

# 揺らぎ信号切り替えによる横位姿勢利用可能足底刺激マッサージのストレス緩和効果に対する考察

A Consideration on Vibro Massuer Relaxation Effects with Applied Fluctuated Signal Switching in Transverse Lying Posture

荒川 陽平 (茨大院), 岩淵 将俊 (サイバーテック)  
住谷 秀保 (茨大), 馬場 充 (茨大)

Yohei ARAKAWA, IBARAKI Graduate University, Nakanarusawacho4-12-1, Hitachi-city Ibaraki  
Masatoshi IWABUCHI, Cybertech  
Hideyasu SUMIYA, IBARAKI Univ.  
Mitsuru BABA, IBARAKI Univ.

While convenience society advances, it becomes clear that psychological and physical stress gives bad influence to the human body by the factors such as over stressful competition or rapid change of living environment. This study conducts to develop the relaxation device that gives stress relaxation effect to subject while they are lying or asleep. This system considered on the adequate loading stimuli on foot bottom to induce relaxing effect. These representative signals are known as observed in wave sound.  $1/f$  fluctuation is also observed in these phenomena. This study compared wave sound with  $1/f$  fluctuation for investigates relaxation effect.

keywords : Stress Relaxation. Vibration Stimulation. Fluctuation. Brain Wave.

## 1. 緒言

便利社会が進行する中で、競争や生活環境の変化などの要因により、心理的かつ身体的ストレスが人体に悪影響を及ぼすことが明らかになってきている.[1].

本研究室では、横位で足底部へのマッサージがストレス緩和に高い効果を持つとの臨床報告 [2] から、従来より就寝中でもストレス緩和が行える横位足底部刺激ストレス緩和装置 (VRD : Vibro Relaxation Device) の研究・開発を行っている。これまでの研究で、ゆらぎ効果を組み込んだ振動刺激は脚部体温保持に効果があることが立証された.[3]. さらに振動刺激の体性影響だけでなく、心理的波及効果として覚醒状態保持効果を示した [4]. 本報告では自然の波音を解析し、一般に癒し効果があるとされる  $1/f$  ゆらぎと自然音の相違点、類似点について考察を行った、また自然波音解析より、 $1/f$  ゆらぎ特性を有する周波数領域での時間軸ゆらぎが類似する傾向が観測された。これらの癒し効果があるとされるゆらぎ信号と一定信号をヒトの足底部に負荷した場合の脳波反応解析を行い、精神的ストレス緩和波及効果に与える影響について考察する。

## 2. 足底部刺激体性影響解析システム構成

システム構成図及び VRD の仕様を Fig.1 に示す。VRD への振動信号は PC で一定、 $1/f^0$  ゆらぎ、擬似ゆらぎ信号の時系列データを生成し、印加電圧に変換した後、VRD の振動モータに印加し生成する。測定時間は 7 分とし、最初の 2 分間は振動無負荷、残りの 5 分間に振動負荷を与え計測を行った。これにより振動負荷前後での違いを計測する。脳波は BIOFEEDBACK SYSTEM FM515A (FUTEK 製)、脚部温度は計装用温度計 D622-1D61 (TAKARA 製) 血圧、脈拍、体温はバイタルセンサ TM-2560 (エアンドデイ製) を使用し、脳波、体温、脚部温度、最高血圧、最低血圧、脈拍を計測、各々の振動刺激による影響を観測した。

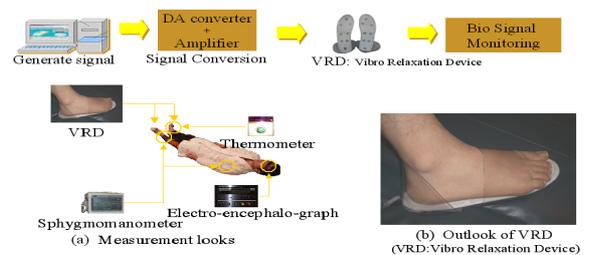


Figure 1 System Overview

## 3. 擬似ゆらぎ信号生成

従来の  $1/f$  ゆらぎ信号に加え、今回新たなゆらぎ信号として、 $1/f$  ゆらぎ信号と自然音解析による自然波音準拠ゆらぎ信号生成を行った、この事前準備として、それぞれに対する特徴解析を行った。

