

Haptopus : 吸引触覚HMDによる触覚転移 & バーチャル学会を支える技術

2021/07/16@先端VRドクトラルシンポジウム -次世代を担うVR研究者は何を思う-
電気通信大学 梶本研究室 D2 亀岡嵩幸



A person wearing a VR headset is shown in a library setting. The person is wearing a white sweater and has their right hand raised. The background consists of white bookshelves filled with books. The text "Haptopus : 吸引触覚HMDによる触覚転移" is overlaid on the image in white, underlined font.

Haptopus : 吸引触覚HMDによる触覚転移

HMDの低価格化と普及



Oculus Quest2, <https://www.oculus.com/>



Vive Pro2, <https://www.vive.com/>



Pico Neo2, <https://www.pico-interactive.com/>



Valve Index, <https://store.steampowered.com/valveindex>



Pimax, <https://pimax.com/>

HMDの低価格化と普及



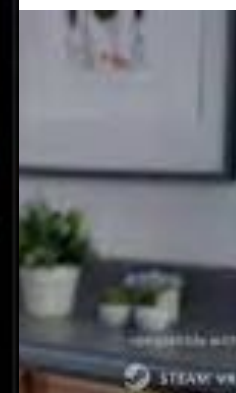
Oculus Quest2, <https://www.oculus.com/>



Pico Neo2, <https://www.pico-interactive.com/>



Valve Index



Pimax, <https://pimax.com/>



Wolf et al, 2019
/On combines 2 actuation types for rich haptic feedback:

Wolf et al, 2019



Ranasinghe et al, 2018
scents are delivered through the tubes by air

Ranasinghe et al, 2018



Skin-Stroke Display

The moving nozzle can produce the point-stroke-tactile feedback on the eye-ring using a

Tseng et al, 2020



Peiris et al, 2018
VR CAN PROVIDE THERMAL SENSATIONS DIRECTLY ONTO THE USER'S FACE. WE ARE ABLE TO RECEIVE HOT AND COLD STIMULATIONS ON THE FACE.

Peiris et al, 2018



Masque

Exploring Lateral Skin on the Face with Head

Chi Wang, Da-Yuan Huang, Shuo-Wen Yen, Luen-Chiu, Rui-Chen Chang, Jo



Wang et al, 2019



FacePush is a HMD integrated with a pulley system to generate normal forces on a user's face in virtual

