

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

|        |                                |
|--------|--------------------------------|
| 研究担当者  | 村島 基之                          |
| 研究機関名  | 東北大学                           |
| 所属部署名  | 大学院工学研究科 機械機能創成専攻              |
| 役職名    | 准教授                            |
| 研究課題名  | 摩擦面リアクターその場潤滑剤生成による超低摩擦の新学理解明  |
| 研究実施期間 | 2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日 |

### 研究成果の概要

本年度の研究では、誘電体バリア放電を用いた摩擦面リアクターによる超低摩擦現象の発現メカニズムを詳細な表面分析により明らかにした。また、バイオリアクターを用いた潤滑剤その場生成に関して、乳酸菌担持技術の開発を進めた。

摩擦面リアクターによる超低摩擦現象においては、大気中に存在する水蒸気、酸素および窒素がプラズマ中で反応し、摩擦面に酸性液体をその場生成することが重要であることが、これまでの研究より明らかになっている。本研究ではまず、生成液体に対する質量分析を実施した。その結果、硝酸分子の生成が明らかになった。その結果を踏まえ、試験後の DLC (Diamond-like Carbon) 表面の炭素構造をラマン分光により分析した。その結果、超低摩擦を示す DLC 膜では Id/Ig と G ピーク位置の上昇が確認された。また、XAFS 分析により、C-O や C=O 結合の形成が明らかにされた。一連の詳細分析より、酸性溶液中での摩擦は、DLC 炭素構造を二次元グラファイト構造に変化させ、せん断抵抗を小さくし、その結果超低摩擦が発現するというメカニズムが明らかとなった。また、モデル試薬として乳酸を用いた摩擦試験後の TOF-SIMS 分析も実施した。その結果、超低摩擦には乳酸分子の表面への吸着が必要ではあるが、一方で、DLC 膜に多く吸着してしまう場合には、摩擦係数の低減が見られないことが明らかになった。結果として、酸性液体下における超低摩擦には、炭素構造のグラファイト化、そして、摩擦相手面（本研究においてはセラミックス）に吸着膜が形成され、吸着膜と DLC の界面でせん断が生じることが重要であることが明らかとなった。

摩擦面バイオリアクターに関する乳酸菌培養技術（乳酸菌種、ゲルへの担持手法）に関しては農学分野研究者からのアドバイスを基に、乳酸菌の大量培養に成功している。また、ゲル中への乳酸菌担持技術の開発を実施した。