

令和元年6月13日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16461

研究課題名(和文) 対象者ニーズを重視した遠隔リハビリ・ヘルスケアに関する学際的研究開発

研究課題名(英文) Interdisciplinary Research and Development on Tele-Rehabilitation/Healthcare based on Clients' Needs

研究代表者

岡橋 さやか (OKAHASHI, Sayaka)

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号：20610760

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では下記のことを達成し、遠隔リハビリテーション・ヘルスケアに関する基礎知見を得た。

(1) 記憶障害をもつ人に対する遠隔リハビリテーションの効果に関する文献レビューより、患者の日常生活上の行動の問題を改善し得ることが明らかとなった。(2) 遠隔リハビリテーション用の3つの新規ツールを開発した。高次脳機能トレーニング用のAR/VR買い物タスク、記憶訓練用アプリ、デジタルペグボードである。予備実験より対象者への適用可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文献レビューより本研究課題の世界的な動向を把握し、遠隔リハビリテーションに用いられる情報通信機器の例や、その介入が一定の効果を示すことがわかった。また、当事者や専門家のヒアリングを踏まえ、本研究では3つの新たなツールを実装した。予備実験で対象者に適用できることを確認でき、これは今後の大規模な臨床研究への基礎知見として重要なものである。遠隔リハビリ・ヘルスケアの方法を開拓することによって、将来的には家や施設に居ながらにしてより高質な医療・福祉サービスを受けることが可能となると考えられる。

研究成果の概要(英文)：I accomplished the following two projects in this research, and acquired the fundamental knowledge on Tele-Rehabilitation/Healthcare.

(1) A systematic scoping literature review about tele-rehabilitation on memory impairment after traumatic brain injury revealed that the rehabilitation could improve the patients' daily behavior.
(2) The three new tele-rehabilitation tools development completed (e.g., Augmented Reality (AR)/Virtual Reality (VR) shopping task for cognitive training, an application of memory training, and a digital pegboard). Feasibility studies revealed these tools could be applied to the people with cognitive impairment and healthy young/elderly people.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：リハビリテーション 福祉機器 遠隔医療 高次脳機能障害 地域 高齢者 作業療法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

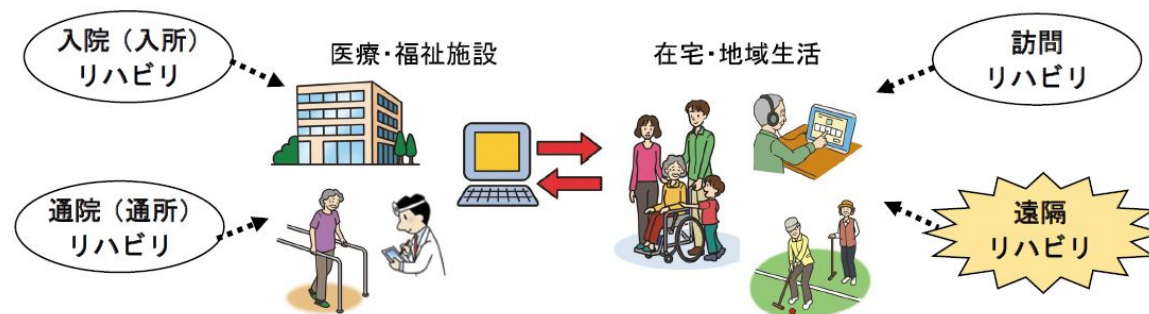
我が国では総人口の減少と高齢化率の上昇が著しく、2013年に25.1%の高齢化率は2035年に33.4%、2060年に39.9%となると推計されている(平成26年版高齢社会白書)。同時に、心身機能や生活の質 quality of life (QOL) を低下させる寝たきりや認知症等の障害が増加し(健康日本21)、平成25年度の国民医療費は40兆円610億円であった(厚生労働統計一覧)。要介護に至った原因第1位は脳血管障害(21.7%)であり(平成25年国民生活基礎調査)。その予防と病後のリハビリテーション(以下、リハビリ)の充実が今後一層求められる。急性期病院退院後の高い在宅復帰率を目指す近年の医療方針は、発症後早期から住み慣れた環境での生活を促進する利点がある一方で、長期の自宅療養生活を、安心して個々人にとってより健康的で快適なライフスタイルを維持するためのリハビリを含む支援体制は、質・量ともにまだ十分に整備されていない。

