

2018年6月8日
中間評価分科会



「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」 (2016～2020年度 5年間)

プロジェクトの概要(公開)

プロジェクトリーダー
東京大学 物性研究所 教授 小林洋平

1. 事業の位置づけ・必要性
2. 研究開発マネジメント
3. 研究開発成果
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

研究開発項目毎の目標と達成状況

		中間目標	成果と達成度	今後の方針	
<p>加工レシピ</p>	項目④ プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> 多様なパラメータでのテスト加工を可能にするレーザー加工機システム開発とレーザー加工プラットフォームの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 加工機システムの一部は前倒しで開発完了。プラットフォームは運用開始済 	<ul style="list-style-type: none"> ◎前倒しで達成 	<ul style="list-style-type: none"> ●前倒しでデータベースの本格的構築に着手 ●プラットフォームの拡充
<p>微細加工</p>	項目① 深紫外・ピコ秒レーザー加工	<ul style="list-style-type: none"> ●平均光出力20Wの深紫外ピコ秒パルスレーザー開発 ●20W深紫外ピコ秒パルスレーザーを搭載したレーザー加工機システム開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●前倒しで出力26Wを達成 ●10W級のレーザー加工機システムは稼働中 	<ul style="list-style-type: none"> ◎前倒しで達成 ○ほぼ達成 	<ul style="list-style-type: none"> ●さらなる高出力化 ●20W級レーザー加工機システムを開発
<p>材料強化</p>	項目② 高出力パルスレーザー加工	<ul style="list-style-type: none"> ●パルスエネルギー100J級の高出力パルスレーザー開発 ●100J級高出力パルスレーザーを搭載したレーザー加工機システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●順調に各構成機器を開発中 ●10J級レーザー加工機システムを開発済 	<ul style="list-style-type: none"> ○ほぼ達成 ○ほぼ達成 	<ul style="list-style-type: none"> ●引き続き各構成機器を開発し、統合 ●加工試験を継続すると共に、レーザーの高出力化
<p>次々世代加工光源</p>	項目③ 次々世代加工光源	<ul style="list-style-type: none"> ●新規レーザー光源の要素技術を開発し、デモ機の構築を通じて実現可能性を明らかにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ●3つのテーマで前倒しで発振 	<ul style="list-style-type: none"> ○ほぼ達成 	<ul style="list-style-type: none"> ●光源の実現可能性を示したテーマは前倒しで加工実証の準備に着手

全体として研究開発の進捗は順調

各個別テーマの成果例と意義(項目4)

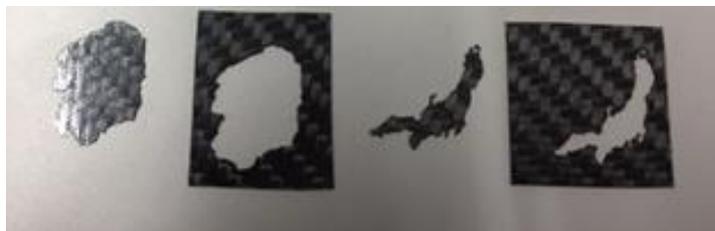
公開可

プラットフォームを順調に構築、前倒しでデータベース構築に着手

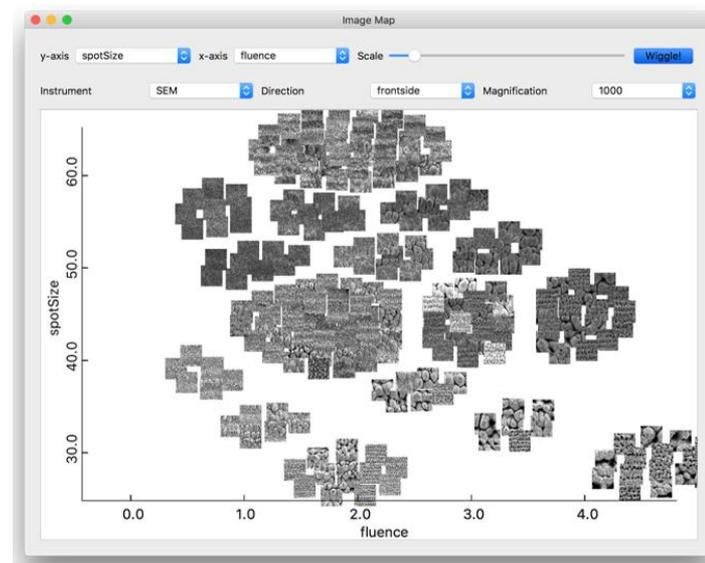
▼プラットフォームの装置例 (100Wパルス幅可変レーザー加工機)



▼加工サンプル例(CFRP)



