

# バーチャル環境における物理的接触を 伴う日本語フリック入力手法の提案

瀬戸崎研究室 35318040 原田 周恒

## 活用事例

- ・ 関西外国語大学「Hello World」  
→VR（仮想現実）技術を活用した英語学習や異文化体験を提供
- ・ スタンフォード大学「Virtual People course」  
→生徒は授業内でHMDを用いて、メタバース内でディスカッションを行う



**VR技術が教育分野で活用され始めている**

**しかし** VR技術を用いた授業を実施

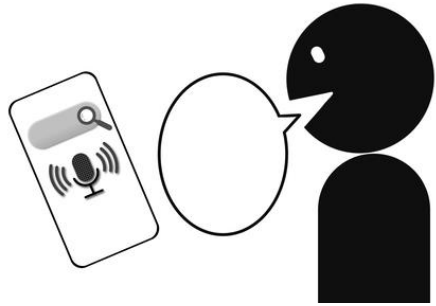
→ 「ノートが取れない」という理由で多くの学生がVRを用いない授業を希望した

長宗ら（2018）



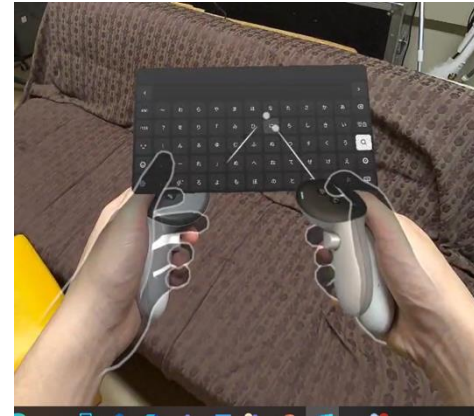
**入力性に優れた文字入力インターフェースが必要**

## 音声認識を用いて入力する手法



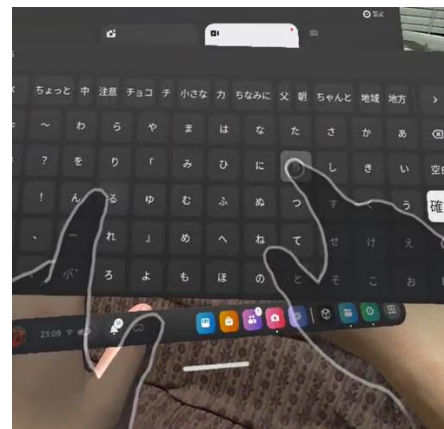
- Siri
- Googleアシスタント

## 外部機器を用いて入力する手法



- VRコントローラー
- 物理キーボード
- ウェアラブルデバイス

## 身体的動作をトラッキングし入力する手法



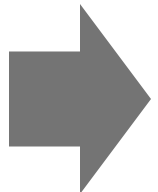
- ハンドトラッキング
- 視線入力
- ジェスチャー入力

## 音声認識を用いて入力する手法の問題点

- ・日本人の7割以上の方が、人前での音声入力を恥ずかしいと思っている  
→ 音声入力を好まない人がいる KDDI (2017)
- ・授業や会議などで他者の発言をメモする際、音声入力をしようできない  
→ 音声入力を使用することが難しい状況がある

## 外部機器を用いて入力する手法の問題点

- VR環境においてコントローラーとハンドトラッキングのユーザへの影響を比較
- コントローラー使用時は、ハンドトラッキング時より身体所有感が低下  
小川ら (2022)



**没入感を損なわず、様々な状況下で普遍的な文字入力が可能なのは  
「身体的動作をトラッキングし入力する手法」であると考える**

現在、ほとんどのHMDはQWERTY配列の仮想キーボードを採用

しかし

## 日本におけるフリック入力の普及

大学生568名に情報端末の活用状況を調査

→大学生の90%以上がフリック入力を使用

長澤 (2017)

## 日本語入力におけるフリック入力の有用性

- ・五十音の各行の一音目をタップやスライドで入力  
→直感的な操作が可能
- ・QWERTYキーボードよりもキーの数が少なく、大きなキーの配置が可能  
→指で操作を行うインターフェースとして適している



