

focus 2018
No.68
NEDO

エネルギー・環境・産業技術の今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

特集1

ものづくりを変える!

NEDOの

レーザー加工技術

特集2

NEDO欧州事務所に聞く

IoTで加速する欧州の産業革新

未来技術への提言

メディアアーティスト **真鍋 大度** さん

Directing the Future

未来技術への提言

テクノロジーが作り出す アートの多様性

メディアアーティスト

真鍋 大度さん

自分たちが作り上げているアートの面白さは、仮想現実と現実世界の境目だったり、アナログとデジタルの境界線だったり、人間と機械だったり。そのどちらかに偏るのではなく、必ず現実世界との境界線の面白さをうまく見せたいと思っています。

例えば、ドローンを使ったパフォーマンスという、ドローンの動きにダンサーが合わせるか、エンジニアがダンスにドローンを合わせるかになりがちですが、どちらにしても、取って付けた表現になってしまいます。

やはり感動してもらいたいレベルの作品にするためには、振付家の発想でドローンと人間の両方の動きを作れたほうが良く、僕らは、振付家が思い通りにドローンを操作できるソフトウェアや、ダンサーの安全を考え、一般製品とは反対にぶつかったらすぐに壊れるドローン等を開発しました。こうした過程では、必ず問題意識や課題が出てきます。そこを、自分たちの技術を使って解決し、実装して発表するところまでできればベスト。

僕らは、今ある技術で、誰もやっていないことをどうやるかをテーマにしています。使える技術は限られてきますが、誰もやっていない組み合わせは結構あり、この“組み合わせの妙”は、テクノロジーの役割を自分たちの中だけで閉じては生まれません。映像エンジニア、プロダクトデザイナー、ダンサー、振付家、ミュージシャン等、僕らの多様なメンバーの組み方自体が、世界的に類を見ないあり方として、一つの特徴になっていると思います。より多くの人とコラボレートすることで、表現の形態も徐々に変わってきています。

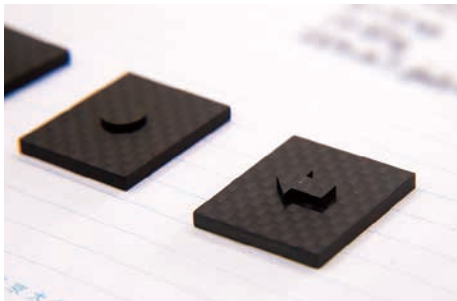
ビッグデータと機械学習技術の進歩で、「インタラクティブ」は、IBMが言うところの「コグニティブ」になり、同じ手を振る動作でもただのグラフィックではなく、それがサヨナラという意味かどうか、テクノロジーで文脈を表現できるようになっています。ちょっと先の技術が使えるようになれば、自分たちの表現がより豊かになる。そうした技術で新しい表現を見つけ、テクノロジーでアートの多様性を作り出していただければいいですね。

キレイなだけじゃなく、新しい価値観や議論を生み出すことこそ、アートの役割だと思うので、もっとアートが身近でオープンなものになるためにも、テクノロジーがその入口となればいいなと思います。



まなべ だいと

2006年Rhizomatiks 設立、2015年よりRhizomatiksの中でもR&D的要素の強いプロジェクトを行うRhizomatiks Researchを石橋素氏と共同主宰。慶応大学SFC特別招聘教授。注意深く観察することにより発見できる現象、身体、プログラミング、コンピュータそのものが持つ本質的な面白さや、アナログとデジタル、リアルとバーチャルの関係性、境界線に着目し、デザイン、アート、エンターテインメントの領域で活動。リオオリンピックの閉会式や紅白歌合戦等での演出のテクノロジーサポートも行う。



Contents

02 未来技術への提言

メディアアーティスト 真鋼 大度さん

04 特集1

ものづくりを変える!

NEDOの レーザー加工技術

06 深紫外・ピコ秒レーザーによる加工技術

08 高出力パルスレーザーによる新しい加工技術

09 次々世代加工を見据えた
高輝度・高効率レーザー光源技術

10 最適条件を導くレーザー加工プラットフォーム

12 特集2

NEDO欧州事務所に聞く IoTで加速する 欧州の産業革新

16 よくわかる! ニュースリリース解説

大面積化・低コスト化を実現する
新しい光触媒パネル反応器を開発

18 プロジェクトのその後を追う!

実用化ドキュメント
プレイバックヒストリー

Vol.8 ノンフロン型省エネ
冷凍空調システムの開発

20 NEDO Information

NEDOが実施・出展するイベントのご案内

focus²⁰¹⁸
No.68
NEDO

エネルギー・環境・産業技術の
今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の広報誌「Focus NEDO」は、NEDOが推進するエネルギー・環境・産業技術に関するさまざまな事業や技術開発、NEDOの活動について、ご紹介します。

ものづくりを変える! NEDOの レーザー加工技術

第4次産業革命の動きの中で、ものづくりが大きく変わろうとしています。

加工の条件をデジタル制御しやすいレーザーは、将来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ています。

NEDOはそのような世の中の動きを見据え、これまでになかった高輝度かつ高効率なレーザー技術や

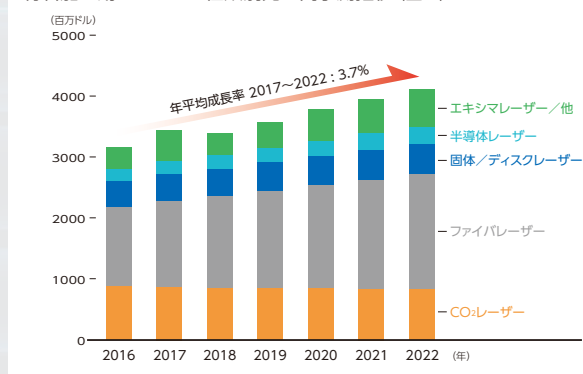
そのレーザーを用いた加工技術を開発し、社会に普及させることを目指しています。

世界的な生産効率化への流れ レーザー加工への高いニーズ

将来のものづくり現場では、あらゆるモノがインターネットでつながるIoT (Internet of Things) や人工知能のさらなる活用により、クラウドを通じた工作機器の連携と、自動化・無人化がさらに進むと考えられます。その中で、加工の条件をデジタル制御しやすい「レーザー加工」に注目が集まっています (P5図1)。

2016年におけるレーザーの世界的な市場売上高は、約1兆1400億円で、このうちの3割に当たる約3400億円が材料加工用途です。中でも、材料加工用レーザーの売上高は、2017年から2022年にかけて3.7%の成長率が見込まれており、順調に伸びていくとみられます (図2)。

材料加工用レーザーの種類別売上高予測推移 (図2)



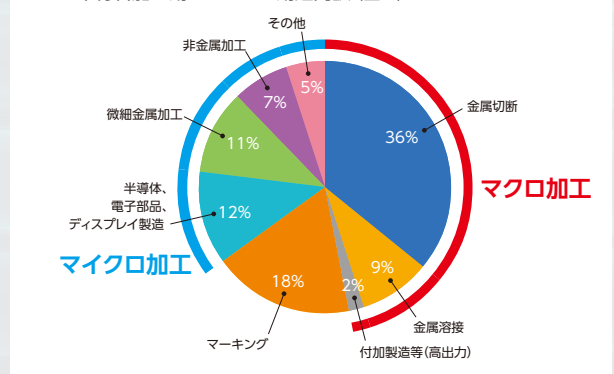
出典：Strategies Unlimited “Worldwide Laser Forecasts 2017” より作成

また、2016年の材料加工用レーザーの用途内訳を見てみると、kWクラスの高出力レーザーによるマクロ加工（金属切断や金属溶接等）と中～低出力のレーザーによるマイクロ加工（半導体、電子部品、ディスプレイ製造、微細金属加工等）が同程度の割合を占めており、どちらも需要があることが分かります (図3)。

その中でマクロ加工は、CO₂レーザーから、より効率の良いファイバレーザーへの置き替えが進んでいます。また、直接加工用半導体レーザーの高出力化が進むことによって、金属3Dプリンタ等の新しい付加製造用途が伸びていくとみられています。一方、マイクロ加工では、用途に応じた多種多様なニーズがあり、レーザーが加工ツールとして浸透することで、最適なレーザーが選択されていくと考えられます。

