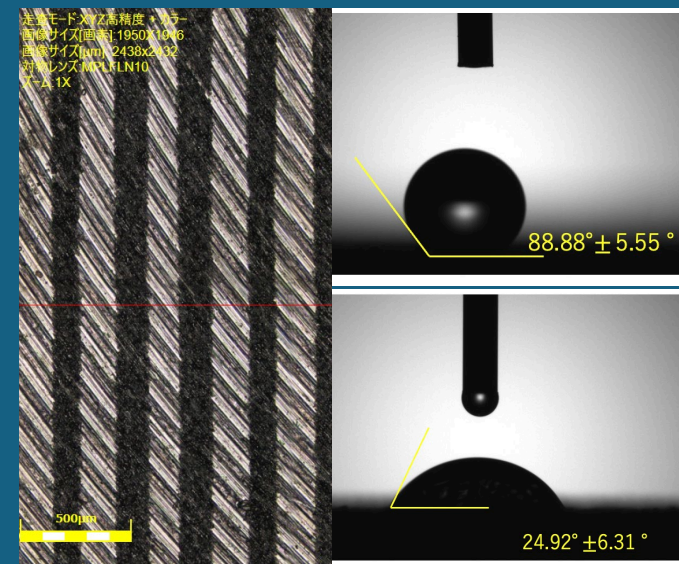
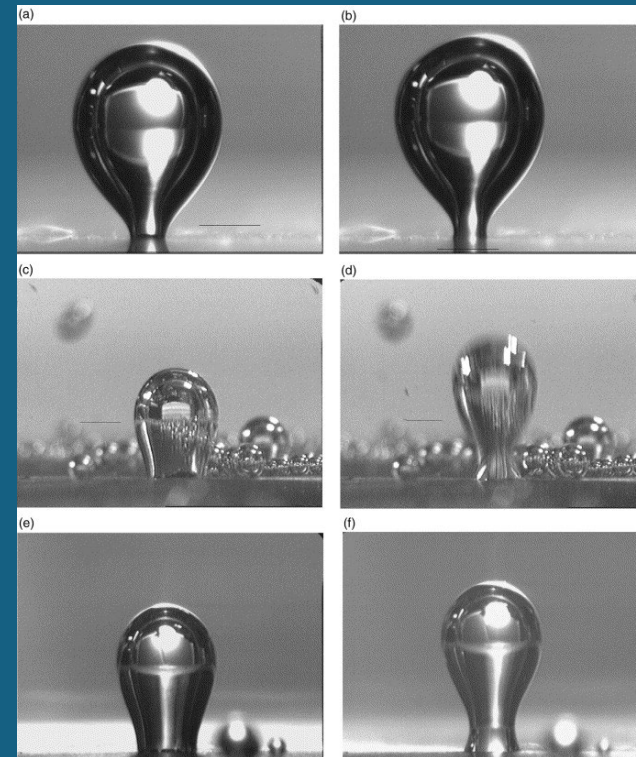


# 精密工学研究グループ エミール研究室

卒業研究室紹介

2026年1月16日



# 本日の内容

- 研究室のビジョン
- 主な研究テーマ
- 研究室の雰囲気
  - 一年間のスケジュール
  - 国内・国際学会
  - 共同研究 等…



※ 専門知識は研究を通して身につけます  
「**考える力**」を大切にする研究室です

# 研究室のビジョン

## 機能性表面の工学的設計

～ 設計 × 表面 × 材料 × データ・AI ～

- ❖ 表面を「設計」することで、摩擦・熱・流れなどの現象を自在に制御する
- 実験をただ行うだけでなく、
  - 「**なぜその結果になるのか**」を自分の言葉で説明できる力を身につける
- 観察した現象を、
  - 数式・物理的考察・データ解析を用いて**説明できるエンジニア**を目指す
- 卒業研究を通して、
  - 大学院進学・企業研究・国際共同研究につながる**研究力・思考力を養う**

# 主な研究テーマ

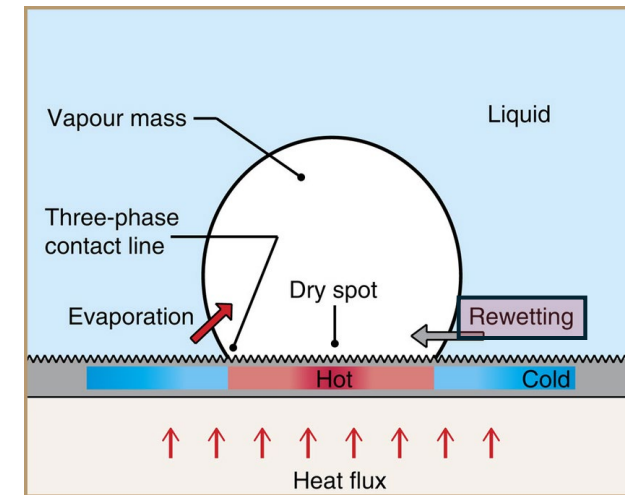
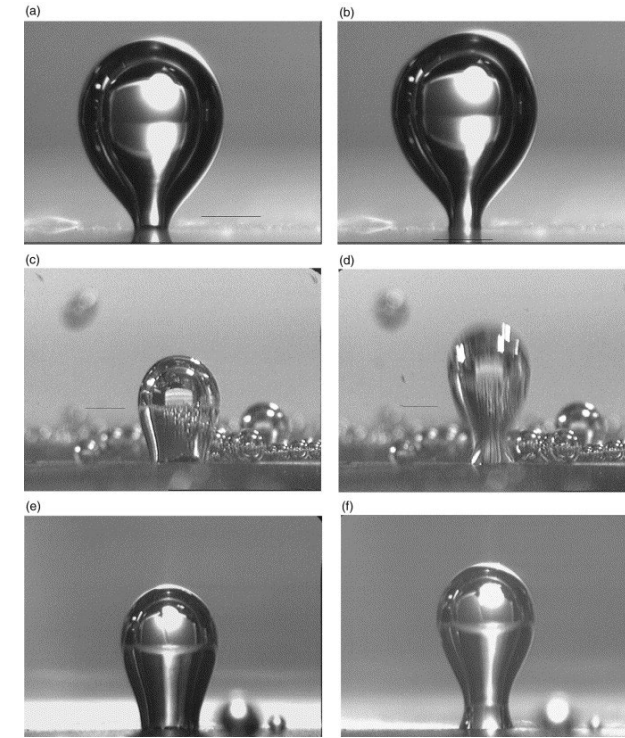
- 表面改質による沸騰気泡挙動の制御と高効率冷却
- マイクロテクスチャ表面による摩擦・摩耗特性の制御
- レーザー表面改質による表面化学・耐食性・濡れ性の制御

