

## 誘発動画の仮想歩行における脳活動に与える影響

## Impact of inducing video on brain activity during virtual walking

○植田 慎一郎 (高知工科大), 王 碩玉 (高知工科大), 姜 銀来 (高知工科大)

Shinichirou UETA, Kochi University of Technology

Shuoyu WANG, Kochi University of Technology

Yinlai JIANG, Kochi University of Technology

**Abstract:** Virtual walking is being studied for the recovery of the nerve and brain function related to walking. In this paper, the difference of the brain activity of during virtual walking induced by different videos was investigated using functional near infrared spectroscopy in order to find an effective way to induce virtual walking. Two videos, one with a target mark and the other without, were compared. The experiment results suggest that the brain activity is significantly. And compares the brain activity is performed swing-up of the foot around the Virtual walking. To study the effect of time to change the time it takes to task time and rest time.

**Key Ward:** Walk Rehabilitation, Neuro Rehabilitation, functional Near Infrared Spectroscopy, Virtual Walking

## 1. 緒言

社会の高齢化が進む中リハビリテーションの重要性が高まってきている。事故や怪我などにより歩行機能が低下した場合、一日でも早い日常生活の復帰できるよう速やかに歩行リハビリテーションを行う必要がある。現在行われている歩行リハビリテーションは平行棒や歩行訓練機を用いて主に筋力やバランス能力等を回復させる筋力リハビリテーションが主流である。低下した歩行機能を効率よく回復させるためには筋力やバランス能力等の力学的観点の回復だけでなく、脳機能と神経の運動指令のコントロールの回復も必要になってくる。現在行われている筋力リハビリテーションと連携して脳機能と神経を回復させる神経リハビリテーションを行うことにより早期回復が期待できる。

先行研究<sup>(1)</sup>では仮想歩行と呼ばれる歩行を想起する手法が神経リハビリテーションの可能性があることが確認された。本報告では仮想歩行時に使用する通常誘発動画に加え、誘発動画の風景内に目標物を設定した動画を使用し、誘発動画の風景の違いが想起に及ぼす影響を考察する。また課題時間と安静時間を変更していき想起を行う時間順が実運動に与える影響についても考察する。

## 2. 実験装置および方法

## 2-1 測定装置

本実験での脳活動計測には、Fig. 1 に示す光トポグラフィ装置 ETG-7100 (日立メディコ社製) を用いた。この計測装置は機能的近赤外線分光法 (fNIRS) を用いて脳血管中の酸化・脱酸化ヘモグロビン濃度を非侵襲かつ被験者の総ヘモグロビン濃度変化量を少ない拘束状態で計測が可能である。



Fig.1. fNIRS measurement system



## 2-2 実験 1

実験 1 では誘発動画の風景内に目標物を設置した場合と設置していない場合における計 2 種類の想起課題を設定し各課題中の酸化ヘモグロビン濃度変化量の測定を行った。また目標物を設置した誘発動画に関しては被験者には目標物に向かい歩くよう教示した。誘発動画の風景を Fig.2 と Fig.3 に示す。課題時間は全て共通して、安静状態を 30(s)、課題状態を 20(s)としてそれらを 5 回繰り返し測定した。被験者には、課題中は座位姿勢で正面に提示した固視点を注視し、実験者の指示に従い課題を遂行するよう教示した。実験の様子を Fig.4 に示す。

(1)課題 1 想起風景 目標物設置有り

(2)課題 2 想起風景 目標物設置無し

実験は順序による影響を考慮して 2 つの実験順序を設定し行った。

順序 1 は(1) → (2)