▼構築を開始したレーザー加工データベース

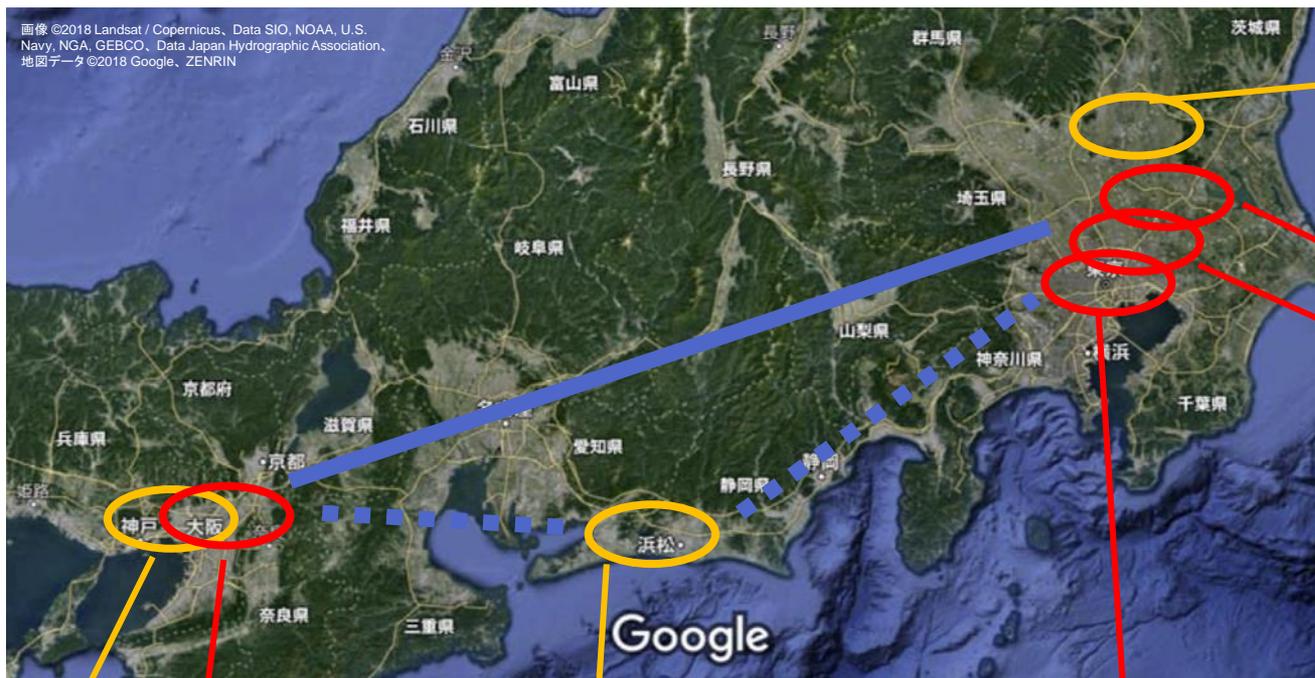


ここで蓄積する情報は新規市場創出のヒントの宝庫

各個別テーマの成果例と意義(項目4)

公開可

柏サイトを中心に他サイトの構築も順調、今年度から本格的に運用開始



小山サテライト

つくばサイト

柏サイト

吹田サイト

浜松サテライト

本郷サイト

尼崎サテライト

項目4のみならずプロジェクト全体で構築に取り組む、日本全体へ成果を展開

各個別テーマの成果例と意義(項目4)

公開可

100W級青色半導体レーザー光源を開発し、加工への応用を実証

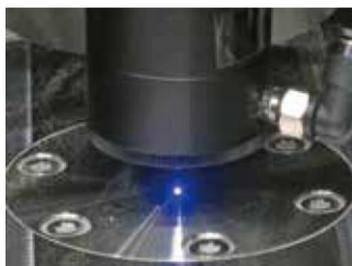
▼開発した青色半導体レーザー光源



▼青色半導体レーザー光源を搭載した
実践型評価装置(3Dプリンタ)と純銅サンプル



▼青色半導体レーザーの集光例

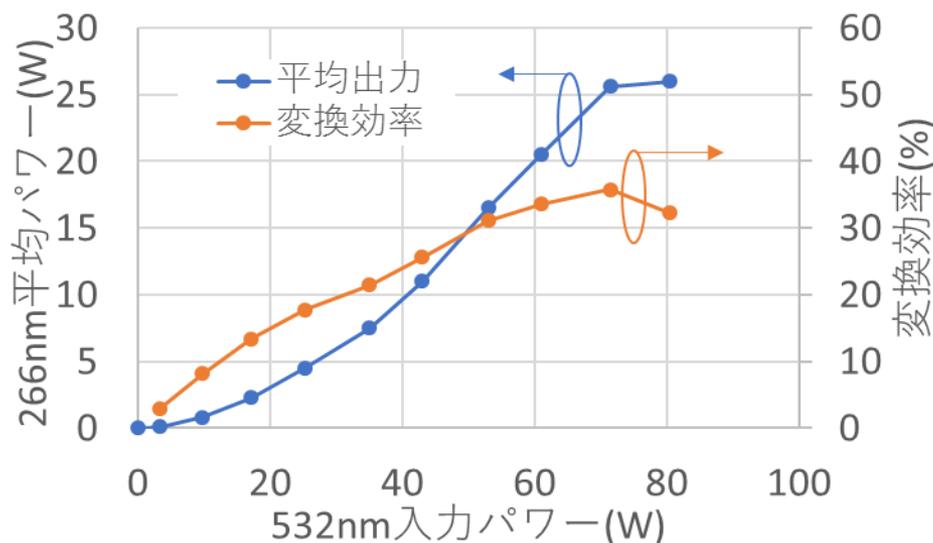


世界最高クラスの高輝度青色半導体レーザーにより従来では困難な加工を実現

各個別テーマの成果例と意義(項目1)