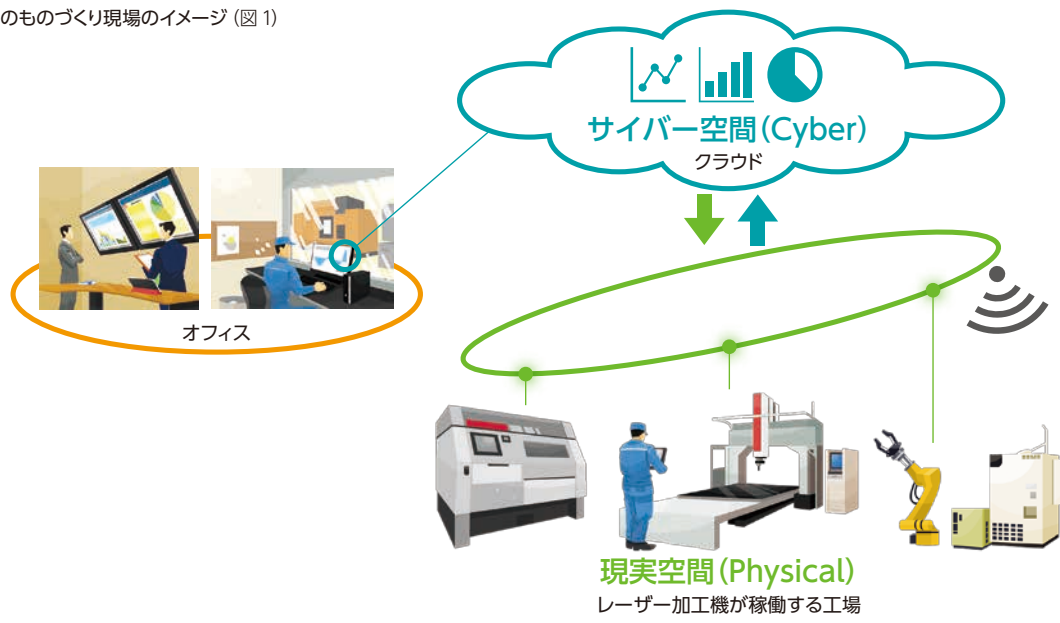
こうした背景を踏まえ、NEDOでは「高輝度・高効率次世代

2016年材料加工用レーザーの用途内訳 (図3)



出典：Strategies Unlimited “Worldwide Laser Forecasts 2017” より作成

将来のものづくり現場のイメージ (図1)



レーザー技術開発」プロジェクトに取り組んでいます。プロジェクトマネージャー (PM) を務めるNEDO IoT推進部の須永吉彦主任は、「『第4次産業革命』の動きの中で、ものづくりは多品種少量生産の時代を迎えました。そのニーズに対応できるツールの一つがレーザー加工です。今後も大きく成長していくレーザー加工市場を見据え、マクロ加工とマイクロ加工をいずれも磨き、社会に普及させることが重要です」と説明します。

レーザー加工技術は日本の競争力を強化する

政府が掲げる「科学技術イノベーション総合戦略2016」でも、「新たな産業や技術基盤の創出の核となる先端レーザー等の量子ビーム利用技術の高度化」が、「Society 5.0」(超スマート社会)の実現に向けて重要だと位置付けられています。

同プロジェクトのプロジェクトリーダー (PL) を務める東京大学物性研究所の小林洋平准教授は、日本が抱えている社会的な課題の観点からも、レーザー加工技術を向上させる大切さを強調します。「日本は人口減少という課題に他国より早く直面しています。豊かな生活を保つには生産性を上げなければなりません。また、エネルギーや環境の問題を考えたとき、製品の材料はできるだけ軽くて強いことが理想的ですが、CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 等のように、加工しづらい材料もあります。こうした課題にレーザー加工技術は万能性をもって対応できます」。

NEDOはこのプロジェクトで、これまでにない高出力で高品質なレーザー光を高効率に生み出す技術や、そのレーザー光

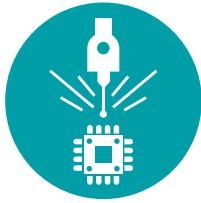
を用いた加工技術を開発し、広く社会で利用してもらうことを目指しています。そのためには、従来のレーザー加工技術が抱えている、加工速度、仕上がり品質、省電力化等の課題を克服することが欠かせません。そして、それぞれの課題に挑むことで、消費エネルギーの削減や、日本のものづくり産業の競争力強化を図ろうとしています。さらに、IoT等を活用し、これらのテーマを連携して相乗効果を発揮させることで、日本のものづくり全体を次のステージへと導いていきます。

次ページから、レーザー加工技術開発の各テーマのポイントや、その先にある社会実装イメージをご紹介します。



須永 吉彦
NEDO IoT推進部
主任/プロジェクトマネージャー

小林 洋平 氏
NEDO「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクトリーダー
東京大学物性研究所
極限コヒーレント光科学研究センター
副センター長/准教授



微細加工

発展する電子機器の製造ニーズに応える！

深紫外・ピコ秒レーザーによる加工技術

高品位の微細加工に不可欠 レーザーによるアブレーション加工

スマートフォン等、電子機器の発展に伴う製造ニーズに応えるため、これまでになく高品位な微細加工を可能とするレーザー加工技術の実現が望まれています。高品位な加工を行うためには、深紫外光のように波長が短く材料へのエネルギー吸収が高いレーザー光を、ピコ秒（ピコは1兆分の1）レベルといった短いパルス幅で照射することによる、アブレーション加工（溶融等の熱的な効果が発生する前に材料を除去する加工）が有効とされています。

そこでNEDOプロジェクトでは、アブレーション加工に最適な短波長・短パルス幅のレーザー光を、実際のものづくり現場で十分に活用できるよう、技術開発を行っています。しかし、実際の製造現場で用いるには高出力化が必要で、そのためには高い技術が求められます。

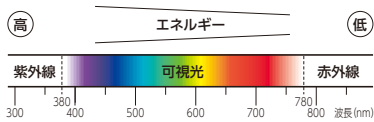
高出力化の課題に 大学、ベンチャー、大手が連携

本研究開発テーマの目標は、波長266nm帯（ナノは10億分

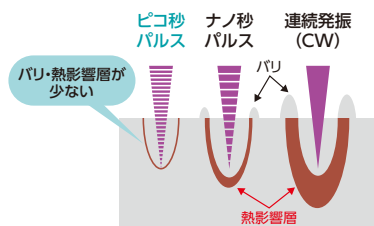
の1）の深紫外光レーザーによる出力を、現在商用化されている平均出力2Wから50Wにまで高めることです。これによりフィルムや金属箔といった材料だけでなく、半導体材料、結晶基板等、さまざまな産業用材料の加工を視野に入れることができます。目標達成に向け、深紫外光を発生させるための非線形光学結晶を作製する大阪大学、レーザー光源を開発するスペクトロニクス（株）、これらをレーザー加工機として組み上げる三菱電機（株）の三者が連携し、技術開発を進めています。

レーザー加工機では、レーザー発振器とも言われるレーザー光源でレーザー光を発生させます。一般には1064nm帯や10600nm帯の赤外光が多く使われています。このレーザー光を加工対象物の近くまで配光し、レンズを使って集光させ、テーブル上で穴あけや切削等の加工を行うといった過程を踏みます。レーザー光を短波長化する場合には、経路の途中でレーザー光を非線形光学結晶に通し、波長変換を行います。

この非線形光学結晶を開発しているのが大阪大学です。大阪大学は長年の研究実績を持ち、1993年に発明した「CLBO（CsLiB₆O₁₀）結晶」から作製する波長変換素子を、レーザーの出力増加に合わせて大型化することに取り組んでいます。大型化のためには、リチウム（Li）の相対量を減らすなど、結晶育



本プロジェクトで扱う波長域。波長が短いほどエネルギーが高い。



レーザー発振方法の違いと加工結果のイメージ。ピコ秒の短いパルス幅でレーザー光を照射すると、バリ・熱影響層が少ないアブレーション加工ができる。

スペクトロニクス(株)
短波長・短パルス幅レーザーの開発

光を出す

波長266nm

大阪大学
高品質・大口径波長変換素子の開発

1064nm → 532nm → 266nm

大口径CLBO素子

三菱電機(株)
高速・高精度高強度加工光学系

加工する

伝送・ビーム成形

カーボンスキャ

レンズ

テーブル

加工モニタ

データ活用

加工技術

IoT/ネットワーク

深紫外・ピコ秒レーザー加工機

研究開発テーマ内の役割分担。深紫外・ピコ秒レーザーを搭載したレーザー加工機の開発に連携して取り組む。

本プロジェクトの成果が組み込まれたレーザー加工機。

写真左から
折井 庸亮 氏
スペクトロニクス株式会社
研究開発グループ
エキスパート

服部 一成
NEDO IoT推進部
主査

西前 順一 氏
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

吉村 政志 氏
大阪大学レーザー科学研究所
光量子ビーム科学研究部門
教授



成溶液の組成比を改良し、結晶の品質を向上しつつ、結晶が作られる過程で生じる欠陥の制御にも取り組んでいます。「現状の装置では600gほどの大きさですが、より大きな結晶を作り、無駄なく結晶を使うことで経済性を高めようとしています」と、大阪大学の吉村政志教授は語ります。