Chang et al, 2018

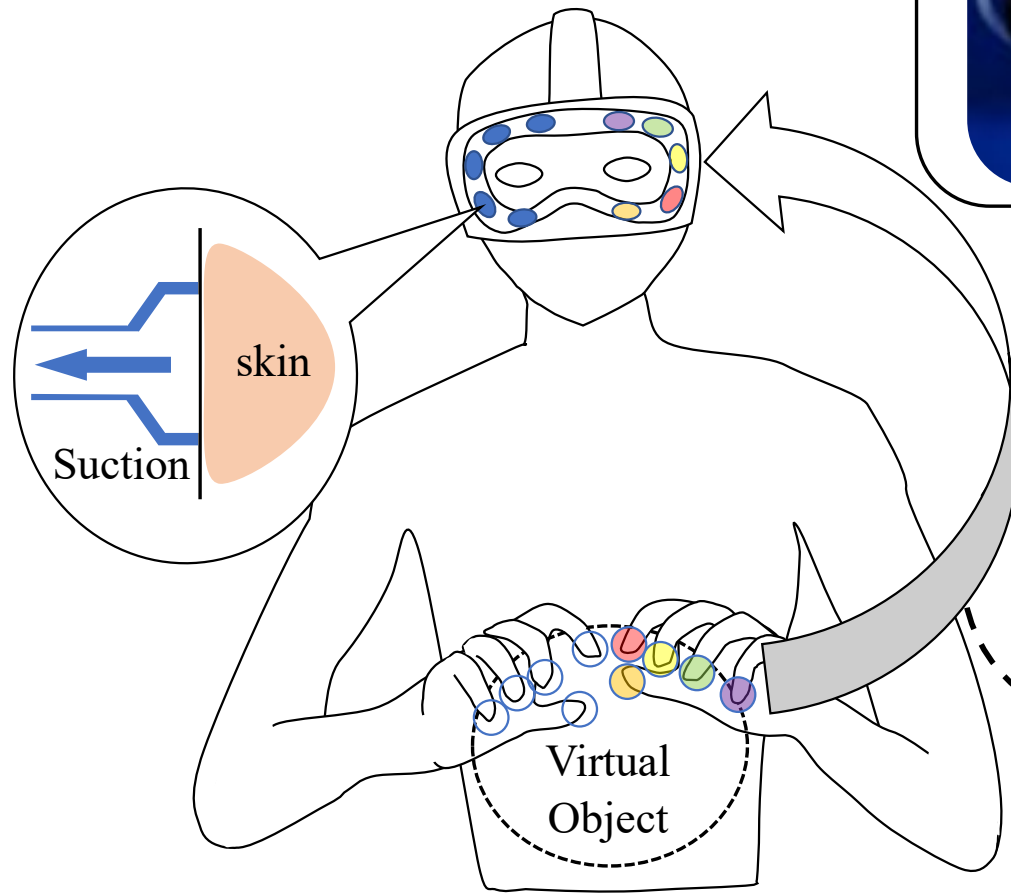
HMDに触覚提示装置を内蔵することでデバイスの数が減らせる

手で感じる触覚は...？



手の触覚を顔で感じさせる

Our approach





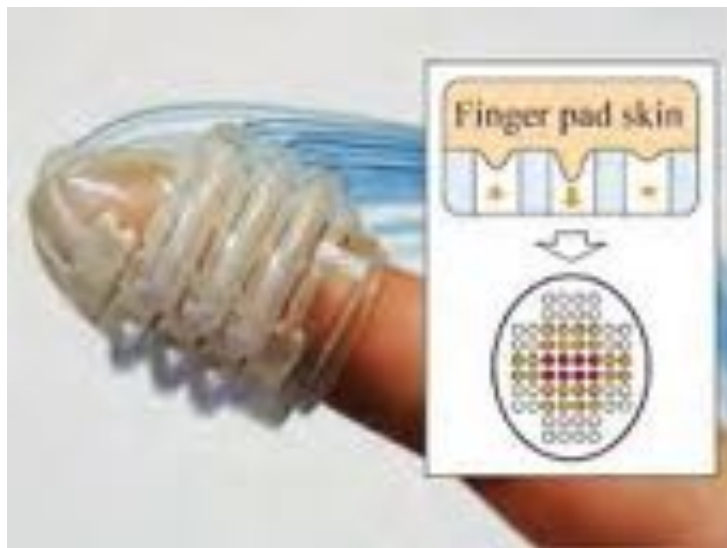
1. Touch

Suction haptics

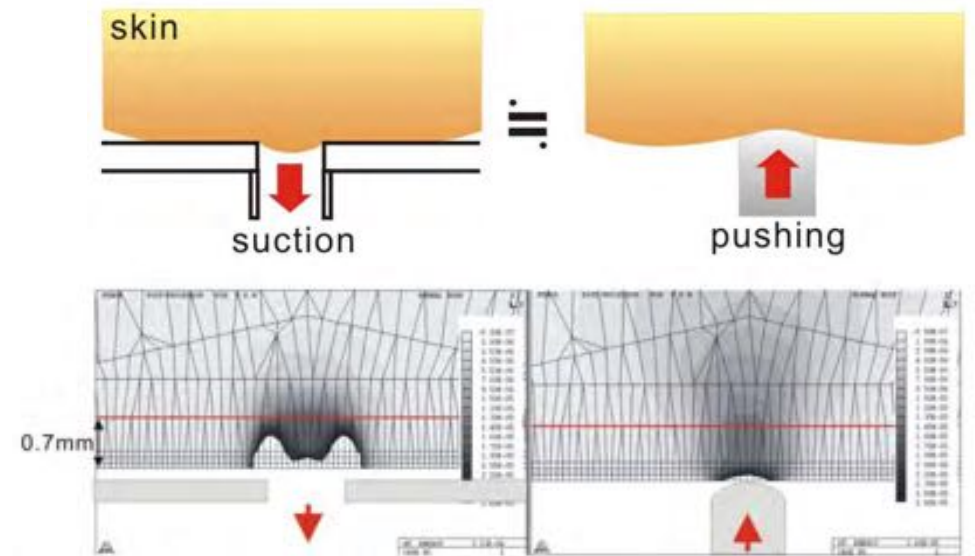
HMDという**限られた空間**で指先の高解像度な感覚を提示したい
接触感を知覚するための圧覚を提示したい

吸引触覚であれば

- ・吸引孔がそのまま触覚提示部位に→**高解像度化**が可能
- ・吸引を圧覚と錯覚する現象が知られている→**圧覚提示**可能

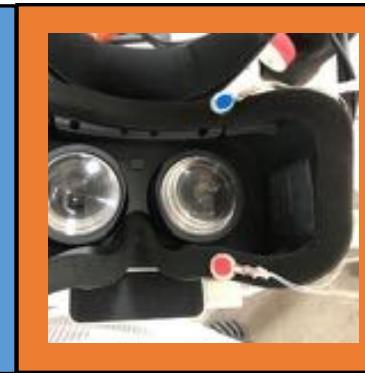
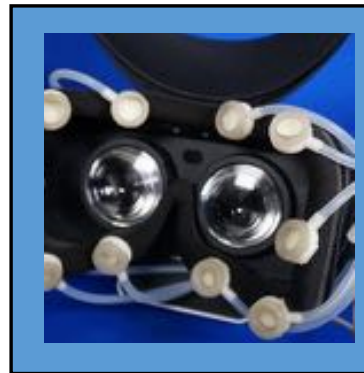
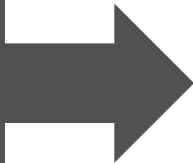


