



革新的燃焼技術



テーマ名 (タイトル)	排気エネルギーの有効利用と機械 摩擦損失の低減に関する研究開発
SIPチーム	損失低減チーム リーダー大学： 早稲田大学 大聖 泰弘
AICE分科会	排気エネルギー活用分科会 摩擦損失低減分科会
目的	ターボ過給機の性能向上、燃料改質による排熱回収技術の開発を通じて排気エネルギーを低減する。 従来は経験則に基づいていた摩擦損失メカニズムを解明し、大幅低減を狙う。



機械摩擦損失低減 グループ



テーマ名 (タイトル)	ポリマーモノリス材料を用いた 潤滑システムの開発
クラスター大学	京都大学 辻井 敬亘
50% への 貢献	ポリマーモノリスの優れたトライボロジー特性(潤滑油の高い補液性、高弾性特性)を新規エンジン用途潤滑システムに拡張し、エンジン部品へのコーティング・成型技術の確立、および、他大学との連携による摩擦・摩耗・焼き付きリスクの低減が可能なエンジン部品の超低摩擦化を行い、摩擦損失低減エンジンで50%低減に貢献する。
目的達成のための構想	
●モノリスのストライベック合成曲線の解明・モノリス付与エンジン部品を用いた実証試験	
アピールポイント	
●孔径・空隙率・膜厚・強度の独立制御技術・モノリスの成型加工技術	

ソフト&レジリエントトライボマテリアル(SRT材料)

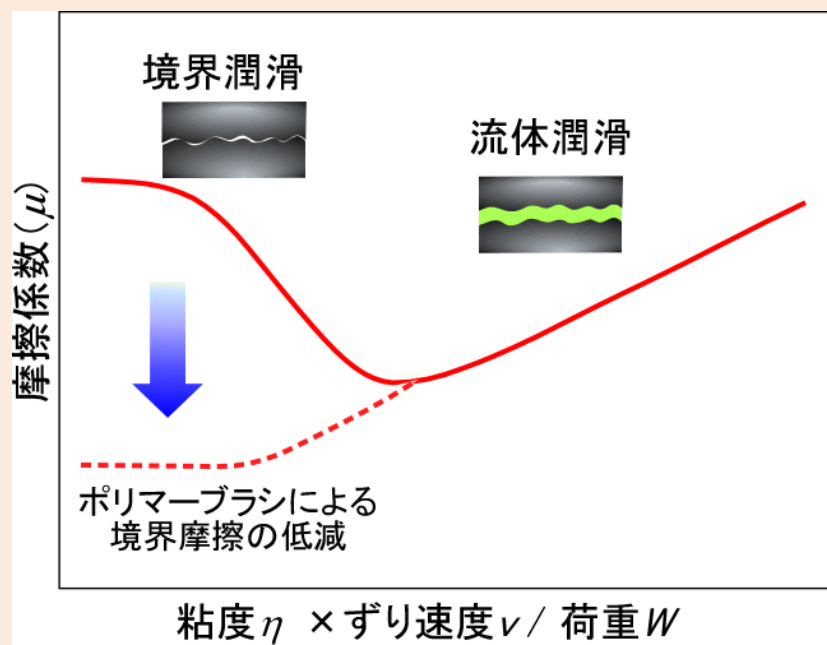
材料表面の精密制御・摩擦/摩耗の低減

<トライボロジー>

燃費・製品寿命の向上
省エネ・低環境負荷

境界潤滑域の摩擦低減
流体潤滑域の拡大

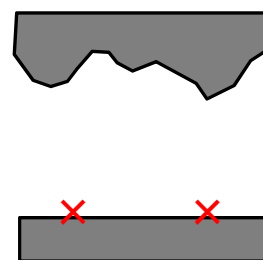
ストライベック線図



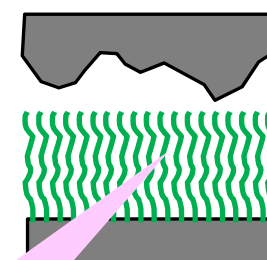
潤滑油の粘度↑
回転速度↑
荷重↓

流体潤滑
(液膜の存在)

