

# 振動刺激を用いたVRにおけるオブジェクトの質感の提示

金沢工業大学 工学部 情報工学科  
中沢研究室 中山僚太

## 研究背景

- 2016年(VR元年)にVRが普及し始め、VRを含むXR(VR/AR/MR)市場は年々拡大している
- よりリアリティを実現するために、VRに連動して感覚をフィードバックするデバイスが開発されている



出典：VIVE「VIVEコントローラー」  
<https://vive.degica.com/accessories>



出典：Manus「Prime II Haptic」  
<https://manus-vr.com/prime-2-haptic>

## 研究目的

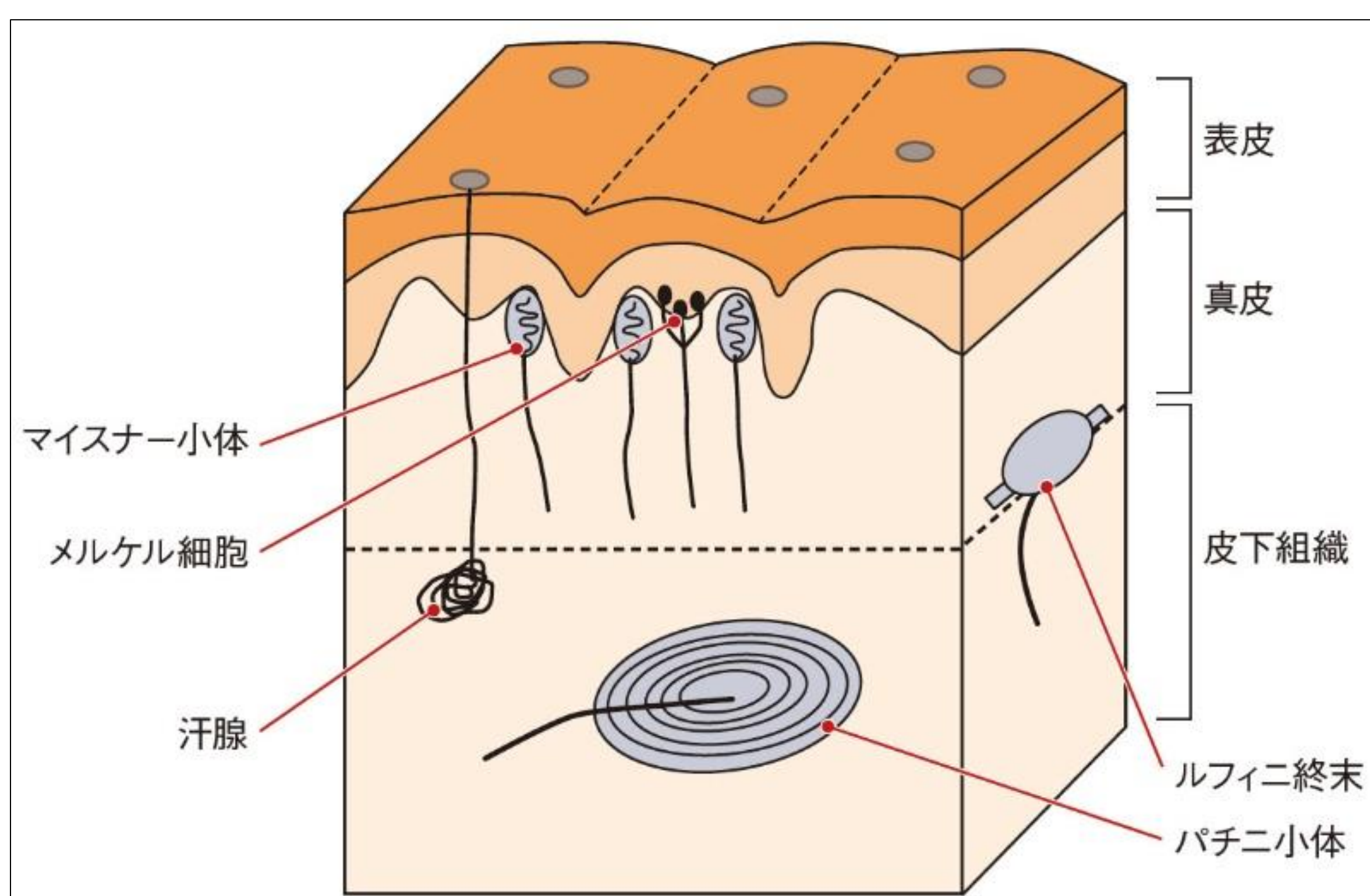
- 振動刺激のパターンでバーチャル物体の質感を提示する

## 先行研究

### 触原色原理

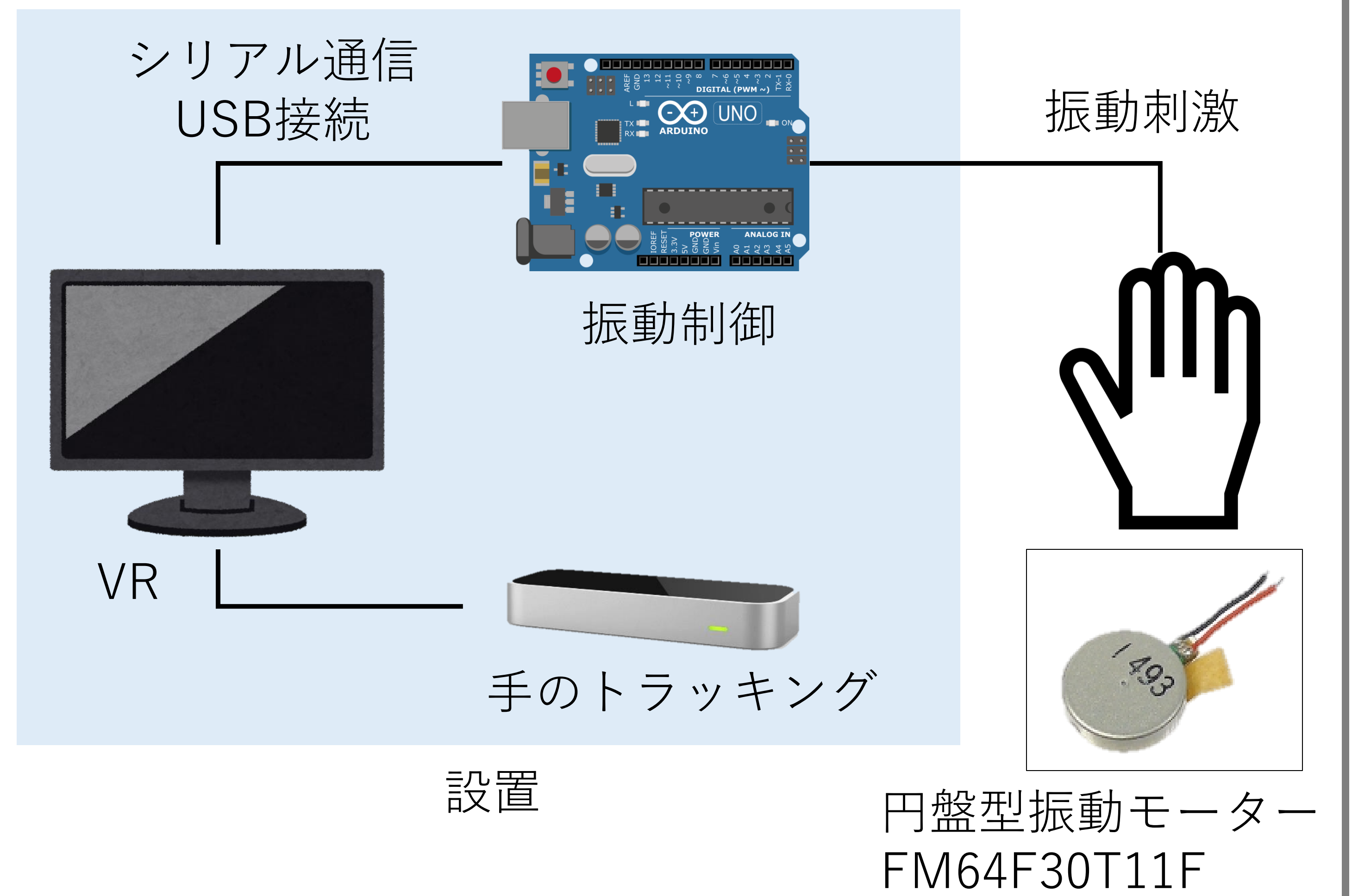
<https://tachilab.org/jp/about/hpc.html>

- 光の三原色のように触感覚を扱うために、触感覚を圧覚・振動・温度に分類
- 指の皮膚にはそれぞれの触覚に対応した受容器がある
  - 圧覚…メルケル細胞、ルフィニ終末
  - 振動…マイスナー小体、パチニ小体
  - 温度…自由神経終末
- 各受容器を選択的に刺激し、パラメータを組み合わせることで様々な触覚を提示できる



出典：日経クロステック「触覚生成に重要な知覚特性と錯触」  
<https://xtech.nikkei.com/dm/atcl/mag/15/00183/00002/>

## システム概要



- Leap Motionで手の動きをトラッキング
- VR空間内のオブジェクトと手が接触するとArduinoに信号を送る
- ArduinoはUnityから信号を受け取ると振動モーターを制御し、振動刺激を行う

### 振動モーターの制御

- ArduinoでPWM制御
- 「ざらざら」… 低周波数、振幅小
- 「ぼこぼこ」… 低周波数、振幅大
- 「さらさら」… 高周波数、振幅小
- 「つぶつぶ」… 高周波数、振幅大

### VR環境

- Unityで球体や正方形のオブジェクトを配置
- Unity Assets for Leap Motion Orion Betaで手とオブジェクトの当たり判定を行う

## 評価実験

### 実験

- 振動のパターンによって質感の異なるVR環境のオブジェクトを被験者に触ってもらう

### アンケート評価

- どのような質感を感じたか
- 視覚情報との違和感はなかったか

## 今後の展望

- 振動モーターの制御
- 実際の触感と疑似触感の対応