## もっと簡単に言いますと…

- 表面を工夫して「冷却性能」を高める研究
- 表面構造を変えて「摩擦・摩耗」を減らす研究
- レーザーで表面の性質（濡れ性・腐食性等）を変える研究

# 表面を工夫して「冷却性能」を高める研究

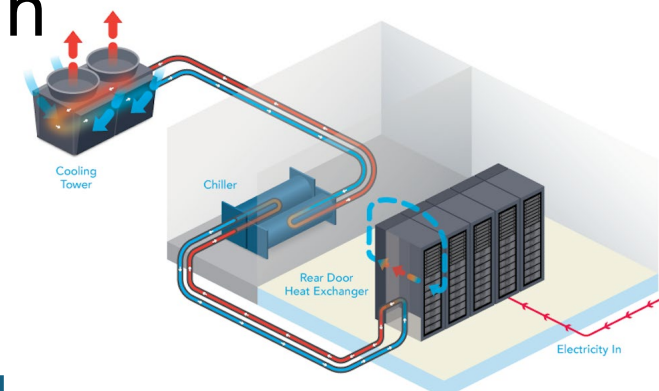
- 沸騰中の“濡れ”を制御する
    - 沸騰中に液体が表面へ戻る現象「**リウエットイング**」を制御することで、冷却性能の限界を高める！
  - **リウエットイング**：蒸気で覆われた表面に液体が再接触し、濡れが回復する現象
    - **動接触角**と強く関係する
- **リウエットイングが起きないと…**
    - ➡ **ドライアウト**
    - ➡ **危険な温度上昇**



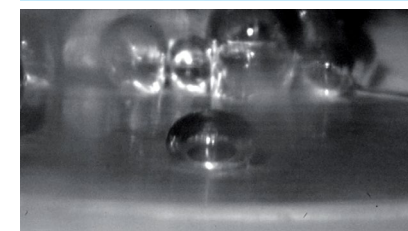
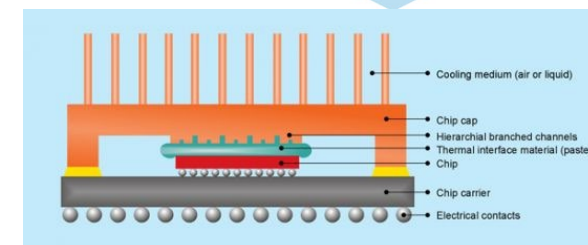
加熱面上での気泡  
生成・蒸発・再濡れ

# なぜ冷却技術の高度化が必要なのか？

- 建物で消費される電力の約20% は、冷房（エアコン） に使用
- AIデータセンターの年間電力消費量は約415 TWh  
(世界全体の約1.5%, 2024年)
  - そのうち 約20% が冷却に使われている



- 猛暑の増加 や AI・データ処理需要の拡大 により、冷却需要は今後さらに増加
- 熱除去技術の高度化は、電力消費とCO<sub>2</sub>排出量の直接的な削減につながる



# 本研究で重要となる視点： 表面構造の役割

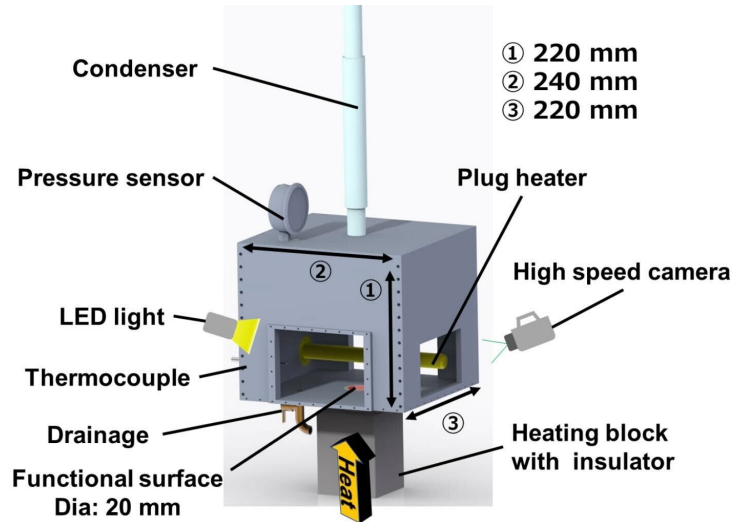
- 表面構造（テクスチャ・機能性表面）により
  - 沸騰開始位置
  - 液滴・気泡挙動
  - ドライアウト発生    **を能動的に制御可能になる**

## Goal:

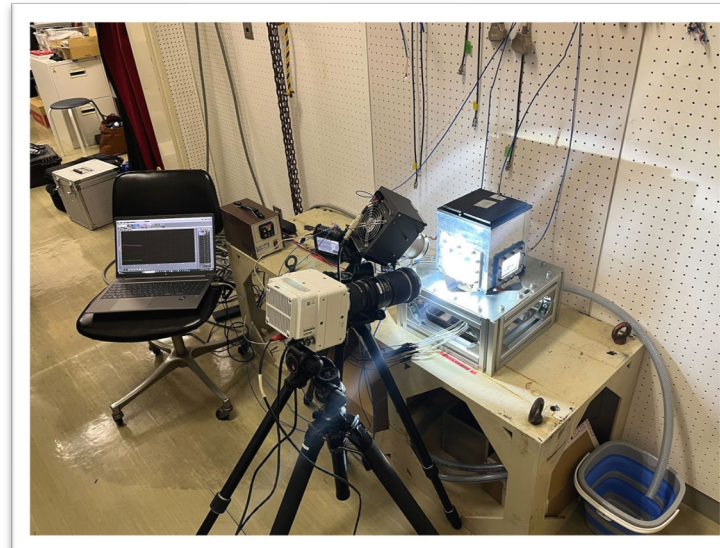
- 沸騰熱伝達の高性能化・安定化には  
→ **表面設計の科学的理解が不可欠**

# 表面を工夫して「冷却性能」を高める研究

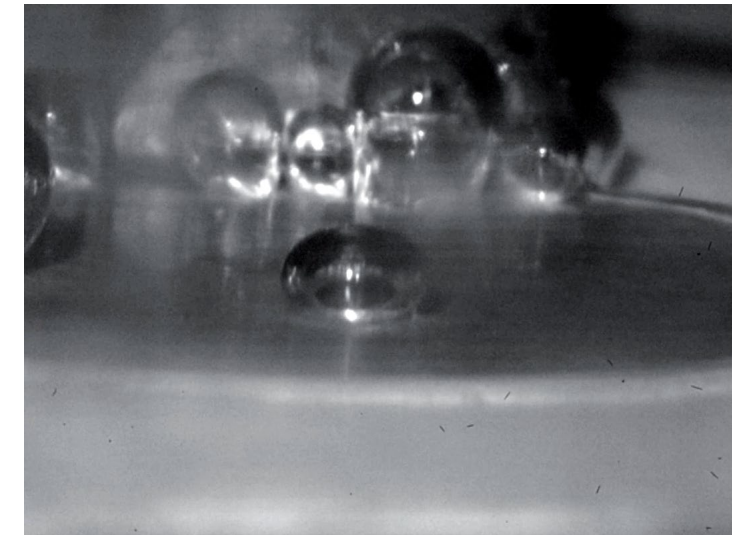
- 表面テクスチャ形状が気泡挙動・濡れ性に与える影響を解明
- 実験により, リウエッティング挙動を可視化・定量化
  - ❖ 深層学習における画像処理等 (院生向け!)