硬質材料



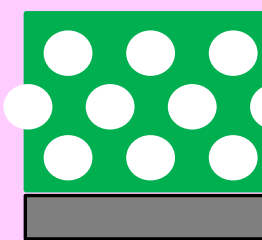
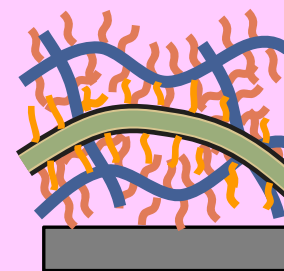
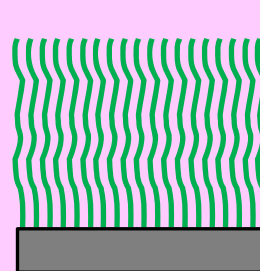
軟質材料



濃厚ポリマーブラシ

高強度ゲル

多孔体

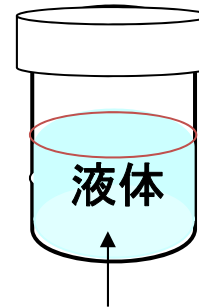
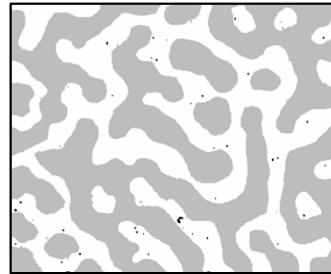


SRT材料

1. 辻井敬亘, 榊原圭太, 中野健, 「ソフト&レジリエント材料」, 『数値解析と表面分析によるトライボロジーの解明と制御』(佐々木信也監修), テクノシステム (2018) .

ポリマーモノリス材料の特徴：高度な構造制御の達成

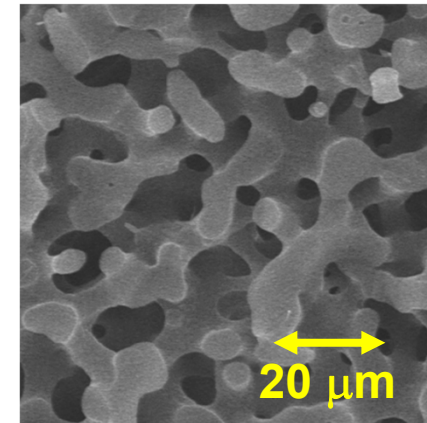
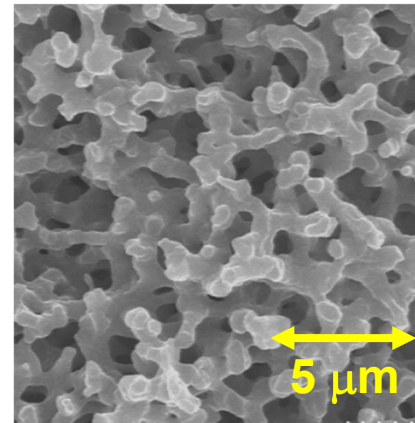
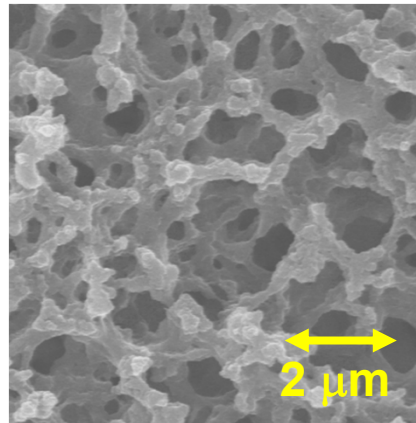
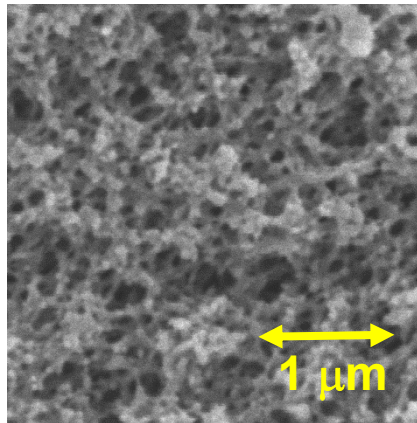
モノマー
＋架橋剤
＋**ポロゲン**
(孔形成剤：PEG)



