

# 相互作用的な聴覚刺激の呈示は歩行運動を攪乱する 一日常における「非日常感」の創発に向けて一

五十里翔吾<sup>†1</sup> 高橋英之<sup>†1†2</sup>

**概要:** 習慣による考えや行動の自動化は、考えの固着や道徳規範の軽視を引き起こすことがある。このような自動化状態から脱するためには、習慣的運動を攪乱することで「非日常感」を創り出すことが有効であると考えた。この仮説を検証するための予備的検討として、まず日常的運動の一つの指標として歩行周期に注目し、背景での聴覚刺激の呈示により歩行周期を攪乱できるか調べた。その結果、刺激の一定周期での呈示では変化しなかった歩行周期が、被験者の歩行周期にある程度追従する相互作用的な刺激の呈示では変化する傾向がみられた。この結果は、我々の運動と相互作用する聴覚刺激の提示は日常的運動を攪乱できるという可能性を示唆する。このような日常的運動の攪乱は、より高次の思考や行動の「非日常感」の創発につながるのではないかと期待している。

**キーワード:** 聴覚刺激, 歩行, 相互作用, 攪乱

## Interactive presentation of Auditory stimuli might have disturbance effects on cadence

SHOGO IKARI<sup>†1</sup> HIDEYUKI TAKAHASHI<sup>†1†2</sup>

**Abstract:** Thoughts and behaviors automated by habit sometimes bring unpreferable effects on our life; for example, mechanized mind and moral degeneracy. The authors hypothesized that “sense of unusual” encourage us to get out of such status. We focused on creating “sense of unusual” by disturbing habitual motions. Then we chose cadence as an index and tried to examine whether auditory stimuli presented behind walking can disturb subjects’ cadence. No significant difference was observed if presented in constant period, while significant shifting of cadence was observed if presentation period changes in response to steps to reduce the difference between presentation period and walking period. This result implies that interactive presentation of auditory stimuli might have disturbance effects on humans’ habitual motions. We expect that such disturbance of habitual motions could facilitate an emergence of “sense of unusual” in higher-order cognition and behavior.

**Keywords:** auditory stimuli, walking, interactive, disturbance

### 1. はじめに

人の考えや行動は、日常生活の繰り返しの中で習慣化される。習慣を身につけることで人は環境に適応するが、その過程で考えや行動が自動化され、環境に対する感受性が減衰する。このような感受性の低下は、思考の固着化(Einstellung effect [1])や、社会規範の軽視 [2]につながるものが明らかになっている。このような思考の固着化を回避するきっかけとして、「非日常感」の体験がある [3] [4]。例えば、旅行による初めての風景を観る体験や転職などによる人間関係の変化は生活に「非日常感」をもたらす。それによって感受性が高まった状態になることがある。一方で、「非日常感」とは必ずしも大きなイベントの中にもみ存在するわけではない。日ごろの何気ない行動の中にも習慣で形作られた日常性があり、それを何らかの方法で攪乱することで潜在的な「非日常感」を引き出すことができる。そのような観点から、日常生活の中に「非日常感」を創り出し、物事や他人への興味を持続

的に高めることが可能なエンジニアリングに基づく手法には価値があると思われる。

現在、このような「非日常感」を手軽に感じさせる有力な方法としてバーチャルリアリティ(VR)がある。例えば、VRシステムにより“空飛ぶスーパーヒーローになる”という「非日常感」がある体験をすることで、その後の他者に対する向社会的性が向上するという研究がある [5]。これは非日常体験が我々の日常行動に影響を与える好例である。しかし、スーパーヒーローになるという体験は我々の日常体験と過度に隔たっている。それゆえその体験を日常的な自らの行動と持続的に結びつけることが難しい。よって日常生活における長期的な思考や行動の変容にはつながらないと考える。持続的に我々の思考を活性化するためには、より日常的な振る舞いの中である種の「非日常感」を引き起こす必要がある。

そこで前述の“VRスーパーヒーロー体験”のようなアプローチに対して、より習慣的な運動レベルでの「非日常」を生じさせることで、より我々の高次の思考における

<sup>†1</sup> 大阪大学(Osaka University)