### 3.1. $1/f$ ゆらぎ信号生成法

$1/f$  ゆらぎは、低周波部分のパワーレベルが高く、高周波部分ではパワーレベルが低いという反比例の特性を持っている。スペクトルグラフの対数をとったとき、その傾きが  $-1$  に近似できる波形を  $1/f$  ゆらぎという。Fig.2 の a) に、 $1/f$  の両対数の PS (Power Spectrum) を、b) に  $1/f$  信号を電圧変換した波形を示す。

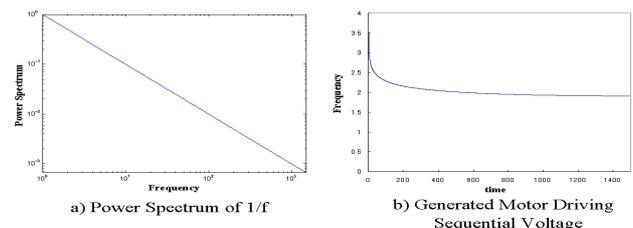


Figure 2 Characteristic of  $1/f$

Fig.2 の b) より  $1/f$  信号は、高い電圧から急激に減少し、その後は緩やかに収束していく。この信号にはゆらぎがないため、癒し効果にはゆらぎのファクターが関係して

いるのではと仮定し、 $1/f$  特性を有する平均 PS にゆらぎを加えた信号生成を行った。ゆらぎ振幅の大きさによる違いを検証するため、 $Pseudo1/f$  を式 (1) に定義する。振幅の割合を  $A$  とし、振幅度  $FF(f)$  を式 (2) で定義する。自然波音を解析した結果、 $A$  が 90 程度を有することが確認された。これより波の PS パターンに近い  $A=10^2$  90 と、さらにゆらぎ幅を大きくした  $A=10^4$  の信号を生成し、癒し効果を検証することとした。Fig.3 は  $A=10^2, A=10^4$  の  $Pseudo1/f$  の PS である。

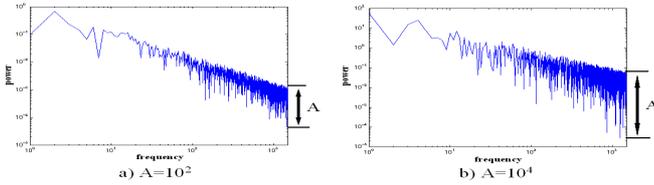


Figure 3 Power Spectrum of Pseudo1/f

$$Pseudo1/f \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{f}(1 + FF(f)) \quad (1)$$

$$FF(f) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{A(2 \times rand - 1)}{100} \quad (2)$$

### 3.2. 自然波音準拠ゆらぎ信号生成法

癒し効果を有する自然音として、今回は波音に着目し、擬似生成アルゴリズムについて解析を行った。波音解析の結果、 $1/f$  特性を有する周波数領域での時間軸ゆらぎが類似する傾向が観測された。この特性が癒し効果に関係している可能性を示したため、ある特定の周波数のパワー変動を時系列として抽出した特定周波数パワー変動時系列波形  $SPFTS$ (Specific Power Fluctuation Time Sequence) の生成を行った。自然音から生成した  $SPFTS$  を式 (3) で定義し、生成された  $SPFTS$  を Fig.4 に示す。

$$SPFTS(t)(P) \stackrel{\text{def}}{=} \{P; f(t) \text{ at } P\} t \quad [0, tmax] \quad (3)$$

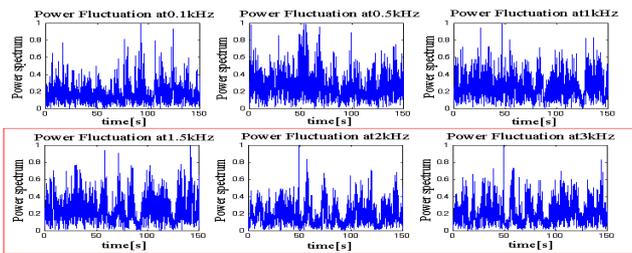


Figure 4 Time Sequence of SPFTS

### 4. 擬似ゆらぎ信号負荷による体性影響解析

心理的波及効果の影響解析として、脳波の含有率変化から評価を行った。振動負荷前 1 分間と測定終了前 1 分間の脳波含有率変化に着目し、振動負荷前後での変化を各振動パターンごとに比較・検証を行った。Fig.5 に各振動の電圧変化、Table1 に振動前後での各振動パターンでの各脳波の平均含有率増減度を示す。

