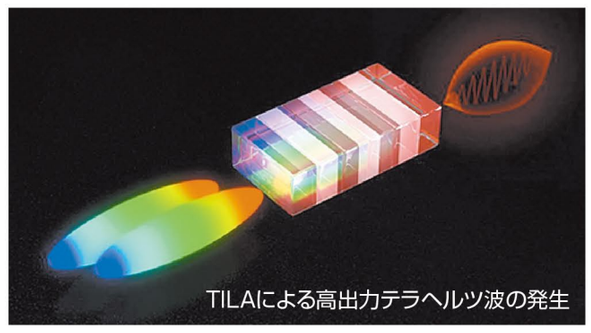
広告

超小型レーザー（TILA）を日本の産業界へ

【レーザー小型化最前線】

世界最先端の小型集積レーザー


TILAによる高出力テラヘルツ波の発生

レーザー分野の最先端技術として、国内外の研究者から熱い視線が注がれる小型集積レーザー。手の平サイズの小型レーザーで、マイクロチップレーザーとも呼ばれる。

小型集積レーザーは小型・軽量・低価格で信頼性も高く、簡便に使用できるため、各業界で実用化が期待され、コンソーシアムで産学官金協同の研究が進められている。この小型集積レーザーの研究開発に尽力してきたのが、『自然科学研究機構分子科学研究所』社会連携研究部門の平等（たいら）特任教授だ。

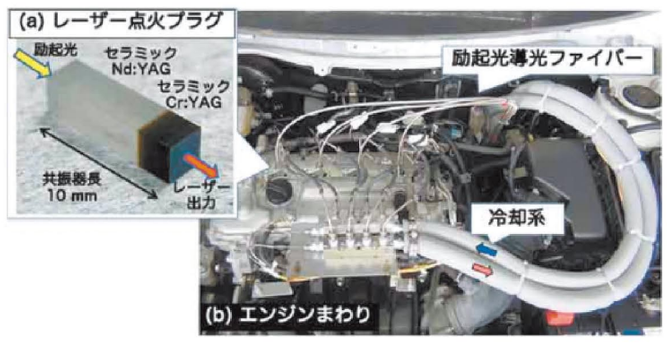
特任教授 **平等 拓範**

TAIRA TAKUNORI

1985年、福井大学大学院修士課程修了。1996年、東北大学博士（論文）。民間研究所を経て、スタンフォード大学応用物理学科にて文部省長期在外研究員として研究に従事。パリ第6大学等の客員教授を歴任の後、理化学研究所放射光科学研究センター、分子科学研究所にて研究を続ける。理研グループディレクター。

◀三点同時点火ジャイアントパルス・マイクロレーザーとブレイクダウン写真。左下は対比のためのスパークプラグ。

▼セラミックスによるジャイアントパルス・マイクロレーザー(a)と、搭載し車両走行実験に用いたエンジン(b)の外観。



出典：応用物理学会誌 85（10），863 （2016）

小型集積レーザー（TILA）

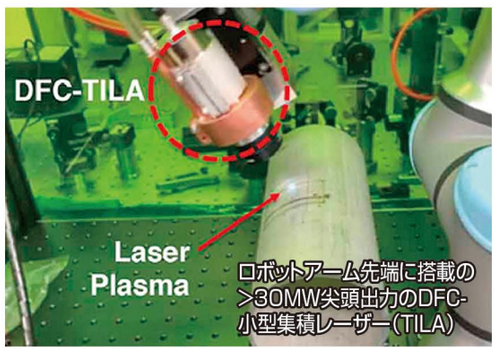
高性能マイクロチップレーザーの開発

平等特任教授の研究は、光の波長と同程度のミクロンオーダーで物質・材料の性質を制御し、光を高度に操る「マイクロ個体フォトニクス」。高性能マイクロチップレーザーの開発と、それに適した次世代材料の発掘を行ってきた。

マイクロ固体フォトニクスにより新たな光学機能を発現しそれを強調することで、劇的に輝度を高めた光の発生が可能だ。「ジャイアントマイクロフォトニクス時代の到来」と平等特任教授は呼んでいる。

そしてレーザー性能をさらに高める新材料として、レーザーセラミックスを発掘。セラミックスであれば均質な材料の量産が可能だ。また、焼結法を工夫した配向制御によって、実現不可能と言われてきた異方性材料「RE:HAP セラミックス」を使ったレーザー発振に世界で初めて成功した。

さらにYAGセラミックスを使ったレーザーをプラグサイズにまで小型化し、自動車に搭載してエンジン点火に成功。世界初の試みであり、2011年にはアメリカのニューヨークタイムズやイギリスのBBCで報道された。



新たな時代の始まり

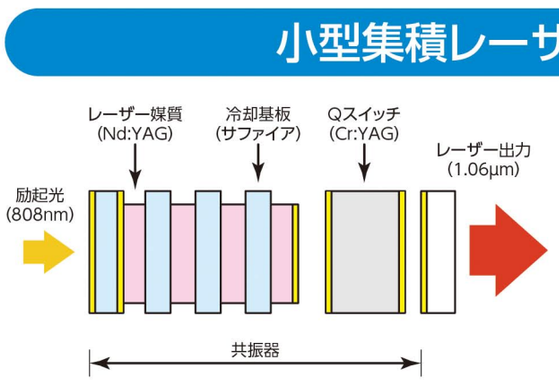
レーザーによる自動車エンジンの点火はスパークプラグに比べて効率が高く、普及が進めば莫大な省エネ効果が見込める。自動車への採用には価格などの課題が残るため、火力発電所、船舶、航空機、宇宙ロケットエンジンなどへの展開を目指しており、世界で注目されている。

