

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 1 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350613

研究課題名(和文) KINECTを活用した新しい上肢機能評価・訓練システムの有用性の検討

研究課題名(英文) The development and evaluation of the new upper limb evaluation and training system using KINECT

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) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：安価且つ簡便にモーションキャプチャが可能なKINECTを活用して、3次元VR環境下で上肢機能障害に対する評価及び訓練が可能な上肢機能評価・訓練システムを開発した。本システムにおけるKinect計測値の妥当性については、実測値との比較において十分に妥当性があることが示された。さらに、本システムによる上肢機能訓練の効果を検証するため、脳梗塞右片麻痺患者に対して、AB法のシングルケースデザインによる介入を行った。その結果、効果判定指標として用いたBBT得点は、介入期の全ての評価ポイントにおいてベースライン期の平均+2SDを上回る結果が得られ、本システムによる上肢機能訓練が有効であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We developed the upper limb evaluation and training system that can evaluate and train upper limb dysfunction under 3D VR environment by using KINECT. The validity of the Kinect measurement value in this system was shown to be adequate in comparison with the actual measurement. Furthermore, AB case single case design was performed for patients with cerebral infarction right hemiplegia in order to verify the effect of upper limb training by this system. As a result, the BBT score used as an outcome measure was higher than the average + 2 SD in the baseline period at all evaluation points in the intervention period. These results indicated that the Kinect based System for upper limb evaluation and training was useful.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：上肢機能 三次元VR Kinect

1. 研究開始当初の背景

三大成人病の一つとして挙げられる脳卒中は、リハビリテーションの対象疾患の中で最も多い疾患である。脳卒中の後遺症として生じる運動麻痺は、患者の上肢機能を著しく低下させ、結果として日常生活における様々な動作の遂行を阻害し、最終的には患者の生活の質を低下させる場合がある。この脳卒中の上肢機能障害の改善に向けたリハビリテーションは、近年急激に進歩してきた脳イメージング技術による裏付けによって、益々その重要性が強調されている。そのため、近年新しい上肢機能評価法の開発や、リハビリテーション用ロボット等訓練方法の開発が国際的にも盛んに行われている現状にある。しかしながら、これまでに開発された物の中には操作性やコスト面の課題があり、一部での利用に留まっているものも多い。本研究では、このような脳卒中の上肢機能障害に対する評価・訓練装置の現状を踏まえた上で、本学医歯薬学総合研究科と工学系研究科情報科学部門との連携で開発した Kinect を活用した新しい上肢機能評価・訓練システムの有用性を検証するものである。本システムは、簡単にモーションキャプチャが可能なセンサである Kinect (図1) を活用して、3次元のバーチャルリアリティー環境で上肢機能障害に対する評価及び訓練が可能な新しい上肢機能評価・訓練システムである。対象者が3D対応モニタに提示されるターゲット(立方体)に対してリーチすることで、手の形をしたカーソルが移動し、ターゲットにカーソルが接触するとターゲットが消え、次のターゲットが出現するプログラムとなっている(図2)。また、ターゲットの位置及び個数は対象者に合わせて自由に設定が可能である。



図1 KINECT

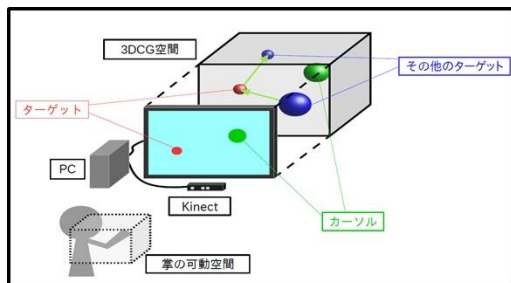


図2 システムのイメージ

2. 研究の目的

本研究では、Kinect を活用した新しい上肢

機能評価・訓練システムを開発するとともに本システムを用いた上肢機能評価の信頼性と妥当性の検証および訓練モードを用いたリハビリテーション介入の効果検証を行い総合的に本システムの有用性を検討することである。