そのような中、2015年8月に厚生労働省より「遠隔医療」の解釈が明確化された。発症後に長期の経過を辿り、リハビリの対象となることが多い在宅脳血管障害療養患者においては、「情報通信機器を通して、運動機能、血圧、脈拍等の観察を行い、その療養上必要な継続的助言・指導を行うこと」と定義された。今後、情報通信技術 Information and Communication Technology (ICT) を導入した医療サービスの革新がさらに加速することが予想され、リハビリやヘルスケアの立場から QOL 向上のための支援の在り方、およびその学術的エビデンスを示すことは喫緊の課題と考えられる。

研究代表者は、作業療法士としてリハビリセンター等での臨床経験を積み、Virtual Reality(VR)技術を用いた日常生活における高次脳機能評価システムの開発にこれまで取り組んできた。その中で研究開発した機器は対面マンツーマンの従来式リハビリを遠隔リハビリへと繋ぐ先駆けたツールであったが、ユーザビリティや携帯性に課題が残り、対象者ニーズを発端とした機器開発ではなかったため、長期運用や流通の困難さという実用面での問題もあった。従って、本研究ではこれらの点を克服できるよう、他学問領域における「顧客ニーズに応じた商品・サービス開発」を重視した手法を採用することとした。先述の社会制度の改正も考慮し、医療施設内だけでなく生活圏内にて様々な活動(食事、排泄動作~買い物、就労まで)を行う人間の健康を遠隔から支えるという視点で本研究計画を立案した。

なお、現行のリハビリ形態は大きく3種類あり(下図 ~ を参照)4番目としての「遠隔リハビリ」が位置けられる。各々が長所と短所を有しており、これらの適切なコンビネーション、各実施内容と頻度の適当なバランスによって高い在宅生活のQOLが維持されると考えた。また、「遠隔リハビリ」は他のリハビリ形態ではこれまで提供できなかったニッチを充足する可能性があり、屋内外の生活圏内での活動に応じたリアルタイム支援を提供できると予想された。本課題では、作業療法の視点から遠隔リハビリ・ヘルスケアの方法や望ましい在り方を多角的に検討する。

	長所	短所
入院(入所)リハビリ	高頻度で集中的な機能訓練実施	自宅とは異なる環境での基礎訓練が中心
通院(通所)リハビリ	外出の機会となる	頻度が低く、短時間あるいは集団での訓練
訪問リハビリ	実際の生活環境での動作訓練実施	頻度が低く、限定された内容
遠隔リハビリ	自宅や生活圏内にて、自主訓練や生活行為に関する助言を療法士から得る	実場面に療法士がならず、徒手的な補助は受け難い



患者を支える4種のリハビリ

2. 研究の目的

本研究では、疾病発症により退院後も継続したリハビリテーションが必要となった人や、病気を予防している未病の人が、健康管理や心身の活動性維持に関する適切な助言等を得ながら、地域で長く快適に暮らすことを可能とする遠隔支援システム(情報通信機器・サービスを含む)を研究開発する。

3. 研究の方法

2016年度と2017年度は、遠隔医療・遠隔リハビリテーションに関する現在の国内外の状況について学術文献や研修会情報等から把握した上で、「記憶障害をもつ人に対する遠隔リハビリテーションの効果」に関する文献レビューを行い、報告した。また、現場ニーズを知るために、中核的なりハビリテーションセンターでの高次脳機能障害者の支援に携わる専門家とともに、円滑な社会復帰を目指す患者さんへのソーシャルスキルトレーニング(SST)の実施と支援者・当事者に対するヒアリングを行った。従来のメモ帳などの道具を用いた記憶障害への代償訓練における足りない点や、当事者が日常生活や就労場面で求められる内容について明らかとした。