実験装置設計



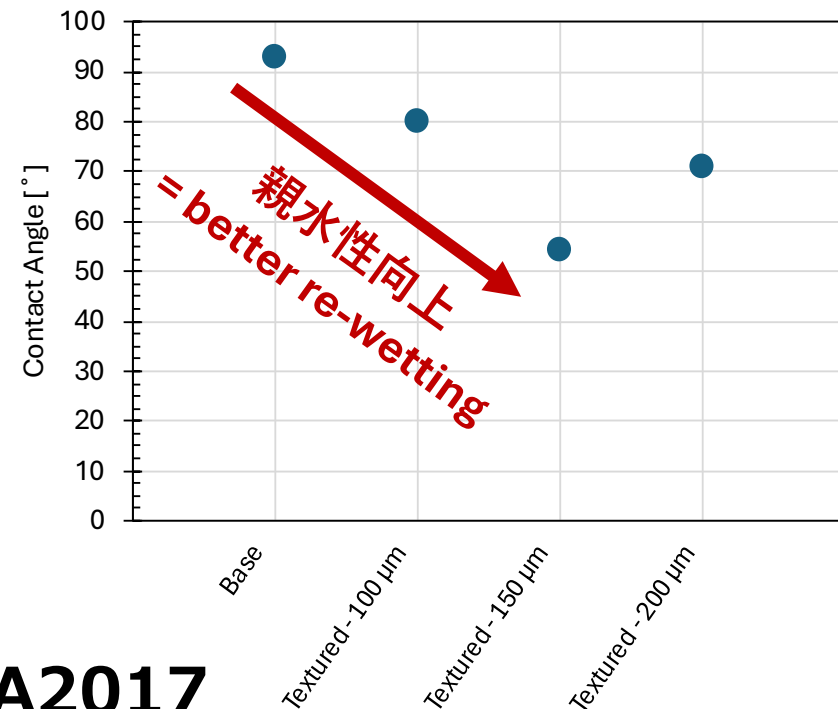
実験装置製作



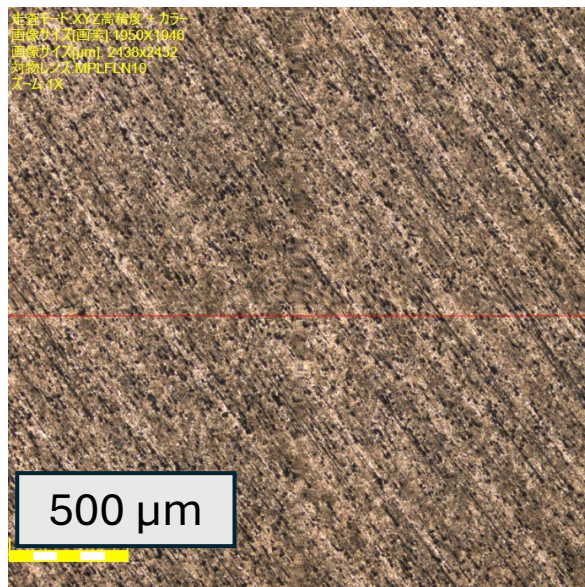
高速度カメラによる  
沸騰気泡の観察

# 表面を工夫して「冷却性能」を高める研究

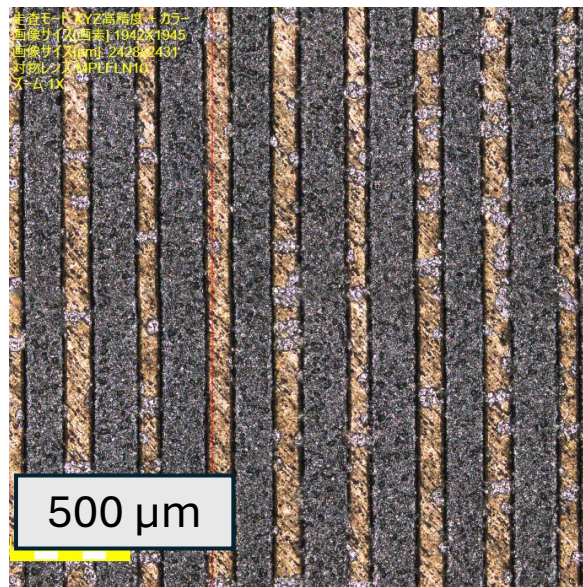
- 学生が設計・加工した表面により,
  - 気泡挙動・濡れ性
  - 冷却限界を制御できる



## 材料 : A2017+アルミナコーティング

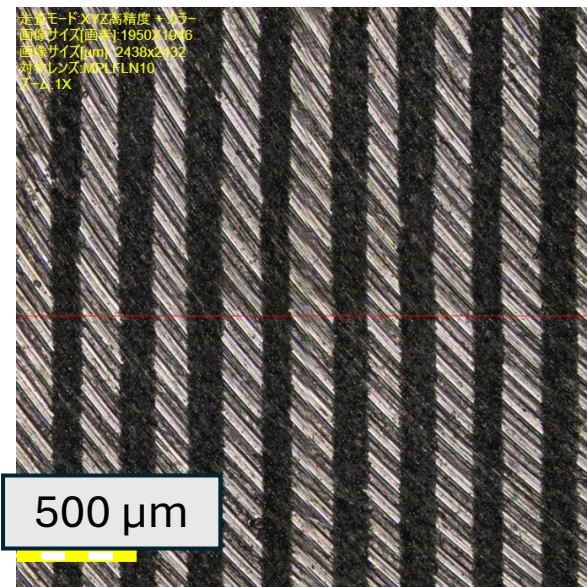


レーザー加工前

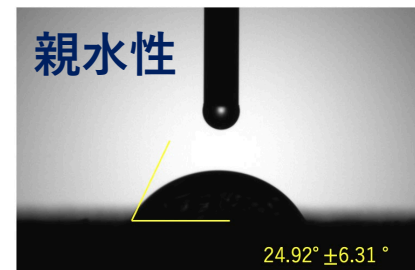
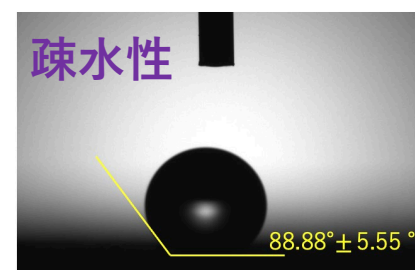