**フリックキーボードは日本語入力インターフェースとして適している**

- 空中操作は筋肉疲労を感じやすく、ユーザー体験に悪影響を及ぼす  
Sujin Jang et al. (2017)
- VR環境でQWERTY入力とフリック入力を比較  
→フリック入力の方が、触覚フィードバックの欠如による影響を受けやすい  
喜多ら (2019)



## 川口ら (2019) の研究

左手の掌上にフリックキーボードを表示し、右手で左手に触れながら操作させることで、触覚的フィードバックを用いてVR環境での文字入力が可能な手法を提案



入力時に、左手が右手に隠れることで左手の誤認識が発生し、キーボードが安定しなかった  
その為、触覚的フィードバックの効果の検証に至っていない

## 提案手法

- ・ **スマートフォンを模したアクリル板に仮想日本語フリックキーボードを表示させる**  
→スマートフォンでの文字入力に近づける
- ・ **文字入力時のキーボードの追従を停止させる**  
→文字入力の安定化を図る

## 本研究の目的

バーチャル環境における、触覚的フィードバックの有無によるフリック入力に対する影響を検証する

## 開発環境

Unity：ゲーム開発プラットフォーム



## 実行環境

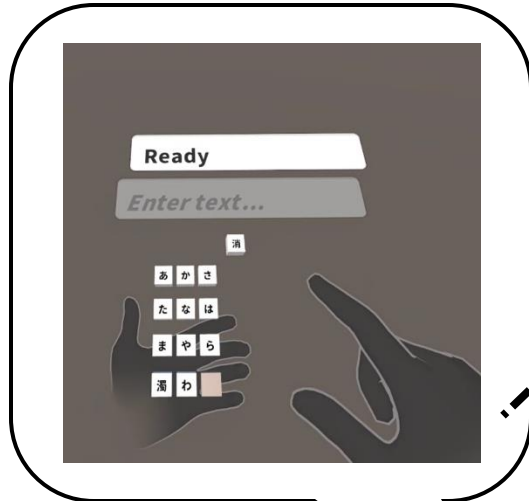
MetaQuest 3：Meta社が開発・販売  
スタンドアロン型HMD





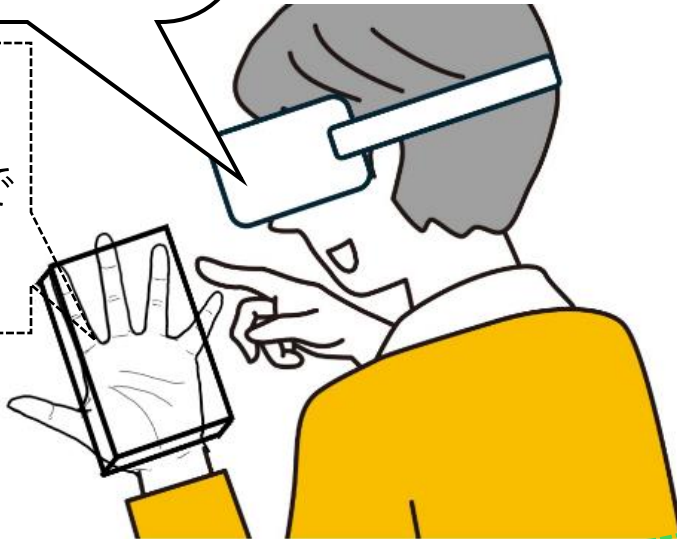
## 物理的接触を伴う

### フリックキーボード



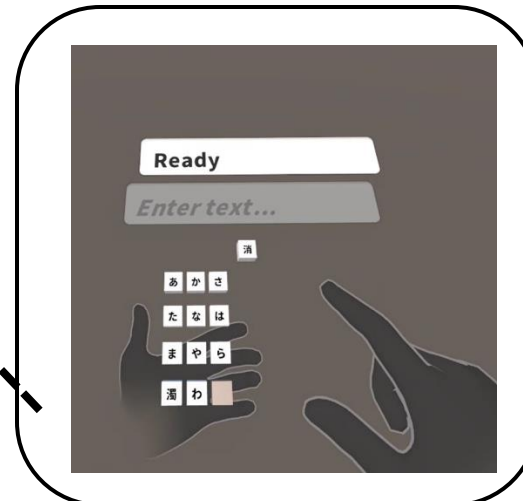
右手の人差し指で  
キーに触れ  
文字入力する

アクリル板を  
HMDの前方で  
持つ

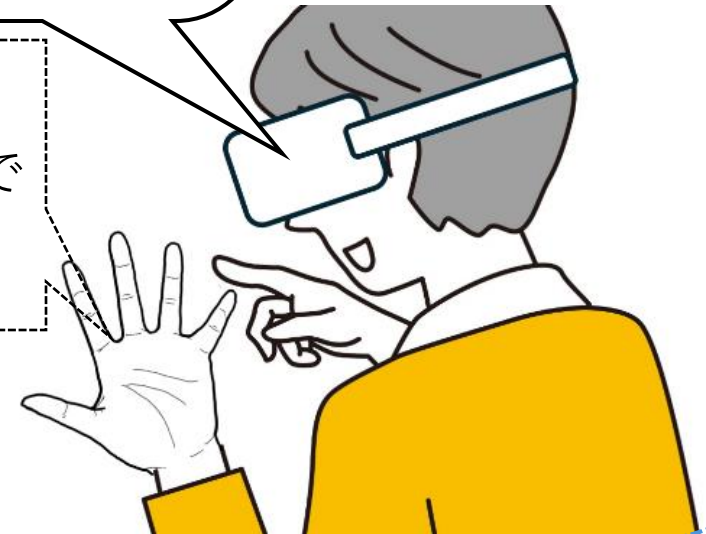


## 物理的接触を伴わない

### フリックキーボード



手掌を  
HMDの前方で  
広げる



# コンテンツ概要 - 「へ」の入力方法

9/18

## 物理的接触を伴うフリックキーボード

HMD前方で左手にアクリル板を持つ  
→フリックキーボードが表示される

