

令和7年5月
文部科学省

● 実施する重点課題（特に該当するものには◎、そのほかで該当するものには○（複数可）を記載）

業務プロセス転換・ 政策転換に向けた取組	次期SIP/FSより 抽出された取組	SIP成果の社会実装 に向けた取組	スタートアップの事業創出 に向けた取組	若手人材の育成 に向けた取組	研究者や研究活動が 不足解消の取組	国際標準戦略の促進 に向けた取組
		○	○			

● 関連するSIP課題（該当するものには○を記載）

[illegible]

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

① 全体概要

【① 解決すべき社会課題】

Society 5.0の中心をなす、スマート製造（＝デジタル化による自動的かつ効率的なもののづくり）や、スマートモビリティ（＝ロボットや車の自動運転等）では、**既存の質の悪い半導体レーザーや、CO₂レーザー、ファイバーレーザー等の大型・低効率・高コストなレーザーがボトルネック**となっている（図1上段）。

SIP第2期「光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術」では、我が国発の半導体レーザー「**フォトニック結晶レーザー（PCSEL）**」の高出力・高ビーム品質・狭ビーム拡がり動作（＝**高輝度動作**）や高機能動作を実現し、**システムの小型化・低コスト化**の可能性をLiDAR適用にて実証することに成功し、既存レーザーの**ボトルネック解消**の可能性を示した（図1下段）。また、PCSEL普及の核となる**社会実装拠点（PCSEL拠点）**および**企業群の連携エコシステム**（図2）の構築をも行った。さらに、PCSELの精密設計と面積拡大（3mmΦ）により、**CW動作において50W、M²～2**を実現し、**大型レーザーに匹敵する輝度（1GWcm⁻²sr⁻¹＝加工に必要な輝度）**にまで高めることに成功した。これにより、まさに**スマート製造のゲームチェンジ（＝大型レーザーの一新）**の前段階に達した。

このようなPCSEL技術の著しい発展により、PCSELへのニーズは、国内外で劇的に増大し、100以上の企業・機関からの引き合いを得るに至っている。今後、世界中のニーズに応えつつ、我が国が世界をリードし続けるためには、拠点を核とした**PCSELの早期社会実装を加速する体制強化**が不可欠である。

【② 取組施策の内容】

本施策では、特に、**スマート製造におけるゲームチェンジ**の開始を後押しするべく、SIP第2期を通じて構築された**赤外域高輝度PCSELのアレイ化や単一素子での面積拡大等による、レーザー加工産業への適用が可能なレベルまでの高出力化や、銅や難加工材料の加工に適した短波長PCSELの高度化の研究開発**を加速させ、その社会実装へと繋ぐことを目指す。さらに、スマート製造分野に向けた開発を通じて**拠点を充実**させるとともに、**大学から切り離れた新たな橋渡し法人をも設立し**、拠点や新たな法人に関わる企業からの各種分野（携帯、通信応用等）での社会実装加速にも繋げる。

【③ 成果の社会実装】

本BRIDGEの成果として、赤外域高輝度PCSELにおいて、**アレイ化による、400W CW動作の実現や、PCSELアレイ加工モジュールによる3Dプリンタ向け選択レーザー溶融の実証、世界初の直径10mmPCSELの実現とパルス動作でのワンチップ500W出力の実証**などの、特筆すべき成果が得られた。また、青色PCSELにおいても、**数Wの高ビーム品質パルス動作、2.3Wを超えるCW動作（本BRIDGE前から約一桁増大）を実現し、さらに、水中LiDAR等の新たな応用の実証（1～10m測距の実証）**等の新たな展開も大きく進展した。併せて、以上の開発を通じて、**拠点を充実させ、各種分野の関係企業との連携を強化するとともに、大学から切り離れた新たな橋渡し法人「一般社団法人 京都大学フォトニック結晶レーザー研究所」**を設立した。

上述の通り、研究開発の進展のみならず、**新たな橋渡し法人をも設立し、社会実装を強力に推進する体制を構築**した。このような体制のもと、BRIDGE終了後2～3年後に、①**関連企業（参画企業や、関連分野の中小企業やスタートアップ等）**からの高出力PCSELやそれらを組み込んだ加工システムの**製品化や、橋渡し法人からの先端PCSELの提供等**を通じて、世界中の様々な製品での活用開始によるスマート製造におけるゲームチェンジ開始へと展開していく。また、②**拠点や橋渡し法人に関わる各種企業からの社会実装の拡大**による様々な製品（携帯、通信応用等）での活用へも展開する。本BRIDGE成果は、通信、携帯応用、照明、宇宙等へと大きく拡がりうるため、**影響を与える市場の規模は数兆円以上と極めて大きい**と期待される。

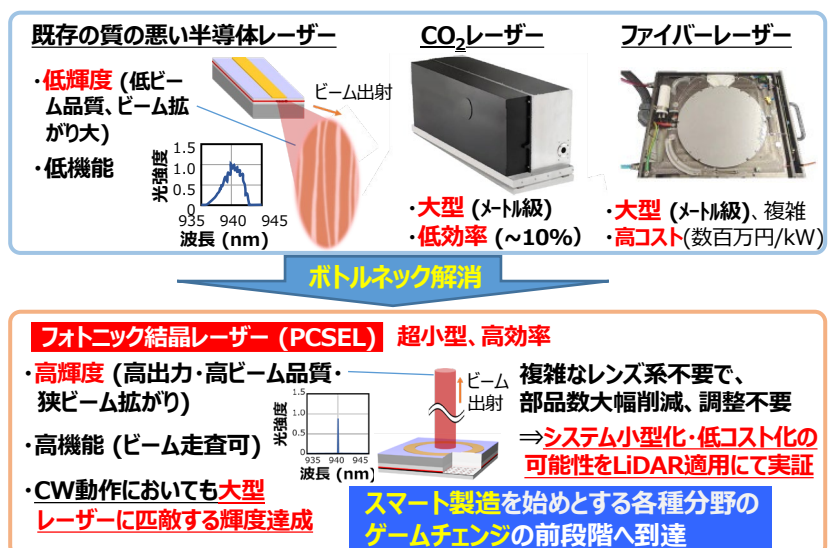


図1：（上段）スマート製造、スマートモビリティを実現する上での既存レーザーのボトルネック。（下段）フォトニック結晶レーザーによるボトルネック解消とスマート製造等におけるゲームチェンジ前段階への到達。