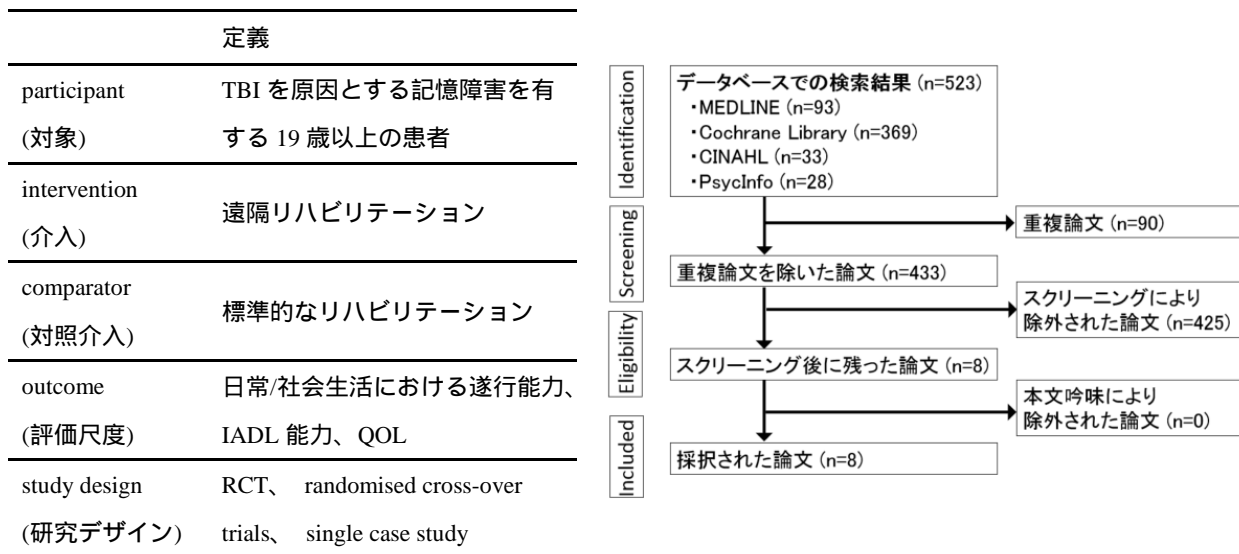
2018年度は、これまでに得た知見を基に遠隔リハビリテーションにおいて用いることのできる新たな3つの機器をデザイン、開発した。一つ目に、高次脳機能トレーニング用の Augmented Reality(AR)買い物タスクおよび VR 買い物タスクである。二つ目に、ある特定の物事の記憶を定着させるための Spaced Retrieval Training を実現するゲーム課題である。いずれも利便性の高いタブレット端末を用いて行うことができ、web を介して遠隔からもデータ記録・成績管理ができる仕様となっている。三つ目に、認知機能および手指機能の評価訓練用のデジタルペグボードである。これらを用いて予備的な評価実験を実施した。

4. 研究成果

(1) 「記憶障害をもつ人に対する遠隔リハビリテーションの効果」に関する文献レビュー

外傷性脳損傷(TBI)による記憶障害への遠隔リハビリテーションについてスコーピングレビューを行った。本研究における臨床疑問は PICOS format として下図(左)に示す。研究デザインは対象をランダムに割り付けした比較試験・クロスオーバー試験、およびシングルケース研究とした。対象は TBI による後天的脳損傷後に記憶障害を有する 19 歳以上の患者とした。ただし、対象疾患に TBI が含まれていれば脳損傷患者群に脳卒中など他の疾患が含まれていても可とした。年齢についても上記年齢条件を満たしていればより広い年代の者が含まれていても可とした。これによりスコーピングレビューとしての一定の質を担保した上で情報集約を行った。介入は遠隔リハビリテーションとし、対照介入は標準的なりハビリテーションとした。

