

# Mixed Reality技術を用いた3Dリハビリテーションシステムの開発と展開

## Development and expand of 3D rehabilitation system using Mixed Reality technology

坂本憲太<sup>(1)(2)</sup>, 橋本晋吾<sup>(2)</sup>, 田口周<sup>(2)</sup>, 長谷公隆<sup>(2)</sup>

(1) 株式会社テクリコヘルステック事業部, (2) 関西医科大学リハビリテーション医学講座  
Kenta Sakamoto<sup>(1)(2)</sup>, Shingo Hashimoto<sup>(2)</sup>, Meguru Tguchi<sup>(2)</sup>, and Kimitaka Hase<sup>(2)</sup>

(1) Healthtech Business Division, Techlico Inc.

(2) Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Kansai Medical University

**Abstract** Patients often refuse desk training and test of cognitive function that hasn't changed since about 50 years ago. On the other hand, the tasks using Mixed Reality (MR) have the advantage and maintain patient's motivation easily. We have been developed cognitive rehabilitation tasks using MR in collaboration with Kansai Medical University. At present, we develop a novel rehabilitation system by using Microsoft HoloLens2, based on previous experience and knowledge. We created "numbers cancellation task" that imitated the Trail Making Test, "flower path task" for dual tasks, and "search task" based on daily life. We devised a select method for many clinical situations. This system enables us to move the cursor by head tracking or eye tracking, and we can select the objects by tapping or gazing. Additionally, there are also two-mode, "touch" and "pinch", as the hand tracking function. Therapists can confirm the patient's first-person view (real space and virtual reality object) on the PC in real-time. Thus, when they are performing the task, it is possible to understand whether or not the patients are correctly instructed by advice.

**Keywords** rehabilitation, Mixed reality, cognitive function, HoloLens2

### 1. Introduction

脳卒中や頭部外傷, 脳腫瘍等の変性疾患が原因で, 脳が損傷を受け運動麻痺や感覚障害など身体的な症状が現れる. そのほかに記憶障害, 遂行機能障害, 注意障害などに関する脳機能<sup>[1]</sup>が障害される高次脳機能障害という認知機能障害も生じる. 全国の高次脳機能障害者数は約 50 万人と推定する<sup>[2]</sup>という報告や, 2018 年の厚生労働省の調査(全国在宅障害児・者実態調査)によれば, 医師から高次脳機能障害と診断された者の数は 32 万 7 千人と推定する<sup>[3]</sup>という報告もあり, 高次脳機能障害を抱えたまま日常生活を続ける人は少なくない.

高次脳機能障害に対する評価や治療介入の方法は多種多様であるが, 注意機能の評価で頻繁に使用される Trail Making Test (以下, TMT) は Partington (1938) により考案されたなど, ほかの評価法も同様に半世紀以上前に開発されており, 古典的な方法が現在も当時のまま使用されている. そのため, 多くが紙面を用いたものであり, 3次元空間で実施できないため, 日常生活や現実空間から乖離した結果となることが報告されており<sup>[4]</sup>, 患者からは「試験みたい」「勉強させられているみたい」と拒否的な反応を受けることも珍しくない. また, 治療介入も同様で, リハビリテーションにおいてモチベーションの維持が重要であるが, 維持の難しさから継続実施が困難であることが臨床において問題となっている.

それらの問題点を解決する手段として, 我々は

Mixed Reality (以下, MR) を用いた高次脳機能障害の評価および治療介入のリハビリテーションシステムを開発した。昨今, Virtual Reality (以下, VR) が普及してきているが, VR は視覚と前庭覚の不一致による VR 酔いと呼ばれる症状が生じる可能性があり, 没入感が高いものの VR では視界がすべて仮想空間になるため, 転倒リスクも高い。一方で, MR は気分不良を生じさせず, かつ没入感を与えながらも現実空間で環境を設定することができる。そのため, 現実空間での能力を評価することができ, 紙面検査よりも患者の嫌悪感を軽減することができると考え, MR を採用した。

## 2. MR Rehabilitation System

### 2.1 Hololens2 (Figure1)

MR 技術の機器として Microsoft 社製の Hololens2 (以下, HoloLens) を用いた。重量は 566g であるが, 前後の重量バランスが良く, 患者に装着しても負担は少ない。眼前に半透明の液晶画面が設置されるが, シースルーであるため, 視界が狭まることはない。現実空間の視界を残しつつ, 任意の位置に CG を設置することが可能である。



Fig. 1. Hololens2.

