

# 聴覚情報提示による歩行促進・管理に関する研究

## A Research on promotion and management for walking by presenting auditory information

5115E004-1 上田 あずな 指導教員 長 幾朗 教授  
UEDA Azuna Prof. CHO Ikuro

概要：本研究では、適切な歩行の要素である歩行速度を聴覚情報として提示し、管理する方法について提案した。歩行速度と健康の関係については、歩行速度が速いほど健康寿命が延びるという研究成果があり<sup>[1]</sup>、歩行速度を速く保つことは健康促進に有効である。歩行速度は歩幅と歩行率によって決定されるが、歩行率に依存しており、歩幅の影響は十分少ないため、歩行率を操作することを目的とする。歩行率を操作する手法としては、人間の外部からリズム刺激を与えると身体の運動リズムが同調してしまう引き込み現象を利用した。目標の歩行速度に対応する歩行率の足音を聴覚へのリズム刺激として与えることで歩行のリズムを変え、速度の操作することを提案する。この提案の有用性を検証するために、20mの直線距離を足音を傾聴しながら歩行する実験を行った。その結果、170歩/分程度の歩行率までは無理なく提示した音と同期して歩けることがわかった。音の提示方法としては、自分の足音が聞こえる骨伝導スピーカー条件のほうが正確な歩行率の一致が見られ、屋外での使用時も環境音を遮断しないため安全である。

キーワード：歩行支援、聴覚情報、歩行速度、リズム運動、引き込み現象

Keywords: walking support, auditory information, walking speed, rhythmic motion, entrainment

### 1. 健康促進のための歩行

日常生活の中で、健康維持・促進のために気軽に取り組むことが出来るウォーキングであるが、普段歩くという行為は当たり前であるがゆえに意識することは少ない。無意識化した歩行を象徴する歩きスマホをした状態では歩行率や歩幅が低下するため歩行速度も低下し、歩行姿勢も悪化してしまう。<sup>[2]</sup>このような悪い歩き方を続けることで、脂肪燃焼などの効果が薄れてしまうだけでなく、筋肉硬化や血液障害を起こしたり、節々を傷めてしまう危険が指摘されている。<sup>[3]</sup>正しい歩き方にはその目的によってさまざまな要素があるが、運動生理学の研究では歩行速度に関して、速度が早い人ほど健康寿命が長く、病気の発生率が低いという研究成果も出ており<sup>[1]</sup>、適切な歩行速度を保つことは健康維持・促進に有効である。また、歩行に関して、障がい者のためのリハビリ支援の研究が進む一方、健常者の日常における歩行支援についての研究はまだ少ない。本研究では、特別な器具を使用せず、より直感的に日常における歩行リズムや歩行速度を促進・管理することを目指す。

### 2. 聴覚情報と行動

人間は環境の中で、感覚器官を通じてさまざま

な刺激を常に受けながら行動を変化させるが、平常時は刺激のほとんどが半自動的に処理されている。一方で、変化に対しては敏感に反応を示し、特に聴覚は、環境に対して全方向に対して広範囲にアンテナを張っており、変化への反応の感度も他感覚と比べて高い。また、日常生活におけるほとんどの行動には行為に伴う音が発生するが、この行為音を傾聴することがスポーツの結果や心理面に影響を及ぼすことがわかっている。<sup>[4]</sup>

### 3. 身体とリズム

人間はそれぞれ好みのリズムを持っており、生体リズムや運動リズムがこれに同期すると心地よさを感じると言われている。また、テーブルの上に置かれた異なる拍を刻む複数のメトロノームが同じ動きになってしまう同期現象は人間にも起こるものである。自分とは異なる外部から感覚器官を通じて与えられたリズム刺激によって、生体リズムが同期するように引き込まれることがわかっており、これを本研究では引き込み（現象）と呼ぶ。歩行はリズム運動のひとつであるが、脳科学の視点からも、運動のパターンやリズムの生成は、外からの刺激を受けて脳の意識レベルに上らない部分において生成されていると考えられている。

#### 4. 引き込みを利用した歩行速度の管理

歩行速度は「歩行率」と「歩幅」によって決定されるが、歩行率と速度は比例関係にあることがわかっており、実際の実験においても歩幅の影響は歩行率に比べて小さかったために、本研究では歩行率によって歩行速度を管理することを目的とした。

引き込みを利用した歩行についての研究として、渡邊らは足の甲への振動刺激による歩行周期の誘導を提案した。<sup>[5]</sup>また、三宅らの研究では、足の動きに合わせてリズム音による聴覚刺激を与えることにより高齢者や障がい者の歩行を安定化させている。<sup>[6]</sup>これに対して、本研究では足音による聴覚刺激を用いて歩行リズムの促進・管理を試みた。また、引き込みを利用した聴覚刺激による歩行リハビリではメトロノーム音が使われるが、本研究では革靴の軽快な足音を使用した。人間が出す音を聞かせることで行動に良い影響を及ぼすことが知られているが<sup>[4]</sup>、足音が歩行に与える影響としては、足の動きに同期して本物より軽い音の足音を聞かせることで、体重が軽くなったように知覚されたという研究成果があり<sup>[7]</sup>、軽快な足音歩行の促進に有用であると考えた。