3. 研究方法

(1)本システムの3D機能の強化

科学研究費補助金の採択を受けたことにより、現行システムの3次元表示能力をよりグレードアップし、本システムのオリジナル性を強化することとした。具体的には、3D対応モニタ、液晶シャッター型3D眼鏡を購入し、システム全体の再構築を行った。

(2) Kinect による測定値の妥当性の検証

本システムに用いた上肢機能評価の信頼性と妥当性の検証に先立ち、まず本システムにおける Kinect 測定値の妥当性を検証した。

対象

健康成人10名(平均年齢25.5歳)を対象とした。

方法

方法は、対象者に床面に敷いた方眼紙上で、基準点(Kinectからの距離170cm)から、横方向、上下方向(高さ)、奥行き方向に基準点から5cm間隔で0~35cm移動させた際に、Kinectで測定された値との比較検討を行った。実験では、基準点の高さ(Kinectと同じ110cm)を維持するために錘付きの冊糸を被験者の右手に装着した。

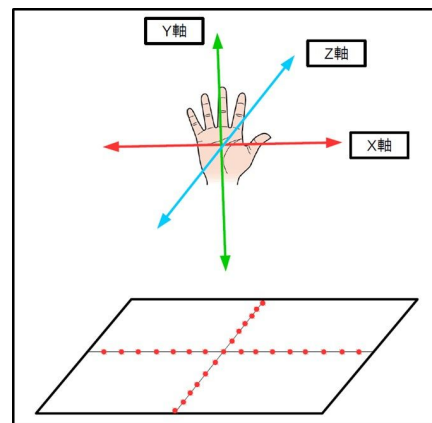


図3 実験設定

(3)本システムを用いた上肢機能訓練の効果の検討

無作為化試験の前段階として、シングルケースデザインによる検討を行った。

対象

脳梗塞により右片麻痺を呈し、発症後5か月が経過した回復期リハビリ棟に入院中の40歳代男性。研究開始時はBr-stage: 上肢・下肢・手指いずれも、上肢のFugl-Meyer Assessment (FMA): 62点、簡易上肢機能検査(STEF): 87点、Box and Block Test (BBT): 39点であった。ADLはBarthel

Index : 100 点であり, 日常生活にはほぼ支障はなかったが, 右手の使用に関しては肩関節の外転や水平外転方向の動作に代償動作を認めており, 主訴としても「体の後ろに手を伸ばしにくい」等が聞かれていた.

方法

研究デザインとしてシングルケースデザインの AB 法を設定した. 介入は, 通常のリハビリテーションに加えて, Kinect を用いた上肢機能訓練を実施した.

介入は事例の身体機能に合わせてターゲットの出現位置を設定した. 訓練時間は 1 回 10 分とし, 1 日 2 回の計 20 分間を毎日実施した. 介入期間は 2 週間とした. 効果判定の指標には, Box and Block Test(BBT)を用いた. 評価ポイントは 1 週間のベースライン期に 3 回, 介入期に 3 回の計 6 回とした. 解析は, 2-standard deviation(SD) band 分析にて, ベースライン期の平均値 + 2SD を 2 連続以上超えた場合を有意と判定した.

4. 研究成果

(1) 本システムの 3D 機能の強化

3D 対応モニタ, 液晶シャッター型 3D 眼鏡の導入により, システムの 3 次元表示能力を大幅に向上することができた. この改善によって, 本システムを使用して上肢機能訓練を行う際のリーチ動作範囲も同様に拡大することができた. 図 4 に液晶シャッター型 3D 眼鏡をかけて上肢機能訓練を行っている風景を示す.

