# 磁性粒子とダイヤモンド基板中の NV センタを用いた細胞計測

## Cell Measurement Using Magnetic Particles and NV centers in the Diamond Substrate

東工大工 [1]，阪大蛋白研 [2]，阪大先導的学際研究機構 [3]
○波多野 雄治 [1]，多田隈 尚史 [2]，岩崎 孝之 [1]，波多野 睦子 [1]，原田 慶恵 [2,3]
Tokyo Tech. [1], Institute for Protein Research, Osaka Univ. [2],
Institute for Open and Transdisciplinary Research Initiatives, Osaka Univ. [3]
○Yuji Hatano[1], Hisashi Tadakuma[2], Takayuki Iwasaki[1], Mutsuko Hatano[1], Yoshie Harada[2,3]
E-mail: hatano.y.aa@m.titech.ac.jp

磁性粒子で標識した細胞・生体の磁性を表面に高密度の NV センタを含むダイヤモンド基板で計測する方法では、励起光が本質的にはダイヤモンド基板のみに照射されればよいため細胞・生体の光障害は最小限に留められ、これまで細胞内代謝過程の観察[1]に適用され、5 分間での変化検出が為されている。磁性粒子による標識は応用範囲が広いため、本研究では培養液中の活きた細胞の動態を長時間追跡可能とする光障害を受けないイメージング技術の開発を目的とし、磁性粒子追跡の時間分解能向上を図った。高感度化のため、(i) (111)面に垂直に配向した NV センタ密度 $1.6\times10^{16}\mathrm{cm}^{-3}$、厚さ 3.5μm の CVD 膜形成[2]、(ii) 高開口数(NA=1.30)、長作動距離(WD=0.30mm)油浸対物レンズ(x60)によるダイヤモンド基板裏面からの CVD 膜中 NV 層計測[3]、(iii) 培養液中の計測対象の細胞と(111)用マイクロ波コイルの近接(図 1) を行った。(iii)においてマイクロ波コイル電極を保護するために撥水材(フロロサーフ)をコイル表面に塗布した上で接着剤により培養液貯留槽を設置した。NV センタに印加されるマイクロ波強度を保つため貯留槽内径はマイクロ波コイル内径以下に留めた。培養液中の HeLa 細胞上に 1μm 径の超常磁性粒子を撒布、3.2mT の静磁場で磁化させた場合、露光時間 19s で超常磁性粒子を検出できた(図 2)。NV センタ密度・コヒーレンス時間(T2*)向上により更なる高感度化が可能である。

謝辞　本研究は JST CREST JPMJCR1333 および MEXT Q-LEAP と CAO PRISM の支援を受けた。

[1] H. Davis et al., Nat. Commun. 9: 131 (2018).
[2] H. Ozawa et al., Appl. Phys. Exp. 10, 045501 (2017).
[3] Y. Hatano et al., Phys. Status Solidi A, 1800254 (2018)

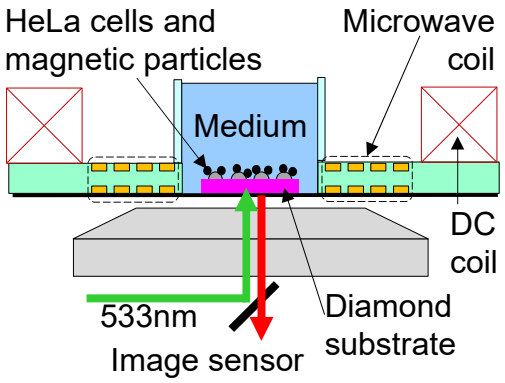


Fig. 1 Schematic cross-sectional view of the measurement setup for living cell observation.

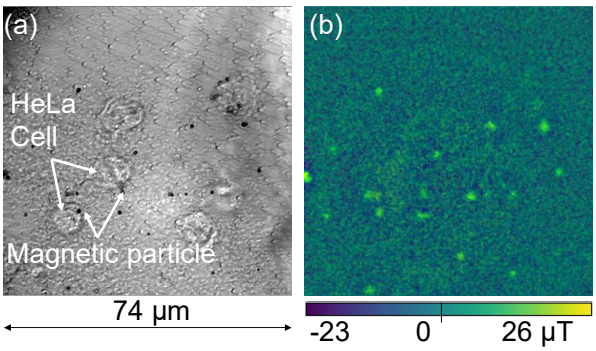


Fig.2 (a) Bright-field and (b) magnetic field images of 1-μm magnetic particles and HeLa cells in the medium.