ゲル化



重合速度と相分離速度をコントロール



■ 共連続構造の形成

発泡体のように独立した穴ではなく、連続した貫通孔を形成

■ 均一なサイズ制御が可能

骨格と流路のサイズが独立して制御可能であり、それらのサイズは非常に均一

■ ネットワーク構造による高い強度

■ 高い耐熱性

機械摺動応用に向けて：均一／薄膜コーティング技術の確立

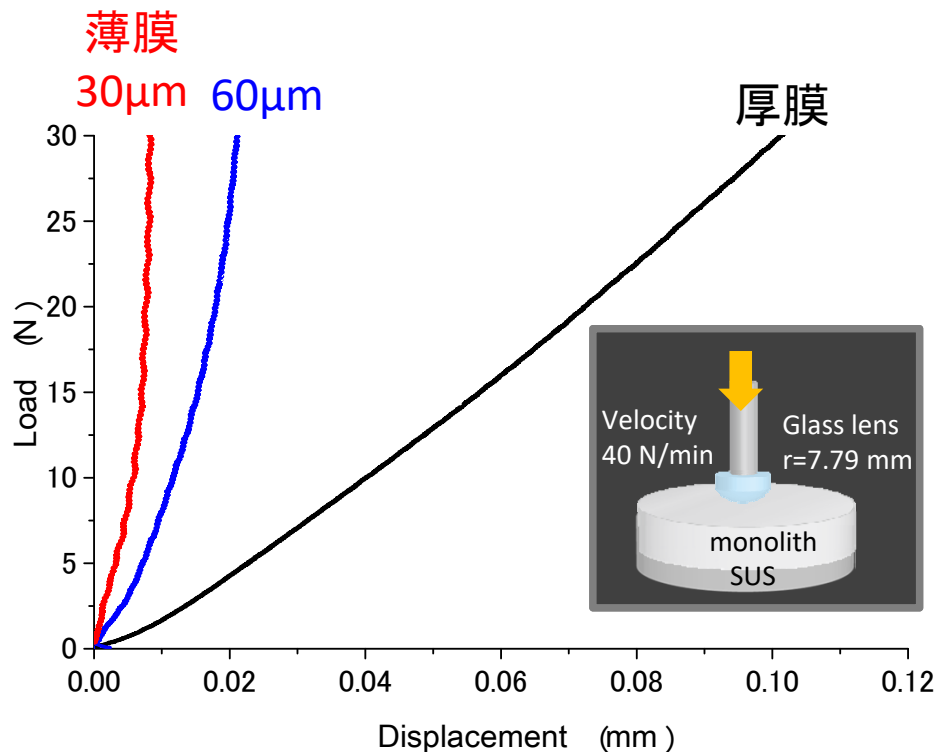
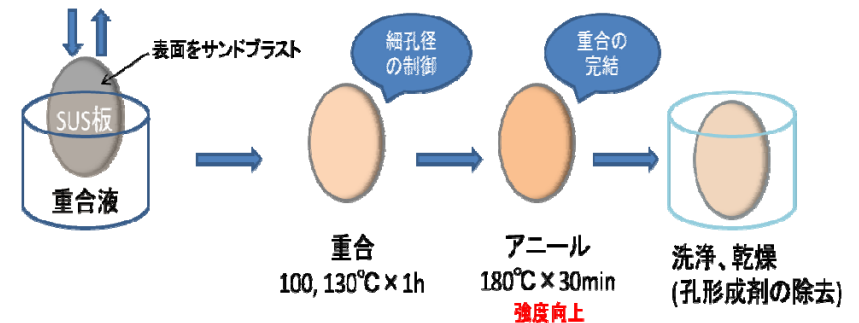
課題：モノリスの大きな変形

