、1kW級加工システム試験機を用いてCFRP切断実験をつくば拠点にて実施し、加工プロセスにおける制御因子の抽出ならびにレーザーの諸特性(波長、出力等)を変えたレーザー切断加工の比較対照試験を行った。「レーザー加工に適したCFRP材料の構造最適化及び加工試料評価技術」では、炭素繊維をフィラーとするプレス成形板や炭素繊維からなるプリプレグ積層板から構成されるCFRP材料を用いて、レーザー切断加工、ウォータージェット加工、ミリング加工後の力学特性を把握するため、静的引張試験の検討を開始した。また、熱等複合負荷環境下での耐久性試験実施のための準備として既存試験装置の改造を行った。加工プロセスのモニタリング技術に関しては、加工時に生ずる音響計測を実施するためのAE※評価分析システムを導入し、破壊試験における破壊挙動の判定(母材の破壊、剥離、繊維の破断)に用いるためAE評価検討を開始した。

(委託先：技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

※AE：Acoustic Emission の略

(2) 表面処理技術の開発

大型異形レンズ研磨装置の開発を行うために、粗研磨装置設計と製作及び仕上げ研磨装置設計を実施した。大型ワイドビーム光学設計の為にシミュレーションモデルの開発と高度ホモジナイズ原理光学系の基礎シミュレーションモデル開発を行った。

(共同研究先：(株)アルバック)

(3) 粉末成形技術の開発

中間目標を達成するために必要な基盤技術を確立することを目的として、小型プラットフォームの試作を実施した。真空下においても動作可能な粉末供給や積層動作に適合した部品選定と機械構造を検討し、成形環境を真空にした小型プラットフォームの試作を実施した。小型プラットフォームには、③-(1)「切断接合技術の開発」で導入する1kW級加工システム試験機のレーザー発振器を分岐して共用した。また、成形の高精度化及びレーザーの効率的な照射のための予備加熱機構の検討を行った。

(委託先：技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

4. 2 実績推移

22年度

実績額推移

① 一般勘定 (百万円)	965
特許出願件数 (件)	0件
論文発表数 (報)	0件

5. 事業内容

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 仁士氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 平成23年度 (委託または共同研究) 事業内容

研究開発項目① レーザー高出力化技術の開発

(1) 半導体レーザーの高出力化技術、高信頼化技術の開発

平成22年度に導入した装置、および新たに導入する高精度 LD 素子組立装置、MOCVD (有機金属化学気相成長) 装置を用いて、中間目標を達成可能な結晶成長、素子形成および組立方法の確立を行うとともに、高出力化、高信頼化に向けた結晶構造、素子構造の最適化のためには、結晶成長、出射端面の高品位化ならびにその安定化が必要不可欠となるため、プラズマ CVD 装置、反応性イオンエッチング装置、研磨装置、素子自動実装機を追加導入する。さらにホール測定装置、発振波長の面内分布を測定するための顕微フोटルミネッセンス測定装置、表面評価装置、エネルギー分散型 X 線分析装置、熱解析シミュレータを導入し、設計どおりの結晶構造・素子構造が得られているかどうか分析・解析、評価し、その情報を結晶成長プロセス、素子組立プロセスに迅速にフィードバックすることで高出力化・高信頼化を促進する。

中間目標である信頼性 (寿命) 20,000 時間を加速条件で確認するためには、多チャンネルでの評価が必要となり、そのための素子 LD 用・アレイ LD 用大電流駆動装置を導入し、評価体制を整える。

(端面発光 LD) 中間目標達成に向けて一次試作および評価を実施し、問題点を抽出する。

(面発光型 LD) 平成22年度に得られたシミュレーション結果および基礎実験結果で、低消費電力化、光出力熱飽和の緩和の観点から、DBR 層の最適化による低電圧化が非常に重要であることが明らかとなった。この知見を活かして、「100 μ m ϕ 径の単素子で 600mA 時の動作電圧を現行の 3.5V から 3.0V 以下へと低減し、単素子あたりのジュール熱を 20%以上低減させる」ための結晶構造最適化に着手する。アレイ化の試作に着手し、単素子での試作成果を活用しながら、アレイ化に伴う問題点の抽出を行う。低電圧化による光出力熱飽和の改善については、新たに追加導入するレーザーダイオードパルス駆動電源、パルス特性評価用オシロスコープ、光スペクトラムアナライザを用いて、CW 駆動時との違いを比較・検討することで、低電圧化による効

