

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：37130

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K20156

研究課題名（和文）加齢による立体運動視の脳内神経ネットワークの変化と転倒との因果関係の検討

研究課題名（英文）Relationship between age-related changes in neural networks in the brain for stereoscopic motor vision and falls

研究代表者

池田 拓郎（Ikeda, Takuro）

福岡国際医療福祉大学・医療学部・准教授

研究者番号：20611792

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：ヒトは、自己の定位情報と外界からの空間情報を統合し、安定した歩行を調節していると考えられているが、視空間認知機能と身体制御との関係は明らかとなっていない。その関係を明らかにするため、立体視に焦点を絞って神経生理学および心理物理学的に試みた。結果、健康成人における立体視の脳内情報処理の低下が歩行中の身体動揺に影響を与えていることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
歩行中の身体動揺が立体視の脳内情報処理の低下によって引き起こされる可能性があることから、将来、視空間認知を高めるための脳可塑性を誘導するニューロリハビリテーションの提案やトレーニング機器の開発へと役立つ。このことは、転倒発生率の低下ならびに転倒問題に派生する医療経済的負担の抑制につながる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：Humans are thought to regulate a stable gait by integrating their own localization information and spatial information from the outside world. However, the relationship between visuospatial cognitive function and postural control have not been fully established. To clarify this relationship, this study attempted to focus on stereopsis from a neurophysiological and psychophysical perspective. The findings of the present study showed that a decrease in brain information processing of stereopsis in healthy adults affects body sway during walking.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：視空間認知 姿勢制御 立体視

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

わが国の地域高齢者の転倒発生率は1年間で約20%と報告され、転倒による骨折は、要介護の主要な原因となり(厚生労働省,2018) 転倒問題から派生する医療経済的負担の増大が社会問題となっている。近年では全国的に転倒予防事業が活発的に行われるようになったが、転倒事故は減少していない。その転倒問題に関わる運動機能や感覚および認知機能は、加齢によって低下する。特に、ヒトの脳内視覚情報処理の中で全体の25%以上を占めるとされる視覚情報処理の低下は、外界情報の取得を阻害する因子となり、転倒要因の一つと考えられている。

加齢による視空間認知機能の低下は、主に頭頂葉や視覚関連領域の機能低下で起こるとされる。一方で、これらの脳領域と立位姿勢調節時の平衡機能とがどの程度関与するのかあまりわかっていない。本研究成果の意義として、将来転倒予防として視空間認知を高める新しいリハビリテーション手法の提案やトレーニング機器の開発へと役立つ可能性がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、立体視に焦点を絞り、1) 立体視刺激の呈示速度の検証として、視覚性事象関連電位 (visual evoked related potential : V-ERP) の反応特徴を確認すること、2) 立体視刺激の検出閾値が立位姿勢動揺に与える影響を検討すること、3) 同閾値が歩行中の身体動揺に与える変化、4) V-ERP の応答反応が歩行動揺に及ぼす影響、以上4点を目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 1) 立体視刺激の呈示速度の検証

健常成人10名を対象とした。視覚刺激は random Optic flow (OF) 刺激(図1A)とし、400個の白色ドットをコヒーレントレベル90%でモニター上に呈示した。モニターとの距離を1,140ms、刺激呈示時間を750ms、刺激間隔を1,500~3,000msとした。刺激速度を5deg/s(OF)と6deg/s(F-OF)の2条件とした。V-ERPは64ch脳波計を用いて、サンプリング周波数1,000Hz、低域遮断周波数0.53Hzならびに高域遮断周波数120Hzで記録した。

