

# 高周波振動提示時の指表面の振動追従観察

Control Engineering Laboratory  
Graduate School of Science & Engineering, Saitama University

## 概要

人が物体表面を指でなぞったとき指表面には振動が発生し、その振動が物体の粗さ感として知覚される。現在、触覚を提示する多くのデバイスが開発されている。一方で、500 Hz以上の人の振動知覚については十分に調査がなされていないため、物体表面の粗さを再現するのに適切な振動の周波数帯域は未だはっきりしていない<sup>[1]</sup>。そこで、粗さを再現する際のリアリティの向上において500 Hz以上の高周波数振動の提示に着目し、その高周波数の振動知覚を調べるための装置を開発した<sup>[2]</sup>。また、高周波数の振動を提示しているとき、装置の振動部とそこに接触している指表面との間で滑りが生じることで人が振動を知覚できていない可能性も考えられる。そこで、カメラで振動提示時の指表面の様子を観察し、皮膚の振動追従性の観察を可能とする装置を新たに製作した。

[1] G. A. Gescheider, S. J. Bolanowski, and K. R. Hadrick "The frequency selectivity of information-processing channels in the tactile sensory system", Somatosensory & Motor Research, Vol. 18, No. 3, pp.191-201, 2001.  
[2] 佐藤史樹, 高崎正也, 石野裕二, 山口大介, 原正之, 水野毅, "高周波に対応した振動知覚閾値測定装置の開発", 2017年度精密工学会春季大会学術講演会, C04, pp.147-148, 2017.03.13.

## 弾性表面波皮膚感覚ディスプレイ

超音波のOn/Offの制御で  
摩擦力を制御

↓

皮膚表面に  
Stick-Slipに似た振動を提示

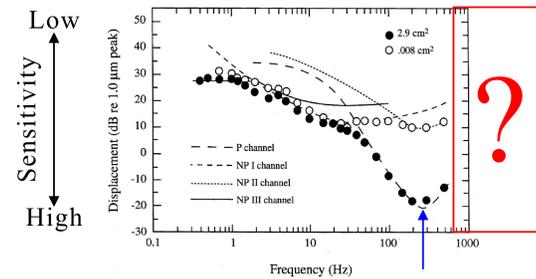
↓

「つつる、ざらざら感」

高崎正也, 小谷浩之, 遠藤大, 奈良高明, 水野毅, "アクティブ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイ", 計測自動制御学会論文集, Vol.42, No.4, pp.327-333, 2006.

## 振動知覚閾値

Gescheiderらが調べた振動知覚閾値



G. A. Gescheider, S. J. Bolanowski, and K. R. Hadrick "The frequency selectivity of information-processing channels in the tactile sensory system", Somatosensory & Motor Research, Vol. 18, No. 3, pp.191-201, 2001.

人の振動知覚のピークは200~300 Hz程度とされている  
500 Hz以上の振動知覚については調査がなされていない  
触覚再現に適切な周波数帯は未だはっきりしていない

