



高分子境界膜の X 線反射率計測

伊藤伸太郎^{1,2}

1 名古屋大学 大学院工学研究科, 2 JST さきがけ

キーワード：潤滑, トライボロジー, 高分子膜, ナノ薄膜, コーティング

1. 背景と研究目的

機械システムの省エネルギーや耐久性向上に寄与する潤滑技術の発展は、持続可能な社会の実現に向けて必要不可欠である。特に世界的に増え続ける自動車の潤滑技術には、潤滑油の性能向上やしゅう動面の表面処理技術の発展がキーとなる¹⁾。先行研究において、固体表面に形成された高分子の境界膜が、過酷な摩擦条件において高い潤滑性をもつことが報告された²⁻⁵⁾。分子構造をデザインして高分子境界膜の潤滑性能を設計できれば、画期的な潤滑技術となるだけでなく、高分子の多様な物性を活かして高機能な潤滑面の創成が期待される。ただし、高分子境界膜の厚さは $1\ \mu\text{m}$ 以下 (ナノ厚さ) であり、そのような薄膜が潤滑性を発現するメカニズムは未解明である。そこで本研究ではメカニズムの解明を目標として、高分子境界膜の膜構造を X 線反射率計測により明らかにすることを目的とした。

2. 実験内容

高分子境界膜のモデルとしてポリマーブラシ膜を用いた。シリコンウェハ上にパリレン薄膜を蒸着したものを基板とし、表面開始グラフト重合によりポリマーブラシ膜を作成した。膜厚は約 $30\text{--}50\ \text{nm}$ のものを用いた。X 線反射率 (XRR) 計測を実施し、膜厚方向の密度分布を測定した。

3. 結果および考察

Fig.1 には一例として、入射角度に対する反射率の測定結果を示す。膜モデルのフィッティング結果から膜厚は約 $40\ \text{nm}$ であった。この結果はエリプソメータを用いた測定結果と概ね一致した。さらに、膜厚方向の密度分布から、基材との界面近傍と表面付近では密度が 2 倍程度異なることが明らかとなった。このような密度分布が摩擦特性を支配する膜の力学物性に寄与する可能性が考えられる。

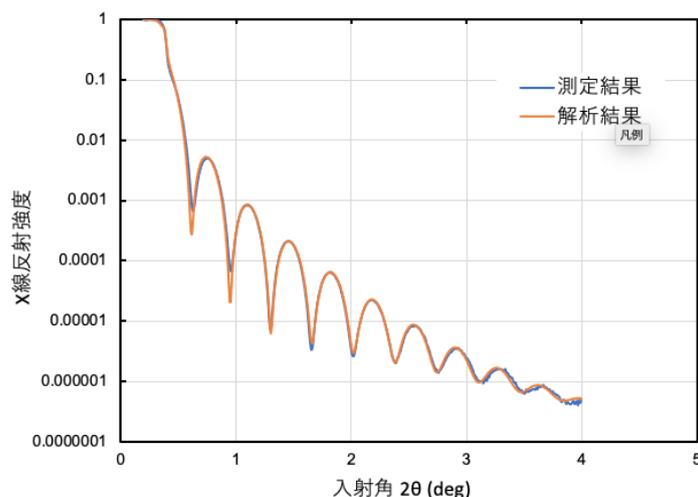


Fig. 1 ポリマーブラシ薄膜の X 線反射率測定結果

4. 参考文献

- 1) K. Holmberg, P. Andersson, A. Erdemir, Global energy consumption due to friction in passenger cars, *Tribology International*, 47 (2012), pp. 221-234.
- 2) J. Fan, M. Muller, T. Stohr, H. A. Spikes, Reduction of Friction by Functionalised Viscosity Index Improvers, *Tribology Letters*, 28 (2007), pp. 287-298.
- 3) 田川, 村木, ポリアルキルメタクリレート系添加剤の構造と摩擦低減機構, *トライボロジスト*, 60 (2015), pp. 342-348.
- 4) K. Ishihara, Highly lubricated polymer interfaces for advanced artificial hip joints through biomimetic design, *Polymer Journal*, 47, (2015), pp.585-597
- 5) Moro, Toru, et al. "Surface grafting of artificial joints with a biocompatible polymer for preventing periprosthetic osteolysis." *Nature materials*, 3.11 (2004), pp. 829-836.