

CONTENTS

- 海上ラマンライダーシステムの開発：
竹富島海底温泉でのフィールドテスト
- Photonics West/LASE 2019
国際会議報告
- ILT2019 平成30年度研究成果報告会
大阪会場(開催予告)
- 主な学会報告予定



【表紙図】(a) (b) 漁船に搭載した海上ラマンライダーシステム、
(c) 海上観測実験時の様子

海上ラマンライダーシステムの開発： 竹富島海底温泉でのフィールドテスト

◆レーザーを用いた効率的海洋環境評価法の開発

日本の領海・排他的経済水域は国土面積に比べて約12倍広く、海底鉱物資源やメタンハイドレート掘削、CO₂を海底地層に圧入することで温暖化ガスの大規模な削減を目指す二酸化炭素回収貯留(Carbon dioxide Capture and Storage, CCS)など、海底の有効利用を企図したさまざまな開発計画が進められている。これらの計画を実現するためには、資源探査・採掘技術の開発が重要となるが、その一方、特に近年では環境保護の観点から、海底開発が海洋環境や生態系に与える

レーザープロセス研究チーム 染川智弘

影響をモニターする技術も同様に重要視されている。現状で多く用いられる採水測定では、評価可能なエリアや測定頻度に限度があるため、より短時間で広範囲に海中環境をモニターできる新しい技術の開発が必要である。当研究所では、海洋環境の効率的なモニタリングを可能にするため、水中ガスラマンライダーを用いた海中モニタリング技術の開発を進めてきた。これまでに、水に溶存したCO₂ガスやメタンガスのラマン信号の遠隔計測・評価に成功し、ラマンライダーが海中のガスモニタリングに有用であることを示した

海上ラマンライダーシステムの開発：竹富島海底温泉でのフィールドテスト

(Laser Cross No.349、2017 Apr. 他)。また将来的な実用化を見据え、可搬型的水中ガスラマンライダーシステムを試作し、静岡県沼津市にある海洋観測用の計測バージ(はしけ)において動作試験を行った。その結果、試作したライダーシステムが海上でも実際に機能することを確認した(Laser Cross No.362、2018 May)。

本研究では、水中ガスラマンライダーによる海中モニタリングの可能性をさらに評価するため、竹富島海底温泉でフィールドテストを実施した。石垣島を中心とした八重山諸島にある竹富島の近海では、水深が20 mと比較的浅い箇所からメタンガスが70 %程度含む火山性ガスの湧出があり、この海域は竹富島海底温泉と呼ばれている。以下に実験の結果について報告する。

◆竹富島海底温泉でのフィールドテスト

竹富島海底温泉は竹富島の東港から東に約1 kmの海上にあり、実験の拠点となる石垣島の八重山漁協組合支所の港から船で15分程度である。実験は平成30年2月19日から23日の5日間にわたり実施した。海上ラマンライダーシステムの詳細については前回の報告(Laser Cross No.362、2018 May)を参照していただきたい。

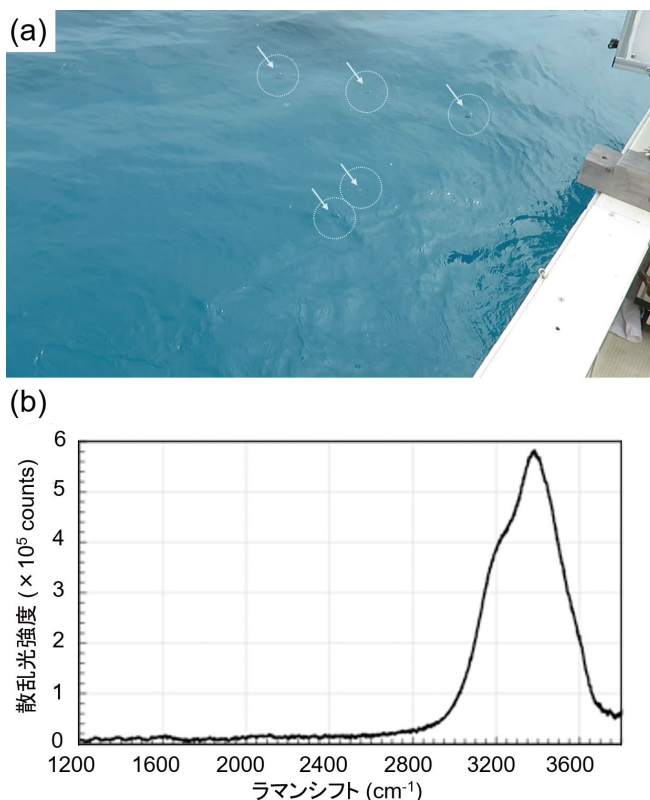
海上ラマンライダーシステムは大阪から4トントラックで大阪南港まで移送し、南港で木枠に梱包した