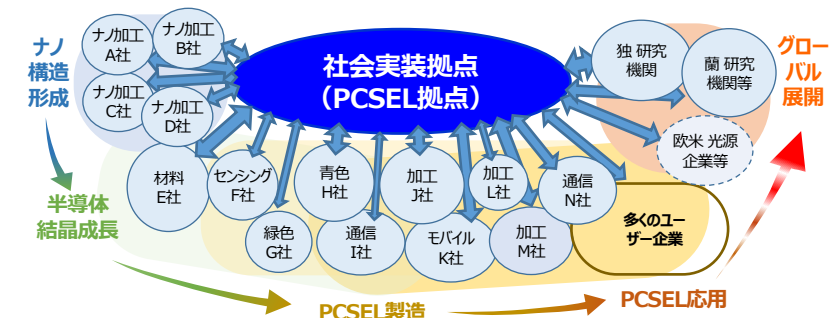
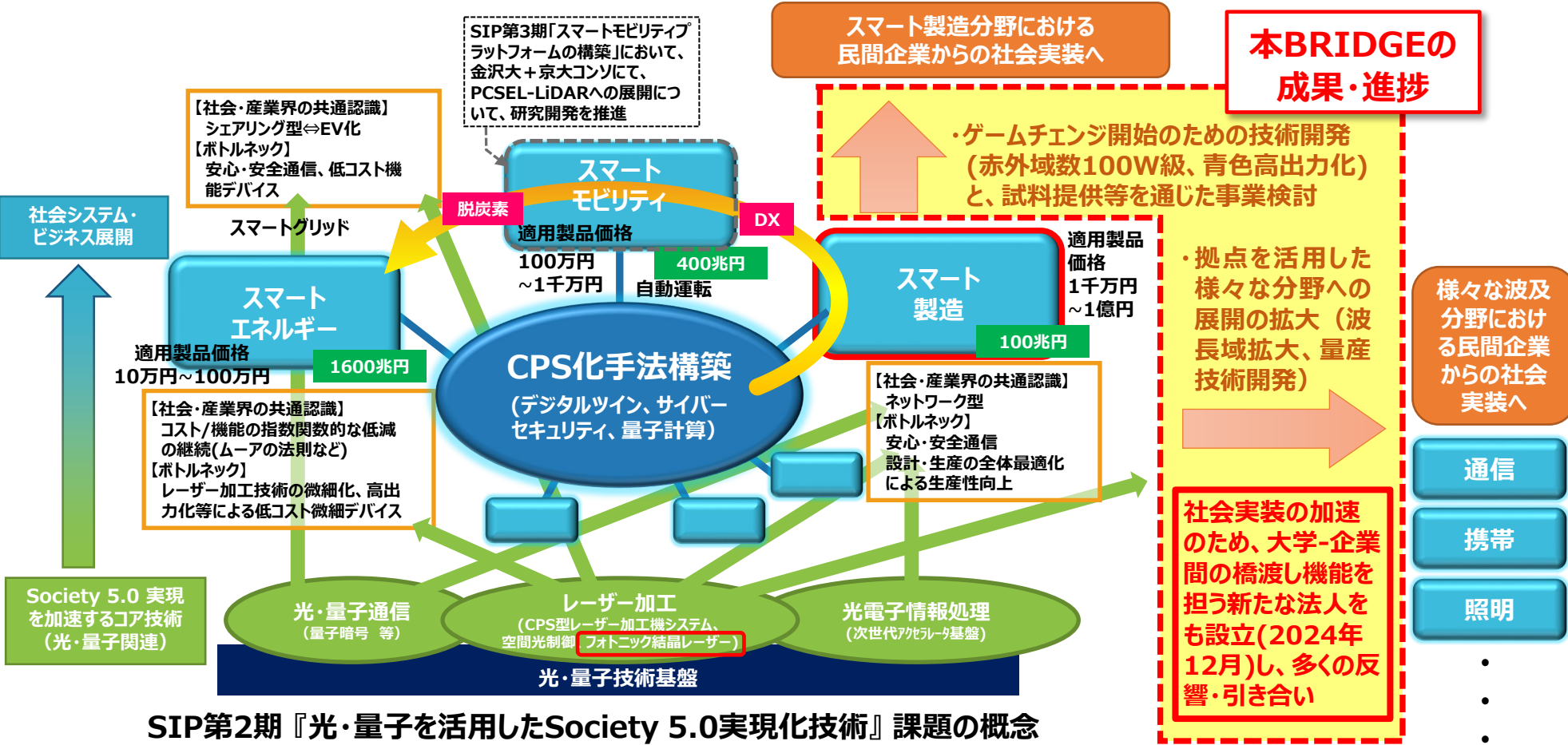


図2：社会実装拠点（PCSEL拠点）と企業群の連携エコシステムの構築。

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

② 全体俯瞰図

フォトニック結晶レーザー(PCSEL)は、**統合イノベーション戦略の中で「デジタル社会を支える戦略的基盤技術」として位置づけられる半導体を用いた超小型の光デバイス**である。SIP第2期では、**Society 5.0の実現**に向け、本レーザーがサイバー空間とフィジカル空間を融合したシステム (CPS) を**極めて安価かつ高性能に構築可能なキーデバイス**となることを実証した。さらに、様々な分野での社会実装を進めるための拠点を構築した。本BRIDGEでは、SIP第2期の成果をもとに、①**スマート製造のゲームチェンジ** (=大型レーザーの一新) の開始に繋がる技術開発および事業検討を推進するとともに、②拠点を活用した**各種分野 (通信、携帯応用等) への展開**をも行った。さらに、これらの成果の社会実装の加速のために、**新たな橋渡し法人として一般社団法人「京都大学フォトニック結晶レーザー研究所」**を設立した。既に、橋渡し法人に対する**多くの反響・引き合い**を得ており、研究成果の社会実装の**拡大・充実化が期待**される。



