

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月30日現在

機関番号：14401
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21592155
 研究課題名（和文） 仮想現実による高齢者の空間認知の研究：運動器不安定症への対策に向けて
 研究課題名（英文） Study on space recognition in older adults using virtual reality: countermeasure against locomotive syndrome
 研究代表者
 西池 季隆 (NISHIIKE SUETAKA)
 大阪大学・医学系研究科・准教授
 研究者番号：90283762

研究成果の概要(和文):脊椎動物において姿勢の動的状態から静的状態への移行の際には、その制御に精緻なメカニズムが必要となる。歩行停止の際に、仮想現実によって作成した視運動性視覚刺激が頭部偏位に与える影響を、ヒトの若年者と高齢者で比較した。若年者では視覚刺激時に頭部の偏位が認められた。これらの偏位には適応および慣れの現象が認められた。高齢者では若年者ほどの大きな反応は認められなかった。高齢者では、視覚刺激の影響を受けにくい歩行停止プロセスが働いていると考えられる。

研究成果の概要(英文): In primates, the refined mechanism is indispensable to maintain postural stability during a transition from dynamic situation to quasi-static situation. In this study, we investigated the effects of visual optic flow stimulation created by virtual environment on head displacement and eye movements during gait termination in younger and older human adults. In younger subjects, the significant head displacement was observed during visual stimulation. The adaptation and habituation of the displacement occurred to visual stimulation during repeated trials. The significant head displacement was not observed in older subjects. It is suggested that the process of gait termination in older subjects is less susceptible to visual stimulation.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・耳鼻咽喉科学

キーワード：実験系心理学、認知科学、脳・神経、バーチャルリアリティ、リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

日本は今後超高齢化社会を迎える。高齢者の転倒および寝たきりを誘引するとされる

運動器不安定症は、最近新たに認識されるようになった疾患概念である。高齢化によりバランス能力および移動歩行能力の低下が生じ、閉じこもり、転倒リスクが高まった状態をさす(日本整形外科学会等、2008)。原因として空間認知の衰え、感覚入力への減少、感覚統合力の減退、神経反射・筋力の減退が挙げられている。治療として筋力増加を目的としたリハビリテーション(リハビリ)が導入されている。しかし運動器不安定症の原因である上述の空間認知の衰え、感覚入力への減少および感覚統合力の減退に関する研究およびその対策としての感覚情報処理能力の増強、感覚代行および空間認知の再構成などの平衡神経科学の面からのリハビリの研究は進んでいない。

さらに本研究は、健常者に対する立体映像の影響という観点も背景に含んでいる。映像デバイスの高解像度化、高輝度化、大画面化に伴って生活環境の中への立体映像の浸透が、近年着実に進んできた。このことは豊かで楽しい映像文化の発展を意味すると同時に、映像の生体への意図しない悪影響という側面が指摘されている。この例としては立体映像による視覚疲労、映像酔いなどが考えられるが、これらに加えて、動画像が与える自己運動感覚による身体動揺も重要な影響である。従来の研究では静止した状態に対する動的映像の影響に焦点が当てられてきたが、能動的な歩行停止動作に対する動画像の影響については系統的な知見は見受けられない。

2. 研究の目的

今回の我々の研究の具体的な目的は、仮想現実(virtual reality: VR)を利用し感覚入力を変化させることによって、ヒト健常高齢者の空間認知の変化および動眼・脊髄反射の可塑性の可能性と傾向を探ることである。これは、高齢者の運動器不安定症に対して、筋力増強だけでなく、空間認知の再構成、感覚代行および感覚情報処理能力の増強・感覚統合能力の改善を目的としたリハビリの開発、および日常生活の中での動的映像が姿勢制御に与える悪影響の低減に結びつく研究である。

正常に歩行するためには、景色や床面など環境への適応を繰り返さなければならないが、安全に歩行を終了(歩行停止; gait termination)するためには、歩行中よりも、重心の前方偏位や下肢の筋緊張低下などの複雑な姿勢制御が必要となる。安静立位条件の実験では、高齢者では若年者よりも視運動性刺激による揺れが大きく、適応が起こるのが遅い(O'Connor KW et al. 2008; Peterka RJ, et al. 1990)。

安静状態や動的状態に比較してより精緻な姿勢制御メカニズムが必要な歩行停止において、若年者と高齢者の視運動性刺激による頭部偏位とその適応についての違いを検討した。

3. 研究の方法

CAVE(没入型Virtual Reality装置)の前方スクリーン上に、直径3mのランダムドットパターンの視覚刺激を提示した。被験者の頭部が歩行開始地点から距離として0.9mに到達時に、右方向へ視覚刺激を回転あるいは平行移動させた。タスクとして、被験者は音刺激とともに歩行開始し、視運動性刺激開始時に歩行停止するよう指示を受けている。それを1トライアルとした。