スペクトロニクス(株)は、この大型CLBO製波長変換素子を用い、短波長かつ短パルス幅のレーザー光を生み出す光源の技術開発を行っています。波形の良い高出力のパルス光を生み出し、266nmの深紫外光を安定的に生じさせることが目標です。具体的には、波長幅を高度に制御した利得スイッチ半導体レーザーの出力を1億倍以上に増幅し、近赤外光を2回波長変換することで、紫外光を生み出します。同社の折井庸亮氏は「実生産のラインで使うために、従来の2Wをはるかに超える高出力の光を安定して連続稼働させることが、私たちの挑戦課題であり、これまでにない周辺技術の開発も含め行っています」と話します。

加工ツールとしての完成度を上げ 難加工材料も自在に加工

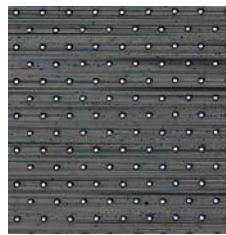
高出力の光源により発生したレーザー光を加工機で扱うには、高い強度を持つ光学系が必要です。担当する三菱電機(株)は、高い加工品質を実現するための光学系の開発に取り組んでいます。また、最適な加工を実現するための条件探索も課題です。「試行錯誤していますが、NEDOプロジェクトのテーマ間連携で得られるデータを生かして、必要な技術をレーザー加工機

に組み込んでいきたい」と、三菱電機(株)の西前順一氏は話します。

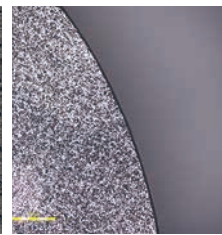
NEDO IoT推進部の服部一成主査は、「中間目標の20Wは見てきました。最終目標の50Wはチャレンジングですが、実現すればガラス基板や金属、さらに複合材料やセラミックス等の難加工材料の精密加工も可能な技術が実現するでしょう」と期待を膨らませています。



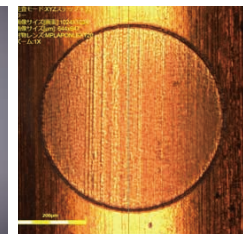
大阪大学が作製した重量約600gの大型CLBO結晶。これから、波長変換素子を切り出す。



金属の穴開け加工



複合材の切断加工

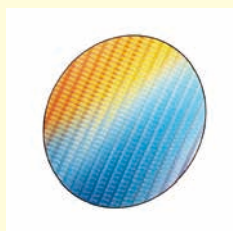


樹脂のアブレーション加工

高品位加工の例。精度の良い加工によって、高品質な目的物が得られる。

電子機器の製造能力向上に貢献! ~社会実装イメージ~

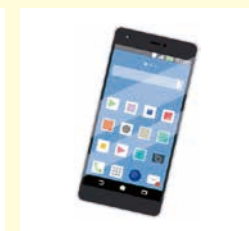
深紫外・ピコ秒レーザー加工技術がものづくりに生かされると、情報機器の小型化や高性能化が進む。これまで加工が困難だったガラスやセラミックス等の材料に対する高品質な加工も実現。また、波長変換素子であるCLBO結晶が、半導体検査の光源発生等、材料加工以外の用途にも使われることも。



ウエハー



集積回路



スマートフォン



材料強化

航空機や自動車の軽量化に貢献！

高出力パルスレーザーによる
新しい加工技術金属材料をレーザー技術で強化
軽量化、省エネルギー化へ

航空機や自動車で使われる鉄鋼やアルミニウム合金等の材料には高耐久性が求められており、表面を鍛えて耐摩耗性や耐疲労性を高める「ピーニング」という加工技術が使われています。レーザー技術によるピーニングは、従来の鋼粒^{こうりゅう}を当てて行うショットピーニングより深くまで加工を施すことができ、全体として金属の強度を高められると注目されています。金属の強度が高まると材料の使用量を減らすことができ、軽量化ひいては燃料使用量の低減につながります。しかし、現状では照射されるレーザー光のエネルギーが低く、1パルスごとに高いエネルギーを出すことが課題となっています。

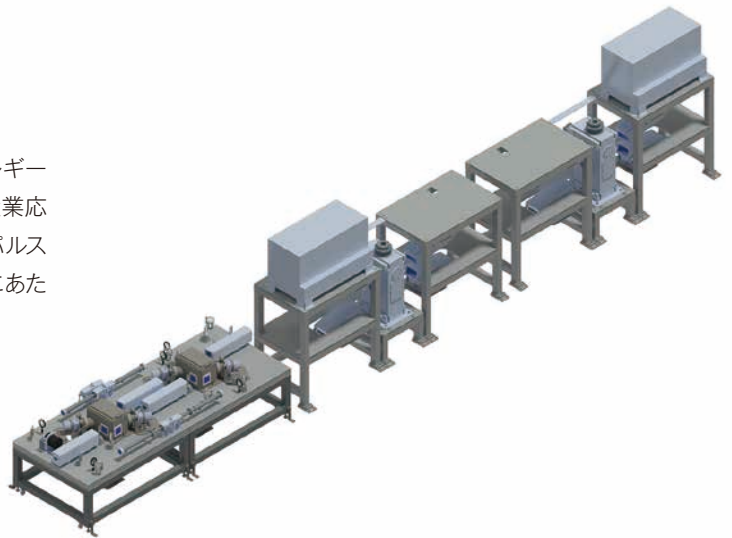
従来の25～50倍のエネルギーとなる
高出力パルスレーザー装置を開発

欧州や米国、アジア等の海外研究機関では、光エネルギーが従来に比べて極めて大きい高出力パルスレーザーの産業応用化を進めています。こうした流れの中でNEDOは、光パルスエネルギーが、現在商用化されている装置の25～50倍にあたる500J級という、世界トップレベルの出力を目指し、開発に取り組んでいます。

NEDOプロジェクトでは、半導体レーザーの技術を生かした高出力^{れいき}励起光源モジュールと、セラミックレーザー増幅器を組み合わせた加工装置の構築を浜松ホトニクス

(株)、材料への照射試験やシミュレーション技術を大阪大学、非破壊・非接触で分析評価する技術開発等を産業技術総合研究所がそれぞれ進めています。

現在は中間目標である100J級パルスレーザー装置の基本設計が完了し、レーザー加工装置としての構築も順調に進んでいます。幅広い加工に対応できるように、パルス波形は可変制御を可能としており、このような機能を用いた新たな加工技術の実証を進めていこうとしています。高出力・高繰り返しのパルスレーザーが実現すれば、ピーニングの他、レーザーを用いた曲げ加工のフォーミングや表面洗浄、塗装剥離等も効率よく行うことができるようになります。



浜松ホトニクス(株)が開発を進める高出力パルスレーザー装置のイメージ。

航空機や自動車を省エネルギー化！ ～社会実装イメージ～



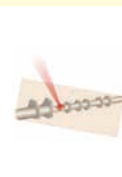
航空機の主翼の加工



自動車のカムシャフトの強化



鉄道車両の塗装剥離



銅板の曲げ加工

自動車や航空機等に用いられる金属部材の強度が増すことで、「軽い自動車」や「軽い航空機」等が実現し、世界に普及。軽くなることで必要な燃料の量が減り、省エネルギー化や温室効果ガス抑制の効果を得ることができる。



次々世代加工光源

レーザー加工の未来に挑戦!

次々世代加工を見据えた 高輝度・高効率レーザー光源技術

情報・通信分野から材料加工分野へ展開 半導体レーザー技術で高効率化と小型化を実現

次々世代のレーザー加工を見据え、NEDOは従来の性能を凌駕する革新的な高輝度・高効率レーザー光源の基盤技術やその周辺技術の開発を進めています。

半導体レーザーはエネルギー効率の高さから、光通信や記録メディア、ディスプレイ、照明等に欠かせない技術となっています。特にヒ化ガリウム (GaAs) やリン化インジウム (InP) 等を材料として用いる半導体レーザーは、情報・通信分野で大きく発展してきました。材料加工分野においても、励起光源やシード光源、あるいは直接加工用光源としても用いられるようになってきています。出力やビーム品質にはまだ課題があるものの、材料加工用光源分野への本格的な応用が期待されています。

これらを見据えて、NEDOプロジェクトでは、多数の企業や大学が参画し、日本発の優れた半導体レーザー技術である面発光レーザー (VCSEL)、量子ドットレーザー、フォトニック結晶レーザーを次々世代のレーザー加工用光源に取り入れるべく、開発を進めています。

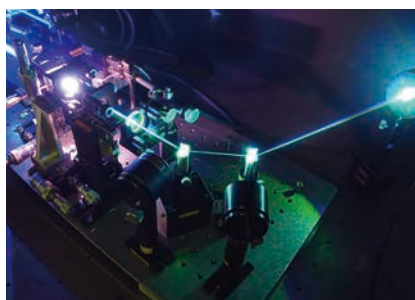
東京工業大学と企業のグループは、加工現場に携行できる新しい構造の面発光半導体レーザー光源の研究開発を進めています。極めて高効率に動作することができる量子ドットレーザーの高出力化には、東京大学と企業のグループが取り組んでいます。また、京都大学と企業のグループは、高ビーム品質が特徴のフォトニック結晶レーザーにより、加工用の短パルス高出力光源の実現を目指しています。

