

光で曲がる結晶の キラル分光計測と装置開発

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

光を当てると結晶が曲がる現象をフォトメカニカル効果という。これは光照射によって起きる分子の微視的な構造変化が、巨視的変形へと変換されることにより発生する現象であり、光エネルギーが力学的エネルギーへ直接変換される例である。このフォトメカニカル効果を利用した研究が近年活発になっており[1]、応用へ向けても期待されている。フォトメカニカル効果を理解する上で、微視的な構造変化と光学定数などの基礎的な物性変化とを定量的に関連付けることは重要である。

■ 活動内容

1. フォトメカニカル効果を示すキラルな*N*-3,5-*di-tert*-butylsalicylidene-1-phenylethylamine結晶の光学的性質[2]

光照射によって起こる微視的な構造変化や応力は、直線複屈折(LB)、直線二色性(LD)、円複屈折(CB)や円二色性(CD)などの光学的性質の変化と密接に関係する。本研究では、フォトメカニカル効果を示す代表的なフォトクロミック結晶において、光異性化反応によって生じた微視的な構造変化と光学的性質との関係の知見を得ることを目的とした。光学的性質の波長分散の同時測定にはGeneralized high-accuracy universal polarimeter (G-HAUP)を用いた[3]。このHAUP装置を用いて、キラルなフォトメカニカル結晶の紫外光照射前と照射下におけるLB, LD, CB, CDスペクトルの同時測定に初めて成功した(図1)。

2. CCD分光器を用いたG-HAUPの迅速化[4]

上記で用いたHAUP装置は1試料の測定に数日間も要するため、HAUP装置の迅速化が緊喫の課題となっていた。現在のG-HAUPは、最初に連続光をモノクロメーターにより分光して波長ごとに1点1点測定しているが、本研究では、入射光を白色光とし、出射光をCCD分光器により分光することにより、全波長に対する強度を一回の測定で完了する方式へと改造する(図2)。これにより、数日間も要していた測定時間を一挙に1時間程度に短縮することを目指した。

G-HAUPに高感度CCD分光器を組み込み、装置を改造した。改造したHAUP装置(CCD-HAUP)は、G-HAUPと同程度の測定精度を示すことがわかった。また、測定時間はG-HAUPが24時間に対し、CCD-HAUPでは約1時間半で、大幅な短縮に成功した。開発したCCD-HAUPは、光や熱などの外的刺激に弱い試料の測定にも有用である。

3. 反射型HAUPの構築

光で曲がる結晶の多くは紫外光領域で巨大な吸収をもつため、透過型のG-HAUP, CCD-HAUPでは厚さ数 μm まで薄い試料を作製しなければならないという厳しい制約があった。このため、反射型でHAUPの理論を再構築し、吸収の強い試料・波長領域でも、キラル光学的性質の測定が可能な装置を構築することを目的としている。現在は、理論を構築している段階である。

■ 関連情報等(自著論文含む参考文献)

[1] J. Mamiya, *Japanese Journal of Polymer Science and Technology*, **2012**, *69*, 449.

[2] Takanabe, A.; Tanaka, M.; Johmoto, K.; Uekusa, H.; Mori, T.; Koshima, H.; Asahi, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *45*, 15066-15077.

[3] Tanaka, M.; Nakamura, N.; Koshima, H.; Asahi, T. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **2012**, *45*, 175303.

[4] Takanabe, A.; Koshima, H.; Asahi, T. *AIP Advances* **2017**, *7*, 025209.

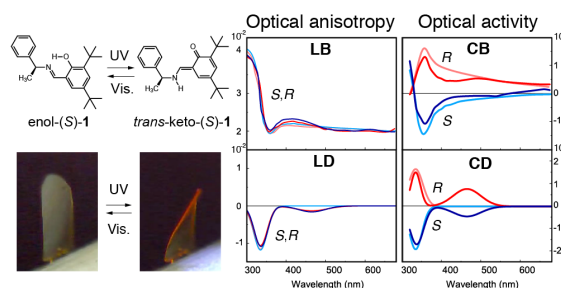


図1 フォトメカニカル結晶(左)と光学的性質(右)

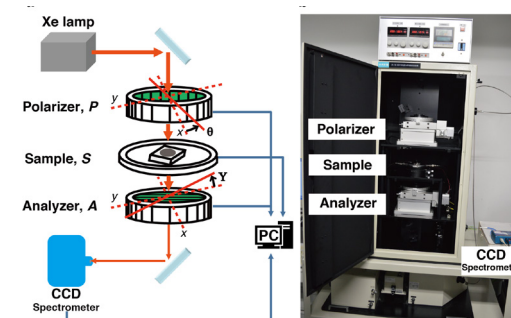


図2 CCD-HAUPの模式図(左)と写真(右)

代表発表者 **高鍋 彰文(たかなべ あきふみ)**
 所属 **国立研究開発法人産業技術総合研究所
 計量標準総合センター**
 問合せ先 **〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1
 つくば中央第二
 akifumi.takanabe@aist.go.jp,
 masahito-tanaka@aist.go.jp**

■キーワード: (1)フォトメカニカル結晶
 (2)キラリティ
 (3)G-HAUP

■共同研究者:
 田中真人 国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター
 朝日透 早稲田大学理工学術院
 小島秀子 早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構