順序 2 は(2) → (1)の順序で行った。

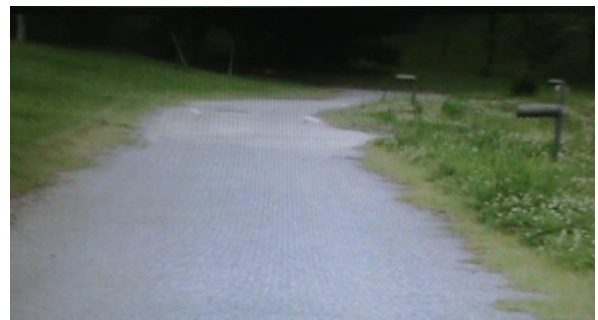


Fig.2. Inducing video without mark

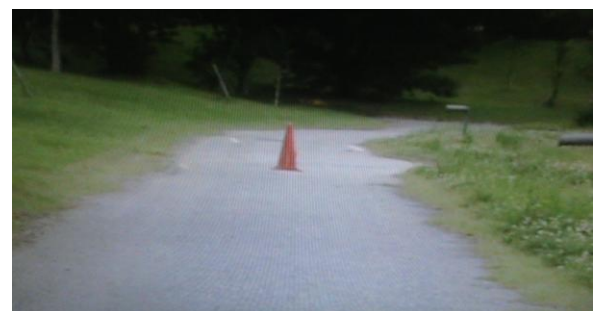


Fig.3. Inducing video with mark

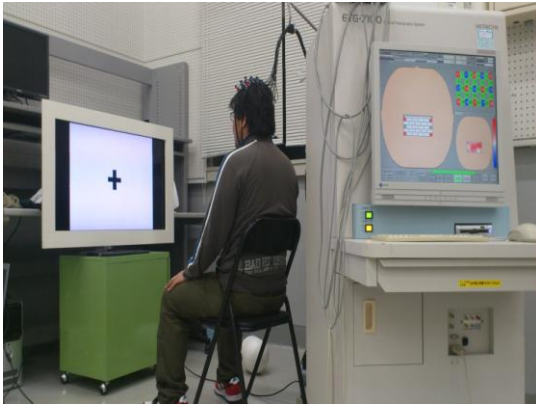


Fig.4. Scenes of Experiment

2-3 実験 2

実験 2 では想起を行った場合に実運動に与える影響を調査した。想起の前に足の振り上げ運動を行い、想起の後に、再度足の振り上げ運動を行い、想起前後の脳活動を比較した。足の振り上げ運動は座位で行い課題時間は安静状態を 40(s), 課題状態を 30(s)としてそれらを 3 セット繰り返し測定を行った。

(1)課題 1 足の振り上げ運動 想起課題前

(2)課題 2 足の振り上げ運動 想起課題後

誘発動画には目標物設置有りの動画を使用し実験 1 と同様、被験者には、課題中は座位姿勢で正面に提示した固視点を注視し、実験者の指示に従い課題を遂行するよう教示した。

計測では、実験 1, 2 共に近赤外線照射部 8 個, 受光部 7 個の計 15 個のオプトードで構成される 22 チャンネルのプローブ (オプトードと固定具を一つにした計測器具) を被験者に装着した。装着位置は国際 10-20 法を用い, Fig.5 に示すように受光部 14 を Cz に合わせた。

両実験課題は健康な 20 代男性 3 名に協力してもらった。被験者の情報を Table 1 に示す。

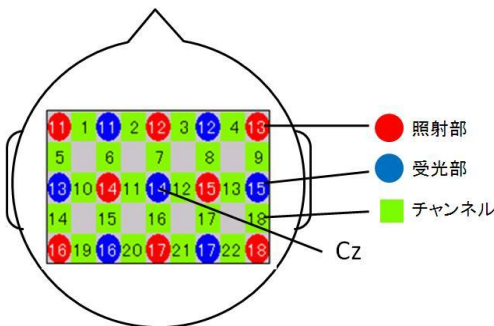


Fig.5 .Probe arrangement

Table 1 Information of the Subjects

Number	Age[yr]	Weight[kg]	Height[cm]
1	23	55	175
2	22	65	180
3	22	50	170

3. 解析方法

使用した光トポグラフィ装置 ETG-7100 (日立メディコ社製) の中に組み込まれている Integral 解析を用いてベースライン補正を行った後, 移動平均を用いノイズの軽減を行った。