<sup>†2</sup> JST ERATO

連絡先: 五十里翔吾 u765277j@ecs.osaka-u.ac.jp

「非日常感」を創発させることが効果的であると我々は考えている。

日常的な運動に「非日常感」を与える方法として、我々は“相互作用”に注目している。相互作用とは、二つの系の間で双方向的な情報や力の流れが生じていることを指す。非線形力学の分野において、環境と相互作用する力学系は、他の系と接触させることでダイナミクスの攪乱が発生することが知られている [6]。さらにこのような力学系が持つ相互作用的性質は、低次の運動制御から高次の思考まで階層的な構造として我々の神経ネットワークに存在している [7]。そしてこのような系では、入力微小な差異によりシステム全体に大域的な影響が及ぶことが理論研究から知られている [8]。すなわち、低次の運動制御の攪乱が思考のような高次の認知的処理にも影響を与えることが十分に予想される。

我々はこのような神経科学や非線形力学系の知見に立脚し、下記のような仮説を立てた。(1) 人の運動と相互作用する外部刺激は日常的運動を攪乱し、(2) それが高次の思考や行動の「非日常感」を持続的に生じさせる。

本研究では、上記の仮説 (1) を実証する為の検討を行った。具体的には、習慣的運動の一つの指標として歩行周期を取り上げ、この周期に相互作用して呈示間隔が変化する聴覚刺激の呈示が歩行周期を攪乱できるかどうかを検討した。このような検討は、日常における「非日常感」を生み出す手法の確立に向けた前段階になると期待している。

## 2. 実験

### 2.1 目的

被験者の足踏み動作中の歩行周期に相互作用して呈示間隔が変化する聴覚刺激により歩行周期を攪乱できるかを検討する。

### 2.2 概要

普段の歩行周期よりも短い周期の背景音を呈示された状態では、トレッドミル上での歩行周期が短くなることが報告されている [11]。しかしこの研究では、聴覚刺激が呈示された状態で運動を開始している。そこで今回の実験では、普段の周期で歩行運動を開始させ、一定時間が経過してから刺激の呈示を行った。これにより普段の周期で歩行している状態から周期が変化するかどうかを検証することができる。

今回の研究では、「人の歩行周期にある程度追従する相互作用的な聴覚刺激を呈示した条件」、「普段の歩行よりも短い一定周期の聴覚刺激を呈示した条件」という二条件を比較することで、相互作用する刺激が歩行を攪乱できるかを検討する。一定周期の呈示では歩行周期が変化せず、人の歩行周期にある程度追従する相互作用的な刺激の場合に変化すれば、人の運動と相互作用する外部刺激には歩行

周期を攪乱する作用があるという可能性が示される。

### 2.3 実験器具

歩行周期は加速度センサを用いて抽出した。加速度センサはモノワイヤレス社製 TWILITE2525 を使用した。聴覚刺激の呈示には BOSE 社製 Bluetooth ヘッドフォンを使用し、加速度センサは、Zijlstra [12]らに従い体幹前方に装着した(図 1)。菅澤ら [13]に倣い 50Hz の出力  $a_x, a_y, a_z$  から計算した加速度の大きさ

$$acc = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (1)$$

を遮断周波数 10Hz のローパスフィルタによって平滑化した。また、平滑化を行ったのちに、現在時刻までの極大値のリストを取得し、以下のように定義した時刻  $t$  での歩行周期  $T_h$  を取得した。

$$T_h(t) = \frac{1}{6} \sum_{i=2}^8 s_{(t)i} \quad (2)$$

ただし、 $s_{(t)i}$  は直近 10 歩の間隔を短い順に並べたものである。聴覚刺激の発生には python の sounddevice ライブラリを用いた。聴覚刺激はメトロノームの要領で発生させ、125Hz の音声を 28ms ずつ呈示した。

### 2.4 実験条件

日常的な歩行に問題のない大阪大学の学生 9 名(身長  $165 \pm 10$ cm, 体重  $57 \pm 10$ kg, 年齢  $22 \pm 3$  才, 男性 4 人)が被験者として実験に参加した。場所は防音室内であった。被験者は防音室の中で普段の歩行と同じペースでのその場での足踏み運動を求められた。1 施行 180s の実験において、実験の開始と終了はヘッドフォンから指示した。10s 以降で歩行周期を計算した。  $t = 20$ s での歩行周期を被験者の歩行周期  $T_0$  とし、20s 以降で以下に示す 4 条件に従い聴覚刺激を提示した。それぞれの条件は各被験者に対してランダムな順序で行った。各実験の間には十分な休憩をはさみ、「普段の歩行と同じペースで足踏みをする事」、「ヘッドフォンから音が流れることがある」旨、「音が流れてもそのまま歩行を続けてください」という指示を伝えてあった。

