

スイッチ磁界に対する磁気ビーズの応答を利用した細菌検出

薮上信, 小野寺英彦, 植竹宏明, 佐藤幸, 宮内啓介, 遠藤銀朗, 三浦由則*, 高橋英樹*, 児玉毅靖*
(東北学院大学, *ジーエヌエス有限会社)

Measurement of bacteria using magnetic beads by switching magnetic field

S. Yabukami, H. Onodera, H. Uetake, Y. Sato, K. Miyauchi, G. Endo, Y. Miura*, H. Takahashi*, T. Kodama*
(Tohoku Gakuin University, *JNS Co., Ltd.)

1 はじめに スイッチ磁界に対する磁気ビーズの応答性から抗原抗体反応によりう蝕関連菌を検出した。

2 計測方法 Fig. 1 は試作システムの構成を示したものである。本システムは容器、回転機構、磁石および励磁コイル、磁気ビーズからの漏れ磁界を検出する磁界センサ (ジーエヌエス製 MI センサ) から構成される。試料は永久磁石 (NdFeB 磁石, 4mm × 4mm × 1mm) で約 100 秒間着磁され、永久磁石を取り除いて回転する (回転速度は 200 degree/sec)。回転周期に同期して発信器からコイルへ矩形波磁界 (± 20 Oe 程度) を与える。容器はコイルの直上を周回し、容器の周回ごとにその磁界方向がスイッチングされ磁界センサ直上で磁気ビーズからの漏れ磁界を検出する。このとき磁気ビーズのみ (細菌と未結合の磁気ビーズ) であれば、スイッチ磁界により比較的容易に磁化回転するが、細菌と結合している磁気ビーズは、ブラウン緩和¹⁾の緩和時間が比較的長く、磁化回転しにくい状態となると考えられる。

3 計測結果 Fig. 2 は Protein A が添加された磁気ビーズ (平均粒径 1 μm) と 1 次抗体 (Anti-*Streptococcus mutans* antibody Ab31181) を結合させた後、う蝕関連菌 (*Streptococcus mutans*) との抗原抗体反応の有無による磁界センサでの波形 (1 周目 ~ 4 周目) を示したものである。磁気ビーズは 100 μl 中に約 5×10^7 個存在し、Mutans 菌数は約 1×10^6 個である。Fig. 2(a) では、磁気ビーズのみの場合の出力電圧を示したが、隣接した 2 回の周回、すなわち周回回数が奇数回と偶数回では、極性がほぼ反転した波形が得られる。すなわち細菌を含んでいない場合は、周回毎に極性が反転する磁界に追随して磁気ビーズの磁化方向も反転している。したがって、奇数回と偶数回のセンサ電圧差は相対的に大きくなる。これに対して、試料に磁気ビーズと Mutans 菌を結合させた場合、Fig. 2(b) のように 1 周目から 4 周目までの出力電圧の変位において、奇数回と偶数回の差が小さい。これは、磁気ビーズが Mutans 菌と結合することにより、周回ごとのスウィ

ッチング磁界に追従できず磁気ビーズが反転しにくくなっており、奇数回と偶数回において、センサ電圧値も正負の極性反転が起きにくくなっているものと考えられる。すなわち奇数回と偶数回の波形の相違は、細菌数と相関関係を有することを示唆している。

謝辞 口腔細菌に関してご助言いただきました東北大学大学院歯学研究科高橋信博教授、金高弘恭准教授に感謝します。本研究の一部は JST COI TOHOKU プロジェクトの研究成果である。

参考文献 1) W.F. Brown, J. Appl. Phys. 34, 1319 (1963).

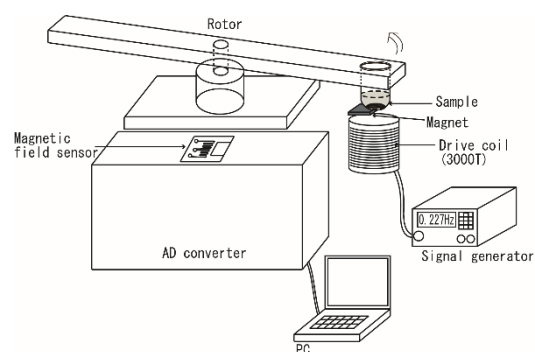
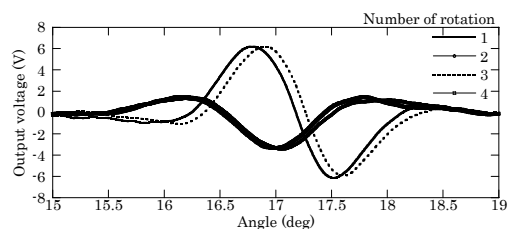
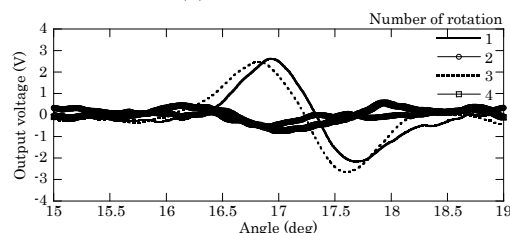


Fig. 1 Schematic view of the sensor.



(a) without mutants



(b) with mutants

Fig. 2 Output voltage when a sample was scanned close to the sensor.