3-1 実験 1

上記の補正を行った後測定した Oxy Hb を課題動作 20(s), 課題前安静 10(s), 課題後安静 20(s)の計 50(s)を 1 セットとして切り出し, 5 セット分を加算平均しデータを 0.1 刻みで積分を行い変化量を求めた。

3-2 実験 2

実験 1 と同様の解析方法を用いた。足の振り上げ運動の課題は課題動作 30(s), 課題前安静 10(s), 課題後安静 30(s)の計 70(s)を 1 セットとして切り出し, 各課題共通してセット分のデータを加算平均しデータを 0.1 刻みで積分を行い変化量を求めた。

4. 実験結果と考察

4-1 実験 1

今回の実験では足の運動に関する運動野前方の CH6, 7, 8, 11, 12 及び運動野後方の CH15, 16, 17 に着目して解析を行った。Fig.6, Fig.7, Fig.8 に各被験者における課題 1, 課題 2 を比較した結果を示す。縦軸が積分によって得られた酸化ヘモグロビン濃度変化量で横軸が CH になっている。

被験者共通して目標物を設置した場合の変化量が全体的に増える傾向が見られ, 特に被験者 1, 2 には運動野前方の CH6, CH7, CH8, CH11, CH12 の変化量に定性的な差が見られた。運動野前方には一次運動野が存在し, その領域では運動のコントロールという機能を担っており, 筋が発揮する力のコントロールや運動の計画を立てるといった機能が存在している。

そのため被験者が目標物に向かうために運動の計画を立て, 運動野前方に反応が現われた可能性がある。

また被験者 3 の CH8, CH15 に関しては得られたデータに多くのノイズが現われたため, 変化量が著しく変化している。想起は座位で行っているため身体の動きが原因であることは考えにくい。そのため被験者特有の頭皮からのノイズによるアーチファクトであると考えている。

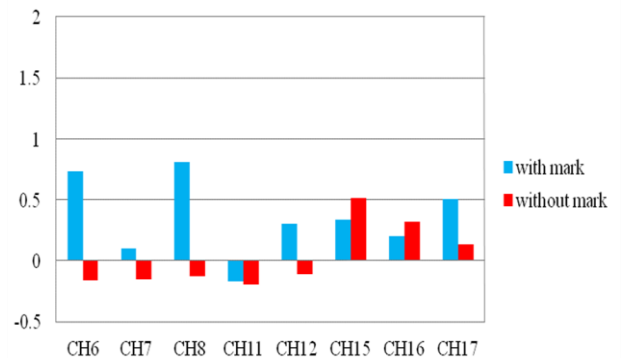


Fig.6 Experiment 1, Order 1, Subject 1.

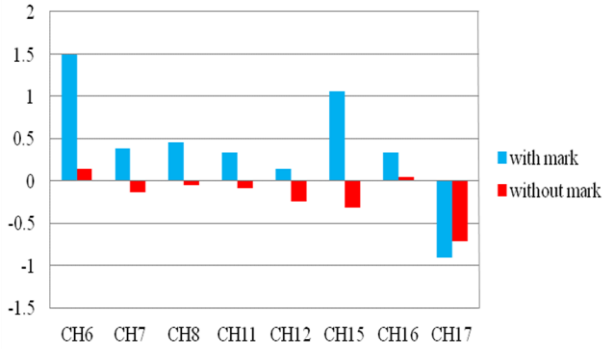


Fig.7 Experiment 1, Order 1, Subject 2.