A	B	C	D
無音条件	相互作用条件	0.9 倍条件	1.0 倍条件
		呈示周期 $T_0 \times 0.9$	呈示周期 $T_0$

実験プログラムでは、処理のループが  $\delta t = \text{約 } 28\text{ms}$  / 周で回る。B 相互作用条件では  $k$  回目のループでの聴覚刺激の周期を  $T_m[k]$  とすると、

$$T_m[k+1] = T_m[k] + 0.003 \times (T_h - T_m[k]) \quad (3)$$

という式に従い、聴覚刺激の周期をリアルタイムに変化させた。ただし  $T_h$  はその時点の被験者の歩行周期である。また、呈示開始時点での初期値は、 $T_{m0} = T_0 \times 0.9$  とした。



図 1 実験器具の装着

## 2. 5 データ分析

各実験について加速度センサの値を保存し(2)式に従い170s間の周期を計算した。無音状態での周期は被験者全体で $537 \pm 6[\text{ms/step}]$ であった。施行ごとに10–20sの間での平均と標準偏差を用いて標準化したZスコアによる比較を行った。9人の平均を条件ごとに計算したものが図2である。刺激呈示直後の影響を調べるために、(4)で定義した刺激呈示直後の周期の平均を条件間で比較したところ、 $F(3,8)=0.316, p=0.8134$ で主効果は認められなかった。

$$T_{\text{immed}} = \frac{1}{20} \sum_{t=21}^{40} T_h(t) \quad (4)$$

つぎに(5)で定義した刺激呈示直後と時間経過後の周期の差を比較し、時間経過による影響を検証した。

$$\Delta T = \frac{1}{20} \sum_{t=21}^{40} T_h(t) - \frac{1}{20} \sum_{t=161}^{180} T_h(t) \quad (5)$$

要因数1, 4水準での分散分析を行った結果、 $F(3,8)=3.051, p=0.0426$ で主効果がみとめられた。下位検定の結果、無音条件と相互作用条件にのみ有意な差がみられた。すなわち、相互作用条件でのみ、無音歩行と比べて時間の経過とともに歩行周期が長くなった(図3)。また、今回の実験ではその他の条件間には差は認められなかった。

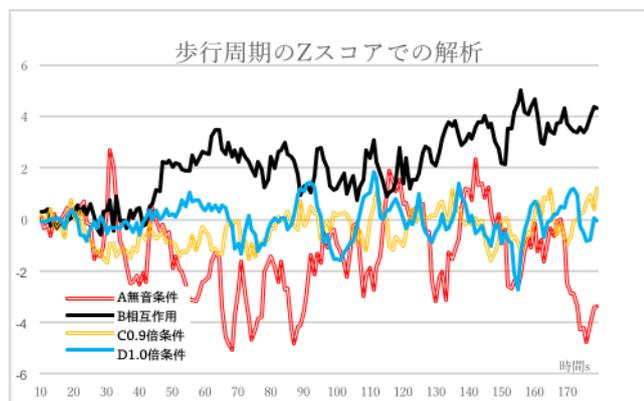


図 2 条件ごとの標準化した歩行周期の平均の比較

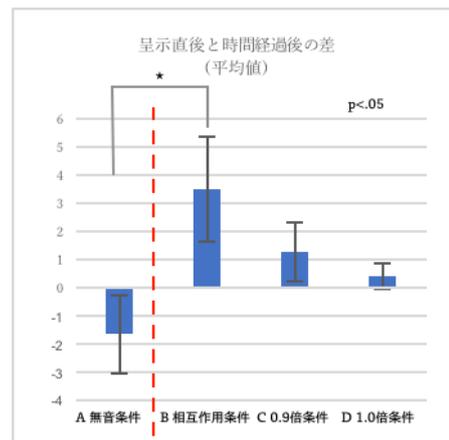


図 3 周期の刺激呈示直後と時間経過後の比較

## 3. 考察

今回の実験で無音条件との違いが見られたのは相互作用条件のみであった。この結果は「人の歩行周期にある程度追従する相互作用的な聴覚刺激を呈示されると歩行周期が変化する」という主張を支持する。また、その変化は周期が長くなる方向に働いた。この理由として、歩きながら次の一歩を意識するようになったことが考えられる。一方で、無音での歩行周期よりも速い呈示周期の聴覚刺激を呈示した際、無音に比べて周期が変化したとは言えないことから、「普段の歩行よりも短い一定周期の聴覚刺激を呈示されると歩行周期が変化する」と認めることはできなかった。これは、被験者が自分の日常的な歩行周期を維持しようとしたことが反映されていると考えられる。