SIP第2期『光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術』課題の概念

テーマ サブテーマ① スマート製造分野におけるゲームチェンジ

① 研究成果及び達成状況

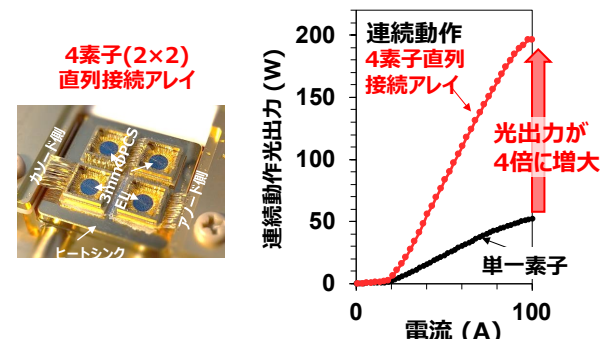
(A) 赤外域GaAs系高出力PCSELの開発

本項目では、期間全体（2023～2024年度）の目標として、「スマート製造におけるゲームチェンジ（＝大型レーザーの一新）開始のため、加工分野で大型レーザーにて実現されている赤外域で数100ワット超級の出力をもつPCSELの実現および、加工モジュールの試作」を掲げ、研究開発に取り組み、以下の成果が得られた。

2023年度には、本BRIDGE前に実現していた3mmΦで～50W級のPCSELのアレイ化について検討を行い、**3mmΦPCSEL×4個を小型の冷却治具上にアレイ化して実装し、200W級へとCW光出力を増大**させることに成功した（図A1）。また、さらなる出力増大に向けて、熱抵抗を従来の2/3以下に低減した放熱治具の設計・試作や、合波による加工モジュールの設計等をも推進した。

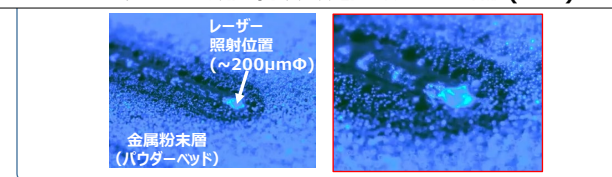
2024年度には、まず、前述した200W級出力の4アレイ素子の出力を集光合波可能なモジュールを試作し、**3Dプリンタ応用に向けた、選択レーザー溶融（SLM）の実証**を行った。その結果、**ステンレス板上への積層構造の形成**に成功し（図A2）、3Dプリンタへの適用性を示すことに成功した。PCSELの光出力のさらなる増大に関しては、**3mmΦPCSEL×9個を新設計の小型の冷却治具上にアレイ化して実装**したデバイスを開発した。この結果、**CW動作で400W出力を実現することに成功**（図A3）し、本BRIDGEの**目標を達成**した。さらに、単一のPCSELでの出力・輝度の増大を目指して、さらなる面積拡大に取り組み、**10mmΦPCSELを世界で初めて初めて実現することに成功**（図A4）し、まずはパルス動作で、10mmΦ全面での発光と、500W級の出力を実証した。また、本デバイスのCW動作に向けて、大面積実装技術を深化させ、歪等を高度に制御しながら、均一に実装する技術をも構築した。

以上、本BRIDGEにおける研究開発を通じて、**赤外PCSELにおいて、アレイ化により400W級へと出力を増大し、さらなる大面積化（10mmΦ）の実現、3Dプリンタ等の加工応用への適用性の実証までもが進展**した。この成果により、今後の、PCSEL単体のさらなる出力増大やアレイ数の増大を通じた、金属3次元プリンタや板金加工を含む産業応用への道筋が、明らかとなった。特に、板金加工分野においては、現在、大型で、複雑・効率が低いCO₂レーザーやファイバーレーザー等が用いられているが、本研究開発を通じた、**小型・低コストPCSELの著しい進展により、これらの大型レーザーを一新すること、つまり、ゲームチェンジを実現するための、極めて重要な進展**が得られたと言える。また、高出力PCSELの**研究開発成果を広く発信**するために、CLEO等の有力な国内外の学会での講演（基調講演等）、有力学術誌（Nature系雑誌）への投稿等、様々な取り組みを積極的に行い、**極めて高い関心**を集めた。