深紫外・ピコ秒パルスレーザー光源で平均出力26Wを達成

▼20W級深紫外・ピコ秒パルスレーザーの出力特性



▼10W級深紫外・ピコ秒パルスレーザーを搭載した加工機システム(プロトタイプ)



10W級レーザー光源
産業向け
プロトタイプ



加工機システム

電子部品の実製造ラインに投入可能なレベルの光源を実現

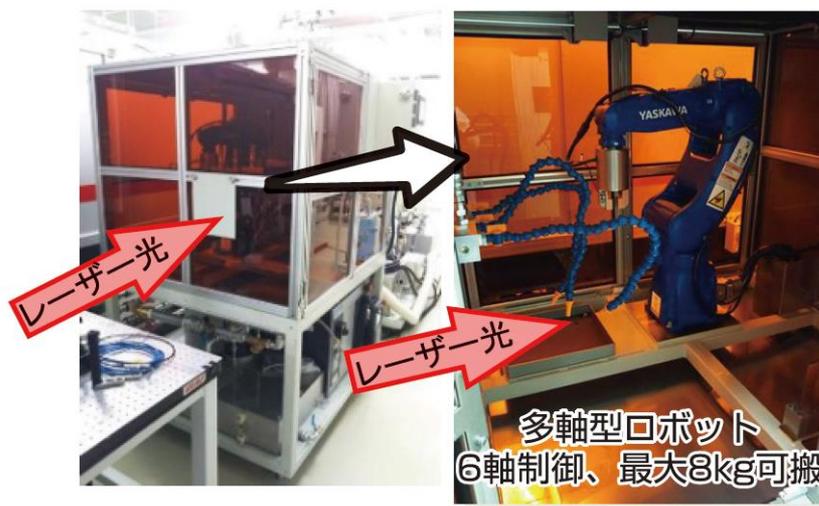
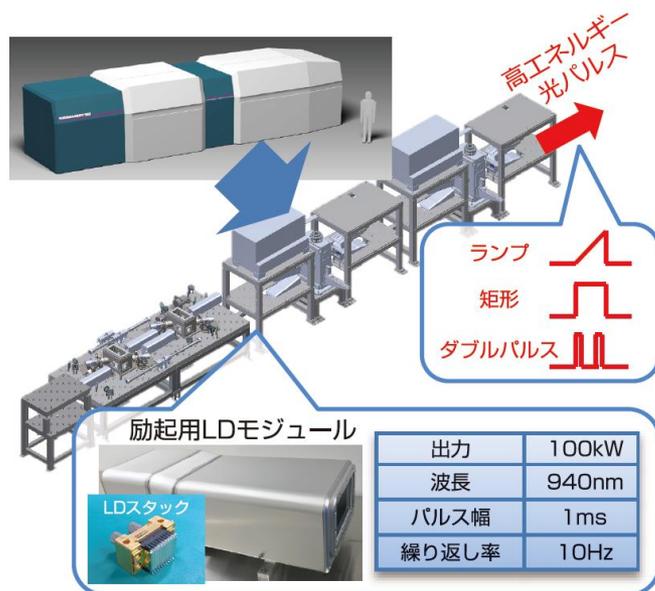
各個別テーマの成果例と意義(項目2)

公開可

レーザー装置開発に目途、新規加工技術の開発に着手

▼今年度完成予定の100J級パルスレーザー装置
(励起用LDモジュールは開発済)

▼100J級パルスレーザー装置からの導光が
可能な加工機システム

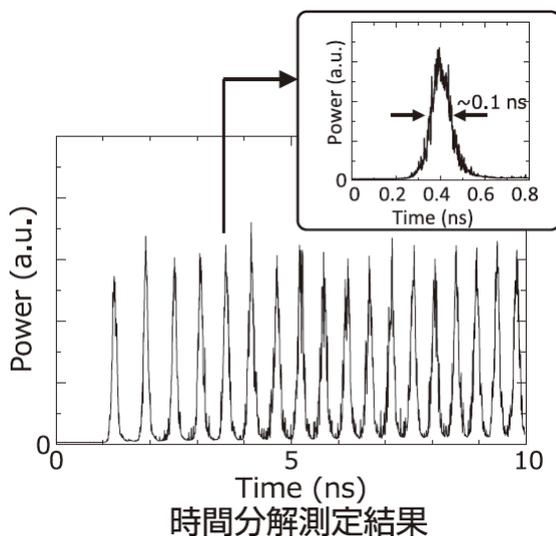


高出力レーザーの産業応用にユーザー企業と連携して取り組む土台を整備

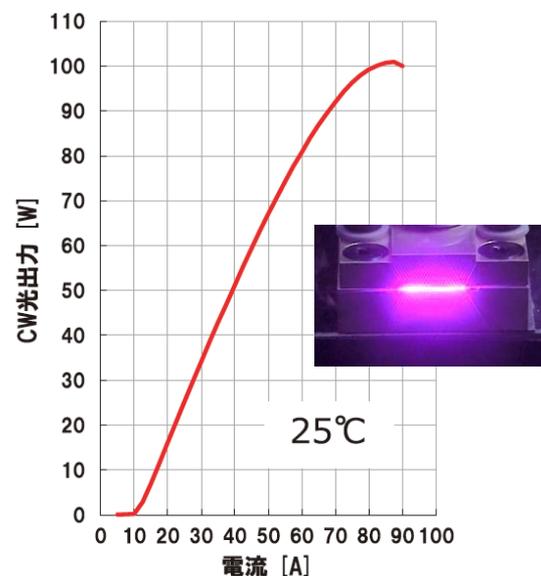
各個別テーマの成果例と意義(項目3)