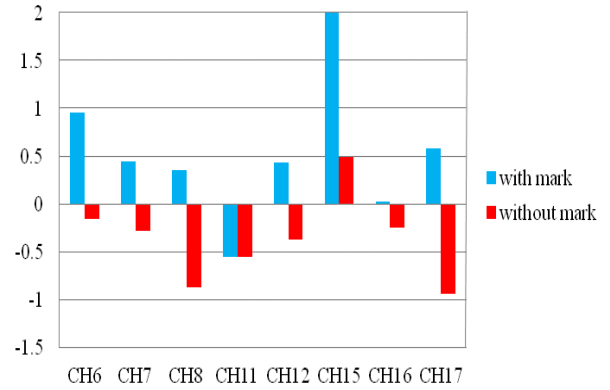


Fig.11 Experiment 1, Order 2, Subject 3.

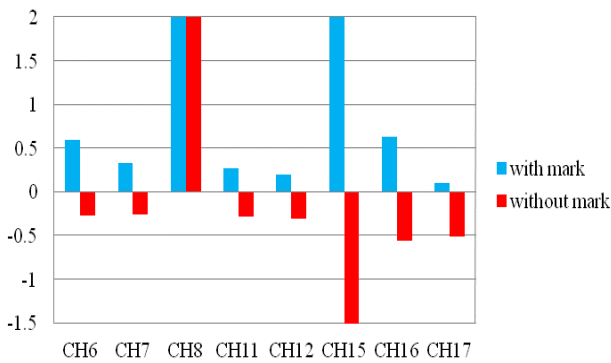


Fig.8 Experiment 1, Order 1, Subject 3.

Fig.9, Fig.10, Fig.11 に各被験者における実験の順序を変えた場合の結果を示す。実験順序を変更した場合でも全体的に変化量が多くなる傾向になった。また被験者 1 に関しては実験順序を変える前にも見られた運動野前方に定量的な差が現われる傾向が顕著に現われた。

運動野前方に定量的な差が現われたため各被験者の示しているチャンネルの課題 1 から課題 2 を引き各課題の差を求めたデータを示す。Fig.12 が実験順序変更前、Fig.13 が実験順序変更後のデータである。実験順序変更前と変更後においても運動野前方に定量的な差が見られている。この結果より運動野前方にある一次運動野の運動計画の機能に与える影響があるのではないかと考えられる。

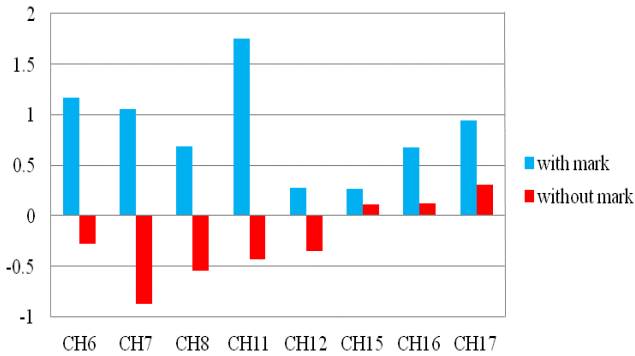


Fig.9 Experiment 1, Order 2, Subject 1.

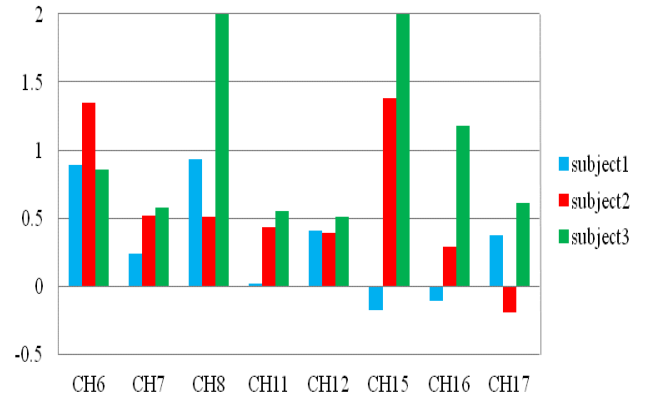


Fig.12 Difference of Task1 and Task2 in Experiment 1, Order 1.

