

仮想歩行時の視覚情報の違いにおける脳活動計測

Difference in brain activity during virtual walking induced by different videos

○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)

Shinitirou 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 nerve and brain function related walking. In this paper, the difference in the brain activity during difference video observation using functional near infrared spectroscopy in order to find an effective way to induce virtual walking. Four videos, stabilized indoor, unstabilized indoor, stabilized outdoor and unstabilized outdoor scenes were investigated. The experiment results suggest that the brain activity is significantly difference between stabilized and unstabilized scenes, while not significantly different between indoor and outdoor scenes.

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

1. 緒言

社会の高齢化が進む中で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⁽²⁾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と確認された。しかし、被験者によって想起動画の歩行による上下の揺れによって映像酔いを起こす場合が生じたため本報告では仮想歩行時に使用する通常想起動画に加え、歩行による振動を抑制した動画を使用し、歩行による振動が想起に及ぼす影響を考察する。また想起風景が屋内、屋外の場合で歩行に関係する脳活動に与える影響を考察する。

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 実験課題

本研究では屋内、屋外における通常想起動画と被験者によって歩行による上下の揺れにより映像酔いを起こす場合が生じたため歩行による振動を抑えた想起動画、計 4 種類の想起課題を設定し、各課題中の総ヘモグロビン濃度変化量の測定を行った。屋内、屋外における想起風景を Fig.2, Fig.3 に示す。課題時間は全て共通して、安静状態を 30 秒、課題状態を 20 秒としてそれらを 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。

- (1)課題 1 想起風景 屋内 通常
- (2)課題 2 想起風景 屋内 振動抑え
- (3)課題 3 想起風景 屋外 通常
- (4)課題 4 想起風景 屋外 振動抑え

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。

実験 1 は(1) →(2) →(3) →(4),

実験 2 は(2) →(1) →(4) →(3)の順序で行った。



Fig.2. Scenes of indoor



Fig.3. Scenes of outdoor

計測では、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.4 に示すように受光部 14 を Cz に合わせた。

被験者は健常な 20 代男性 3 名に協力してもらった。被験者のデータは Table 1 に示す。

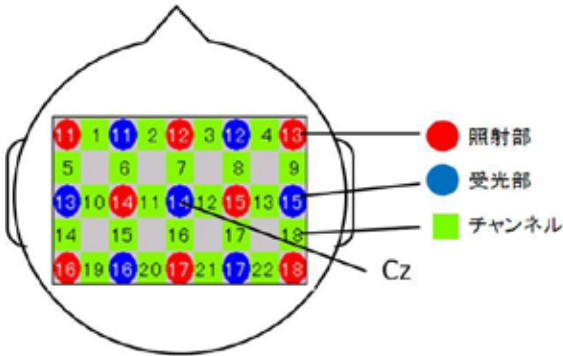


Fig.4 .Probe arrangement

Table 1 Subjects

Number	Age[yr]	Weight[kg]	Height[cm]
1	23	55	175
2	22	50	164
3	22	50	175

3. 解析方法

各実験・チャンネルで計測した脳活動を Fig.5 に示すように各課題動作 20 秒，課題前安静 10 秒，課題後安静 20 秒の計 50 秒を 1 セットとして切り出し、セット前に計測して得られた素点から平均値を引いたものを標準偏差で割り標準得点を求め正規化を行い、算出したデータを各被験者で加算平均した。

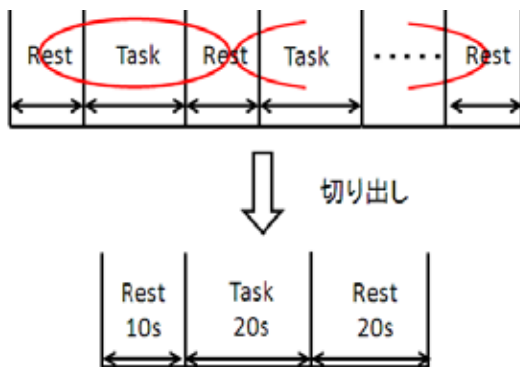


Fig.5 check the clipped set

4. 実験結果と考察

今回の実験では歩行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, 20, 21 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 CH16 のみを示す。縦軸が総ヘモグロビン変化量の標準得点、横軸が時間である。各被験者共に課題 1, 課題 2 において振動抑制の動画が振動ありの動画に比べ全体的に変化量が大いことが分かる。また被験者 3 においては振動抑制動画の場合、波形の振幅が抑えられており安定した想起が出来ているのではないかと推測される。

