

界面・摩擦／表面摩擦の研究（WPI-AIMR 栗原和枝 教授）

表面力測定を中心手段としたナノ表面化学

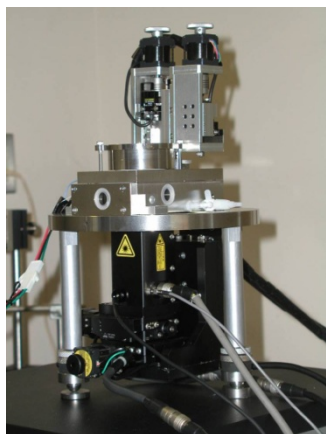
当研究分野では、2つの表面間に働く相互作用力(斥力、引力、接着力)を表面間の距離を変えて直接測定する表面力測定、当研究分野にて開発した液体薄膜のナノレオロジー・トライボロジーを高感度で評価可能なナノ共振ずり測定法、界面選択分光法などを中心手段として利用し、表面や界面の分子レベルでの構造、ならびに表面および分子間の相互作用を具体的に解明する新しい物性研究分野を開拓している。さらに得られた知見を利用した新規ナノ材料設計法の展開を行っている。

主な研究内容

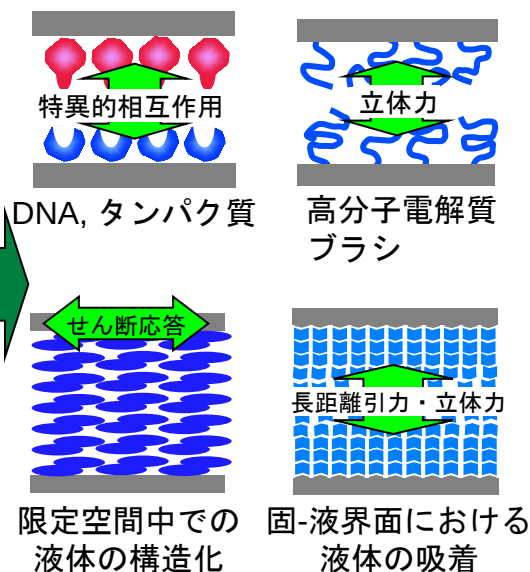
1. 生体分子間相互作用の直接測定、発現機構の解明
2. 限定空間における液体のナノレオロジー・トライボロジー
3. 固-液界面における液体のナノ構造形成評価：固-液界面における液体の分子論の構築
4. 複雑な系の物性評価：高分子電解質・ポリペプチドのブラシ層の力学物性
5. 装置ならびに計測法開発