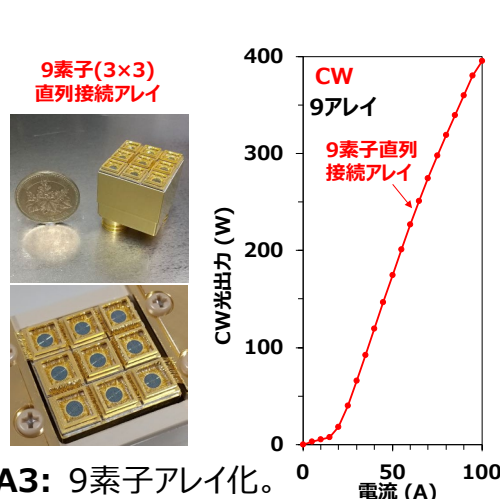


図A1: 3mmΦPCSEL×4のアレイ化。

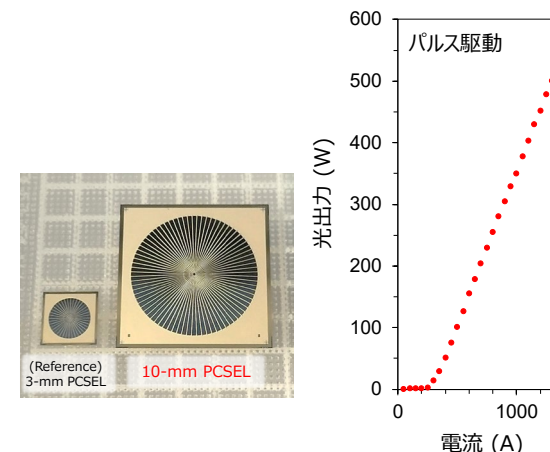
3次元プリンタへの応用に向けた、選択的レーザー溶融(SLM)の実証



図A2: 200W級アレイPCSELによる、SLM実験。



図A3: 9素子アレイ化。



図A4: 10mmデバイスへの展開。

2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

〔前ページからの続き〕

① 研究成果及び達成状況（続き）

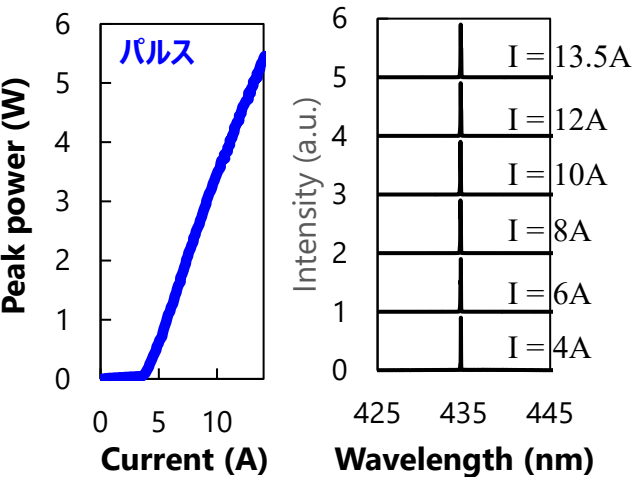
(B) 青色GaN系高出力PCSELの開発

本項目では、期間全体（2023～2024年度）の目標として、「銅等の加工に適した青色波長域ので数W級の高出力PCSELの実現」を設定して、研究開発に取り組み、以下の成果が得られた。

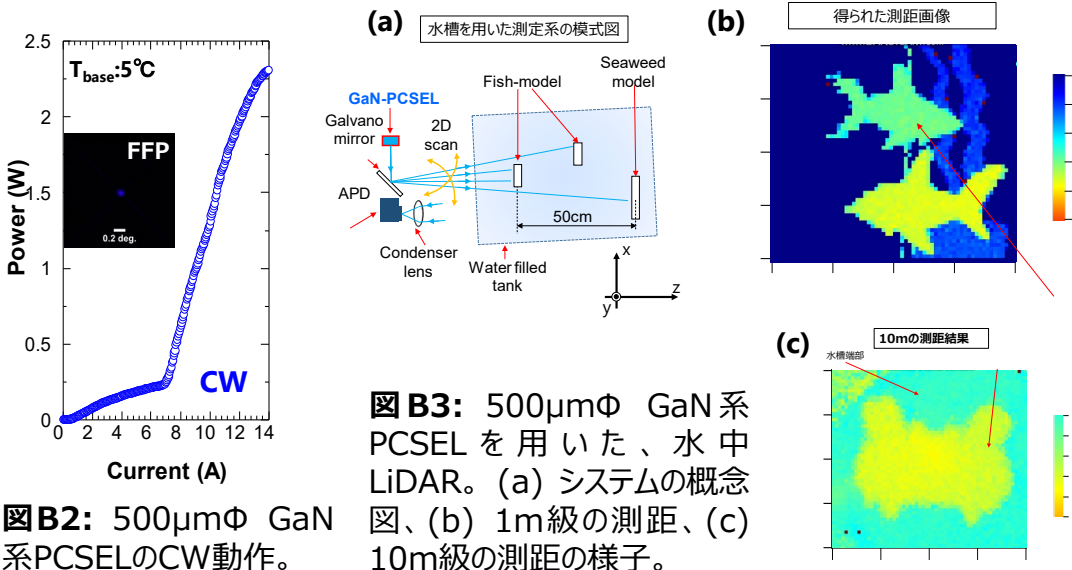
2023年度には、GaN系PCSELにおいて、本BRIDGE以前の300 $\mu\text{m}\Phi$ のサイズから、**400 $\mu\text{m}\Phi$ へと面積を拡大したデバイスを作製**（並行して、実装技術も高度化）し、CW動作において、**従来の0.3W級の2倍以上となる、0.8W出力を実証**した。また、さらなる大面積化により出力を増大しつつ高いビーム品質を得るために、フォトニック結晶構造の深化（面積拡大に適した二重格子構造）の検討を行うとともに、CW動作時の温度分布の影響の補償等が必要となる、面内周波数分布の検討を開始した。

2024年度には、GaN系PCSELの出力増大に関して、深化させた二重格子構造を用いて**500 $\mu\text{m}\Phi$ へと面積を拡大したデバイスを作製**した。本デバイスにおいて、まずは、**パルス駆動において、5Wを超えるピーク出力の高ビーム品質動作を実現**することに成功した（図B1）。さらに、大面積実装技術を発展させ、**CW動作において2.3W出力（BRIDGE前から1桁程度増大）を実現**した（図B2）。これらの取り組みにより、今後のさらなる面積拡大による、高出力化に向けた道筋を示すことに成功した。また、このようにして高出力化を実現した青色PCSELの応用に関して、PCSELをレンズフリーの光源として用いた水中LiDARシステムの構築・高度化を進め、**1～10m級の水中測距を実証**することにも成功した（図B3）。

以上、本BRIDGEにおける研究開発を通じて、**青色PCSELの大面積・高出力化が加速的に進展**し、今後のさらなる高出力化に向けた道筋が得られた。青色レーザーは、**銅やCFRP等の難加工材料の加工に適した光源として期待**されているが、現状では、ビーム品質の悪い半導体レーザー（＝ベンチマーク）を、複雑な光学系を用いて整形・合波した輝度の低い光源しか存在しない。それに対して、本研究を通じて、W級を超えるCW出力が高ビーム品質で得られたことは、**青色では銅等の材料の吸収が赤外域に比べて10倍以上増大することを踏まえると、非常に重要な成果**が得られたと言える。加えて、**水中LiDAR等への適用性の実証**など、青色PCSELならではの新たな応用展開の可能性が実証され、青色PCSELにおいても様々な社会実装に繋がる顕著な成果が得られたと言える。また、青色PCSELについても、国内外の有力な学会での講演や、展示会での実物や水中LiDARデモの展示、拠点・橋渡し法人での見学・デモ等を通じて、**最新の成果を発信し、引き合いが増加**している。