新たな材料、構造により実用化を目指す 短波長域の加工用レーザー光源

半導体レーザーは窒化ガリウム (GaN) 系の材料を用いることで青色を中心とした短波長の光を放つことができます。

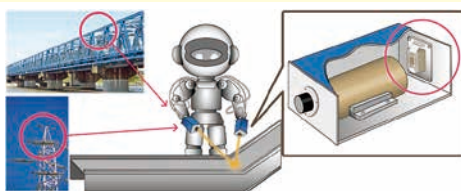
NEDOプロジェクトでは、日本が世界をリードするGaN系半導体レーザーによって短波長域の光源開発を加速します。

パナソニック (株) のグループは、GaN系のレーザーアレイ素子や金属両面放熱構造等の開発により、高出力の青紫色半導体レーザー光源の開発に取り組んでいます。また、前述の京都大学と企業のグループは、GaN系の材料を用いたフォトニック結晶レーザーの開発により、高ビーム品質の青紫色半導体レーザーの実現を目指しています。さらに、窒化アルミニウム (AlN) 結晶基板を用いた窒化アルミニウムガリウム (AlGaN) の深紫外半導体レーザーの実現には、理化学研究所と山口大学が取り組んでいます。加えて、千葉工業大学を中心とした企業等のグループは、GaN系の半導体レーザーとプラセオジウム (Pr) 添加光ファイバーの組み合わせによって可視光のレーザーを作り、1回の波長変換によって紫外光を発生させる小型レーザー光源の開発を進めています。

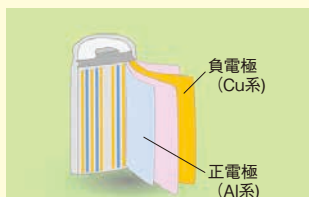


千葉工業大学を中心としたグループが開発を進めるPr添加緑色ファイバーレーザーの発振写真。

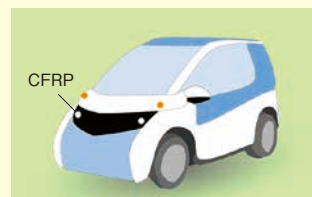
レーザーの新しい使い方を開拓! ~社会実装イメージ~



現場に携行しての直接加工



リチウムイオン電池の切断・溶接



CFRP等の複合材の加工

半導体レーザーはエネルギー効率の高さを生かし、あらゆるレーザーの土台として使用されていく。小型であれば現場に直接持ち込み、その場で加工することも可能に。材料によって発する光の波長域を変えることができることも魅力。医療、記録、照明、印刷・塗装等幅広い分野での応用も進む。



加工レシピ

経験と勘に頼ったレーザー加工からの脱却！

最適条件を導く レーザー加工プラットフォーム

職人の経験・勘ではなく
データの循環・蓄積により学理へつなげる

NEDOが本プロジェクトで大きなマイルストーンの一つに位置付けているのが、レーザー加工プラットフォームの構築です。加工のニーズに対し、数多くのパラメータから最適な加工条件であるレシピを導き出す仕組みの構築を目指しています。

従来は、新たな材料をレーザーで加工する際、職人等の限られた人材が経験や勘でどう加工すべきか判断してきました。最適な加工条件を見いだすには膨大な試行錯誤を要する上に、その際に得られた知見が社会で共有されることはほとんどありませんでした。しかし、加工結果が評価・蓄積され、それを知見として社会で活用することができれば、作りたいものを誰もが簡単に作れるようになります。

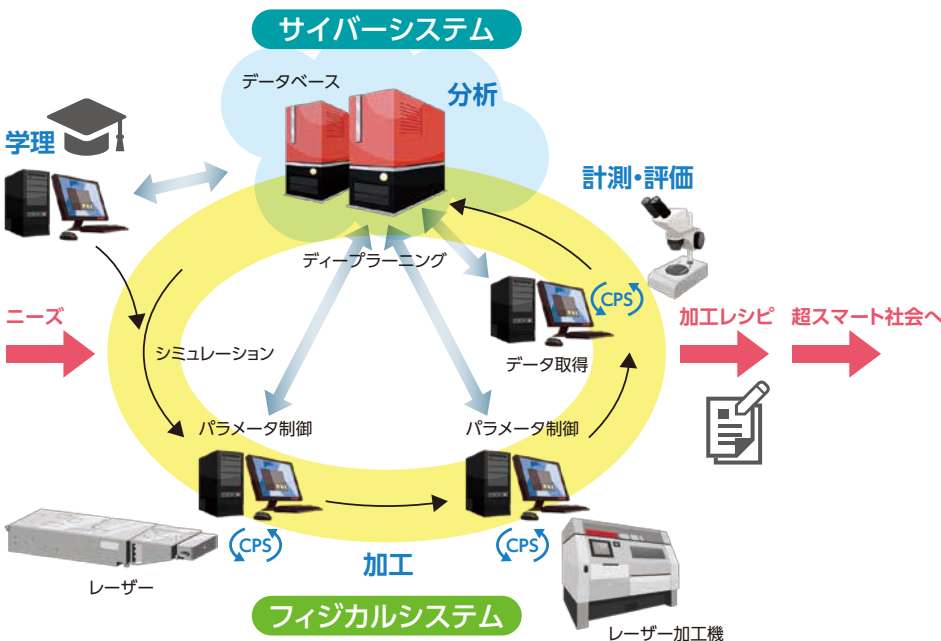
IoTや人工知能の技術が飛躍的に進歩している中、今後は、加工データの蓄積と分析が加速度的に進むと考えられます。これに伴い、学理による「なぜこの加工ができるのか？」の検証も加速すれば、ゆくゆくはシミュレーションだけで正確に加工

結果を予測できる時代が来るはず。そのため「加工」「計測・評価」「分析」を迅速に循環する仕組みが重要となります。

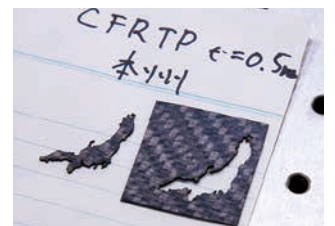
「最適加工のレシピ」を集めた
何でもこなす夢のユニバーサル加工機

こうした未来の実現に向けて、NEDOプロジェクトでは、まずパラメータ条件を大きく変えることができるレーザー加工機や、加工時の現象を捉える計測器等を取りそろえ、レーザー加工プラットフォームの構築に取り組んでいます。このプラットフォームで、ものづくり企業の要望に応じた加工を試すとともに、計測や評価等も行い、広範なパラメータから得られた加工条件のデータを蓄えていきます。この蓄積データを機械学習にかければ、「この原料、硬さ、強さの材料に対しては、この加工法が最適」といった「最適加工のレシピ」を作ることができます。そしてレシピが集まると、究極には誰もが扱えて何でもこなすユニバーサル加工機が実現すると言えます。

NEDOプロジェクトのサブPLを務める東京大学の田丸博晴特任准教授は「『明日こういった加工をしなければならない』



最適加工条件を導き出す仕組み。CPSはサイバー・フィジカルシステムの略。



プラットフォームのレーザー加工機で、CFRPを本州の形に切り抜いたもの。



CFRPに切り抜き加工を施したものの。左の写真でも加工が施されているが、一見加工前のように見えるほど、削りしろが少ない。正確に自在な形状の加工ができる。



球体は水滴。加工の仕方次第で材料表面に撥水性を持たせることも可能。



写真右から
田丸 博晴 氏
東京大学大学院理学系研究科附属
フotonサイエンス研究機構 特任准教授

服部 一成
NEDO IoT推進部 主査

小林 洋平 氏
NEDO「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発プロジェクト」プロジェクトリーダー
東京大学物性研究所 極限コヒーレント光学科学研究センター
副センター長/准教授

黒田 隆之助 氏
産業技術総合研究所
産総研-東大 先端オヘランド計測技術OIL
先端コヒーレント光プロセスチーム ラボチーム長 (東京大学客員連携研究員)

須永 吉彦
NEDO IoT推進部 主任/プロジェクトマネージャー

水谷 美衣子
NEDO IoT推進部

というニーズに、『このパラメータを設定すればできますよ』とすぐに応えられるような状況をつくりたい」と話します。また、産業技術総合研究所のラボチーム長で、もう一人のサブPLである黒田隆之助氏は、「ニーズに応じた評価を正確に行うための計測技術開発も、本テーマでの狙いです。産総研をはじめとした国の研究機関が共通基盤となる技術の開発を主体的に進めることも重要です」と話します。

オープンイノベーションを本気でやる “協調領域”が産業競争力を高める

レーザー加工に携わる企業同士は、時に競争関係にありますが、レーザーや加工機を作る側だけでなく、素材を提供する側、材料を加工する側等、立場の違うプレーヤーが協調し合っ