ナノ計測装置・評価法の開発

- ・ナノ共振ずり測定法・装置
- ・ツインパス型表面力装置



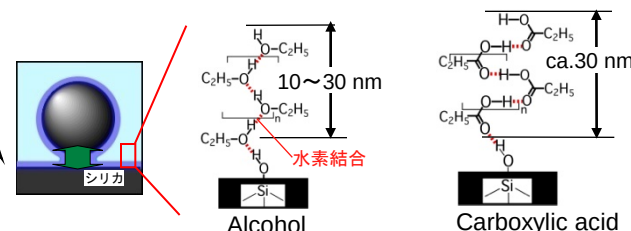
測定対象



界面現象の分子レベルでの理解

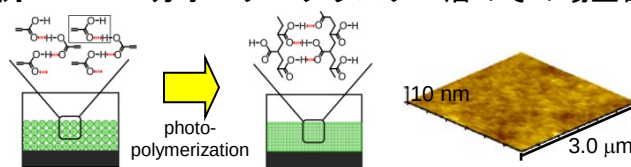
生体分子間相互作用, 力学物性, 吸着, 配向など

例: 界面分子マクロクラスターの発見



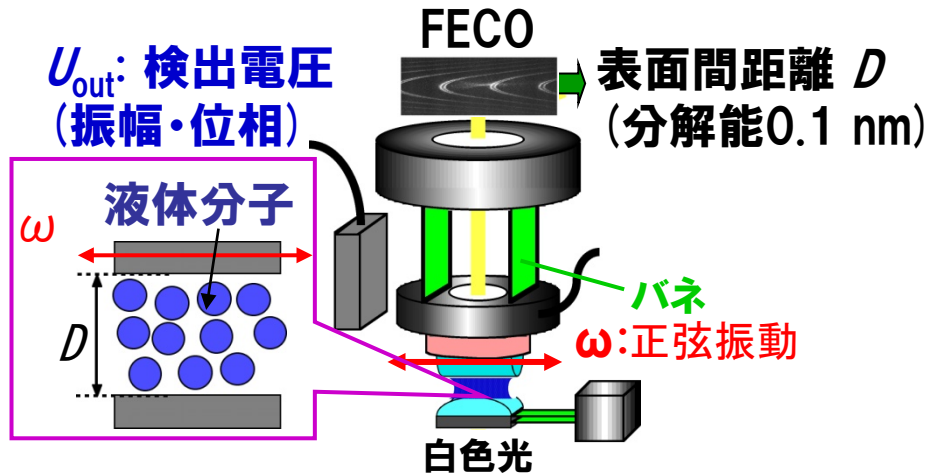
新規ナノ材料設計への応用

例: モノマー分子マクロクラスター層のその場重合



現在の先端科学(ナノサイエンス) → 摩擦現象の化学・物理的解明が可能

独自開発した共振ずり測定法

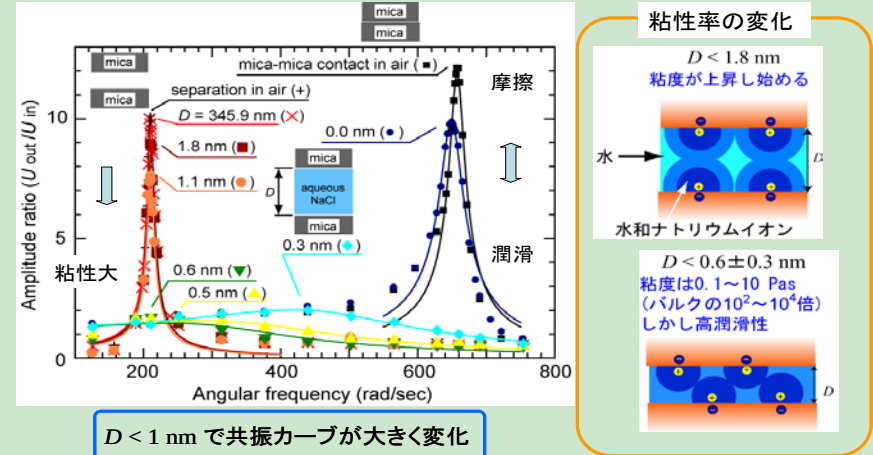


Colloid & Surf. A, 129-130, 131-139 (1997). Rev. Sci. Instrum., 69, 2095-2104 (1998). Rev. Sci. Instrum., 79, 113705 (2008).

2表面間の距離を μm から接触まで連続的に変えながら、表面間の液体の構造化挙動、レオロジー・トライボロジー特性を評価できる。

- ・高温条件での測定も可能
- ・反射型の距離測定法と組み合わせて、金属など、不透明材料の評価も可能

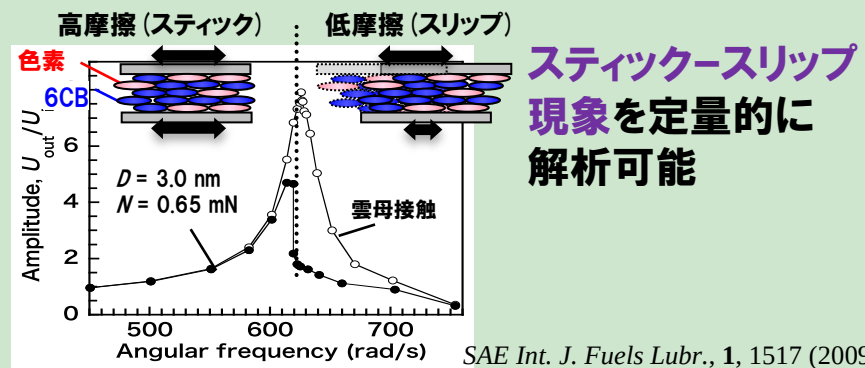
雲母表面間の水



厚み1 nm以下で粘性は2-4桁上昇するが
潤滑性は保たれる

Phys. Rev. Lett., 96, 046104 (2006).

潤滑油-添加剤モデル系



応用例: イオン液体, 実用潤滑油, トラクションオイル等

研究計画（界面・トライボロジー）

金属-潤滑油界面の潤滑現象を分子レベルで解明

要素技術1:

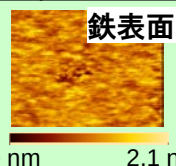
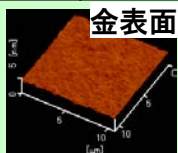
金属表面調製法

ナノレベルで平滑で清浄な
金属表面調製法を確立

- ・スパッタ成膜条件の最適化
- ・雲母表面に成膜し、雲母を剥離して平滑・清浄面を露出

調製した金属表面の平滑性

	最大高低差	RMS粗さ
金	約 1 nm	0.22 nm
鉄	約 2 nm	0.2 nm
SiC	約 0.4 nm	0.02 nm

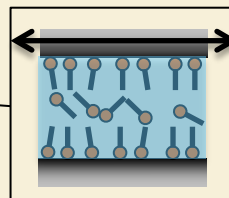
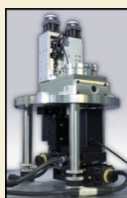


要素技術2:

潤滑特性の分子レベル評価法

ツインパス型表面力・
共振ずり測定装置

- ・金属表面間の距離を nm レベルで制御・計測しながら摩擦・潤滑を評価
- ・反射型距離測定機構の開発により、
不透明試料への適用を実現した世界
で唯一の表面力装置



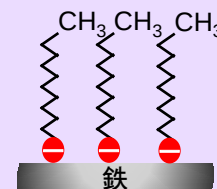
鉄表面間のヘキサデカン・添加剤による潤滑

要素技術3:

潤滑油-金属界面評価法

SFG振動分光法を
金属-潤滑油界面へ適用

- ・金属表面への添加剤の
吸着・構造評価
- ・会合状態、分子配向の評価



鉄表面への添加剤の吸着構造評価

**摩擦現象の
最適化・設計指針確立**

産学連携
共同研究

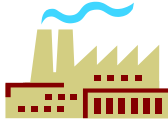


関連するトライボロジープロジェクト

社会との
連携



産業との
連携



東北発 素材技術
先導プロジェクト
超低摩擦技術

最先端・次世代研究開発
支援プログラム

研究連携
足立教授・久保教授
(東北大学 工学研究科)

東北大学ナノテク・低炭素化
材料技術研究会

ネットワークの基盤と
なる研究交流活動
(代表：栗原教授)

GRENE
グリーントライボ・ネットワーク

ナノテクノロジー
プラットフォーム

低炭素研究ネットワーク

装置を最大限に活用し、
研究を加速
ハブ拠点
(NIMS、京都大学)
サテライト拠点
(東北大学、山形大学)