右手で「は」と表示されたキーに触れ、  
右手を0.2秒静止させる



「ひ」「ふ」「へ」「ほ」と  
それぞれ表示されたキーが出現する

右手人差し指を「へ」のキーの方向へ移動させる

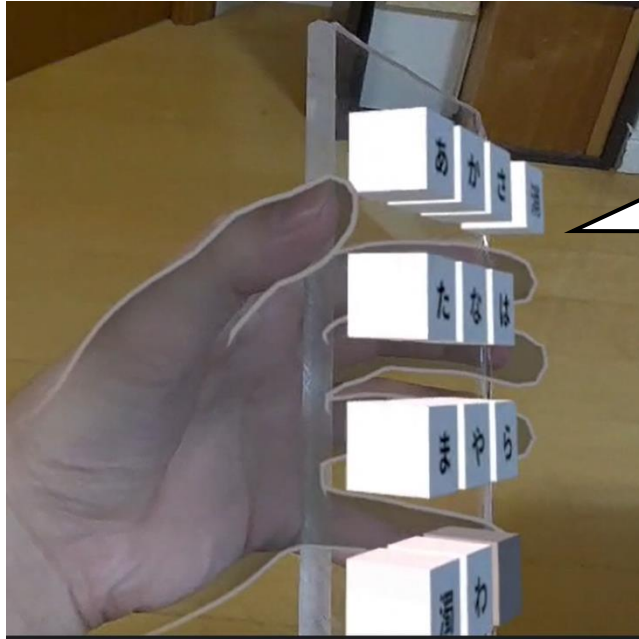
## 物理的接触を伴わないフリックキーボード

左手の手掌をHMDの前方に出す  
→フリックキーボードが表示される

右手で「は」と表示されたキーに触れる

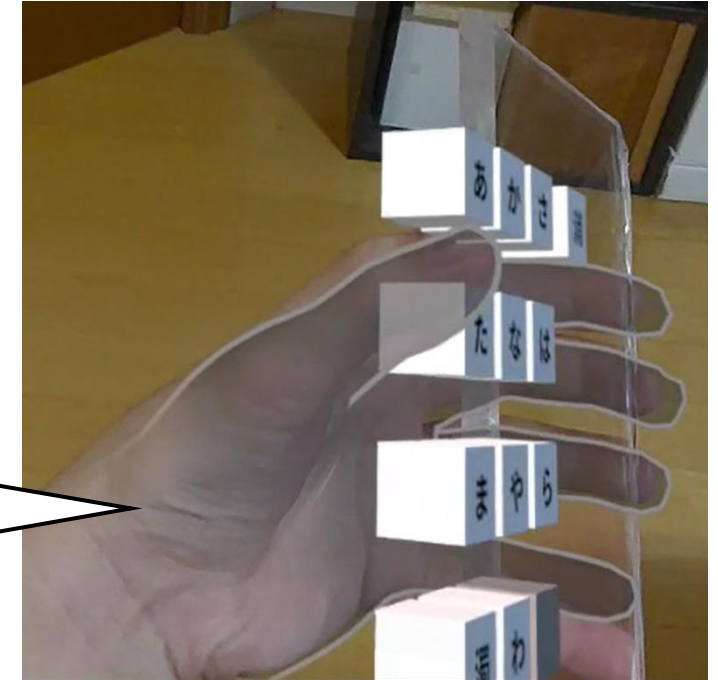


## 正常



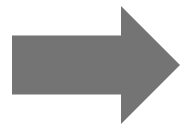
アクリル板の表面に  
キーボードが表示される

## 左手の誤認識

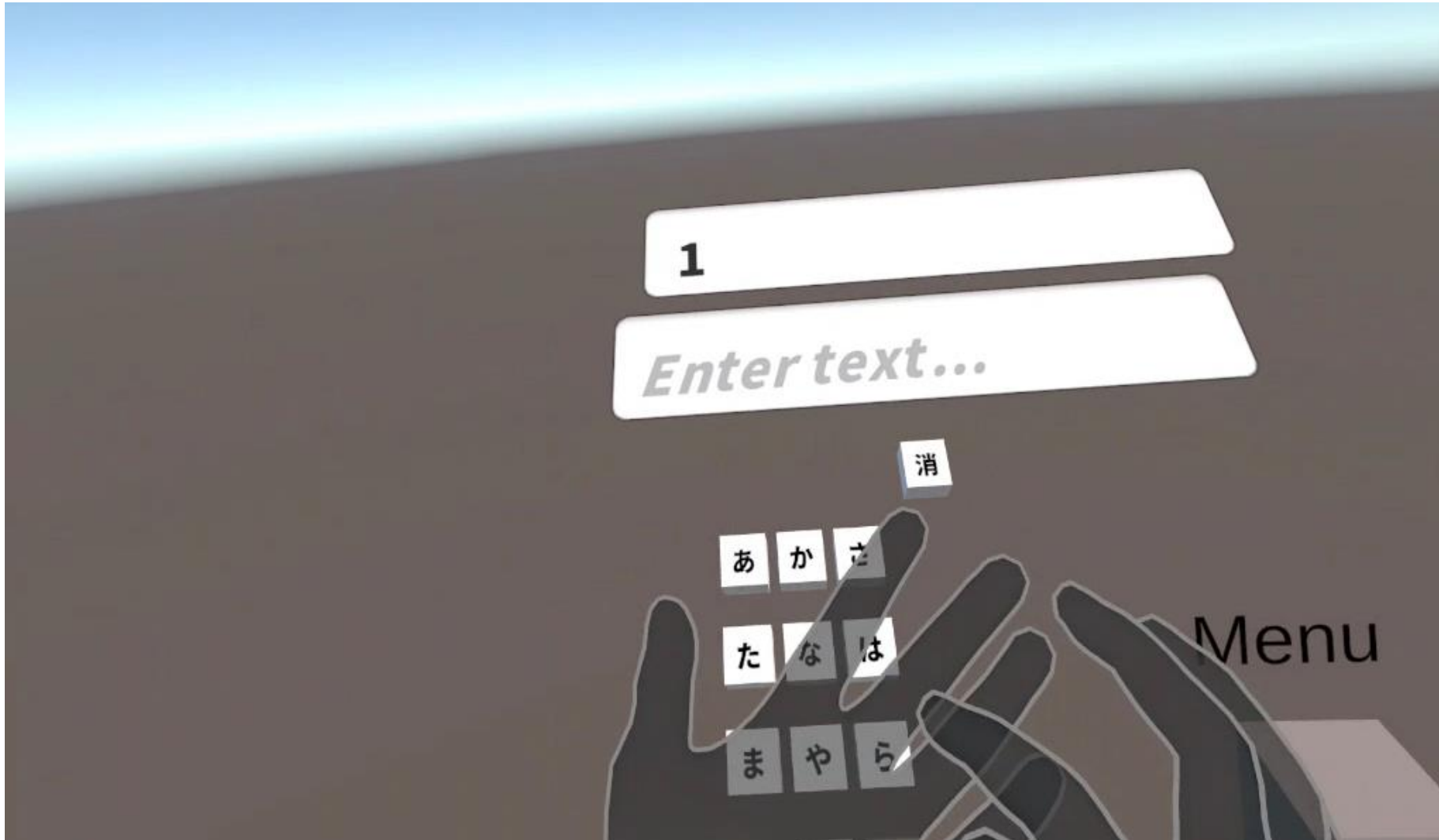


アクリル板の奥に  
キーボードが表示される

↓  
キーボードに触れることができない



キーボードの近くで0.2秒静止することで入力プロセスを開始する



## 評価対象

普段から日本語を入力する際にフリック入力を使用している  
利き手が右手の大学生15名

## 評価活動の流れ

コンテンツと活動の  
目的の説明

物理的接触を伴う  
キーボードでの活動

物理的接触を伴わない  
キーボードでの活動

アンケート

入力方法の説明  
↓  
入力練習 (2分)  
↓  
本番の入力 (2分)



入力方法の説明  
↓  
入力練習 (2分)  
↓  
本番の入力 (2分)



評価に使用したワードセットは深津ら（2013）が使用したもの

ID	短文	ID	短文
1	りょうかいです	13	いんたらくしょん
2	ごめんなさい	14	つくばだいがく
3	わかりました	15	れぽーとしめきり
4	やっぱりいいわ	16	かいぎしりょう
5	ちょっとまって	17	しりょういんさつ
6	さきにたべて	18	すいどうだい
7	いまでさきです	19	ごごはきゅうこう
8	すこしおくれます	20	あしたはやすみ
9	つくばにいます	21	おやすみなさい
10	かいぎちゅう	22	びでおへんきゃく
11	すぐにいけます	23	ろんぶんよむ
12	おふろはいいや	24	どようのみかい

