

新発想のレーザー技術で狭帯域の高エネルギーテラヘルツ波を発生 小型粒子加速器へのマイルストーン

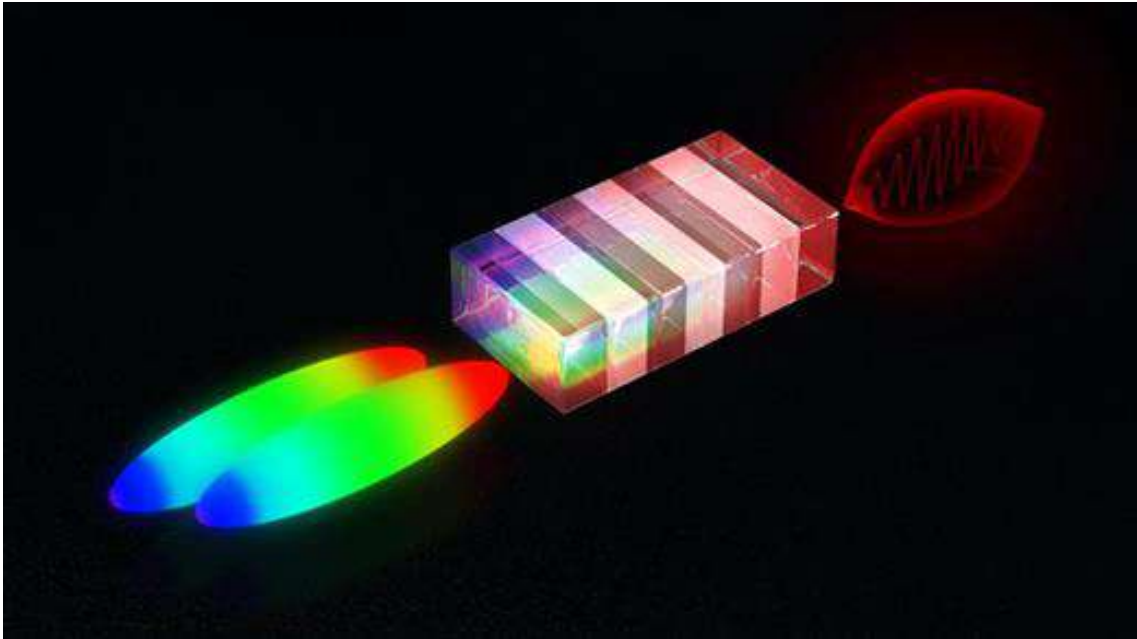
分子科学研究所は、ドイツ電子シンクロトロン (DESY)、ハンブルグ大学、ELI ビームラインとの共同研究グループは、今までにない小型粒子加速器を目指した重要なマイルストーンを達成しました。強力なパルスレーザーと分子科学研究所が開発した LA-PPMgLN を用いて、狭帯域 (単色) で高エネルギーの非常に特殊なテラヘルツ波パルスが発生させる手法を用いた。この新しいテラヘルツ波発生は、実験室のベンチサイズほど小さな次世代粒子加速器の開発につながる画期的な方法です。

研究の概要

テラヘルツ波は電磁波の一種であり、赤外線とマイクロ波の間に位置しています。空港でセキュリティチェックに用いられている全身スキャナーには、このテラヘルツ波が使われています。一方、テラヘルツ波は、粒子加速器の小型化にも寄与します。DESY の Kärtner 氏は「テラヘルツ波の波長は、現在の粒子加速器で使用されている電波の約 1000 分の 1 です。これは、加速器の構成要素の大きさも約 1000 分の 1 になることを意味します」と述べています。

ただ、十分な数の粒子を加速するためには、狭帯域で強力なテラヘルツ波が必要であり、本研究により、まさにこれが可能となりました。ハンブルグ大学の Maier 氏はテラヘルツ波の発生方法について「テラヘルツ波を発生させるために、2 発の強力なレーザーパルスを、わずかな時間差をつけて『非線形光学結晶』(分子科学研究所が開発した特殊な LA-PPMgLN) と呼ばれる物質に入射します」と説明しています。

ここで用いるレーザーパルスには色のグラデーション (チャープ) が付けてあります。つまり、1 発のパルス中の前方と後方で、色が異なっています。このグラデーションの付いた 2 つのパルスを 2 発、わずかな時間差をつけてその結晶に入射することで、2 つのパルスの、色が異なっている部分が重なることとなります (図の左側)。Maier 氏は「この色の違いが発生するテラヘルツ波のエネルギーに対応しています。結晶 (LA-PPMgLN) はこの色の違いを、テラヘルツ波に変換します」(図の右側) と述べています。



わずかにずれた 2 発のレーザーパルス（図の左側）の色の差から、分子研が開発した非線形光学結晶（LA-PPMgLN）を用いて、強力なテラヘルツ波のパルス（図の右側）を発生（差周波発生）させる。

「短い特殊ガラスをレーザービームの経路に挿入するだけです。すると突然、テラヘルツ波出力は 13 倍強くなりました」と Maier 氏は述べています。ここで研究グループでは、分子科学研究所でしか作れない、非常に大きく特殊な非線形光学結晶 LA-PPMgLN を用いる事で強力なテラヘルツ波の発生が可能となりました。

Kärtner 氏は「これらの手法を組み合わせることで、0.6 ミリジュールのテラヘルツパルスの発生に成功しました。これは従来、光学的手段によって発生された、狭帯域（単色）テラヘルツパルスの 10 倍以上の値です。本研究は、この方法を用いれば、小型粒子加速器を実現するための、十分に強力で、狭帯域（単色）なテラヘルツパルスが発生可能であることを示しています」と述べています。そして、この新発想を実現するためには分子研が創り出した特殊な非線形光学結晶 LA-PPMgLN が不可欠との事で共同研究が実施されました。

（日文发布全文 https://www.ims.ac.jp/news/2019/06/25_4374.html ）