本研究における「遠隔リハビリテーション」とは、専門家の指導のもと通信技術を活用して行われるリハビリテーションであり、そこで用いられる訓練方法が認知リハビリテーションに関する既存のエビデンスに基づいているものと定義した。検索結果 523 編(内重複 90 編)から、採択基準に従ってスクリーニングおよび批判的吟味を行った結果、8 編が採択された。フローダイアグラムを下図(右)に示す。



計 12 種類の介入が 8 編の研究より同定された。遠隔リハビリテーションに用いられた介入方法は 8 種類あり、パーソナルデジタルアシスタント、テレビを用いたプロンプト、Google calendar、インターネットカレンダー、携帯電話、電話によるエラーレスラーニング(Spaced Retrieval: SR) 訓練、ページャー、ボイスオーガナイザーであった。一方、その対照介入として用いられたものは 4 種類あり、非電子的なメモリーエイドを含む記憶の標準的リハビリテーション、プロンプトを与えない通常の練習、電子的日記、戦略の教示である。そのほとんどが、記憶障害を代償するリマインダー機能、あるいは定刻になると外部からの電話やプロンプトによって患者が訓練を円滑に開始することを促す機能を有していた。

複数編の報告から、遠隔による介入後において、決められたことがどれだけ遂行できたかといった課題の完了割合が有意に高いことがわかった。Lannin らの報告では、遠隔リハビリテーションにより機能的記憶目標のより高い達成率やもの忘れの出現頻度の改善が示された。Bourgeois によると、遠隔リハビリテーションを行った群は memory log が有意に高かった。

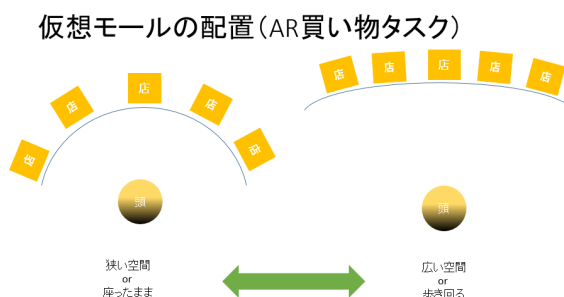
一方、Bergquist らの報告では、電子的カレンダー、電子的日記、それぞれを用いたオンライン療法を 30 セッション終了した時点において、記憶や行動に関するスコアの変化に両条件間で有意差はなかった。以上より、遠隔リハビリテーションは、TBI による記憶障害有する人が日常生活上の行動の問題を改善することが示され、情報通信機器は記憶低下を補完するための道具として有効であることが示唆される。ただし、評価指標によっては、エビデンスに基づき組み立てられた遠隔リハビリテーションと標準的なリハビリテーションとの間で介入後の変化に差がないものがあった。

(2) 遠隔リハビリテーション用の機器・アプリ開発

以下に示すように、大きく3つのツール開発を行った。いずれも web を介してログを記録、共有することができる仕様となっている。

AR 買い物タスク / VR 買い物タスク

AR 買い物タスクは、これまでに申請者らが報告した Virtual Shopping Test(VST) (Okahashi 2013)について機能性を向上させるため iPad で使用可能な iOS アプリケーションへと改良した VR 買い物タスクを基盤とする。AR の実現には、Apple 社が提供する「ARKit」を用い地面を認識することで、その上に仮想モールを出現させた。仮想モールの移動や店舗の選択には、これまでの移動ボタンを廃止し、タブレットを把持した状態で移動や方向転換を行い、カメラに映る風景を変化させる事で実現した。仮想モールには被験者からみて前方に囲むように緩やかな円状に異なる 2~4 つの店舗が並んでいる。その中でターゲットである店舗を探して選び、あらかじめ記憶した複数個の買い物課題を行う。仮想モール内では、雑踏や店の入退店音の環境音が鳴るよう設定されている。レジでの金銭支払い場面もあり、課題終了後には事前に覚えた買い物メモの内容、購入品、所要時間、使用額と残額が表示されるとともに、時系列の画面操作はログとして記録される。AR 買い物タスクの各画面例とモールの配置を下図に示す。なお、記録される主要項目は開始から終了までの所要時間、店内滞在時間、ヒントを参照した回数である。新規の AR 版と従来の VR 版とを用いて対象者の動作評価を中心に比較検証した。