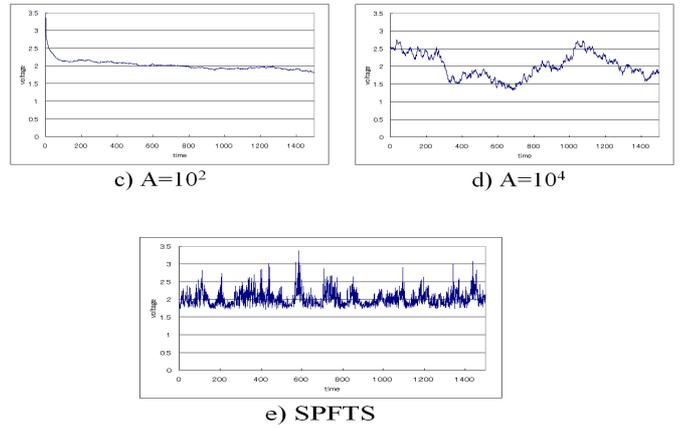
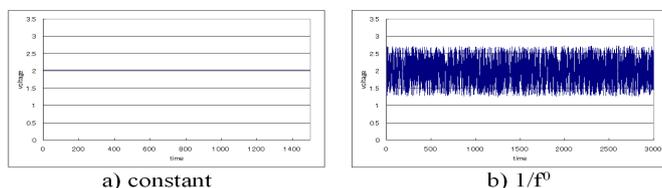


Figure 5 Generated Motor Driving Sequential Voltage

Table 1 Increase and Decrease Rate[%]

		1	2	3	
No Load	11.5	-7.8	-34.4	25.3	21.0
a) Cnstant	36.9	13.2	-23.5	47.9	-29.2
b) $1/f^0$	-1.1	25.8	11.6	6.9	-42.8
c) $A = 10^2$	18.6	4.3	-16.4	29.3	-26.3
d) $A = 10^4$	42.9	4.2	-21.3	19.0	-22.7
e) $SPFTS$	-11.0	2.8	32.6	42.6	-33.0

振動負荷、振動無負荷では、波の増減に違いが観測され、これにより、横位姿勢時に足底部振動負荷することがストレス緩和に効果的であることが確認できた。また、振動一定、 $Pseudo1/f$  ゆらぎ  $A = 10^4$  で波の上昇が観測され、ゆらぎ幅が大きい  $Pseudo1/f$  はリラクセス効果ではなく、睡眠誘導効果を有する可能性を示した。また、この事例において、癒し効果が顕著にでた部分を印で示す。 $SPFTS$  では波の上昇、波の減少傾向が確認され、ストレスを緩和させると同時にリラクセス、集中状態になる傾向が確認された。また各振動により特徴が異なることにより、用途に応じて使い分けられる可能性を示した

### 5. 結言

本報告では、癒し効果があるとされる  $1/f$  ゆらぎ、波音解析より生成した自然波音準拠ゆらぎ信号と一定振動をヒトの足底部に負荷したときの脳波反応解析を行った。その結果、振動を足底部に負荷することでストレス緩和に効果があることが確認された。さらに自然音解析から生成した  $SPFTS$  信号において、ストレス緩和効果に加え、リラクセス効果を示したため、高い癒し効果がある傾向を示した。今後、被験者数を増やし信頼性のあるデータを得る。

### 参考文献

- [1] 高橋 良斉, 森信 繁, 加藤 進昌: ストレスと海馬
- [2] Julie Heyes, Carol Cox: Immediate effects of a five minute foot massage on patients critical care
- [3] 直井 雄亮, 岩淵 将俊, 住谷 秀保, 白石 昌武: ゆらぎ信号を利用した足底刺激ストレス緩和装置 (2008)
- [4] 荒川 陽平, 直井 雄亮, 住谷 秀保: 横位姿勢ゆらぎ信号利用刺激デバイスによるストレス緩和効果の検証