

# 金属接触部位の表面微細構造と熱抵抗の関係

## 序論

### 接触熱抵抗の重要性

- 宇宙機器の放熱問題
- 高性能化により発熱量の増加, 小型化した電子機器の放熱問題

### 現状

- 影響因子について様々なパラメータが調査されている (接触面圧力, 表面粗さ, 材質)
- 研究者間, また同一研究者においても測定データがばらつき, 実験結果の比較や応用が困難

### 接触熱抵抗測定結果のばらつき

- 同じ条件でも結果がばらつくため, 再現性の良いデータを取得するにはばらつき低減手法が必要
- 本研究では試料に振動を加えるという手法を実施

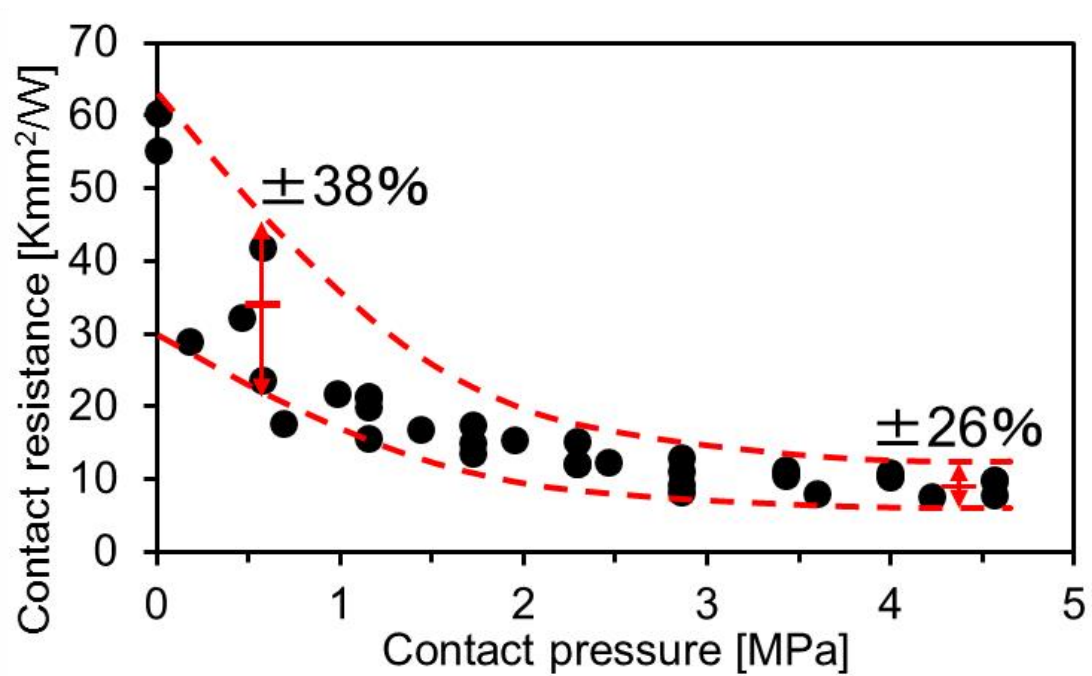


図2. 接触面圧と接触熱抵抗 (純鉄, 平面研削加工; Ra=0.190-0.230)