- ①掘り起しによる抵抗 ②接触面積の増大 ③軸ぶれ



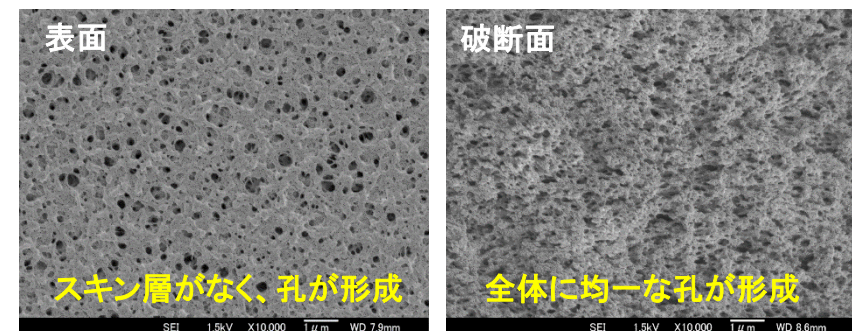
薄膜化による改善

ディップコーティング

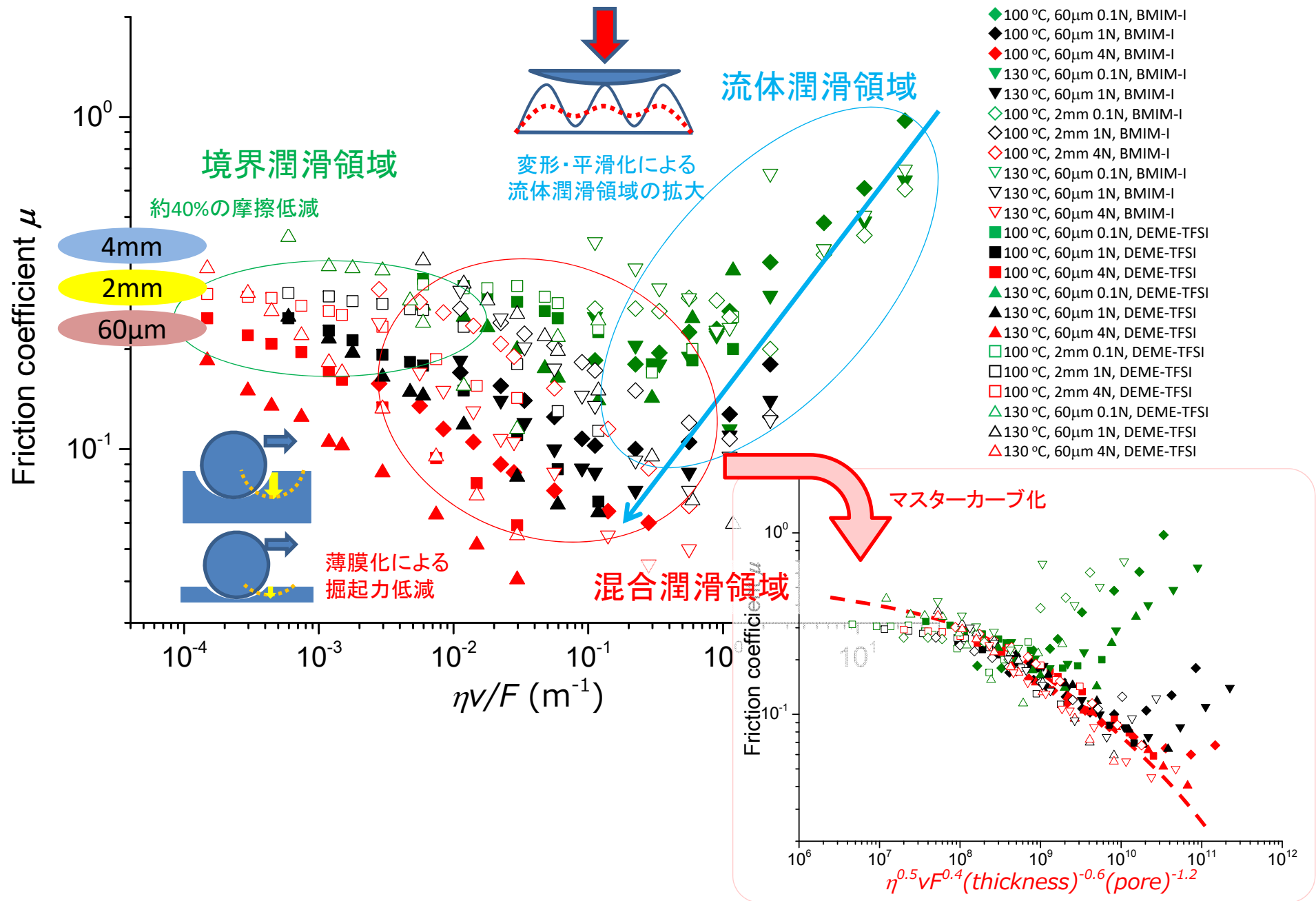


ディップコーティング法の改良と効果

- ①液だれ→シリカ添加による増粘