中間目標を前倒して達成し、光源デモ機で高性能を実証したテーマが複数あり

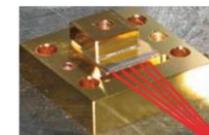
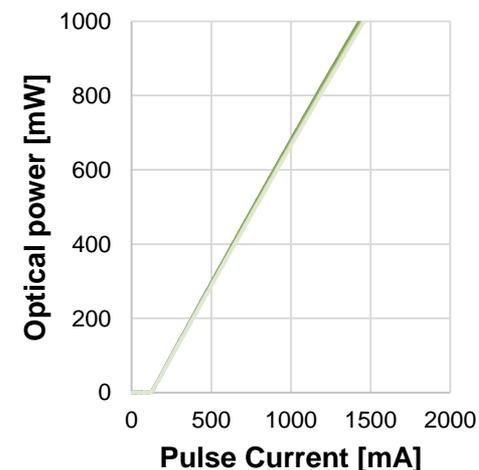
▼フォトリソ結晶レーザーの短パルス発振



▼GaN系半導体レーザーワンチップアレイでの高出力連続動作



▼量子ドットレーザーの高出力動作



加工実証を経て、加工機への搭載(従来光源からの置き換え)に期待

公開可

成果の最終目標の達成可能性

		現状		最終目標	達成見通し
<p>加工レシピ</p>	<p>項目④ プラットフォーム</p>	<ul style="list-style-type: none"> 加工機システムの一部は前倒しで開発完了。プラットフォームは運用開始済 	<p>◎前倒しで達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 最適加工パラメータの探索が可能なレーザー加工プラットフォームの構築と運用 加工条件と結果とを対応付けるデータベース構築 	<p>◎前倒しで達成見込み</p> <p>(プロジェクト内外の連携体制も構築できたため)</p>
<p>微細加工</p>	<p>項目① 深紫外・ピコ秒レーザー加工</p>	<ul style="list-style-type: none"> 前倒しで出力26Wを達成 10W級のレーザー加工機システムは稼働中 	<p>◎前倒しで達成</p> <p>○ほぼ達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 平均光出力50Wの深紫外ピコ秒パルスレーザー開発 50W深紫外ピコ秒パルスレーザーを搭載したレーザー加工機システム開発 	<p>○期間中に達成見込み</p> <p>(順調に研究開発課題をクリアしているため)</p>
<p>材料強化</p>	<p>項目② 高出力パルスレーザー加工</p>	<ul style="list-style-type: none"> 順調に各構成機器を開発中 10J級レーザー加工機システムを開発済 	<p>○ほぼ達成</p> <p>○ほぼ達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> パルスエネルギー500J級の高出力パルスレーザー開発 高出力パルスレーザーを用いた加工基盤技術開発 	<p>○期間中に達成見込み</p> <p>(順調に研究開発課題をクリアしているため)</p>
<p>次々世代加工光源</p>	<p>項目③ 次々世代加工光源</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3つのテーマで前倒しで発振 	<p>○ほぼ達成</p>	<p>※先導要素が強いため、中間評価後に当該技術分野の動向を考慮して設定する。</p>	<p>—</p>

特に大きな遅延はないため、最終目標も達成見込み

成果の普及

公開可

	2016	2017	2018	2019	2020	計
論文	3	12	(0)			15
研究発表・講演	53	96	(11)			160
新聞・雑誌等への掲載	1	26	(5)			32
展示会への出展	0	6	(1)			7
ニュースリリース	1	3	(1)			5

※2018年5月現在

積極的な広報活動を展開中

成果の普及

公開可

プロジェクト全体でOPIE' 18に出展し、中間成果を発信



	OPIE' 18への 全来場者	NEDOブース への来場者
4/25(水)	5,278名	1,662名
4/26(木)	5,513名	1,737名
4/27(金)	5,312名	1,672名
【合計】	16,103名	5,071名

想定以上の反響があり、全来場者の約1/3がNEDOブースに訪問

知的財産権の確保に向けた取組

公開可

定めた戦略・合意に基づき、テーマ毎に出願中

	2016	2017	2018	2019	2020	計
特許出願	2	23	(0)			25

※2018年5月現在

着実に件数を積み上げており、
今後の基盤技術等の知財集約の促進に期待

1. 事業の位置づけ・必要性
2. 研究開発マネジメント
3. 研究開発成果
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

