

課題名：低摩擦機械システムのためのナノ界面最適化技術とその設計論の構築

氏名：足立幸志

機関名：東北大学

## 1. 研究の背景

省資源・省エネルギーならびにCO<sub>2</sub>排出削減のために、機械のエネルギー損失の多くを占める「摩擦」の低減が重要な技術課題となっている。しかし現在は経験的な特性評価に基づく低摩擦のための材料、潤滑剤、機械設計の個別の技術開発にとどまっており、低摩擦技術の飛躍的発展のための基礎的かつ理論的な検討に基づいた汎用性を持った開発手法が強く求められている。

## 2. 研究の目標

研究実施者らにより提案されている3つの低摩擦システムにおいて共通して見出された摩擦部での数十ナノメートルの厚さの界面層(ナノ界面)に着目し、それらの自己形成機構ならび低摩擦機構を解明することにより、低摩擦を発現し得るナノ界面創製のための最適化技術と設計論を提案する。

## 3. 研究の特色

摩擦部で起こる様々な挙動を反映した低摩擦発現ナノ界面の科学的解明に基づき提案する最適化技術とその設計論により、これまでの試行錯誤的な開発では不可能であった低摩擦技術の飛躍的発展を図る。

## 4. 将来的に期待される効果や応用分野

低摩擦技術は、様々な機械のエネルギー損失の低減に直接貢献するのみならず、機械システムの高い信頼性と耐久性を保障し、その保全費の節減、耐用年数の延長による設備投資の節減などを通し社会に対する大きな経済効果が期待される。

# 低摩擦技術による温室効果ガス (CO<sub>2</sub>) の排出削減

世帯あたりCO<sub>2</sub>排出量 (燃料種別)



<http://www.khulsey.com>

全エネルギー損失の**30-40%**:  
摩擦に起因するエンジンの動力損失

電力, ガソリンの使用に  
起因したCO<sub>2</sub>排出:**70%**

家庭からのCO<sub>2</sub>排出の**10%**:  
自動車の摩擦に起因

## エネルギーの効率利用: **低摩擦技術**

- ・ 自動車からのCO<sub>2</sub>排出量の削減
- ・ 産業用の輸送機器, さまざまな機械機器の効率向上
- ・ 耐久性・信頼性向上による起因する低炭素化への寄与

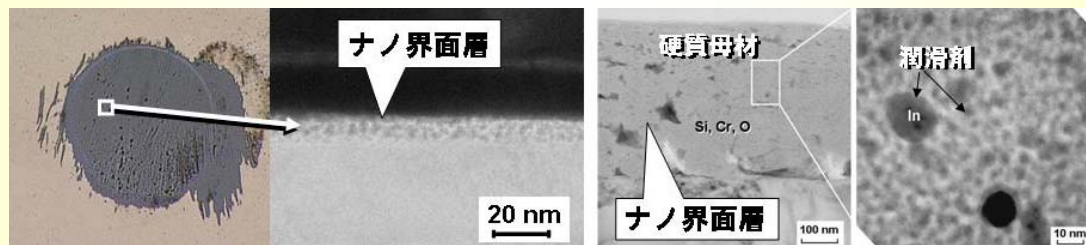
## 摩擦: 多因子に敏感なシステムの応答特性

→ 経験的な特性評価に基づく設計法, 潤滑剤, 材料選定

→ ナノ界面層からのボトムアップ型低摩擦技術開発

# 低摩擦機械システムのためのナノ界面最適化技術とその設計論の構築

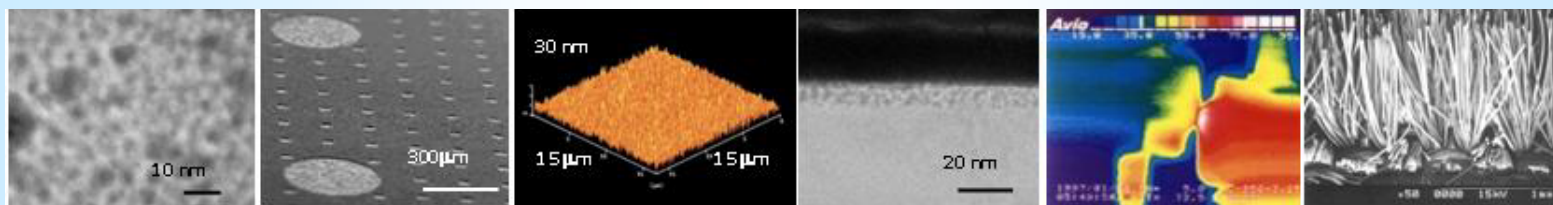
## ステージⅠ：低摩擦を発現するナノ界面層の化学的・物理的把握



## ステージⅡ：ナノ界面の形成機構ならびに潤滑現象の解明 超低摩擦を示す固体と液体の構造ならびに特性の分子・ナノオーダでの解明



## ステージⅢ：低摩擦発現のためのナノ界面最適化技術開発



ナノ構造

表面テクスチャ

表面エネルギー

摩擦化学

摩擦発熱

摩擦帯電

- ・材料設計・創成（ナノ構造制御）
- ・表面設計・創成（表面テクスチャ，表面自由エネルギー，吸着特性）
- ・接触面設計・創成（なじみ制御，摩擦帯電制御，摩擦化学反応制御）
- ・潤滑剤，添加剤設計・創成（ナノ粒子，摩擦調整剤，摩耗抑制剤）