

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01508

研究課題名(和文) 三次元VR環境による新しい半側空間無視の評価・訓練システムの開発と有用性の検討

研究課題名(英文) Development of new evaluation / training system for unilateral spatial neglect in a 3D VR environment

研究代表者

東 登志夫 (HIGASHI, Toshio)

長崎大学・医歯薬学総合研究科(保健学科)・教授

研究者番号：40244090

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、三次元仮想現実によるプリズム適応システム(VRPAシステム)を開発し、その有用性を検討することである。開発されたシステムは、三次元virtual reality下で反復的な到達課題を実行し、半側空間無視(USN)の患者の評価・治療を行うことを可能にするものである。本システムによるプリズムの適応を、健康な成人10名とUSN患者5名で検討した結果、本システムは有用であ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

本研究の成果は、従来の半側空間無視(USN)に対するPA療法における課題を解決する方法につながるものであり、PA療法の標準化に繋がる研究への発展も期待できる。USNは、脳卒中による高次脳機能障害の代表的な病態であることから、USNに対するリハビリテーションの発展は、それに苦しむ多くの対象者のQOLの向上に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a prism adaptation system (VRPA system) by three-dimensional virtual reality and examine its usefulness. The developed system allows to perform repetitive target reaching tasks under 3D virtual reality and to evaluate and treat patients with Unilateral Spatial Neglect (USN). As a result of examining the adaptation of the prism by this system in 10 healthy adults and 5 USN patients, the usefulness of this system was suggested.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：三次元VR 半側空間無視 プリズム順応 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

半側空間無視 (Unilateral spatial neglect; USN) とは要素的な感覚障害や運動障害を持たないにも関わらず、大脳半球病巣の反対側の様々な刺激に対して気付かない病態である。USN の症状は、日常生活の様々な場面に影響を及ぼすため、その評価と治療は脳卒中リハビリテーションにおける重要な課題となっている。現在 USN 症状に対する効果が期待されているリハビリテーションの介入方法の一つにプリズム順応療法 (PA 療法) がある。その効果については、即時効果だけでなく、効果の持続性を証明した報告もみられる。PA 療法とは、対象者に視野を偏倚させるプリズム眼鏡を装着した状態で、ターゲットに対する到達運動 (リーチ動作) を反復させることでシフトした視覚に到達運動を順応させ、プリズム眼鏡をはずした後に USN の改善が認められるというものである。しかしながら、この PA 療法における視野の偏倚に関しては、通常 10 度もしくは 20 度に設定した報告が多いが、USN 症状の程度による適切な偏倚角度については十分に検討されていない状況にある。また、ターゲットに対する到達運動の反復は、対象者にとって退屈な単純課題であり、対象者の訓練意欲が持続する様な何らかの工夫が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、この PA 療法の課題を解決する方法として、三次元 Virtual Reality (VR) によるプリズム順応システム (以下、VRPA システム) を開発しその有用性を検討することである。

3. 研究の方法

(1) VRPA システムの開発

本システムは、ヘッドマウントディスプレイによる没入型の仮想現実の中で、従来のプリズム眼鏡による PA 療法と同様に、ターゲットに対する到達運動 (リーチ動作) を反復させる仕様とした。システム構成は、VR 環境で用いるヘッドマウントディスプレイには Oculus Rift (Oculus 社)、手の動きを検出するセンサーには、Oculus touch (Oculus 社) を採用し、Unity (Unity technology) でプログラミングした。

(2) VRPA システムの妥当性の検証

健常成人での検討

VRPA システムによるプリズム順応の妥当性を検証する目的で、健常成人を対象に VRPA システムによる PA とプリズム眼鏡での PA との比較検討を行った。

対象者は右利きの健常成人 10 名 (平均年齢: 26.2 ± 5.0 歳、男性 5 名、女性 5 名) とし、課題設定は、円弧状に並んだ 3 つのターゲットに向かって到達運動 (リーチ動作) する動作とし VRPA 条件とプリズム眼鏡条件の 2 条件 (偏倚角度を右方向 20 diopter に設定) で PA 効果を比較検討した。2 条件の実施は、最低 1 週間の間隔をあげ、実施順序はカウンターバランスをとった。尚、ポインティング動作は右上肢の軌跡が見えないように設定し、プリズム眼鏡条件では示指、VRPA 条件では Oculus touch にて 96 試行実施した。評価指標には、閉眼で自身の正中を指し示す Open loop pointing test (OLP test)、線分二等分課題 (10 試行)、二分された直線が右と左どちらにずれているように見えるかを口頭で答えるランドマーク課題 (16 試行) を用いた。統計解析には対応のある t 検定及び一元配置分散分析を実施した。