#### 5. 実験

歩行に問題のない健常者5名(男性4名・女性1名)を被験者とし、提案手法による歩行率の誘導が可能であるかを調査した。被験者に与えられた課題は110歩/分~200歩/分まで10歩/分ずつ刻まれた足音を聞きながら、なるべく音に合わせるように20mの直線距離を歩行することであった。(計10回)観察者は、20mのうち前後5mを除いた間の10mを測定対象とし、10mの歩行にかかった時間、スタートラインを割った1歩目~ゴールラインを割った1歩目までの歩数および時間を測定し、そこから歩行速度および歩数を算出した。音の提示方法は、自分の足音が聞こえる骨伝導スピーカーを条件A、自分の足音が聞こえづらい遮音型ヘッドフォンを条件Bとして比較を行った。

結果、どちらの条件でも歩行率の誘導が可能であったが、条件Aの方がより正確に一致出来ており、170歩/分までが一致率も高く歩行様相も無理なく誘導可能であった。歩行速度については、走行に切り替わらない範囲内においてなるべく脂肪燃焼効果の高い7.5km/時(=125m/分)を上限とした時に、5名中4名が170歩/分以内の

歩行率の提示足音傾聴時に到達していた。更に、5名中4名の被験者が事前に測定していた最大歩行速度を超える速度で歩いていた。

また、提示した足音の歩行率に対する実際の歩行速度はほぼ正確な比例関係にあり(図1)、目標とする歩行速度に対応する歩行率を聴覚情報として提示することで、半意識的に歩行速度を誘導可能であることがわかった。

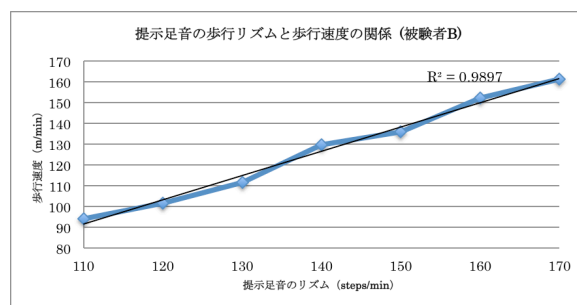


図1 提示足音の歩行リズムと実際の歩行速度の関係

#### 6. 結論

歩行率を聴覚情報として提示することによって半意識的に歩行速度を誘導し、歩行を促進・管理する手法について提案し、実験によってその有用性が示された。今後の展望としては、アプリケーションとしての使用を想定した場合の、屋外における長距離歩行の場合での評価が必要である。実験では短距離及び直線距離で評価を行ったが、特に快適速度以上の速度で歩行する場合に、長距離を一定速度で歩行誘導可能であるかを、検証する必要がある。また、足音そのものが歩行に影響を及ぼすことが知られており、本研究では対象としなかった歩様や歩幅を誘導できる可能性があるため、提示音の選定について検討が必要である。

#### 【参考文献・図出典】

- [1] Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Brach J, Chandler J, Cawthon P, Connor EB, Nevitt M, Visser M, Kritchevsky S, Badinelli S, Harris T, Newman AB, Cauley J, Ferrucci L, Guralnik J. (2011). Gait Speed and Survival in Older Adults. JAMA. 2011;305(1):50-58. doi:10.1001/jama.2010.1923.
- [2] 中村葵, 村田伸, 飯田康平, 井内敏揮, 鈴木景太, 中島彩, 中嶋大喜, 白岩加代子, 安彦鉄平, 阿波邦彦, 窓場勝之, 堀江淳 (2016) 「歩きスマホが歩行に及ぼす影響について」, 『ヘルスプロモーション理学療法研究』 6(1), pp.35-39.
- [3] 黒田恵美子・久保明 (2003) 『メディカルウォーキング』 健康ジャーナル社.
- [4] 高井秀明, 西條修光, 楠本恭久 (2009) 「アーチェリー実射中の心拍音の傾聴が心理・生理的状态とパフォーマンスに及ぼす影響」 『スポーツ心理学研究』, 36(1), pp.13-22.
- [5] 渡邊淳司, 安藤英由樹, 朝原佳昭, 杉本麻樹, 前田太郎 (2005) 「靴型インタフェースによる歩行ナビゲーションシステムの研究」, 『情報処理学会論文誌』 46(5), pp.1354-1362.
- [6] 武藤剛, 三宅美博 (2002) 「歩行介助を目的とする人間・ロボット協調系における共創出過程の解析」, 『計測自動制御学会論文集』, 38(3), pp.316-323.
- [7] Maria Basia. (2014). Manipulation of self-produced footstep sounds: Influences on the perception of one's own body weight, motor behavior and emotions. 図1 上田, 2017