Nagno et al, WHC 2019

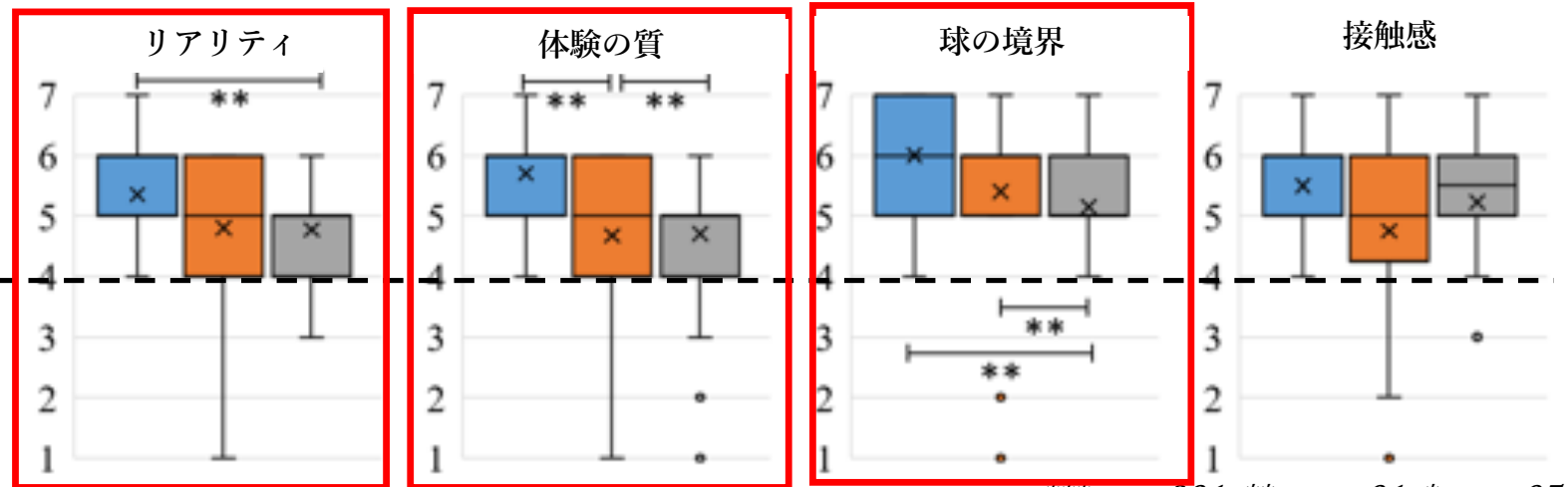


牧野ら, VR学会大会 2002

本当に顔を吸引するとVR体験は良くなるの？ →吸引、振動、コントローラーで比較



Only
Vision
score

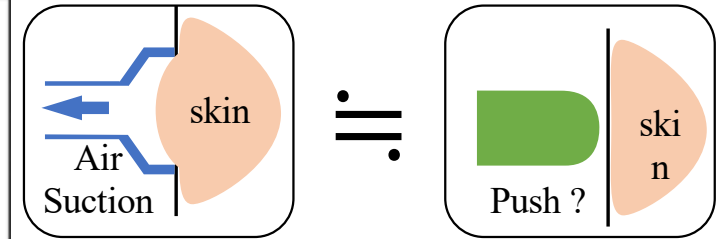
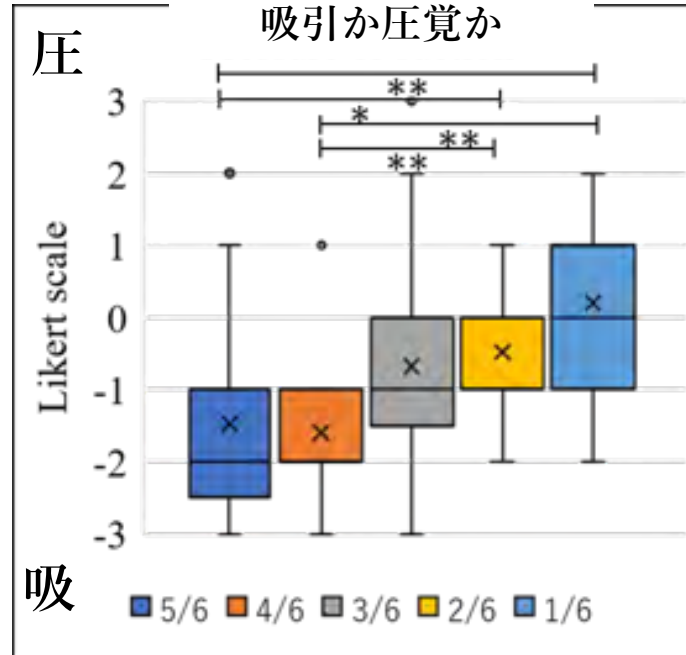
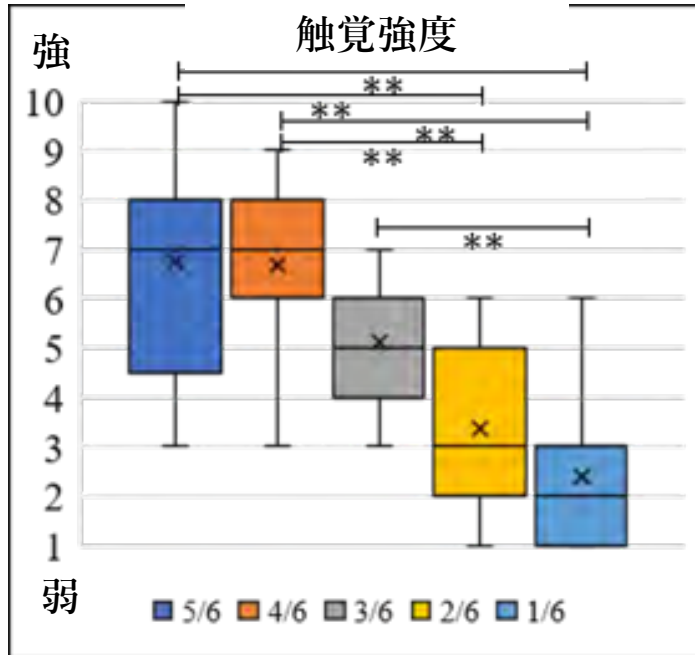


*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

■ HMD suction ■ HMD vibration ■ palm vibration

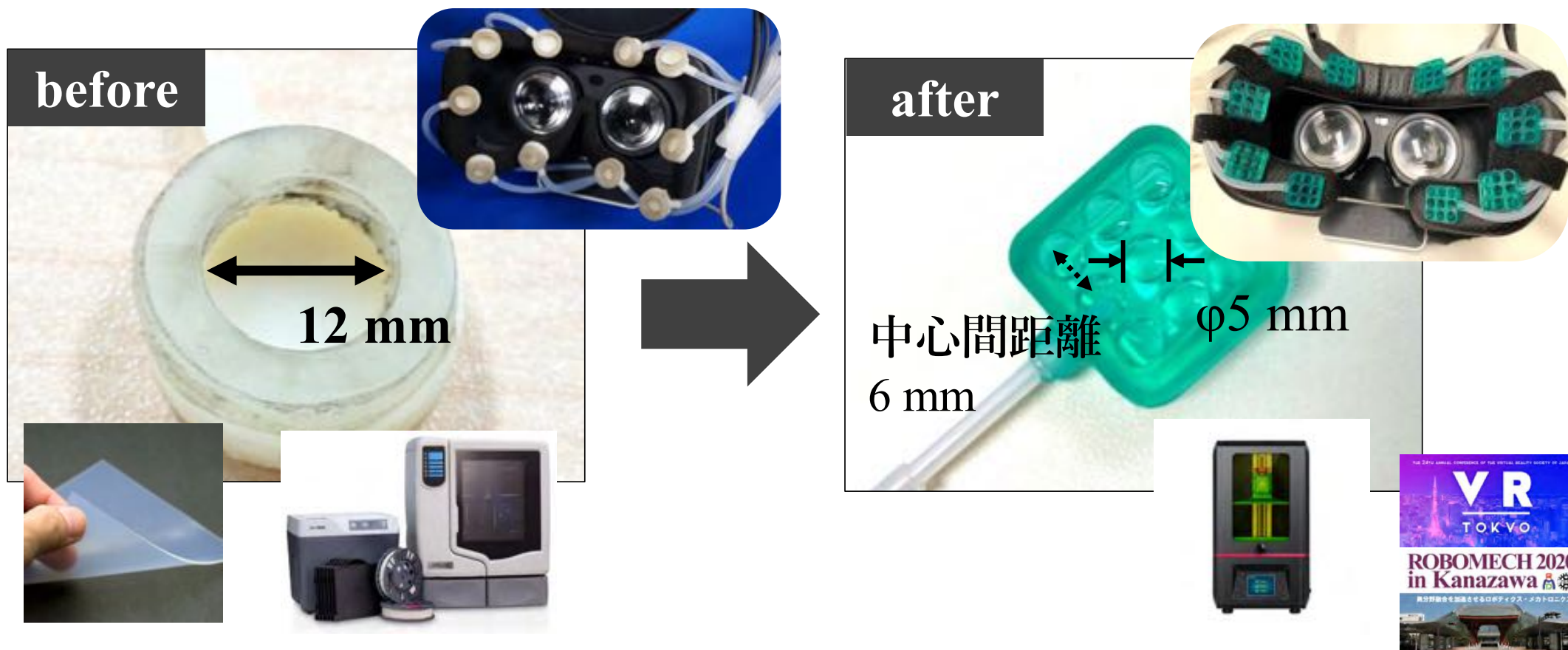
本当に吸引刺激で**圧覚**を感じるの？

→吸引気圧を変えて**圧覚**を主観回答 (-3 ~ +3)



