

平成 2 8 年度実施方針

I o T 推進部

1. 件 名： 高輝度・高効率次世代レーザー技術開発
2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 1 5 条第 2 号

3. 背景及び目的・目標
(1) 研究開発の背景

①政策的な重要性

天然資源の乏しい日本にとってものづくり産業は生命線であり、将来的に人口減少が進むと予想される中、社会構造の変革に対応した技術革新を戦略的に取り入れた新産業革命を推進していくことが重要である。「もの」のインターネット（**Internet of Things: IoT**）という言葉に代表されるように、身の回りのあらゆる「もの」がネットワークで繋がり、生産効率が最適化されていくと、これまでのものづくりの概念が一変する。将来のものづくりの現場では、デジタル制御と親和性が高いレーザー加工の重要性が一層増すと同時に、ものづくり機器のクラウド連携や知能化が進むと考えられ、これらを融合したレーザー加工システムは我が国のものづくりにおける最重要ツールの一つとして期待される。

現行の政策においても、「第 5 期科学技術基本計画」（平成 2 8 年 1 月閣議決定）では、我が国の経済を支える基幹産業である製造業の競争力強化に向けて、新たな生産技術と ICT との融合により多様化するユーザーニーズに柔軟に対応するものづくり技術や、ユーザーに満足や感動を与える新たなビジネスモデル（コトづくり）が求められており、それに向けて革新的な計測技術、情報・エネルギー伝達技術、加工技術など、様々なコンポーネントの高度化によりシステムの差別化につながる「光・量子技術」の開発に重点的に取り組むとしている。同様に、ロボット・工作機械の知能化等の推進、計算科学・データ科学を駆使した革新的な機能性材料・構造材料等の創製、その開発期間の大幅な短縮を実現するとしている。我が国の強みであるこうした生産技術の高度化に加え、潜在的ニーズを先取りした新たな設計手法、ニーズに柔軟に対応可能な新たな加工・組立て技術、さらにはそれらを相互に連携させるプラットフォーム等の開発も推進するとしている。また、「科学技術イノベーション総合戦略 2 0 1 5 における重点化対象施策について」（平成 2 7 年 9 月、内閣府）では、科学技術イノベーションの創出に向けた政策課題の一つである経済・社会的課題の解決に向けた重要な取組として、産業競争力を生み出すバリューチェーンを 1 1 個形成するとし、我が国の強みを活かし IoT やビッグデータ等を駆使した新産業の育成に関わる具体的な技術課題として新たなものづくりシステムを取り上げている。さらに、「経済産業政策の重点」（平成 2 7 年 8 月、経済産業省）では、中長期的な我が国の産業競争力の向上等のために投資すべき分野を中心に技術戦略を策定し、それに基づいて新たな研究開発プロジェクトを戦略的に企画・実施していくとし、その具体例としてレーザー技術を取り上げている。

我が国の高いものづくり力の保持、製造業による輸出競争力を将来にわたって保持して行くためには、これら次世代のレーザー加工機を早期にもものづくりの現場へ広く普及させられるよう、世界をリードできる高い競争力を備えたレーザー加工機産業を確立しなければならない。高輝度で高効率な実用性の高いレーザー装置およびこれを

組み込んだレーザー加工機、レーザー加工技術の開発を行うことは、我が国ものづくり産業の競争力強化につながるが、これらの開発・実用化を民間企業が単独で行うには非常に大きなリスクを伴うことから、産学官の英知を集結し、国が先導して開発を行う必要がある。産学官連携による本格的な研究開発体制を築き上げることにより、今後の日本の産業における価値創造へ繋がると期待される。

②本事業のねらい

一企業では成しえない、非連続でインパクトの大きな次世代ものづくり技術の基盤技術開発として、高出力レーザー技術・物性物理・IoT技術の融合・連携による革新的なレーザー加工技術の開発を加速する。

