

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1

光学結晶中の白色レーザー光の 発生原理を解明

～光学の基礎研究及び精密計測の産業応用に貢献～

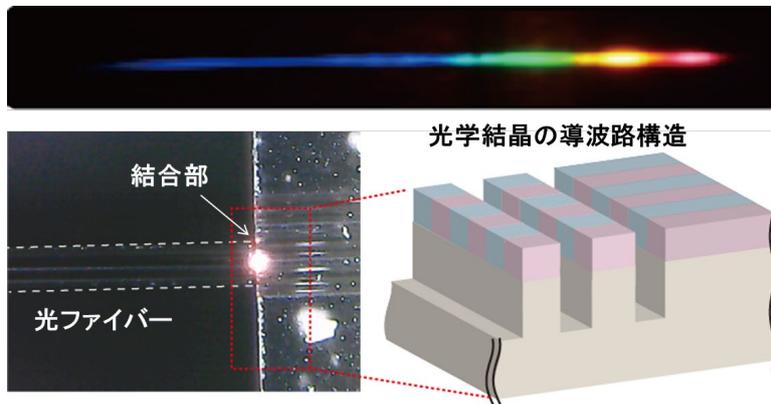
本研究のポイント

- ・精密計測による光学結晶中の白色レーザー光発生の一理解明に成功
- ・レーザー振動数の精密計測に応用可能であることを実証
- ・非線形光学の基礎的な研究及び長さ精密計測の産業応用に貢献

【研究概要】

横浜国立大学大学院工学研究院の洪鋒雷教授と吉井一倫助教らの研究グループは、光学結晶を用いて白色レーザー光を発生させ、その発生原理を光の精密計測の手法を用いて解明することに成功しました。またこの白色レーザー光を用いて、レーザー振動数の精密計測を実証しました。今回の研究は、非線形光学の基礎的な研究及び長さなどの精密計測産業界への貢献も期待されます。

本研究成果は、国際科学雑誌「Physical Review Applied」に5月10日に掲載されました。また本研究は、JSPS 科研費（15H02028, 18H01898, and 18H03886）、JST, ERATO（JPMJER1304）の助成を受けたものです。



白色レーザー光による虹及び実験装置

【研究成果】

赤外波長領域の光コム（光コム）の光を導波路型の非線形光学結晶に入射させることにより、可視波長域の白色レーザー光を発生させた。白色レーザー光をプリズムで空間的に分解すると、図のような虹色になる。今回、この白色レーザー光を用いて他のレーザーの振動数を精密計測できることを実証した。また、この測定結果を用いることで、白色レーザー光の発生は 2 次の非線形光学効果によるものであることを解明した。

【実験手法】

図の左下側に、光コム（optical frequency comb）の光が光ファイバーから導波路型の非線形光学結晶に結合される様子を示している。光っているスポットはその結合部分からの漏れ光である。図の右下側に、導波路型の非線形光学結晶の模式図を示している。非線形光学結晶は周期分極反転ニオブ酸リチウムを用いており、導波路型断面のサイズが約 15 マイクロメートルである。レーザー振動数の精密計測には、同研究室が保有している高精度のヨウ素安定化 Nd:YAG レーザーを用いた。

【社会的な背景】

レーザーを用いた精密計測は、精密加工だけではなく、医療など生活に密着した分野まで応用可能である。その応用を広げるために、レーザーの波長域を広げることが不可欠であり、そこで、もともと赤外波長領域で発振する光コム（optical frequency comb）の可視も含めた広帯域化が極めて重要な研究課題となっている。また、新たに発生したレーザー光が実際に精密計測に応用可能かに興味を持たれていた。

【今後の展開】

白色レーザー光発生原理の解明により、可視光の発生効率の向上を図ることが可能となる。また、今回用いた精密計測による原理解明の手法は他の非線形光学効果への応用も可能で、光学の基礎的な研究に役に立つものである。さらに、実証したレーザー振動数の精密計測をより短い波長に应用することにより、半導体のピッチ長の測定精度の向上など、産業界への寄与も期待される。

【用語の説明】

光コム：モード同期レーザーと呼ばれる超短光パルスレーザーから出力される、広帯域かつ櫛状のスペクトルを持つ光のこと。モード同期レーザーが発生する超短光パルス列は、決まった間隔を持った細かいスペクトル成分を持つ。このスペクトルの形状がくし（comb）に似ていることから「光コム（comb）」または「光周波数コム」と呼ばれる。

二次の非線形光学効果：物体に強いレーザー光を入射したときに、物体内に非線形光学効果が引き起こされる。レーザー電場の二乗に比例する効果は 2 次の非線形光学効果で、三乗に比例する効果は 3 次の非線形光学効果である。

【発表した論文の情報】

雑誌：Physical Review Applied、DOI: 10.1103/PhysRevApplied.11.054031

論文題目：Optical Frequency Metrology Study on Nonlinear Processes in a Waveguide Device for Ultrabroadband Comb Generation（広帯域光コム発生用の導波路装置における非線形光学過程を光周波数計測の方法で解明する）

著者：Kazumichi Yoshii, Junia Nomura, Kaho Taguchi, Yusuke Hisai, and Feng-Lei Hong（吉井一倫、野呂寿仁亜、田口佳穂、久井裕介、洪鋒雷）

本件に関するお問い合わせ先

横浜国立大学 大学院工学研究院 教授 洪 鋒雷

電話：045-339-4320、e-mail：hong-fl @ ynu.ac.jp、

ホームページ：http://hong-lab.ynu.ac.jp/