吸引気圧が弱くなるにつれ**刺激強度**は下がり，**圧覚**と**感じる**
圧覚を感じる際は**接触感**，**タップ感**のように感じる

吸引形状はこれが最適？→多点吸引部を作ってみた

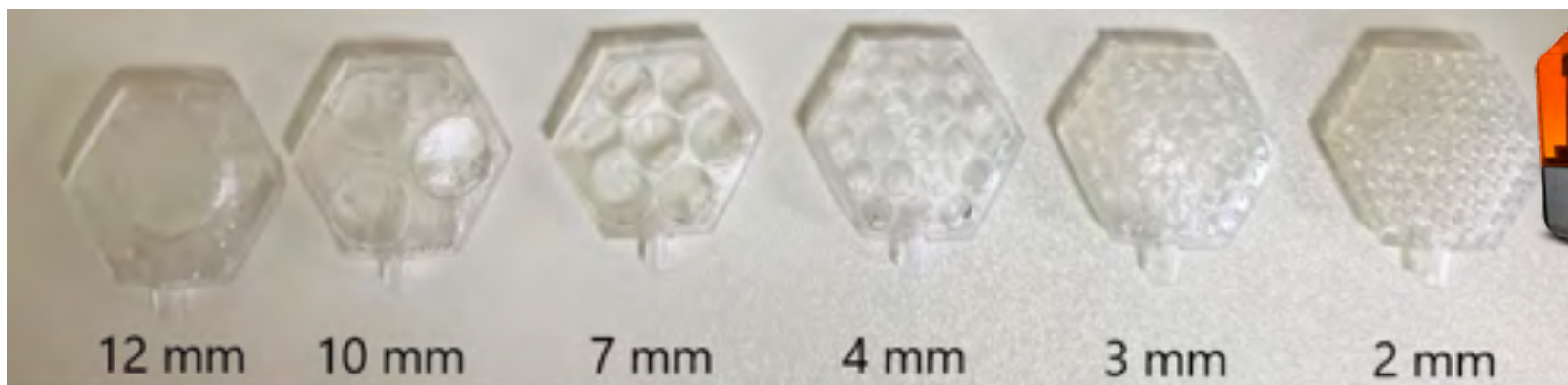


単一吸引点と比較しより圧覚を感じやすいかも？

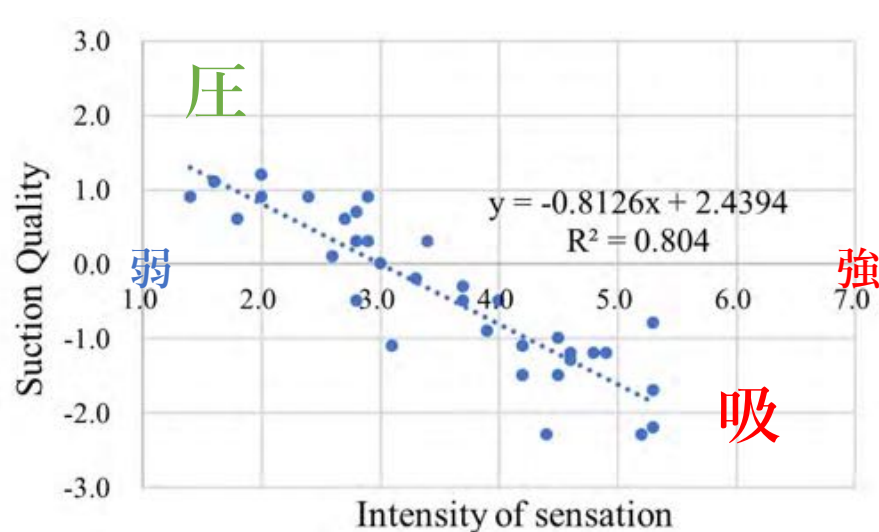
→エッジ部分で皮膚変形が大きく、**皮膚変形の総和**が多点吸引のほうが大きいからか



吸引形状はこれが最適？ → 多点吸引部を作ってみた (もっと詳しく)



Form3
Elastic Resin



弱 ← 吸引気圧強度 → 強
Suction pressure level

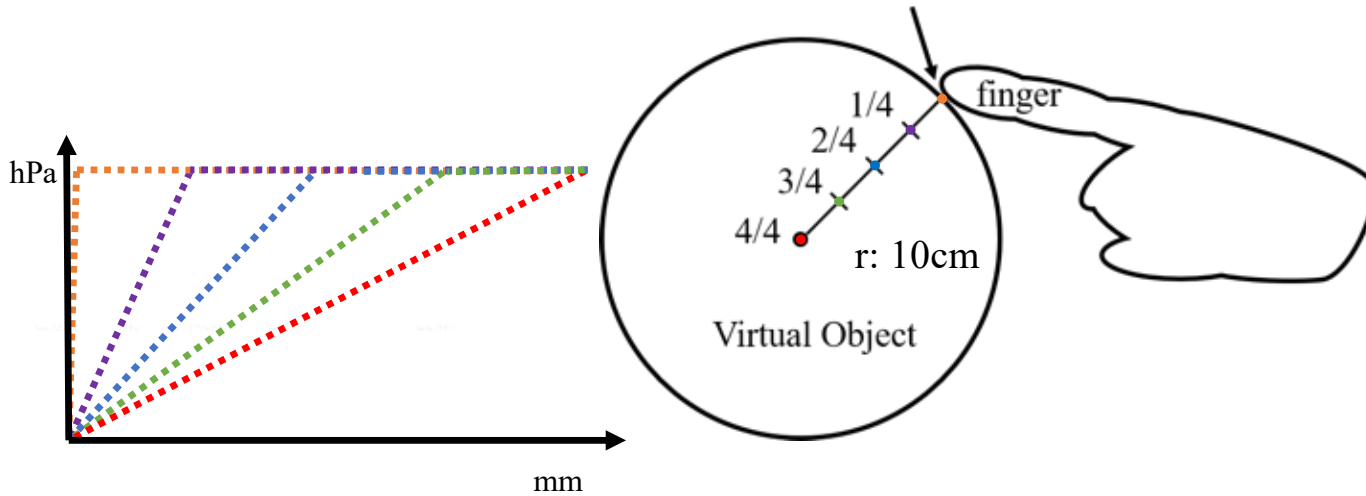
	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
12	1.6	2.4	2.6	3	3.1	2.8
10	1.4	2.9	3.4	4.5	4.8	4.4
7	2	2.9	4	4.2	4.9	5.2
4	1.6	2.7	3.7	4.2	4.6	5.3
3	1.8	2.8	3.3	4.2	4.6	5.3
2	2	2.8	3.7	3.9	4.5	5.3

