

BiFeO₃ 大型単結晶のテラヘルツ分光Terahertz Spectroscopy of a large single crystal of BiFeO₃阪大基礎工¹, 産総研², °望月 岳志¹, 松原 英一¹, 永井 正也¹, 伊藤 利充², 芦田 昌明¹Osaka Univ.¹, AIST², °T. Mochizuki¹, E. Matsubara¹, M. Nagai¹, T. Ito², and M. Ashida¹

E-mail: mochizuki@laser.mp.es.osaka-u.ac.jp

BiFeO₃は、ともに高い転移温度をもつ強誘電性 ($T_C \sim 1100$ K) と反強磁性 ($T_N \sim 680$ K) が室温で共存するマルチフェロイクス物質として知られ、基礎科学の観点のみならず応用の面からも広く研究されている。しかし、似た組成をもつ不純物ができやすいことから、良質の単結晶を得ることが難しく、これが研究の進展を阻害する要因となっていた。

近年、フラックス法により、小さい単結晶が作製され、それらを使った光学測定の結果が報告されるようになった。しかし、各研究グループの光学測定結果は統一されておらず、基礎的な物性すら未だ確立されていない。このことは、試料の品質が不十分であることを示唆する。

最近、浮遊帯域溶融法の熱源として半導体レーザーを用いることにより、直径 4mm の大型 BiFeO₃ 単結晶が作製できることがわかった[1]。この結晶は不純物や余剰酸素に起因するリーク電流がなく、絶縁性が高い。また、磁化 ($M-H$) 曲線に従来報告されてきたヒステリシスがみられず弱強磁性がない、局在スピンやスピングラスといった特性がない、ラマン散乱の実験で示唆された 150 K における磁気的アノマリーもみられない、といった特徴がある。よって、この良質の試料を使うことにより、未解決だった BiFeO₃ の物性に関する課題が解き明かされることが期待できる。

我々は、この良質で大型の BiFeO₃ 単結晶について、テラヘルツ吸収の測定、および光ポンプ・テラヘルツプローブ分光を行った。その結果、Talbayev らの結果[2]と同様の 3 つの吸収ピークを確認したが、その他の 1 つの吸収ピークははっきりみられなかった。また、観測された 2 つのピークについても、その偏光に対する選択則が一致しなかった。マグノンによる赤外吸収の選択則については、これまで非常に複雑な解釈をもつてなされているが、我々の測定結果はよりシンプルで理論[3,4]に近いものである。ポンププローブ分光では、薄膜の BiFeO₃ 試料で THz の過渡吸収変化を起こしたときと同じ密度の励起光を入射しても、THz 帯で有意な過渡吸収変化を見出すことができなかった。BiFeO₃ におけるキャリア輸送は余剰酸素や不純物に起因するキャリアが担っているとの報告があり、我々の試料がこれらの少ない高品質なものであることが示唆され、今後 BiFeO₃ の基礎研究のみならず、応用研究にも拍車をかけるものであることが期待される。

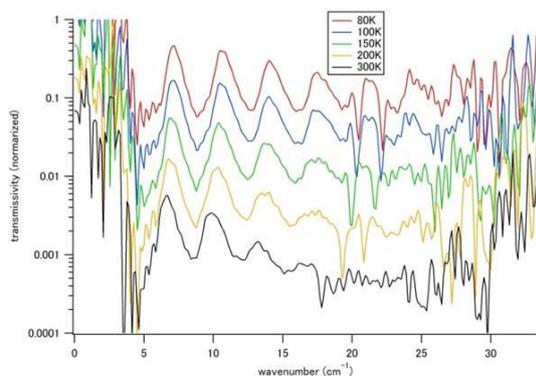


Fig. 1 Temperature dependence of the BiFeO₃ crystal for h_2 polarization.

[参考文献]

- [1] T. Ito, T. Ushiyama, Y. Yanagisawa, R. Kumai, and Y. Tomioka, *Crystal Growth and Design* **11**, 5139--5143 (2011).
- [2] D. Talbayev, S. A. Trugman, S. Lee, H. T. Yi, S.-W. Cheong, and A. J. Taylor, *Phys. Rev. B* **83**, 094403 (2011).
- [3] R. de Sousa and J. E. Moore, *Phys. Rev. B* **77**, 012406 (2008).
- [4] R.S. Fishman, N. Furukawa, J.T. Haraldsen, M. Matsuda, and S. Miyahara *Phys. Rev. B* **86**, 220402(R) (2012).