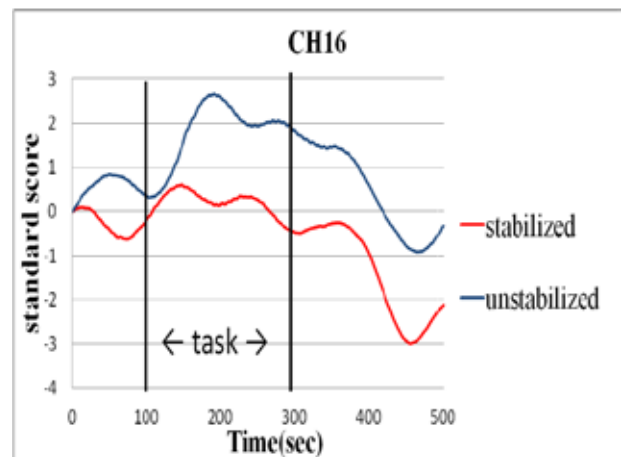


Fig.6 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 1 with subject 1

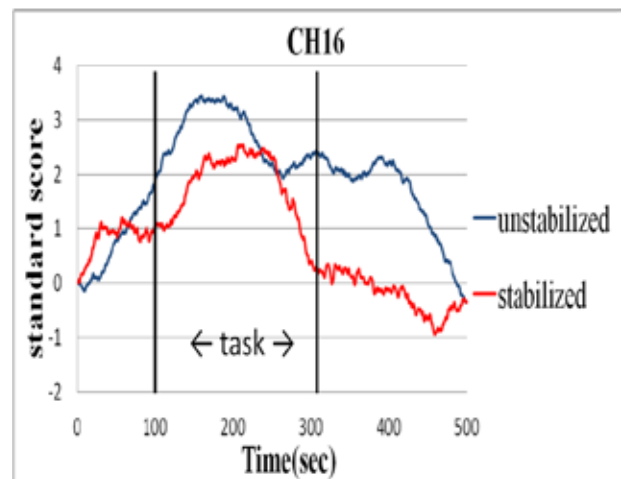


Fig.7 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 1 with subject 2

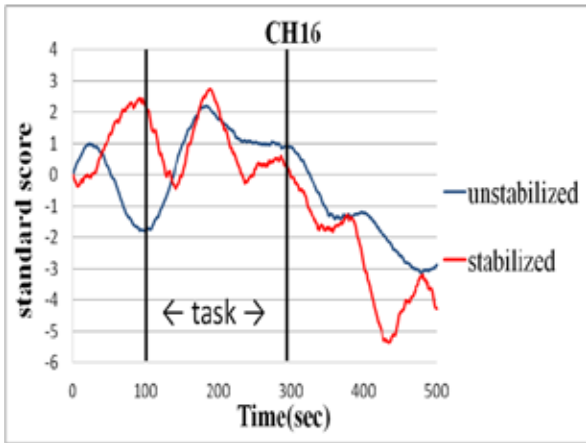


Fig.8 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 1 with subject 3

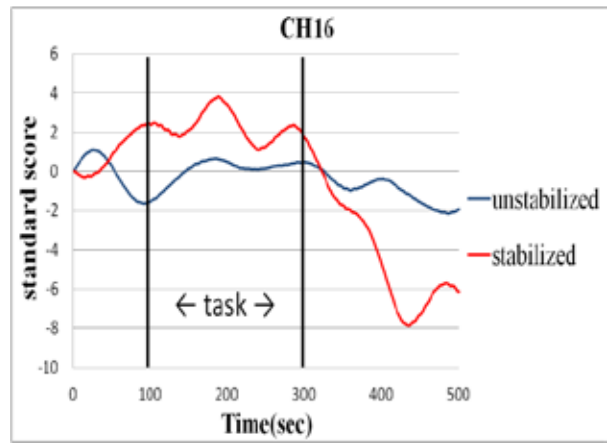


Fig.11 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 2 with subject 3

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 CH16 のみ示す。Fig.7 は脳血流量が低下しているように見えるが課題開始後にやや遅れて脳血流量の増加傾向が見られる。やや遅れて反応が出る傾向は Fig.6 から分かるように被験者 1 にも見られる。これは振動が抑制されたことにより歩き始めが分からなかったことが原因であると考えられる。Fig.8 は順序を変える前にも見られた波形の振幅が抑えられている特長が現われている。被験者に共通して見られるのは課題開始時からの変化量が増える傾向が見られる。この結果より振動が脳活動に影響を与えている事が言える。

Fig.12, Fig.13, Fig.14 は各被験者における課題 1, 課題 3 を比較したものを示す。Fig.9 より被験者 1, 3 には課題開始時からの変化量に大きな変化は見られなかった。また被験者 2 においては屋外の場合、変化量が多くなっている。原因としては被験者ごとの想起の行い方に影響されると考える。また各被験者共通して屋外の場合が屋内に比べ波形の振幅が増える傾向が見られている。

