

## ロックインサーモグラフィ法による電気熱量効果計測

### Measurements of electrocaloric effect by using lock-in thermography

物材機構<sup>1</sup>, 岡山大<sup>2</sup> °井口 亮<sup>1</sup>, 福田 大介<sup>2</sup>, 狩野 旬<sup>2</sup>, 寺西 貴志<sup>2</sup>, 内田 健一<sup>1</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Okayama Univ.<sup>2</sup>, °Ryo Iguchi<sup>1</sup>, Daisuke Fukuda<sup>2</sup>, Jun Kano<sup>2</sup>, Takashi Teranishi<sup>2</sup>, and

Ken-ichi Uchida<sup>2</sup>

E-mail: IGUCHI.Ryo@nims.go.jp

電気熱量効果は電場の印加・除去によるエントロピー変化によって誘電体が発熱・吸熱する現象である。その利用例の一つは小型の冷却素子であり、近年ではスマートフォンやウェアラブルデバイスでの利用に向けた薄型の素子も実現されている [1]。電気熱量効果の計測法には、温度センサーを用いて実際の温度変化を評価する直接的な手法と、分極の電場・温度特性測定から温度変化を推定する間接的な手法がある。物質探索の上では特に直接計測法が重要であることが認識されつつあるが [2]、直接計測法では熱電対や抵抗温度計などの温度センサーを試料に取り付ける必要があるため、センサーとの熱接触やセンサーからの熱流出の影響により測定精度が左右されやすいなど簡便ではなかった。この解決案として、温度センサーによる熱応答計測を赤外線カメラによる非接触の熱画像計測(サーモグラフィ)に置き換えた手法が提案されている [2]。

本研究では、動的なサーモグラフィ計測の一つであるロックインサーモグラフィ法を用いて、電気熱量効果による温度変化を直接計測する手法について報告する。ロックインサーモグラフィ法は、周期的な励起(本研究においては交流電場)を対象試料に与え、同じ周波数での温度変化を画素ごとのフーリエ解析により抽出する技術である(図 1)。これにより外乱等の影響を避けた高精度な温度変化の計測が可能になることから様々な現象の熱応答の解明・評価に

用いられている [3,4]。さらに、電気熱量効果の駆動に伴う誘電損失による発熱も同時に評価できるよう拡張可能である。講演では、誘電体バルク試料において電気熱量効果と損失発熱を同時評価した結果について紹介する。本手法は、非接触かつ簡便な測定が実現できる上、画像計測であることから、試料内の温度変化の不均一性の確認や多数試料の一斉測定による高スループット評価などへも展開可能であり、電気熱量効果材料の評価・探索において有用であると期待される。

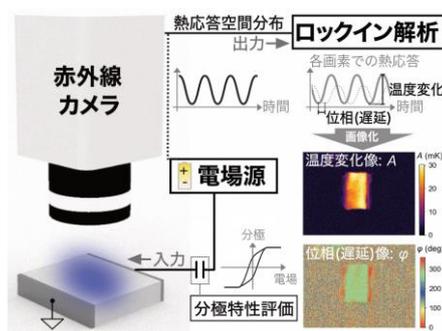


Fig. 1: Schematic of lock-in thermography measurement of electrocaloric effect.

[1] R. Ma, Z. Zhang, K. Tong, D. Huber, R. Kornbluh, Y. S. Ju, and Q. Pei, *Science* **357**, 1130 (2017).

[2] Y. Liu, J. F. Scott, and B. Dkhil, *Appl. Phys. Rev.* **3**, 031102 (2016).

[3] K. Uchida, S. Daimon, R. Iguchi, and E. Saitoh, *Nature* **558**, 95 (2018).

[4] Y. Hirayama, R. Iguchi, X.-F. Miao, K. Hono, and K. Uchida, *Appl. Phys. Lett.* **111**, 163901 (2017).