Suction diameters (mm)

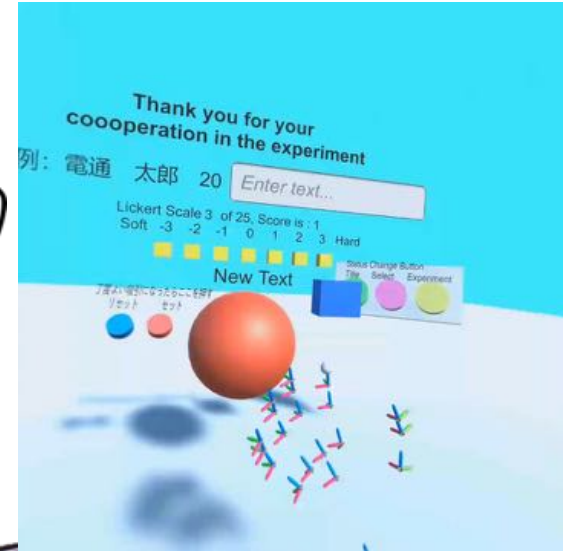
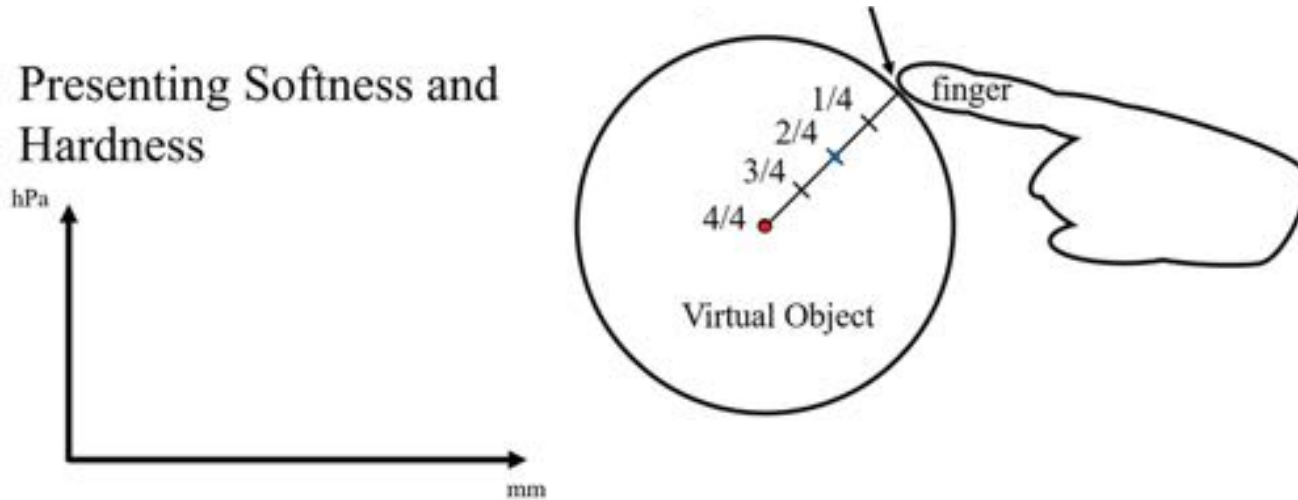
大 → 吸引径
小 ←

小さい穴を密集させると弱い吸引気圧で強い触覚が出せる
 圧覚は形状によらず弱い強度のとき (多点でも変わらないことがわかった)

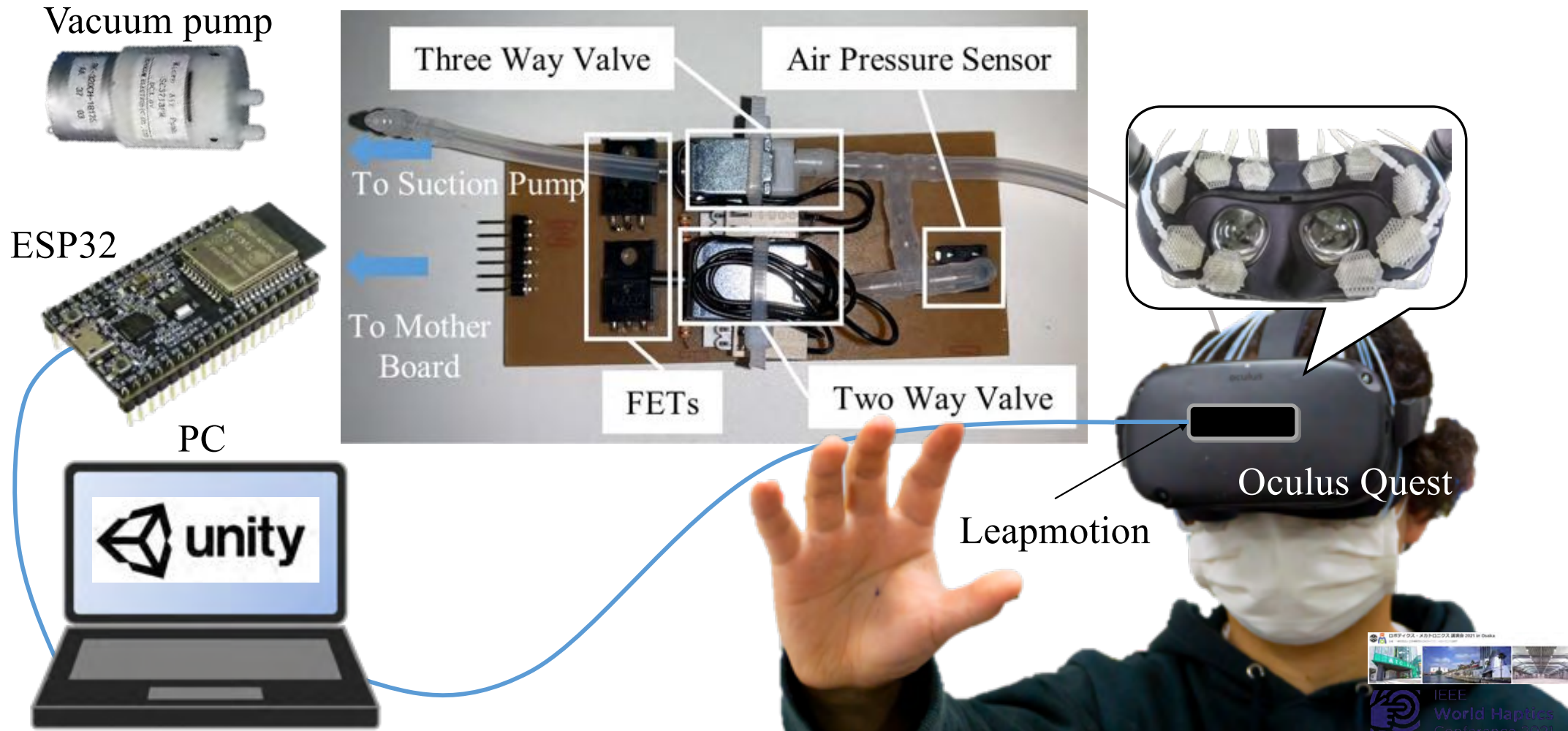
提示できる感覚の種類を増やしたい...
→動的に吸引気圧を制御して物体の質感を提示できないか？