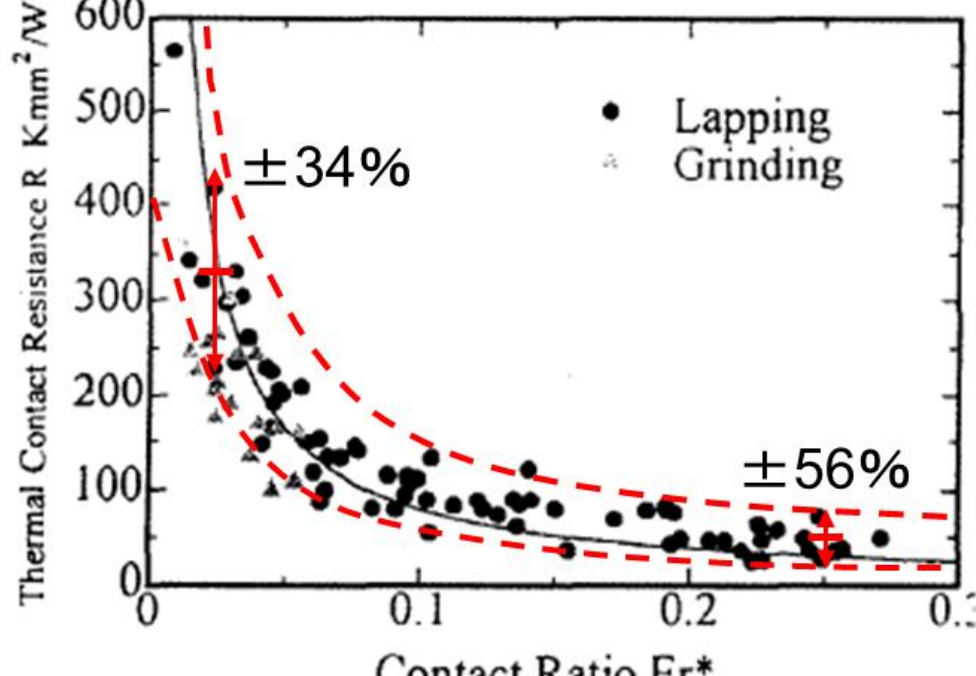


図3. 接触率と接触熱抵抗<sup>(1)</sup> (S45C, Lapping; Ra=0.01-0.02, Grinding; Ra=1.2-1.5)

## 振動を与えた効果

- 偏心モータにより, 試料が物理的に動かない静的な振動
- 同一条件 (粗さ, 接触面圧) で得られるデータのばらつきが抑制
- 以降の実験において, 実験前に振動を付与