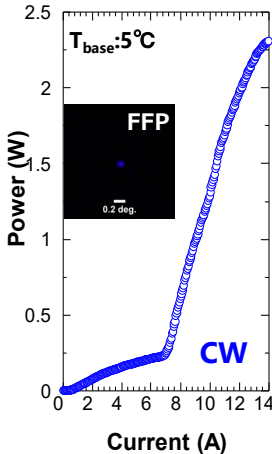


図B1: 500 $\mu\text{m}\Phi$ GaN系PCSELのパルス動作。



図B3: 500 $\mu\text{m}\Phi$ GaN系PCSELを用いた、水中LiDAR。(a) システムの概念図、(b) 1m級の測距、(c) 10m級の測距の様子。

図B2: 500 $\mu\text{m}\Phi$ GaN系PCSELのCW動作。



2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

〔前ページからの続き〕

② 出口戦略・研究成果の波及

研究成果の活用

- [省庁施策への活用] 本施策を通じて、前述の通り、**赤外域PCSELにおける各種レーザー加工に適用可能な数100W級への出力増大や、銅や難加工材料の加工に向けた、青色PCSELでの出力増大**が実現され、さらなる高出力化に向けた道筋も得られた。さらに、**本成果を、加速的に幅広く、社会へと普及させていくことを目指して、大学-企業間の橋渡しの役割を担う新たな橋渡し法人として、一般社団法人「京都大学フォトニック結晶レーザー研究所」が、2024年12月に設立**された。本法人は、**企業へのプロトタイプ**の提供や、**量産初期の製造装置群のビジネスユース**等を可能にするものであり、すでに、**20社近くの企業との連携・協力体制が構築済み**であり、**スタートアップとは異なる興味深い社会実装システムの構築**と位置付けることが出来る。今後は、これらの技術的成果と体制の進展をもとに、**さらなる大面積動作による出力・輝度増大に向けた、中・長期的な研究開発プロジェクト形成**等へと繋ぐことや、**橋渡し法人の活動や機能強化を支援し、社会実装を拡大させる施策**へと展開していくことが考えられる。
- [社会実装への活用] 本BRIDGEの成果をもとに、**M社は、自社工場で、PCSELの量産化の準備を着々と進めており**、拠点および橋渡し法人の知財部との、知財交渉の詰めが鋭意行なわれているところである。青色PCSELでは、**St社が、社長自らの強いリーダーシップ**のもと、BRIDGE成果をもとに、出力増大や信頼性に関する研究を加速し、事業化に向けた動きを活発化している。また、**青色最大手のN社との連携体制も構築**された。
上記の社会実装を加速するための**橋渡し法人の設立の意義**は、以下のとおりである。日本企業が世界的に極めて強かった1980年代には、企業の研究所がうまく機能し、大学や国立研究機関等から生み出された新技術に関して、企業の研究所でプロトタイプを作り、それを事業部に移管することで、社会実装・量産化がスムーズに行われていた。しかしながら、昨近、研究所の機能が弱くなってきたため、**大学等で生み出された新技術を日本企業の事業部での量産化に繋ぐことが極めて困難**になっている。ドイツでは、フ라운ホーファーが、新技術に基づく製品プロトタイプを作製し、量産化への橋渡しの役割を果たしている。今回、設立された法人は、フ라운ホーファーをモデルとして、**企業の研究所に代わってPCSELのプロトタイプを作製し、事業部へ橋渡しする機能を有する**。さらに、プロトタイプの提供を通じて、**企業が自社で量産を行うと決断した際に、PCSEL製造装置への大型投資をすべきかを見極めるために、拠点・橋渡し法人における製造ラインをビジネスユースできるようなシステム**となっている。ビジネスユースを通じて、**企業自らがPCSELを製造し、自社ブランドとしてユーザー企業に提供し、フィードバックを得る**ことで、投資判断をスムーズに出来るようになり、**量産化の加速に繋がるものと期待される**。
- 民間研究開発投資誘発効果：上述のように、本BRIDGE施策を経て、**民間の投資誘発が順調に進みつつあり（注：次頁をも参照）、また、その加速のための橋渡し法人の設立も完了し**、スマート製造やスマートモビリティ分野の光源の一新（すなわちゲームチェンジ）がいよいよ期待される状況となりつつある。**スマート製造の核となるレーザー加工分野全体の世界市場は、数兆円規模であることから、さらに大きな民間研究開発投資誘発効果**が見込まれる。実際、3Dプリンタ応用に関するデモ実証や、自動車関連企業と連携した想定ワークの加工デモ等を推進した結果、様々な企業からの高出力PCSEL活用の希望が増加している。さらに、PCSELの開発や活用に関して、PCSEL拠点ならびに、新たな橋渡し法人との**「連携を強化したい」、「試作を行いたい」、「試作品の提供を受けたい」等の要望が多数挙がっており、今後の民間投資のさらなる誘発**に繋がっていくと期待される。

③ 目標達成状況等の特記事項

- ・技術目標を達成するとともに、3Dプリンタ応用に向けた加工実証への展開などにも成功している。さらに、青色における、水中LiDAR等の新たな展開も進んでおり、大幅な進展が得られていると言える。また、社会実装拡大に向けた橋渡し法人として、一般社団法人「京都大学フォトニック結晶レーザー研究所」も設立された。このようにして、技術開発および社会実装・イノベーションに向けた取り組みが積極的に推進されており、**極めて順調に進展した**と言える。以上より、**今後の事業化・社会実装に向けて、非常に有意義**であったと言える。