公開可

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動（売り上げ等）に貢献することをいう。

公開可

実用化・事業化に向けた具体的取組

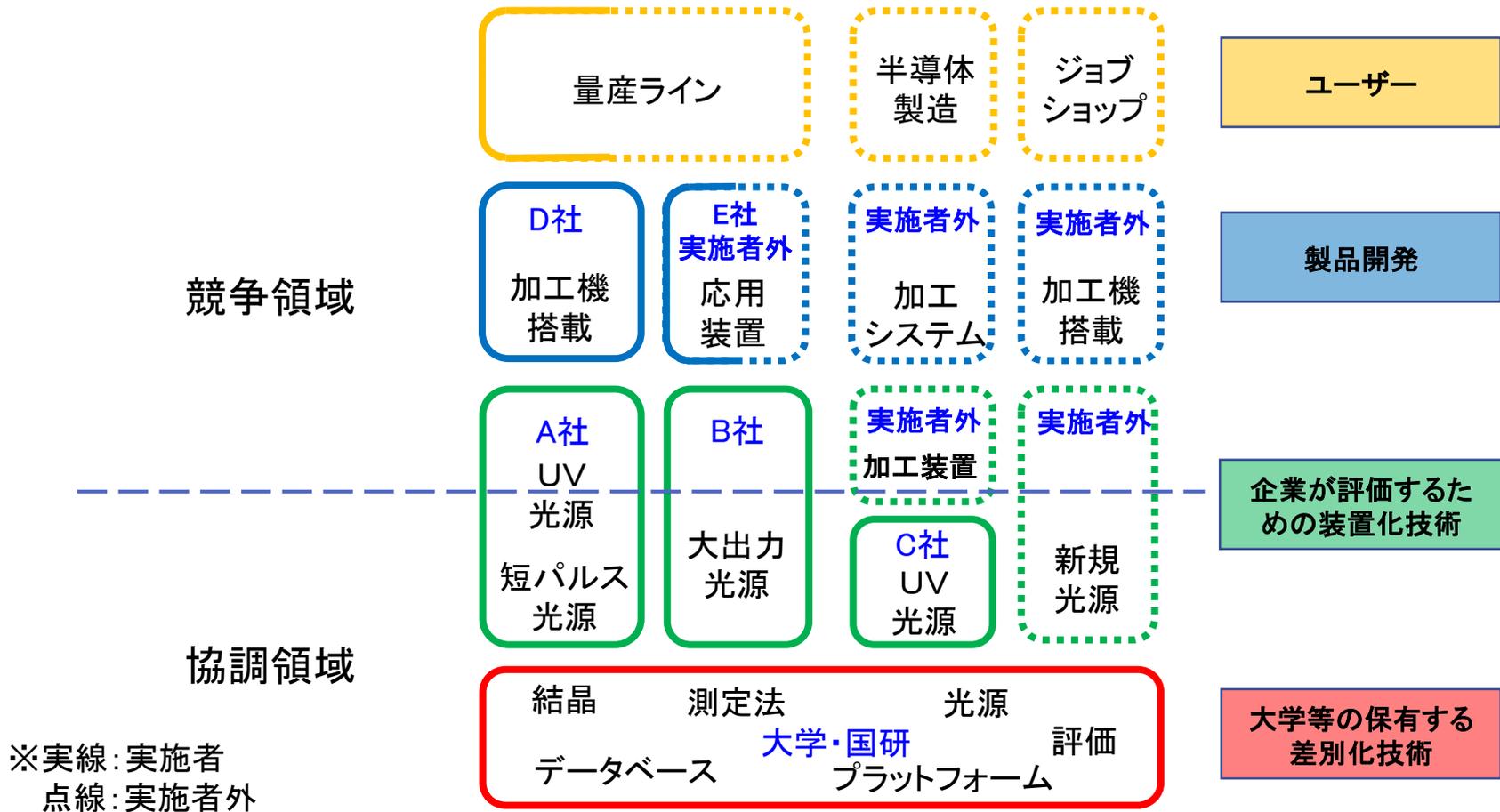
※詳細は非公開セッションで説明

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<p>加工レシピ</p>	項目④ プラットフォーム		【光源A】試作		加工実証		製品化		★販売開始		
			【光源B】試作		加工実証		製品化		★		
<p>微細加工</p>	項目① 深紫外・ピコ秒レーザー加工		【光源C】試作		加工実証		製品化		★		
			【加工機D】試作		加工実証		製品化		★		
			【結晶E】試作				製品化		★		
<p>材料強化</p>	項目② 高出力パルスレーザー加工		【光源F】試作		加工実証		製品化		★		
			【光源G】試作		加工実証		製品化		★		
<p>次々世代加工光源</p>	項目③ 次々世代加工光源		【光源H】試作				加工実証		製品化		★
			【光源I】試作				加工実証		製品化		★
			【光源J～】試作				加工実証		製品化		★