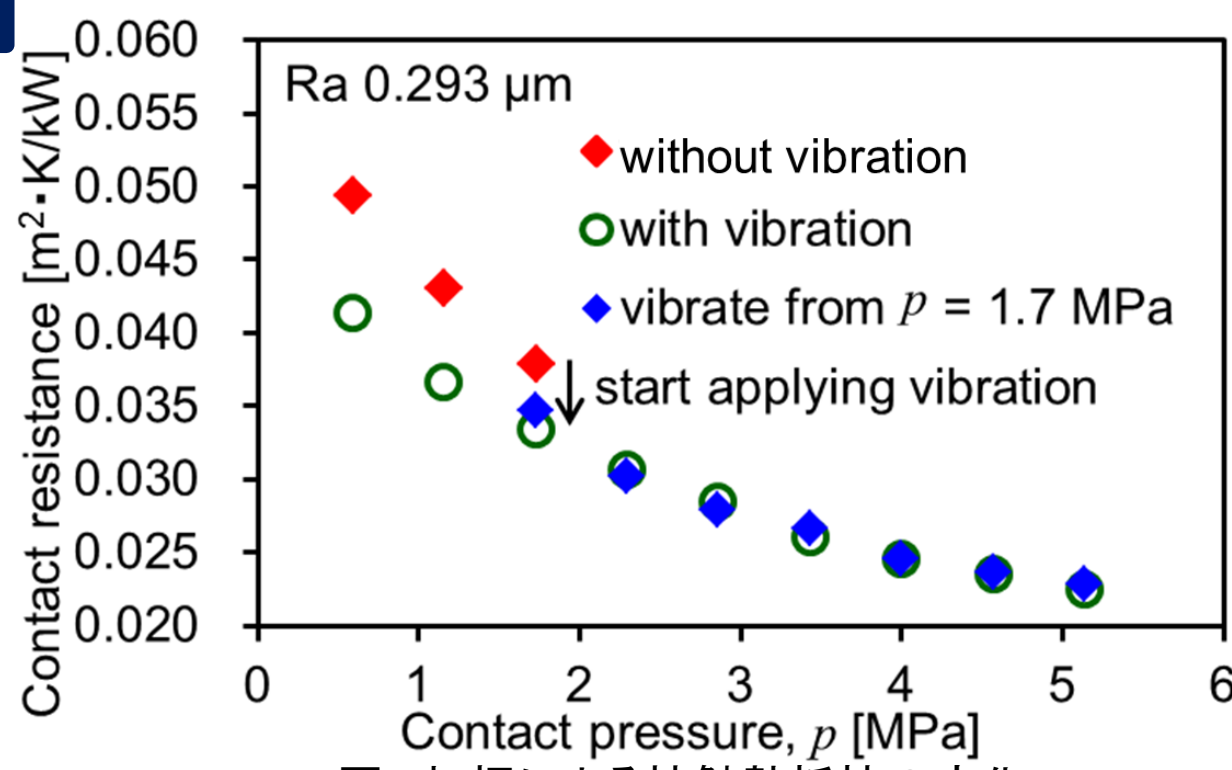


図4. 加振による接触熱抵抗の変化

## 従来の研究

- 接触圧力は, 試料の位置を変えずに加圧, 減圧, 再加圧し変化
- 同じ接触面圧力であっても加圧過程と減圧過程では接触熱抵抗の値が異なる (ヒステリシス)