率向上を評価できる体制を整える。

(共同研究先：浜松ホトニクス (株))

(2) 半導体レーザーのファイバーカップル技術の開発

高精度ファイバーモジュール自動調芯装置を導入し、NA0.15 ファイバーを使用した調芯固定技術を検討する。調芯固定前の結合効率としてシングルエミッタで中間目標値である結合効率80%をクリアすることにより、調芯技術確立の確認を行う。

アレイについては、NA0.15 ファイバーを使用したバラック状態での調芯を行い、設計値と実測値との比較を行うことで、設計の問題点を明らかにする。

平成22年度に設計した高出力光の調芯固定に耐えうるコネクタを試作する。

(共同研究先：浜松ホトニクス (株))

研究開発項目② レーザー高品位化技術の開発

(1) ファイバーレーザーのパルス制御・高性能化技術の開発

1) ファイバーレーザーのパルス制御技術の開発

3~10ns、75kHz のシードレーザーについては後段増幅器での波長多重化による出力の増大を進めるために新たに波長が異なる DFB 半導体レーザーを導入する。また前年度に試作を進めたパルス制御機構の改良を進めて、任意波形生成が可能なプログラムの基本プラットフォームを完成させる。

100ns、1MHz のシードレーザーについては、パルス幅を10nsまで短くすることで、増幅した際にパルスピークがより高くなる方向の光源の最適化開発を進める。

2) ファイバーレーザーのモジュール化技術の開発

シングルモードファイバー増幅器とコア径15~30 μ m LMA ファイバー増幅器により10ns、1MHz、50W以上のファイバーレーザーを開発する。またフォトリッククリスタルファイバー(PCF)増幅器の技術開発を進展する22年度に引き続きレーザーの性能を評価するための加工用レーザー実践型評価システムを構築し、評価実験を行う。また、当該システムの性能向上のため、CWレーザーとの結合光学系や掃引照射システムの設計・基礎実験を行うとともに、レーザー出力向上のために、PCFや励起LD、結合光学系の設計・基礎実験を行う。

3) ファイバーレーザーの高出力化技術の開発

種光源、ファイバー前置増幅器及びファイバー主増幅器を結合したファイバーレーザーシステム1を構築し、出力100Wまでの動作試験を行う。

(委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

(2) パルスレーザー増幅（ブースター）技術の開発

1) kW級ブースター増幅器の開発

試作増幅器の試験結果と改良された計算コードに基づいて、集積化ブースター増幅器の試作機的设计・製作を行う。現有の50W級種光源を用いて、集積化ブースター増幅器の動作特性を調べる。これらの成果に基づいて、kW級集積化ブースター増幅器を設計する。また、ブ

ースターのコンパクト化については、平成22年度の検討に基づき増幅器ヘッドとLD照射光学系のコンパクト化設計・試作を行うとともに、ビーム品質の高精度評価装置を整備する。

2) アニーリング用ブースター増幅技術の開発

平成22年度に着手した増幅システムの前半部の試作を完了させる。

増幅器ヘッドの構造最適化をおこない、増幅システムの後半部（主増幅器2（2段目））を試作する。

（委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所）

(3) 高出力波長変換技術の開発

1) 波長変換モジュール化技術の開発

アニーリング用レーザーの波長変換モジュールの開発においては、平成22年度に得られた実験結果を基に、波長変換モジュールの詳細設計を行い、波長変換結晶、冷却システム、伝送光学素子及び制御素子などの部品から構成される波長変換モジュールを試作する。

ファイバーレーザーの波長変換モジュールの開発においては、平成22年度得られた実験結果を基に波長変換モジュール化技術開発を行う。平成23年度前半は、開発した波長変換モジュールに、既存のレーザー光を入射し、波長変換特性を評価する。平成23年度後半には、②-（1）-2）で開発した50W級のファイバーレーザーを導入し、波長変換モジュールの波長変換特性を評価する。得られた結果に基づいて100W級レーザー用波長変換モジュールの開発を進める。

