

弱いレーザー光の重ね合わせで加速効率を四倍以上に改善、レーザー加速器の小型化と低コスト化に新指針

大阪大学レーザー科学研究所のアレシオ・モラーチェ助教と、ドイツのマックス・ボルン研究所、ロシアのサンクトペテルブルグ大学との国際共同研究チームは、複数のレーザービームの同時照射で現れる干渉パターンが粒子加速を増強することを世界で初めて実証しました。

大阪大学レーザー科学研究所の **LFEX** レーザーの四本のビームを同一点に集光することで、光の干渉パターンを介して、レーザー光から電子などの荷電粒子へのエネルギー変換効率を高くできることを実証しました。本成果は、従来法であるターゲットの表面に微細な凹凸構造を施し、光の吸収率を上げる手法と比較すると、凹凸構造を干渉パターンで自己生成するため、ターゲットのコストを大幅に下げることができます。加えて、大きな高強度レーザーを一台建設するよりも、より小型で汎用性のある高強度レーザーを複数組み合わせる方が、粒子加速に適していることが明らかになり、小型で低コストのレーザー加速器の開発に繋がる成果です。

複数のレーザービームを結合することで、レーザーから電子へのエネルギー変換効率が高くなり、発生する電子のエネルギーと個数が向上するため、レーザー駆動イオン加速や高輝度 X 線源のパフォーマンスを劇的に改善することが期待されます。本成果は、医療応用や非破壊検査等に資する将来のハイパフォーマンスレーザーの開発に対する新しい方向性を示すものです。

本研究では、複数のコヒーレントなレーザービームを同時に同一点に重ね合わせて照射することで、物質表面に光の自己干渉パターンが発生し、微細加工の凹凸構造と同じ働きを示すことを示しました。干渉パターンはレーザーの照射中に持続的に形成されているため、レーザー吸収率が劇的に向上することがわかりました。その結果、発生する電子のエネルギーと個数が飛躍的に増加することを実験的に観測しました。ビーム間の角度を最適化すれば、4 倍以上の効率改善が見込まれることをシミュレーションで明らかにしました。

レーザーの干渉という光の特性を活用した本成果は、1 つの強いレーザービームよりも、総エネルギーが同じ複数の弱いレーザービームの同時照射の方が、レーザーからプラズマ粒子へのエネルギー変換効率が高くなることを示した画期的なものです。

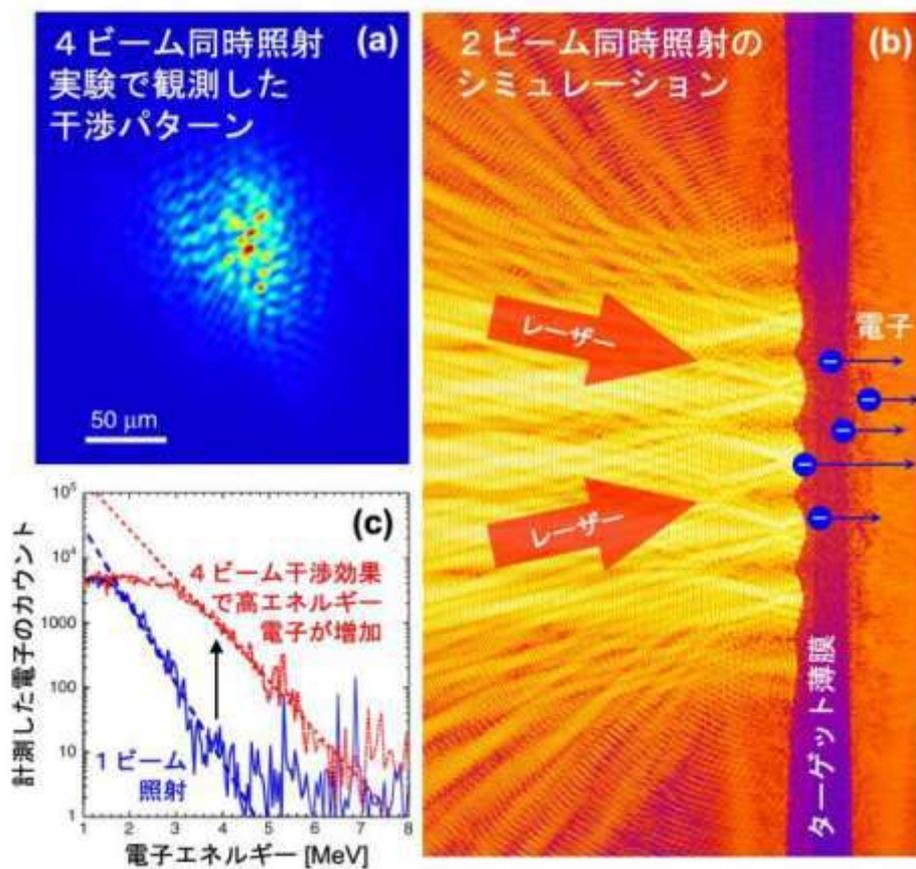


図1 複数レーザービームの干渉効果による高効率の高エネルギー電子発生。
 (a)実験の干渉パターン、(b)対応するシミュレーションで得られた電磁場の分布、(c)観測電子エネルギースペクトル。1ビーム照射と4ビーム照射で照射レーザーの総エネルギーは同じ。

本研究成果は、Springer Nature 社が発行する総合科学誌「Nature Communications」に、7月5日に掲載されました (<https://rdcu.be/bIIgU>)。

日文新聞发布全文 http://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2019/20190716_1)

文：JST 客观日本编辑部翻译整理