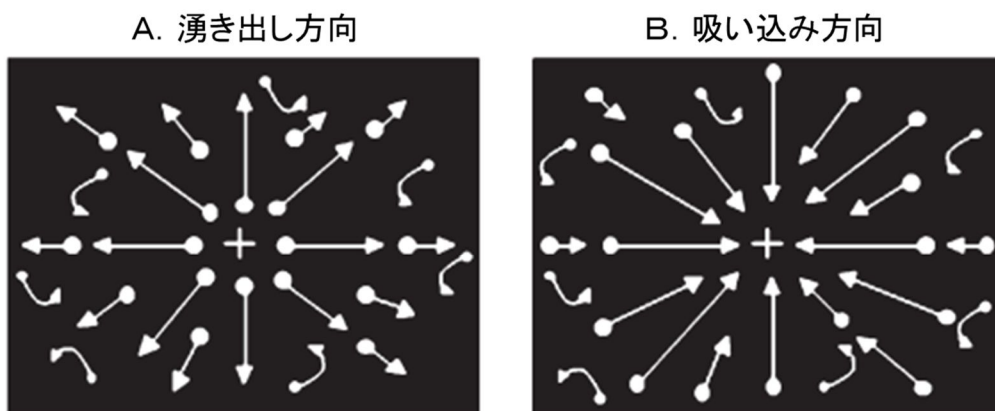


図1 random Optic flow(OF)刺激

#### 2) 立体視刺激の検出閾値が立位姿勢動揺に与える影響

健常成人45名を対象とした。50cm眼前のモニター画面上には、400個の白色ドット、0.2degのドットサイズ、5.0deg/secのドット移動速度、1degの固視点のサイズを1sec提示させ、7段階の共同運動レベル(5, 15, 20, 30, 40, 60, 80%)に変化させ、80回施行した。被検者には固視点を注視させ、OFの湧き出し方向(図1A)または吸い込み方向(図1B)を選択させた。Weibull関数をもとに約80%の正答率が得られるOF閾値を算出した。立位姿勢時の足圧中心変位の測定には、重心動揺計を使用した。サンプリング周波数を20Hzとし、記録時間を60秒とした。被検者には、視角1°の大きさの固視点を57cmと342cmの距離で注視させ、閉脚にて立位を保持するように指示した。また、2つの距離では閉眼立位の条件でも測定した。

#### 3) 立体視刺激の検出閾値が平常歩行中の身体動揺に与える影響

健常成人20名を対象とした。50cm眼前のモニター画面上には、400個の白色ドット、0.2degのドットサイズ、5.0deg/secのドット移動速度、1degの固視点のサイズを1sec提示させ、7段階の共同運動レベル(5, 15, 20, 30, 40, 60, 80%)に変化させ、80回施行した。歩行計測には3軸慣性センサを用い、200Hzのサンプリング周波数で11mの平常歩行中の頭部の加速度信号を記録した。

#### 4) V-ERP の応答反応が歩行動揺に及ぼす影響

健康成人 6 名を対象とした。1,114mm 眼前のモニター画面上には、400 個の白色ドット、0.2deg のドットサイズ、5.0deg/sec のドット移動速度、1deg の固視点のサイズを 1sec 提示させ、その時の V-ERP を記録した。記録電極は国際 10-20 法に従い、O1, O2, P3, Pz, P4 とし、サンプリング周波数 1,000Hz の条件で記録した。歩行時の身体動揺は上述の条件と同様とした。

### 4. 研究成果

#### 1) 立体視刺激の呈示速度の検証

OF の主成分である N190 と P250 成分が頭頂部で、N300 成分が側頭部で OF と F-OF の両刺激によって誘発した。N300 成分における F-OF の振幅は、OF に比べて増加し、バラつきが大きかった。

#### 2) 立体視刺激の検出閾値が立位姿勢動揺に与える影響

距離 342cm の開眼立位時の総軌跡長では、距離 57cm に比べて有意に増加した。OF 検出閾値平均以下群の距離 342cm の総軌跡長では 57cm に比べて有意に増加したが、閾値平均以上群では有意な変化を示さなかった。また、全被検者の総軌跡長と OF 閾値とは負の相関があった。

#### 3) 立体視刺激の検出閾値が平常歩行中の身体動揺に与える影響

OF 検出閾値が高い群(HI-OF)と低い群(LOW-OF)とで分けたところ、HI-OF 群の左右方向の頭部動揺は、LOW-OF 群に比べて有意に高かった。上下ならびに前後方向では有意差を示さなかった(図 2)。

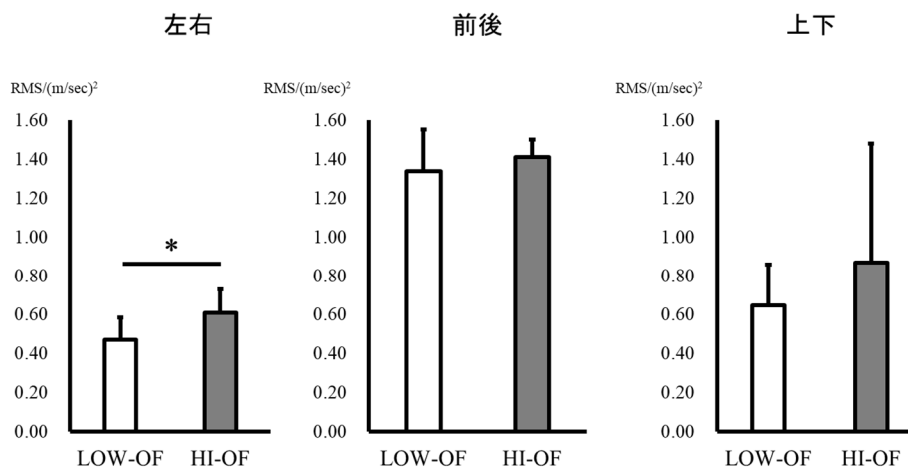


図2 歩行中の頭部動揺

#### 4) V-ERP の応答反応が歩行動揺に及ぼす影響

歩行時の身体動揺が大きい群の V-ERP の P200 潜時が低い群に比較して延長傾向であることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ikeda T, Takano M, Oka S, Suzuki A, Matsuda K	4. 巻 17(8)
2. 論文標題 Changes in postural sway during upright stance after short-term lower limb physical inactivity: A prospective study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0272969
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0272969.	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 該当する