【図1】海上ラマンライダーシステム(輸送時)

後、コンテナ輸送で石垣島まで輸送した。船での輸送には1週間程度かかるため、装置は防湿シートで保護した(図1)。八重山漁協組合支所にはコンテナを搭載した大型トラックで到着した。ライダーシステムの観測船への積み込みから、実験海域への運搬・移動、実験実施などに際して、八重山漁協組合支所より多大なご協力をいただいた。また海上実験を実施するために必要な、海上保安庁など関係各所への申請や現地との調整などでは、ORE/シーサポートタッチの鈴木氏にご協力いただいた。

表紙図(a)(b)に、漁船に搭載した海上ラマンライダーシステム、および海上観測実験の様子を示す。漁船の左側前方にシステムを設置し、ロープと木材で漁船に固定した。表紙図(c)は、船上で観測実験を行っている時の様子である。図2(a)に実験時に撮影した海面の写真を示す。海中から上がってきているメタンガスの気泡が写っている(図中矢印で示した位置)。船は碇である程度停泊させているが、レーザーを海中に照射する際には、計測システムが気泡の真上にくるように船の



【図2】(a)竹富島海底温泉からのメタンガスの気泡、(b)海上ラマンライダーシステムにより観測した海中ラマンスペクトル

位置を微調整した。図2(b)に、海上ラマンライダーシステムにより計測した海中ラマンスペクトル(1000回積算)を示す。波の影響で不安定な海上においても本システムは正常に動作し、海水のラマンスペクトルの観測に成功した。一方、ラマン信号(2897 cm^{-1})のスペクトル強度が小さいメタンについては、ノイズの影響からか信号の検出には至らなかった。この要因として、海面での太陽光の反射や、天候や湿度の変化による散乱光などが時々刻々変化することにより、背景光雑音成分のゆらぎが大きくなったことが考えられる。

現在この改善策として、望遠鏡の観測光路を海水中まで筒で覆って波の影響を軽減する手法や、時間分解機能付きのICCDカメラを検出器に用い、海中からのラマン散乱成分のみを観測する手法を検討している。また今回のフィールドテストの結果を受け、海上観測をより容易に実施するため、今後システムのさらなる小型化についても検討していく予定である。

本研究はJSPS科研費JP25871083, JP15H05336の助成を受けて実施した。

REPORT

Photonics West/LASE 2019国際会議報告

◆国際会議Photonics West開催される

去る2月2日～6日に米国サンフランシスコのThe Moscone Centerで、フォトンクス関連の国際会議であるPhotonics West 2019が開催された。参加者は23,000人以上で、併設された展示会の出展社は1,350社以上といった大規模なイベントとなっている。医療・バイオ分野のBiOS、レーザーとレーザー応用を扱うLASE、電子光学デバイスや材料をカバーするOPTOといった主要な3つの会議と、幾つかのトピカルミーティングから構成されている。今回は、2日間にわたるAR/VR/MRの国際会議が注目を集めていた。以下に、LASEで聴講した情報を元にパワーレーザーとその応用の世界的動向を報告する。

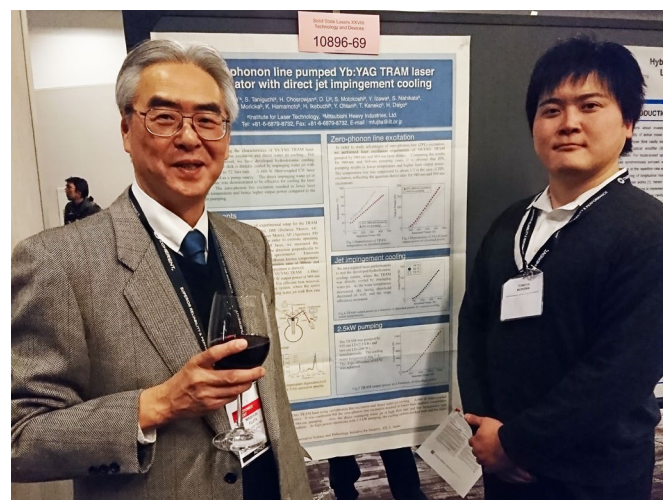
◆高出力Yb:YAGレーザー開発の成果を発表

我々は2016年度から、安全保障技術研究推進制度において室温で動作するkW級Yb:YAGレーザーの開発を行ってきたが、本会議で「Zero-phonon line pumped Yb:YAG TRAM laser oscillator with direct jet impingement cooling」と題した研究成果をポスターにて発表した。固体レーザーの発表はファイバーレーザーや高出力半導体レーザーに比べて件数が少ないものの、Yb:YAGレーザーの研究に関する興味は根強いものがあつた。励起媒質の遠隔温度計測が当該成果の特徴のひとつであるが、レーザー発振時の媒質の状態