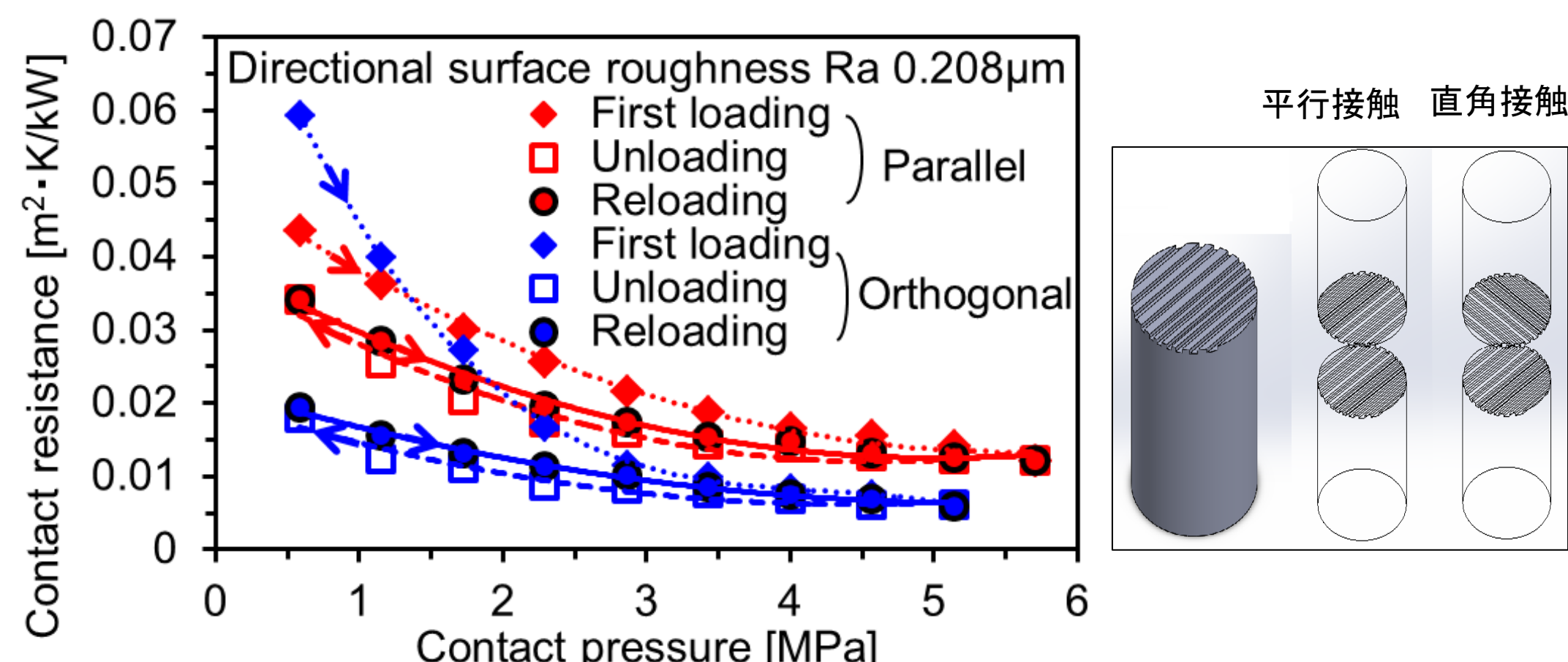


図5. 平面研削加工ヒステリシス<sup>(2)</sup>

## 目的

- 金属接触部位の接触熱抵抗と表面微細構造の関係を実験と表面観察により評価し, ヒステリシス特性の機構を解明
- 再現性のある実験手法により, 測定データの応用や比較を実現

