

2 μm 帯赤外線フォトニック結晶レーザー（PCSEL）の発振に成功

— 健康モニタリング、ガスセンシング、通信/LiDAR 等の
次世代光センシング技術の進化のために —

概要

京都大学高等研究院の野田進特別教授らのグループと旭化成エレクトロニクス株式会社は、2 μm 帯赤外線フォトニック結晶レーザー（PCSEL：図1）の発振に成功しました。PCSELは、小型でありながら、高出力・高指向性・高機能性を特長とする次世代の半導体レーザーであり、PCSELによる2 μm 帯レーザーの実現により、生体内物質の非侵襲センシング、がんリスク研究への応用など、従来技術では適用が難しかったアプリケーションへの展開を目指します。本研究成果について、2026年3月の応用物理学会で発表します。

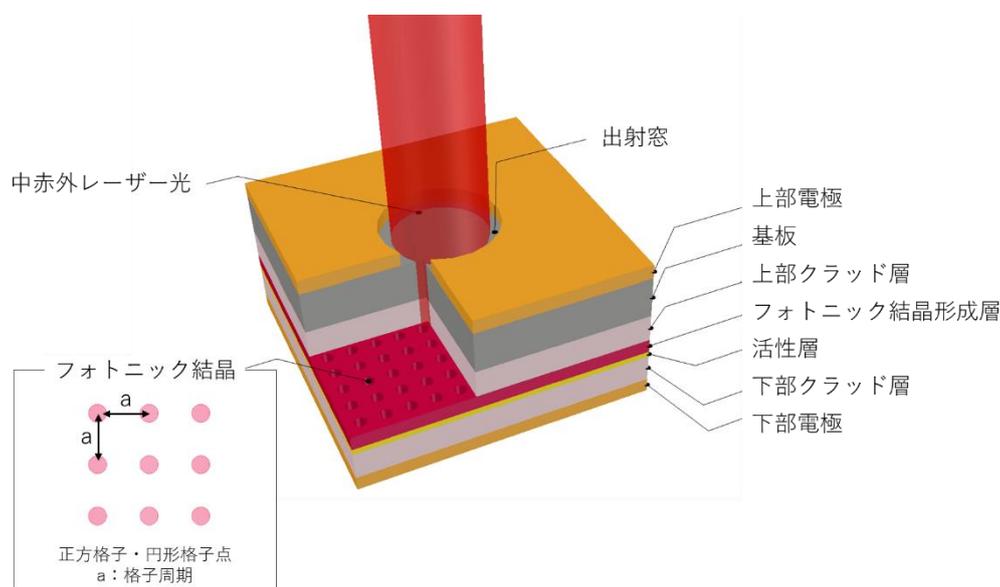


図1：フォトニック結晶レーザー（PCSEL）の構造

1. 研究の背景と内容

波長 $2\mu\text{m}$ 帯の赤外線光源は、磁気、ガス、生体センシングなどの多様なセンサーの光源として期待されています。このような応用において、これまで、赤外線 LED が用いられてきましたが、光強度や波長幅の制約があり、生体内物質の測定や呼気ガス分析などのより高輝度・狭帯域な光を必要とする用途に向けて、小型で量産性に優れる赤外線レーザーの開発が期待されています。

フォトニック結晶レーザー (PCSEL) は、京都大学において発明・実証された新たな半導体レーザーであり、フォトニック結晶がもつ光制御機能により、従来のレーザーと比較して、小型でありながら高指向性・狭帯域・高輝度を同時に実現できるのが特徴です。京都大学と旭化成エレクトロニクス株式会社は、今回、京都大学における学術的知見および、旭化成エレクトロニクスにおいて蓄積してきた化合物半導体技術を活用し、共同研究を通じて、PCSEL 構造の最適化を進めることで、 $2\mu\text{m}$ 帯レーザー発振を実現しました。

図 2 (a) には、今回、実現した $2\mu\text{m}$ 帯赤外線 PCSEL (発振領域サイズ：直径 $200\mu\text{m}$) の発光スペクトルを示しています。波長約 $2.2\mu\text{m}$ に、レーザー発振を示す鋭いピークが観測されました。また、本 PCSEL から出射されたレーザー光のビームパターンは、図 2(b) のように、極めて狭い拡がり角であり、PCSEL のもつ高指向性の実証されました。さらに、高分解能観察により得られたビームの形状はドーナツ状ですが、これは、本素子の設計において、図 1 の模式図に示すような円形で対称性の高い格子点形状を採用しているためです。今後、フォトニック結晶構造を発展させ、ビームの形を、単峰状を含めて、様々な制御可能になると期待されます。