実験は、3セットに分けた。セット間には3分の休憩を挟んだ。1セットは8トライアルを含み、ランダムに平行刺激4トライアル、回転刺激4トライアルが行われた。被験者はトータル24回のトライアルを行ったことになる。

コントロールとして、音刺激とともに歩行開始し、視覚刺激の消失とともに歩行停止させる実験を8トライアル繰り返した。

4. 研究成果

平成21年度には、全面、左右面あるいは床面に投影したテクスチャマッピング映像を平行移動あるいは回転運動させる環境を作成した。この刺激下で被験者の歩行および歩行停止における身体動揺を計測し、最終的に研究方法に記載した前面に視覚刺激を映写する環境を作成することに成功した。

平成22年度には、視覚刺激の種類および歩行停止のタスクに関してさまざまな検討を行った。また動揺病の発症に関してPSQおよびSSQの2種のアンケート調査を行った。結果として動揺病スコアは低値であり、動揺病が実験遂行に障害を与えないことを確認した。

平成23年度には研究方法に記載した方法に乗っ取り、若年者と高齢者においてデータの収集を行った。

結果として、若年者では回転刺激時および平行刺激時に、コントロールと比較して、頭部の偏位が認められた。これらの偏位には、セット内での適応(adaptation: ADAP)および、セット間での慣れ(habituation: HABIT)の現象が認められた。

平行刺激の際に生じる視運動性眼振の最大緩徐相速度には、セット内およびセット間いずれも有意な変化を認めなかった。また、回転刺激の際には、時に回旋性眼振が誘発された。これに関しては、眼振の有りなしと頭

部の偏位に関しては、有意な関係を認めなかった。

高齢者では回転刺激、平行刺激ともに若年者ほどの大きな反応は認められなかった。これに関しては、若年者に比し歩幅が小さく歩行速度が遅く、歩行停止時やや開脚姿勢であったことなどが、姿勢の安定性に影響したと考えられた。また、高齢者は若年者に比較して、視覚刺激の影響を受けにくいことも証明された。

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 10 件)

- ① Imai T, Takeda N, Uno A, Horii A, Kitahara T, Nishiike S, Higashi-Shingai K, Inohara H. Benign paroxysmal positional vertigo showing sequential translations of four types of nystagmus. *Auris Nasus Larynx*. 2012, in press. 査読有り
- ② Higashi-Shingai K, Imai T, Takeda N, Uno A, Nishiike S, Horii A, Kitahara T, Fuse Y, Hashimoto M, Senba O, Suzuki T, Fujita T, Otsuki H, Inohara H. 3D analysis of spontaneous upbeat nystagmus in a patient with astrocytoma in cerebellum. *Auris Nasus Larynx* 39: 216-9, 2012. 査読有り
- ③ 西池季隆. 「生活習慣病と耳鼻咽喉科疾患 - 投薬上の注意 -」生活習慣病とめまい. *Entoni* 135: 1-7, 2011. 査読無し
- ④ Higashi-Shingai K, Imai T, Kitahara T, Uno A, Ohta Y, Horii A, Nishiike S, Kawashima T, Hasegawa T, Inohara H. Diagnosis of the subtype and affected ear of benign paroxysmal positional vertigo using a questionnaire. *Acta Otolaryngol* 131: 1264-9, 2011. 査読有り
- ⑤ Ujike H, Watanabe H. Effects of stereoscopic presentation on visually induced motion sickness. *Proceedings of SPIE Stereoscopic Displays and Applications XXII*, 7863: 786314, 2011. 査読無し
- ⑥ 氏家 弘裕, 渡邊 洋. 立体映像における両眼網膜像差が映像酔いに与える影響. 映像情報メディア学会技術報告, 35, 15: 1-4, 2011. 査読無し
- ⑦ 渡邊 洋, 氏家 弘裕. 3D 映像による生体への影響. *光技術コンタクト*, 49, 9: 35-42, 2011. 査読無し
- ⑧ 渡邊 洋. 没入型仮想環境の中での空間認識 ~ Vection から Image Safety まで ~. 映像情報メディア学会誌, 34, 12: 29-33, 2010. 査読有り
- ⑨ 柴田 大, 西池季隆, 宇野雅子, 堀井 新, 北原 紘, 原田 保. 聴覚刺激が重心動揺におよぼす影響. *Equilibrium Res* 68: 21-27, 2009. 査読有り
- ⑩ 西池季隆, 武田憲昭, 渡邊 洋. 予防医学からみた高齢者の平衡障害. *JOHNS* 25: 1747-1750, 2009. 査読無し