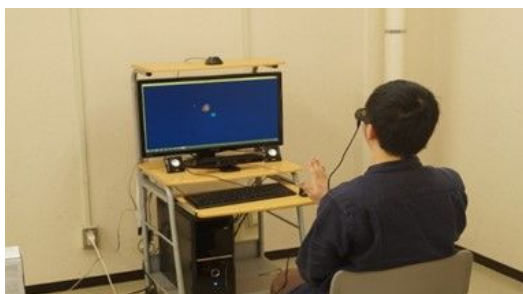


図 4 本システムの仕様風景

(2) Kinect による測定値の妥当性

3 方向全てにおいて手掌の移動と Kinect の測定値は比例関係にあり(図 5), 本システムの使用において測定値の補正は必要なく十分に妥当なデータが計測可能と判断された.

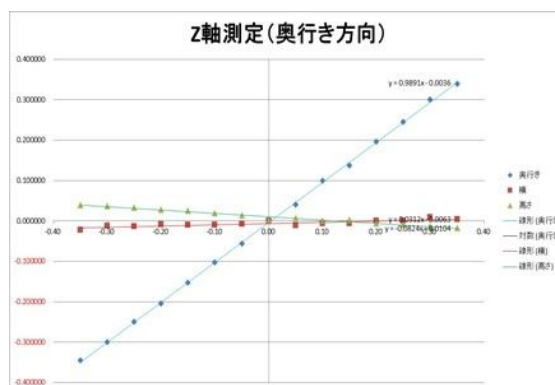
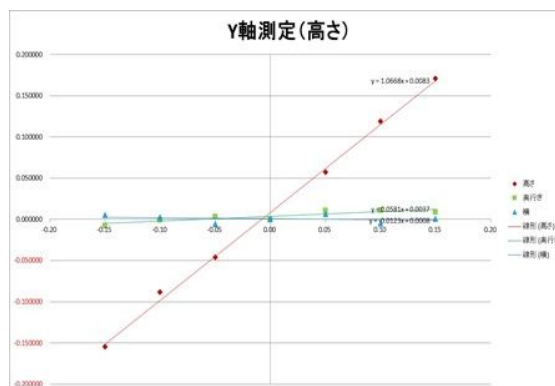
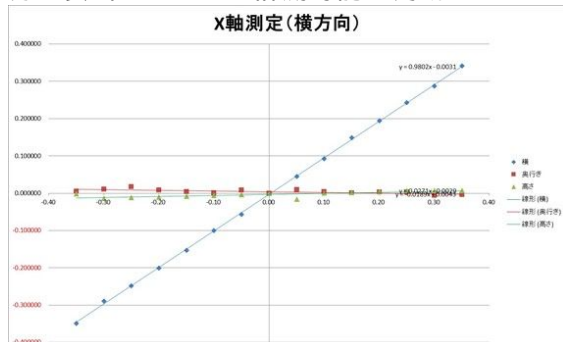


図 5 手掌の位置と Kinect 測定値の関係

(3) 本システムを用いた上肢機能訓練の効果

シングルケースデザインで検討した結果, 効果判定指標として採用した BBT のベースライン期の平均は 43.0, 介入期の平均が 58.0 であった. 2-standard deviation(SD) band 分析において, 介入期の評価ポイントではいずれにおいてもベースラインの平均値 + 2SD の値を上回っており, 有意に改善したと判断された(図 6). さらに, STEF の得点にも向上が見られた.

以上の結果から, 本システムの有用性を示すことができた.

今後は, 期間内に終了することができなかった, 評価指標の信頼性と妥当性の検証および, 無作為化比較試験についても継続して実施する予定である.

