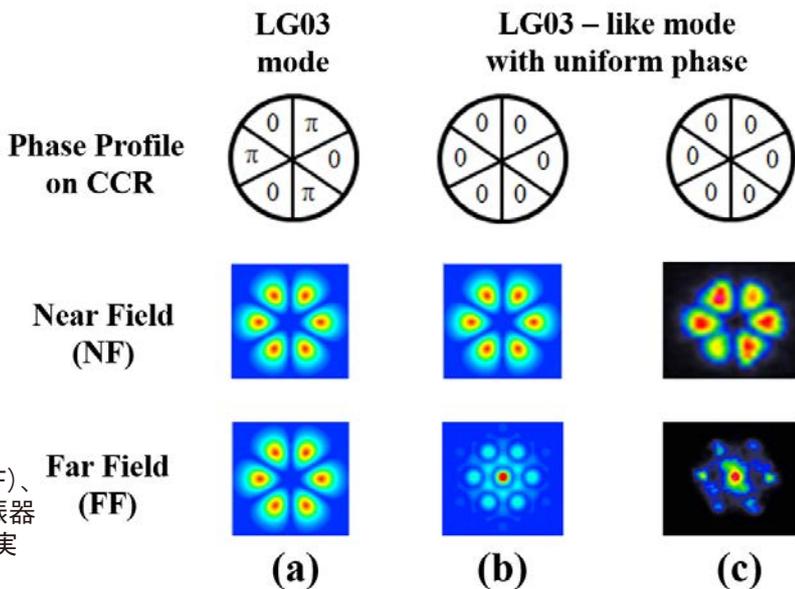


**CONTENTS**

- コーナーキューブレトロリフレクター共振器のレーザー特性
- 第11回アジア太平洋レーザーシンポジウム (APLS2018)参加報告
- 平成29年度研究成果報告会 (ILT2018)を開催
- 主な学会等報告予定



【表紙図】(a)LG03モードの近視野(NF)、遠視野(FF)像の計算結果、CCR共振器出力のNF、FF像の(b)計算結果、(c)実測画像

## コーナーキューブレトロリフレクター共振器のレーザー特性

レーザープロセス研究チーム ハイク コスロービアン

■はじめに

当研究所では、コーナーキューブレトロリフレクター(CCR、図1)などの再帰反射素子をレーザー共振器に応用する技術の研究を行っている。CCRはレーザー共振器開発の観点からみて非常に興味深い光学素子である。任意の方向に入射するコリメート光が入射ビームと逆平行に反射される(再帰反射)、反射ビームがコヒーレントな性質を保持する、などの光学特性を持つことから、CCRを共振器の全反射ミラーに用いた場合、共振器内で受動的(passive)なコヒーレントビーム結合(CBC)過程が起これと考えられる。この過程によりレーザー媒質の励起サイズが大きな場合やマルチスポット励起時にも位相同期された出力が得られるため、固体レーザーの高出力化や高品質化に寄与できる

可能性がある。

再帰反射成分を有する共振器の設計には、再帰反射ビームのp- およびs- 偏光成分に関する詳細な知見が不



【図1】コーナーキューブレトロリフレクター(CCR)

可欠であり、これまでにCCRの偏光特性および反射特性を実験的、理論的に検証してきた(Laser Cross No. 353, 2017 Aug.)。本稿では、実際にCCRを全反射ミラーに使用した共振器を構成し、CCR共振器の受動的CBC効果について検討した結果を報告する。

### ■CCR共振器のレーザー出力特性

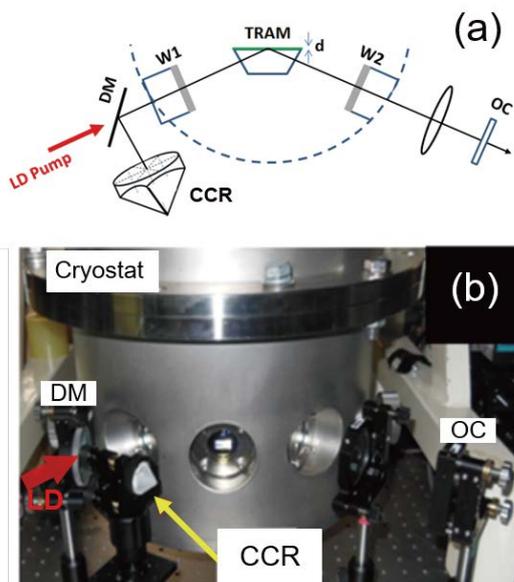
図2(a)、(b)にそれぞれ実験構成図および実験時の写真を示す。レーザー媒質には、液体窒素温度に冷却した9.8 at%、層厚0.2 mmのYb:YAG TRAM(total reflection active mirror)を用いた。励起LD(940 nm、<200 W)のビーム径は約1.8 mmφとした。結合出力ミラー(OC)には反射率80%のものを用いた。CCRはN-BK7ガラス製のものを使用し、共振器を構成した。図3に、吸収パワーに対する発振出力を示す。しきい値は1.5 kW/cm<sup>2</sup>、スロープ効率(η)は0.33であった。次にレーザー出力の近視野(NF)および遠視野(FF)でのビームパターンの分析を行った。表紙図(c)にNFおよびFF像を示す。計測はそれぞれ吸収パワー 55 W、90 Wの2条件で行い、媒質の発熱による影響はなくほぼ同じパターンを示すことを確認した。NF像は高次のTEM<sub>03</sub>ラゲルガウスモード(LG03)のように見えるが、これに対しFF像は6つの弱いピークに囲まれた強い中心ピークを持つパターンを示しており、ビームパターンの変化が見られた。