具体的には、これまでにない高輝度（高出力・高ビーム品質）かつ高効率なレーザー技術およびそれを用いたレーザー加工技術の開発支援等を、学理に立脚したレーザー加工現象解明や計測評価技術開発、データベース構築とともに、産学官連携ナショナルプロジェクトとして行う。これにより、経験や勘に頼った従来のものづくり文化に変革をもたらし、先端素材や半導体レーザー技術等の日本の強みも活かすことにより、日本のものづくりの優位性を確保する。

（2）研究開発の目標

①アウトプット目標

本事業では、レーザー加工の高品位化・高スループット化および省エネルギー化を進めるため、従来にない高輝度（高出力・高ビーム品質）かつ高効率なレーザー装置、およびそれらを用いた実用的なレーザー加工技術を開発する。レーザーとしては、市場ニーズが顕在化しているにも関わらず実用化できていない青～深紫外域の短波長レーザーや超短パルスレーザー、高パルスエネルギーレーザーを開発する。また、高機能化・低コスト化に対する市場からの継続的な要求に応えるため、革新的な次々世代レーザー基盤技術を開発する。

具体的な目標としては、事業終了時において後述の研究開発項目①～④の最終目標を達成することとする。

②アウトカム目標

本事業により開発されたレーザー装置、これを組み込んだレーザー加工機、およびこれらを活用して加工された製品などの普及により、CO₂削減および加工市場のシェア確保をアウトカム目標とする。本事業がもたらす省エネ効果は、CO₂換算で2030年に680万tの削減を見込んでいる。見積りに当たっては、本研究成果（機器、応用製品）が既存技術を置き換える形で順次社会実装され、波及効果が起きるものと仮定している。市場に関しては、2030年のレーザー加工システムの予想 約200億ドルのシェア35%を目指す。

（3）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の項目について、研究開発を実施する。

- ・ 研究開発項目①：「高品位レーザー加工技術の開発」
- ・ 研究開発項目②：「高出力レーザーによる加工技術の開発」
- ・ 研究開発項目③：「次々世代加工に向けた新規光源・要素技術開発」
- ・ 研究開発項目④：「次世代レーザー及び加工の共通基盤技術開発」

本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であることから、原則、委託事業として実施する。なお、先導研究要素の高い研究開発項目③については、提案公募型により実施する。

[委託事業]

研究開発項目①「高品位レーザー加工技術の開発」

- (1) 高品質・大口径波長変換素子の開発
- (2) 短波長・短パルスレーザー装置の開発
- (3) 短波長・短パルスレーザー加工技術の開発

最終目標（平成32年度）

- (1) 高品質・大口径波長変換素子の開発
 - ・ 赤外域（波長1ミクロン帯）から深紫外域へ波長変換後に平均光出力50 W※以上取り出すことが可能な、信頼性の高い波長変換素子を開発する（※現在商用化されている266 nm帯パルスレーザー装置における平均光出力3～6 Wの約8～16倍）。
- (2) 短波長・短パルスレーザー装置の開発
 - ・ 深紫外域においてパルス幅10 ps級で発振する波長変換器集積ファイバーレーザーあるいは青色域においてパルス幅100 ps級で発振するLDを用いた、平均光出力50 W※の短波長・短パルスレーザー装置を開発する（※現在商用化されている266 nm帯パルスレーザー装置における平均光出力3～6 Wの約8～16倍）。
- (3) 短波長・短パルスレーザー加工技術の開発
 - ・ その場観察した加工状態をもとに加工パラメータへフィードバックし、素材に適した加工状態を探索可能な、実用的な短波長・短パルスレーザー加工システムを開発する。