軽度の認知機能低下を呈する高齢者においては、両課題ともに取り組むことができた。試行を通して、以下のような各タスクの特性が考察された。

AR 買い物タスク：被験者は体を回旋したり両上肢でタブレットを持ち上げたりしながら、課題を施行する。本人の周囲のあらゆる角度において主体的な探索行動を行える利点がある。立位で歩行しながら店舗を探し入店することもでき、認知課題と並行した応用歩行訓練としての利用可能性がある。施行時の留意点としては、両手で把持したタブレットの重さが過負荷でないかや、手から落下しないデバイスの工夫が挙げられる。また、立位・座位バランス不良の被験者においては、回転式の肘掛け付き椅子に座って実施する等の転倒防止への配慮を要する。店の探索が VR 版より直感的な操作で行え、楽しみながら身体活動を促す二重課題となり得る。

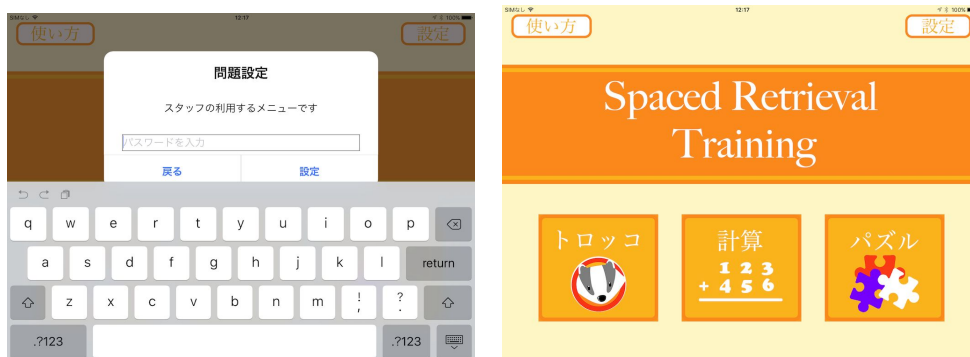
VR 買い物タスク：本実験で使用したものは左右 10 店舗、計 20 店舗ある仮想商店街であった。被験者は事前に地図を見て計画し、並立する多数の店舗から特定の店を選んで効率よく立ち寄る順番を考える必要があった。施行中に被験者は店舗を探すために、注意を払い画面全体をよく見る様子が観察された。しかし、ターゲットとなる店の前を通り過ぎ、検者がヒントを出して誘導することが複数回あった。全身でみた身体運動は少ないが、視覚的な妨害刺激が AR 版より多く存在し、より難易度の高い計画力や注意力をトレーニングするための課題を提供しやすいと考えられた。

Spaced Retrieval Training アプリ

記憶のリハビリテーションにおいてはいくつかの介入方法があるが、直接的な治療的訓練としては単純反復訓練やエラーレス学習などが挙げられる。その中で、間隔伸張法 (Spaced Retrieval; SR) に着目し、これをホームトレーニングとしても取り組みやすいようなアプリを開発した。これまでの記憶障害患者を対象としたヒアリング調査では、職場での覚えなくてはならないルールや人の名前など、個別性が高いことがわかった。またゲーム感覚でタブレットやスマホを用いて行えることは特に若年の患者層にとって受け入れやすいと考えられた。よって、以下の点を兼ね備えたものとした。 質問・解答・選択肢の全てを対象者一人一人に合わせて