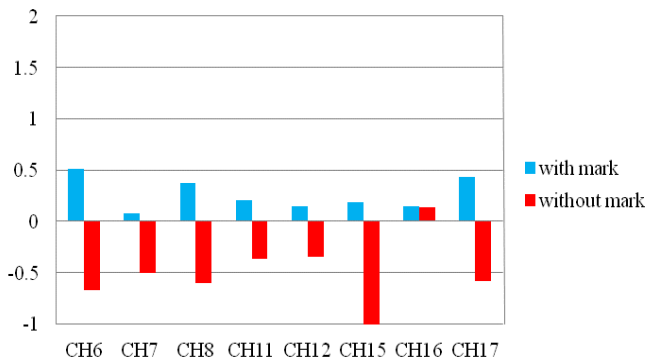


Fig.10 Experiment 1, Order 2, Subject 2.

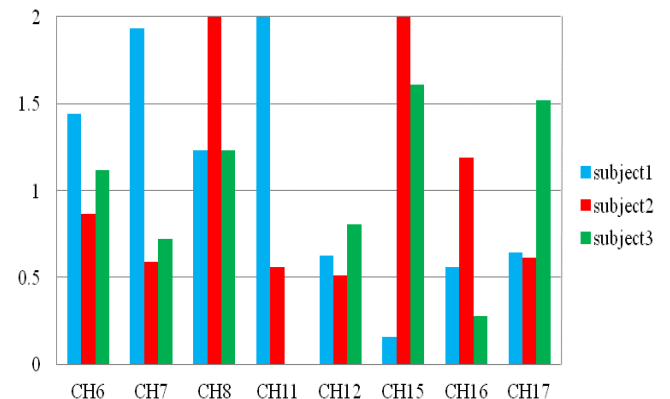


Fig.13 Difference of Task1 and Task2 in Experiment 1, Order 2.

## 4-2 実験 2

実験 2 では、実験 1 同様のチャンネルに着目して解析を行った。Fig.14, Fig.15, Fig.16 に各被験者の想起課題を行う前後における足の振り上げ運動の変化量の差を比較したデータを示す。各被験者共通して想起課題を行った後は、変化量が多くなる傾向が見られた。

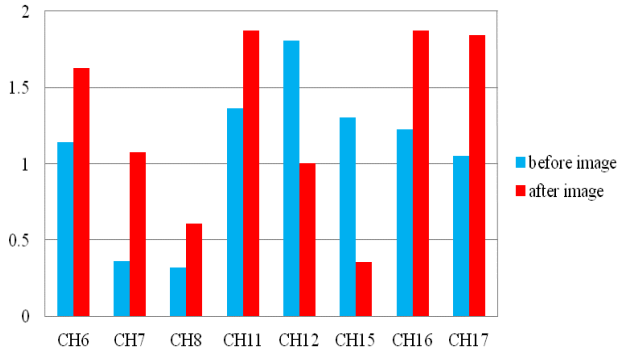


Fig.14 Experiment 2, Subject 1.

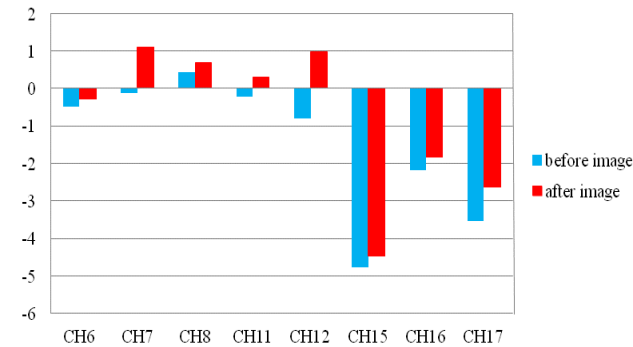


Fig.15 Experiment 2, Subject 2.