2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（取組全期間）

テーマ サブテーマ②：拠点を介した各種企業からの社会実装・イノベーション

注：本サブテーマは、先述のサブテーマ①『スマート製造分野におけるゲームチェンジ』に向けた研究開発の成果の、様々な分野への波及に関する取り組みであり、直接的な研究開発テーマではないため、【研究成果及び達成状況】を【取り組みの成果及び状況】としたうえで、状況を記述する。

① 取り組みの成果及び状況

- 本サブテーマにおいては、**PCSEL拠点をさらに充実**させることで、**拠点やエコシステムに関わる様々な企業における社会実装活動を強化**することを目指した。これが、前頁でも述べた、**橋渡し法人の設立につながり、社会実装体制の強化に繋がった**と言える。
- R社は、上記の橋渡し法人の装置群のビジネスユースを通じて、センサー用PCSELの事業部移管を鋭意進めている状況にある。Sm社は、InP系高出力・高品質PCSELの開発を加速的に進め、**光通信の世界最大の学会であるOFCにて、招待講演を行うとともに、併設された展示会でのデモ等も行い、ユーザー企業からの要請により、今後、サンプル出荷を進める予定である。PCSELを宇宙通信に活用しようとする動きも加速しており、**J研究機関やK社との連携も進んでいる。さらに、3Dプリンタに関わるD社は、社長自ら、PCSEL導入に大きな関心**をもち、自社関連の半導体レーザー工場への移管の話が進みつつある。**モバイル分野のS社は、PCSELの量産化に道筋をつけるべく、生産技術の構築を鋭意進めている。また、PCSELのグローバルエコシステム構築に向け、ナノ構造作製の有力な企業との連携が進み、Sc社は、PCSELウエハのビジネス化のために、人員体制を補強し、大口ウエハへの適用に向けた動きを加速している。さらに、海外のモバイル大手や、半導体の最先端リソグラフィ装置の企業を含む、海外企業からのアプローチも増加し、国内外の企業におけるPCSELの社会実装に向けた素地が着実に整ってきた**と言える。
- SIP第3期「先進的量子技術基盤の社会実装課題への応用促進」との連携に関しては、特に、**SIP-BRIDGE連携会合などを通じて議論を深め、具体的な適用可能性として、量子コンピュータや量子センサに不可欠なダイヤモンド中のNVセンターの励起のために、青色や緑色高出力PCSELを活用するべく、連携を強化**していく方向で一致した。

NHK 12/6



読賣新聞 12/6



② 出口戦略・研究成果の波及

・研究成果の活用

- [省庁施策への活用] 本BRIDGEを通じて、様々な企業群での社会実装の動きが加速し、さらに大学-企業間の橋渡し機能を担う新たな法人までもが設立されたことを踏まえ、**今後、こうした新たな橋渡し法人の活動の支援策を講じていくことも重要と考えられる。その他、SIP第3期やJAXA基金を始めとする他の施策との連携等を推進しつつ、宇宙やエネルギー分野、量子分野への展開も含めた、中・長期的な研究開発を行う新たなプロジェクト形成等に活用していくことも考えられる。**
- [社会実装への活用] 上述のように、本BRIDGEの成果をもとに、様々な企業が、PCSELの社会実装に向けて、活発な活動を開始するようになった。また、ユーザー企業・機関からの引き合いが増大し、海外のモバイルや最先端リソグラフィ、3Dプリンタ等の有力企業からの問い合わせも増加している状況を積極的に活かすことで、**今後、我が国の企業が中心となってPCSEL製造をリードしつつ、海外のユーザー企業・機関へも展開し、世界中へと普及させていくことが可能になると期待**される。
- ・民間研究開発投資誘発効果
 - 本施策を通じて、**PCSELの高出力化、波長域・応用範囲の拡大がなされ、かつ橋渡し法人の設立、さらには、これらをもとに、各種の企業群での社会実装活動が加速しており、民間の研究開発投資が大きく誘発された**と言える。これらの分野において**PCSELの普及が影響を及ぼす世界市場規模は、数兆～数10兆円以上と非常に大きい。**

③ 目標達成状況等の特記事項

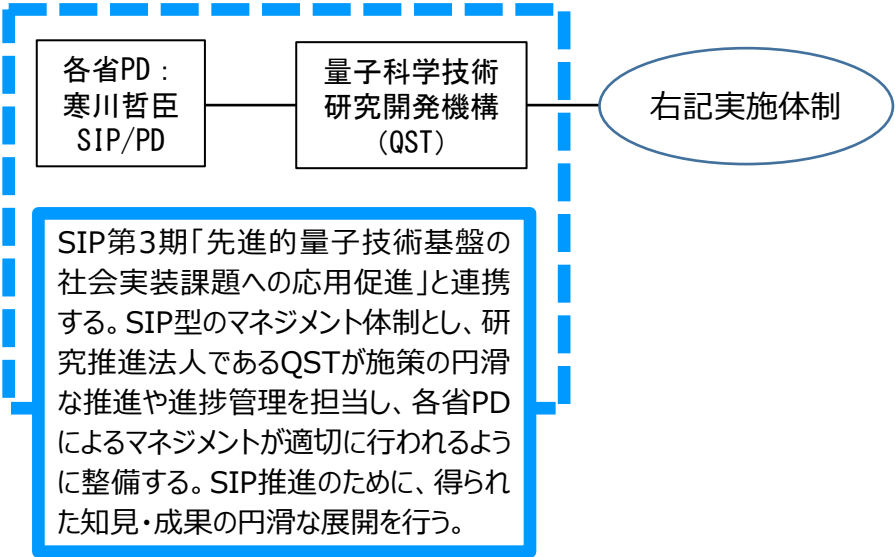
- 拠点を通じた研究開発、量産技術開発や、新たな橋渡し法人の設立等、**携帯・通信・センシング等の分野に関わる企業との連携等を強化し、取り組みが順調に進展**しており、**今後の事業化・社会実装に向けて極めて重要な進展が得られた**と言える。