て技術力を高めていく関係を構築することが重要です。NEDOプロジェクトは、企業がそのような認識を持ち、協働関係を築ききっかけをつくる役割も期待されています。プロジェクトではニーズ側、シーズ側双方へのヒアリングを重ねています。また、レーザー加工の技術を高め合うため、プロジェクトの実施者が中心となって「TACMIコンソーシアム」を設立しました。

「多くの方にご協力いただいて、協調領域も築いてこられました。4月からのプロジェクト3年目以降も、こうした部分を大いに生かし、確実に社会実装につなげるための取り組みを進めていきたいと思います」(須永 PM)

早くも社会に! ~世界最高クラスの高出力・高輝度 青色半導体レーザーが製品化~



高出力・高輝度青色半導体レーザー。



高出力・高輝度青色半導体レーザー搭載SLM方式3Dプリンタ。

NEDOは、青色半導体レーザーの高輝度化により純銅を積層造形できる3Dプリンタの実現と、この成果に基づく高出力100Wクラスの青色半導体レーザーの製品化を相次いで発表。純銅素材の加工に必要なパワー密度を初めて実現したことがポイント。純銅素材の加工については、航空・宇宙・電気自動車等の多くの産業から期待されており、それにこたえるべく、レーザー加工プラットフォームの一つとして整備を進めている。

産学官でレーザーによるものづくりに革新を TACMIコンソーシアムが発足

NEDOプロジェクト「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」の実施者の一つである東京大学は、2017年10月、産学官連携でレーザー加工等のものづくりの技術を高め合うため「TACMIコンソーシアム」を設立しました。

TACMIは“Technological Approaches toward Cool laser Manufacturing with Intelligence”の頭文字をとったもの。代表はNEDOプロジェクトのPLである小林洋平氏が務



めます。

NEDOプロジェクト実施者の23法人が加入する他、新規会員を募って次世代レーザー加工技術の実証を積み重ねています。

NEDO欧州事務所へ聞く IoTで加速する 欧州の産業革新

IoTによる産業革新がグローバルに進む中、世界をリードする動きが加速する欧州。製造業の変革やベンチャー支援等、今、注目の欧州動向について、フランス・パリにあるNEDO欧州事務所に聞きました。



CeBITでNEDOブースを視察するメルケル首相（中央）と安倍総理大臣、世耕経済産業大臣。

各国の特長を生かした市場統合で エネルギー・産業分野の動きが加速

欧州は、EU加盟国が28カ国、人口5億人の経済圏です。イギリス・ドイツ・フランス・イタリア・スペイン・北欧・東欧と、EUとしての市場統合を目指しつつも、各国が自国の特長を見だし、さまざまな取り組みを行っています。中でも、NEDOが取り組むエネルギー・産業技術分野では、世界をリードする動きが活発化しています。

エネルギー関連分野では、2015年12月に行われたCOP21でパリ協定が採択され、改めて再生可能エネルギー導入と脱化石燃料に対する議論が高まっています。欧州の大都市では、エネルギー環境問題の解決や市民生活の質向上のため、IT技術やその他の先端技術を活用したスマートシティへの取り組みが盛んです。特にフランス、イギリスは、2017年7月に長期的なCO₂削減や都市部の環境問題の観点から、2040年までに化石燃料自動車の販売禁止の方針を打ち出すなど、EVやFCV等の次世代自動車への関心が高まっています。

さらに、エネルギー市場の自由化が進んだ欧州では、ブロックチェーン等を活用した電力の個人間取引が始まるなど、エネルギーを巡る新たなビジネスの兆しも見えてきています。

産業技術の分野では、通信技術やデータ処理技術の進歩により、製造業の生産性の向上、仮想技術を活用した新たな設計手法の導入、3Dプリンターのような付加工技術の導入といった取り組みが見られます。さらには、市民生活に密着した公共交通や飲食業においても、オンデマンドサービスやシェアリングサービス等の新たなサービスが普及してきました。

中でも、ドイツで提唱されたIoTやAI技術を用いて製造業を革新する「インダストリー4.0」プロジェクトは、世界からも広く注目されています。またフランスでは、元々強みであったソフトウェアの技術を生かした技術ベンチャー企業の活躍が目立っており、これに着目したフランス政府は、産学官を挙げてスタートアップ支援政策を進め、経済成長のエンジンにしようとしています。

一方で、ドイツ、フランス等のベンチャー支援機関によると、日本と同様にユニコーン企業（時価総額10億ドル以上の非上場企業）の数が少なく、どうすればアメリカ、中国のようにユニコーン企業を育成できるのだろうか、日本と同じような悩みを抱えている面もあります。

日本は重要なパートナーである欧州とどのような形でビジネスを発展させていくか、その鍵ともなる、欧州で加速する産業革新の動きを紹介します。

NEDO欧州事務所が見た 欧州2大産業トレンド

インダストリー4.0

Germany

ドイツ



世界に産業革命の意識を広めた 先駆的プロジェクト

「インダストリー 4.0」は、日本でも第4次産業革命と訳され話題ですが、これは、製造業の生産工程や流通工程のデジタル化により生産性を向上させることを目的に、ドイツ政府が2011年に提唱した国家戦略プロジェクトです。

これまでは第3次産業革命として、ロボット導入によるファクトリーオートメーション (FA) が中心でした。一方、「インダストリー4.0」は、通信技術やビッグデータ技術の進歩により、現実のサプライチェーンをサイバーフィジカル空間 (CPS) やデジタルツインと呼ばれるデジタル空間上で最適化し、営業や流通までを含めたサプライチェーン全体のIoT化を目指しています。

このコンセプトは、最も効率化が進む自動車産業のモジュール

生産方式から発展させたものと言われていますが、ドイツではあらゆる製造業に浸透させようと、2013年に「プラットフォーム・インダストリー4.0」という産学官の推進団体を設立し、現在、積極的にスマートファクトリー実現のための研究開発や標準化が進められています。



CeBITで「Global Solutions for the Next」をテーマにNEDOブースを出展。

CeBIT: IoTや介護ロボット技術を紹介

ドイツ・ハノーファーで毎年開催される世界的な情報通信分野の見本市「CeBIT」。2017年は日本がパートナー国となり、NEDOブースでは、IoTや介護ロボット等を中心に成果を紹介し、開催初日には、メルケル首相と安倍総理大臣が視察し大きな反響を得ました。

ラ・フレンチ・テック

France

フランス



国を挙げた技術ベンチャー支援で 急増する投資

フランス政府は2013年11月に「La French Tech (ラ・フレンチ・テック)」という技術ベンチャー支援の政策パッケージを発表しました。この「ラ・フレンチ・テック」では、起業家のみならず、投資家やアクセラレーターと呼ばれる起業支援家まで広く巻き込み、支援する体制を構築しています。

具体的には、アクセラレーターの資金力強化のために2億ユーロの基金を設立。さらに、ベンチャーの国外進出や国外起業家のフランスでの活動支援に1500万ユーロを充てるなど、積極的な支援策を打ち出しています。

こうした支援策を受け、フランス国内のベンチャー投資は急増しています。2014年には投資件数372件、投資金額は約9億ユーロでしたが、2017年には同605件、約26億ユーロと、件数で約1.6倍、金額で約2.8倍となっています*1。投資分野はインターネットサービスが最も多く、この領域の競争が加速しています。

*1: Ernst&young 「Baromètre EY du capital risque en France Bilan annuel 2017」より

Station F: 1000社以上のベンチャーが集結

2017年6月末に世界最大のベンチャーインキュベーション施設「Station F」がオープン。フランスの携帯電話大手Free社の創業者が私財で立ち上げた施設で、特許や補助金等の相談が可能な公的機関も入り、すでに1000社以上のベンチャーが活用しています。



2017年10月にパリ市内で開催されたベンチャーマッチングイベントの様子。



世界最大のベンチャーインキュベーション施設「Station F」の内部。

グローバルなオープンイノベーションを促進!