## 入力速度・入力精度の評価

### ・ CPM(Characters Per Minute)

1分間に入力された文字数であり、入力速度の評価に用いる

$$\text{CPM} = \text{総入力文字数}$$

### ・ CER(Character Error Rate)

入力における誤り率であり、総入力文字数に対する誤入力の割合を算出する。入力精度を評価する

$$\text{CER} = \frac{\text{誤入力の文字数}}{\text{総入力文字数}} \times 100$$

## アンケート

### ・ 4件法による回答（17項目）

→肯定回答と否定回答に分け、直接確率計算

→各手法に関する回答の平均に対して、対応のあるt検定

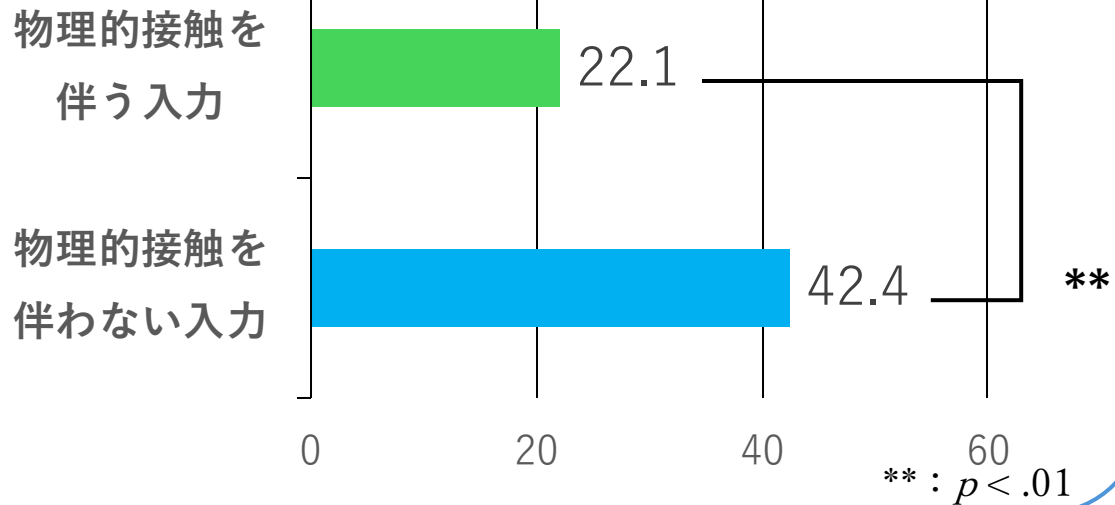
### ・ 自由回答による回答（4項目）

→類似する回答ごとにカテゴリ分類し、集計

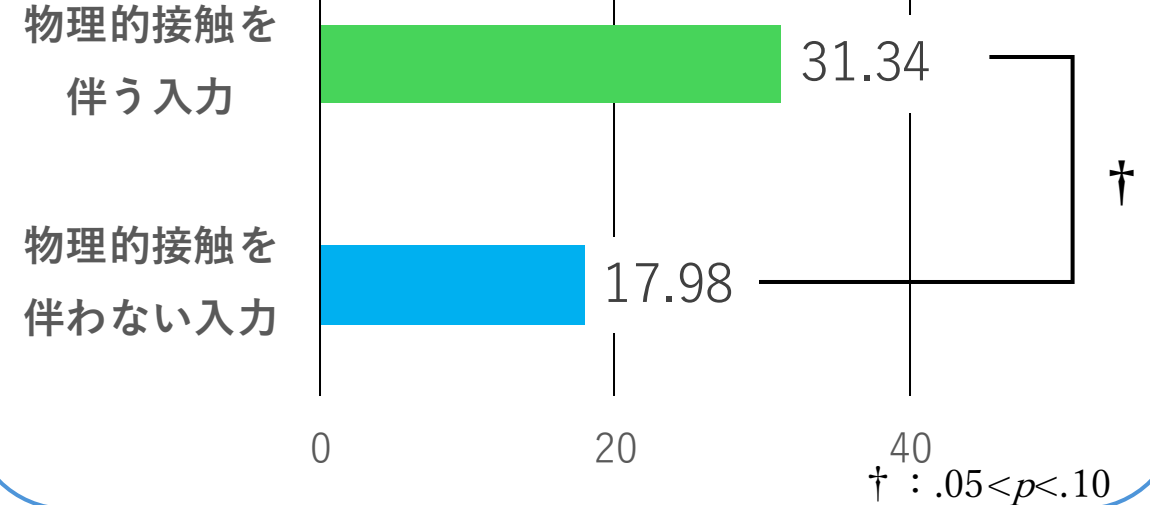
# 結果・考察：入力速度・入力精度の評価

15/18

## CPM



## CER



共に物理的接触を伴う入力が劣る結果となった

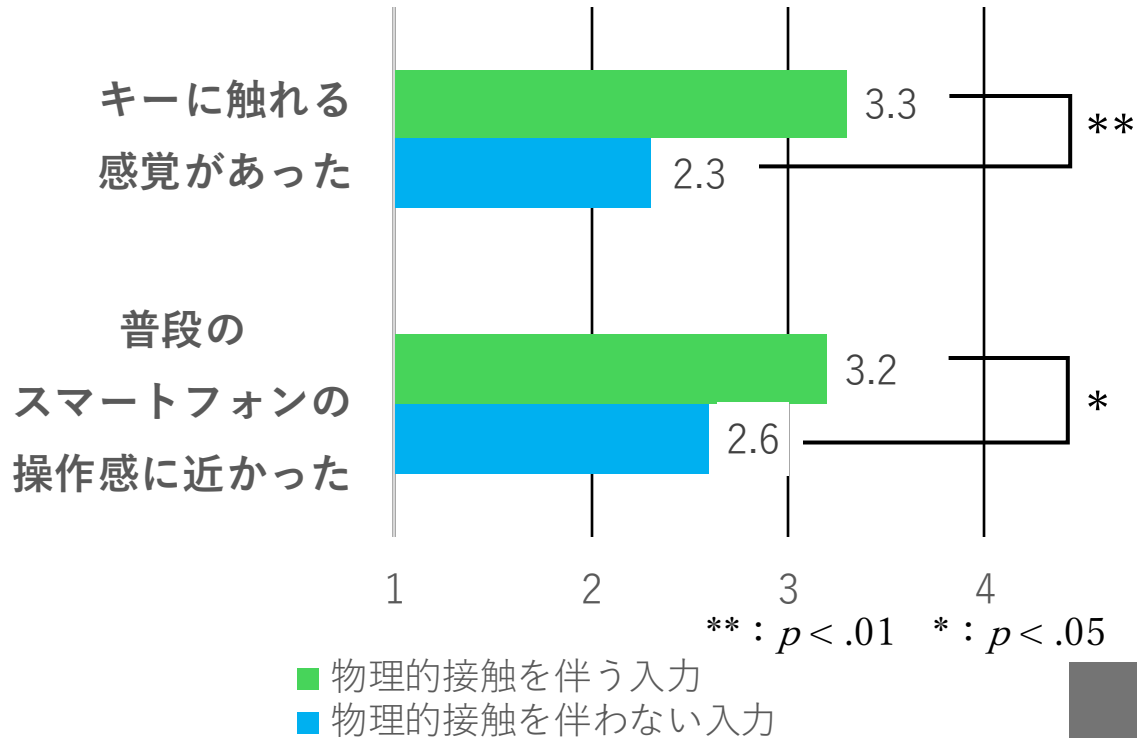
”0.2”秒間の静止がCPMの性能差に繋がったと推察

アクリル板への接触を文字入力プロセスの開始と誤認した可能性

各入力手法間の入力手法の統一が必要

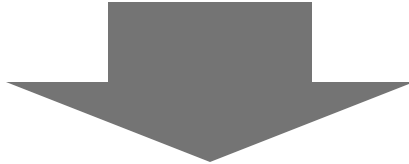