## 実験装置

試料 純鉄 円柱Φ40×40mm

熱電対 T型シースΦ0.5mm



図6. 試料接触面

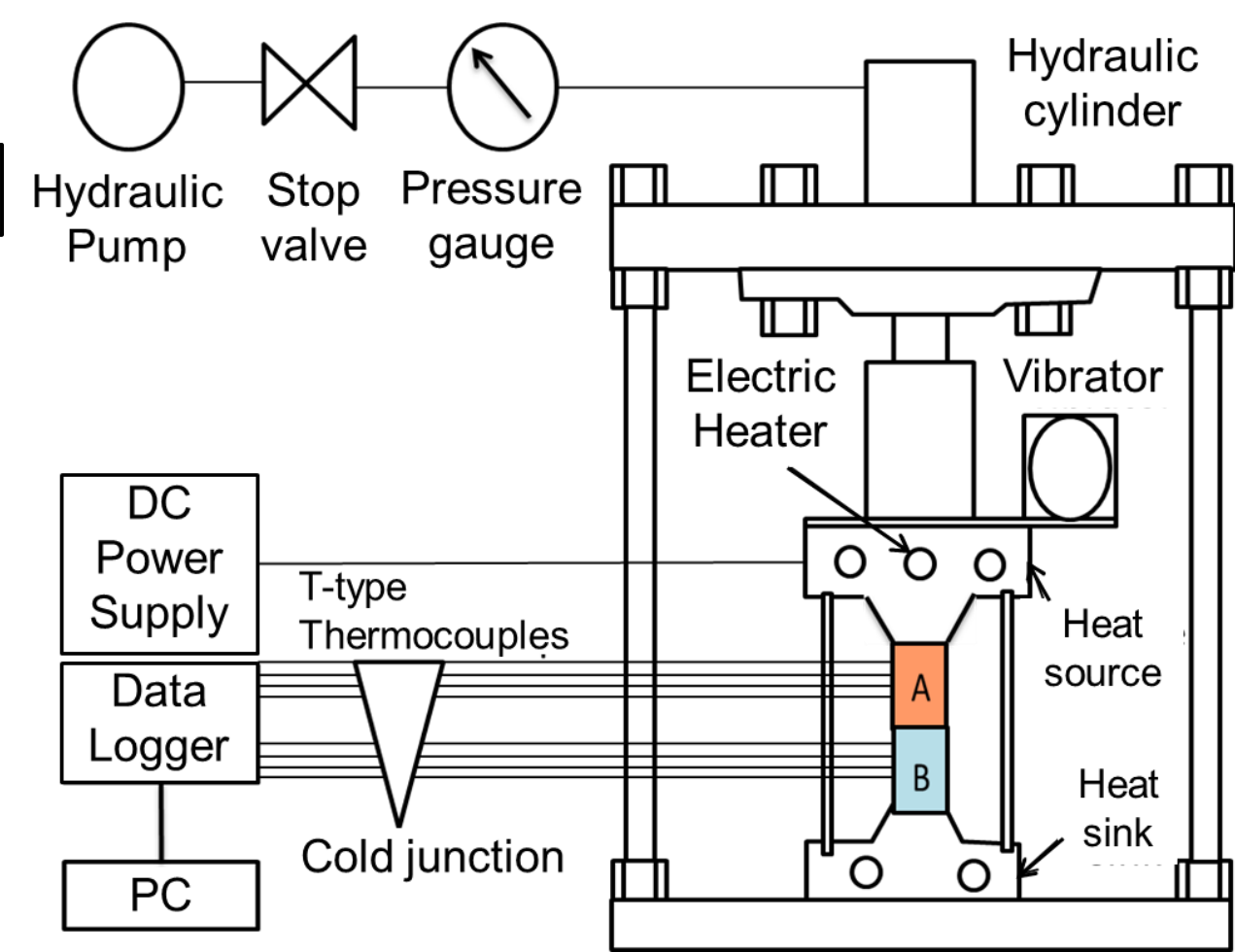


図7. 実験装置概要

## 実験結果

- 試料の位置を変えずに加圧, 減圧を2回繰り返し, 再度加圧し変化
- 接触熱抵抗の値は加圧を繰り返す毎に減少
- 特に1回目加圧時の接触熱抵抗の減少率が大きい
- 接触熱抵抗値は平行接触より直角接触の方が低い
- 平行接触の場合, 最大谷深さが顕著に増
- 3D画像により谷が深くなっている様子が観察された
- 直角接触の場合, 最大山高さとも同程度変化
- 3D画像により凸部の面積が減少し, 突起が丸くなっている様子が観察された

