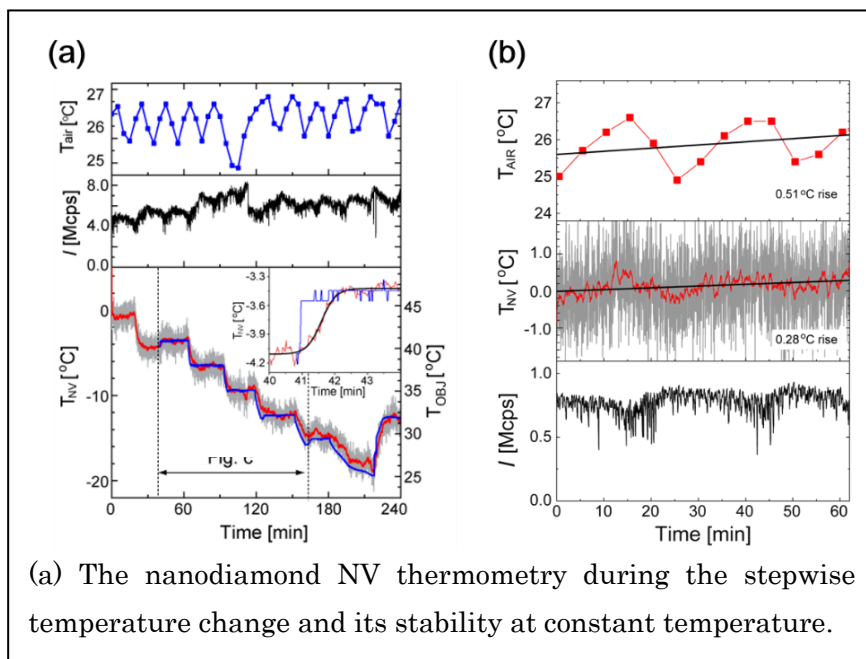


蛍光ナノダイヤモンドを用いたリアルタイム温度計測 Realtime temperature monitoring based on nanodiamond quantum sensing

阪市大院理¹, ベルリンフンボルト大², 慶応大・チャップマン大³
 ○藤原正澄¹, A. Dohms², 西村勇姿¹, 手木芳男¹, O. Benson², 鹿野豊³
 Osaka City Univ.¹, Humboldt Univ. Berlin², Keio Univ. & Chapman Univ.³
 M. Fujiwara¹, A. Dohms², Y. Nishimura¹, Y. Teki¹, O. Benson², Y. Shikano³
 E-mail: masazumi@osaka-cu.ac.jp

蛍光ダイヤモンドナノ粒子の窒素欠陥中心 (NV 中心) が示す光検出電子スピン共鳴 (ODMR) を利用した量子センシングは、磁場・電場・温度の超高感度ナノスケールセンサとして注目されている。我々は特に細胞などの生体試料温度計測に焦点をあてた研究を行ってきており、これまでにスピン共鳴線の pH 安定性や幹細胞内温度計測に成功してきている[1,2]。これまでの研究で我々が認識した事として、生体試料計測ではシングルのイベントとしての生体反応を捉える事が多いため、繰返し測定を行い、データ積算を行う事が困難である。また、現場で試料の状況を観察しつつ適宜、次の実験操作を行う事が多く、データはリアルタイムで取得できる必要がある。ダイヤモンドを用いた量子温度センシングもこのような枠組みの中で計測技術を構築する事が必要と思われる。

我々は今回、高速粒子トラッキングと多点 ODMR 計測を融合したリアルタイム温度計測システムを開発した。このシステムでは、細胞内輸送などで動きまわる粒子を追従しながら、その点のナノスケール温度計測が可能である。装置のベストパフォーマンスとしては、サンプリングレート 500 ミリ秒以上で、温度測定精度 $\pm 0.18^\circ\text{C}$ 、確度 0.3°C 以下 (RMS) の性能を実現した。センサ性能安定性評価試験では、 $\pm 1^\circ\text{C}$ で空調された実験室の温度変動が、 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ で蛍光ダイヤモンド環境に温度変化を与えている様子も明瞭に観測された。この室温の揺らぎがなければ上述の確度 0.3°C より良好な値が得られると考えられる。講演では、実験の詳細などを含めて説明する。



(a) The nanodiamond NV thermometry during the stepwise temperature change and its stability at constant temperature.

[1] Fujiwara et al., RSC Adv. **9**, 12606-12614 (2019).

[2] 藤原, 湯川ら, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 (2019 年 3 月)、講演番号: 11p-M113-9