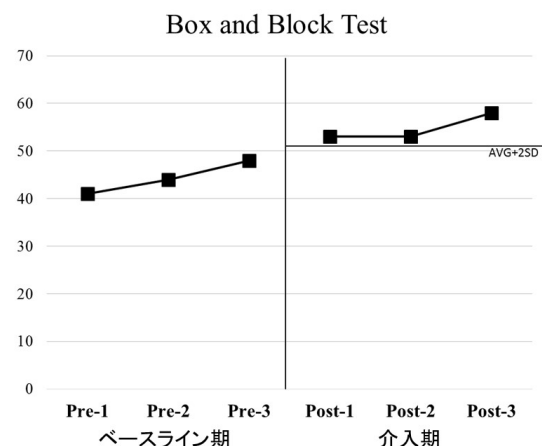


図 6 BBT 得点の推移

5 . 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 11 件)

- 1) Moriuchi T, Matsuda D, Nakamura J, Matsuo T, Nakashima A, Nishi K, Fujiwara K, Iso N, Nakane H, Higashi T: Primary motor cortex activation during action observation of tasks at different video speeds is dependent on movement task and muscle properties. *Front Hum Neurosci*, 11: 1-10, 2017. 査読有
- 2) Sugawara K, Tanabe S, Suzuki T, Saitoh K, Higashi T: Modification of motor cortex excitability during muscle relaxation in motor learning. *Behav Brain Res*, 296: 78-84, 2016. 査読有
- 3) Iso N, Moriuchi T, Sagari A, Kitajima E, Iso F, Tanaka K, Kikuchi Y, Tabira T, Higashi T: Monitoring Local Regional Hemodynamic Signal Changes during Motor Execution and Motor Imagery Using Near-Infrared Spectroscopy. *Front Physiol*, 6: 1-10, 2016. 査読有
- 4) Suzuki T, Sugawara K, Ogahara K, Higashi T: Time course of corticospinal excitability and intracortical inhibition just before muscle relaxation. *Front Hum Neurosci*, 10: 1-9, 2016. 査読有
- 5) Tomori K, Nagayama H, Ohno K, Nagatani R, Saito Y, Takahashi K, Sawada T, Higashi T: Comparison of occupation-based and impairment-based occupational therapy for subacute stroke: a randomized controlled feasibility study. *Clin Rehabil*, 29(8): 752-762, 2015. 査読有
- 6) Kogo H, Higashi T, Murata J: Reliability of a new practical evaluation method for pitting edema based on the depth of the surface imprint. *J Phys Ther Sci*, 27(6): 1735-1738, 2015. 査読有
- 7) Suzuki T, Sugawara K, Takagi M, Higashi T: Excitability changes in primary motor cortex just prior to voluntary muscle relaxation. *J Neurophysiol*, 113(1): 110-115, 2015. 査読有
- 8) Sagari A, Iso N, Moriuchi T, Ogahara K, Kitajima E, Tanaka K, Tabira T, Higashi T: Changes in cerebral hemodynamics during complex motor learning by character entry into touch-screen terminals. *PLoS One*, 10(10): 1-13, 2015. 査読有
- 9) 磯ふみ子, 清水希, 大久保篤志, 大久保英梨子, 伊藤沙織, 本田祐一郎, 本田純久, 東登志夫: 大学病院における急性期脳梗塞患者の退院先に関連する因子の検討. *日本作業療法研究学会雑誌*, 18(1): 59-64, 2015. 査読有
- 10) 竹内潤, 友利幸之介, 白濱勲二, 小河原格也, 東登志夫: 片麻痺上肢遂行機能検査(APTH)の開発 信頼性と妥当性の検証. *作業療法*, 34(2): 180-188, 2015. 査読有
- 11) Moriuchi T, Iso N, Sagari A, Ogahara K, Kitajima E, Tanaka K, Tabira T, Higashi T: Excitability of the primary motor cortex increases more strongly with slow- than with

normal-speed presentation of actions. PLoS One, 9(12), 2014. 査読有

〔学会発表〕(計 12 件)