ドイツ・フランス・イスラエル企業との国際共同研究をご検討の方、ご相談ください



事業紹介ページ

NEDOのコファンド事業について

強みを発揮し合いイノベーション創出へ

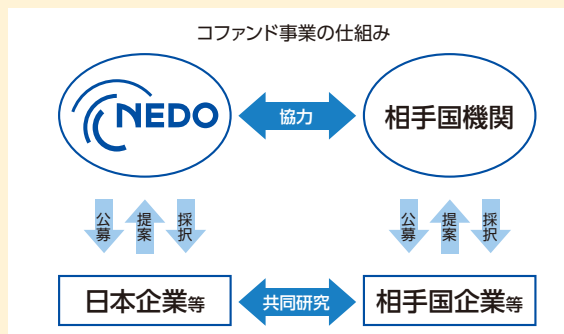
ビジネスのグローバル化がますます進む現在において、他国企業と協力して不足している技術やアイデアを互いに補い合いながら、革新的で新しい価値を創造するオープンイノベーションは重要です。また、グローバルマーケットへの進出の遅れは、国際標準化獲得の遅れの一因にもなりかねません。

そこでNEDOは、オープンイノベーションの促進に向け、国内企業と海外企業の国際共同研究を支援する「コファンド事業」を実施しています。これは、国内企業と海外企業が行う国際共同研究を、国内企業はNEDOに、海外企業はその国の支援機関に同時に提案し、それぞれの審査を両方も通過した場合に、共同研究に対する助成が受けられる制度です。

NEDOは、2011年度にフランスとのコファンド事業開始を皮切りに、現在では、インダストリー4.0を背景に製造業のデジタル化を進めるドイツ、サイバーセキュリティー等に強みを持ち多くのイノベーションを創出するイスラエルも加

えた計3カ国で実施しています。これまでに14件のテーマを採択し、IoT、レーザー、ナノ材料等、多岐にわたる分野を支援しています。

世界に比べ、高い技術力を有しながら、海外への進出に踏み切れない日本企業は少なくありません。NEDOはこの支援を通じて、国内企業による海外の最先端技術の取り込みやグローバルマーケットへの進出を後押しし、日本におけるオープンイノベーションの推進と産業競争力の強化を目指しています。



<問い合わせ先> international@ml.nedo.go.jp

本制度を通じて、さまざまな動きが生まれています

Germany ドイツ

ドイツとのコファンド制度スタート

NEDOは、2017年3月に経済産業省と共に、ドイツ連邦経済エネルギー省 (BMWi) と両国の産業競争力強化と国際化促進に向けて、両国企業間の国際研究開発を支援していくことに合意し、共同声明に調印しました。これに基づき、2017年度からドイツとのコファンド事業を開始し、3Dプリントを活用したステントグラフトの開発、紫外・中赤外域での新たなバイオ・ガス分光分析システムの開発の2件を支援しています。



調印式の様子。左からNEDO古川理事長、世耕経済産業大臣、ツィブリス・ドイツ連邦経済エネルギー大臣 (当時)。

France フランス

コファンド事業の成果報告会を実施

2018年1月末に、コファンド事業の成果を報告するため、フランス・パリ市内で、コニカミノルタ (株)、仏バイオアクシャル社、仏バスツール研究所が、「蛍光ナノ粒子を用いた創薬支援システムの開発」の成果報告会を開催しました。当日はNEDOの他、フランス側の支援機関であるBpifranceや、日本大使館、JETRO、ユーザーとなる大手製薬会社からも出席があり、多くの関係者の協力の下、成功裏に終了しました。



成果報告会と同時開催された仏バイオアクシャル社でのラボツアーの様子。

NEDOの欧州での活動一例

- 各国研究開発支援機関とのネットワーキング例
- NEDOが欧州で進めている実証事業例

InnovateUKとの意見交換
2017年7月

拠点型イノベーション創出事業「カタバルト」のエネルギーシステムや洋上再生可能エネルギー担当者との意見交換。

ニーダーザクセン実証のMOU締結
2017年3月

風力発電の有効活用のため、LiBとNAS電池のハイブリッド型の大型蓄電池の実証を進めるためのMOUを締結。

マンチェスター実証の成果報告会
2017年11月

スマートコミュニティ実証事業の成果や、今後の英国におけるヒートポンプ導入見通し、電力システムのあり方について発表。

NEDO欧州事務所

COP23への参加
2017年11月

ボンで行われたCOP23で、NEDOと経済産業省が主催する国際会議「Innovation for Cool Earth Forum (ICEF)」第4回年次総会の結果を報告。

NEDO-ADEMEセミナー
2017年12月

次世代モビリティのためのインフラストラクチャーをテーマに、EVやFCVの普及に必要な技術等、日仏企業のそれぞれの取り組みを紹介。

リヨン実証の成果報告会
2017年10月

ポジティブエナジー（エネルギーを生み出す）ビル「HIKARIビル」等によるスマートコミュニティ実証を完了し、その成果発表会を実施。

NEDOが欧州で進める活動について *Message*



NEDO欧州事務所

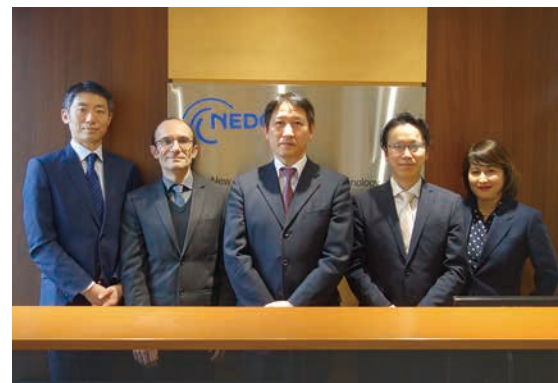
NEDO欧州事務所は1998年10月の設立以降、欧州のエネルギー・産業技術の情報収集、政府やその関係機関とのネットワークづくり、欧州地域内でのNEDO実証事業、NEDOコファンド事業のサポートに取り組んできました。

欧州は、エネルギー環境技術・産業技術に関し、いち早くさまざまな取り組みを進めています。このため、日本で新たな政策や方向性を検討する際には、欧州の取り組みが参考となってきました。一方で、ある一面だけを切り取ると順風満帆に進んでいるように見える欧州の取り組みも、当然ながら、全てが順調にしているわけではありません。現実には、さまざまな問題が生じ、試行錯誤を繰り返しています。NEDO欧州事務所は、このような、一見ただけでは分からない等身大の欧州を、伝えていければと考えています。

そして、欧州に学ぶだけでなく、欧州の優れた一面を上手に日本の取り組みに取り込んでいくことが、日本の産業競争力を高めていく鍵だと考えています。欧州との協力というと、物理的な距離や言語、文化的な背景の違いから、ちゅうちょしてしまう面があるのではないのでしょうか。

NEDOはコファンド事業（P14参照）によって、日欧双方の強みを生かした国際共同研究開発を支援しています。言語や文化の違いがある中で進める国際研究開発は、国内の企業同士で行う研究開発協力以上に困難はあると思いますが、それ以上の広がりを持つ可能性があると考えています。NEDO欧州事務所は、この事業が欧州に関心がある企業の皆さまにとって、国際研究開発の最初の足がかりとなればと考えています。

欧州に来られる機会がある際には、パリにありますNEDO欧州事務所をご訪問ください。事務所職員一同、皆さまのお越しをお待ちしています。



NEDO欧州事務所の職員一同。

よくわかる！ ニュースリリース

解

説

専門用語や技術用語、難しい技術等が出てくるニュースリリースを、もっと簡単にポイントだけ絞ってお届けするコーナー。

NEDOの最先端技術の成果や取り組みを分かりやすく解説します。

用語解説

二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発（人工光合成プロジェクト）

ここで言う人工光合成とは、太陽エネルギーを用いて、相対的にエネルギーレベルの低い水や二酸化炭素等を、相対的にエネルギーレベルの高い水素や有機化合物等に変換する技術。本プロジェクトは人工光合成に関する基盤技術開発を実施。

C₂~C₄オレフィン

二重結合を1つ含む炭化水素化合物で、炭素数2から4のもの。C₂はエチレン、C₃はプロピレン、C₄はブテンと呼ばれ、プラスチック原料等となる基幹化学品として用いられる。

人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPCHEM）

参画機関は、国際石油開発帝石（株）、TOTO（株）、（一財）ファインセラミックスセンター、富士フィルム（株）、三井化学（株）、三菱ケミカル（株）（五十音順）。

光触媒パネル反応器

ここでは、光触媒を固定した基板を格納して水を水素と酸素に分解させる、平板状の反応器を指す。

News Release

Development of a New Photocatalytic Panel Reactor for Scale-up and Low-cost Production
– Realization of water-splitting inside the reactor filled with only a 1-mm-deep layer of water –

環境部の

「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発（人工光合成プロジェクト）」に関する

2018年1月19日付ニュースリリースをピックアップ！

News Release

大面積化・低コスト化を実現する
新しい光触媒パネル反応器を開発
—水深1mmの反応器で水分解を実現—

〈概要〉

NEDOは、「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発（人工光合成プロジェクト）」において、太陽エネルギーを利用して光触媒によって水から得られるクリーンな水素と二酸化炭素を原料とした基幹化学品（C₂~C₄オレフィン）製造プロセスの基盤技術開発に取り組んでいます。このプロジェクトは、図1（P17）に示す3つの研究開発テーマで構成され、二酸化炭素排出量の削減に貢献可能な革新的技術開発の一つとして、中長期的に推進すべき研究に位置付けられています。

3つの研究開発テーマのうち、光触媒開発については、2021年度末に最終目標の太陽エネルギー変換効率10%を達成すべく、研究開発を進めています。その数値目標達成とともに重要なこととしては、光触媒反応システムの大面積化・低コスト化があります。大面積化・低コスト化は、太陽光を用いた光触媒による水分解反応システムの実現に不可欠であることから、研究開発の段階から検討すべき項目です。

