

# 頸部への振動刺激が姿勢にもたらす影響

菊池 利海<sup>\*1</sup> 渡辺 亮<sup>\*1</sup>

蜂須 拓<sup>\*1 \*2</sup> 佐藤 未知<sup>\*1 \*2</sup> 福嶋 政期<sup>\*1 \*2</sup> 梶本 裕之<sup>\*1 \*3</sup>

## Vibration Stimulus to Neck and Its Effect on Posture

Toshimi Kikuchi<sup>\*1</sup>, Ryo Watanabe<sup>\*1</sup>

Taku Hachisu<sup>\*1 \*2</sup>, Michi Sato<sup>\*1 \*2</sup>, Shogo Fukushima<sup>\*1 \*2</sup> and Hiroyuki Kajimoto<sup>\*1 \*3</sup>

**Abstract** - コンピュータゲームやコンテンツ鑑賞においてユーザに自己姿勢を呈示することは重要であり、従来は映像や音によって生じる自己運動錯覚や実際のモーションライドなどが用いられてきた。これに対して我々は、頸部に振動刺激を与えることで立位姿勢が少なくとも主観的に変化する現象に注目し、新たな自己姿勢呈示手法として利用できるのではないかと考えた。本現象は簡便な機構による生起が可能であり、頸部への振動刺激のみで生起するため視覚を阻害しない。本研究は、本現象を用いた姿勢制御の方法の確立を目的とし、特に本稿では頸部に固定した複数の振動子を用い、振動の種類と姿勢変化の関係を観察する。

**Keywords** : posture presentation, neck, vibration stimulus

### 1. はじめに

コンピュータゲームや視聴覚コンテンツ鑑賞において、より高い臨場感・没入感を提供するためにユーザに自己姿勢を呈示する様々な方法が提案されている。具体的な自己姿勢呈示手法として3例を挙げる。第1にモーションライドなどにより実際の加速度を生じさせる手法[1][2]、第2に映像や音声により生じる自己運動錯覚を用いる手法[3][4]、第3に前庭器官へ電気刺激を加える手法[5]である。

実際の加速度を生じさせる手法は、高品質な自己姿勢呈示が可能となる反面、高コストの提示装置が必要という欠点を持つ。映像や音声による自己運動錯覚を用いる手法は視聴覚コンテンツ自体の映像と音声を阻害する可能性を有する。前庭電気刺激は平衡感覚を司る前庭器官を直接刺激するため容易に自己姿勢を呈示できる点において優れるが、人体に電気刺激を行うことに対して抵抗を感じるユーザがいるという問題がある。

これに対して我々は、頸部に振動刺激を呈示することで主観的に立位姿勢が変化する現象を発

見、これを新たな自己姿勢呈示手法として利用することを考えた。本現象の利点として簡便な機構による生起が可能である点、頸部への振動刺激のみにより生起するため視覚を阻害しない点がある。本研究は本現象を用いた姿勢制御の方法の確立を目的とし、特に本稿では頸部呈示する振動刺激の種類と姿勢変化の関係を観察した。

### 2. 実験

本実験では頸部に巻きつけた複数の振動子により頸部の周囲を運動する振動刺激を提示し、それにより生じる重心動揺を計測した。

#### 2.1. 実験システム

本実験システムはスピーカ(AURA SOUND、NW2-326-8)、オーディオアンプ(RASTEME SYSTEMS CO.LTD.RSDA202)、DAボード(Interface社、PCI-3346A)、重心動揺計(任天堂、バランスWiiボード)およびPCから構成される。システム構成を図1に示す。

\*1 電気通信大学, { kikuchi, r.watanabe, hachisu, michi, shogo kajimoto }@kaji-lab.jp

\*2 日本学術振興会特別研究員

\*3 科学技術振興機構さきがけ

\*1 The University of Electro-Communications

\*2 JSPS Reserch Fellow

\*3 Japan Science and Technology Agency(JST)

