

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：34417

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K19363

研究課題名（和文）Mixed Reality技術を応用した新たな3次元認知機能課題の開発

研究課題名（英文）Development of a new cognitive-function test based on mixed reality for the assessment of cognitive impairment

研究代表者

田口 周（TAGUCHI, Meguru）

関西医科大学・医学部・助教

研究者番号：40786191

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：COVID-19の影響で予定していた縦断的研究の実施が難しかったため、研究計画を変更して横断的評価を実施した。地域在住高齢者35名を対象に数字抹消課題と花道課題を施行し、従来の神経心理学的検査との相関を評価した。その結果、数字抹消課題においてオブジェクトを120°の範囲で展開させた場合に、課題完遂の所要時間はTMT-Aの所要時間と有意な相関が見られた。全身麻酔後の高齢入院患者に対する報告者の先行研究では、数字抹消課題の所要時間はTMT-Bの所要時間と相関していた。これらより、同じ数字抹消課題でも、入院や手術といった認知機能へ負荷がかかることによって要求される認知機能が異なることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認知機能低下に対する早期発見の成否において、3次元空間である実生活での認知機能を反映し、課題に対する被検者の関心を高めることでスクリーニング検査の実施を容易とする新たな認知課題の開発が望まれる。本研究では、共同開発したMR認知課題が地域在住高齢者において従来の神経心理学的検査と相関することが明らかとなった。また、同様のMR認知機能課題でも、入院および全身麻酔手術後の高齢者では異なる認知機能を要していることが示唆され、新たなMR認知課題の特性が考えられた。

研究成果の概要（英文）：Because the planned longitudinal study was difficult due to COVID-19, the study design was changed to a cross-sectional evaluation. Mixed Reality (MR) based cognitive tasks (cancellation task and flower-pick up task) were performed by 35 community-dwelling older adults, and their correlations with conventional neuropsychological tests were evaluated. The results showed that the time required to complete the MR cancellation task was significantly correlated with the time required for TMT-A. In my previous study of elderly hospitalized patients after general anesthesia, the time required to complete the MR-cancellation task correlated with the time required for the TMT-B. These results suggest that the same MR-cancellation task requires different cognitive functions due to the strain on cognitive functions caused by, for example, hospitalization or surgery.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：Mixed Reality 認知機能課題 認知機能評価

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国は超高齢社会に直面しており、様々な社会的問題が生じている。超高齢社会の主な問題点として認知症患者の増加が挙げられるが、我が国の介護保険法において、要支援または要介護と認定された者の介護が必要となった原因として、2016年には認知症が脳血管疾患を抜き去り第1位となった¹⁾。認知症患者の増加によって医療及び介護の負担は増加し、社会保障費の更なる増大に結びつく。このように、認知症の発症予防あるいは発症遅延を目指した対策を講ずることは、社会的側面のみならず医療・介護経済的にも喫緊の課題となっている。

認知症対策において認知機能低下の早期発見および早期治療は重要と考えられるが、認知機能のスクリーニング課題やトレーニング課題は主に机上での紙面上で行われ、被検者の課題への興味が低いことから課題への嫌悪感が生じ、課題の完遂が困難となるケースが散見される。そのため、認知機能低下の早期発見を目的としたスクリーニング検査の実施や、認知機能低下の進行予防を目的とした認知機能トレーニングの継続を円滑にするために、認知機能課題への興味が被検者に持たせることができる新たな認知課題の開発が望まれる。また、認知機能は加齢に伴って低下するが、低下しやすい認知機能と低下しにくい認知機能がある。例えば、前者の一つとして、物体の位置・方向・姿勢・大きさ・形状・間隔など、物体が3次元空間に占めている状態や関係を迅速かつ正確に把握および認識する能力である視空間認知機能が挙げられる。これが低下すると、視覚情報を3次元的に理解できなくなったり、自分と周囲環境との位置関係がわからなくなったりなどの弊害が出現する。それらの結果、3次元的に今まで目印にしていたものを把握できなくなるために道に迷いやすくなり、進行すると徘徊に至る可能性が増加する。現在、視空間認知機能の検査及び訓練として一般的に使用されている図形模写試験や地図道順試験などは、いずれも課題難度が高くないため、これらの検査で視空間認知機能の低下が検出された時点では、すでに機能低下が進行している可能性が高く、望ましい介入時期を逸する危険性がある。さらに、これらは検査用紙上の2次元空間での机上検査であるため、3次元的な現実世界における視空間認知機能を正確に評価できているかについて疑問視されている。そのため、高齢者の視空間認知機能の正確な評価、そして視空間認知機能を賦活するトレーニングは高齢者の認知機能および生活の質(Quality of Life: QOL)を保つために非常に重要と考えられる。また、このような専門性の高い認知課題を、熟練した医療スタッフを必要とせず、介護施設や在宅において家族や介護スタッフだけで実施ができることは、認知症対策の面で理想的だと考えられる。

