

# 血管内治療用磁気アクチュエータと励磁システム

高橋雅人、平 裕馬、山田 努、竹村泰司  
(横浜国立大学)

Magnetic actuator and excitation system for intravascular treatment

M. Takahashi, Y. Taira, T. Yamada, Y. Takemura  
(Yokohama National University)

## はじめに

磁性体を用いたアクチュエータによる低侵襲な医療が注目されている<sup>[1]</sup>。近年では磁気アクチュエータに磁界を印加することでトルクや推進力を与え、動脈硬化の病変を削る治療が想定されている<sup>[2]</sup>。本研究では、磁界のシミュレーションから、コイル端部に磁石を配置したとき、一对のヘルムホルツコイルで磁石に回転力と推進力の両方を与えることを示した。また、複数のコイルが作る合成磁場を利用した磁石の姿勢制御や、アクチュエータの回転による石灰の研削実験を行い、患部へのアクチュエータの誘導と治療が可能であることを示した。

## 実験方法

電磁界解析ソフトウェアを用いて、ヘルムホルツコイルの作る磁界の解析を行った。また、径方向に着磁された直径 2.5mm、長さ 10mm の円柱状磁石に対し、磁界が直交するように設置した複数のコイルから磁場を印加し、姿勢を制御した状態での誘導を行った。また、磁石と研磨剤で構成されるアクチュエータに交流磁界を印加し回転させ、動脈硬化の病変を模した石灰の研削実験を行った。

## 実験結果

Fig. 1 より、ヘルムホルツコイルの中心における  $z$  軸方向の磁場  $H_z$  の  $x$  軸方向微分である  $dH_z/dx$  はコイル端部で最大となり、コイル中心に近づくにつれ減少することが確認された。Fig. 2 のように磁石を配置すると、磁石には磁気モーメントと磁場勾配に比例した力が発生する<sup>[3]</sup>ため、磁石はコイル端部から中心に向かって移動すると考えられる。また、ヘルムホルツコイルから交流磁界を印加すると、磁石に働くトルクを一定方向にすることができるため、磁石を一方向に回転させることができる。磁石と励磁コイルを Fig. 2 のように配置し、交流磁界を印加したところ、磁石が回転しながらコイル中心へと推進した。この運動を利用し、病変を模した石灰をドリルのように削ることが期待できる。チューブ内に病変部を模した石灰を配置し、磁石と研磨剤で構成されるアクチュエータに交流磁場を印加したところ、回転運動による研削が可能であることが確認された。

## 参考文献

- [1] S. H. Kim et al., *Artificial Organs*, Vol. 37, issue 10, pp.920-926, 2013.  
 [2] C. Yu et al., *Sensors and Actuators A: Physical*, Vol.161, issue 1-2, pp.297-304, 2010.  
 [3] P. J. Flanders, *Journal of Applied Physics*, Vol.63, pp.3940-3945, 1988.

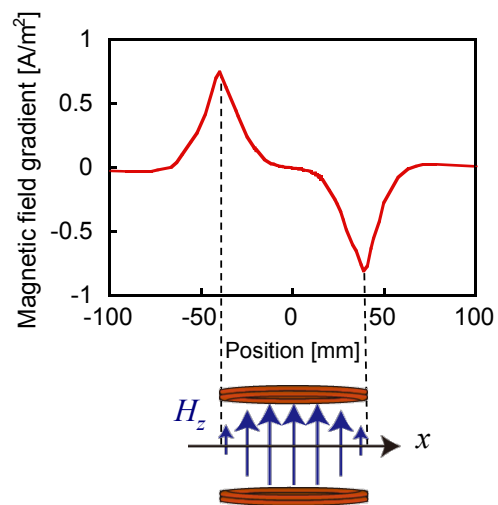


Fig. 1 Magnetic field gradient  $dH_z/dx$  generated by Helmholtz coil.

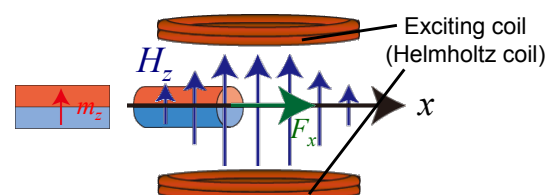


Fig. 2 Placement of exciting coil and magnetic actuator.