3. 到達目標（KPI）に対する実績

テーマ名	実施内容の概要と到達目標（KPI）	到達目標（KPI）に対する実績	最終年度（単年度）の実施内容と実績
サブテーマ① スマート製造分野におけるゲームチェンジ	(A)赤外域GaAs系高出力PCSELの開発 ・技術開発（TRL6～7） - 数100W超級CW動作を実現する（アレイ数増大、5～10mmΦへの大面積化、高効率化）。 - 加工モジュールを試作する。 ・イノベーション化の進捗（BRL6～7） - 高出力光源の試作品を開発し、顧客等（汎用高出力光源としての応用、加工システム応用）への試料提供増大、フィードバックを得、ゲームチェンジ開始のための着実な一歩へ繋げる。 (B)青色GaN系高出力PCSELの開発 ・技術開発（TRL6～7） - 数W級動作を実現する（500μmΦ～1mmΦへの面積拡大、閾値低減）。 - 高ビーム品質PCSELを開発する（面内周波数分布制御等による、高ビーム品質化）。 ・イノベーション化の進捗（BRL6～7） - 目標：顧客へのデモの拡大や試料提供開始、フィードバックループ。	(A)赤外域GaAs系高出力PCSELの開発 技術開発： 目標としていた数100W超級CW動作を実現するべく、PCSELを4～9個アレイ化し、最終的に400WのCW出力を実現し、目標達成した。さらに、今後の発展に向けて、10mmΦへと面積を拡大したPCSELを開発し、パルス動作で、ワンチップで500W級の出力を実現した。さらに、200W級PCSELを用いた加工モジュールを構築し、3Dプリンタ応用に向けた選択レーザー溶融（SLM）の実証に成功した。 イノベーション化： 高出力光源の試作品開発成果をもとにした加工や3Dプリンタのデモを行い、関心が増大しており、ゲームチェンジへの着実な一歩へと繋がった。 (B)青色GaN系高出力PCSELの開発 技術開発： 青色PCSELの面積拡大等を順調に進展させ、500μmサイズのデバイスで、パルス動作で5W超、CW動作で2.3W（BRIDGE前と比べておよそ1桁増大）の出力を実現した。また、CW動作時に高ビーム品質動作可能なフォトニック結晶の構造検討等を通じて、0.2°程度の非常に狭い広がり角の高ビーム品質CW動作を実現した。 イノベーション化： 加工用途のみならず、水中LiDAR等のデモ実証を行い、青色PCSELへの関心が増大し、引き合いが一層増加している。	(A)赤外域GaAs系高出力PCSELの開発 技術開発： 2024年度の4アレイに対して、最終年度は、9アレイによる出力増大を実現。さらに、10mmΦPCSELを初めて実証。 加工モジュールを構築し、選択レーザー溶融を実証 イノベーション化： 基調講演やプレス発表等による普及活動、加工デモ等の取り組みを拡大。 (B)青色GaN系高出力PCSELの開発 技術開発： 面積拡大（500μmΦ）を実現し、出力増大を達成。 イノベーション化： デモを拡大、水中LiDAR等の新たな展開の高度化（10m級測距等）。
サブテーマ② 拠点を介した各種企業からの社会実装・イノベーション	サブテーマ①スマート製造における社会実装・イノベーションに向けた取り組みを通じて、拠点・エコシステムに関わる企業からの社会実装加速のための基盤を構築する。（基本的に、研究費は上記のサブテーマ①に大部分を注ぎ込むが、拠点の充実を通じて、他の拠点参画企業のアクティビティを高めて行くことで、各種応用でのビジネスコンセプトを実証する。）	拠点参画企業（センシング、通信、携帯等の分野）との連携が加速し、さらに、新たな橋渡し法人（一般社団法人「京都大学フォトニック結晶レーザー研究所」）を設立し、今後のさらなる連携強化の核を築いた。橋渡し法人において、今後、企業の要望に応える研究開発（応用研究、社会実装）を行いつつ、先端的なPCSELの早期提供や、量産初期のコアファシリティの供与等を行うことで、より加速的に、様々な分野での社会実装が、より一層拡大すると期待される。	拠点参画企業（携帯、通信等の分野）と共同での技術開発を、推進。さらに、橋渡し法人を2024年12月に設立し、PCSEL開発や活用へとアクセスしやすくし社会実装拡大を可能とする体制を築いた。

