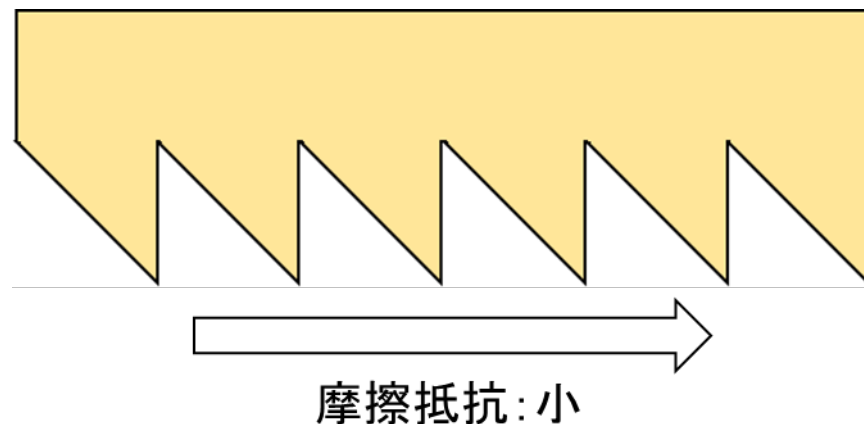


マツダ株式会社共同研究
「自動車次世代パワーソースの摩擦低減のための
マルチスケール解析」

東京大学 工学系研究科 機械工学専攻
酒井・泉研究室

背景

ガソリン熱量 → 排気損失(33%)
冷却損失(29%)
空気抵抗(5%)
摩擦損失(33%)



