

力学機能のナノエンジニアリング  
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

大塚 雄市

長岡技術科学大学 技学研究院  
准教授

疲労摩耗のスケールアップ過程のマルチモーダル計測

## § 1. 研究成果の概要

本研究の目標は、摩擦力顕微鏡とラマン分光によるマルチモーダル計測により、摩耗における塑性変形の効果を解明することおよび分子動力学法および粗視化モデルによる摩耗のスケールアップモデルを構築し、マクロ摩耗との対応を解明することである。

原子間力顕微鏡(AFM;既設)に AE センサー, アンプおよびハイパスフィルターによる計測装置を増設した. そして, labview を用いた独自プログラムにより, 計測した AE 波形を離散ウェーブレット変換(DWT)して, 単結晶シリコン基板を摩擦試験用カンチレバーで一方向走査を繰り返す, その際に得られる AE 信号を計測した. スクラッチでの摩耗量が 3nm 程度と小さく, そのため AE 信号は間欠的に得られた. LAMMPS の初期格子モデルへの変位境界条件として付与し, 弾塑性変形下での摩耗解析を ReaxFF ポテンシャルを活用した反応分子動力学解析を実施した. その結果, チタン表面にリン酸イオンおよび水酸イオンが集中して拡散すること, 静電相互作用により物理的に接触する以前より凝着力が生じることが示された. その結果, 水酸アパタイトの摩耗過程において, イオン拡散による影響が初期に現れ, その後圧縮過程で塑性流動することが示された. 透明な水酸アパタイト焼結体を用いたフレッティング疲労試験方法を検討した. 試験片からの反射光の影響はあるものの, フレッティング疲労試験の初期段階における接触片端部での温度変化が端部にのみ蓄積している可能性が示唆された. 試験後の表面観察では, 試験片厚さ方向中心付近に微小な摩耗痕が観察され, 温度変化部と定性的に対応していることが明らかとなった.

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Mirazul Mahmud Abir, Yuichi Otsuka, Kyoshi Ohnuma, Yukio Miyashita, “Effects of composition of Hydroxyapatite/ gray titania coating fabricated by suspension plasma spraying on mechanical and antibacterial properties ”, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, vol. 125, 104888, 2022