レーザー加工後

## 材料 : A2017



コーティング無・レーザー加工のみ



接触角測定

# トライボロジー系

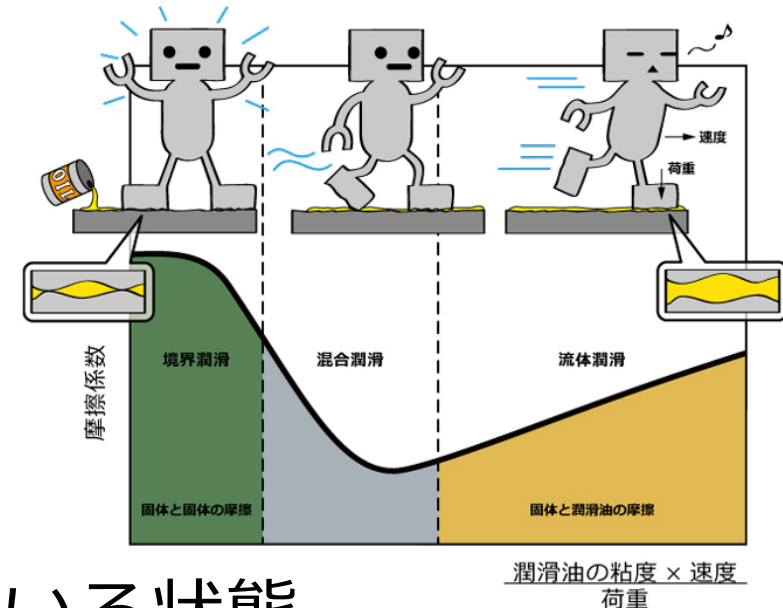
- 潤滑領域

- **境界潤滑**：表面どうしが直接接触しながら滑っている状態

- **混合潤滑**：油膜と表面接触が両方ある中間的な状態

- **流体潤滑**：厚い油膜で完全に分離して滑っている状態

- \* 厚い油膜：数十  $\mu m$  程度



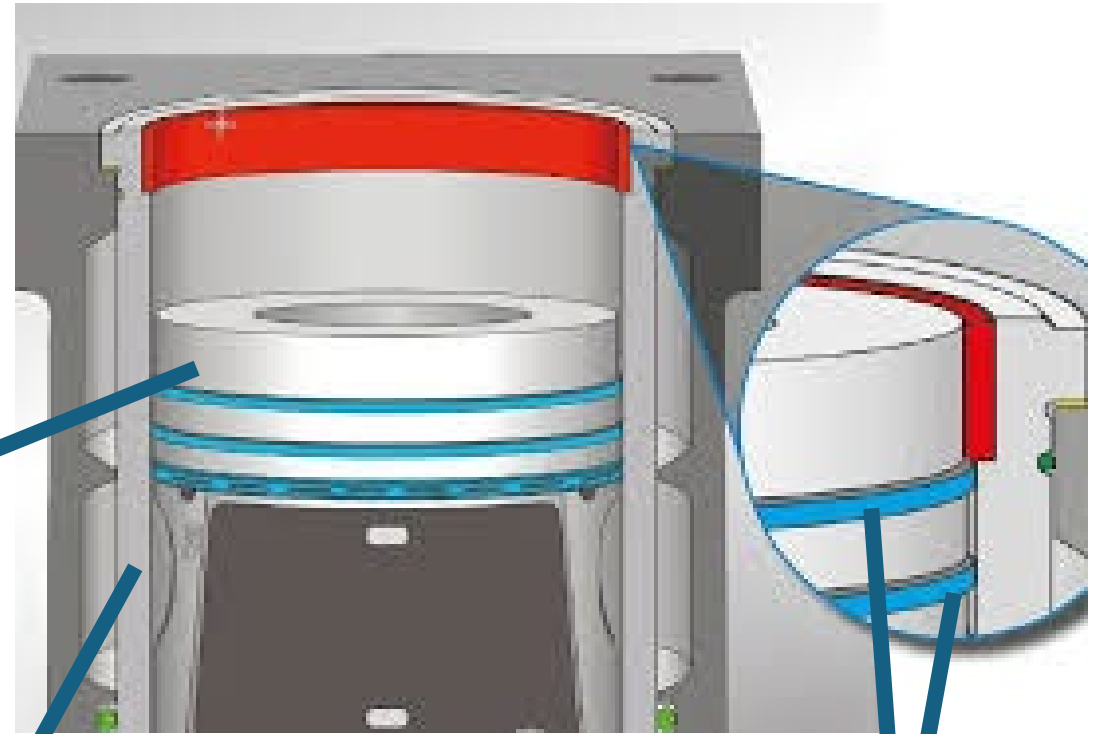
# トライボロジー系

- 内燃機関要素（一部）

Piston

Cylinder Liner

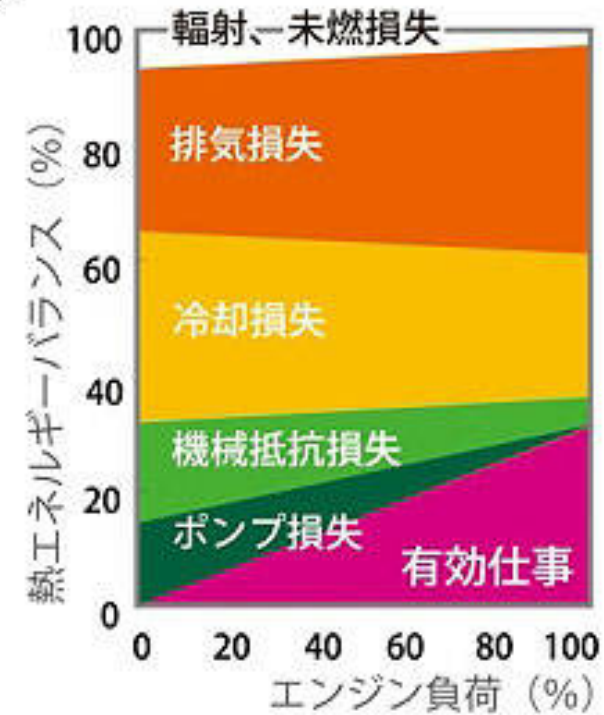
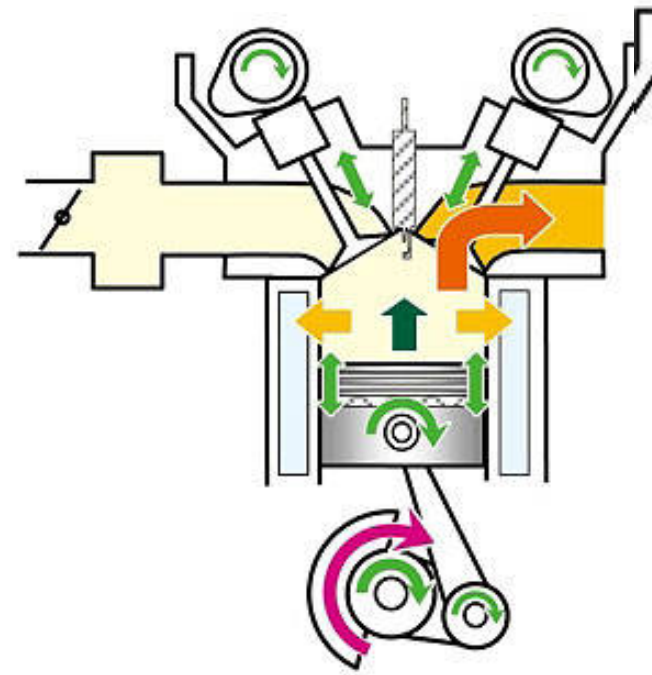
Piston Rings