[学会発表] (計 29 件)

- ① 渡邊 洋. VR での臨場感が空間認知にもたらすもの, 映像情報メディア学会、立体映像技術研究会 (3DIT)、東京(3/5), 2012.
- ② 岩本依子, 今井貴夫, 宇野敦彦, 西池季隆, 猪原秀典, 堀井 新, 北原 紘. Canalith plug による自発眼振が見られた 1 例. 第 320 回日本耳鼻咽喉科学会大阪地方連合会、大阪 (3/3), 2012.
- ③ Imai T, Masumura C, Takeda, N, Uno A, Nishiike S, Horii A, Kitahara T, Takimoto Y, Okazaki S, Kamakura T, Inohara H. Differential diagnosis of true and pseudo-anterior canal type of benign positional nystagmus. The 11th Japan-Taiwan Conference on Otolaryngology - Head and Neck Surgery, Kobe, Japan (December 8-9), 2011.
- ④ 渡邊 洋, 氏家 弘裕. 映像の生体影響に関する基礎的知見と標準化の動向について, QoS ワークショップ, 名古屋 (11/29), 2011.
- ⑤ 渡邊 洋, 氏家 弘裕. 3D 映像による生体への影響. 「光学設計が 3D に果たす役割」セミナー, 東京 (11/24), 2011.
- ⑥ 岡崎鈴代, 西池季隆, 今井貴夫, 堀井新, 北原 紘, 宇野敦彦, 鎌倉武史, 滝本泰光, 武田憲昭, 猪原秀典, 渡邊 洋. 仮想現実による動的視覚環境が頭部偏位と眼球運動に与える影響. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18), 2011.
- ⑦ 岩本依子, 今井貴夫, 真貝佳代子, 北原 紘, 宇野敦彦, 西池季隆, 堀井 新, 猪原秀典. BPPV の患側とサブタイプを問診だけでどの程度診断できるか. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18), 2011.
- ⑧ 今井貴夫, 滝本泰光, 宇野敦彦, 西池季隆, 堀井 新, 北原 紘, 鎌倉武史, 武田憲昭, 猪原秀典. 先天性眼振の 240Hz 眼球運動三次元解析. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18), 2011.
- ⑨ 真貝佳代子, 今井貴夫, 武田憲昭, 宇野敦彦