自由に設定できること、必要に応じて画像や文字による視覚情報が付加できること、SR中の空き時間をパズルや計算などのゲームで有効活用する機能を搭載することである。

若年～高齢者まで広い年齢層に対する iPad を用いた予備的実験においては、各年代において適用の可能性が示唆された。



デジタルペグボード

2017年度より京都大学で行われている『臨床現場ニーズ起点の医療機器系起業家育成プログラム』HiDEP (Healthcare Innovation Design Entrepreneurship Program) と連携して取り組んだテーマである。リハビリ現場の見学と作業療法士へのヒアリングを通し、大学院生・研究者・企業人から成るチームでまず以下の事項に絞り込んだ。リハビリ患者のモチベーションを高め、作業療法士の負担を軽減するペグボード(手指の動きを練習するためのリハビリ用具)が欲しいというニーズに対し、これを電子化し、有効性、利便性、ゲーム性を高めたペグボードをソリューションとして提案する。デジタル化する上では、結果の自動記録や経過の数値データの見やすさ、通信機能を搭載することを視野に入れて開発した。現在、プロトタイプは完成しており、特許出願中である。

(3) 将来の展望

まず、記憶障害への遠隔リハビリテーションに関するスコーピングレビューを通して、水準の高い研究が十分に多く行われている状況ではなく、研究間の方法論的異質性も大きいことがわかった。今後この分野の研究進展のためには、方法的水準の高い介入研究を実践し、それらについてメタアナリシスを行うことが課題となる。次に、AR版タスクとVR版タスクの各特性が示されたことから、今後は症例数を増やし検証しさらに整理し直し、各タスクを対象者の認知・身体レベルに適した難易度で提供できることを目標として進めたい。さいごに、本課題で開発した全てのツールはwebを介した利用を想定しているため、臨床実験に継続して取り組む予定である。在宅や施設に居ながらにして遠隔の医療者・専門家より指導を得られる「遠隔リハビリテーション・ヘルスケア」の発展を支える基盤的な知見を積み上げてゆきたい。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計7件)

岡橋さやか, 淺野真琴, 生島悠貴, 諏訪敏幸, 二木淑子. 外傷性脳損傷による記憶障害への遠隔リハビリテーション: スコーピングレビュー. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 査読有, 20巻2号, 2018, 153-162. DOI: 10.11184/his.20.2_153

西口真由, **岡橋さやか**, 二木淑子. 地域在住高齢者と若年者における普通の買い物状況と支払い動作の比較. 健康科学: 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要, 査読無, 13巻, 2018, 4-9. DOI: 10.14989/233166

Lersilp S, Putthinoi S, **Okahashi S**. Information Management for the Assistive Technology Provision in Community: Perspectives of Local Policymakers and Health Service Providers. Occupational Therapy International, 査読有, 2018, 1-5. DOI: 10.1155/2018/8019283

Sakai H, Nagano A, Seki K, **Okahashi S**, Kojima M, Luo Z. Development of a cognitive function test using virtual reality technology: examination in healthy participants. Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition, 査読有, 2017, 1-15. DOI: 10.1080/13825585.2017.1351916

Okahashi S, Mizumoto H, Komae A, Ueno K, Yokoyama M, Nagano A, Seki K, Futaki T, Luo Z. Assessment of convalescent brain-damaged patients using a virtual shopping test with different task difficulties. Journal of Pain Management, 査読有, 9巻3号, 2016, 301-310.