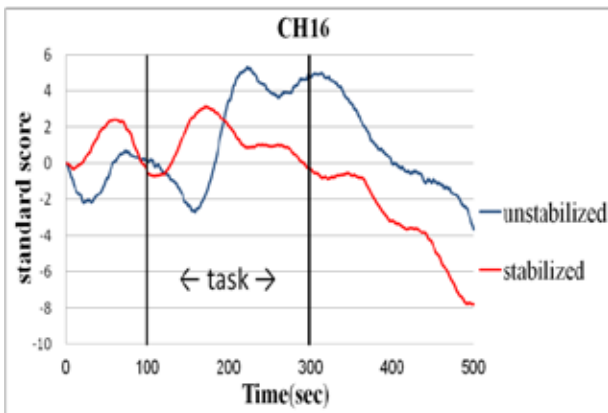


Fig.9 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 2 with subject 1

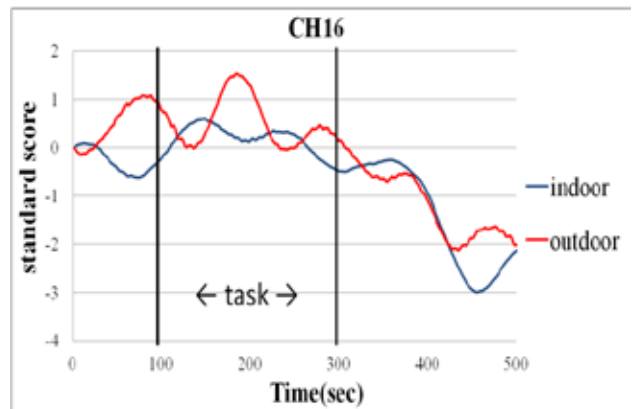


Fig.12 Comparison of the brain activity during Task1 and Task3 with subject 1

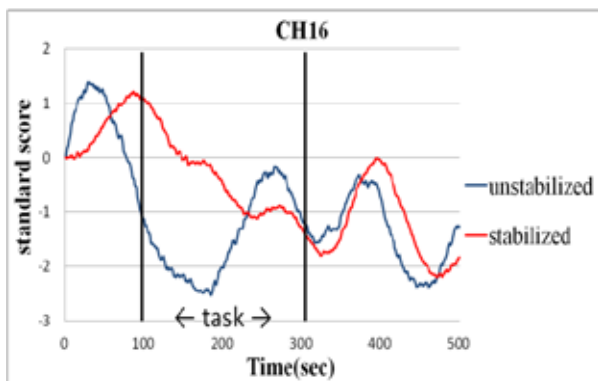


Fig.10 Comparison of the brain activity during Task1 and Task2 in Experiment 2 with subject 2