CCR共振器におけるビームパターン変化の起因を明らかにするため、Jones行列式とFresnel-Kirchhoff回折積分方程式に基づくCCR共振器の出力モード特性のモ

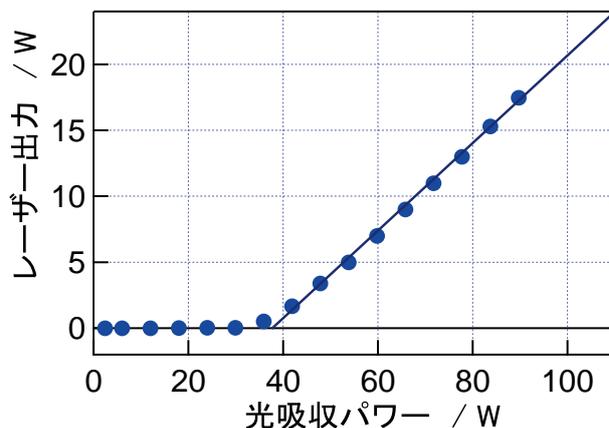
デル計算を行った。表紙図(a)、(b)に計算結果を示す。出力ビームのNFプロファイルは、CCRの3つの反射面と反射面のエッジにより6つの扇形のセグメントに分割されているように見える。表紙図(a)はLG03モードの計算結果であり、出力のNF、FF像は同じパターンを示す。一方表紙図(b)は、NF像はLG03モードと一致するが、6つのセグメントが同位相でありFF像は異なるプロファイルを示している。実測したプロファイルは(表紙図(c))はNF、FF像とも表紙図(b)とほぼ同様であることから、CCR共振器出力は6つのセグメントがコヒーレント(同位相)であることが明らかとなった。この結果は、CCR共振器において共振器内CBC過程が起こる可能性を強く示唆している。

### ■まとめ

本研究では、コーナーキューブレトロリフレクター(CCR)を用いた共振器を構成してレーザー発振試験を行い、共振器内の受動的コヒーレントビーム結合(CBC)効果について検討した。レーザー出力の近視野(NF)および遠視野(FF)のビームパターンを実測し、計算結果と比較した。CCRのNF像は高次のTEM<sub>03</sub>ラゲルガウスモード(LG03)のように見えるが、FF像の計算から6つの分離されたセグメントが同相(コヒーレント)であることが明らかとなった。この結果は、CCRの利用により受動的CBC結合が可能であることを示唆している。現状でファイバーレーザーにおける能動的(active)CBCでは高エネルギーのパルス出力を達成することが困難であるため、CCR共振器を基本とする固体レーザーにおける受動的CBCの利用はパルスレーザーの高出力化のための有望な手段のひとつとなりうる。



【図2】(a) CCR共振器構成図、(b)実験時の写真



【図3】CCR共振器の出力特性

# 第11回アジア太平洋レーザーシンポジウム (APLS2018) 参加報告

レーザーエネルギー研究チーム 李 大治

## ◆APLS2018が西安で開催

2018年5月28～31日、西安で開催された第11回アジア太平洋レーザーシンポジウム(The 11<sup>th</sup> Asia Pacific Laser Symposium, APLS2018)に参加した。APLSは、レーザー科学や技術に関する学術的議論や情報交換を行うことを目的に、日中韓の3カ国が中心となり2年に1度開催される国際会議である。研究トピックには固体レーザー、超高速フォトンクス、超高強度レーザー、ナノフォトンクス、テラヘルツ応用などがあり、期間中は各国から約150名が参加し、160件あまりの講演が行われた。

## ◆積層Nd:YAG回転ディスクレーザー

華北光電技術研究所(中)から回転ディスクレーザーの開発に関する報告があった。回転ディスクレーザーは、ディスク形状の利得媒質を回転させ、励起領域を移動させることで媒質の昇温を防ぐ。この方式では従来、光吸収率を増大させるため厚さの大きなディスクが用いられてきたが、高励起時には媒質内部の廃熱を除去できず、出力特性やビーム品質が低下するという課題があった。これに対し彼らは、直径50 mm、厚さ1.2 mmの薄い1 at% ドープNd:YAG結晶4枚を積層したディスクを作製して実験を行い、チラーなど他の冷却法を併用せずにスローブ効率64%、最大出力40Wを得た。今後さらなる高出力化に期待できる。

