

力学機能のナノエンジニアリング  
2020年度採択研究者

2021年度 年次報告書
-----------------

伊藤 伸太郎

名古屋大学 大学院工学研究科  
准教授

界面相互作用計測による高分子境界膜の潤滑機構解明

## § 1. 研究成果の概要

ナノメートル厚さの高分子境界膜が発現する潤滑機能の解明を目指して、摩擦試験機を用いた潤滑特性の計測、および膜の力学物性の定量化に取り組んだ。摩擦試験機を用いた計測では、ポリマー水溶液を潤滑液として用い、水和ポリマーブラシ膜の潤滑に対する物理吸着層の影響を検証した。水の場合に比べて、ポリマー水溶液のみ、もしくはブラシ膜のみでも摩擦係数は低下したが、ポリマー水溶液とブラシ膜の組み合わせが最も低摩擦係数(0.02-0.03)であった。この結果は化学吸着層(ブラシ膜)だけでなく物理吸着層も潤滑性に寄与することを示唆しており、本課題で提案している潤滑メカニズムを支持する結果といえる。また、独自に開発したナノオロジー計測法(FWM: Fiber wobbling method)を用い、物理吸着膜と化学吸着膜のそれぞれについて力学物性の解明を進めた。物理吸着膜については、ナノすき間においてシアシニング(ずり速度の増加に伴って粘度が低下する非ニュートン性)が顕在化することが明らかとなった。その一因として、ナノすき間への閉じ込め効果により高分子の緩和時間が遅延化し、高分子のせん断配向が起こりやすくなったことが考えられる。このような非ニュートン性による粘度低下が高分子境界膜の潤滑性に寄与する可能性がある。化学吸着膜については、温度上昇に伴う粘度低下がバルク状態に比べ抑制されることが明らかとなった。これはナノすき間では粘度指数(粘度の温度依存性を表す工業的な指標)が向上したことを意味しており、温度上昇においても油を含んだ高分子膜が摩擦界面に保持され、潤滑性の維持に寄与する可能性がある。また弾性の温度依存性から、化学吸着膜はゴム弾性を発現する可能性が示唆された。高分子設計により弾性を制御できれば、ナノ厚さの薄膜について荷重保持能力を設計できる可能性がある。