# トライボロジー系

- **機械抵抗損失：**

- 軸受：20%
- 動弁系：20%
- ピストンリング と シリンダーライナー：50%
- その他：10%

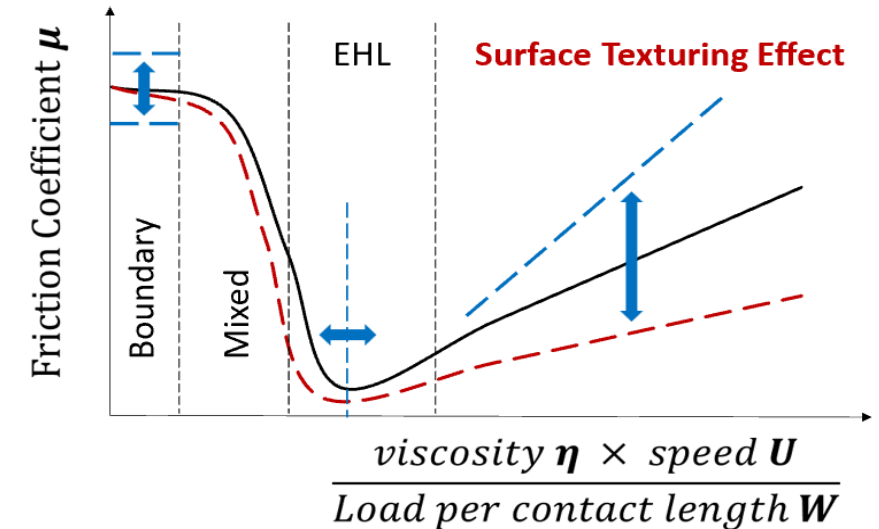
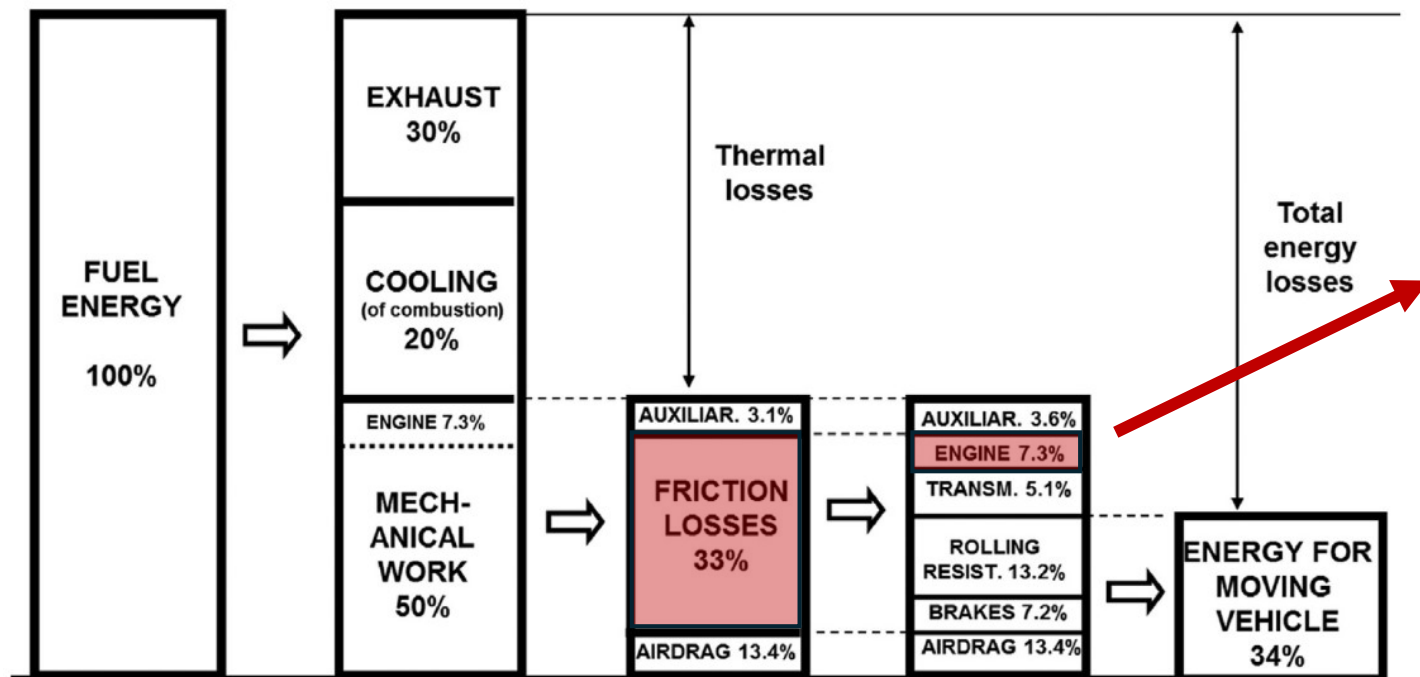


# トライボロジー系

- 流体潤滑領域におけるマイクロテクスチャ表面を用いた機械(摩擦)損失の削減

K. Holmberg et al. / Tribology International 78 (2014) 94–114

マイクロテクスチャの影響で摩擦・摩耗削減

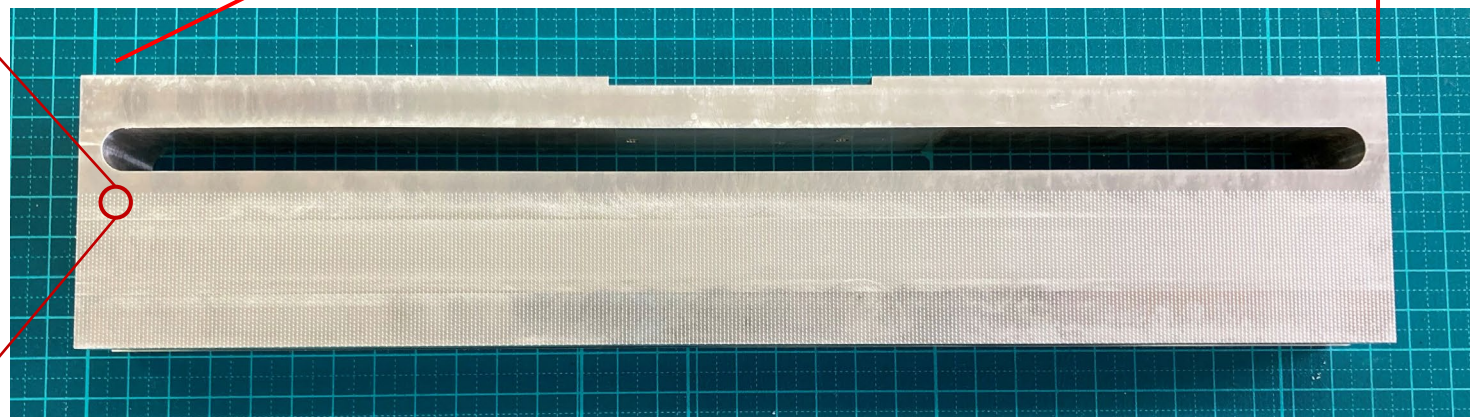
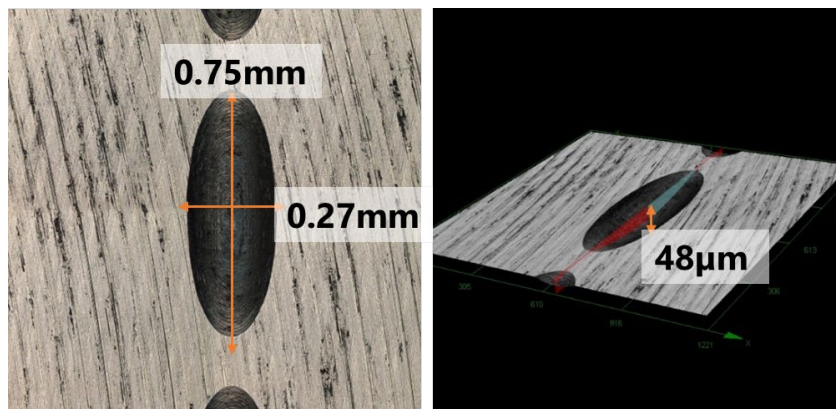
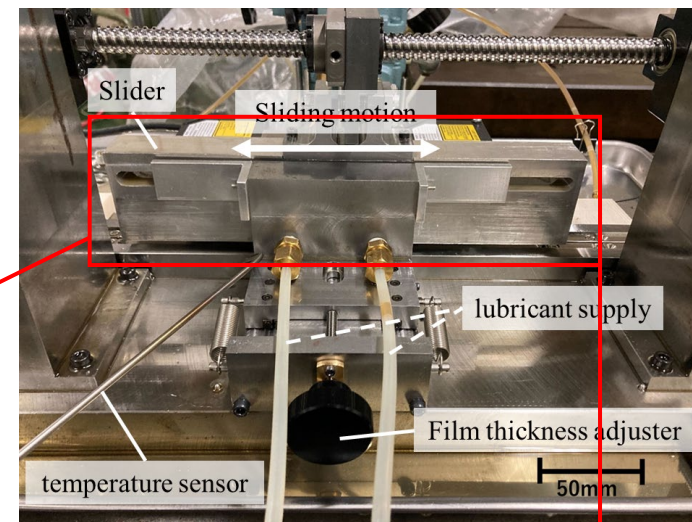


