

# 針状ヘマタイト粒子サスペンション系の粒子の配向分布とレオロジー特性（スピン回転ブラウン運動を考慮した理論解析）

(秋田県大システム) 作田 康裕・○佐藤 明

**1. 緒言** 粒子軸に垂直な方向に磁気モーメントを有する磁性針状粒子からなる希釈サスペンション系の配向特性とレオロジー特性について理論解析により検討する。せん断流と同方向に磁場を印加した場合、ならびに、せん断流の回転角速度方向に磁場を印加した場合について、粒子の配向分布関数と磁気粘性効果に及ぼす単純せん断流、回転ブラウン運動および印加磁場の影響を検討する。

**2. 粒子の配向分布関数の解析** 前報<sup>(1)</sup>ではその取り扱いの困難さから考慮されなかった粒子軸まわりのスピン回転ブラウン運動を考慮し、配向分布関数の基礎方程式の構築を行い数値解析法により解を求めた。この解を用いて粘度の値を求めている。

**3. 結果と考察** 結果の一例として、粒子のアスペクト比を  $r_p=5$  とし、無次元パラメータ  $Pe$ ,  $\xi$  を種々に取り、磁気粘性効果に及ぼすそれらの影響を調べた結果を図1に示す。せん断流に対し垂直な方向に磁場を印加した場合、磁気力に基づく粘度が負の値になる逆磁気粘性効果が生じることは前報で指摘した通りである<sup>(1)</sup>。一方、せん断流と同方向に磁場を印加した本理論では、磁気力に基づく粘度は正の値を示している。これは、印加磁場により粒子がせん断流に対し垂直に配向するため流れ場中で抵抗になり、磁気力に基づくトルクが流れを減速させるように働くことに起因する。また、印加磁場の増加に伴いペクレ数の値に関係なく粘度は上昇し、ペクレ数の値を大きくしていくと、せん断流の影響により磁気粘性効果は小さくなる。

**4. 結果のまとめ** 得られた結果を要約すると以下のようなになる。せん断流に対し同方向に磁場を印加した場合、印加磁場の影響が支配的になると、粒子はせん断流方向に対して垂直に配向し、スピン回転ブラウン

運動に起因してせん断面に垂直な面に配向する傾向が強くなる。このような配向特性により、磁気力に基づく粘度は正の値になり、印加磁場の増加に伴い増加する。また、粒子アスペクト比が増加するにつれて、磁気粘性効果は顕著になる。せん断流の回転角速度方向に磁場を印加すると、磁気モーメントを印加磁場と一致させながら粒子はせん断面に対し垂直な面に配向する。また、せん断流の影響が支配的でない場合、粒子は磁気モーメントを回転軸とし回転する。さらに、せん断流の影響が支配的になると、粒子はせん断流方向に配向し磁気モーメントまわりの回転は抑制される。せん断流の回転角速度方向に磁場を印加した状況下では、磁気粘性効果は発生しない。

## 文献

- (1) Satoh, A., Ozaki, M., Ishikawa, T. and Majima, T., Journal of Colloid and Interface Science, Vol.292, pp.581-590, 2005.

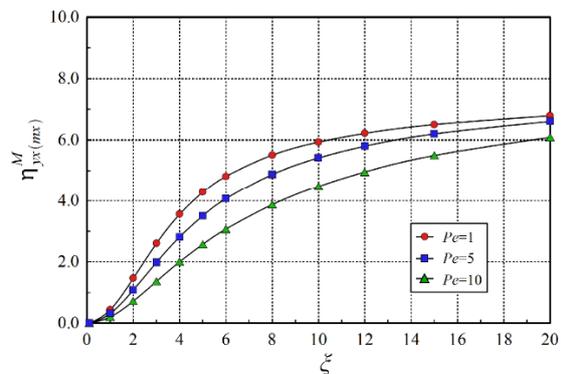


Fig. 1 Dependence of the viscosity on the magnetic field strength

On Orientational Distribution and Rheological Properties of a Suspension Composed of Spindle-like Hematite Particles (Analysis with Consideration of Spin Rotational Brownian Motion)

Y.SAKUDA, A.SATOH (Akita Prefectural Univ., asatoh@akita-pu.ac.jp)

We have investigated the particle orientational and rheological properties of a dilute suspension composed of spindle-like hematite particles under a simple shear flow. The basic equation of the orientational distribution function with spin rotational Brownian motion has been solved numerically. For a very strong magnetic field applied in the shear flow direction, the particle inclines in the direction normal to the flow direction. The viscosity becomes large with increasing magnetic field strength. In the case of an external magnetic field applied in the direction of the angular velocity of a simple shear flow, the particle inclines toward a plane normal to the shearing plane. The particle can easily rotate about the magnetic moment under circumstances of a weak shear flow. For a strong shear flow, the particle inclines in the shear flow direction and does not rotate about the magnetic moment. The viscosity due to magnetic properties does not occur under this situation.