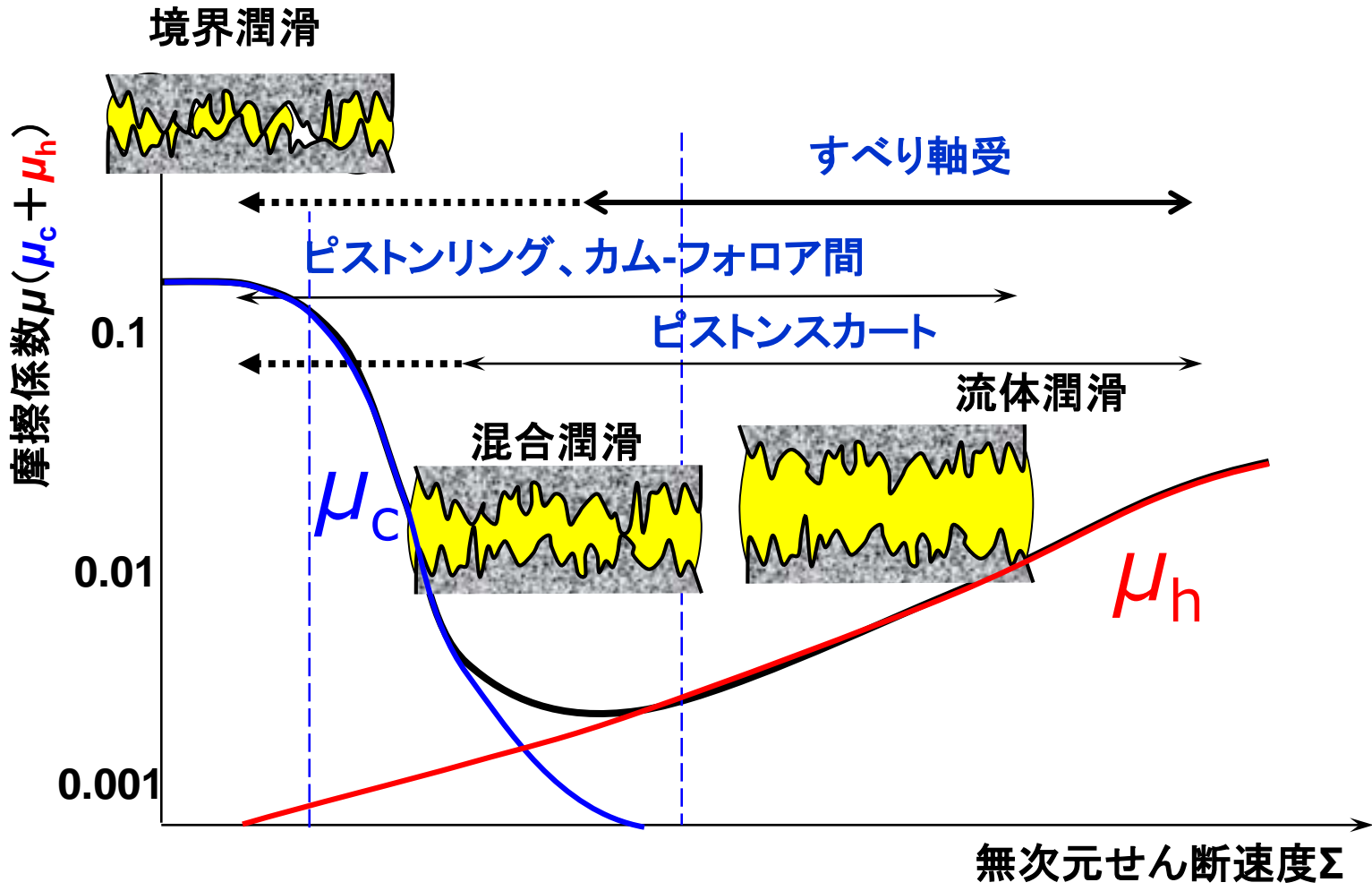
表面形状のテクスチャリング

- 摩擦係数の導出は実験に依存

摩擦係数と表面形状の関係を導出する数理モデルの必要性

- 有限要素法からのアプローチ
- 分子動力学からのアプローチ

ストライベック線図

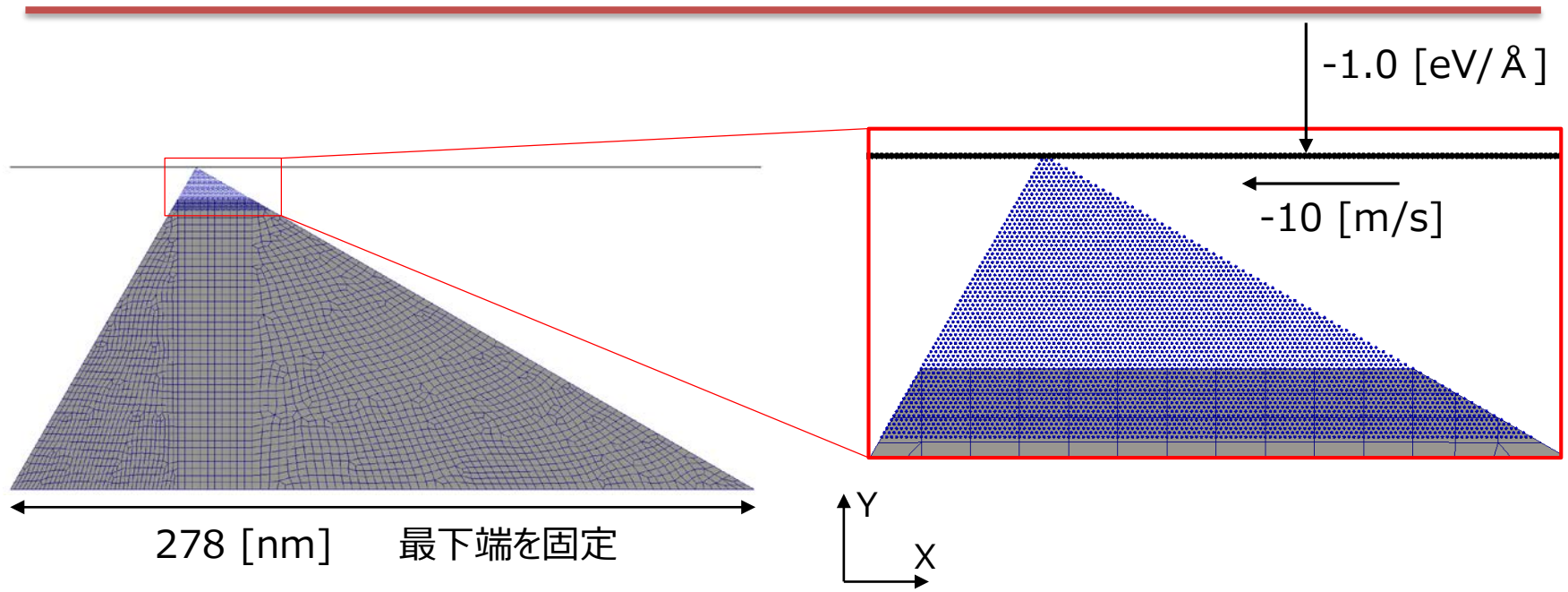


$$\Sigma = \frac{\eta V}{P}$$

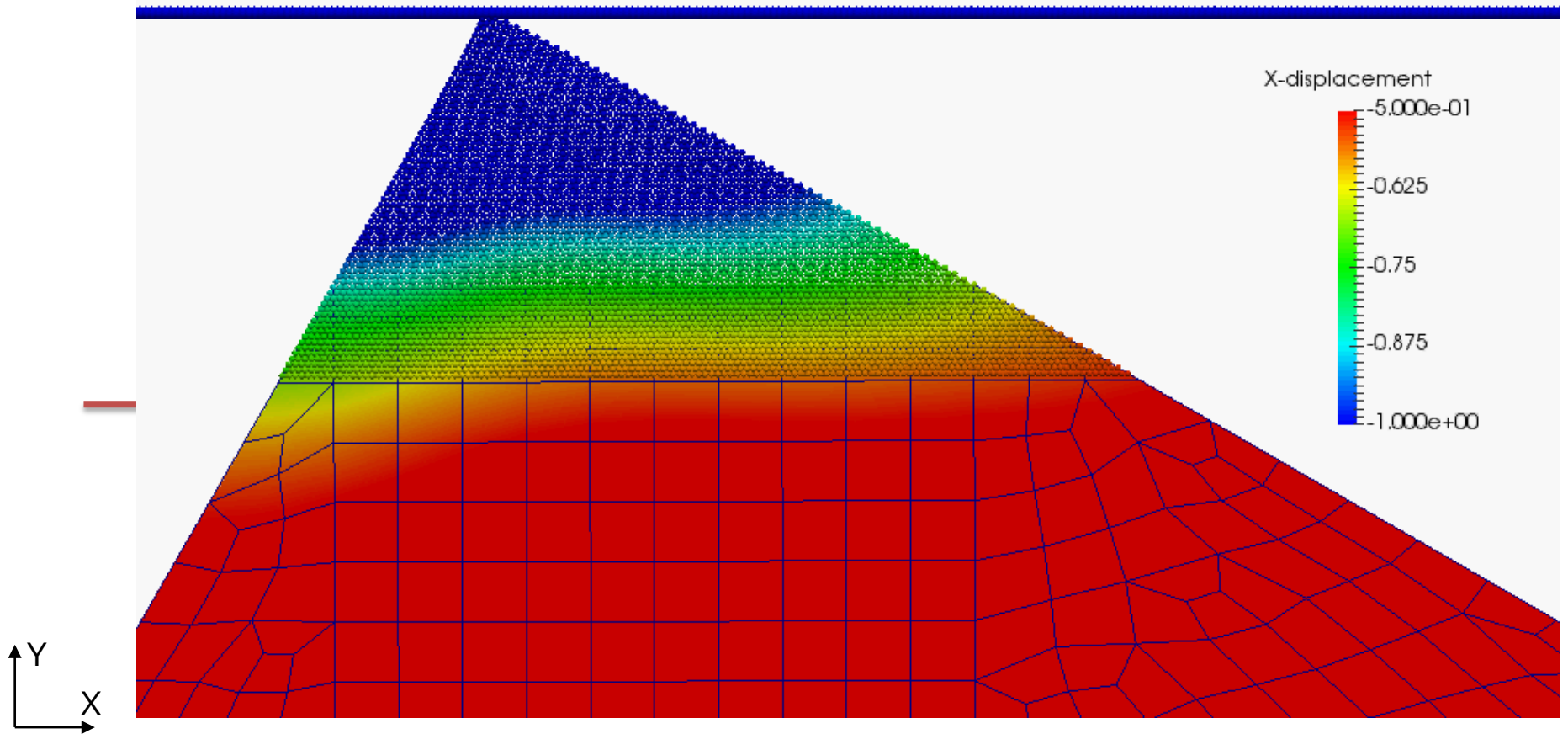
有限要素法—分子動力学結合解析

下部（三角形）と上部を相対運動させ、上部に加わる接線方向力をモニタリングする

- ポテンシャル：Al（EAM系） [J. M. Winey et al, Model. Sim. Mater. Sci. Eng. 1 (2009).]