# マイクロテクスチャ表面による 摩擦・摩耗特性の制御

**ISUZU**

いすゞ中央研究所  
ISUZU ADVANCED ENGINEERING CENTER, LTD

- 自作実験装置の設計・改善
- 数値解析によるマイクロテクスチャの最適化
  - 形状・面積密度・配向等
- 放電加工・レーザー加工によるマイクロテクスチャの作製



# マイクロテクスチャ表面による 摩擦・摩耗特性の制御

## ・学生が行うこと

- マイクロテクスチャ形状の設計（現在楕円にハマってます）
- 摩擦試験を実施
- テクスチャ有無・面積蜜の差による摩擦・摩耗の違いを比較
- なぜ摩擦が低下（または変化）したのかを考察

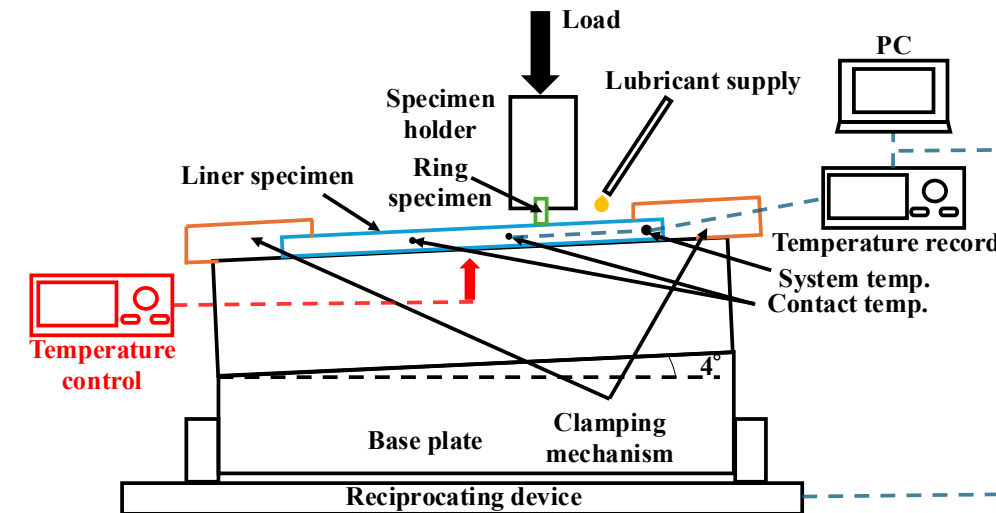
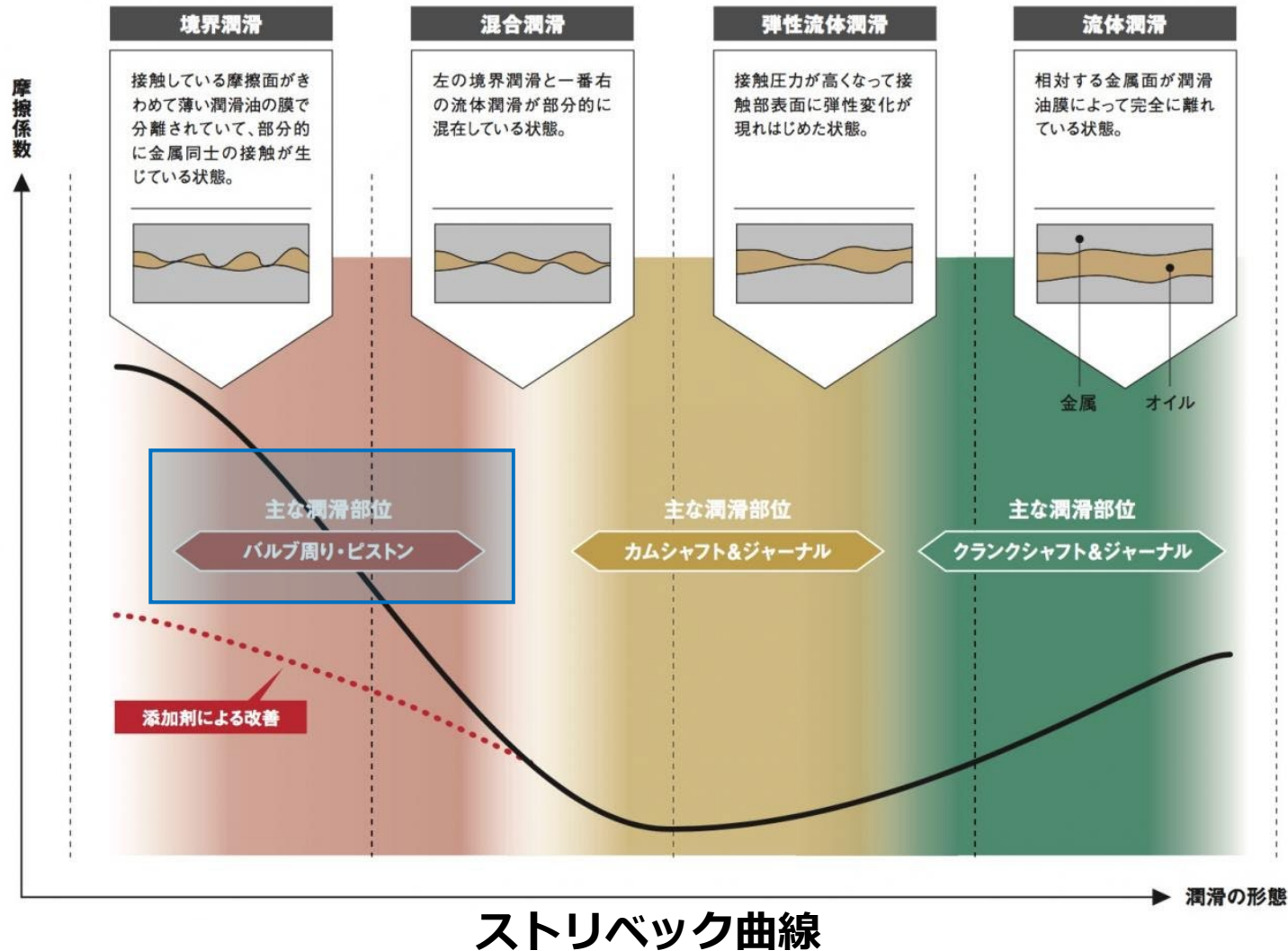
## ・使う手法