今般、NEDOと人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPCHEM）は、国立大学法人東京大学、TOTO株式会社、三菱ケミカル株式会社とともに、人工光合成システムの社会実装に向けて大面積化・低コスト化を実現する光触媒パネル反応器の開発に成功しました。

開発した反応器は、基板上に光触媒を塗布し形成したシートを用いて、わずか1mmの水深でも、実用化する上で十分な速さで水を分解して水素と酸素を放出できることを初めて確認しました。水深を浅くできたことで、既存の反応器より反応器内の水の量を大幅に低減でき、軽量で安価な材料で製造可能な構造なため、大面積化が実現できる可能性が分かりました。さらに、1m²サイズの大型の光触媒パネル反応器（図2、P17）を試作し、自然の太陽光照射下の実験で水を水素と酸素に分解できることも確認できました。

今回の成果は、光触媒を用いた人工光合成システムを社会実装する上で重要な大面積化・低コスト化を実現する光触媒パネル反応器の設計に関する新たな基本原理を示した画期的な成果です。

なお、今回の研究成果は、2018年1月17日（水）（アメリカ東部標準時間）に米国科学誌「Joule」のオンライン速報版で公開されました。



詳細については、以下のWebサイトをご参照ください。
[http://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(17\)30224-6](http://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(17)30224-6)



2018年1月19日 ニュースリリース
http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100899.html

注目技術

太陽光で水を水素と酸素に分解！ 人工光合成システム

光触媒を利用し、太陽エネルギーで光合成の現象を人工的に行うことで、低炭素社会実現を目指します。

ここがポイント！

- ✓ わずか水深1mmでも、安定的に水分解する光触媒パネル反応器の基盤技術を開発！
- ✓ 少ない水で反応するため、軽量で安価な材料で製造可能
- ✓ 低コストで製造可能なため、反応器の1m²という大面積化も実現
- ✓ 実用化する上で十分な速さで、自然太陽光下でも、水を水素と酸素に分解できることを確認

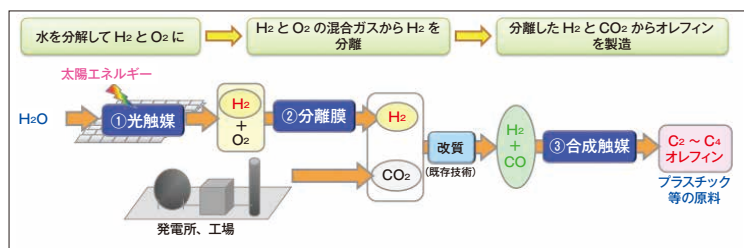
◆ 解説

太陽光とCO₂を有効活用し、CO₂排出量の削減に貢献

NEDOの人工光合成プロジェクトは、太陽光を用いた光触媒による水分解反応システムの実現だけが、ゴールではありません。太陽エネルギーで水から水素と酸素を製造するエネルギー変換効率の高い光触媒の開発と、その水素（ソーラー水素）と酸素等を分離する高機能分離膜を開発し、最終的には、ソーラー水素とCO₂を原料として、プラスチック原料等の基幹化学品の製造を目指しています（図1）。

このシステムが実現すると、再生可能エネルギーである太陽光と工場等から排出されるCO₂を有効活用でき、CO₂排出量の削減につながります。しかし、これまでの光触媒パネル反応器は、小型のフラスコ型反応器を用いるなど、実験レベルの検討でした。だからこそ、今回開発した1mmという浅い水深を用いる基盤技術は、実用化に向けて光触媒パネル反応器の大面積化を可能にする、画期的な技術と言えます。

図1 人工光合成プロジェクトの概要



| | |
|----------|---|
| ① 光触媒開発 | 太陽エネルギーを利用した水分解で水素と酸素を製造する光触媒材料およびモジュールの開発 |
| ② 分離膜開発 | 光触媒から発生した水素と酸素の混合気体から水素を分離する分離膜およびモジュールの開発 |
| ③ 合成触媒開発 | 水から製造する水素と発電所や工場などから排出する二酸化炭素を原料としてC ₂ ~C ₄ オレフィンの有用な基幹化学品を合成する触媒およびプロセス技術の開発 |

図2 1m²スケール大型光触媒パネル反応器の外観



◆ 今後の展望

2021年度末に太陽エネルギー変換効率10%達成へ

光触媒パネル反応器の低コスト化、大面積化は、光触媒を用いる人工光合成システムを社会実装するために必須です。最終的には、人工光合成で得られた水素（ソーラー水素）とCO₂から、プラスチック原料等の基幹化学品製造の

実現を目指し、今後、2021年度末の目標である太陽エネルギー変換効率10%を達成する光触媒開発を目指すとともに、さらなる光触媒パネルの大面積化の開発や、ガス分離技術との一体化手法の開発を進めていきます。

実用化 ドキュメント

プロジェクトの
その後を追う！
プレイバック
ヒストリー

NEDOプロジェクトの成果は、企業の製造工程や私たちの手に届く最終製品のなかで生かされています。本シリーズは、高く、困難な壁を乗り越え実用化を達成した開発秘話とその後を追った、「実用化ドキュメント」の過去の記事を要約して掲載していきます。

Vol.8

ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発

CO₂冷媒を採用した 冷凍ショーケース用 ノンフロン冷凍機システム

「ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発」とは

1997年に採択された「京都議定書」では、温室効果ガス削減が定められました。しかし、当時は、代替フロンに代わる安全で温暖化への影響が少ない物質を冷媒とする冷凍空調機器はまだ開発途上にあります。そこでNEDOは、2005年度から2010年度まで、「ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発」を実施。冷媒として代替フロンの使用が多い冷凍・冷蔵ショーケースのノンフロン化や、省エネルギー化の実現を推進しました。



ノンフロン冷凍機システムの利用拡大は温暖化防止へ貢献する。

フロンガス (HCFC、CFC) によるオゾン層破壊が判明し、その代替製品として開発された代替フロン (HFC)。しかし、HFCには極めて高い温室効果があることが分かり、地球温暖化防止の観点から、大幅な削減が求められています。こうした中、早くから自然冷媒 (CO₂) に着目していたパナソニック株式会社 アプライアンス社は、2005年度からNEDO事業に参画。日本初の、CO₂冷媒を活用した大型のノンフロン冷凍機システムの開発に成功しました。

地球温暖化対策の切り札 CO₂ 自然冷媒

フロンガスは、スプレー噴射剤、精密部品の洗浄等にも使われてきましたが、元々は安全に効率よく物を冷やし、温めるための冷媒として開発されました。代替フロン (HFC) も冷媒としての性能は高く、特定フロン (HCFC、CFC) の全廃決定後は、冷凍・空調機の冷媒のほとんどがHFCに置き換えられてきました。しかし、代表的な代替フロンであるHFCは、オゾン層を破壊しない代わりに、強力な温室効果があります。そのため「京都議定書」では、HFCをはじめとする代替フロンガス3種 (HFC、PFC、SF₆) は、温室効果ガスとして指定され、削減対象となりました。

そこで、温暖化の影響が少ない自然冷媒が注目されるようになり、中でもCO₂はアンモニア等、他の自然冷媒と比べて燃焼性や毒性など安全性の面で優

れた点が多く、利用拡大が期待されました。

早くから自然冷媒に着目していたパナソニックは、すでに、2000年代初めにはCO₂冷媒を利用した家庭用ヒートポンプ給湯器「エコキュート」を開発、販売していました。そして、CO₂冷媒のさらなる活用を目指し、NEDOの「ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発」で、日本初のノンフロンCO₂冷凍機システムの研究開発に挑戦。開発に当たっては、HFC冷媒使用機以上の省エネルギー化も目標に掲げました。HFC削減と消費エネルギーの両面から、地球温暖化防止に貢献できる製品開発を目指したのです。

CO₂の特性を生かす 課題を解決

CO₂は冷媒として、安全性に優れた点がある一方、臨界温度が31℃と低いため、常用温度でも臨界流体になってしまうことから、「エコキュート」のような60℃以上の温水を作り出すことには向いていても、冷却用途としては、高外気温度下で高効率な冷却性能を得ることは難しいとされてきました。

臨界温度を超える外気温度下で高効率な運転を行うには、圧縮された冷媒ガスの圧力を高くする必要があります。その圧力はHFC冷媒の4倍にまで達します。このため圧縮機をはじめ各部品の耐圧強度を高める必要があります。そして高耐圧設計は、質量の増加やコストの増加に繋がります。

CO₂冷媒に対応したノンフロン冷凍リーチンショーケースとCO₂ロータリー2段圧縮コンプレッサー。冷凍機システムと同時にCO₂冷媒に対応したノンフロン冷凍リーチンショーケースも開発。