## ◆表面プラズモンポラリトンによる第二高調波発生

表面プラズモンポラリトン(SPP)は、基本的に非線形光学過程に有利な増強場を持つ光キャリアとして知られる。武漢大学(中)から、プラズモニック導波路の逆伝搬SPPを利用した第二高調波(SHG)発生技術に関する報告があった。彼らは単層硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)とAgナノワイヤからなるハイブリッドシステムを用いて異なる位置のSPPからSHGが発生することを実験的に示し、フーリエ変換映像法によりSHG信号が運動量保存条件を満足することを確認した。現状の変換効率は低いですが、今後セレン化カドミウム(CdSe)ナノワイヤとAu膜からなる新しいハイブリッドシステムの適用に

より効率の向上を目指すとのことであった。

## ◆レーザー駆動高輝度放射線源

高強度レーザーパルスとプラズマの相互作用により励起される電子プラズマ波の超高電場を利用したレーザー航跡場加速(Laser Wakefield Accelerator, LWFA)は、従来加速器の1000分の1サイズのコンパクトな電子ビーム源の構築が可能な技術として期待され、日本を含む各国でその開発が進められている。これに関し、上海光学精密機械研究所(中)から高品質多段LWFAの実証試験の結果が報告された。彼らは励起源に200 TW、1 Hzの高強度フェムト秒レーザーを使用し、ピークエネルギー 200～600 MeV、エネルギー拡がり0.4～1.2 % rms、発散角 2 mradrmsの高輝度電子ビームの発生に成功した。さらに彼らは、多段LWFAで発生させた電子ビームを用い、航跡場における電子ビームの横振動を操作することでベータトロンX線を数10 keVまで増強する新手法を実証した。また、自己同期全光学コンプトン散乱方式を適用してMeV級の準単色γ線を発生させることにも成功した。1 MeVでのピーク輝度は $3.1 \times 10^{22}$  photons/sec/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>/0.1% b.w.で、これまでの報告値よりも10倍高い輝度が得られたとのことである。



【写真】講演会場の様子

# 平成29年度 研究成果報告会を開催 (ILT2018)

## ■大阪にて研究成果報告会を開催

当研究所では毎年7月に研究成果報告会を開催しています。今年は7月20日に大阪・千里ライフサイエンスセンターにて「レーザーによる建築部材の加工」や「UVプリンティング光源の開発」、「レーザーを用いたコンクリート欠陥検査」など最新の研究成果を報告いたしました。また特別講演として、株式会社四国総合研究所の工藤りか主任研究員より「緑色光源の農業応用—緑色光の多様な効果と実用化について—」と題して病害予防や生育促進など緑色光がもたらす植物へのさまざまな効果や、緑色LEDの栽培農業への応用についてご講演いただきました。報告会当日は50名以上の

方にご参加いただき、熱心なご質問や貴重なご意見をいただきました。

## ■「泰山賞」贈呈式

今年で10回目を迎えた「泰山賞」の贈呈式を行いました。今回は次の方々が受賞され、井澤靖和所長より賞状ならびに副賞を贈呈いたしました。

### ◇レーザー進歩賞

「フォトニック結晶レーザーの発明とその産業展開」

野田 進氏

「高輝度X線レーザー科学の開拓」

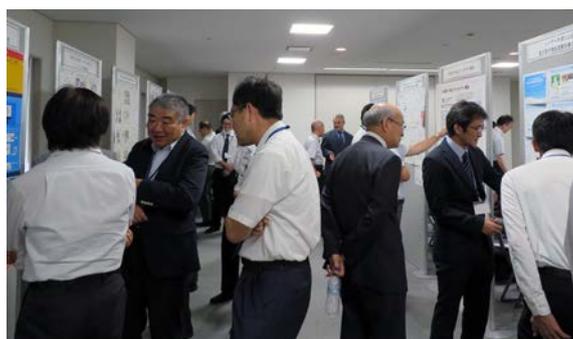
米田仁紀氏



【写真1(左上)】研究成果報告会の様子

【写真2(右上)】工藤りか四国総研主任研究員による特別講演

【写真3(左下)】ポスター発表の様子



【写真4(右)】泰山賞贈呈式(左から井澤靖和所長、野田進氏、米田仁紀氏、中塚正大副所長)



## 主な学会等報告予定

9月18日(火)～21日(金) 応用物理学会(名古屋国際会議場)

李 大治 「高効率テラヘルツ光源を目指す新型電磁放射体設計」

谷口 誠治 「ゼロフォノンライン励起Yb:YAG TRAMレーザーの出力特性」

染川 智弘 「ラマンライダーによる海中モニタリング技術の開発」

ハイク コスロービアン 「コーナーキューブとアキシコンレトロリフレクター共振器のレーザー特性」

Laser Cross No.365 2018, Aug.

<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。