

# 位相制御された光周波数コムのパルス間干渉による波面合成の原理検証

## Principle evaluation of wavefront control by pulse-to-pulse interference using phase-controlled optical frequency comb

電通大<sup>1</sup>, JST, さきがけ<sup>2</sup> ○(P)加藤 峰士<sup>1,2</sup>, 美濃島 薫<sup>1</sup>

UEC<sup>1</sup>, JST, PRESTO<sup>2</sup>, °Takashi Kato<sup>1,2</sup>, Kaoru Minoshima<sup>1</sup>

E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp

近年自動運転のための3D LIDARやレーザープロジェクタ、蛍光計測用の光源走査として光フェーズドアレイの開発が行われている。いわゆるフェーズドアレイとは、アンテナアレイの各素子から位相制御された波動を出射することでその波の放射パターンを制御する技術である。例えばアレイ状に配置した振動子やアンテナを用いると、各素子間の相対位相により音波や電波の伝搬方向や集光点位置などを制御することが出来る。光フェーズドアレイはこれらの技術の光版であり、可視光や近赤外光における高速波面制御手法として期待される光技術である。先行研究では光導波路型のものが主流であり、光通信帯のCW光を光導波路で分岐し、EOMによる位相制御された光を回折格子型のアンテナや導波路端面から出射することで、所望の波面を各出射光の干渉で表現するといったものがある。近年では光源も基板上に構築できることからチップベースの光フェーズドアレイの実現も可能あるため、産業応用として高いポテンシャルがある。一方で導波路故に単一波長での動作が基本であるため広帯域化が困難であることや、素子数に応じたEOMの制御が必要なためにアンテナ数増加による制御の複雑化などの技術的な制約が存在する。

本研究は広帯域な超短パルス光による波面制御の実現を目指し、周波数制御された光周波数コムと共振器型光アンテナを組み合わせた光フェーズドアレイを提案し、周波数制御による波面位相制御の実験的検証を行った。光周波数コムは主に周波数制御されたモード同期レーザーによって生成され、繰り返し周波数 $f_{\text{rep}}$ とキャリアエンベロップ周波数 $f_{\text{ceo}}$ の2つの無線周波数によって光周波数を完全に制御できる。特に $f_{\text{ceo}}$ はフェムト秒の超短パルスのキャリア位相を司ることから、 $f_{\text{rep}}$ と $f_{\text{ceo}}$ の周波数比によって各パルスのキャリア位相の位相差を全帯域で制御することが可能である。本研究で提案する光フェーズドアレイは、この周波数比によって各パルスの位相差を制御し、時間軸上のパルス列を空間的に配置することで、互いに重なり合った超短パルスの波面を制御する。実験では周波数制御したErファイバレーザー（中心波長 $1.55\ \mu\text{m}$ ,  $f_{\text{rep}} \sim 108\ \text{MHz}$ ）を用いて、そのパルス間干渉の干渉縞位相が $f_{\text{rep}}$ と $f_{\text{ceo}}$ の周波数比で制御できることを実験的に検証した。図1に異なる周波数比を設定することで、干渉縞の位相が変化している様子を示した。

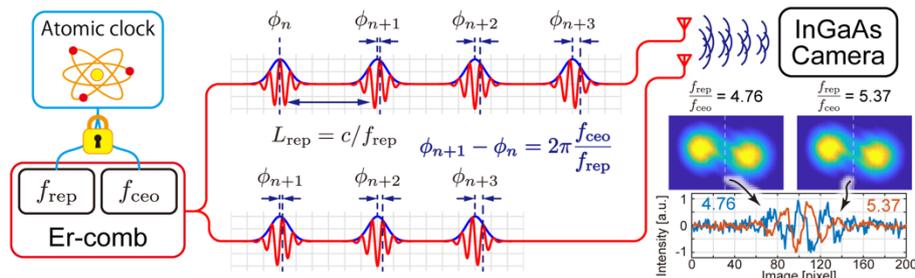


図1 位相制御した光周波数コムのパルス間干渉を用いた波面位相操作の実験系と測定結果