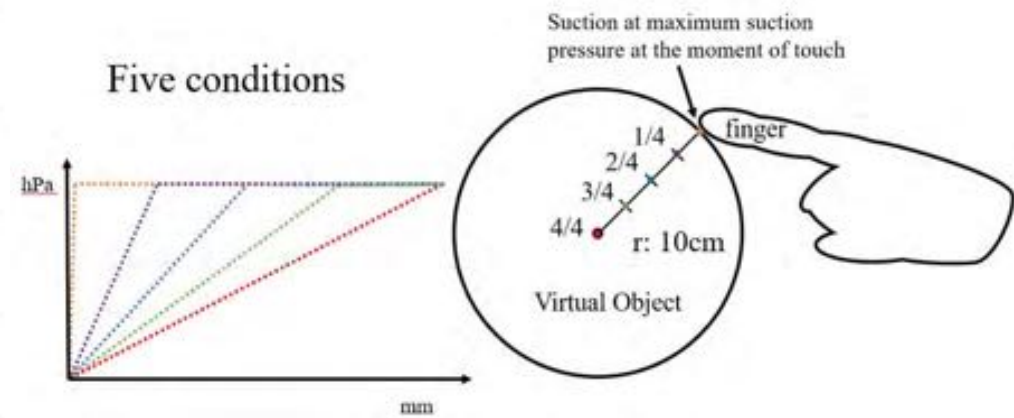
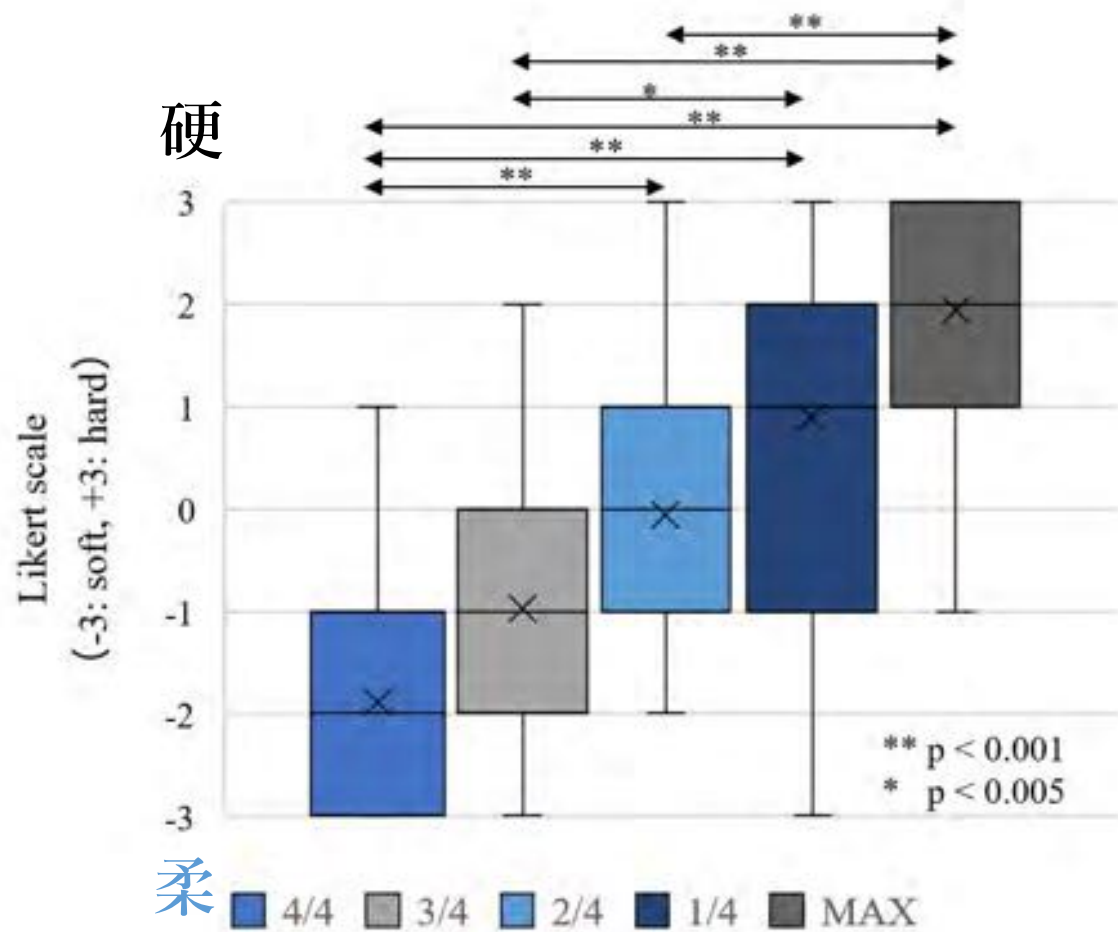