USN 患者での検討

USN 患者を対象に VRPA システムによる PA 効果の検証を行った。

対象者は、USN を呈する脳卒中患者 5 名 (平均年齢: 70.6 ± 8.9 歳、男性 3 名、女性 2 名) とした。対象者に対して VRPA システムでの PA 介入を行い、PA 前、PA 後、PA2 時間後の OLP test 及び Behavioural inattention test (BIT) のデータを比較検討した。尚、VRPA の設定は、健常成人の実験と同設定とした。

4. 研究成果

(1) VRPA システム (図 1)

今回開発した VRPA システムは、PA 療法中のプリズムの角度、ターゲットまでの距離、高さ、数、ターゲットの移動時間等を自由に設定することが可能となっている (図 2)。

また動作時は、円弧状に配列した球体が順を追って赤紫となり、被験者はその赤紫のターゲットに対して、手に持ったセンサー (表示上は、ターゲットと同じ青い球体) が重なり合うように到達運動 (リーチ動作) を反復する (図 3)。この際、1 試行毎にターゲットに対して、どれくらい誤差が生じていたかを評価し、記録することも可能なシステムとなっている。



図 1 VRPA システム

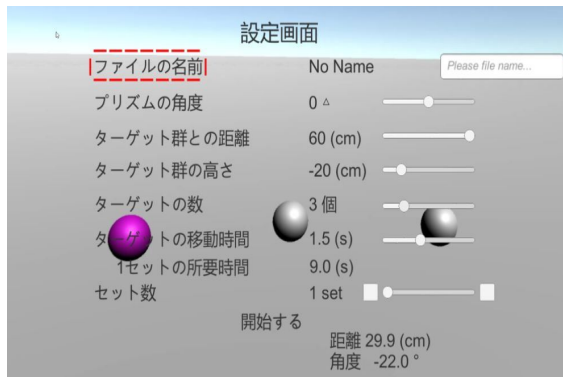


図2 設定画面

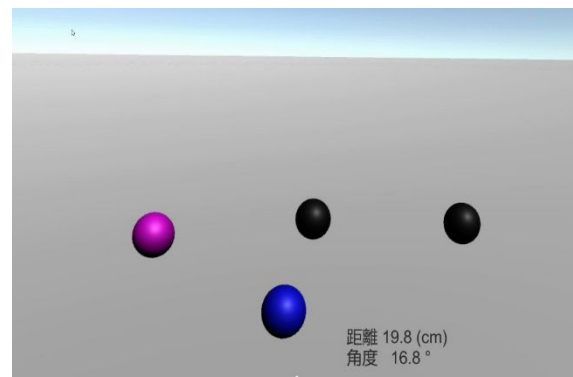


図3 動作画面

(2) 健常成人における PA 効果

両条件（VRPA、プリズム眼鏡）による PA 介入によって、OLP test の結果は、10 名全員が左に偏位し、そのズレ量は両群において有意差が認められなかった（図 4）。また、線分二等分線課題とランドマーク課題は、両条件ともに PA 前後において有意差な変化は認められなかった。

このことから、VRPA は従来から PA 療法に用いられているプリズム眼鏡と同等の PA 効果を期待できることが示唆された。

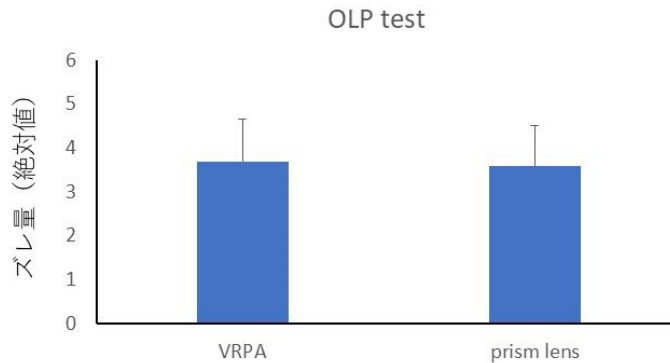


図4 OLP test (健常成人)

