

革新的力学機能材料の創出に向けたナノスケール動的挙動と力学特性機構
の解明

2020 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

山本潤

京都大学 大学院理学研究科
教授

階層的時空構造と動的不均一性から紡ぐナノ力学機構の理解と制御

§ 1. 研究成果の概要

山本 G は揺らぎ顕微鏡の空間・時間分解能向上を目指し、通常の光学顕微鏡に匹敵する当初目的の 1 mm の空間分解能を実現した。また、20 ms となる約 1 桁の動画時間分解能の高速化も実現し、非線形・不可逆現象の解明に大きな推進力となることが期待される。一方、モデル系として、ネマティック液晶中にアゾ色素を混合した試料を用い、パターン光照射で試料中に生成されたソフト弾性領域を動画で捕捉することに成功した。さらに、広範な物質中に現れる動的不均一性観測のため、揺らぎ顕微鏡に加えて 2 つの評価用動的散乱装置を整備し、ソフトマター物質群のさまざまな材料測定・研究に対する迅速な観測体制を確立した。また、力学場印加その場観測のため、複数の力学場印加装置と揺らぎ顕微鏡のバインドを進めている。R4 年度に、これら力学物性測定装置とのその場観察法を確立できれば、ナノ力学物性の改良や高機能化の進展につながる新しい観測手法が利用可能となる。また、最終的には小型化・可搬化することで、産業・医療での新しい検査機器としての活躍が実現できる。

齋藤 G は、ガンマ線準弾性散乱の時間分解能を向上させる新しい原理を考案して実現に成功した。これにより、これまで観測できなかった分子間に及ぶ短距離スケールでの協同運動を可視化することに成功した。本測定法はナノ力学の研究の中で、未解明だった現象・物性を理解するための新しい原理となると期待できる。また荒木 G とのシミュレーションの共同研究により、可視化できない局所的分子運動とメゾスケールの協同運動との相関を明らかにした。中 G では、光誘起の力学物性制御のための機能性アゾ化合物の合成を行っている。R4 年度は、チーム内連携の強化に加え、ナノ力学領域内での議論・情報共有を進めてナノ力学材料の粘弾性機構の解明や高機能化へも研究を広く深化させたい。

§ 2. 研究実施体制

(1) 山本グループ

- ① 研究代表者: 山本 潤 (京都大学理学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - A-Ia) 揺らぎ顕微鏡空間分解能改良・力学その場観察
 - A-Ib) 揺らぎ顕微鏡動画観察系改良
 - A-Id) ソフトマターにおける揺らぎの空間分布解析
 - A-Ie) リアルタイムマルチアングル動的光散乱その場観察
 - A-IIc) 全原子分子動力学シミュレーションによる液体のスローダイナミクス
 - B-Ia) 自己組織動的不均一とその場観察
 - B-Ib) 不安定性現象と動的不均一性

(2) 齋藤グループ

- ① 主たる共同研究者: 齋藤 真器名 (東北大学大学院理学研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - A-IIa) G 線準弾性散乱時間分解能向上
 - B-Id) 産業ゴム材料のナノダイナミクス

(3) 中グループ

- ① 主たる共同研究者: 中 裕美子 (東京理科大学理学部第二部 准教授)
- ② 研究項目
 - B-Ie) 光で可逆的に伸縮するアゾベンゼン高分子の合成