- ②スキン層→シリカ添加によるスキンレス化
- ③薄膜化→アセトン添加(10μm程度まで制御)
- ④母材界面→粗面化による耐界面剥離

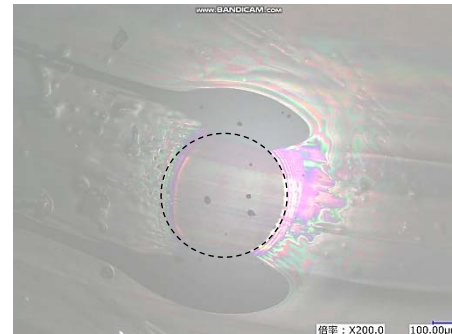
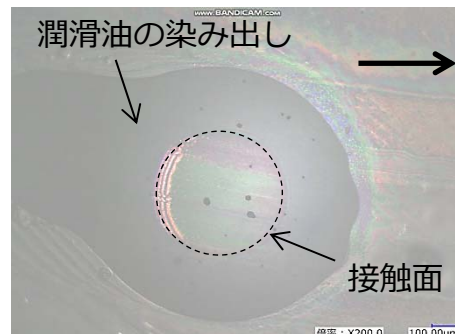
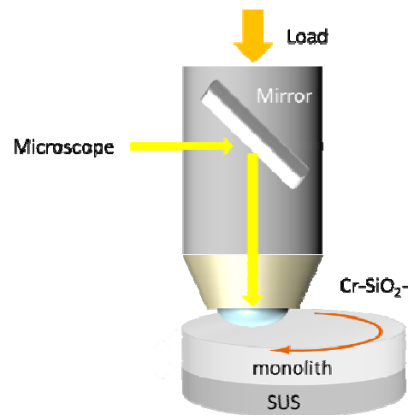