(3) USN 患者における PA 効果

VRPA システムを用いて PA 介入を行った結果、OLP test において PA 後には、5 名全員が左方向への偏位が生じた（図 5）。また、BIT の Total Score においても、効果の程度には差があるもの 5 名全員が PA 後に向上が認められた（図 6）。

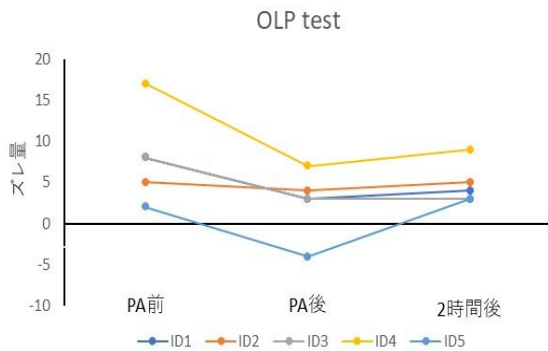


図5 OLP test (USN 患者)

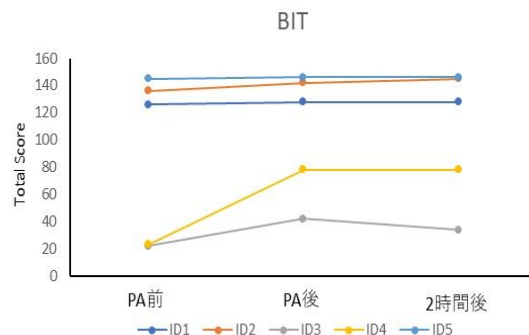


図6 BIT (USN 患者)