1. 著者名 IKEDA Takuro, GOTO Kazuhiko, OKA Shinichiro, SUGI Takenao, FUKUDA Hiroki, GOTO Yoshinobu	4. 巻 34
2. 論文標題 Quantitative Analysis of Steady-state Visual Evoked Potentials Using Flash Stimulations: Response Characteristics of Different Frequency Stimuli	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Rigakuryoho Kagaku	6. 最初と最後の頁 41～45
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/rika.34.41	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 後藤 和彦、杉 剛直、池田 拓郎、山崎 貴男、飛松 省三、後藤 純信	4. 巻 47
2. 論文標題 運動知覚への両眼視差刺激の影響：視覚誘発電位を用いた検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床神経生理学	6. 最初と最後の頁 509～518
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11422/jscn.47.509	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11件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 池田拓郎, 後藤和彦, 岡真一郎, 杉剛直, 緒方勝也, 山崎貴男, 後藤純信
2. 発表標題 Optic flow感覚閾値が歩行時の頭部動揺に与える影響
3. 学会等名 第52回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤和彦, 杉剛直, 池田拓郎, 山崎貴男, 飛松省三, 後藤純信
2. 発表標題 視差勾配の違いが自己運動知覚に与える影響: sLORETAによる視覚誘発電位の信号源推定
3. 学会等名 第52回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池田 拓郎, 後藤 和彦, 岡 真一郎, 杉 剛直, 緒方 勝也, 山崎 貴男, 後藤 純信
2. 発表標題 運動視刺激による視覚性事象関連電位の変化: 刺激速度による検討
3. 学会等名 第51回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A Narueda, K Goto, T Sugi, Y Matsuda, S Goto, T Ikeda, T Yamasaki, S Tobimatsu, Y Goto
2. 発表標題 Component decomposition of visual evoked potentials by using independent component analysis
3. 学会等名 27th International Symposium on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤和彦, 杉剛直, 池田拓郎, 山崎貴男, 飛松省三, 後藤純信
2. 発表標題 視差勾配の違いが自己運動知覚に与える影響: 視覚誘発電位による検討
3. 学会等名 日本臨床神経生理学会学術大会第50回記念大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 成枝朱香, 後藤和彦, 杉剛直, 松田吉隆, 後藤聡, 池田拓郎, 山崎貴男, 飛松省三, 後藤純信
2. 発表標題 奥行運動刺激時の視覚誘発電位に対する特徴解析システム
3. 学会等名 日本臨床神経生理学会学術大会第50回記念大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田拓郎, 後藤和彦, 岡真一郎, 緒方勝也, 杉剛直, 後藤純信
2. 発表標題 室内の照度がラバー負荷時の立位姿勢調節に与える影響
3. 学会等名 日本臨床神経生理学会学術大会第50回記念大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田拓郎, 後藤和彦, 岡真一郎, 杉剛直, 緒方勝也, 後藤純信
2. 発表標題 パターン反転刺激を用いた定常状態型視覚誘発電位の刺激頻度変化の検討
3. 学会等名 第49回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤和彦, 杉剛直, 池田拓郎, 山崎貴男, 飛松省三, 後藤純信
2. 発表標題 ランダムドットステレオグラムに対する視覚誘発電位の解析: 視差勾配の影響
3. 学会等名 第49回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口峻, 後藤和彦, 杉剛直, 松田吉隆, 後藤聡, 池田拓郎, 山崎貴男, 飛松省三, 後藤純信
2. 発表標題 摂的加算平均を伴う視覚誘発電位反応の実時間記録評価システム
3. 学会等名 第 49 回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhiko Goto, Takenao Sugi, Takuro Ikeda, Takao Yamasaki, Shozo Tobimatsu and Yoshinobu Goto
2. 発表標題 Characteristics of brain activity under combination of optic flow and binocular disparity stimulus by using LORETA analysis for visual evoked potentials
3. 学会等名 Proceedings of The Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	後藤 純信  (Goto Yoshinobu)		
研究協力者	後藤 和彦  (Goto Kazuhiko)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------