主席研究員 藤田雅之

をモニターする指標として有用であるとの理解を得たものと思われる。TRAM形状の認知度は高くないものの、平均出力1 kWでスロープ効率が60 %を越えた実験結果は、世界的にも遜色ない成果であるという反応であった。

TRAMの発展型であるZiZaMを用いたレーザー増幅の報告がMHI(三菱重工)からなされていたが、TRAMと同様に認知度が低く、この発表は「Novel Laser Concept」のセッションで行われていた。液体窒素の噴流冷却で8 kW励起に対して2.5 kW出力が60秒の間安定的に得られたとの発表であった。



【写真】ポスター発表会場にて(MHI森岡氏と)

◆半導体レーザー(LD)の高出力化

ファイバー出力青色LDの高出力化が進んでいた。世界的には、青色LDのチップは日本の日亜とヨーロッパのOSRAMの2社が主な供給元であるが、これらのチップをいかにファイバーに結合して高出力を利用できるようにするかの競争が始まっている。Coherent、DILAS、島津、等が競っているが、輝度で優る日亜のチップを利用している島津の成果が世界的にも優れたものであった。島津は100 μm コアから200 Wを出しており、300 μm コアから500 Wを出しているCoherentよりも輝度が高い。青色LDの電気-光変換効率は25~45 %程度と、意外と低い。その理由は発振しきい値が比較的高いことによるが、高出力化に伴う冷却の問題がこれからクローズアップされてくると予想される。

可視域のLDはシネマ用で高出力化および低価格化が進んだとのことであるが、今後は3Dプリンタ用に需要が伸びると期待されている。また、黄色のLDはMedical用にと応用展開が模索されているようであった。

一方で、赤外のLDはファイバーレーザーや固体レーザーの励起用に需要が伸び、低価格化がさらに進むものと期待されている。TRUMPF社のLD価格は、2011

年に<3ドル/Wであったものが2018年には<2ドル/Wとなったと報告されていた。

◆高繰り返しパルスレーザー加工

レーザー加工のセッションでは、超短パルスレーザーを用いた“Ablation Cooling”と呼ばれる現象が注目を集めている。アブレーションしきい値以下でフェムト秒パルスをGHzの高繰り返しでSi基板に照射し続けると、基板の温度が徐々に上昇して融点に至る直前に電子が飛び出してきて、それに続いて物質が吹き出すというメカニズムが提唱されており、温度が融点を超える前にレーザー照射を終えることで“非”熱的な加工が実現したと報告されている。繰り返しGHzのマイクロパルスを数100ナノ秒の間だけ照射する、いわゆるバーストパルス照射がキーポイントであるが、学術的な解明が遅れている。「バーストパルス」がよい、といった風に誤解されており、MHzの繰り返しでもバーストパルスを使えば効率よく“非”熱的な加工が得られるといった発表が目白押しであった。物理的には少々間違った方向に研究が進みつつあると感じた。

◆次回の開催予定

次回のPhotonics Westは2020年2月1日~6日、同会場で開催される予定である。

INFORMATION

ILT2019 平成30年度研究成果報告会大阪会場(開催予告)

本年のILT研究成果報告会は「レーザーからインフラ診断まで」と題し、今年から開始される関西発の展示会「第1回光・レーザー関西2019」(<https://www.optronics.co.jp/opto-kansai/>)の併催イベントとして開催いたします。

◆大阪会場

日時／ 令和元年7月25日(木) 10:30 ~

場所／ マイドームおおさか 第1・第5会議室

大阪市中央区本町橋2番5号

(<https://www.mydome.jp/mydomeosaka/>)

特別講演

「フォトリソ結晶レーザーの現状と将来展望(仮題)」

京都大学大学院工学研究科電子工学専攻 教授 野田 進氏

■開催概要、お申し込み

<定員> 70名(定員になり次第締め切らせて頂きます)

<参加料> 無料

<資料代> 非賛助会員 3,000円

(賛助会員、理事・評議員会社等 無料)

<詳細・参加申込>

当財団のホームページをご覧ください。

主な学会報告予定

6月24日(月)~27日(木) Lasers in Manufacturing (LIM) 2019 (ミュンヘン)

藤田 雅之「Cleaning, Cutting and Welding of Construction Materials」

Laser Cross No.374 2019, May

<http://www.ilt.or.jp>

発行/公益財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/谷口誠治 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表・谷口誠治(E-mail:taniguchi@ilt.or.jp)までお願いいたします。