中間目標（平成30年度）

- (1) 高品質・大口径波長変換素子の開発
 - ・ 赤外域（波長1ミクロン帯）のレーザー光を深紫外域へ波長変換可能な非線形光学結晶の、大型結晶育成技術（直径30 mm以上※）を開発する（※現状は約10 mm）。
- (2) 短波長・短パルスレーザー装置の開発
 - ・ 深紫外域において平均光出力20 W※かつ発振パルス幅10 ps級の短波長・短パルスレーザー装置を開発する（※現在商用化されている266 nm帯パルスレーザー装置における平均光出力3～6 Wの約3～6倍）。
- (3) 短波長・短パルスレーザー加工技術の開発
 - ・ レーザー加工の評価基準、および必要な加工パラメータ設定に関する指針を明らかにする。
 - ・ 短波長・短パルスレーザー装置に、加工時の様々な物理現象をその場観察可能な測定装置を組み合わせたレーザー加工評価システムを構築する。

研究開発項目②「高出力レーザーによる加工技術の開発」

- (1) 高輝度・高効率レーザー装置の開発
- (2) 高出力レーザーによる加工基盤技術の開発

最終目標（平成32年度）

- (1) 高輝度・高効率レーザー装置の開発
 - ・ 光パルスエネルギー500ジュール（J）級※の固体パルスレーザー装置を開発し、同1キロジュール級固体パルスレーザー装置の実現可能性を明らかにする（※現在商用化されている固体パルスレーザー装置における値10～20 Jの約25～50倍）。
- (2) 高出力レーザーによる加工基盤技術の開発
 - ・ 高パルスエネルギーレーザー照射による物質の状態変化の非破壊非接触その場観察技術、及び分析評価技術を開発する。また、高パルスエネルギーレーザーの新たな産業応用を開拓する。

中間目標（平成30年度）

- (1) 高輝度・高効率レーザー装置の開発
 - ・ 平均光出力10 kW級※の高出力LDモジュールを開発する（※現在商用化されている高出力LDモジュールにおける値0.5～1 kWの約10～20倍）。
 - ・ キロジュール級パルスレーザー装置の基本設計技術を確立する。
 - ・ 光パルスエネルギー100ジュール（J）超級※の固体パルスレーザー装置を開発する（※現在商用化されている固体パルスレーザー装置における値10～20 Jの約5～10倍）。
- (2) 高出力レーザーによる加工基盤技術の開発
 - ・ 光パルスエネルギー100 J級のレーザー加工評価システムを構築する。

研究開発項目③「次々世代加工に向けた新規光源・要素技術開発」

- (1) 新規構造LD基盤技術及び周辺要素技術の開発
- (2) 新しい波長域及び短パルスレーザー基盤技術の開発

最終目標（平成32年度）

- ・ 先導要素の強い研究開発項目であることから、中間目標時点における研究開発成果ならびに当該技術分野の動向を考慮して、平成30年度に設定する。

中間目標（平成30年度）

- (1) 新規構造LD基盤技術及び周辺要素技術の開発
 - ・ 高輝度化・高出力化・省電力化・短波長化・小型化等に資する独創的な新規LD構造に関する設計論を確立し、これに基づいて実現可能な諸性能を定量的に明らかにする。また、要素技術を開発し、光源試作を通じてその実現可能性を明らかにする。
- (2) 新しい波長域及び短パルスレーザー基盤技術の開発
 - ・ 既存のレーザー加工機でカバーされていない波長域・パルス幅で発振可能な光源に関する設計論を確立し、これに基づいて実現可能な諸性能を定量的に明らかにする。また、要素技術を開発し、光源試作を通じてその実現可能性を明らかにする。