エンジンのような過酷な環境においてもメガワットの光を安定に出すことができたことから、研究室や工場内の生産ラインでの使用に止まらず、インフラのメンテナンスなど屋外使用が期待されている。

光音響波によるビル外壁やコンクリート壁面の内部診断、光衝撃波による橋梁や航空機の長寿命化（レーザーピーニング）や成型加工（ピーンフォーミング）、LiDAR による遠隔三次元計測、スキンセラピーから白内障・緑内障手術など、製造からインフラ保守、バイオ・医療まで、多様な応用展開が進んでいる。

特に小型・軽量で手の平にも乗るため、ロボットアームやドローンへの搭載も議論されている。さらにはレーザーによる電子やイオンの加速への応用展開も期待されており、マイクロ固体フォトニクスというミクロの世界から、加速器というビッグサイエンスの未来まで、新たな時代の始まりが見えてきそうだ。

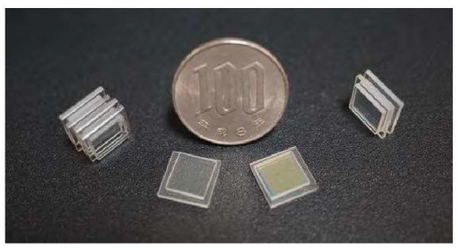
小型集積レーザー



課題 出力を上げるとレーザー媒質の過熱により、破壊や性能低下が発生

解決策 常温接合技術を開発し、排熱と大出力化を両立する新しい構造を考案

多層構造（DFC構造）のマイクロチップの開発


レーザー発振用YAGとサファイア基盤を交互に接合した多層構造（DFC構造）のマイクロチップ

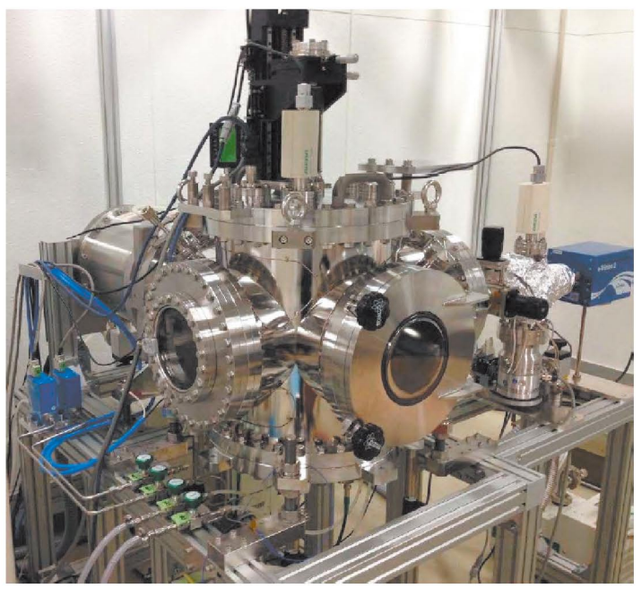
レーザー発振用のYAG結晶と冷却用のサファイア基板を交互に接合。表面活性接合（SAB）という原子レベルで物質を常温接合する新たな技術も開発し、熱問題を解決。画期的なDFC構造の開発により数十メガワットのパワーレーザーが手のひらサイズの小型集積レーザーとなった。これをTILA（Tiny Integrated Laser）と命名。

TILA
Tiny Integrated Laser

小型集積レーザーコンソーシアム

2019年4月、分子科学研究所・社会連携研究部門に「小型集積レーザー（TILA）コンソーシアム」が発足。平等研究グループの研究成果を社会実装すべく、産学官金を交えて支援・情報交換を行う超小型レーザー技術のイノベーション拠点として、研究開発と実用化に取り組んでいる。

研究者だけが浴してきた先端技術の恩恵を、マイクロ化・高性能化・低価格化によっていつでもどこでも簡単に使えるようにすることで、製造現場・インフラ保守・医療・セキュリティなどの分野へ展開。多様な波長やパルス幅のレーザーを実現し、新しい応用を追求している。


開発した表面活性化接合装置

Topic

福島第一原発の廃炉作業

世界でも例のない事故炉の廃炉作業が今も行われている。安全かつ円滑な取り出しが求められているためレーザーによる遠隔分析が期待されている。マイクロチップレーザーは強力な放射線環境下でも適用可能であることから、ファイバの先端に装着するという新しい手法を開発。福島廃炉プロジェクトの最高ランクS評価を獲得している。

レーザーによる遠隔分析

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

分子科学研究所

社会連携研究部門　〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中38番地　明大寺キャンパス

TEL/FAX：0564-55-7246　メールアドレス：tila-consortium@ims.ac.jp　ホームページ：https://tila.ims.ac.jp