

大阪大学大学院工学研究科機械システム工学専攻 機械現象解析学講座機械現象工学領域



研究室紹介

田中敏嗣*

Modeling and Simulation Lab., Department of Mechanical Engineering and Systems,
Graduate School of Engineering, Osaka University

Key Words : Modeling, Simulation, Fluid-Solid Flows, Multi-Scale Analysis, Meso-Scale Structure

1. はじめに

私たちの研究室は機械システム工学専攻の基幹講座の一つである機械現象解析学講座に所属しており、力学を基礎として流体や固体の関わる複雑・複合流動についての基礎研究と応用を行っています。「機械現象工学領域」研究室は平成10年の大学院重点化時にできて以来、筆者が教授として担当するまでは空席となっていました。筆者は平成15年4月より当研究室を担当しており、それまでは同研究科の機械物理工学専攻粒子複雑系研究室に助教として所属していましたので、そこで行っていた研究を展開する形で研究を進めています。当研究室を担当してからの新しい展開は、微粒子の構造形成の問題や熱輸送を含む問題などへの展開などです。

平成16年4月より九州大学で学位を取ったばかりの辻拓也助手の着任を得、現在、教授1、助手1、事務補佐員1、修士課程院生3、学部生3というメンバーで教育と研究に取り組んでいます。

2. 研究概要

固体分散相と流体が相互に強い相互作用を及ぼし合いながら流動する固体・流体複合流動は、各種工

業装置内の流れ、エネルギー問題、機能性流体、体内流動現象、環境問題、自然災害など幅広い問題に関連して重要な問題となります。当研究室では、このような固体・流体複合流動の振る舞いを予測し制御するためのモデルの構築と予測手法の開発、それに基づく現象の制御、およびこの問題に関連する各種の応用に関する研究を行っています。また、そのような応用の一つとして、近年注目を集めているナノテクノロジー分野に関係するテーマとして、微粒子の集合構造形成の予測と制御にも取り組み始めたところです。

当研究室で行っている主な研究テーマについて以下に示します。

(1) 流体・固体混相流における粒子メソスケール構造形成とその制御

固体粒子を含む流動では、固体粒子は様々なメソスケール構造を形成し、工業装置の性能に大きな影響を及ぼすことが知られています。例えば、固気系の流動層では、局所的に粒子濃度の小さな部分(気泡と呼ばれる)が発生し、液中の気泡と同様に、高濃度の粒子層中を上昇します。さらに希薄な条件においても粒子クラスターと呼ばれる粒子濃度の局所的高濃度域が形成される他、管内流においても粒子密度波動が現れます。このような粒子メソスケール構造は、流動の乱れの構造に大きな影響を及ぼすことにより種々の輸送係数を改変するほか、装置スケールの大域的な対流に決定的な影響を及ぼします。したがって、形成される粒子メソスケール構造を予測すること、また、その構造が都合のよいものとなるよう制御することが重要な問題となります。我々のグループでは、接触や衝突などの相互作用を考慮しながら個々の粒子を追跡する離散粒子シミュレーション



* Toshitsugu TANAKA
1959年11月生
昭和59年大阪大学・大学院工学研究科・博士前期課程修了
現在、大阪大学・大学院工学研究科・機械システム工学専攻、教授、博士(工学)、流体工学
TEL 06-6879-7316
FAX 06-6879-7316
E-Mail tanaka@mech.eng.osaka-u.ac.jp

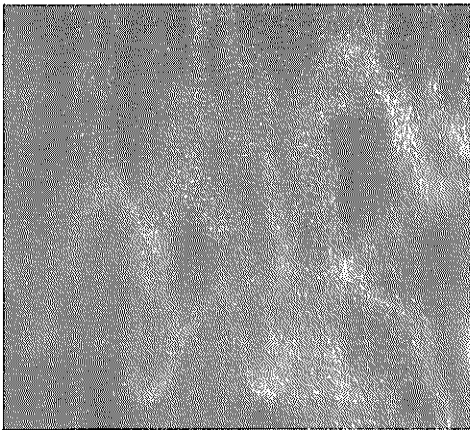


図1

ンと流体運動解析とをカップリングする数値解析手法を提案し、流動層内の気泡形成、循環流動層内の粒子クラスター形成などの予測に有効であることを示してきました(図1)。

(2) 流体・固体混相流のマルチスケール解析

流体・固体混相流は、粒子よりも小スケールの流れから、上述のメゾスケール構造、容器スケールの流れまで、幅広い時間・空間スケールをもつマルチスケールの現象であり、各スケールの構造の間に相互干渉が発生します。このような問題を取り扱うためには、より小スケールのモデルによる数値解析より大スケールのモデリングを行う必要があります。このような観点から微視的流動解析により、高濃度流動における流動構造の数値解析、粒子・乱流間相互作用の数値解析を行っています。

また、火砕流などの熱移動をともなう流体・固体混相流の数値解析も行っています。

(3) 微粒子構造形成過程のモデリングとシミュレーション

ナノ粒子を含む微粒子の集合構造の制御は、微粒子を用いた光学的、電気的、機械的機能などの発現のために重要な課題となっています。例えば、基板

上への微粒子の配列構造形成、微粒子凝集体の構造形成などの問題は、電子デバイス、フォトニック結晶、DDS(Drug Delivery System)への応用など、多くの応用に関係しています。このような構造形成法の一つに、液中に微粒子の分散したいわゆるコロイド溶液中での自己組織化を利用する方法があります。この分野では実験による研究が先行していますが、構造形成のメカニズムには不明な点が多く、構造形成の制御などを検討していく上で数値予測法の開発が重要な課題です。このような観点から、微視的な流体力学的相互作用を考慮した微粒子構造形成過程のモデリングとシミュレーション法の開発に取り組んでいます。

(4) MRI応用計測

人体の断層撮影など、医療用の用途で広く知られているMRIは、工業的にも外部からの直接観察が不可能な内部構造や流動の計測に用いることができます。医療への応用から、内部の物質分布の断層撮影ができることはよく知られていますが、速度計測ができることはご存じのない方が多いのではないのでしょうか。MRIは水素原子核の電波に対する共鳴現象(NMR)を利用して、水素原子の分布を取得し、それを画像化する方法であり、マーカーを追跡するなどの方法で速度計測も可能となります。高濃度の流体・固体混相流では内部流動を計測することは一般に困難ですが、このような流れの理解や数値予測モデルの開発・検証を目指して、MRI計測の応用を行っています。

3. おわりに

はじめに述べたように、当研究室では平成16年度になって筆者以外の教職員、大学院生が関わったという状況であり、まだ立ち上げの状況にあります。研究室ができてから新しく始めたテーマも、結果を出していくのはこれからです。教職員、学生一同、張り切って教育・研究に励んでいきたいと思えます。