各研究開発項目においてそれぞれ製品化を狙う

公開可

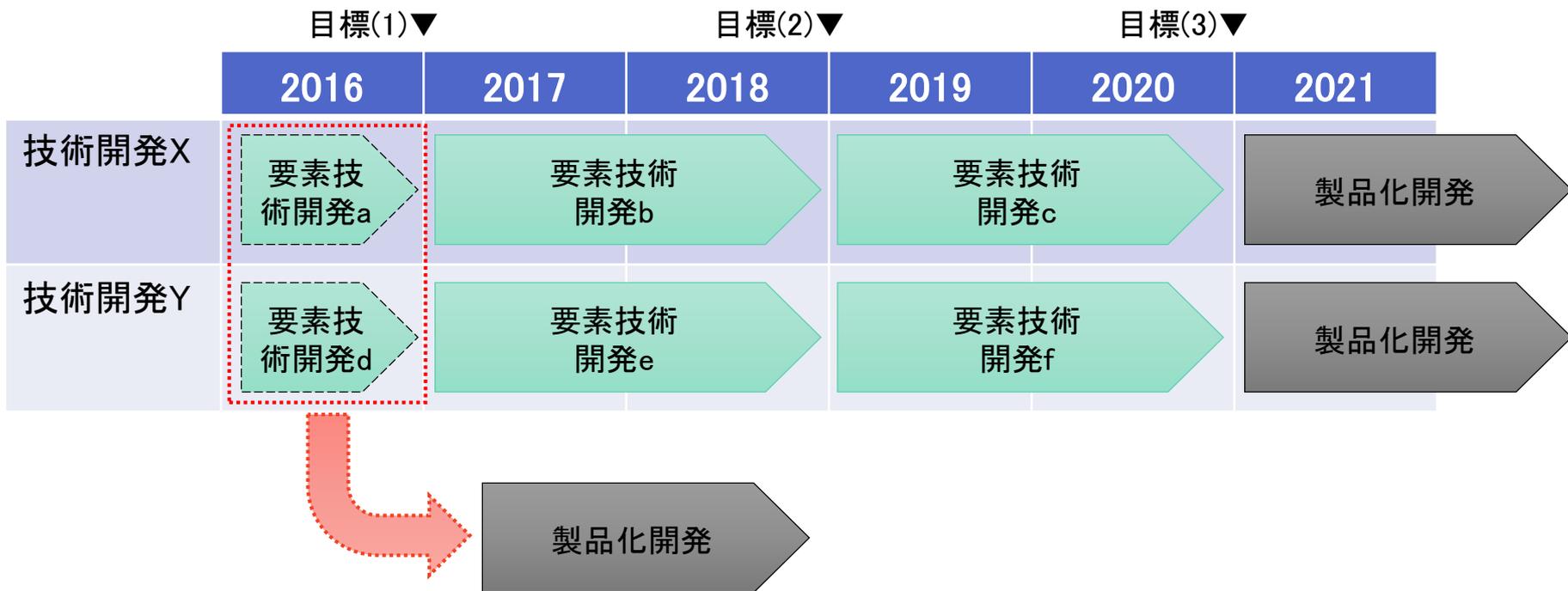
実用化・事業化に向けた戦略①



垂直統合モデルを避け、光源や加工機など各レイヤーで事業化を推進する
機動的なサプライチェーン構築を可能にする

公開可

実用化・事業化に向けた戦略②



研究開発が完了した技術はプロジェクトから切り出し、プロジェクト期間中からの製品化を後押しする

実用化・事業化に向けた具体的取組

公開可

【実績】 研究開発が完了した技術をもとに早々に製品化→販売開始

SHIMADZU
Excellence in Science



News
Release

世界最高クラスの高出力・高輝度青色半導体レーザーを製品化へ

—金や銅などの加工用光源への応用に期待—

2018年1月25日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
株式会社島津製作所
国立大学法人大阪大学

NEDOプロジェクトの成果をもとに、(株)島津製作所は、世界最高クラスの高出力・高輝度青色半導体レーザーを製品化します。

本製品は、NEDOプロジェクトで同社が大阪大学と共同開発した青色半導体レーザー技術を実用化したもので、出力100Wと輝度 $1.3 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$ の高出力・高輝度を実現しています。従来の青色半導体レーザーでは実現できなかった金や銅などの熱伝導溶接、レーザーマーキング、3Dプリンタでの積層向けの光源への応用が期待でき、加工時間の短縮や消費電力の低減に貢献します。

