

創発的研究支援事業

終了報告書

研究担当者	井村 順一 先生
研究機関名	平山 朋子
所属部署名	京都大学
役職名	大学院工学研究科 機械理工学専攻
研究課題名	教授
研究実施期間	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

研究成果の概要

本研究では、機械操作環境を再現する「メカノオペランド機構」を量子ビームラインに組み込み、実作動条件下で分析を行うことによって、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することを目指した。具体的には、「トライボロジー」、「精密加工」、「機械要素」の3つの対象場を掲げ、各種量子ビームラインにメカノオペランド機構を組み込んだ分析を実施した。

「トライボロジー」課題においては、中性子反射率計ビームラインに狭小すきま摺動試験機を設置することで、摺動場における潤滑油／金属界面の構造解析に取り組んだ。具体的には、高分子系添加剤含む潤滑油を用いた時の摺動界面を対象として分析を行ったところ、潤滑油／金属界面に形成された高分子系添加剤による吸着層の構造が摺動によって変化することを確認した。

「精密加工」課題においてはX線吸収微細構造(XAFS)ビームラインに模擬表面加工装置を設置することで、加工界面における化学的な変性状況のリアルタイム分析に取り組んだ。モリブデン系添加剤を含む加工油から成る加工面での被膜形成に着目し、模擬的な加工を実施しながら Mo-K 吸収端の XANES シグナルの変化を追ったところ、時間を追うごとに吸収端ピークが大きくなり、界面に残留して被膜を形成している様子が明らかとなった。

「機械要素」課題においては、歯車等の高圧摺動場での潤滑油の状態観察を目指して、ローラ／ディスク摺動試験機をX線回折ビームラインに設置し、分析を行った。研究期間の短縮により、ローラを回転させる実験にまでは至らなかったが、ローラ／ディスク間に存在する油膜の状態が固体的か流体的かに応じて、デバイシェラー環の形が変化することを確認した。

以上のように、機械を模したメカノオペランド機構と量子ビーム分析を組み合わせることで、機械操作下での対象物のナノスケール挙動の解明が可能であることを実証した。