- 1) 藤村誠, 古賀惇宏, 東登志夫: Kinect と立体視による上肢リハビリテーション支援システムの試作. 第 88 回福祉情報工学研究会(WIT), 2017 年 2 月 11 日, 愛媛大学城北地区キャンパスメディアホール(愛媛県松山市)
- 2) 東登志夫, 森内剛史, 磯直樹, 長谷川隆史, 松田大輝, 藤村誠: KINECT を活用した新しい上肢機能評価・訓練システムの開発に向けた予備的検討. 第 10 回日本作業療法研究学会学術集会, 2016 年 5 月 21-22 日, 朱鷺メッセコンベンションセンター(新潟県新潟市)
- 3) 中島輝, 森本茉々莉, 大塚理, 山内良太, 片岡英樹, 中島龍星, 小泉徹児, 笠伸年, 東登志夫: 拡散テンソル画像と VBM を併用した運動麻痺の予後予測 ~ rFA 値と運動麻痺の回復に矛盾が見られた 2 症例 ~. 第 9 回日本作業療法研究学会学術集会, 2015 年 10 月 24-25 日, 神奈川県立保健福祉大学(神奈川県横須賀市)
- 4) Matsuo T, Tabira T, Mitsutake T, Moriuchi T, Iso N, Sagari A, Higashi T: The efficacy of a search auditory task in improving left unilateral spatial neglect. 6th Asia Pacific Occupation Therapy Congress, 2015 年 9 月 14 -18 日, Rotorua Energy Events Centre (ニュージーランド, ロトルア)
- 5) Ogahara K, Higashi T: Relation between motor learning and intracerebral activity for exercise preparation during dart throwing. 6th Asia Pacific Occupation Therapy Congress, 2015 年 9 月 14 -18 日, Rotorua Energy Events Centre (ニュージーランド, ロトルア)
- 6) 磯ふみ子, 清水希, 大久保篤史, 大久保英梨子, 東登志夫: 大学病院における急性期脳梗塞患者の退院先に関連する因子の検討. 第 49 回日本作業療法学会, 2015 年 6 月 19-21 日, 神戸ポートピアホテル・神戸国際会議場(神戸市)
- 7) 大曾史朗, 磯直樹, 森内剛史, 諸麥俊司, 東登志夫: 脳血管障害患者に対するパワーグローブシステムを用いた上肢機能訓練の効果. 第 49 回日本作業療法学会, 2015 年 6 月 19-21 日, 神戸ポートピアホテル・神戸国際会議場(兵庫県神戸市)
- 8) 大久保篤史, 大久保英梨子, 磯ふみ子, 清水希, 東登志夫: 当院における急性期脳梗塞患者に対する早期リハビリテーション開始率向上に向けた取り組み. 第 49 回日本作業療法学会, 2015 年 6 月 19-21 日, 神戸ポートピアホテル・神戸国際会議場(兵庫県神戸市)
- 9) 松尾崇史, 荒巻裕迪, 田平隆行, 森内剛史, 東登志夫: 左半側空間無視に対する聴覚的探索課題の効果. 第 49 回日本作業療法学会, 2015 年 6 月 19-21 日, 神戸ポートピアホテル・神戸国際会議場(兵庫県神戸市)
- 10) Higashi T, Moromugi S, Ishihara M, Akiyama T, Ishimatsu T: Development of an active glove system for patients with cervical spinal cord injury to restore finger function. 16th International

- Congress of the World Federation of Occupational Therapists in collaboration with the 48th Japanese Occupational Therapy and Expo, 2014年6月18-21日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)
- 11) Iso N, Sagari A, Moriuchi T, Iso F, Higashi T: The effect of mental practice using inverse video of unaffected upper extremity for a subject with chronic hemiparesis after stroke. 16th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists in collaboration with the 48th Japanese Occupational Therapy and Expo, 2014年6月18-21日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)
- 12) Moriuchi T, Iso N, Sagari A, Ogahara K, Higashi T: The mirror neuron system is more active while observing a slow video clip. 16th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists in collaboration with the 48th Japanese Occupational Therapy and Expo, 2014年6月18-21日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)

○所得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

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

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

藤村 誠 (FUJIMURA, Makoto)

長崎大学・工学研究科・准教授

研究者番号: 30229041