

補助事業番号 26MC1201-021

補助事業名 2026年度 海外で開催される国際会議等で研究発表を行う大学院生の研究交流活動
補助事業

補助事業者名 徳島大学 ポストLEDフォトンクス研究所 次世代光研究部門 安井研究室
安井 武史

1 海外渡航者

徳島大学 大学院創成科学研究科 理工学専攻 四方 亮汰

2 会議内容

(1) 会議名

The 14th International Conference on Photonics and Applications (ICPA 14)

(2) 開催地(国名／都市名)

ベトナム／クイニョン

(3) 開催時期

2026年9月30日 ～ 2026年10月3日

(4) 概要

The 14th International Conference on Photonics and Applications(ICPA-14)は、光学、フォトンクス、分光学、レーザー技術、光材料・デバイスなどの基礎研究から応用技術までを幅広く対象とする国際学術会議である。第14回となる今回は、2026年9月30日～10月3日にベトナムのクイニョン大学で開催され、ベトナム科学技術アカデミー物理学研究所等が主催した。本会議には約300名の研究者等が参加し、口頭発表88件、ポスター発表157件の計245件の研究発表が行われた。海外からも57名が参加するなど、国際的な研究交流の場となっている。継続的に開催されてきた実績を有し、特にベトナムを中心とする光科学・フォトンクス分野の国際共同研究や研究者交流の促進に重要な役割を果たしている。

(5) 発表形式

ポスター

(6) 研究テーマと発表内容

研究テーマ: Stabilization of Kerr microcomb repetition rate by using fiber reference

THzクロックへの応用を目指し、マイクロ光コムの繰返し周波数 (f_{rep}) の安定化に関する研究成果をポスター形式で発表した。本研究では、100 mの長尺光ファイバーを用いたマッハ・ツェンダー干渉計を基盤とするTWDI (Two-Wavelength Delayed Heterodyne Interferometer) 技術により、マイクロ光コムの繰返し周波数に生じる位相雑音を検出した。得られた検出信号を誤差信号として用い、マイクロ光コムの駆動光源である連続波 (CW) レーザーのPZTによる周波数制御と、音響光学変調器 (AOM) を駆動する電圧制御発振器 (VCO) へのフィードバック制御を組み合わせることで、 f_{rep} の安定化を行った。その結果、10 kHzの周波数オフセットにおいて、-95 dBc/Hzの位相雑音を達成した。さらに、安定化した f_{rep} の性能をTHz信号の生成を通じて評価したところ、同じ10 kHzの周波数オフセットにおける位相雑音は-80 dBc/Hzとなり、TWDIを用いた検出系で得られた結果との差が確認された。この差については、ASE (増幅自然放出光) などの光源由来の雑音が影響した可能性が考えられるものの、要因の特定にはさらなる検証が必要である。以上のように、本発表では、TWDIによる位相雑音の検出とフィードバック制御を用いたマイクロ光コムの繰返し周波数安定化、およびTHz信号を用いた安定化性能の評価結果について報告した。

質疑応答

ポスター発表では、参加研究者から以下の質問があり、それぞれ回答した。

① OSNRやファイバー雑音の測定時に観測されるスプリアスの原因について

測定時に観測されたスプリアスについて質問があり、電源由来のリプル雑音に影響していると回答した。

② 微小リング共振器の材料として Si_3N_4 を使用する理由について

Si_3N_4 を採用する理由について質問があり、マイクロ光コムの生成に必要な三次の光非線形性を有することに加え、周囲の SiO_2 との屈折率差によって高い光閉じ込め効果が得られることを説明した。また、1550 nm帯における低い伝搬損失や高い光パワーに対する耐性など、マイクロ光コムの生成に適した材料特性を有することを回答した。

③ 共鳴トンネルダイオード (RTD) によるTHz波の発振原理について

RTDの発振機構について質問があり、直流バイアスを印加することで共鳴トンネル効果に由来する負性微分抵抗領域を利用し、共振器の共振周波数に応じたTHz波を発生させる仕組みを説明した。