上部と下部の相互作用はLJポテンシャル、凝集エネルギーはAlの1/4
- 温度：0.0001[K]
- 上部：Y方向変位を等しくなるよう拘束し、Y方向に計-1.0[eV/Å]の荷重を加える
100[psec]緩和後、X方向に-10[m/s]の一定速度で200[psec]間滑らせる
- 下部：最下端を固定
- FEM：線形（幾何学、材料）、動的陰解法、二次要素を使用

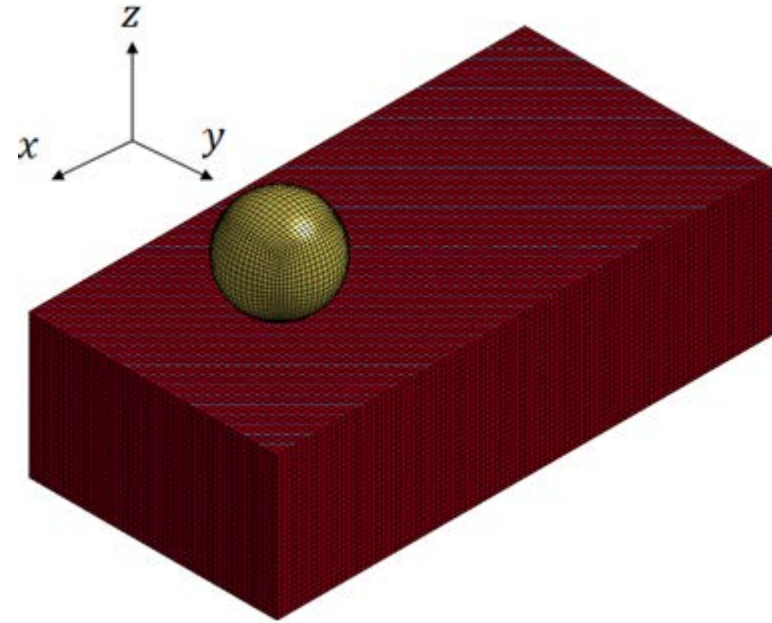


分子動力学-有限要素法結合解析



- 上部を滑らせ始めてからのX方向変位を $-1.0 \sim -0.5$ [\AA]の範囲でカラーリングした
- FEMとMDの変位が連続に分布している

凝着摩擦有限要素法解析（半球-平板の摺動）



	半球 (S45C)	平板 (Si)
要素サイズ (mm)	半径 1	10 × 5 × 3
ヤング率 (GPa)	205	160
ポアソン比	0.30	0.26
密度 (ton/mm ³)	7.86 × 10 ⁻⁹	2.40 × 10 ⁻⁹

- 境界条件：平面 下面完全拘束
半球 上面 y 方向拘束
- 荷重条件：半球を -z 方向に押し込み
押し込み量一定で
-x 方向に強制変位で摺動
- 摺動距離：5.0 [mm]
- 接触アルゴリズム：ペナルティ法（剛性 = 0.1）
- 摩擦係数：0.0
- 要素数：178000
- 節点数：189352

押し込み量 $\delta = 0.1 \cdot 0.2 \cdot 0.3 \cdot 0.4 \cdot 0.5$ とし、摩擦係数との関係を考察

凝着摩擦有限要素法解析（半球-平板の摺動）

