

## 令和 3 年度実績報告書

令和 4 年 3 月 7 日

公立千歳科学技術大学  
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	応用化学生物学科	職名	教授 准教授 講師 助教 助手
	氏名	梅村 信弘	ふりがな	うめむら のぶひろ
研究課題名	ランダム偏光レーザー用波長変換素子の開発			
本研究費による発表論文、著書など	2022 年 8 月に札幌で開催されるレーザーの国際学会である第 15 回 CLEO Pacific Rim, CLEO-PR 2022 に投稿済み（株式会社オキサイドとの共著）。			

# 研究成果報告

## (背景及び目的)

近年、レーザー光の波長変換素子として、分極周期反転構造を有する波長変換素子の開発が進んでいる。これは、結晶内に周期的な反転領域を構成することで以下の式で表される擬似位相整合(QPM)という波長変換に必要な条件が成立する。

$$n_{o,e}(\lambda_2) - n_{o,e}(\lambda_1) - \frac{m\lambda_2}{\Lambda} = 0 \quad (\text{ここで、} n \text{ は屈折率を、} \lambda_1, \lambda_2 \text{ は入射光及びその SHG 波長を、} m \text{ は正の整数を、} o \text{ は常光線、} e \text{ は異常光線を、} \Lambda \text{ は } 22^\circ\text{C} \text{ での分極反転の周期長を表す})$$

QPM は周期長  $\Lambda$  を大きな非線形光学定数成分を利用可能であることから、結果として高い変換効率を実現できる。

本研究では、1mol% MgO ドープのタンタル酸リチウムによる分極周期反転素子(MgO:PPSLT)に注目する。この結晶は、複屈折が  $10^{-3}$  オーダーと小さいため、通常用いられている ee-e の偏光の組み合わせの以外の oo-e, oo-o 及び oe-o の偏光組み合わせ (左の 2 つは入力光  $\lambda_1$  の偏光、右は SHG 光  $\lambda_2$  の偏光を表す) による擬似位相整合が同時に発生する。結晶温度を調整することで複数の QPM が同時に達成できることにより、ランダムな偏光のレーザーにおいても、偏光ロスなく SHG が発生できるのではないかと考えられる。

## (実験結果)

周期長 7.98  $\mu\text{m}$  及び 7.90  $\mu\text{m}$  の MgO:PPSLT 結晶を用いて波長 1.0642  $\mu\text{m}$  の第 2 高調波 (SHG) の擬似位相整合温度を測定した。ポライザーを挿入することで、ee-e, oo-e, oo-o 及び oe-o の SHG を選択的に確認することができる。測定の結果を図に示す。図の横軸が結晶温度で縦軸が周期長である。図 (a) はイスラエルの Dolev らの研究チームが発表した温度依存型セルマイヤー方程式の計算値であり、予測どおり、80°C 付近で擬似位相整合曲線が交差することがわかる。図 (a) の図中の点線内を拡大し、さらに今回取得したデータをプロットした結果を図 (b) に示す。

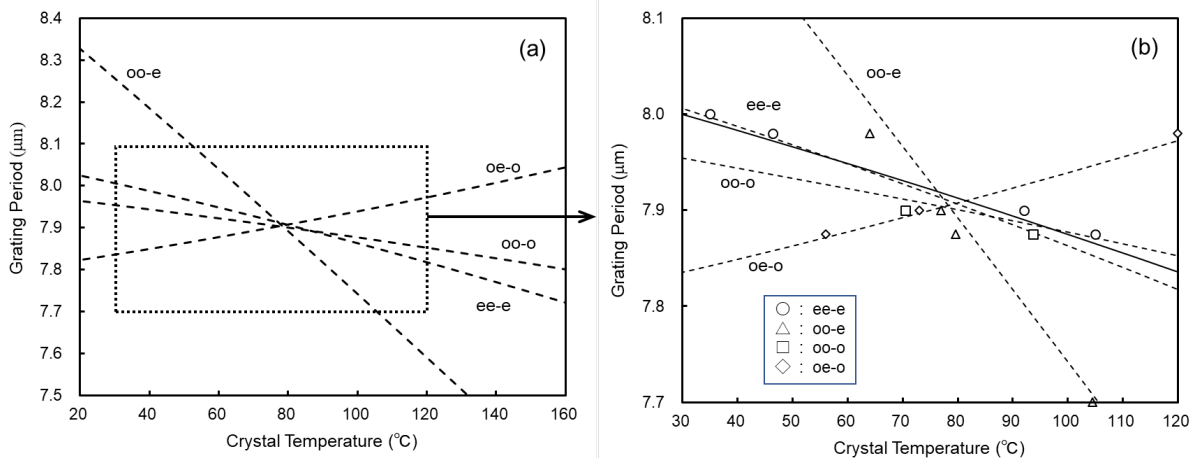


図 1. 0642  $\mu\text{m}$  発振 Nd:YAG レーザー-SHG の擬似位相整合温度と周期長の関係。点線は Dolev らの方程式の計算値。(b) の実線は本研究の担当者が過去に発表したセルマイヤー方程式と屈折率温度分散式 (参考文献 [2]) を元に計算した理論曲線である。

図 (b) より、実験値と理論曲線には 0.01  $\mu\text{m}$  オーダーの差があることがわかる。これは、参考文献 [1] のセルマイヤー方程式の精度が低いことで、これは MgO のドープの量が本研究で用いたサンプルと異なる 0.5mol% であることから屈折率の値が少し異なっていることが原因と考えられる。ランダム偏光の SHG に必要な QPM の同時発生を実現するためには、基本波となるレーザー光の波長に対して MgO:PPSLT の周期長と温度を正確に予測できるセルマイヤー方程式と屈折率温度分散式が必要である。

## (まとめと今後の展開)

本研究で、様々な偏光方向の組み合わせの QPM が結晶温度 80°C 付近で同時に達成できることを実験的に立証した。通常、特定の偏光方向のレーザー光のみを変換する波長変換素子として用いられているが、複数の偏光組み合わせの QPM 条件を同時に達成できることから、様々な偏光方向を有する入射レーザー光を SHG に変換することが可能となる。ただし、その際の SHG のパワーの安定性等についても実用に供しうるか検討を行う必要がある。

## (参考文献)

[1] I. Dolev *et al.*, Appl. Phys. B, **96**, 423-432 (2009).  
 [2] N. Umemura *et al.*, ASSL 2019, paper JTh6A.24.