Yamaguchi N, **Okahashi S**, Sewo Sampaio PY, Futaki. Prefrontal Cortex Activation during Writing and Hand-Shape Changing Dual-Task Performance: A Near-Infrared Spectroscopy Study. Asian Journal of Occupational Therapy, 査読有, 12巻1号, 2016, 53-60. DOI: http://doi.org/10.11596/asiajot.12.53

小島麻木, **岡橋さやか**, 羅志偉, 長野明紀, 酒井弘美, 関啓子. Virtual Reality (VR)技術を

〔学会発表〕(計 12 件)

岡橋さやか, 澤田砂織, 木下彩栄. VR/AR の高次脳機能リハビリテーションへの応用. 第 58 回日本生体医工学会大会. 2019 年 6 月. 沖縄コンベンションセンター (沖縄県)

岡橋さやか, 澤田砂織. タブレット型 AR 買い物タスクによる認知リハビリテーション. 第 63 回システム制御情報学会研究発表講演会. 2019 年 5 月. 中央電気倶楽部 (大阪府)

山口太郎, 内海潤, **岡橋さやか**, 山本博一, 寺西豊. 臨床現場ニーズ起点の医療機器開発プログラムの実践と課題 - 京都大学「HiDEP」の取組み -. 研究・イノベーション学会第 33 回年次学術大会. 2018 年 10 月. 東京大学 (東京都)

岡橋さやか, 澤田砂織, 関谷眞子, 坂本憲太, 木下彩栄. Virtual Reality を利用した日常生活の認知症スクリーニング. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2018. 2018 年 9 月. 筑波大学 (茨城県)

勝矢千景, 上岡恭世, 河地睦美, 植村紀子, **岡橋さやか**, 平林秀裕. 高次脳機能障害者へのソーシャルスキルトレーニング (SST) を用いた取り組み. 第 41 回日本高次脳機能障害学会学術総会. 2017 年 12 月. 大宮ソニックシティ (埼玉県)

岡橋さやか, 浅野真琴, 生島悠貴, 二木淑子. 外傷性脳損傷による記憶障害への遠隔リハビリの効果: システムティックレビュー. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017. 2017 年 9 月. 大阪工業大学 (大阪府)

岡橋さやか, 澤田砂織, 田中朋子. 高次脳機能トレーニングのための Virtual Shopping アプリ開発. 第 17 回日本 VR 医学会学術大会. 2017 年 8 月. 芝浦工業大学 (東京都)

岡橋さやか, 生島悠貴, 二木淑子. 瞬目率による英語映像教材視聴中の集中度の検討. 第 40 回日本高次脳機能障害学会学術総会. 2016 年 11 月. キッセイ文化ホール・長野市総合体育館 (長野県)

Okahashi S, Watanabe R, Luo Z, Futaki T. Eyeblink rate during a virtual shopping game performance for cognitive rehabilitation. 2016 年 9 月. ロサンゼルス (米国)

横山陽子, **岡橋さやか**, 小川真寛, 二木淑子. 中核症状の純粋失読へのアプローチにより趣味活動再獲得に至った脳梗塞一症例. 第 50 回日本作業療法学会. 2016 年 9 月. ロイトン札幌 (北海道)

石田敦子, 小山真紀, **岡橋さやか**, 高橋央明, 二木淑子. Kinect を用いた高齢者の IADL 遂行能力の定性・定量的指標化に向けた予備的研究—紅茶課題から—. 第 50 回日本作業療法学会. 2016 年 9 月. ロイトン札幌 (北海道)

二木淑子, **岡橋さやか**, 小山真紀. 生活能力バーチャル評価システムに関する探索的研究 - 点打ち課題の動作特性に着目して -. 第 31 回日本老年精神医学会. 2016 年 6 月. 金沢歌劇座 (石川県)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: 認知機能及び手指運動機能の評価訓練用の電子ペグシステム

発明者: **岡橋さやか**, 橋谷文貴, 井手慎吾, 菅野明弘, 内海潤, 草場哲, 山口太郎

権利者: 一般社団法人 芝蘭会

種類: 特許

番号: 特願 2019-083343

出願年: 平成 31 年

国内外の別: 国内

〔その他〕

京都大学教育研究活動データベース

<https://kyouindb.iimc.kyoto-u.ac.jp/j/yX9xZ>

6. 研究組織

(1) 研究協力者

研究協力者氏名: 澤田 砂織

ローマ字氏名: (SAWADA, saori)