2) 波長変換の高効率化技術の開発

平成22年度の成果に基づき、波長変換装置の改良を行い、基本波入力を増大させて2倍高調波変換の特性を明らかにする。併せて、3倍高調波変換の試験を開始する。波長変換装置の熱解析を実施する。ビーム特性の詳細な計測を実施する。波長変換用の計算コードの改良を行う。また、波長変換のさらなる効率向上については、平成22年度の検討に基づきブースターのビーム品質の効果やレーザーの伝搬方向の温度分布の評価をし、結晶長と入射レーザー強度の最適化を図るとともに、波長変換特性に対する結晶の品質と無反射コートの影響を明らかにする。

（委託先：国立大学法人大阪大学、技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所）

研究開発項目③ 多波長複合加工技術の開発

(1) 切断接合技術の開発

1) 複合材料高速切断接合システム技術の開発

「高速掃引リモート加工ヘッドの開発」においては、高速高出力重畳型スキャナ装置を製作し、冷却構造、レンズ材料選定、色収差補正を最適化する。

「高速高精度制御加工ノズルの開発」においては、高速微細技術を開発するための微細センサー評価システムを設計製作し、最適微細システムを構築する。

2) 複合材料加工プロセス・評価技術の開発

「多波長複合レーザー加工プロセスの最適化」においては、加工点のリアルタイム画像を

高速ビデオカメラを用いて観測する。加工の進行状態と同時に、加工点の音響信号、反応光（赤外光、可視光など）を収集するモニター技術の開発を行い、時間分解型分析法を駆使した加工プロセスのその場観察法を確立する。さらに、最先端の各種CFRP材を準備・確保する。これらの情報を基に、加工反応や加工点からの信号を基に加工プロセスの概要を掌握し、加工プロセス条件の最適化ならびに加工高品位化の問題点抽出を進める。また、大阪大学に既設されている高出力パルス光源での試験加工を実施し、加工プロセス条件の最適化の基礎比較データを取得する。平成22年度に導入した1kW級加工システム試験機との複合照射用の高出力高調波の光源として、パルス3 ω レーザー光源システム試験機を導入し、高品位・高速加工を実現するための高速走査重畳照射技術の開発に向けた多波長複合照射に関する加工基礎データを取得する。

「レーザー加工に適したCFRP材料の構造最適化及び加工試料評価技術」においては、射出成形板およびプリプレグ積層板から構成されるCFRP材料を用いて、レーザーの諸特性（波長、パルス幅、エネルギー、出力等）、加工速度などを変えたレーザー切断や接合加工後の力学特性を把握するため、JIS K7165（ASTM-D3039）等に準拠した静的引張試験、疲労試験、高温耐久性試験を行い、データを取得する。また、複合負荷環境下（高温、引張、水）での耐久性試験実施のため既存試験装置の改造を行う。レーザー加工モニタリング技術ではAE評価によりデータを取得する。試料評価結果は速やかにCFRP材料の構造最適化に反映させ、最適化CFRP材料を既存素材の組み合わせにより試作する。さらに、CFRP材料のレーザー加工に係わるLCA評価の検討を開始する。CFRP材料のレーザー加工工程における環境負荷を明らかにするとともに、その改善策を検討する。

※LCA：ライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment）の略。製品や製造工程に対する、環境影響評価の手法。

（委託先：技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所）

（2）表面処理技術の開発

仕上げ研磨装置製作に着手して、粗研磨装置と合わせてレンズ加工手段を確立する。

ワイドビーム光学設計ミニモデルの試作を行う。入手可能なレーザー光源と基礎光学モデルを試作し、ワイドビーム整形の基礎固めを行う。同時に、大出力レーザー源とのドッキングに向けた設計等に着手する。

（共同研究先：（株）アルバック）

（3）粉末成形技術の開発

平成22年度に試作した小型プラットフォームの装置評価と成形評価を実施する。装置評価に当たっては、造形面の温度分布の計測と、レーザーが照射されている部分の現象をリアルタイムに確認することで、レーザー照射強度制御やレーザー照射ピッチ、および粉末加熱機構の最適化を実施し、実験の効率を向上させる

小型プラットフォームの真空下におけるチタン粉末の成形物を分析し、成形条件と成形物の組織、構造、密度、機械物性との関係を把握することで、複合レーザー照射による粉末造形メ

カニズムの明確化と加工プロセスの最適化を実施する。さらに、成形の高精度化と高速化を実現するために実用サイズプラットフォームの成形環境を真空にした設計を実施する。

(委託先：技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所)

