

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650137

研究課題名(和文)筋電義手の身体化：学習過程と脳機能マッピング

研究課題名(英文)Adjustment of the body to the myoelectric prosthetic hand

研究代表者

喜多 伸一(KITA, SHINICHI)

神戸大学・その他の研究科・教授

研究者番号：10224940

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：筋電義手を装着して、訓練を通じて操作することに習熟し、動作の巧緻性を獲得する学習過程を対象として、心理学実験と生理学実験を遂行した。可能な実験技法には、1)プリシェイピングを用いた心理学実験、2)眼球運動計測、3)誘発電位、4)近赤外光分光解析(NIRS)、5)経頭蓋磁気刺激(TMS)、6)機能的MRI実験(fMRI)が考えられる。そのためまず、筋電義手の装着者に対して有効な実験技法を特定し、これにより有効な訓練方法を提案した。

研究成果の概要(英文)：The present project performed psychological and physiological experiments to elucidate the improvement in performance of the manipulation of myoelectric prosthetic hands. We tried to employ experimental methods such as, preshaping, measurement of eye movements, measurement of evoked potentials, NIRS, TMS, fMRI, and so forth, and thus we obtained results of the patients with a myoelectric prosthetic hand by preshaping experiments.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：脳認知科学 身体 学習

1. 研究開始当初の背景

腕や足を切断した障害者は、義手や義足を装着して日常生活に必要な動作を遂行する。これらの装着具のうち、前腕切断者の筋電義手は、円滑で巧緻な動作遂行に有用である。しかしながら、たとえば手を伸ばして物体に触れ、把持して操作するというような単純な動作であっても、技能向上のためには長期にわたる学習や訓練が必要となる。

人間やその他の動物が道具を用いる行動は、心理学実験や生理学実験で調べられてきた。これらの実験により、手に持った道具を操作するとき、道具が操作者の身体の一部のような機能を果たすという「道具の身体化」が明らかになった。また道具使用時の脳活動については、サルの細胞記録やヒトの脳機能画像解析により、身体化の背景となる生理過程が明らかにされてきた。

2. 研究の目的

前腕切断者が筋電義手の操作に関する訓練を行うときの、(1) 操作技能の学習過程を観察・計測し、(2) 操作時の注意機能の関与を心理学実験により調べ、(3) 学習にともなう脳機能マッピングの変化を画像解析により計測する。

3. 研究の方法

本研究は、前腕を切断した患者が筋電義手を装着し、訓練により操作に習熟していく過程を対象として、心理学実験と生理学実験を遂行し、「道具の身体化」という現象に関する学習メカニズムの解明を目指すものである。

そのため実験技法に関する検討を行った。まず、筋電義手の操作に習熟した装着者と、一般健常者に対し、各種の心理学実験と生理学実験を遂行し、義手装着者に対して適切な

実験技法を特定した。これらの実験参加者は、学習途上の装着者に比べて技能が安定しているため、実験計測を行うことにより、学習に対するベースラインを設定することができる。次に、学習途上にある装着者を対象とした心理学実験と生理学実験を遂行した。

4. 研究成果

プリシェイピングによる心理学実験と、眼球運動計測、誘発電位計測、脳磁図計測実験 (MEG) のような生理学実験を行った。

プリシェイピングとは、健常者が手を伸ばして物体を把持するとき、アパーチャー・サイズ (手の親指と他の指の間隔) が、物体に到達する以前の手元の段階で、すでに物体の大きさを反映し、大きな物体を把持するときにはアパーチャー・サイズが大きくなり、小さい物体を把持するときには小さくなることを意味する。筋電義手は一次元的な動きにより装置のアパーチャー・サイズを変化させるので、健常者と同等の現象が生起すると予測し、実際にそうなることを示した。

また筋電義手装着者の眼球運動や誘発電位を計測したところ、健常者と差はなかった。当初計画では、筋電義手を初めて装着する患者 (新鮮患者) を対象とした MEG 実験を企画していたが、そのような患者が現れなかったため、長年装着している患者を対象とした MEG 実験を行い、健常者と差がないことを確認した。

実験結果全般は、次項に示すような、海外査読誌 12 編 (①、②、③、⑥、⑨、⑪、⑫、⑬、⑮、⑯、⑰、⑱)、国内査読誌 6 編 (④、⑤、⑦、⑧、⑭、⑲)、その他 2 編 (⑩、⑳) からなる 20 編の論文に投稿し、それぞれ掲載された。

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 20 件)