トライボロジー特性評価: ストライベック曲線と潤滑機構

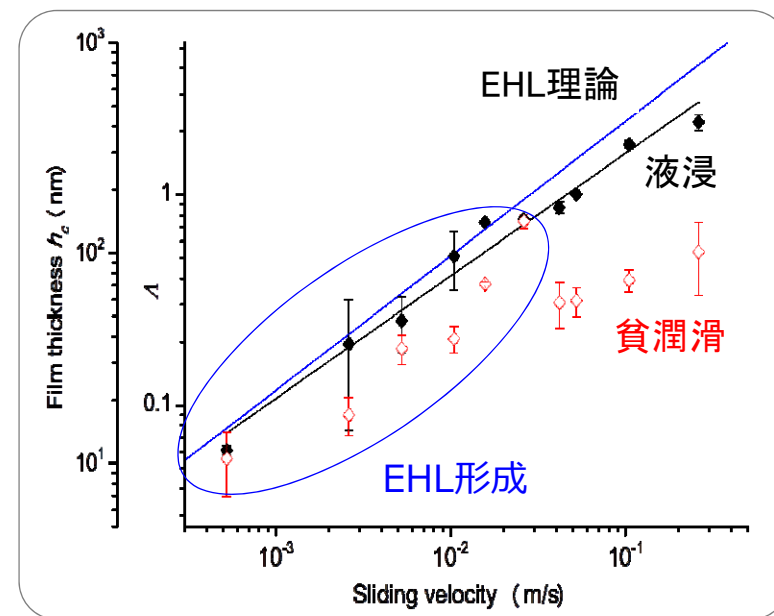
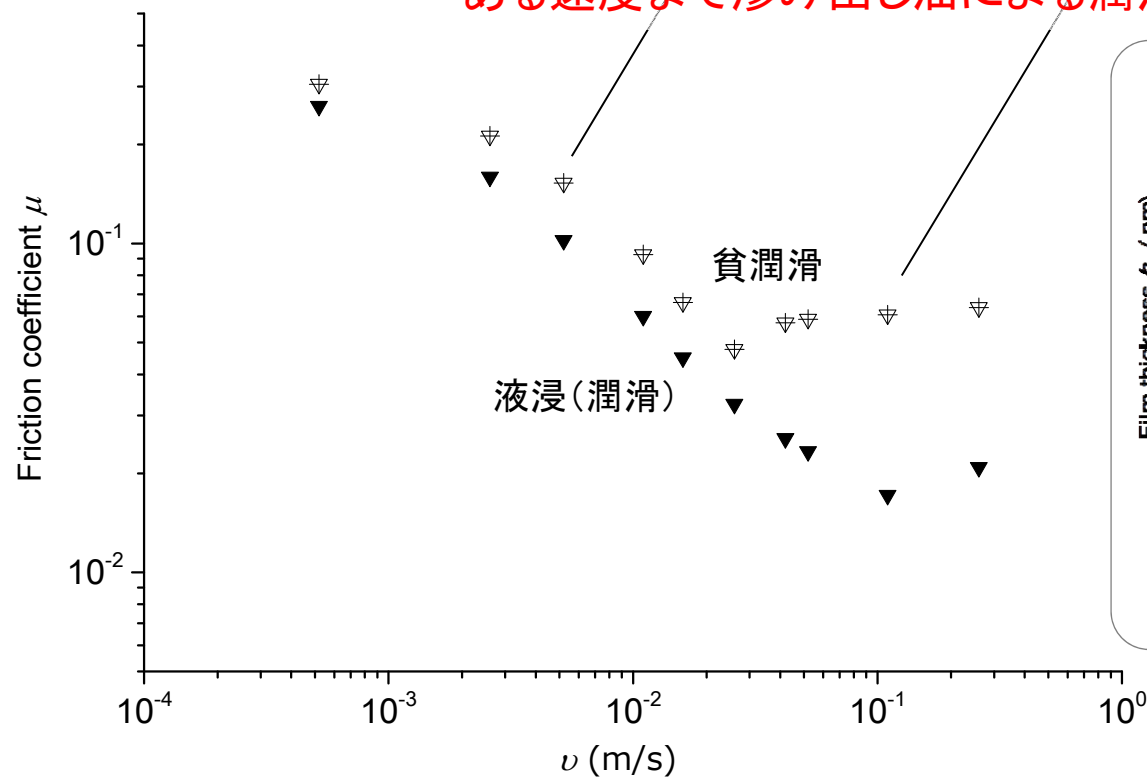