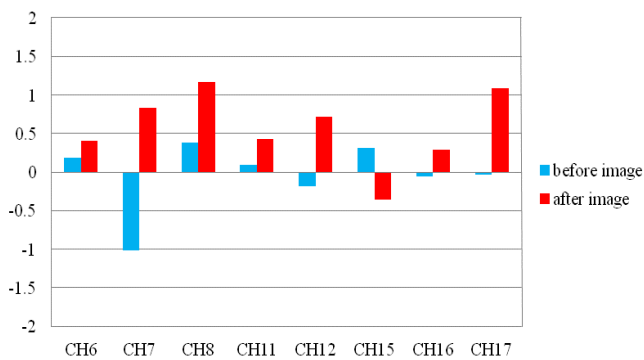


Fig.16 Experiment 2, Subject 3.

また実験 1 に見られた運動野前方の反応に着目するため想起課題後の結果から想起課題前の結果を引き、差を求めたグラフを Fig.17 に示す。

運動野前方に着目すると CH6, 7, 8 は変化量は各被験者多くなっていることがわかる。後方に着目すると CH12 では被験者 1 が CH15 では被験者 1, 3 に変化量が少なくなるという結果が得られた。この結果より想起を行った場合全体的な変化量は多くなり、被験者によっては運動野前方に対して定性的な変化が現われると言える。

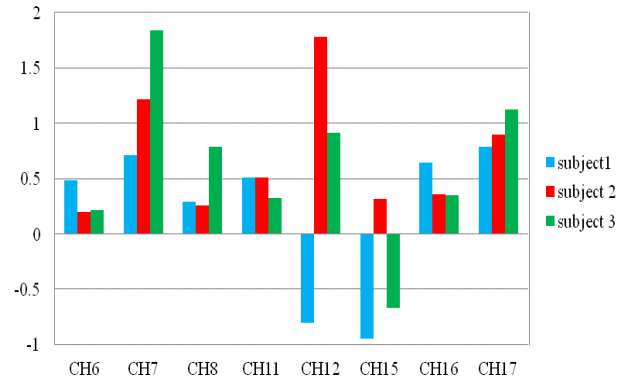


Fig.17 Difference of Task1 and Task2 in Experiment 2

## 5. 結言

本報告では誘発動画内に目標物有無による計 2 種類の動画を仮想歩行の誘発動画として脳計測を行った。誘発動画内に目標物を設置した場合、被験者によっては運動野前方に定性的な差が見られた。一次運動野の運動を計画する機能による影響であると考えられる。この結果より、目標物を設定することで、仮想歩行をより効率的に誘発できることが示された。

また想起課題前後に行った足の振り上げ運動の変化量を比較した。想起前に比べ想起後の場合における変化量が多くなる傾向が見られた。実験 1 と同様に運動野前方に定性的な変化が現われた。使用した誘発動画は実験 1 の課題 1 の動画であるため運動野前方に反応が現われたと考える。

そして運動野前方に存在する一次運動野は運動のコントロールを担う領域であるため運動のコントロールに与える影響があるのではないかと考える。

今後の展開としては想起時間と安静時間を変更していき時間による変化を調査していくと共にセット数にも着目して実験を行っていく。

## 参考文献

- (1) 姜銀来, 王碩玉, 譚仁鵬, 石田健司, 安藤健, 藤江正克, 仮想歩行における運動野の賦活に関する検討, No.11-5 Proceedings of the 2011 JSME Conference on Robotics and Mechatronics.
- (2) 新興医学出版社, 臨床医のための近赤外分光法
- (3) 新興医学出版社, NIRS 基礎と臨床
- (4) 井関一海, 歩行運動の心的イメージと観察に関わる神経機構, NeuroImage(March 2008), doi:10.1016.
- (5) 福長一義, 大貫雅也, 福井裕輝, 舟久保昭夫, 福井康裕, 中島章夫, 嶋津秀昭, 石山陽事, 大瀧純一, NIRS を用いたニューロフィードバックシステムの開発, J.Kyorin Med Soc 42:2-11, 2011.