Presenting Softness and Hardness



提示できる感覚の種類を増やしたい...
→動的に吸引気圧を制御して物体の質感を提示できないか？





気圧変化率を変えることでバーチャルオブジェクトの硬軟感を提示できた
→しかし「吸引の強度を頼りに回答した」というコメントもあった

今後の展望

Pseudo-hapticsの活用

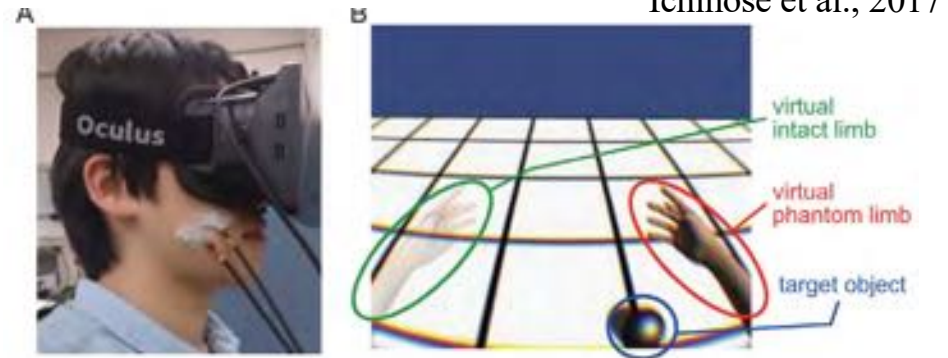


Ban, 2012



<https://twitter.com/DennysKuhnert/status/1414974497283874825?s=20>

感覚マッピングの最適化



Ichinose et al., 2017

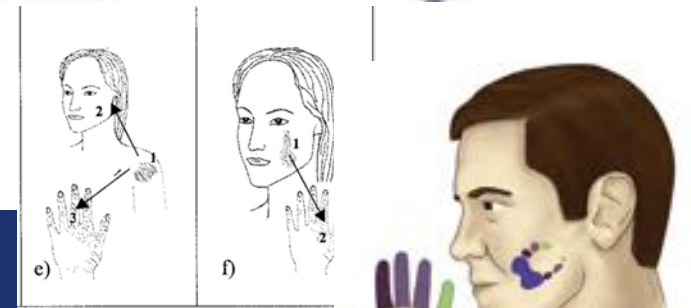
AR/MRグラスでの利用



HoloLens2, Microsoft

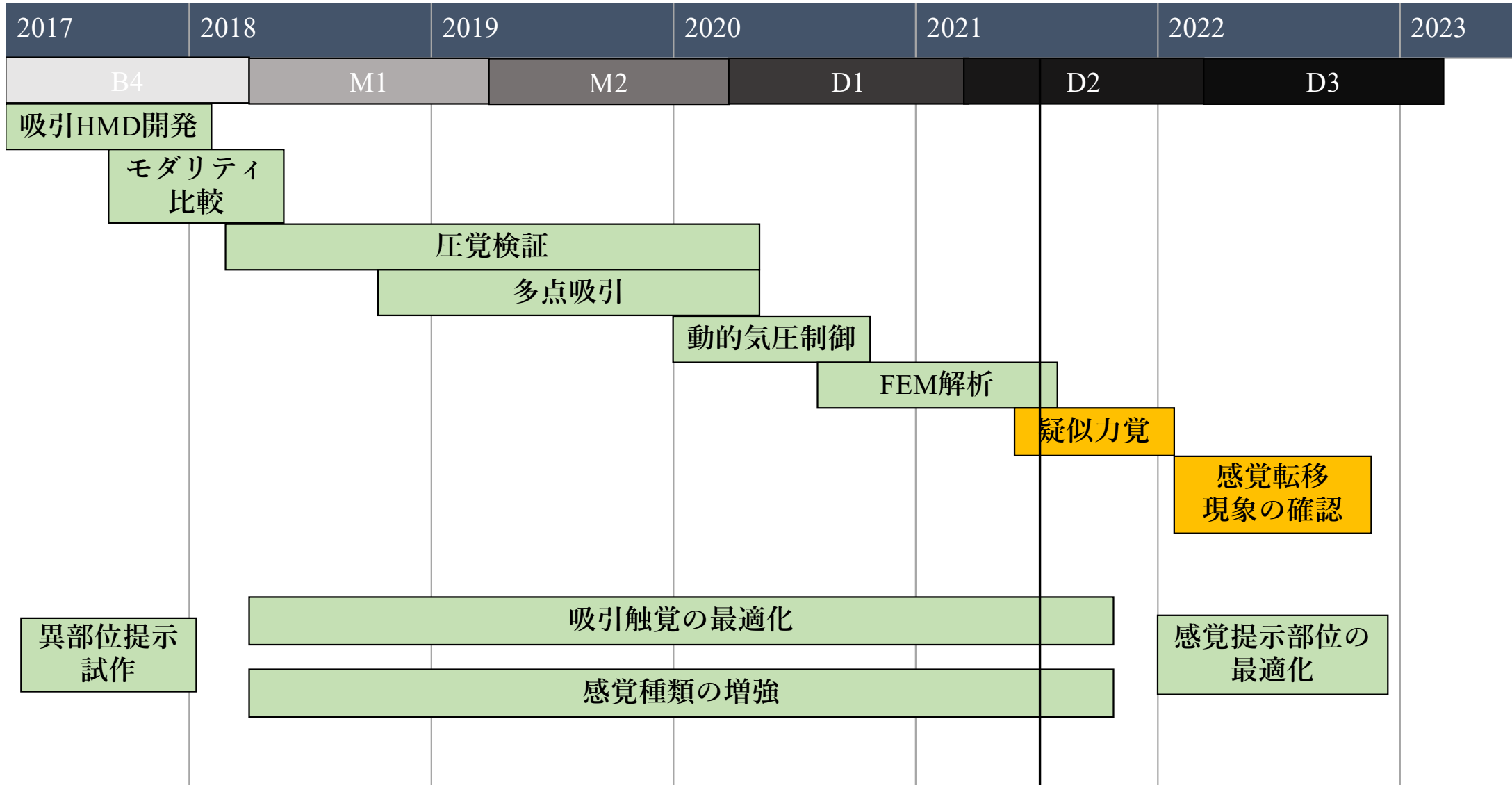


Nreal, Hangzhou Tairuo Technology Co., Ltd



Referred sensations in patients with complex regional syndrome type I

Haptopus





バーチャル学会を支える技術





Created with
Magisto



これまでのバーチャル学会



バーチャル学会2019 (2019年12月14日)