- ① Kabata, T., Yokoyama, T., Noguchi, N. & Kita, S. Location probability learning requires focal attention. *Perception*, 43(4), 344-350. 2014. doi:10.1068/p7589 (査読有)
- ② Yokoyama, T., Noguchi, Y., Koga, H., Tachibana, R., Saiki, J., Kakigi, R. & Kita, S. Multiple neural mechanisms for coloring words in synesthesia. *NeuroImage*, 94, 360-371. 2014. doi:10.1016/j.neuroimage (査読有)
- ③ Yokoyama, T., Sakai, H., Noguchi, Y. & Kita, S. Perception of direct gaze does not require focus of attention. *Scientific Reports*, 4: 3858. 2014. doi:10.1038/srep03858 (査読有)
- ④ 石橋和也, 喜多伸一. 視覚探索における出現頻度効果. 基礎心理学研究, 32(1), 1-9. 2013. (査読有)
- ⑤ 渡辺哲也, 渡部謙, 山口俊光, 南谷和範, 大内進, 高岡裕, 喜多伸一, 石橋和也. 点図触地図自動作成システムにおける点格子模様の識別性の評価. 電子情報通信学会論文集(D), J96-D(11), 2737-2745. 2013. (査読有)
- ⑥ Yokoyama, T., Noguchi, Y., & Kita, S. Unconscious processing of direct gaze: Evidence from an ERP study. *Neuropsychologia*, 51(7), 1161-1168. 2013. (査読有)
- ⑦ 渡辺哲也, 渡部謙, 山口俊光, 南谷和範, 大内進, 宮城愛美, 高岡裕, 喜多伸一. 立体コピー触地図の触読性の評価. 電子情報通信学会論文集(D), J96-D(4), 1075-1078. 2013. (査読有)
- ⑧ 石橋和也, 嘉幡貴至, 小田剛, 渡部謙, 渡辺哲也, 高岡裕, 喜多伸一. 触地図上で発見しやすい触知記号の大きさ - 一点字経験者と未経験者を対象にした検討 - 視覚リハビリテーション研究, 2(1), 1-10. 2013. (査読有)
- ⑨ Oda, T., Sugano, A., Shimbo, M., Miura, K., Ohta, M., Matsuura, M., Ikegami, M., Watanabe, T., Kita, S., Ichinose, A., Maeda, E., Matsumoto, Y., & Takaoka, Y. Improvement in accuracy of word segmentation of a web-based Japanese-to-Braille translation program for medical information. *Journal of Communication and Computer*, 10(1), 82-89, 2013. (査読有)
- ⑩ 大田美香, 小田剛, 三浦研爾, 梅田由紀恵, 塚本紗代, 花岡澄代, 松浦正子, 渡辺哲也, 喜多伸一, 前田英一, 菅野亜紀, 高岡裕. 触読学習を可能にした音声ガイド付き点字 e-learning. 電子情報通信学会技術報告, ET, 2012-66, 79-82. 2012. (査読無)
- ⑪ Yokoyama, T., Noguchi, Y., & Kita, S. Attentional shifts by gaze direction in voluntary orienting: Evidence from a microsaccade study. *Experimental Brain Research*, 223(2), 291-300. 2012. (査読有)
- ⑫ Noguchi, Y., Yokoyama, T., Suzuki, M., Kita, S., & Kakigi, R. Temporal dynamics of neural activity at the moment of an emergence of a conscious percept. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(10), 1983-1997. 2012. (査読有)
- ⑬ Ishibashi, K., Watanabe, K., Takaoka, Y., Watanabe, T., & Kita, S. Prevalence effect in haptic search. *i-Perception*, 3, 495-498. 2012. (査読有)

- ⑭ 渡部謙, 渡辺哲也, 山口俊光, 秋山城治, 南谷和範, 宮城愛美, 大内進, 高岡裕, 菅野亜紀, 喜多伸一. 点図触地図自動作成システムの開発と地図の触読性の評価. 電子情報通信学会論文集(D), J95-D(4), 1-12. 2012. (査読有)
- ⑮ Ishibashi, K., Kita, S., & Wolfe, J. M. The effects of local prevalence and explicit expectations on search termination times. *Attention, Perception and Psychophysics*, 74(1), 115-123. 2012. (査読有)
- ⑯ Tsujimoto, S., Yokoyama, T., Noguchi, Y., Kita, S., & Kakigi, R. Modulation of neuromagnetic responses to face stimuli by preceding biographical information. *European Journal of Neuroscience*, 34(12), 2043-2053. 2011. (査読有)
- ⑰ Hirata, S., Ukita, J., & Kita, S. Implicit phonetic symbolism in voicing of consonants and visual lightness using Garner's speeded classification task. *Perceptual and Motor Skills*, 113(3), 929-940. 2011. (査読有)
- ⑱ 平田佐智子, 浮田潤, 喜多伸一. 有声子音・無声子音の発音と視覚刺激の明度の適合性. 認知科学, 18(3), 470-476. 2011. (査読有)
- ⑲ Yokoyama, T., Ishibashi, K., Hongoh, Y., & Kita, S. Attentional capture by change in direct gaze. *Perception*, 40(7), 785-797. 2011. (査読有)
- ⑳ 菅野亜紀, 大田美香, 渡辺哲也, 喜多伸一, 前田英一, 高岡裕. 先進国の障害者サポートと視覚障害者支援プログラム. 電子情報通信学会技術報告, WIT, 2011-21, 111-116. 2011. (査読無)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 喜多伸一・横山武昌. 視線知覚. 日本認知科学会第30回大会ワークショップ. 玉川大学(東京都町田市). 2013年9月14日.

[図書] (計 1 件)

- ① 喜多伸一. 「錯覚」(Pp. 236-241)「図形残効」(Pp. 407-408)の項. 『最新心理学事典』(藤永保編; 総870ページ)平凡社. 2013.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

喜多 伸一 (KITA, Shinichi)

神戸大学・大学院人文学研究科・教授

研究者番号: 10224940

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし