

# 直流電場下で駆動する微小コイル型モーター

## Microcoil motor driving under a DC electric field

同志社大<sup>1</sup>, 東工大<sup>2</sup> ○(B)小杉 健斗<sup>1</sup>, (M2)平松 和也<sup>1</sup>, 山本 大吾<sup>1</sup>, 塩井 章久<sup>1</sup>,  
鎌田 香織<sup>2</sup>, 彌田 智一<sup>2</sup>, 吉川 研一<sup>1</sup>

Doshisha Univ<sup>1</sup>., Tokyo Tech<sup>2</sup>.

°Kento Kosugi<sup>1</sup>, Kazuya Hiramatsu<sup>1</sup>, Daigo Yamamoto<sup>1</sup>, Akihisa Shioi<sup>1</sup>,  
Kaori Kamata<sup>2</sup>, Tomokazu Iyoda<sup>2</sup>, Kenichi Yoshikawa<sup>1</sup>

E-mail: bum7029@mail4.doshisha.ac.jp

【緒言】 近年、プロセスのダウンサイジングは省エネ、省スペース、安全性の向上などの観点から注目を集め、 $\mu$ -TAS や集積化学チップの技術に応用できる微細加工技術 (MEMS) に関する研究が盛んに行われている。このような微小空間で働く動力供給システムとして効率的に駆動するモーターやポンプなどの作製が重要課題となっているが、粘性支配のマイクロ空間では従来のモーターをスケールダウンしただけではエネルギー効率低下の問題が生じる。そこで、本研究ではこれらの問題の解決に向け新しい動作原理に基づくマイクロ動力システムを構築することを目的とし、直流電場下における油中の球形粒子およびその凝集体が自転や公転運動などの周期運動を行なうことを見出してきた。<sup>1</sup> 本研究では、コイル状 Ni 粒子<sup>2</sup>を用いることで球形粒子には見られなかった特徴的な運動を見出したので報告する。

【実験方法】 実験装置の概略図を Fig.1 に示す。アニオン性界面活性剤を含むシリコンオイル中に分散しているコイル状の Ni 粒子に対して円錐形のタングステン電極を用いて、一定の直流電圧を印加した。陰極の先端を原点と定め、各電極はスライドガラスに対して垂直方向では Fig.1a、水平方向では Fig.1b のように配置した。また、光学顕微鏡を用いて粒子の挙動を観察した。

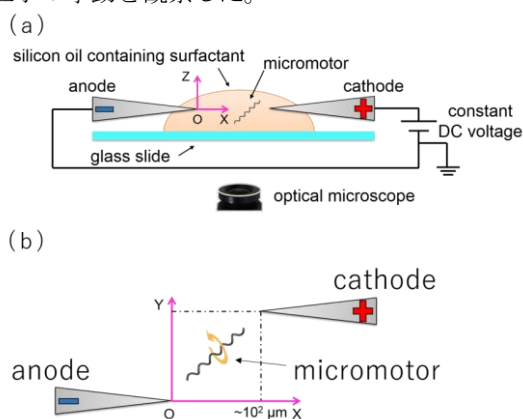


Fig.1. Schematic representation of the experimental setup. (a) Side view (b) Top view

【結果と考察】 Fig.2a に Ni コイル状粒子に特有のコイル長軸周りの回転運動の様子を示す。図のように、粒子は重心位置がほとんどぶれることなく、安定な回転運動を示していることがわかる。また、Fig.2b に示すように印加電圧を 120 V から徐々に下げていったところ、回転速度は一次関数的に減少し、90 V に達したところで静止した。このことから回転速度は印加電圧に強く依存し、また運動の発生を

促す印加電圧には閾値が存在することがわかった。

このような長軸周りの回転運動のメカニズムを解明するために巻き方向が右、左の 2 種類のコイル状粒子を用いて、運動方向の違いを調べた。その結果、コイル状粒子の回転方向はコイルの巻き方向に完全に依存し、陽極側から見て右巻きコイルは反時計回り、左巻きコイルは時計回りに回転することがわかった。このことは、陽極から陰極へ向かってコイル状粒子の軸上に対流が発生していることを示している。

この対流の方向を決める因子を調べるために、電極間にコイル状粒子が存在する場合と存在しない場合について Ni 粉末をトレーサーとして用いることで対流を可視化した。その結果、電極間にコイル状粒子が存在する場合は、コイル軸上を通過して陽極から陰極へ向かう流れが確認された。一方、電極間にコイルが存在しない場合は陰極から陽極へ向かう真っ直ぐな流れが確認された。以上のことから、Ni コイル状粒子の存在によって対流の方向が逆転し、コイル内の一方方向対流に誘起されて回転方向が常に同じになることがわかった。

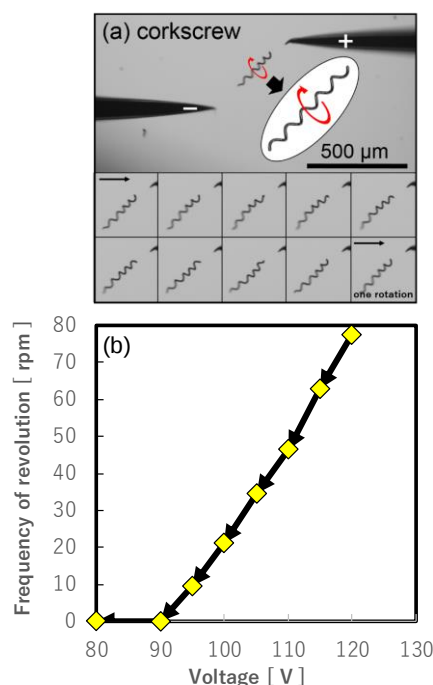


Fig.2. (a) Corkscrew motion of a Ni microcoil under a constant DC electric field. (b) Dependence of the frequency of corkscrew on the applied voltage.

【参考文献】 [1] R. Yamamoto et al, J. Soc. Powder Technol. Jpn., 51, 823-827 (2014)  
[2] K. Kamata et al, Sci. rep., 4919 (2014)