- 自作摩擦試験装置による摩擦試験（改善の点が必要・設計の興味持ち）
- レーザー加工・放電加工による表面テクスチャの作製

## ・発展テーマ（院生向け！）

- 潤滑剤温度・油膜厚さとの関係を検討
- 数値解析と実験結果の比較・対応付け

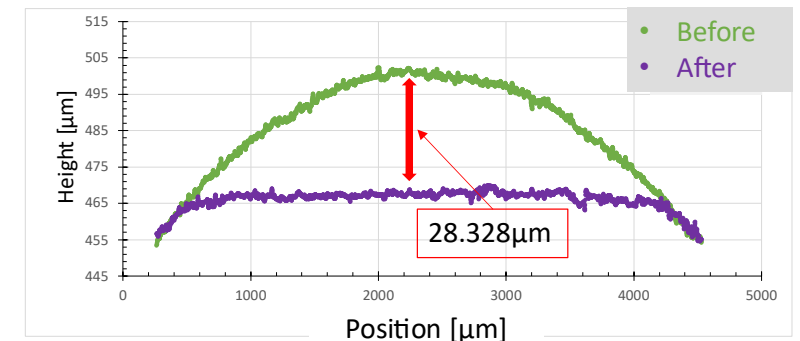
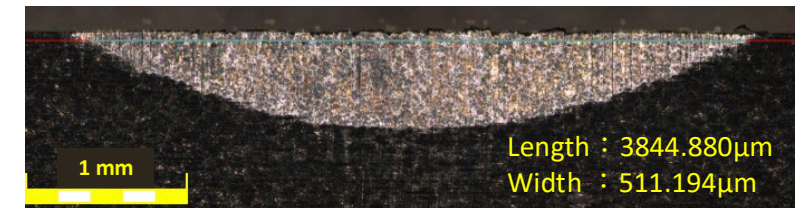
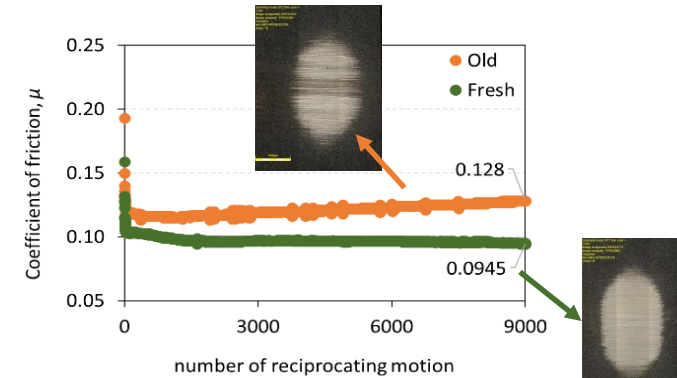
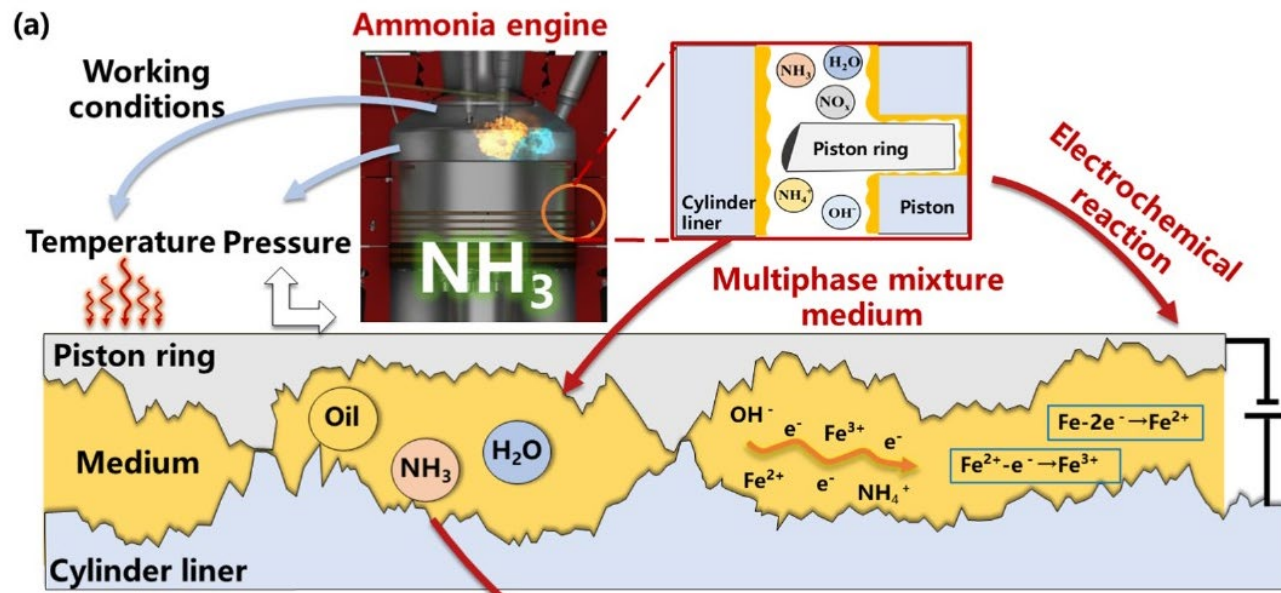
# アンモニア混入エンジン油環境下における 摩擦・摩耗特性の解明



ピストンリング - シリンダ（燃焼室）  
の内壁を模擬した摩擦試験用ジグ

# アンモニア混入エンジン油環境下における 摩擦・摩耗特性の解明

- アンモニア混入エンジン油環境下における
  - 摩擦・摩耗特性の評価エンジン油劣化メカニズムの解明
  - 摩擦・摩耗特性への影響の明確化



実験後の摩耗面の観察

# アンモニア混入エンジン油環境下における 摩擦・摩耗特性の解明

## ・学生が行うこと

- 摩擦試験を自分で実施
- 摩耗した表面を観察・比較
- なぜ違いが出たのかを考察

## ・使う手法

- 摩擦・摩耗試験機
- レーザー顕微鏡・SEMによる表面解析

## ・発展テーマ（院生向け！）

- ガソリン - アンモニア **vs** エタノール - アンモニアの比較
- エンジン油中の化学環境の違いを考える

# 使用する実験装置

- レーザー加工機
- 放電加工機
- 接触角計・表面粗さ測定機
- 摩擦・摩耗試験機
- レーザー顕微鏡
- 独自に設計・製作
  - ❖ プール沸騰実験装置
  - ❖ 流体潤滑領域における摩擦力測定装置