### 4件法による評価



### 感想に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
現実感	4	・ 実際のスマホ操作と変わりがないように感じました
フィードバック	2	・ アクリル板を触る感覚が押した感覚になってよかった



触覚的フィードバックは、バーチャル環境における文字入力体験をスマートフォンでの文字入力体験に近づける

## 改善点に関する自由記述

カテゴリ	件数	記述内容例
入力感度	3	<ul style="list-style-type: none"><li>・反応が良すぎて、誤入力してしまった時がありました</li><li>・右手のキーへの入力判定が少し敏感すぎると思った</li></ul>

### スマートフォン

→画面から指を離して入力を確定

### 本研究で開発したキーボード

→右手人差し指が一定距離移動すると入力が確定

ユーザが意図しないタイミングで文字が入力され  
キーの反応が敏感に感じたものと考えられる

## 研究の目的

バーチャル環境における、触覚的フィードバックの有無によるフリック入力に対する影響を検証する

## 結果・考察

- ・ 入力速度、入力精度の両方で提案手法が劣る結果となった  
この結果の要因として、各手法間でのシステムの違いが考えられる
- ・ 触覚的フィードバックは、バーチャル環境における文字入力体験をスマートフォンでの文字入力体験に近づける

## 今後の展望

各手法における入力システムを統一した上で評価を行い、触覚的フィードバックの有無がフリック入力に与える影響を、より正確に検証する