研究開発項目④「次世代レーザー及び加工の共通基盤技術開発」

- (1) レーザー加工プラットフォームの構築
- (2) レーザー加工の計測評価基盤技術の開発
- (3) レーザー加工技術の標準化・調査研究

最終目標（平成32年度）

- (1) レーザー加工プラットフォームの構築
 - ・ 最適加工パラメータ（波長・パルス幅・繰り返し周期など）の探索が可能なレーザー加工機を試作・運用し、加工条件と加工結果とを対応付けるデータベースを構築する。
- (2) レーザー加工の計測評価基盤技術の開発
 - ・ レーザー加工シミュレーション技術と加工結果とを結び付けるうえで不可欠な、物性評価技術や先端計測技術を産学官が連携して確立する。
 - ・ レーザー加工現象を予測するための解析モデルを構築し、加工結果との比較を通じてその妥当性や適用限界を示し、最適加工レシピの導出やものづくり現場における新しい設計手法の体系化にあたって解決すべき課題を明らかにする。
- (3) レーザー加工技術の標準化・調査研究
 - ・ レーザー加工機メーカーと共同で、レーザー加工におけるプロセスモニタリング技術に関する指針をまとめる。

中間目標（平成30年度）

- (1) レーザー加工プラットフォームの構築
 - ・ 研究開発項目①で開発された短波長・短パルスレーザー装置を応用して、レーザー加工プラットフォームを構築する。
- (2) レーザー加工の計測評価基盤技術の開発
 - ・ レーザー加工時のプロセスモニタリングのカギとなる、加工部の非破壊非接触その場観察手法を提案する。
 - ・ 加工状態を的確に表す物理パラメータの定義に関する指針を明らかにする。
- (3) レーザー加工技術の標準化・調査研究
 - ・ 基準サンプルや標準作業に関する指針を明らかにする。
 - ・ レーザー加工技術に関する調査研究を行い、技術ロードマップを策定する。

4.事業内容

4-1 実施内容

平成28年度については以下の研究開発を実施する。

研究開発項目①「高品位レーザー加工技術の開発」

- (1) 高品質・大口径波長変換素子の開発
 - ・ 波長266 nm、平均光パワー100 W級の短波長・短パルスレーザー装置へ適用可能な波長変換素子の構造パラメータを明らかにする。
 - ・ 上記波長変換素子の製造に用いる大型結晶育成装置を設計・開発する。
 - ・ 波長変換素子の耐高光パワー密度特性の支配的要因を明らかにするとともに、その実用的な定量評価手法を開発し、解決に向けた指針を示す。
- (2) 短波長・短パルスレーザー装置
 - ・ 波長266 nm、平均光パワー30 W級の短波長・短パルスレーザー装置の基本設計を行う。
 - ・ 波長266 nm、平均光パワー10 W級の短波長・短パルスレーザー装置を試作する。
- (3) 短波長・短パルスレーザー加工技術の開発
 - ・ 波長266 nm、平均光パワー10 W級の短波長・短パルスレーザー装置を組み込んだ高品位レーザー加工機の基本設計を行う。

研究開発項目②「高出力レーザーによる加工技術の開発」

- (1) 高輝度・高効率レーザー装置の開発
 - ・ 平均光パワー10 kW級の高出力LDモジュールの基本設計を行う。
 - ・ キロジュール級パルスレーザー装置の基本設計を行う。
 - ・ 光パルスエネルギー100ジュール（J）超級の固体パルスレーザー装置を設計、試作する。
- (2) 高出力レーザーによる加工基盤技術の開発
 - ・ 光パルスエネルギー1 kJ級のレーザー加工機をものづくりに応用する際にモニタすべき加工パラメータを検討し、それらを計測するための機器を組み込んだレーザー加工機の基本設計を行う。

研究開発項目③「次々世代加工に向けたレーザー新規光源・基盤技術開発」

- (1) 新規構造LDの開発
 - ・ 高輝度化・高出力化・省電力化・短波長化・小型化等に資する独創的な新規LD構造に関する設計論を確立し、これに基づいて実現可能な諸性能を定量的に明らかにする。
- (2) 極限波長レーザー基盤技術の開発
 - ・ 既存のレーザー加工機でカバーされていない波長域・パルス幅で発振可能な光源