トライボロジー特性評価：光干渉同時計測による貧潤滑下での特性

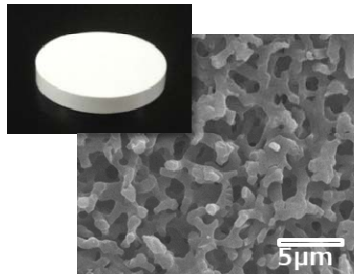
Al蒸着モノリス(1mm厚) vs. Cr 蒸着glass lens



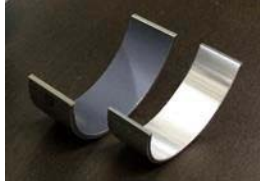
ある速度までしみ出し油による潤滑性を発現！



ポリマーモノリスによる新潤滑システム



○共連続構造／微細孔ゆえの高い液体保持性（補液性）／強度を活用し、下記エンジン部品を対象として、貧潤滑／低起動トルクの実現を目指す（下記「ポイント」欄⇒本材料の独自性・特徴）

	(1) 部材製作	(2) 性能評価	(3) ポイント
(a) チェーンガイド  (連携先：(株) 椿本チエイン)	一体成型 シート貼付 ↓ 細孔サイズ制御 成型精度向上	基礎試験 [ブロック (チェーン) onモノリスコートリング] モデル試験 [クランクトルク試験] ↓ 細孔構造との相関 SIP標準油試験	・貧潤滑(油量減) ・低粘性油の利用
(b) 主軸受  (連携先：大豊工業 (株))	ディップコート(CNF/ シリカ増粘) ↓ 軸受けへの適用 (部材エッジ制御) (細孔サイズ制御)	基礎試験 [モノリスコートブロック (軸受け材) onリング]  軸受評価 (東京都市大学・福井大学)	・オイル切防止 ・起動トルク低減 ・低粘性油の利用 ・焼付防止
(c) その他 ・ピストンスカート ・スラスト軸受け	ディップコート法の適用 テクスチャリング技術と の連携 (補油層)	・シール性向上 ・補油性の利用	

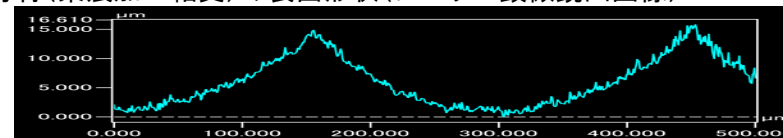
ポリマーモノリスコート軸受の特徴(軸受試験@福井大・東京都市大)

ポリマーモノリスコート軸受

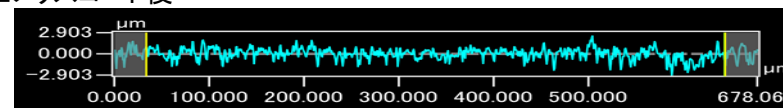


母材
モノリス

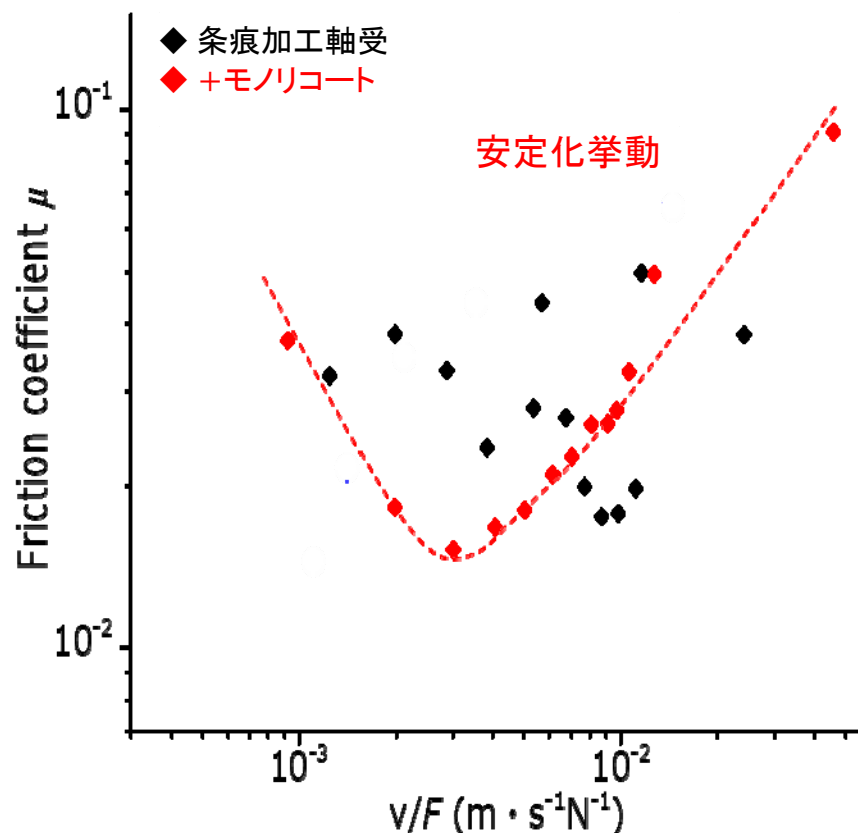
母材(条痕加工軸受)の表面形状(レーザー顕微鏡凹凸像)