近年、Virtual Reality(以下、VR)およびAugmented Reality(以下、AR)と呼ばれる技術が多く分野で応用されている。VRでは現実空間の映像もしくはコンピューターが作成した人工映像をヘッドマウントディスプレイへ映し出すことによって、ユーザーを映し出された仮想現実の中に存在しているかのように没入させることができる。ARでは、GPSなどによる位置情報やQRコードといったマーカーがトリガーとして用いられ、ARデバイスのディスプレイにデジタルコンテンツが重ね合って表示されることによって、現実世界を拡張する。これらの先端技術はエンターテインメントや教育の場だけに留まらず、医療分野にも応用されている。一方、これらに加えて、現実世界と仮想世界を融合させる技術であるMixed Reality(以下、MR)も多様な領域で新たに応用されつつある。MRデバイスであるMicrosoft社のHoloLens 2では、ヘッドマウントディスプレイに備えられた精密なハードウェアセンサーが画像処理を行うことにより現実世界を認識し、デジタルコンテンツが現実世界に組み込まれたように透過型ディスプレイへ表示される。VRではユーザーへ優れた没入感を与えるために視覚情報は全てデジタルコンテンツである一方で、MRでは現実空間の視覚情報が透過型ディスプレイを通して直接保たれる点が異なる。また、ARではデジタルコンテンツが画面上に重複して表示されているに過ぎないが、MRではヘッドマウントディスプレイの高精度センサーによってユーザーがデジタルコンテンツへ直接干渉することが可能となっている。このような性質を有するMRを応用することによって、3次元的な現実空間上で認知課題を行うことができ、ゲーム感覚で課題を実施できるため被検者の関心を高めることが期待される。

2. 研究の目的

MR認知課題は既に共同開発できており、本来であれば高齢者を対象とした縦断的な治療効果を検証したかったが、COVID-19の影響もあって縦断的な治療効果の検証がなかなか進まなかった。そのため、MR認知課題が従来の机上での神経心理学的検査や身体運動機能評価とどのように関連しているかについて横断的に評価し、MR認知課題の特性および認知機能評価としての妥当性について検証した。

3. 研究の方法

(1) 対象

対象は65歳以上で自宅生活をしており、研究への参加に同意を得られた地域在住高齢者とした。認知障害または言語障害のため課題理解が困難な者と、視覚障害や前庭機能障害を有する者は除外した。

(2) 方法

全ての被験者に Mini Mental State Examination 日本版、Montreal Cognitive Assessment 日本版、Trail Making Test 日本版 (以下、TMT-J)、Tapping Span テスト、MR 認知課題、Timed Up & Go Test (以下、TUG) を実施した。MR 認知課題には、数字抹消課題と花道課題を採用した。MR 数字抹消課題と MR 花道課題における被験者からの視点を図 1 に示す。本研究における MR デバイスとして採用した HoloLens 2 では、ヘッドマウントディスプレイに備えられた精密なハードウェアセンサーによって現実世界が認識され、現実世界に組み込まれたように CG オブジェクトが透過型ディスプレイに映し出される。MR 数字抹消課題では、数字が記された赤玉が空間上に展開され、座位の状態ではリーチ動作によって直接手で触れるか注視することで順に抹消していく。赤玉を展開する範囲は水平方向 120° と 180° の 2 パターンで設定し、抹消方法はリーチ動作と注視の 2 パターンを設定し、合計 4 パターンを 2 セット実施した。MR 花道課題では仮想的に配置された壁の間を歩きながら、壁上に配置された花のうち、指定された色の花のみをリーチ動作によって直接手で摘み取るか注視することで抹消する。正解オブジェクト 2 色、不正解オブジェクト 2 色とするパターンと、正解オブジェクト 3 色、不正解オブジェクト 1 色とするパターンの 2 パターンを設定し、数字抹消課題と同様に抹消方法はリーチ動作と注視の 2 パターンを設定し、合計 4 パターンを 2 セット実施した。それぞれの MR 認知課題の完遂に要した時間を記録した。全ての測定を終えた後に、MR もの探し課題と従来の机上での神経心理学的検査と TUG の関連性を検討した。

