

先端研究拠点事業—国際戦略型—
「ソフトマターと情報に関する非平衡ダイナミクス」
共同研究プログラム 派遣報告書

平成27年3月12日

氏名(ふりがな)	古川亮 (ふるかわあきら)
所属機関・部局・専攻内の所属分野	東京大学生産技術研究所
職名	助教
メールアドレス	furu@iis.u-tokyo.ac.jp
電話番号、FAX	03-5452-6125, 03-5452-6126(FAX)

派遣先

受け入れ研究者氏名	Anael Lemaitre
所属機関(国)	フランス
身分	常勤研究員
メールアドレス	anael.lemaitre@ifsttar.fr
研究室 URL	http://navier.enpc.fr/Team
電話番号、FAX	(+33) 1 81 66 84 52

共同研究

研究課題名	和文	粉粉体懸濁液のレオロジー：近接流体力学的相互作用の役割
	英文	Rheological properties of Granular Suspensions: The role of the near-field hydrodynamic interactions
派遣期間	2015年2月19日-2015年2月25日	

実際に行った研究活動、成果などを1-2ページ程度で記述してください。

粉粒体・非ブラウン粒子の懸濁液が示すシアシッキングやジャミング等の劇的なレオロジー効果は通常の液体の振る舞いとは明確な差異を示す。しかしながら、このような顕著な動的効果に至る物理的なメカニズムについては十分に理解されていない。特に媒質である流体を介した非接触相互作用の役割については、その重要性が認識されているにもかかわらず、付随する本質的な複雑さ(時間依存性+多体性など)のために、これまで明らかにされてこなかった。本共同研究では、高密度の非ブラウン粒子分散液で重要になりうる近接流体力学効果を考慮したシミュレーションによる数値実験的アプローチを主体として、複雑なレオロジー特性の背後にあるメカニズムを掴むことを目的として研究を遂行している。

これを純理論的な手段で遂行することは不可能であり、数値計算による試行錯誤を通じて、有為な物理描像を得ることができると考えている。この目的のために初年度はシミュレーション手法の開発・実行を中心に展開した。流体相互作用の有無、あるいは特異的・非特異的な相互作用の有無によって、どのように系のレオロジ的性質が変化しうるかを系統的に検討した。この結果について論文にまとめるべく、さらなる理解の進化、論旨の明確化について討論を行った。さらに非常に劇的な”不連続シアシッキング”と称される現象について、集中的に議論を行った。この現象については、最近、摩擦効果に強く依存することを示唆するシミュレーション結果が報告されている。しかしながら、実際の実験では、シミュレーションと異なり顕著な不均一性(シアバンド)が付随する。現象の起源、種々の効果について、数日にわたり定量的な検討を加えながら議論したが、滞在中に十分な意見の一致を見ることはできなかった。帰国後においてもメールなどを通じて継続的に議論する。

我々は、さらに過冷却液体・ガラスにおける緩和メカニズムについても討議を行い、新たな共同研究の可能性について模索した：Lemaitre氏は、この10年の間に、変形下のモデルアモルファス物質中に発生する(Eshelby type と称される)長距離弾性歪みの生成・消滅と、その相互作用を分子動力学計算により徹底的に調査することで、塑性変形の基本プロセスを明らかにした。そこで、提案された先駆的な物理描像・メカニズムは、今日では、この種の問題の標準的な理解として認識されるようになっている。昨年には、一連の研究で得られた知見を援用することで、過冷却液体における緩和メカニズムを理解する新しい試みを提案した(これは、有り体に言えば、過冷却液体を”流れうる固体”として捉える立場(弾性体描像)からのアプローチである)。一方、私は、従来から(流体力学・ソフトマター描像からのアプローチとして)流体輸送係数の解析を通じて過冷却液体の緩和メカニズムの理解を目指して研究を行ってきた。両者のアプローチは対極に位置しており、見いだされた結果の関連性は一見して明らかではない。しかしながら、これらの結果はどちらも普遍的に見いだされる(モデルガラス物質のシミュレーションで確認された)事実であり、その関係性を理解することには深い意味があるという共通の認識を持っている。そこで、予備的な考察・数値実験について議論を行った。

Lemaitre氏はこれらの共同研究に関連して、2016年度後半以降に長期(数ヶ月~1年)の来日を計画しており、そこへ向けてさらなる研究の進展を図る。