### 2.2 接続と PC 画面

PC は Microsoft 社製の Surface Pro を使用した。HoloLens と PC は Wi-Fi で接続され, 課題開始の指示を行い, 行動データの取得は PC で行う。

HoloLens に内蔵されているカメラと CG を重ね合わせた映像のストリーミングを PC で確認することができ, 医療従事者がリアルタイムに助言を行えるようにした。また, 課題終了後にオブジェクトの位置と視線履歴のマップ, および時系列の左右の注意におけるグラフの結果画面 (Figure2) を表示するようにした。これにより高次脳機能障害 (特に半側空間無視 etc.) を呈する患者におい

て, 治療の妨げとなる病識の欠如に対するアプローチとしても臨床現場で有用であると考えた。

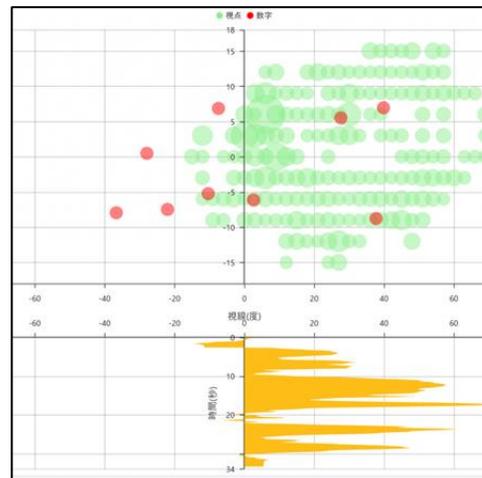


Fig. 2. result screen.

## 3. 抹消モード

臨床での適応が想定される疾患として, 脳血管疾患が挙げられる。脳血管疾患の後遺症として, 上肢や下肢の運動機能低下も呈する<sup>[1]</sup>ため, 上肢や下肢を使用せずに使用できるように, “選択方法” “カーソル操作” 各2パターンを考案し, 組み合わせられるようにした。また, 認知機能が低下しており, カーソル操作が困難な患者でも使用できるように, “触れる” と “つまむ (Figure3)” モードも作成した。



Fig. 3. “grasp” mode. (ex. flower path task)

### 3.1 選択方法

カーソルを合わせ, 母指と示す指を閉じる “タップ” という動作で選択をするモードに加え, カーソルを一定時間合わせることで選択できる “注視” モードを開発した。

### 3.2 カーソル操作

HoloLensの正中の位置にカーソルがあり，頸部体幹を動かすことで操作する“ヘッドトラッキング (Figure4)”，視線の先にカーソルがあり，眼球運動により操作する“アイトラッキング (Figure5)”のモードを作成した。

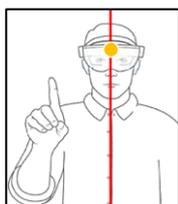


Fig. 4. head tracking.



Fig. 5. eye tracking.

## 4. 作成課題と難易度調整

全部で8つの課題を作成したが，代表的な課題3つについて説明する。

### 4.1 数字抹消課題

注意機能の持続性やワーキングメモリ，視覚的探索などに焦点を当て，TMT-Aを模して作成した。設置角度と距離，ボールの数は調整可能。



Fig. 6. numbers cancellation task.

### 4.2 花道課題

左右に配置された道を歩きながら左右の注意を促し，探索を行うデュアルタスクが可能な課題である。土手の高低や道幅，道の長さは調整可能。



Fig. 7. flower path task.

### 4.2 物探し課題

指定された「探し物」をCGを持ちあげて動かしながら探索する。「探し物」の大きさを考慮し，隠れる可能性のある部分を計画的に探せるかという遂行機能にフォーカスした課題である。難易度設

定は広さ (140cm×70cm, 60cm×60cm, 300cm×300cm) を3種類選択できる。



Fig. 8. search task.

## 5. まとめ

複数モードの作成で，患者の適応範囲が広がった。臨床現場ではアナログ的な計測，採点が行われており，医療従事者の負担にもなっているが，ICTを利用することで解消することができる。患者が利用するにあたって，現実空間が見えることによる安心感を与えながらもモチベーションを高く維持できることからMRの有用性がうかがえる。

今後の展開として，難易度の設定が自由であるため，段階付けとしての検討を行うとともに，評価・治療介入での臨床研究を進めていく。

## 参考文献

- [1] 蜂須賀研二，加藤徳明，岩永勝，岡崎哲也。(2011) 日本の高次脳機能障害者の発症数。高次脳機能研究 31(2):143-150.
- [2] 渡邊修，山口武兼，橋本圭司，猪口雄二，菅原誠。(2009) 東京都における高次脳機能障害者総数の推計。日本リハビリテーション医学会誌 46(2):118-125.
- [3] 厚生労働省。(2018) 平成28年生活のしづらさなどに関する調査：結果の概要
- [4] Azouvi P, Olivier S, de Montety G, Samuel C, Louis-Dreyfus A, Tesio L. (2003) Behavioral assessment of unilateral neglect: study of the psychometric properties of the Catherine Bergego Scale. Arch Phys Med Rehabil. 84(1): 51-57.
- [5] 日本脳卒中学会 脳卒中ガイドライン委員会。(2017) 脳卒中治療ガイドライン2015.協和企画.

坂本憲太：k-sakamoto@techlico.co.jp