ポスター発表12件、基調講演3件、のべ参加者数300人以上



バーチャル学会2020 (2020年12月12日)

ポスター発表32件、口頭発表10件、基調講演2件、のべ参加者数600人弱

バーチャル学会の理念

VR世界をより豊かにすること

→アカデミックという側面から文化、価値をリアル、バーチャル間で相互交換する

VRカルチャーの振興と一般ユーザーと研究者の橋渡し

VR環境を使うことが大きな目的

なぜあなたはVR環境を使うのか？（手段と目的が逆転していないか？）



どうすればVR空間は世界（現実）になるだろうか

バーチャルカンファレンスの設計

人数とプログラム

既存のVRプラットフォームには同時ログイン可能な人数に限りがある、またログインできても音声を出せる人数に限りがある場合が多い

→プラットフォーム選定とプログラム内容のマッチングを図る



~40

~40



~

~



500

20



~

~

おすすめの手順は

大まかなプログラム内容を決定→プラットフォームを選定→プラットフォームの制約に基づいて詳細を詰める

バーチャル学会2020では

基調講演・口頭発表

発表者の発表をVR環境で聴講者が聞く→clusterを採用→YoutubeLive配信システムの作成、座長・司会席の用意、タイマーの用意、会場のデザイン設計（clusterの制約を把握した上での具体的な実相案）

ポスターセッション

発表者と聴講者がリアルタイムにVR環境で質疑応答する→VRChatを採用→会場設計、ポスターデータのテンプレート作成、コアタイム時間の設定（**同時接続人数の分散させる**）

ワールド制作

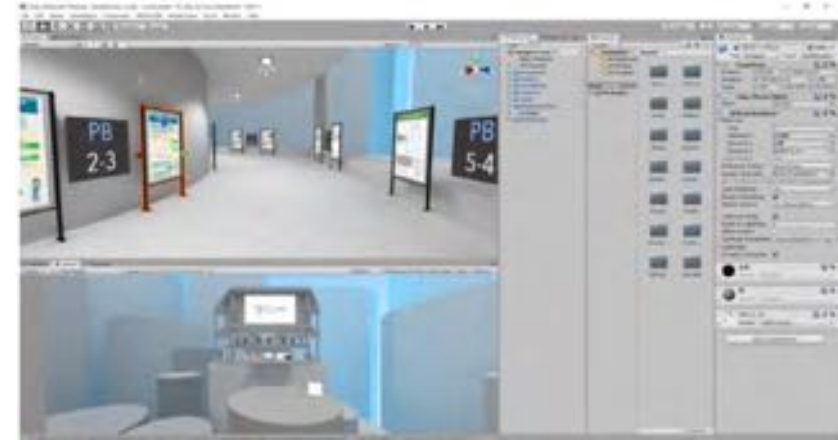
VRプラットフォームのワールド制作は超特殊技能

3Dモデリング (デザイン、容量、世界観、処理負荷等の考慮)

SDKに基づいたギミック作成 (純粋なプログラミング能力だけでなくノードベースのプログラミングなど)

VR体験における導線設計、空間設計ノウハウ

場合によってはユーザーのアバターとのギミックの干渉を考慮



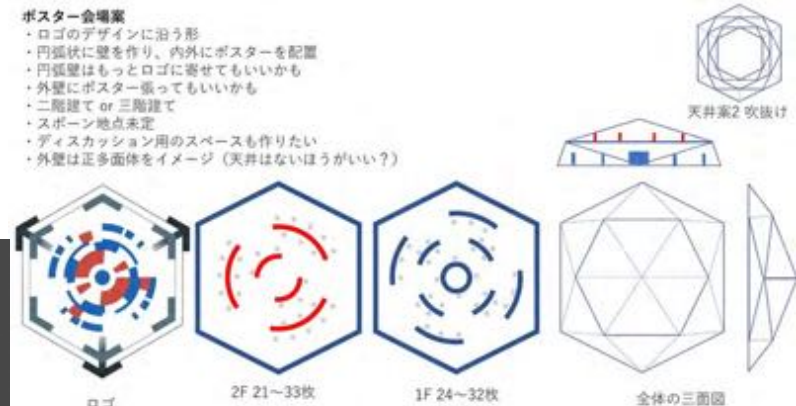
バーチャル学会2020において追加で重要だった要素

大人数が同時に議論可能な音声の距離減衰設定

高解像度なポスターが同時に視界に入らないようにする導線設計

HMD越しに見ても読めるポスターの解像度の調査

VRChatとclusterを使うことで単純に工数が2倍に



Tips

口頭発表・基調講演では前日までに本番環境で**音声チェック**を運営と一緒に行う
(音声のミスは本人は一生気づかない)
発表動画の提出をお願いする
(可能であれば動画を準備する、もしくは動画再生をベースにする)

当日スタッフは常にDiscordのボイスチャットに入って連絡が取れるようにする
(**HMDを装着していると通知に気づかない**ことが多い、音声で気付けるように普段はミュートにしておき、連絡するときミュートを解除する運用にする)

ログイン人数の管理はワールドのインスタンス管理で対処
(VRChatに限らず多くのVRプラットフォームではログイン人数が限られているため、複数会場を作り参加**人数を分散**させる必要がある)

オンライン故に聴講者は簡単に参加できるが**簡単に離脱する**、飽きさせないプログラムを作る
(聴講者参加型の企画、自分の興味のあるコンテンツを見に行ける設計、明示的な休憩場所を作り完全離脱を防ぐ)



大前提として物理的に会ったほうが情報量が多い (と私は考えています)

かと言ってVR空間ならではの表現に固執する必要はない
→体験の本質情報を再構築することを意識するべき

学会とは何か、どうあるべきか

バーチャル学会としては「出会い、交流、記録」が学会の役割だと考えています

（出会い：不意に出会う新しい知見、交流：研究を通して交流を温める、記録：研究を記録し科学の発展に貢献する、研究者としての実績）

学会設計という点で見たらこれらが達成されれば問題ないのではないか（既存のプログラムをなぞる必要はないのではないか）と感じます。

なので例えば口頭発表よりもポスター発表の比重を重くしよう、とか研究内容は事前に共有しておいて当日は交流をメインにしよう、とかをしても良いと思います。

そして急速にオンライン化をせまられている今こそ学会の在り方や価値を見直して再構築するまたとない機会ではないでしょうか

バーチャル学会ではこのような意思でもって挑戦を続けています

この取り組みが少しでも波及し、より良い未来の礎になれば幸いです