に関する設計論を確立し、これに基づいて実現可能な諸性能を定量的に明らかにする。

研究開発項目④「次世代レーザー及び加工の共通基盤技術開発」

(1) レーザー加工プラットフォームの構築

- ・ 研究開発項目①で開発される短波長・短パルスレーザー装置を応用する、レーザー加工プラットフォームの基本設計を行う。

(2) レーザー加工の計測評価基盤技術の開発

- ・ レーザー加工時にモニタリングすべき物理量と加工品質との対応、及び上記レーザー加工プラットフォームへ実装すべきこれら物理量の評価系の所要性能をそれぞれ明らかにする。

(3) レーザー加工技術の標準化・調査研究

- ・ 基準サンプルや標準作業に関する調査研究を行う。
- ・ レーザー加工技術に関する調査研究を行い、技術ロードマップを策定する。

4-2 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（候補）を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDOは公募によって研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を選定し、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施する。

本事業は、次世代レーザー加工技術の開発に加え、これを支える基盤技術の確立も目的としているため、研究開発実施者はNEDOと協議の上、可能な限り研究拠点を集約して、プロジェクトリーダーの指揮の下、組織的に知見・ノウハウを蓄積しながら研究開発等を推進する。

4-3 研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間は、平成28年度から平成32年度までの5年間とし、そのうち、平成28年度実施期間を、NEDOが指定する日から平成29年3月31日とする。

4-4 平成28年度事業規模

需給勘定 2,000百万円（新規）

事業規模については、変動があり得る。

5. 事業の実施方式

5-1 公募

(1) 掲載する媒体

「NEDOホームページ」及び「e-Radポータルサイト」で行う他、新聞、雑誌等に掲載する。

(2) 公募開始前の事前周知

公募開始の1か月前にNEDOホームページで行う。本事業は、e-Rad対象事業であり、e-Rad参加の案内も併せて行う。

- (3) 公募時期・公募回数
研究開発項目①～④すべて平成28年5月に1回行う。
- (4) 公募期間
原則30日間とする。
- (5) 公募説明会
平成28年5月に関東近郊にて1回開催する。

5-2 採択方法

- (1) 審査方法
e-Radシステムへの応募基本情報の登録は必須とする。
事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置する審査委員会（外部有識者で構成）で行う。審査委員会（非公開）は、提案書の内容について外部専門家（学識経験者、産業界の経験者等）を活用して行う評価（技術評価及び事業化評価）の結果を参考にし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、NEDOはその結果を踏まえて事業者を決定する。
なお、申請者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。また、審査委員会は非公開のため、審査経過に関する問合せには応じない。
- (2) 公募し締切から採択決定までの審査等の期間
45日以内とする。
- (3) 採択結果の通知
採択結果については、NEDOから提案者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。
- (4) 採択結果の公表
採択案件については、申請者の名称、研究開発テーマの名称・概要を公表する。

6. その他重要事項

- (1) 評価の方法
NEDOは、技術的及び政策観点から研究開発の意義・目標達成度果、成果の技術的意義並びに将来の産業へ波及効果について、外部有識者による研究開発中間評価を平成30年度、事後評価を平成33年度に実施する。なお、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。
また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。
- (2) 研究開発の運営管理
NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。
 - ①研究開発の進捗把握・管理
NEDOは、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成するアドバイザリーボード等を組織し、定期的に技術的評価等を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。
 - ②技術分野における動向の把握・分析
NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。
なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。
- (3) 複数年度契約の実施
平成28～30年度の複数年度契約を行う。
- (4) 知財マネジメントにかかる運用

「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従って運用する。

7. スケジュール

7-1 本年度のスケジュール：

平成28年4月上旬：公募予告

平成28年5月上旬：公募開始

平成28年5月中旬：公募説明会

平成28年6月上旬：公募締切

平成28年6月下旬：採択決定

公募開始から30日

締切から45日以内

8. 実施方針の改定履歴

(1) 平成28年4月 制定