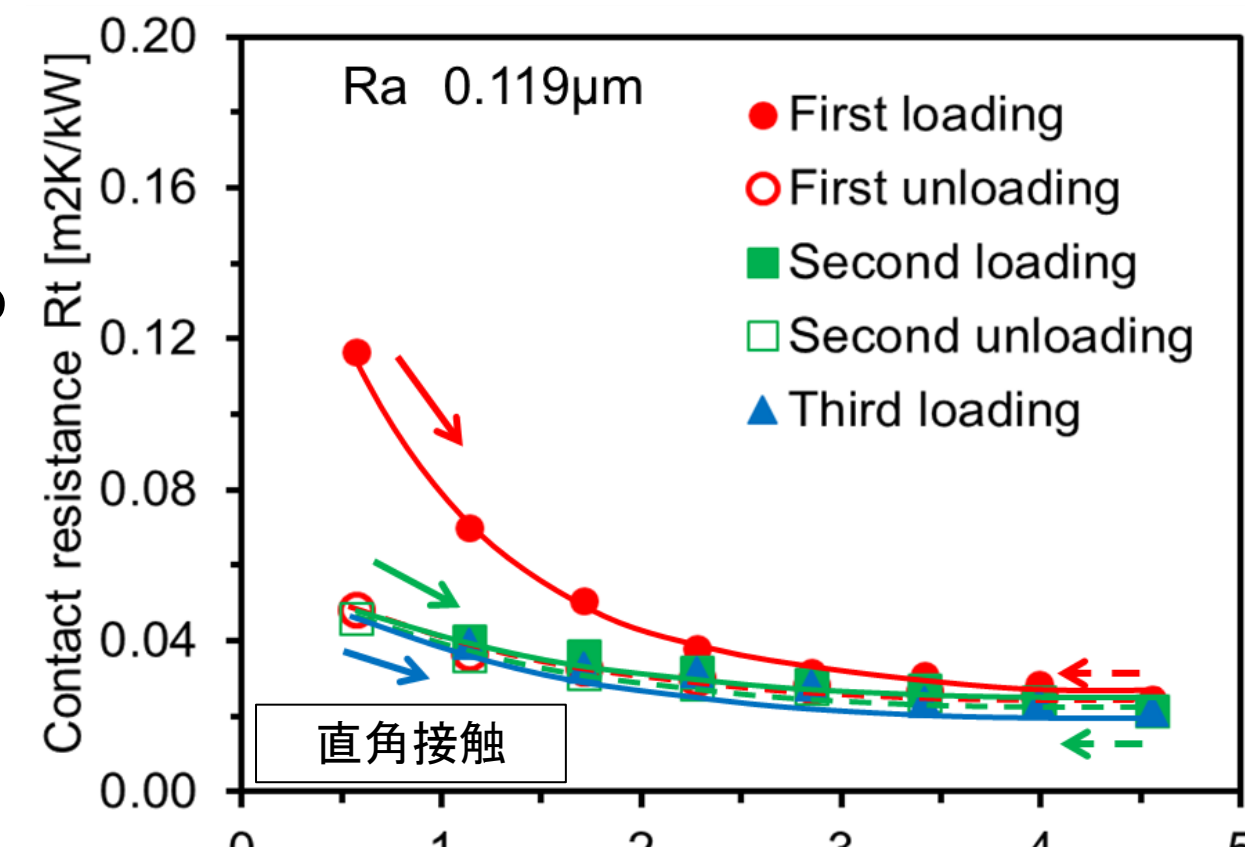
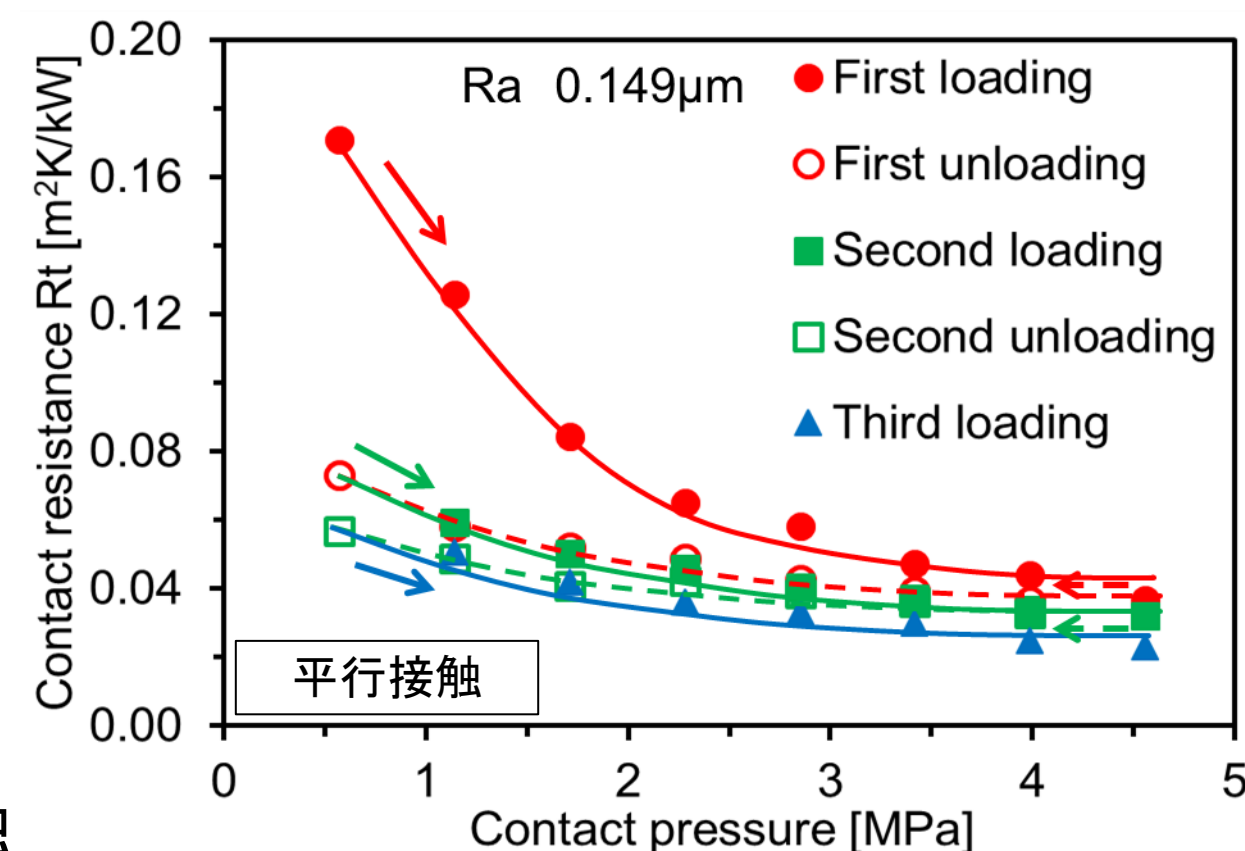
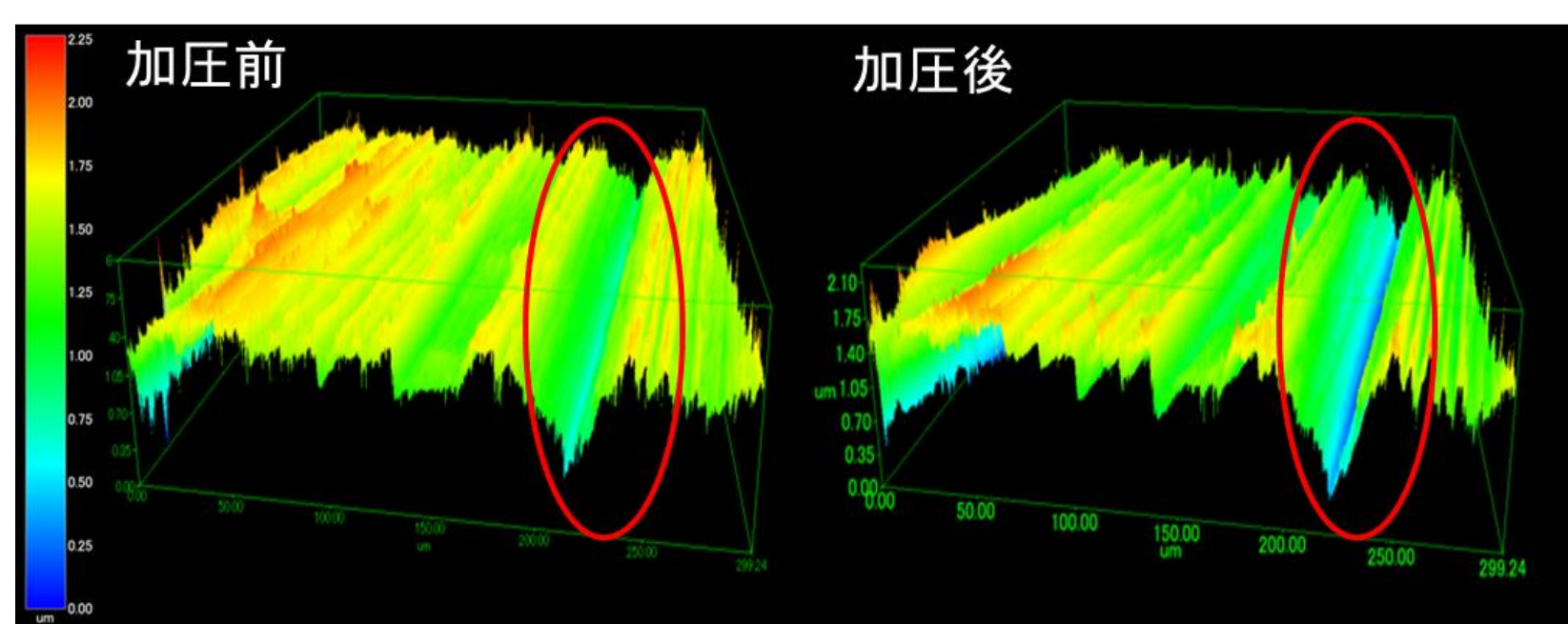
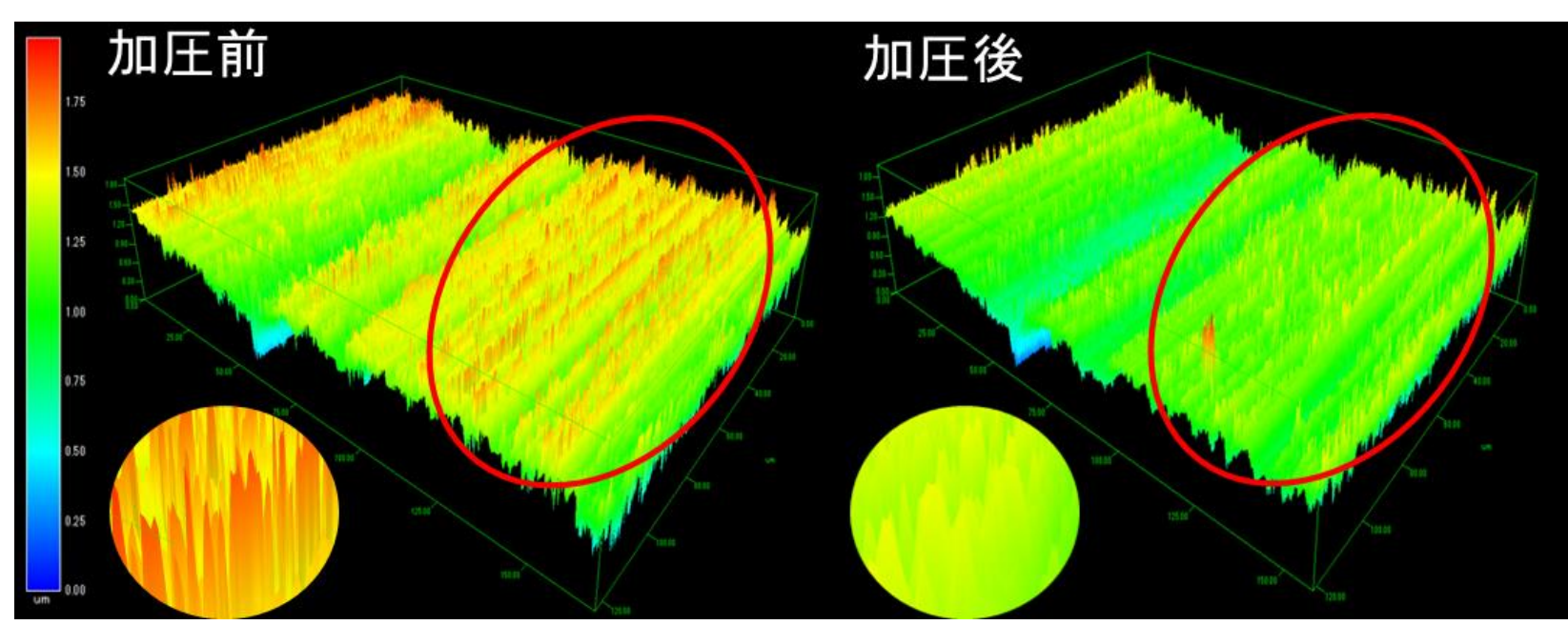


図8. 接触面圧による熱抵抗の変化

	Ra	Rp	Rv	Rz
平行接触				
加圧前	0.151	0.648	0.808	1.372
加圧後	0.213	0.623	1.058	1.681
差分	0.062	-0.025	0.250	0.309



	Ra	Rp	Rv	Rz
直角接触				
加圧前	0.119	0.417	0.645	1.062
加圧後	0.117	0.366	0.732	1.098
差分	-0.002	-0.051	0.087	0.036



## 結論

- 加工表面凹凸に方向性を持つ場合, 平行接触に比べて直角接触のほうが接触熱抵抗値は小さい
- 平行接触の場合, 凸部と凹部の接触が接触熱抵抗値に大きく影響
- 直角接触の場合, 凸部と凸部の接触が接触熱抵抗値に大きく影響
- ヒステリシスは, 接触面の微細な凹凸の塑性変形によるもの

(1)清水ら, 精密工学会誌, Vol.71, 2005 (2)山本ら, 豊田工業大学, 2016日本機械学会年次大会