- 彦、西池季隆、堀井 新、北原 紘、猪原秀典. 中枢性上眼瞼向き眼振と末梢性上眼瞼向き眼振の鑑別 三次元眼球運動解析による眼振の回転軸の検討. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18)、2011.
- ⑩ 増村千佐子、今井貴夫、北原 紘、宇野敦彦、西池季隆、堀井 新、武田憲昭、猪原秀典. 前半規管型良性発作性頭位めまい症と偽前半規管型良性発作性頭位めまい症の鑑別. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18)、2011.
- ⑪ 滝本泰光、今井貴夫、武田憲昭、宇野敦彦、西池季隆、堀井 新、北原 紘、岡崎鈴代、鎌倉武史、肥塚 泉、猪原秀典. 偏中心性回転を用いた耳石器機能の検討. 第 70 回日本めまい平衡医学会総会、千葉 (11/16-18)、2011.
- ⑫ Watanabe H, Ujike H, Yoshizawa M, Sugita N, Chiba S. The effect of seating position for 3D movies with the 200-inches theater screen environment evaluated by both physiological and psychological measurement, VIMS2011, Las Vegas, USA, (September 23), 2011.
- ⑬ 渡邊 洋. 3D 不適切設定が生体に与える影響. 第 47 回日本眼光学学会総会、東京 (9/3)、2011.
- ⑭ 今井貴夫、真貝佳代子、北原 紘、宇野敦彦、西池季隆、堀井 新、猪原秀典. 問診から推定される良性発作性頭位めまい症の型分類. 第 317 回日本耳鼻咽喉科学会大阪地方連合会、大阪 (6/4)、2011.
- ⑮ 岡崎鈴代、西池季隆、堀井 新、北原 紘、宇野敦彦、今井貴夫、前川千絵、鎌倉武史、渡邊 洋. 動的視覚環境が身体動揺に与える影響. 第 112 回日本耳鼻咽喉科学会総会、京都 (5/19-21)、2011. 第 112 回日本耳鼻咽喉科学会総会、京都 (5/19-21)、2011.
- ⑯ 今井貴夫、増村千佐子、宇野敦彦、西池季隆、堀井 新、北原 紘、武田憲昭、猪原秀典. 真の前半規管型良性発作性頭位めまい症と偽前半規管型良性発作性頭位めまい症との鑑別. 第 112 回日本耳鼻咽喉科学会総会、京都 (5/19-21)、2011.
- ⑰ Ujike H, Watanabe H. Visual Fatigue and Motion Sickness in 3D Images, US-Japan Symposium on Standards for Emerging Technologies, Gaithersburg, Maryland, USA, March 7, 2011.
- ⑱ 岡崎鈴代、西池季隆、宇野敦彦、今井貴夫、前川千絵、猪原秀典、堀井 新、北原 紘、渡邊 洋、土井勝美. ヴァーチャルリアリティが身体安定性に与える影響の増強因子について. 厚生労働省難治性疾患克服研究事業 前庭機能異常に関する調査研究班 平成 22 年度報告会、東京、興和ホール (1/22)、2011.
- ⑲ 今井貴夫、宇野敦彦、西池季隆、猪原秀典、増村千佐子. エプリー法施行後、非典型的な頭位変換眼振を示した頭位めまい症の 1 症例. 第 315 回日本耳鼻咽喉科学会大阪地方連合会、大阪 (12/4)、2010.
- ⑳ 岡崎鈴代、西池季隆、堀井 新、北原 紘、宇野敦彦、今井貴夫、猪原秀典、渡邊 洋. 仮想現実による光流動刺激が姿勢制御に与える影響. 第 69 回日本めまい平衡医学会総会、京都 (11/17-19)、2010.
- ㉑ 今井貴夫、増村千佐子、宇野敦彦、西池季隆、武田憲昭、堀井 新、北原 紘、真貝佳代子、猪原秀典. Epley 法で治療した後に前半規管型良性発作性頭位めまい症に変化したと思われる眼振の責任半規管の同定. 第 69 回日本めまい平衡医学会総会、京都 (11/17-19)、2010.
- ㉒ 真貝佳代子、今井貴夫、北原 紘、宇野敦彦、西池季隆、堀井 新、猪原秀典. 問診から良性発作性頭位めまい症の患側やサブタイプを判定できるか. 第 69 回日本めまい平衡医学会総会、京都 (11/17-19)、2010.
- ㉓ 今井貴夫、宇野敦彦、西池季隆、猪原秀典、北原 紘、真貝佳代子、堀井 新. 良性発作性頭位めまい症を診断するための問診項目の検討. 第 314 回日本耳鼻咽喉科学会大阪地方連合会、大阪 (9/4)、2010.
- ㉔ Watanabe H, Ujike H. 3D Image Safety. CIE, Princeton Univ., USA, June 21, 2010.
- ㉕ 今井貴夫、宇野敦彦、西池季隆、猪原秀典、北原 紘、堀井 新、武田憲昭. クラ結石症による後半規管型良性発作性頭位めまい症. 第 313 回日耳鼻大阪地方会、大阪 (6/5)、2010.
- ㉖ 今井貴夫、北原 紘、西池季隆、大崎康宏、猪原秀典、堀井 新、真貝佳代子、武田憲昭. 四種類の頭位・頭位変換眼振を示した良性発作性頭位めまい症例. 第 312 回日耳鼻大阪地方会、大阪 (3/6)、2010.
- ㉗ 今井貴夫、北原 紘、西池季隆、土井勝美、猪原秀典、堀井 新、武田憲昭. 方向交代性上向性眼振を示す水平半規管型良性発作性頭位めまい症の自然経過. 厚生労働省難治性疾患克服研究事業 前庭機能異常に関する調査研究班 平成 21 年度報告会、東京、興和ホール (2/6)、2010.
- ㉘ 今井貴夫、武田憲昭、北原 紘、西池季隆、堀井 新、猪原秀典. 方向交代性上向性眼振を示す水平半規管型良性発作性頭位めまい症の自然経過. 第 311 回日

- 耳鼻大阪地方会、大阪（12/5）、2009.
- ⑳ 今井貴夫、真貝佳代子、北原 紘、西池季隆、堀井 新、武田憲昭、猪原秀典.
四種類の頭位・頭位変換眼振を示した良性発作性頭位めまい症例. 第 68 回日本めまい平衡医学会総会、徳島（11/25-27）、2009.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/ent/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西池 季隆 (NISHIIKE SUETAKA)
大阪大学・医学系研究科・准教授
研究者番号：90283762

(2) 研究分担者

渡邊 洋 (WATANABE HIROSHI)
産業技術総合研究所・健康工学研究部門
主任研究員
研究者番号：20358386