

# 胃腔用カプセル型医療機器のための磁気誘導法の提案

岡田圭祐、本田崇  
(九工大)

Proposal of magnetic guidance methods for capsule-type medical device aiming at stomach inspection

K. Okada and T. Honda  
(Kyushu Inst. of Tech.)

## はじめに

カプセル内視鏡は消化管内を低侵襲に観察できる医療機器として現在広く臨床で使用されているが、その移動は消化管の蠕動運動に頼っており、胃腔内など観察範囲が広い部位への適用が困難である。本報告では、カプセル内視鏡による胃腔内の全方位観察の実現を目指し、外部磁界でワイヤレス駆動可能な2種類の誘導法を提案する。

## 素子構成と動作原理

カプセル管体の外形寸法は、直径11mm、長さ31mmとした。両手法ともカプセル内に永久磁石を内蔵し、外部磁界による磁気トルクを利用して誘導する。以下にそれぞれの基本動作を示す。

### 水中推進機構型

事前に胃腔内を水で満たし、カプセル中央部に組み込んだ水中推進機構で誘導する。その際、カプセル両端に搭載したカメラで観察を行うことを想定している。Fig. 1に、3つの基本動作を示す。初期状態は、カプセルが鉛直方向に直立し、上部だけが水面から出て浮いている。水中推進機構は、中心に回転軸を有するNdFeB磁石に弾性板としてポリイミドフィルムを取り付けたものである。鉛直方向に交流磁界を印加すると、磁石が磁気トルクを受け回転振動し、弾性板が揺動することで推力を得る。このとき、水平面内に直流磁界を印加することで、進行方向を制御する(同図(a))。次に、鉛直方向に直流磁界を印加すると磁石が磁気トルクで回転するが、その回転角を制限することでカプセル管体を傾かせる(同図(b))。今回の最大傾き角は $55^\circ$ であった。さらに、鉛直方向に直流磁界を重畳した交流磁界を印加すると、弾性板が偏って揺動し、下向きの推力を得て潜行する。得られた最大潜行角は $81.2^\circ$ であった。

### バルーン回転型

想定では胃腔内を空の状態とし、薄いゴム製のバルーンとNdFeB磁石を組み込んだカプセルを飲み込む。胃に到達したカプセル内においてクエン酸と炭酸水素ナトリウムの化学反応が起こり、発生した二酸化炭素でバルーンを膨張させる。これにより胃腔が拡張されるとともにカプセルが胃腔内に留置される。なお、胃腔内で留置を行うには、胃と十二指腸を繋ぐ幽門の直径を考慮し、バルーン直径は40mm以上を目標とする。

Fig. 2に想定している基本動作を示す。胃腔内でバルーンが膨張し、カメラのあるカプセル端部だけが

バルーンから出ている。外部から直流磁界を印加すると、磁石に磁気トルクが作用し、カプセルがバルーンごと磁界方向に回転する。3次元的に磁界方向を制御することで任意方向にカメラの向きを制御することが可能である。ビーカー内で行った実験では直径約40mmと60mmのバルーンによる回転実験に成功した。

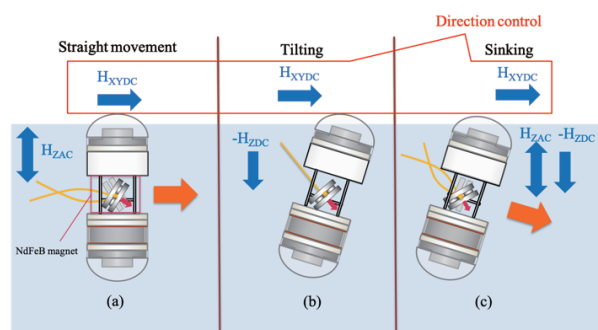


Fig.1 Required function for swimming mechanism

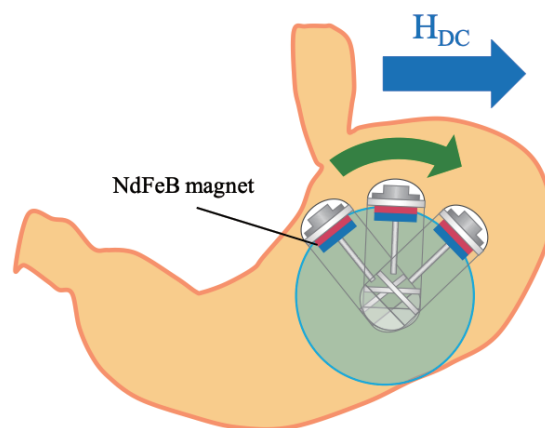


Fig.2 Guidance principle of balloon mechanism