本研究成果について、2026 年 3 月の応用物理学会で発表します。

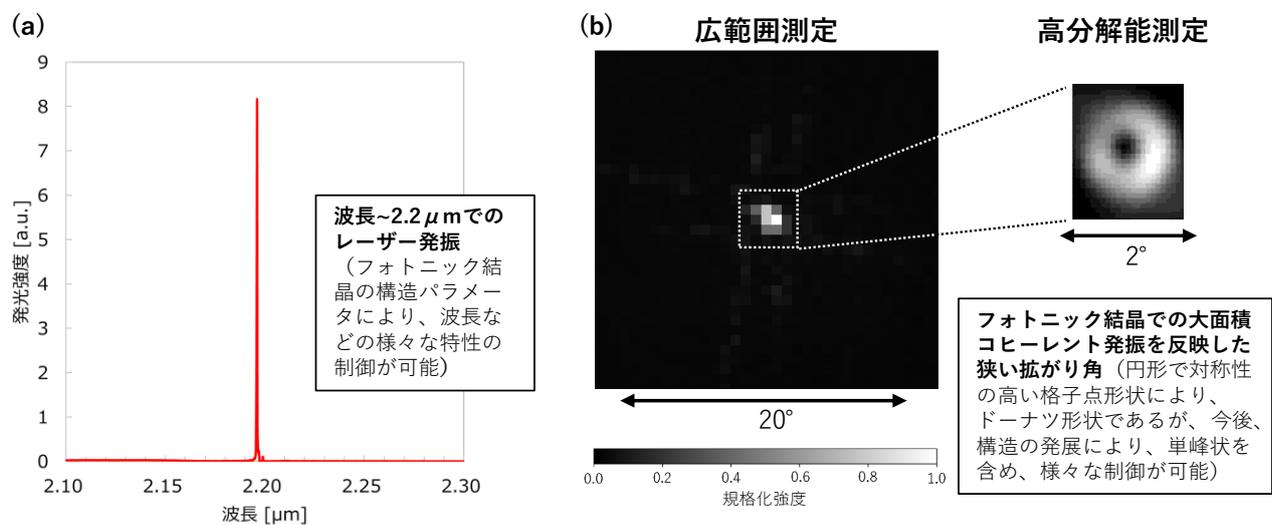


図 2：実現した $2\mu\text{m}$ 帯赤外線 PCSEL のレーザー発振特性

(a) 発光スペクトル (b) ビームパターン

2. 想定される応用領域

(1) 医療・ヘルスケア分野：健康モニタリングの高度化

小型な $2\mu\text{m}$ 帯のレーザー光をセンシングに使用することで、ウェアラブルデバイスによる生体内物質の非侵襲なセンシングや、呼気に含まれるガス成分 (VOCs、アセトン等) の検知を通じた健康モニタリングなどへの展開が期待されます。

(2) 環境モニタリング：温室効果ガス等の高感度・微量定量

2 μ m 帯には CO₂や CH₄などの吸収線が存在します。PCSEL の高指向性・狭帯域特性を組み合わせることで、CO₂・CH₄などの温室効果ガスを対象とした微量ガスを高精度で測定することが求められる領域での応用が期待されます。

(3) 通信/LiDAR：安全性と高性能化への貢献

2 μ m 帯の赤外線はアイセーフ性（目への安全性）の観点からも注目される波長帯であり、PCSEL の高指向性と組み合わせることで、高性能 LiDAR や次世代通信の発展に寄与する可能性があります。

3. 今後について

今回の成果を踏まえ、2 μ m 帯 PCSEL の研究開発をさらに加速させていきます。より高度なフォトニック結晶構造の採用を含めた光源構造の最適化を進め、高指向性・狭帯域・高輝度動作の実現を目指します。これらの取り組みを通じてヘルスケア、環境モニタリング、通信、LiDAR などの領域における応用可能性を検討し、次世代センシング技術の進展に貢献していきます。

<論文タイトルと著者>

タイトル： 中赤外 GaSb 系フォトニック結晶レーザの開発

著者： 内海 優史、岩田 直也、太田 進也、藤田 浩己、吉田 昌宏、井上 卓也、石崎 賢司、De Zoysa Menaka、野田 進

講演会： 2026 年 第 73 回 応用物理学会春季学術講演会