5. 2 平成23年度事業規模

一般勘定 1,111百万円(継続)

(注) 事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 評価の方法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等の観点から、推進委員会等で各研究開発内容について内部評価を実施する。

(2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及びプロジェクトリーダーと密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

(3) 複数年度契約の実施

平成22～24年度の複数年度契約とする。

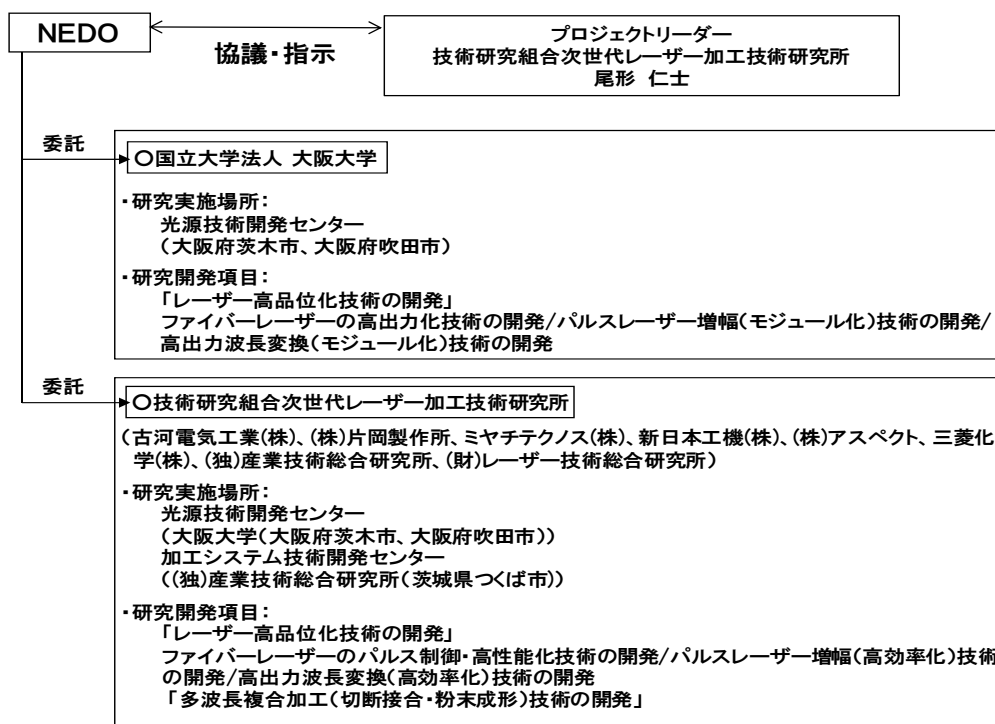
7. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成23年3月、制定。

【産学官連携基盤技術開発】

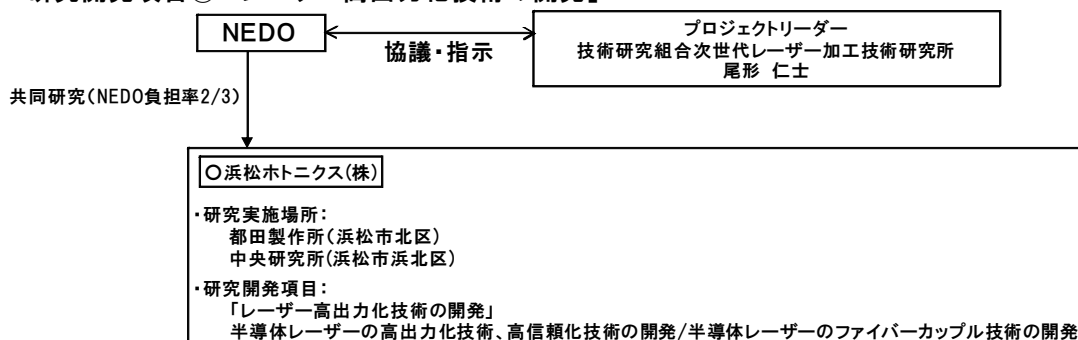
研究開発項目②「レーザー高品位化技術の開発」

研究開発項目③「多波長複合加工(切断接合・粉末成形)技術の開発」



【要素技術実用化開発】

研究開発項目①「レーザー高出力化技術の開発」



研究開発項目③「多波長複合加工(表面処理)技術の開発」

