



図 2 (a) ヒ化カドミウムの吸収スペクトルの変化を計測した実験結果。28 THz において巨大な吸収ピークが出現し、31 THz では逆に吸収が減少して負の値に達している。(b)微視的モデルによる光学伝導度の理論計算。青は常磁性電流、赤は反磁性電流の寄与を表す。(c),(d),(e) 屈折率、消衰係数および群屈折率スペクトルの実験結果。点線は光照射前の値を示す。消衰係数がゼロまたはそれ以下の値を示す周波数において群屈折率が 300 を超えることを示している。

離散的な 2 準位系における非線形光学応答では、誘導レイリー散乱は大きな影響を与えないことが知られている。それは誘導レイリー散乱が光励起による屈折率変化に比例して生じる現象であり、通常は光を照射しても屈折率変化は非常に小さいことに起因している。しかし半金属の場合、もともと存在するキャリアの数が少ないため、光照射によってプラズマ振動周波数が著しくブルーシフトし、マルチテラヘルツ帯で巨大な屈折率変化が生じる[5]。それに伴って誘導レイリー散乱が巨大に現れることを明らかにした。

今後の展開

誘導レイリー散乱に付随する現象として、屈折率が周波数に対して急峻に変化するという、巨大な屈折率分散が生じる(図 2(c)(d))。本研究では 100 GHz 近い帯域幅にわたって群屈折率が 300 を超える、つまり伝搬する光の群速度が 300 分の 1 程度に小さくなる様子が観測された(図 2(e))。このようにして光の群遅延を操作することはスローライト生成と呼ばれ、光情報処理の一翼を担うものとして期待が持たれている。一般に金属的な物質はバンドギャップがないためどの周波数の光も散逸が無視できず、誘導レイリー散乱のようなコヒーレントな現象の発現には向かないと考えられてきた。本研究によって、半金属に対して赤外光を照射すると室温でも無散逸なスローライト生成が可能であることが明らかになった。今後もフロッケ・エンジニアリ

ングの考え方によって物質の新しい機能性を引き出す研究が進展することが期待される。

謝辞

本研究は物性研究所の池田達彦助教、松田拓也研究員、吉信淳教授、小林洋平教授およびカリフォルニア大学サンタバーバラ校の Susanne Stemmer 教授らの研究グループとの共同研究によるものである。なお本研究は、JST さきがけ(課題番号 JPMJPR20LA, JPMJPR2006)、JST CREST(課題番号 JPMJCR20R4)、文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)(課題番号 JPMXS 0118068681)、及び文部科学省科学研究費補助金(課題番号 JP19H01817, JP20J01422, JP20H00343, JP21K13852)の支援を受けて行われた。

REFERENCES

[1] T. Oka and S. Kitamura, *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* **10**, 387 (2019).
 [2] F. Mahmood *et al.*, *Nat. Phys.* **12**, 306 (2016).
 [3] N. Kanda *et al.*, *Opt. Exp.* **29**, 3479 (2021).
 [4] Y. Murotani*, N. Kanda* *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **129**, 207402 (2022). (*: equal contribution)
 [5] N. Kanda *et al.*, *Nano Lett.* **22**, 2358 (2022).