表面粗さ測定機



接触角計 DMo-502



レーザー加工機



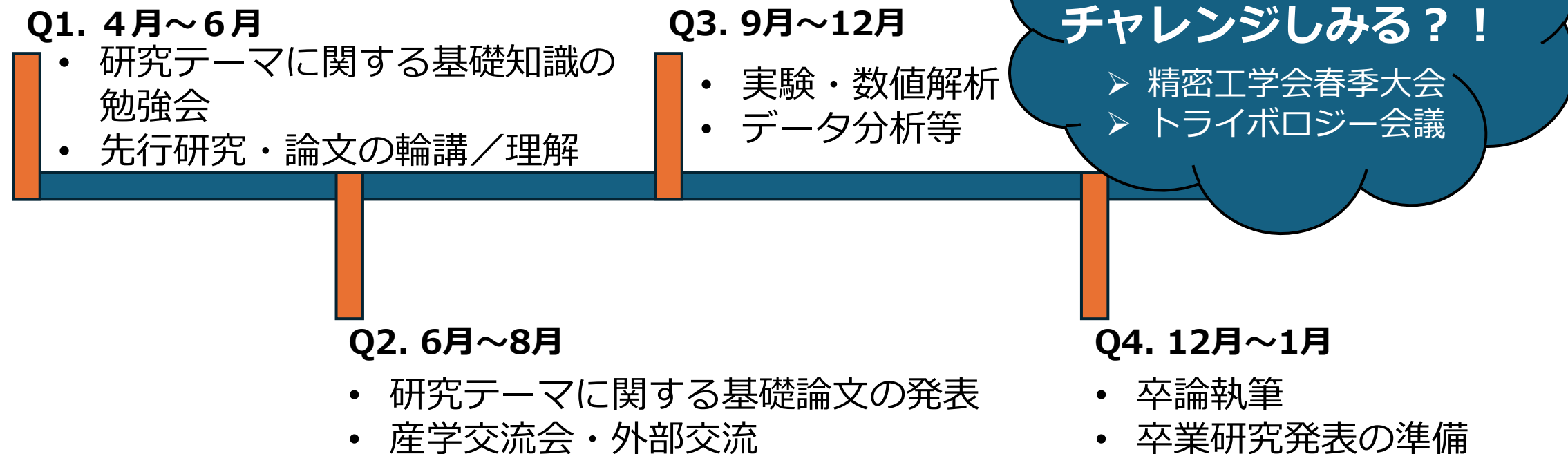
摩擦・摩耗試験機



レーザー顕微鏡

# 研究室の雰囲気

## 1年間のスケジュール



# 研究室の雰囲気

## メンバー（エミール研）

### FY25

- 特別研究員：1名
- B4：4名（全員就職 ☹️）

### FY24

- M2：1名
- B4：3名



# 研究室の雰囲気

## 就職先

- 三菱電機
- 日産自動車株式会社
- ダイキン工業株式会社
- UD Trucks
- いすゞ自動車
- Future Architect, Inc.
- Mozu株式会社 etc...

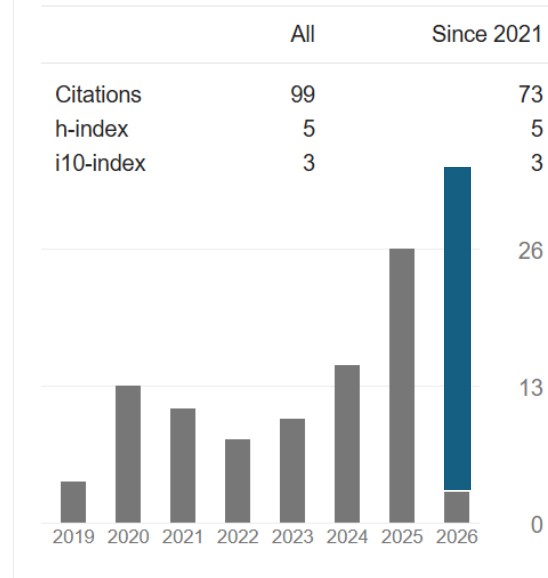
## 共同研究

- 田中研（精密工学）
- 鈴木・一柳研（熱工学）
- 宮永研（関東学院）
- 大塚研（長岡技大）
- いすゞ中央研究所
- マレーシア国立大学
- インド工科大学デリー校

# 研究室の雰囲気

## 2025年はどうでしたか？

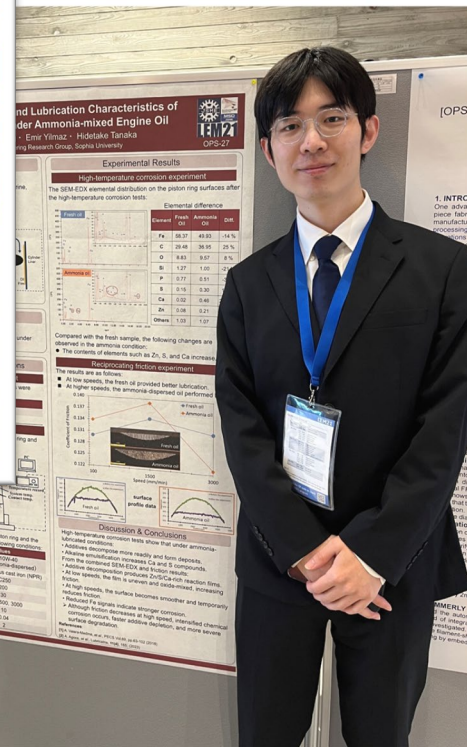
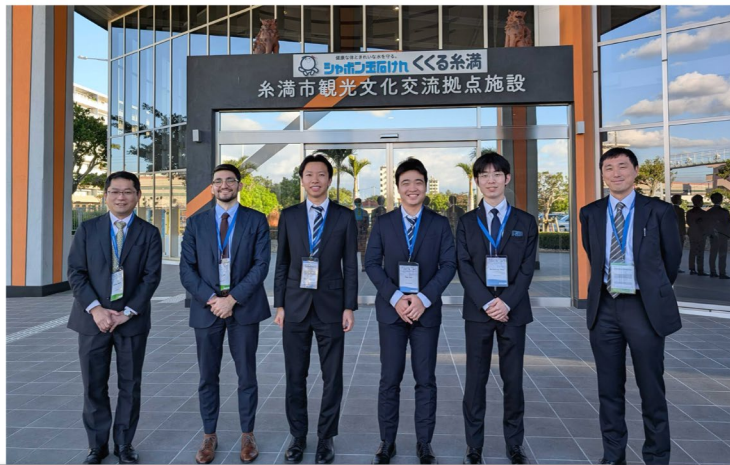
- 理工学部申請型（応募制）研究費に採択（410万円）
- 掲載論文
  - 2025年中に出版数：4本（うちQ1誌：1本）
  - 採択済み（印刷中）：2本（うちQ1誌：1本）
  - 査読中：1本（Q1誌）
- 年間被引用数：26件（2026年は35件を目標）
- インド若手科学頭脳循環プログラムに採択（インド工科大学デリー校）



Google Scholar

インドのMIT

# 国内・国際学会への参加



LEM21 沖縄 2025



Leeds-Lyon Symposium on Tribology, Lyon, France 2024



トライボロジー会議2024 春 東京

# 研究室の雰囲気

## 飲み(教員側奢る)会

※ 参加は任意



和食会  
2025年5月



トルコ料理会  
2025年8月



インド料理会  
2025年12月

# 精密工学研究グループ エミール研究室



ミクロな表面から，マクロな未来へ！



[yilmaz-emir.github.io](https://yilmaz-emir.github.io)