そこで、課題解決の切り札となったのが、パナソニック独自の、エコキュート開発以来活用されてきた「ロータリー2段圧縮コンプレッサー」です。圧縮工程を高圧と低圧の2段階に分散することでケース内部を中間圧にし、高効率化と小型化を実現。冷媒を1回で圧縮する方式と比べて、コンプレッサーにかかる負荷を半減でき、耐久性や信頼性に優れています。

また、この2段圧縮コンプレッサーは、エアコンの振動吸収のために開発された「ツインロータリー」が技術の源泉です。騒音や振動が吸収される上、コンプレッサーの小型・高効率化で、機体も「既存のHFC冷媒システムと同等」まで小さくできました。

HFC冷媒に負けないエネルギー効率を達成

さらに、もう一つの重要な技術が「スプリットサイクル」です。従来のCO₂冷媒回路の場合、30℃を超える夏季には、冷媒と外気に十分な温度差が得られなくなるため、放熱が難しくなります。そこで、気温に関係なく高い放熱効果を維持する仕組み「スプリットサイクル」を開発。放熱器（ガスクーラー）で冷却された高圧冷媒（ガス）の一部を「スプリット（分岐）」し、「スプリット膨張弁」で中間圧レベルまで膨張させ、冷凍機出口近くに置いた「スプリット熱交換器」で本流の冷媒を外気温度以下に冷却します。

冷却効果を失った冷媒は、2段圧縮コンプレッサーの中間圧力に戻ります。こうした組み合わせで、CO₂冷媒が不得意とする高温環境であっても、HFC冷媒に負けないエネルギー効率を示すことができました。

プロジェクト4年目、2008年度からの2年間、パナソニックは都内にある「マックスバリュエクスプレ



実証実験店：
マックスバリュエクスプレ
六郷土手駅前店
(左) 店舗内の冷凍ショーケース、
(右) 店舗の屋上に設置されたノンフロン冷凍機。

ス六郷土手駅前店」の食品売り場に、実際にノンフロン冷凍機システムを設置し、実証試験を行いました。

技術本部エアコン・コールドチェーン開発センター開発第5グループ第2チームの三原一彦チームリーダー（当時）は、「ノンフロン冷凍機システムは、これまで入念に検証した技術の集積とはいえ、大勢のお客さまが利用するスーパーマーケットでの試験ですから、不具合のないように神経を使いました」と語ります。「また、導入後には想像もなかった課題を多数発見。試験開始前以上に頭を悩ませることになりましたが、結果的にはCO₂冷媒の強みを実感することにもなりました」と振り返りました。

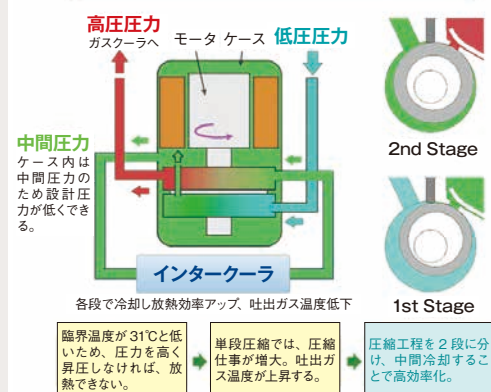
結果的に、従来型のHFC（R404A）冷媒の冷凍機システムに比べて、消費電力を定格値で約10%削減。この値をベースとした年間CO₂換算削減量では約3トンの削減効果がありました。しかも、CO₂冷媒の温室効果は小さく（R404Aの数千分の1）、使用時冷媒漏洩起因によるCO₂削減換算値は35トンとなります。消費電力削減の間接影響と冷媒漏洩による直接影響も勘案すると、CO₂換算値の削減効果は38トンにもなり、従来システムに比べて61%の削減が実現可能な試算となりました。

温室効果ガス50%以上削減 国内のみならず世界で貢献

新開発された国内初のスーパーマーケット向けCO₂冷媒対応ノンフロン冷凍機システムは、2010年9月から販売を開始し、順次導入店舗を増やしています。実証試験が行われた店舗を運営するイオングループでは、実証試験で温室効果ガスが50%以上削減されたことを受け、2011年11月に、2015年以降にオープンするグループ新店舗の冷凍・冷蔵ショーケース全てに自然冷媒を採用し、既存店舗も順次代替フロンからCO₂自然冷媒に切り替えることを発表しました。

現在、パナソニックにおいて、国内における累計導入店舗数は3100店舗に達し、設置された冷凍機も8500台に上っています（2017年度末時点）。また、2016年1月の台湾における店舗設置を皮切りに、アジアやヨーロッパ各国における実店舗での実証試験や導入も開始。さらに性能もアップし、省エネルギーでかつ地球温暖化防止に向けた製品として、グローバルな活躍が進んでいます。

<主要技術1> 2段圧縮コンプレッサー



2段圧縮コンプレッサーの仕組み。

本記事は、過去に取材を行った「実用化ドキュメント」に最新情報を加えて、コンパクトに紹介しています。基となるストーリーには、さらに多くの開発エピソードが紹介されていますので、ぜひウェブサイトをご覧ください。

実用化ドキュメント

検索

「実用化ドキュメント」では、プロジェクトに携わった企業等の開発者にインタビューを行い、ウェブサイトで紹介。これまでに93件の記事を公開しています。

NEDOのイベントスケジュール CALENDAR

2018年

5~9日
India Smart Grid
Week 2018
(ISGW2018) **3月**

19~20日
第9回独自エネルギー・
環境フォーラム **4月**
19~21日
バリアフリー2018
25~27日
OPIE'18

5月

13日
スマートコミュニティ
サミット2018 **6月**
19日
グランド再生可能エネルギー
2018国際会議
NEDOセッション
20~22日
第13回再生可能エネルギー
世界展示会

7月

30~31日
イノベーション・ジャパン
2018(予定) **8月**

9月

10~11日
Innovation for Cool Earth
Forum (ICEF) **10月**
17~21日
World Robot Summit 2018

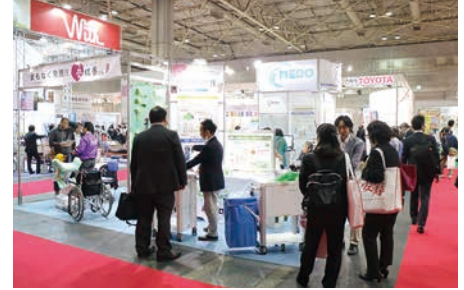
注目のイベントをピックアップ FEATURED EVENT

第24回 高齢者・障がい者の快適な生活を提案する総合福祉展

バリアフリー2018

2018年4月19日(木)~21日(土)
インテックス大阪 ブース番号5-117

NEDOは、2018年4月19日(木)から21日(土)に、インテックス大阪で開催される「バリアフリー2018」に出展します。展示ブースでは、NEDO支援事業の開発成果のうち、持ち上げなくても安全な移乗を実現する移乗器、印刷物の情報がQRコードを通じて音声再生するシステム、視線や目・まばたきの動きで意思伝達装置を操作するスイッチ、ハンズフリー型ウェアラブル電気式人工喉頭、排泄のタイミングを予測するためのデバイス、視覚障がい者の自立歩行を補助する地図端末機器システムの6点を展示します。会場では、実際に製品に触れて使用方法等を体験できます。ご来場、お待ちしております。



昨年度出展した「バリアフリー2017」のNEDOブースの様子。

出展内容のご案内、アクセス等の詳細情報はこちらから
http://www.nedo.go.jp/events/SR_100021.html

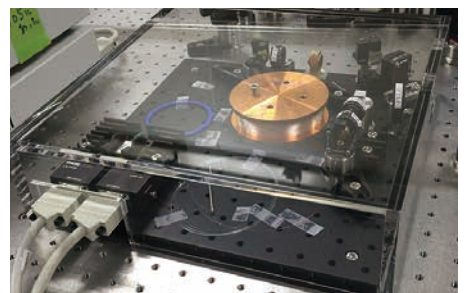


光とレーザーの最新技術・製品・情報が集結!

OPIE'18

2018年4月25日(水)~27日(金)
パシフィコ横浜 ブース番号G-26

NEDOは、2018年4月25日(水)から27日(金)に、パシフィコ横浜で開催される「OPIE'18」に出展します。展示ブースでは、NEDOが進める「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクトの研究開発成果をデモンストレーションや実際の加工サンプルを交えて紹介します。目玉企画は、NEDOプロジェクトの成果を活用し製品化された100W青色半導体レーザー光源を搭載した3Dプリンタと、レーザー加工パラメータ抽出装置のデモンストレーションです。また、2017年10月に設立した「TACMIコンソーシアム」への新規入会会員も募集します。ご来場、お待ちしております。



NEDOブースのイメージと展示予定の加工パラメータ抽出装置。

出展内容のご案内、アクセス等の詳細情報はこちらから
http://www.nedo.go.jp/events/IT_100023.html