(株)島津製作所は、同社が展開する青色半導体レーザー「BLUE IMPACT」シリーズのラインアップに今回開発した製品を加え、1月30日から販売を開始します。



図1 高出力・高輝度青色半導体レーザー

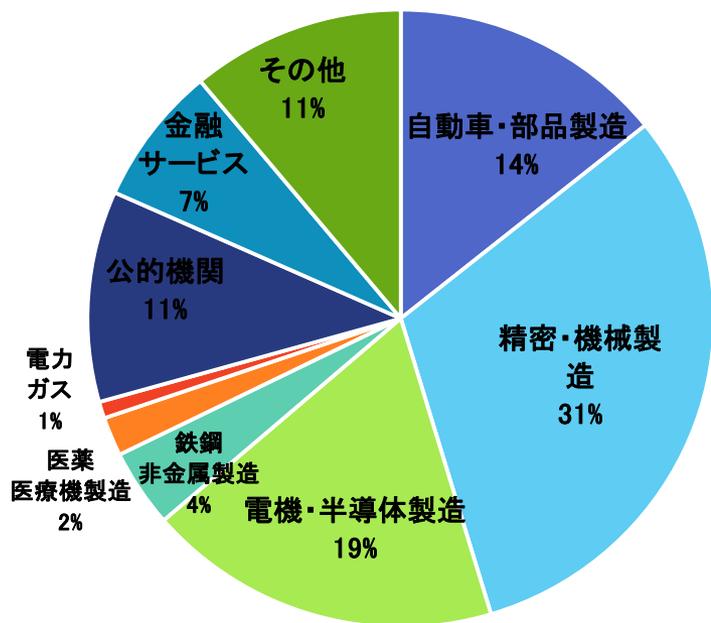
レーザー加工機市場の確保に向け、積極的な製品化戦略を展開

成果の実用化・事業化の見通し

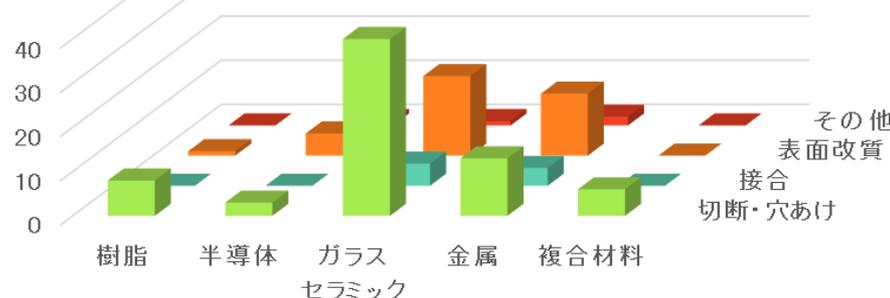
公開可

OPIE' 18出展時に1,000件以上のヒアリングを実施

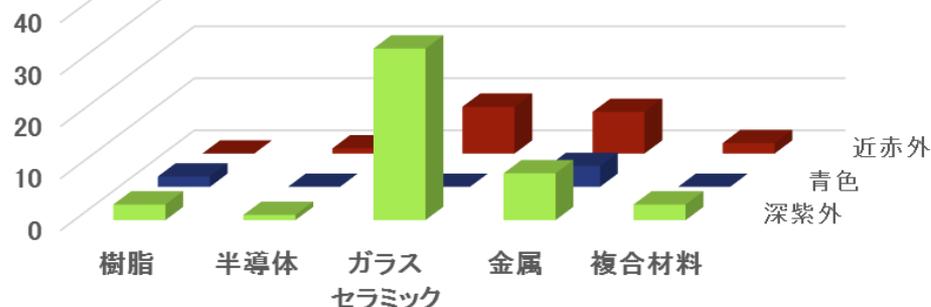
OPIEでの来訪業種



加工対象材料と加工方法に関する要望



加工対象材料と波長の関係



プロジェクトで目指す製品とユーザーのニーズが合致していることを確認

波及効果

公開可

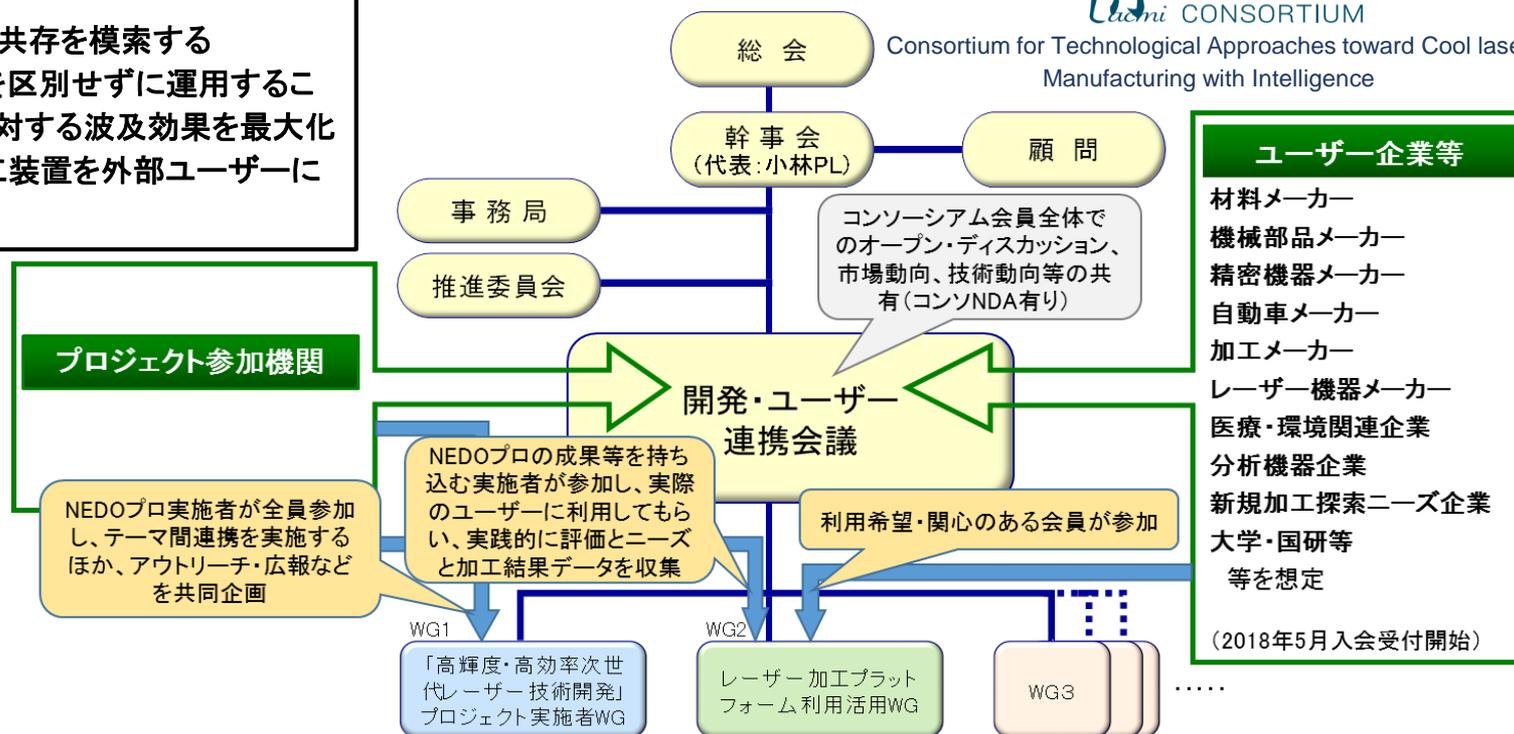
プロジェクトと社会との接点として、TACMIコンソーシアムを設立

- ・ユーザーとともに協調領域を構築
- ・加工プラットフォームの有効利用の促進
- ・データベースの活用研究
- ・標準化へ
- ・協調・競争の最適な共存を模索する
- ・プロジェクトの内外を区別せずに運用することにより国費投入に対する波及効果を最大化
- ・新開発レーザー加工装置を外部ユーザーに提供する魅力

<http://www.utripl.u-tokyo.ac.jp/tacmi/>



Consortium for Technological Approaches toward Cool laser Manufacturing with Intelligence



プロジェクト参加機関

NEDOプロ実施者が全員参加し、テーマ間連携を実施するほか、アウトリーチ・広報などを共同企画

事務局
推進委員会

総会
幹事会
(代表:小林PL)

顧問

コンソーシアム会員全体でのオープン・ディスカッション、市場動向、技術動向等の共有(コンソNDA有り)

開発・ユーザー
連携会議

NEDOプロの成果等を持ち込む実施者が参加し、実際のユーザーに利用してもらい、実践的に評価とニーズと加工結果データを収集

利用希望・関心のある会員が参加

WG1

「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクト実施者WG

WG2

レーザー加工プラットフォーム利用活用WG

WG3

.....

ユーザー企業等

- 材料メーカー
 - 機械部品メーカー
 - 精密機器メーカー
 - 自動車メーカー
 - 加工メーカー
 - レーザー機器メーカー
 - 医療・環境関連企業
