

2021 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	平山 朋子
研究機関名	京都大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	教授
研究課題名	メカノオペランド量子ビーム分析に基づくナノスケール学的機械工学の新展開
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本研究は、メカノオペランド機構を搭載した量子ビーム分析の実施によって実際の機械・機器で生じる様々な動的現象をナノスケール学的に解明し、最適化することで最終的に対象とする機械・機器の性能向上を図ることを目標とする。具体的な実施課題として、(1)立体成形、(2)トライボロジー、(3)精密加工の3つを挙げ、放射光 X 線および中性子線ビームライン上にてモデル装置を作動させながら分析を行うことで、オペランド状態下にある表面界面の情報取得を目指す。

2021 年度は、主として(2)に焦点を当てた実験を行った。具体的には、1 $\mu$ m 程度の狭いすきまを保持しながら二面が摺動する「狭小すきま摺動試験機」を開発し、それを中性子反射率計ビームライン (J-PARC MLF BL16, SOFIA) に搭載することで、高せん断状態下にある摺動界面の構造解析を実施した。なお、基板には銅をスパッタしたシリコンブロックを用意し、基油には重水素化したスクワランを、また添加剤には PMA 系の吸着型高分子摩擦調整剤を用いた。まず静止場にて添加剤の表面吸着構造を確認したところ、添加剤吸着層の厚みはおよそ 20nm であることが分かった。その後、片方の基板を回転させ、油膜内に高せん断場を発生させた状態で同様の分析を行ったところ、高せん断場では吸着層の平均膜厚は薄く、密度は小さくなっていることが分かった。これはせん断によって添加剤が表面から一部脱離したことを意味している。さらにそのときの摩擦特性を測定したところ、特に低速回転条件下で摩擦係数が増加する挙動が見られた。これは脱離した吸着層が会合体を形成し、潤滑油の見かけ粘度を増加させているためと推察する。このような高せん断場での添加剤吸着層の挙動を直接的に分析した事例はなく、メカノオペランド量子ビーム分析の有用性の一端を示すことができたと言える。