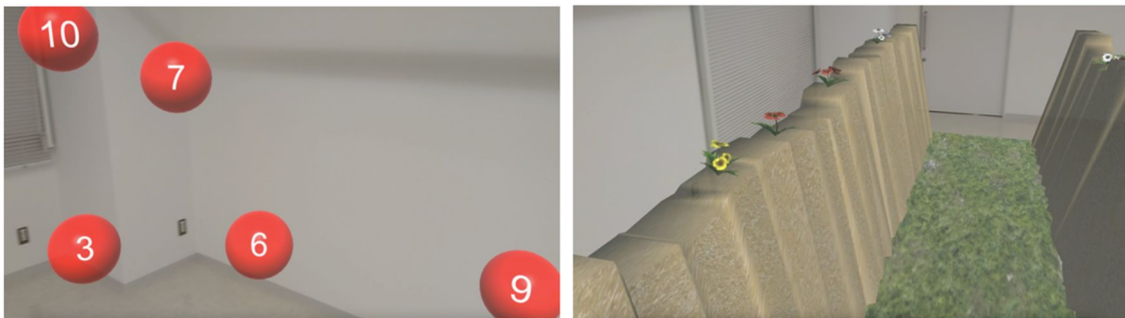


図 1 MR 認知課題における被験者からの視点 (左: 数字抹消課題、右: 花道課題)

(3) 解析

解析に関しては、Shapiro-Wilk 検定で正規性について検討し、MR 認知課題の所要時間と従来の神経心理学的検査および TUG との相関を Spearman の順位相関係数で評価した。統計解析には SPSS (ver.28.0.0.0) を用い、有意水準は 5%未満とした。

(4) 倫理

本研究は院内の研究倫理審査委員会の承諾を得て、被験者へ本研究の目的、方法、倫理的配慮などを説明し、書面で同意を得た。

4. 研究成果

被験者数は 35 名であり、平均年齢は 71.1 歳、男性 14 名女性 21 名であった。MR 数字抹消課題の所要時間と TMT-J partA の所要時間との相関を表 1 に示す。MR 数字抹消課題の所要時間は赤玉の展開範囲を 120° とした際に TMT-J partA と有意な正の相関が見られた。また、MR 花道課題の所要時間は、正解オブジェクトを 2 色、不正解オブジェクト 2 色、抹消方法を注視とした際にのみ TMT-J partA と有意な正の相関を示した ($p=0.012$, $r=.420$)。TUG については、MR 数字抹消課題および MR 花道課題のいずれでも有意な相関はなかった。全身麻酔後の高齢入院患者に対する報告者の先行研究では、MR 数字抹消課題の所要時間は TMT-J partB の所要時間と相関していた。これらより、同じ MR 数字抹消課題でも、入院や手術といった認知機能へ負荷がかかることによって要求される認知機能が異なることが示唆され、新たな MR 認知課題の特性が考えられた。

表 1 MR 数字抹消課題の所要時間と TMT-J partA との相関

抹消方法	赤玉の展開範囲	Spearman の順位相関係数	p 値
触れる	120° 1 回目	.451	.007
	120° 2 回目	.454	.006
	120° 平均	.496	.002
注視	120° 1 回目	.629	.001 未満
	120° 2 回目	.628	.001 未満
	120° 平均	.686	.001 未満

< 引用文献 >

- 1) 厚生労働省：平成 28 年国民生活基礎調査の概況、2017。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------