4. 実施体制及び実施者の役割分担

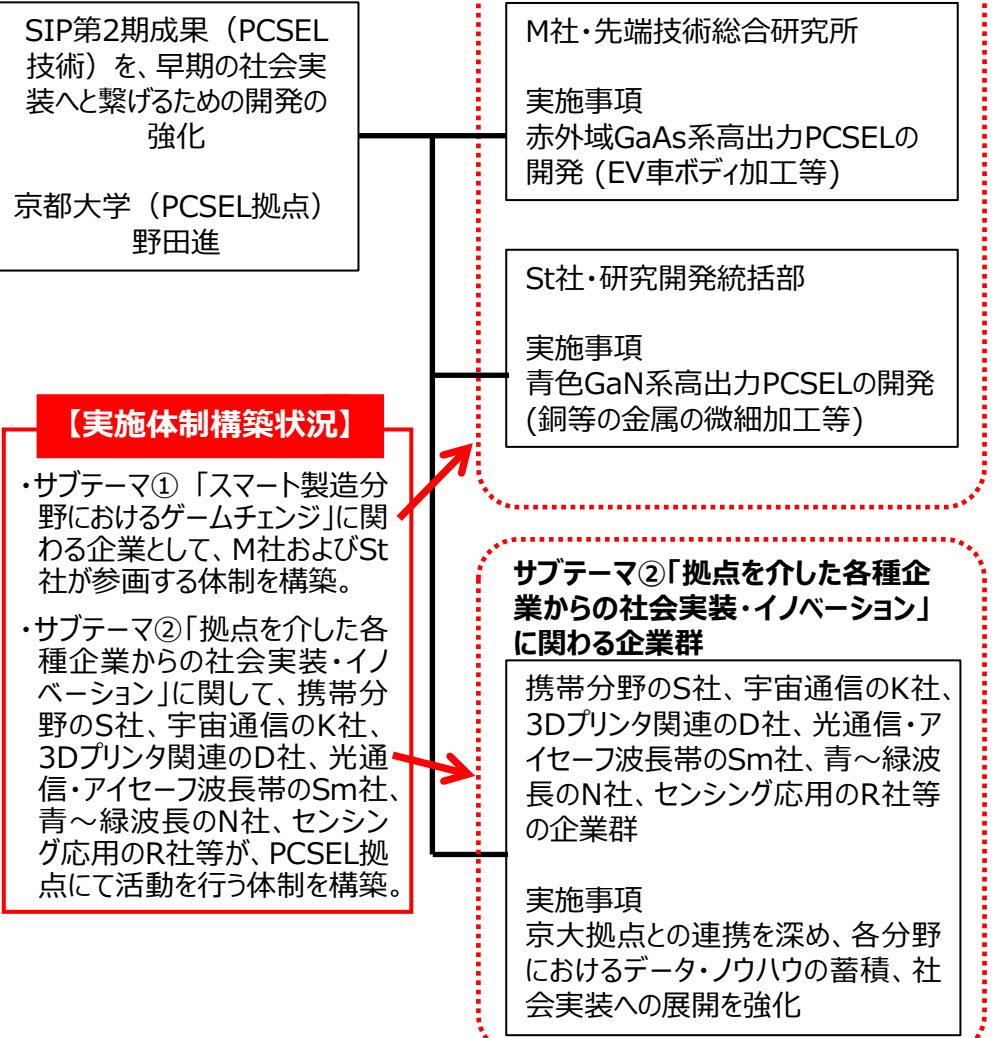
実施体制



補足：体制について

本施策は、フォトニック結晶レーザー（PCSEL）によるスマート製造におけるゲームチェンジと、PCSEL拠点からの社会実装の拡大を目指すものである。本目標の実現のためには、PCSELの高輝度化・スマート化の研究で世界を先導してきた京都大学・PCSEL拠点（SIP第2期を通じて構築）と、拠点と連携してPCSEL技術を開発してきた企業群が、一致団結してプロジェクトを推進することが不可欠である。また、これまでの国の投資の有効活用の観点からも、SIP第2期におけるPCSEL拠点との連携や拠点設備等の利用の実績を有する企業群が参画することが、効率的である。以上の観点を踏まえて、実施体制を決定した。

◆ 対象施策実施体制



5. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンド

① 民間研究開発投資誘発効果（財政支出の効率化）

サブテーマ①：スマート製造分野におけるゲームチェンジ

本BRIDGEにおける研究開発を通じて、赤外PCSELの数100W超級への高出力化が実現され、さらなる高出力化に向けた大面積化等への道筋までもが示された。また、青色PCSELにおいても、数W級の高ビーム品質動作が実現され、世の中に無い、高ビーム品質・高出力な短波長レーザーが実現され、さらなる出力増大（面積拡大）に向けた指針も構築された。このような、小型・低コストで高出力・高輝度な半導体レーザー光源は、他に類を見ないレーザーであり、既存の大型レーザーの一新、すなわちゲームチェンジへと繋がっていくと期待される。先にも述べた通り、スマート製造の核となるレーザー加工分野全体の世界市場は、数兆円規模であることから、大きな民間研究開発投資誘発効果が見込まれる。実際、すでに、国内外の様々な企業から、高出力PCSELの活用を望む声が上がっている。一例として、自動車関連企業と連携したPCSELを用いた想定ワークの加工デモを行い、今後の方向性の議論が進んでいる。また、国内外の複数の3Dプリンター関連企業からも、PCSEL活用への要望を受け、サンプル提供等を予定している。その他にも、EV関係企業や、電池関係の加工企業等を含む多数の企業からも、PCSEL活用への希望が示されている。さらに、青色レーザーにおいても、既存の半導体レーザーの限界を感じている企業から、加工応用に向けたGaN系PCSELの出力増大への期待が示されている。

サブテーマ②：拠点を介した各種企業からの社会実装・イノベーション

本BRIDGEを通じて、サブテーマ①で得られた知見を核としつつ、関連企業との連携を強化させ、量産技術の構築やPCSELの波長域・機能性の拡大が進展しており、既に述べたように、通信、携帯、センシング、照明、宇宙、エネルギー応用等に広く波及していくことが期待される。これらの分野においてPCSELの普及が影響を及ぼす世界市場規模は、前述の通り、数兆円以上と非常に大きく、極めて大きな民間研究開発投資誘発効果が期待される。実際、すでに、海外も含めて、高出力PCSELや、様々な機能性を有するPCSELの活用を望む声が上がっており、海外のモバイル大手、最先端リソグラフィー企業、有力なレーザー関係企業等からのアプローチも増加している。今後、本プロジェクトを通じて構築した橋渡し法人（一般社団法人「京都大学フォトリソグラフィ研究所」）を核として、応用分野がさらに広がっていくと期待される。

② 民間からの貢献度（マッチングファンド）

サブテーマ①：スマート製造分野におけるゲームチェンジ

赤外域GaAs系高出力PCSELの開発

・M社：4,000万円/年以上

令和6年度の貢献額として、共同研究費および人件費、社内設備使用料、本BRIDGE開始前の各種準備や先行的な検討も含めて積算

青色GaN系高出力PCSELの開発

・St社：4,000万円/年以上

令和6年度の貢献額として、共同研究費および人件費、社内設備使用料、本BRIDGE開始前の各種準備や先行的な検討も含めて積算

サブテーマ②：拠点を介した各種企業からの社会実装・イノベーション

・携帯、通信、センシング等を含めて、上記M社・St社以外の拠点・橋渡し法人と連携する複数企業：合計10,000万円/年以上

令和6年度の貢献額として、共同研究費および人件費等の経費を積算