

二国間交流事業 共同研究報告書

平成24年 1月31日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 九州工業大学大学院・工学研究院

職・氏名 ^(ふりがな) 教授・鹿毛 浩之 (かげ ひろゆき)

1. 事業名 相手国 (中国) との共同研究 振興会対応機関 (NSFC)

2. 研究課題名 磁性粒子が添加された磁場流動層内での非磁性ナノ粒子の流動化挙動

3. 全採用期間

平成21年4月1日～平成23年12月31日 (2年9ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 4,498,347円

初年度経費1,500,000円、 2年度経費1,500,000円、 3年度経費1,498,347円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 0円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
山村 方人 <small>やまむら まさと</small>	九州工業大学大学院・工学研究院・准教授	流体中へのナノ粒子の分散凝集機構
馬渡 佳秀 <small>まわたり よしひで</small>	九州工業大学大学院・工学研究院・助教	機械的振動場における非磁性ナノ粒子の流動化特性の解明とモデル化
小森 義郎 <small>こもり よしろう</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
富永 篤 <small>とみなが あつし</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
松岡 大祐 <small>まつおか だいすけ</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
濱田 泰将 <small>はまだ やすまさ</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	付着凝集性微粒子の振動流動化挙動の解明
向井 純 <small>むかい じゅん</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
山本 沙也香 <small>やまもと さやか</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	振動場における粒子運動の解析
中村 領佑 <small>なかむら りょうすけ</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
河野 雅也 <small>かわの まさや</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃
花田 博輝 <small>はなだ ひろき</small>	九州工業大学大学院・工学府・博士前期課程学生	〃

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名

中南大学化学化工学院・教授・周涛 (Zhou Tao)

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名 (国名)	研究協力テーマ
劉 輝 (Liu Hui)	中南大学・講師 (中国)	磁場作用下における磁性粒子混合粒子層の流動化特性の解明
楊 鷹 (Yang Ying)	中南大学・講師 (中国)	〃
楊静思 (Yang Jingsi)	中南大学・博士課程学生 (中国)	磁場作用下における磁性粒子混合粒子層の流動化特性の解明と凝集体形成モデルの構築
蒋崇文 (Jiang Chongwen)	中南大学・副教授 (中国)	磁場作用下における磁性粒子混合粒子層の流動化特性の解明

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

研究目的

本共同研究では、磁場を外力として付加した流動層を用いて磁性、非磁性粒子を含む各種ナノ粒子の流動化を試みる。磁場強度が流動化状態、特に流動層内の圧損と層膨張に及ぼす影響を測定し、さらに、粒子の流動層内での凝集状況の観察を行うことによって、粒子の凝集と破壊を含む動的メカニズムを解明し、これに基づいて動的平衡モデルを提案する。この提案モデルによって磁場付加下での流動状態を把握すると共に適切なハンドリング条件の提案を目指して共同研究を実施する。

研究計画

本研究テーマを実施するにあたり、主に以下のような研究計画を掲げた。なお、各項目の主な分担も記す。

1. 磁場作用下における各種磁性ナノ粒子を含む粒子層の流動状態の解明（中国側）
2. 凝集性微粒子の流動化状態における凝集体測定手法の開発（日本側）
3. 上記項目を併せたナノ粒子の流動状態把握のための凝集流動化モデルの提案（日中双方）

実施状況および成果

1. 磁場作用下における各種磁性ナノ粒子を含む粒子層の流動状態の解明（中国側）

中国側では、ナノオーダーの一次粒子が凝集体を形成して流動化する際の流動化特性について、機械的振動を付加した場合と磁場を印加した場合に関して実験を実施した。磁性粒子を含有する粒子層に磁場を作用させることで、粒子層内における磁性粒子の配列状態を制御でき、粒子間の凝集状態の制御出来る可能性を示唆した。適切な磁場印加条件についての検討、また、磁場と機械的な振動の付加を併せた複合的な流動状態改善試験を実施した。なお、機械的な振動付加による流動性の改善効果の検証は日本側で主に実施した。

2. 凝集性微粒子の流動化状態における凝集体測定手法の開発（日本側）

ナノ粒子は容易に凝集体を形成するために、流動状態にある凝集体の物性を知ることがそのような微粒子を適切な条件で扱うことの出来る装置開発に必須である。そこで本項目では第一に、流動状態にある凝集体を直接観察できるような流動層を設計開発した。本項目では凝集体観察結果の妥当性を確認することに主眼を置き、様々な物性を有する主に非磁性のナノからミクロンオーダーの凝集性微粒子を試験対象とし、外力として機械的振動を付与するケースについて実験的検証を実施した。成果として、磁場作用の効果を利用する磁性ナノ粒子を取り扱う中国側の成果を併せることで、幅広い物性の微粒子の流動化状態を把握できた。さらに、凝集体観察を検証した結果、機械的振動の粒子層への伝搬により生じる粒子運動の発生が凝集体同士との衝突頻度に影響を与え、凝集体サイズの大幅な小径化に効果があることを明らかにした。この知見についてはナノ粒子を出発材料とする複合粒子の造粒装置開発へ繋がるよう今後さらに検討を進める予定である。

3. 上記項目を併せたナノ粒子の流動状態把握のための凝集流動化モデルの提案（日中双方）

ナノ粒子の凝集流動化状態の把握に欠かせない凝集体状態の観察は、日中双方にて異なる観察手法を開発実施した。また、中国側では磁場作用を考慮した凝集体サイズの推算モデルを構築し、実験値との比較評価を行った。日本側では、機械的振動を付加した事による凝集体サイズの推算モデルを構築したが、上述した振動場の粒子運動による凝集体間の衝突に関する因子をモデル内へ反映させる必要性が今後の課題として明らかとなった。