今回の実験では、聴覚刺激の呈示周期(すなわち刺激のペース)が徐々に遅くなっていった。先行研究において「徐々にペースが上がる」刺激の引き込み効果は報告されている[14]が、単に「徐々にペースが落ちる」刺激が運動に与える影響は認められていない。よって、人と相互作用する刺激にはそれ独自の作用があると考えられる。この点については、今後詳しく検討する予定である。

## 4. 結論

今回行った実験から、自分の周期で歩行している人に対して歩行と相互作用する聴覚刺激を呈示することで、歩行周期が変化する傾向にあることがわかった。また、一定周期での刺激呈示下ではもとの歩行周期が維持されるという結果を踏まえると、我々の運動と相互作用する刺激は日常的運動を攪乱するという可能性を示唆する。今後はこの可能性について詳細に検討するとともに、「非日常感」デバイスの実現に向け、日常的運動の攪乱によって考えや行動にも影響がもたらされるのかを実証したい。

## 文献目録

- walking. *Gait and Posture*, Vol.18,No.2,pp.1-10(2003).
- [1] 伊藤貴昭, 小口鈴実, 神原知愛, 平沼純, 鹿毛雅治: 興味が引き起こされる心理的メカニズムに関する研究 「興味引き金仮説」に基づくモデルの提案, 慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要: 社会学心理学教育学: 人間と社会の探求. No.63,pp.63-72(2006).
- [2] 三重野卓: 日常性と非日常性が交差する時, *現代社会学研究*, Vol.4,pp.81-102(1991).
- [3] A. S. Luchins: Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*, vol.54, No.6, i-95(1942).
- [4] 北折充隆, 吉田俊和: 歩行者の信号無視行動に関する観察的検討: 急ぎ要因と慣れ要因の影響 について, *社会心理学研究*, Vol.19,No.3 pp.234-240(2004).
- [5] Rosenberg RS, Baughman SL, Bailenson JN: Virtual Superheroes: Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior. *PLOS ONE*, Vol.8No.1: e55003(2013).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003>
- [6] 森田善久, 非線形ダイナミクスとしての生物リズムの数理 -結合振動子の周辺-, *数理解析研究所講究録*, Vol.870,pp.120-132(1994).
- [7] 大江朋子: 身体と外界の相互作用から醸成される社会的認知. *Social Psychology*, Vol.55,No.2,pp.111-118(2016).
- [8] 船越満明: カオス シリーズ〈非線形科学入門〉3, 朝倉書店(2008).
- [9] C. Yuyang: The effect of psychological reactance on acceptance of campaign message: A case of "stop texting while driving" campaign in college students. *Iowa State University Capstones, Theses and Dissertations*. 13405(2013). <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13405>
- [10] Y. Stephan, A. R Sutin, G. Bovier-Iapierre, A. Terracciano: Personality and Walking Speed Across Adulthood: Prospective Evidence From Five Samples," *Social Psychological and Personality Science*, SAGE. Vol.9,No.7,pp.773-780(2017).
- [11] W. POWELL, B. STEVENS, S. HAND, M. SIMMONDS: Sounding Better: Fast Audio Cues Increase Walk Speed in Treadmill-Mediated Virtual Rehabilitation Environments. *Annual review of cybertherapy and telemedicine, ARCTT*, Vol.154,pp.202-207(2010).
- [12] Z. Wiebren, H. L. At: Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking. *Gait and Posture*, Vol.18,No.2,pp.1-10(2003).
- [13] 菅澤昌史, 小宅一彰, 山口智史, 田辺茂雄, 近藤国嗣, 大高洋平: 加速度計を用いた歩行周期時間測定 of 検者間信頼性および真値の推定精度に歩行速度が及ぼす影響. 第 49 回日本理学療法学会大会(2013).
- [14] 栗林龍馬, 入戸野宏: 背景音のテンポが行動ペースに与える効果. *人間科学研究*, Vol.9 pp.17-29(2014).
- [15] 林勇吾, 三輪和久: コミュニケーション齟齬における他者視点の理解. *Cognitive Studies*, Vol.18,No.4,pp.569-584(2011).