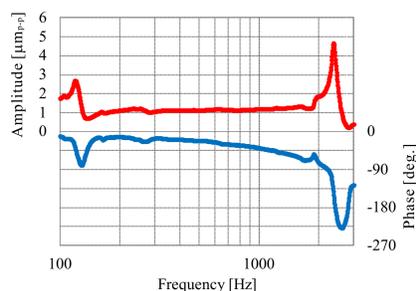
## 振動知覚閾値測定装置

### 設計指針

- ・ 500 Hz以上の振動提示ができる
- ・ 振動提示時の指表面の様子を観察できる

- ・ 板バネとひずみゲージ  
指で触れたときの力を計測
- ・ マイクロスコープ  
指表面の様子を観察

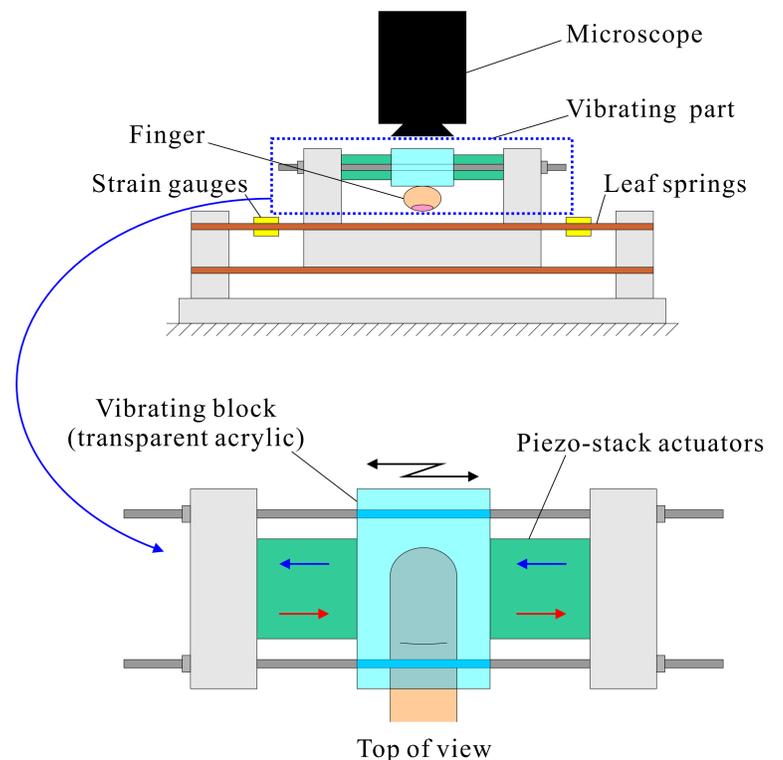
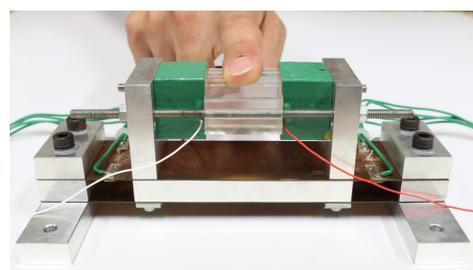
- ・ 装置の周波数特性



装置は500 Hz以上での振動提示ができる

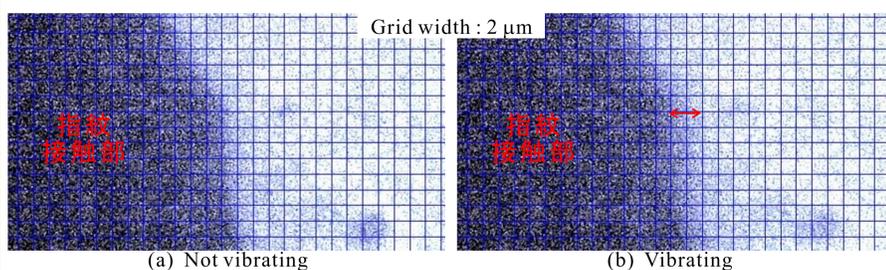
- ・ 振動機構  
交流電圧を積層圧電アクチュエータに印加

↓  
アクリルブロックが  
水平方向に振動



## 指表面の観察

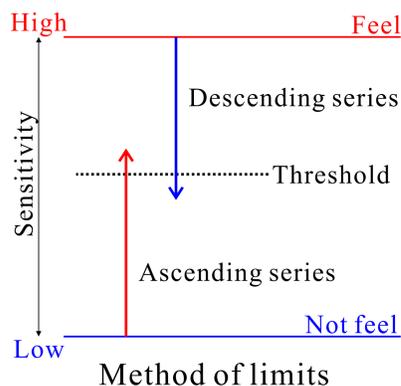
マイクロスコープで振動提示時の指表面の振動追従性を確認



Vibration frequency : 2 kHz

Measurement result of vibrating block amplitude : 4 μm<sub>p-p</sub>  
by Laser Doppler vibrometer

## 今後の予定



心理物理実験により人の振動知覚閾値を調べる