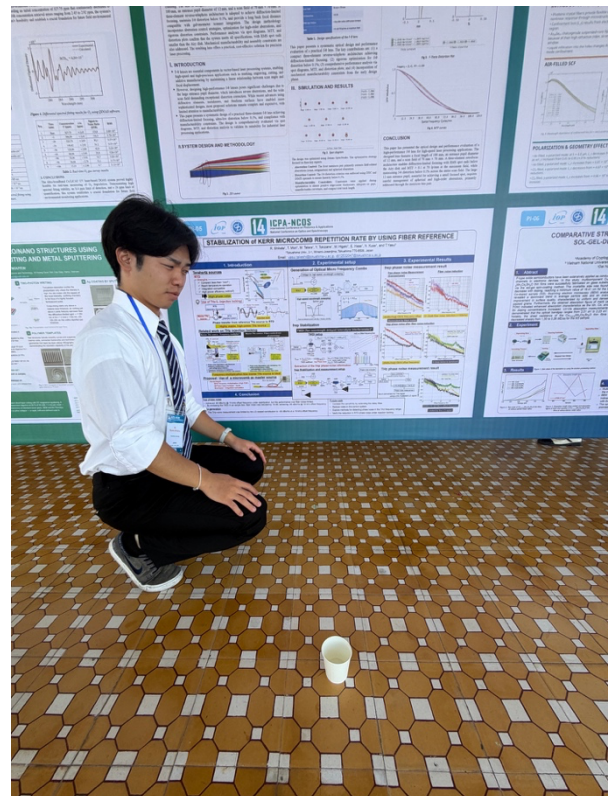
(7) 参加した成果

今回の国際会議で特に自身の研究と関連が深かったのは、英国国立物理学研究所 (National Physical Laboratory : NPL) の研究者による、光周波数標準に関する講演である。講演では、光周波数基準として用いられるULE (Ultra-Low Expansion) ガラス製の光共振器について紹介され、アラン偏差によって評価した周波数安定性の測定結果が示された。特に、共振器長が68 cmおよび48.5

cmのULE共振器の比較は、共振器の設計が光周波数基準の安定性に及ぼす影響を理解するうえで興味深い内容であった。この講演を通じて、光共振器の熱雑音がレーザーの周波数安定性を制限する重要な要因であり、共振器の材料や構造の最適化が高安定化に不可欠であることを学んだ。ULEガラスは熱膨張係数が極めて小さく、温度変化に伴う共振器長の変動を抑制するうえで有効である。一方、熱雑音による周波数安定性の限界は、共振器の基材やミラーコーティングの材料特性、共振器の構造などにも依存する。したがって、光周波数基準の高安定化には、温度変動の抑制と熱雑音の低減をそれぞれ考慮した設計が重要であると理解した。また、アラン偏差の測定結果から、周波数安定性は平均時間によって異なり、短期的な安定性だけでなく、長期的な周波数変動も考慮する必要があることを学んだ。自身が取り組むマイクロ光コム of 繰返し周波数 (f_{rep}) の安定化においても、短期的な位相雑音の抑制に加え、長時間にわたる周波数安定性の確保が重要な課題である。この観点から、光共振器を用いた短期的な高安定化と、原子遷移に基づく周波数基準を利用した長期的な安定化を組み合わせる手法は、今後の研究を進めるうえで参考になると考えた。

さらに、イッテルビウムやストロンチウムなどの原子を用いた光時計では、 10^{-18} レベルの周波数不確かさが実現されており、極めて高精度な光周波数基準の開発が進められていることが紹介された。こうした高精度な光周波数基準とマイクロ光コムを連携させることは、将来的な安定化性能の向上に向けた技術的選択肢の一つになると考えられる。今回の講演で得られた知見を踏まえ、今後はマイクロ光コム of 繰返し周波数の安定化手法に加え、アラン偏差を用いた長期安定性の評価など、安定化性能を多角的に検証する方法についても検討していきたい。

(8) 現地での様子



3 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 徳島大学 ポストLEDフォトンクス研究所 次世代光研究部門 安井研究室

住 所: 〒770-8506

徳島市南常三島町2-1

担 当 者: 教授 安井 武史

E - m a i l: yasui.takeshi@tokushima-u.ac.jp

U R L: <https://femto.me.tokushima-u.ac.jp>

<https://femto.me.tokushima-u.ac.jp/budget/budget.html>