

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

2020 年度 年次報告書
------------------

水上雅史

東北大学 未来科学技術共同研究センター  
准教授

氷-ゴム界面摩擦機構のマルチスケール解明

## § 1. 研究成果の概要

2020年度は研究の発足にあたり、主に、氷-ゴムの摩擦に最も重要な装置である第二世代低温表面力・共振ずり測定装置(LowT-SFA/RSM)、第二世代 KORI 摩擦試験機の開発、氷-蒸気界面のシミュレーションを開始した。具体的には、以下の項目を実施した。

### 水上グループ

(1)第二世代 LowT-SFA/RSM の開発:ペルチェ素子の検討、ペルチェの廃熱の効率化のための装置設計、改良部品の導入などを行い、温度約-20℃まで測定できる見通しを得た。

(2)氷プレメルト層の特性解明:氷-シリカ、氷-ポリスチレン界面の粘弾性・摩擦の温度依存性を評価した。さらに、氷プレメルト層に対する接触面の効果を調べるため、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンオキサイド、ポリビニルアルコールを用いて親疎水性の異なる平滑な表面の調製条件を確立した。

(3)ゴム表面の粘弾性特性評価:氷-ゴム、氷-シリカ表面間の評価を実施し、ゴムの変形に由来する摩擦の違いを観測した。

### 泰岡グループ

(1)氷-蒸気界面の分子シミュレーション:氷 Ih 構造(氷の相の一つ。通常の温度、圧力で形成される最も普通の氷の構造)を用いて計算を行い、先行研究で行われている密度分布による方法により、氷層と氷層でない層(先行研究ではこれを氷擬似液体層としている)を判定し、氷擬似液体層の厚さを検証した。また、分子の動きの違いを自動的に判定する機械学習の手法を適用して、水分子の短い時間の運動から氷擬似液体層と氷の分類に成功した。

(2)氷-ゴム界面の分子シミュレーション:スチレン・ブタジエンゴムのシミュレーションモデルを検討し、分子動力学シミュレーションを開始した。

### Mazuyer グループ

第二世代 KORI 摩擦試験機の開発:マクロな氷-ゴムの摩擦界面の接触点をより高精細に可視化するため、氷と水の光学特性の違いを用いて、dry と wet の接触点を識別可能とする仕様と設計の検討を開始し、一次設計を行った。

## § 2. 研究実施体制

### (1)「水上」グループ

① 研究代表者:水上 雅史 (東北大学未来科学技術共同研究センター、准教授)

### ② 研究項目

- (1) 第二世代低温表面力・共振ずり測定装置 (LowT-SFA/RSM)の開発
- (2) 氷プレメルト層の形成と特性解明
- (3) ゴム表面の粘弾性特性評価
- (4) 氷-ゴム摩擦の評価
- (5) SBR 材料の調製・提供とタイヤレバルテスト

(6) 氷-ゴム摩擦機構の解明とゴム材料設計指針の提案

(2)「泰岡」グループ

① 主たる共同研究者: 泰岡 顕治 (慶應義塾大学理工学研究科、教授)

② 研究項目

- (1) 氷-蒸気界面の分子シミュレーション
- (2) 氷-ゴム界面の分子シミュレーション
- (3) 氷-ゴム界面摩擦の解明と摩擦予測モデルの提案

(3)「Mazuyer」グループ

① 仏研究代表者: Denis Mazuyer (Ecole Centrale de Lyon, Laboratory of Tribology and Systems Dynamics、教授)

② 研究項目

- (1) 第二世代 KORI 摩擦試験機の開発
- (2) 氷-ゴムの接着評価: 多点接触の効果
- (3) 氷-ゴムの多点接触摩擦に対する接着と粘弾性の寄与
- (4) 氷-ゴム界面の摩擦: 摩擦熱、氷プレメルト、氷融解の効果
- (5) 氷-ゴムマクロ摩擦の予測モデルの提案