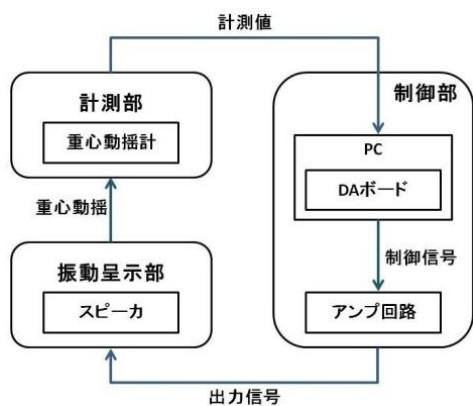


図 1 システム構成  
Fig. 1 System Configuration

## 2.2. 実験手順

被験者の頸部に 8 つのスピーカを図 2 のように等間隔に取り付け、図 3 のように動揺計上に閉眼状態で立位を保持するよう指示した。



図 2 頸部に取り付けたスピーカ  
Fig. 2 Speakers placed on neck



図 3 重心動揺計  
Fig. 3 Posture measurement

本試行では 100Hz の正弦波を 0.50Hz で変調

した合成波を振動刺激として呈示した。スピーカへの入力信号を図 4 に示す。

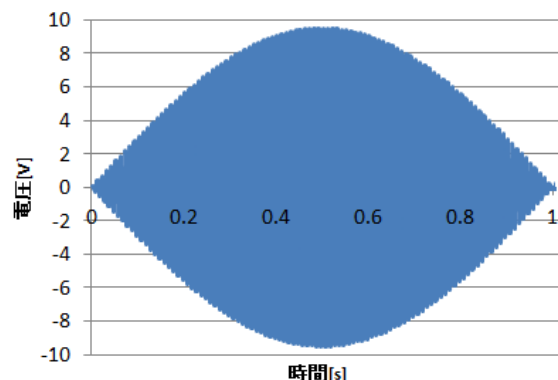


図 4 スピーカへの入力信号  
Fig. 4 Input signal to speakers

隣接するスピーカ間で 0.50Hz の正弦波の位相を  $\pi/8$  ずつずらすことにより、8 つの時間的にずれた駆動信号を生成した。これにより生じられる運動は頸部を 1s かけて 1 周する運動となる。

本試行において試行時間は被験者 1 人につき 60s とした。試行開始後 0~20s 及び 40~60s においては振動刺激を呈示せず、20s~40s において振動刺激を呈示した。

## 2.3. 実験結果

筆者自身を被験者として行った予備試行から得た左右方向及び前後方向の重心動揺の計測結果を図 5 および図 6 に示す。

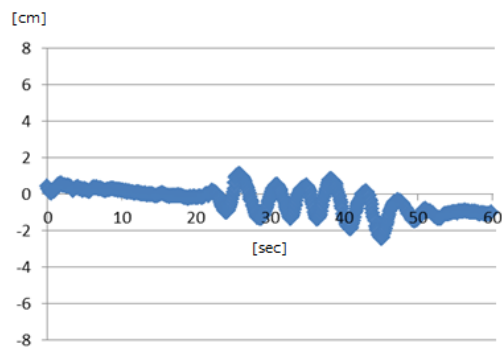


図 5 左右方向の重心の変化  
Fig. 5 Lateral movement of center of gravity

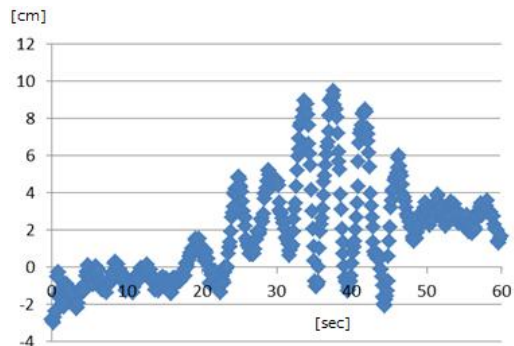


図 6 前後方向の重心の変化  
**Fig. 6 Longitudinal movement of center of gravity**

いずれのグラフも縦軸はバランスボード中央-重心位置間の距離を、横軸は試行開始後の経過時間を表す。グラフから、両方向において振動刺激呈示の開始された 20s から重心動揺も顕著となり呈示の終了した 40s から徐々に動揺が収まる様子が見て取れる。

しかし他に 3 人の被験者を募り同様の実験を行ったところ、大きな重心動揺を得ることはできなかった。ただし被験者の内観報告として、「振動刺激提示中は姿勢が安定しているように感じるが、振動呈示がなくなると少し姿勢が不安定になった気がした」といった意見を得ており、なんらかの主観的な効果はあった可能性がある。今回用いた触覚刺激は正弦波を変調した特殊なものであり、頸部全周に振動強度の強い部位が 2 箇所、常に反対の位置にあり、これが回転するというものであった。この方法は回転運動自体を滑らかに知覚させるには効果があったものの、振動刺激によって直接的に重心動揺を生起させるには対抗する二箇所の刺激による効果が相殺しあっていた可能性がある。

### 3. おわりに

本稿では自己姿勢の呈示を目的として、頸部へ振動刺激を加えることで生起される重心の動揺を計測した。大きな重心動揺が生起されたのは筆者自身が行った予備実験のみであったが、逆に多くの被験者が振動呈示によってかえって姿勢が安定したという感想を持っており、頸部振動刺激と主観的な運動との何らかの関係が示唆された。今後は呈示する振動刺激の運動速度や周波数、部位と重心動揺との関連を調査する所存である。

### 参考文献

- [1] 廣瀬通孝, 大塚隆治, 広田光一: モーションベースを利用した前庭感覚表現に関する基礎的研究, 日本バーチャルリアリティ学会論文集, 1(1), 16-22 (1996).
- [2] 牧浦 敏則, 岩田 洋夫, 矢野 博明: 頭部揺動を用いた移動感覚の呈示, 日本バーチャルリアリティ学会第 7 回大会 (2002)
- [3] J R Lishman, D N Lee: The autonomy of visual kinaesthesia, Perception, vol.2, pp.287-294 (1973)
- [4] B. E. Riecke, D. Feuereissen, J. J. Rieser, T. P. McNamara, Spatialized Sound Enhances Biomechanically-Induced Self-Motion Illusion (Vection), CHI2011 (2011)
- [5] T. Maeda, Y. Miyata, H. Iizuka, H. Ando: Multi-dimensional effects in galvanic vestibular stimulations through multiple current pathways, ICAT2010 (2010)