(4) まとめ

以上の結果より、VRPA システムは、これまで一般的に PA 療法に使用されてきたプリズム眼鏡と比較して、非常にフレキシブルな設定が可能で、PA 中のデータを記録、保存が可能だけでなく、プリズム眼鏡と同等の PA 効果を期待できることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yamamoto I, Matsui M, Higashi T, Iso N, Hachisuka K, Hachisuka A	4. 巻 30(8)
2. 論文標題 Wrist Rehabilitation Robot System and Its Effectiveness for Patients.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1825-1831
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18494/SAM.2018.1901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakashima A, Ishizaka S, Hamaue Y, Kuriyama A, Kataoka H, Nakashima R, Koizumi T, Shimizu T, Ryu N, Higashi T	4. 巻 31
2. 論文標題 Fractional Anisotropy and Tractography in Diffusion Tensor Imaging for the Prediction of Upper Limb Motor Recovery After Stroke.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Health Science Research	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hasegawa T, Miyata H, Nishi K, Sagari A, Moriuchi T, Matsuo T, Tabira T, Higashi T	4. 巻 34
2. 論文標題 Somatosensory cortex excitability changes due to differences in instruction conditions of motor imagery	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Somatosensory & Motor Research	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/08990220.2017.1368476	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakashima A, Moriuchi T, Mitsunaga W, Yonezawa T, Kataoka H, Nakashima R, Koizumi T, Shimizu T, Ryu N, Higashi T	4. 巻 29
2. 論文標題 Prediction of prognosis of upper-extremity function following stroke-related paralysis using brain imaging	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1438~1443
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/29.1438	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Moriuchi T, Matsuda D, Nakamura J, Matsuo T, Nakashima A, Mitsunaga W, Hasegawa T, Ikio Y, Koyanagi M, Higashi T	4. 巻 11
2. 論文標題 Changing Artificial Playback Speed and Real Movement Velocity Do Not Differentially Influence the Excitability of Primary Motor Cortex during Observation of a Repetitive Finger Movement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2017.00546	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Akira Fuji, Makoto Fujimura and Toshio Higashi
2. 発表標題 Virtual Environment of Prism Adaptation for Unilateral Spatial Neglect
3. 学会等名 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 光永 清, 山口良太, 清水希, 東登志夫
2. 発表標題 脳卒中後抑うつとApathyが身体活動量に及ぼす影響について
3. 学会等名 第52回日本作業療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松尾萌美, 東登志夫, 磯直樹, 藤原謙吾, 森内剛史
2. 発表標題 食事動作の運動イメージ中における局所的脳血流動態に関する研究
3. 学会等名 第52回日本作業療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田麻和, 小柳昌彦, 川口末世, 佐藤結希, 東登志夫
2. 発表標題 上肢のジェスチャーに焦点を当てた失行評価STGSの信頼性・妥当性の検証
3. 学会等名 第52回日本作業療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口良太, 光永済, 森内剛史, 磯直樹, 小柳昌彦, 藤原謙吾, 東登志夫, 辻野彰
2. 発表標題 急性期脳卒中患者における麻痺側による運動イメージ想起能力の違いについて
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森内剛史, 松田大輝, 中島輝, 光永済, 藤原謙吾, 山口良太, 松尾崇史, 磯直樹, 東登志夫
2. 発表標題 運動イメージ鮮明度評価は運動イメージ中の皮質脊髄路の興奮性を反映する
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 磯直樹, 藤原謙吾, 松尾萌美, 森内剛史, 中島輝, 松田大輝, 光永済, 磯ふみ子, 東登志夫
2. 発表標題 NIRS を用いた運動イメージ課題中の局所的脳血流動態変化と課題の習熟度との関係
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Fujimura, Kazuya Nakatomi, Akira Fujii and Toshio Higashi
2. 発表標題 Problem of Pointing Target in Virtual Environment for Prism Adaptation
3. 学会等名 2019 IEEE 1st Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤村誠, 井上一暉, 藤井秋希良, 東登志夫
2. 発表標題 半側空間無視症状の評価支援システムの一検討
3. 学会等名 第92回福祉情報工学研究会 (北九州)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中将斗, 松山周平, 藤村誠, 東登志夫, 小林透
2. 発表標題 片麻痺手指のリハビリテーション支援システムにおけるLeap Motionの適用
3. 学会等名 第92回福祉情報工学研究会 (北九州)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松尾崇史, 山口洋一, 森内剛史, 田平隆行, 東登志夫
2. 発表標題 半側空間無視に対するプリズム順応療法が音源定位能力に与える即時効果 ずれの方向性に着目して
3. 学会等名 第51回日本作業療法学会 (東京)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小柳昌彦, 山田麻和, 東登志夫, 辻畑光宏
2. 発表標題 脳卒中患者の抑うつ症状と局所脳血流の関係
3. 学会等名 第51回日本作業療法学会(東京)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田麻和, 小柳昌彦, 川口末世, 佐藤結希, 東登志夫
2. 発表標題 上肢のジェスチャー障害に焦点を当てた新しい失行評価の開発
3. 学会等名 第51回日本作業療法学会(東京)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田大輝, 森内剛史, 中村次郎, 藤原謙吾, 東登志夫
2. 発表標題 TMSを用いたフィードバックによるメンタルプラクティスの増強効果
3. 学会等名 第51回日本作業療法学会(東京)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 磯直樹, 藤原謙吾, 中島輝, 長谷川隆史, 小柳昌彦, 松尾萌美, 磯ふみ子, 東登志夫
2. 発表標題 運動イメージ中の局所的脳血流動態と運動習熟度及び運動イメージ鮮明度との関係
3. 学会等名 第11回日本作業療法研究会学会学術大会(大阪)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤原謙吾, 柴田昌知, 中島輝, 光永済, 森内剛史, 磯直樹, 東登志夫
2. 発表標題 運動イメージ中の脳血流動態を指標とした脳卒中上肢機能の予後予測
3. 学会等名 第11回日本作業療法研究学会学術大会(大阪)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森内剛史, 松田大輝, 中村次郎, 松尾崇史, 光永済, 米澤武人, 荻岐尾優太, 東登志夫
2. 発表標題 提示映像の速度条件の違いが運動観察中の一次運動野の興奮性に与える影響について - 実動作速度条件と再生速度条件の比較 -
3. 学会等名 第11回日本作業療法研究学会学術大会(大阪)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島輝, 森内剛史, 藤原謙吾, 光永済, 松尾崇史, 磯直樹, 小泉徹児, 東登志夫
2. 発表標題 急性期脳卒中患者における voxel-based morphometry と麻痺側上肢機能の関係
3. 学会等名 第11回日本作業療法研究学会学術大会(大阪)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

HIGASHI.lab http://www2.am.nagasaki-u.ac.jp/higashi-lab/1top/top2.html HIGASHI.lab http://www2.am.nagasaki-u.ac.jp/higashi-lab/1top/top2.html
--

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
研究分担者	藤村 誠 (FUJIMURA Makoto) (30229041)	長崎大学・工学研究科・准教授 (17301)	
研究分担者	松尾 崇史 (MATSUO Takashi) (50757747)	西九州大学・リハビリテーション学部・助教 (37201)	