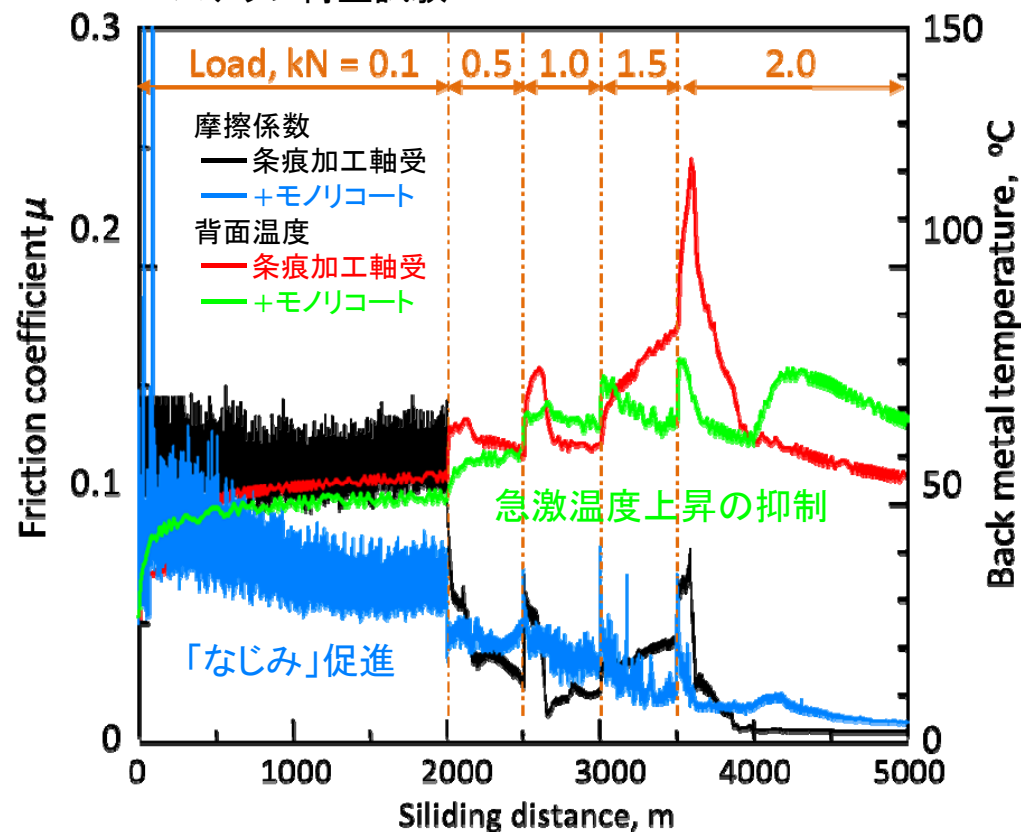
モノリスコート後



ストライバック曲線



ステップ荷重試験



摺動後、凸部の母材平坦化、凹部にモノリス残存=>モノリスコート機能の新たな可能性