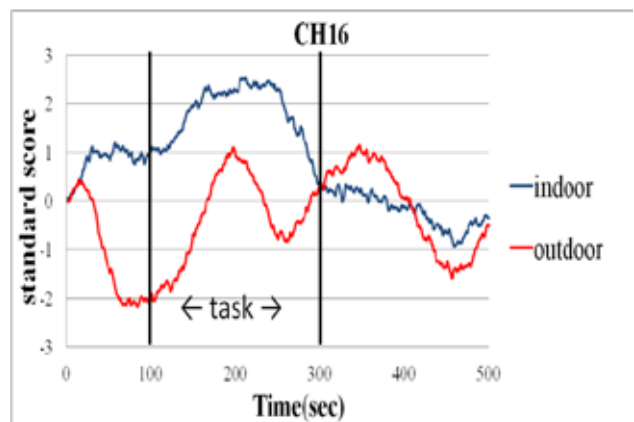


Fig.13 Comparison of the brain activity during Task1 and Task3 with subject 2

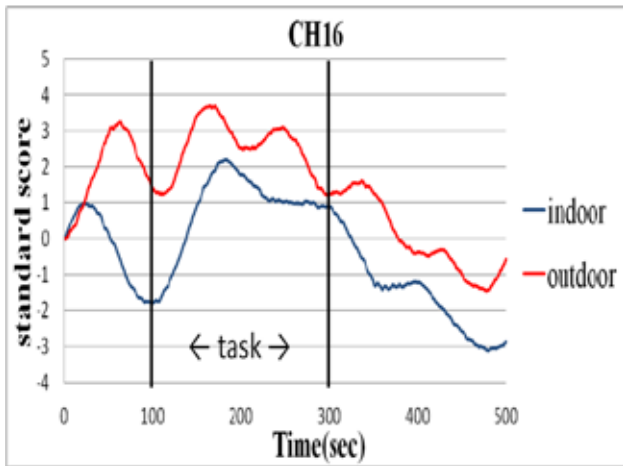


Fig.14 Comparison of the brain activity during Task1 and Task3 with subject 3

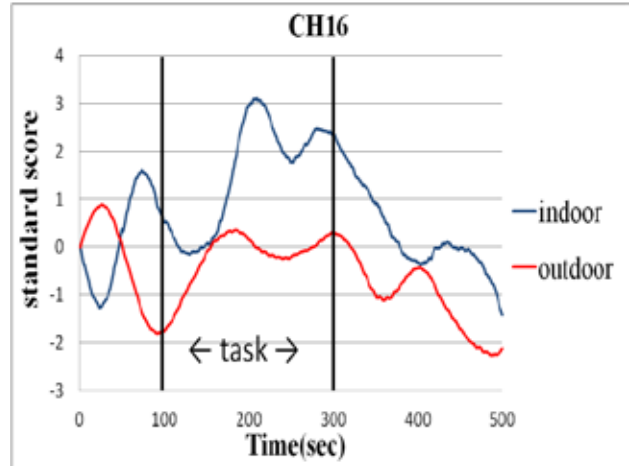


Fig.17 Comparison of the brain activity during Task2 and Task4 with subject 3

Fig.15, Fig.16, Fig17 は各被験者における課題 2, 課題 4 を比較したものを示す。被験者 1 において屋内, 屋外で明確な変化は見られなかったが被験者 2, 3 においてはわずかながら屋内の場合が変化量が多くなっている。また被験者 1, 2 に課題 1, 課題 3 を比較したものの同様, 屋外の場合が波形の振幅が増える傾向が見られた。

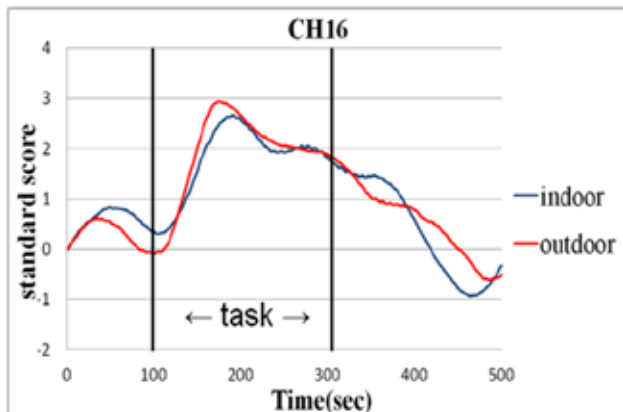


Fig.15 Comparison of the brain activity during Task2 and Task4 with subject 1

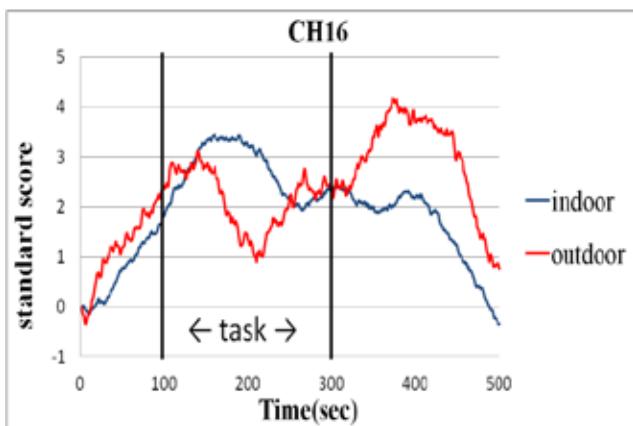


Fig.16 Comparison of the brain activity during Task2 and Task4 with subject 2

5. 結言

本報告では屋内,屋外における振動あり, 振動抑制の計 4 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。屋内, 屋外における実験では波形の振幅が増える傾向が見られる被験者がいた。しかし, 各被験者共通して明確な変化は見られなかった。原因としては屋内, 屋外であっても歩行を想起するという条件は変わらないため明確な変化が見られなかったのではないかと考える。

振動ありと振動抑制の動画を比較した場合, 課題開始時からの変化量が大きくなった。順序を変えた場合でも同様の結果がでたため想起を行う際, 歩行による振動を極力抑えた場合, 変化量が大きいことが言える。

今後の展開としては想起動画の条件に広域, 狭域や風景の明暗を加え, 脳活動計測を行っていく。

参考文献

- [1] 新興医学出版社：臨床医のための近赤外分光法
- [2] 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.