

革新機能性材料研究チーム活動報告

宇宙航空研究開発機構：余野建定、東京大学：増野敦信、信州大学：武田三男、宮丸 文章、東北大学：宮崎 博司、日本大学：神馬 洋司、広島大学：黒岩芳弘、高輝度光科学研究センター：小原真司、香港科技大：沈平、温維佳、趙国慶、上海珪酸塩研究所：金蔚青、劉岩、中国科学院力学研究所：王育人

Activity Report on WG for Novel Materials

Jianding Yu¹, Atunobu Masuno², Mituo Taketa³, Fumiaki Miyamaru³, Hiroshi Miyazaki⁴, Youji Jimba⁵, Yoshihiro Kuroiwa⁶, Shinnji Kohara⁷, Ping Sheng⁸, Weijia Wen⁸, Weiqing Jin⁹, Yuren Wang¹⁰

¹Japan Aerospace Exploration Agency, Japan

²The University of Tokyo, Japan

³Shinshu University, Japan

⁴Tohoku University, Japan

⁵Nihon University, Japan

⁶Japan Synchrotron Radiation Research Institute, Japan

⁷Hiroshima University, Japan

⁸The Hong Kong University of Science & Technology, China

⁹The Chinese Academy of Sciences, Shanghai Institute of Ceramics, China

¹⁰The Chinese Academy of Sciences, Institute of Mechanics, China

E-Mail:yo.kentei @jaxa.jp

Abstract: The target of our research group is to develop photonic, magnetic and electric novel materials under microgravity conditions utilizing International Space Station(ISS). According to the results of three years investigation, we decided to prepare a proposal for fabricating high quality electrorheological fluid damp in ISS.

As a preliminary experiment, we utilized drop tower to investigate the ordering behavior of micro-sphere in electroheological fluid under microgravity condition.

Key words; novel materials, Electrorheological effect, Microgravity

【研究概要】

本研究チームは、微小重力環境を利用して、光・磁・電等の革新的な機能材料を創製することを目指して、国内外の各材料研究分野の実験者と理論者の研究交流を基に、ISS等を利用した宇宙実験の共同提案を目指している。

近年、本研究チームのJAXAグループは無容器法を用いて強誘電体BaTi₂O₅を母材料としたバルクガラスを合成した。このガラスは結晶化温度において、一千万以上の誘電応答が観察された。更に、屈折率は2.14であり、通常のガラスにより高い。高精度な光学のデバイスの応用として、注目されている。

このガラスの光学物性を解明するため、高輝度光科学研究センターと広島大学のグループにより

Spring-8の高エネルギーX線回折、KEKの中性子回折実験を行い、ガラスおよび準安定相の構造について解析した。その結果から、ガラス構造はTiO₅多面体のネットワークにより形成され、歪んだTiO₅多面体は、稜と頂点で連なっていることがわかった。それにより、巨大誘電率が発生されたと考えられる。

信州大学のグループは、その球状高屈折率試料を用いたフォトニック結晶の研究の予備実験を開始している。テラヘルツ時間領域分光法によるバンド構造を調べ、赤外からテラヘルツ領域のフォトニック結晶の実験研究を行い。さらに、香港科技大学のグループと共同で、無対流・無沈殿等の宇宙空間を利用して、巨大誘電率を持つ粒子の配向制御によって、高機能な電気粘性流体ダンパ、

アクチュエータ、高品質の三次元フォトニック結晶光学素子を開発することを提案した。

【本年度の実験活動】

本年度は、落下塔の利用により、微小重力環境下でのナノ粒子の配向制御および電気粘性の電場依存性測定実験を実施した。

溶液に誘電体微小球を分散させた流体に電場を印加すると、各微小球の分極の相互作用により、微小球が瞬間的に柱状に配列する。このような流体は、電気粘性流体と呼ばれる。

電場を印加することによって電気粘性流体の粘度が上昇することを利用して、ダンパによる振動の抑制やマイクロマシンのアクチュエータ制御、潤滑剤としての摩擦のコントロールなど、さまざまな方面に応用可能である。これまで、電気粘性効果により生じる剪断強度は5kPaを超えなかった。本研究チームの香港科技大グループはナノ粒子を用いて、世界初めて140kPaを超える電気粘性流体の作製に成功した。

本研究の目的では、溶液を使用せず、誘電体微小球を微小重量力状態で浮かさせ、電場の印加により粒子の配列を制御して、月・惑星探査機の着陸時の衝撃を吸収する電気粘性ダンパを作製するの可能性について検討する。

図1と図2には、信州大と香港科技大学共同開発した微小重力下電気粘性流体のその場観察および粘性抵抗測定モジュールの概念図と装置の写真を示す。ステッピング・モーターとマイクロメーターヘッドにより下側電極を移動させ、このときの上側電極に掛かる配列した試料の粘性抵抗を力センサーで測定する。

微小重力実験は、信州大学グループから日本無重量総合研究所(MGLAB)の教育プログラムを申請して、測定装置を落下カプセルに乗せて(図3)、5回落下実験を実施した。

今回の実験結果により、初めて微小重力環境で電場を印加することにより、微粒子を配列され、顕著な粘性抵抗力の変化が観察された。詳細な実験結果は科学雑誌で発表する予定です。

落下塔実験の結果から、国内外の研究者および研究機関との協力を前提としたロケット、回収衛

星、ISS利用等の微小重力実験機会の提案し、微小重力実験と地上研究を継続して実施する。

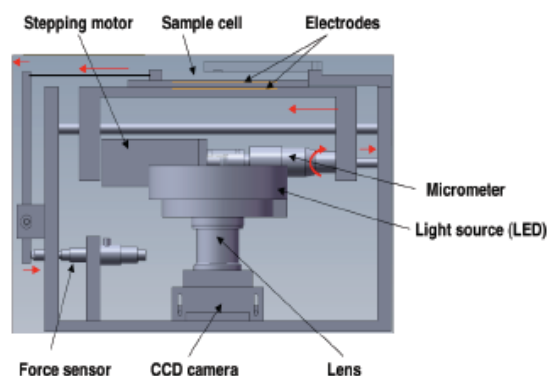


図1、微小重力下電気粘性流体のその場観察および粘性抵抗測定モジュールの概念図。

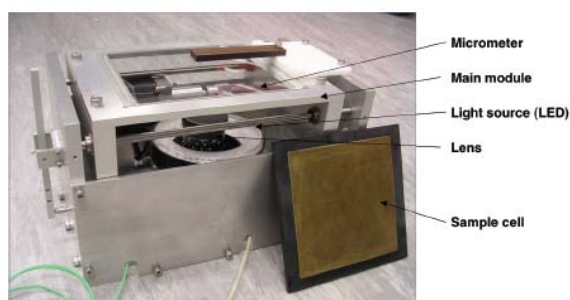


図2、微小重力下電気粘性流体のその場観察および粘性抵抗測定装置の写真。



図3、MGLABの落下カプセルに乗せた実験装置の写真。