 - 分析機器企業
 - 新規加工探索ニーズ企業
 - 大学・国研等
 - 等を想定
- (2018年5月入会受付開始)

プロジェクト外も巻き込んだ産学の議論が活発化、人材育成にも貢献

公開可

成果の実用化・事業化の見通し

	加工用途	材料	市場規模 (現状)	市場規模 (将来)
一般的な機械加工	<ul style="list-style-type: none"> ● 金型による大量生産 ● 削り加工 ● 研磨加工 ● 厚板加工 	材料全般	~8兆円	16兆円 @2030 (CAGR 5% 仮定)
機械加工でもできるが、レーザー加工の方が優れている	<ul style="list-style-type: none"> ● 柔らかいものの加工 ● ドライ加工・非熱的加工 ● 高速穴あけ ● ピーニング ● 難加工性材料の加工 ● クラッディング ● 金属3Dプリンタ ● バッテリー・モーターの加工 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソフトマテリアル ・ 電子基板 ・ 金属(純銅等) ・ セラミック 	~1.5兆円	5兆円 @2030 (CAGR 10% 仮定)
機械加工にはできず、レーザー加工でのみ可能	<ul style="list-style-type: none"> ● 非接触・内部加工 ● 薄膜加工 ● 極微細加工 ● ガラスの自由形状加工 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガラス ・ 金属 ・ 半導体 		

機械加工に対してレーザー加工が優位な用途が多数あり、将来の市場も大きい

NEDO・PLの発表を通じてご説明したかったこと

1. 事業の位置づけ・必要性

- 本プロジェクトは、高品位・高効率加工へのニーズの高まりに世界に先立って応えるためのもの。今後海外勢との競争が激化する領域で勝つために、**短波長／短パルス／高エネルギー効率**を軸に加工技術を磨いている。

2. 研究開発マネジメント

- マネジメントでは、**個別テーマ**を着実に推進することと、**協調領域**を形成する取り組みを両輪で進めている。

3. 研究開発成果

- 個別テーマでは前倒しの成果が得られたものがあり、**早期の事業化**に手ごたえ。協調領域の形成では、**データベースの構築**に早期に着手した。また、プロジェクトと社会との接点として**TACMIコンソーシアム**を設立。

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

- すでに、プロジェクトの成果に基づく**製品化事例あり**。今後拡大するマーケットを獲得すべく、製品化に向けた取り組みを加速させていく。