

令和 5 年 4 月 18 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K17886

研究課題名（和文）情動変化を惹起する歩行運動の生成・受容機序の解明

研究課題名（英文）Representational and cognitive mechanisms of locomotion that evokes emotional changes

研究代表者

田辺 弘子（Tanabe, Hiroko）

名古屋大学・未来社会創造機構・特任助教

研究者番号：60780666

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は歩行動作を対象とし、身体運動の魅力の表現と受容のメカニズムを明らかにした。研究1では、歩行者が魅力を表現する際の歩行キネマティクスを分析し、その表現の手段として女性らしさや健康と関連した動きが鍵となることが明らかになった。また研究2では観察者の魅力認知と関連する歩様を検討し、歩行者自身の表現と同様、評価者も女性らしさや健康と関連する動きにより魅力評価を行うことが明らかになった。また歩様の女性らしさと魅力のそれぞれに寄与する歩様についても明らかにした。研究3では研究1と2の結果に基づき、歩様の魅力を説明するモデルを構築した。魅力認知の背後には2つのモデルが存在する可能性が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、魅力を介した自己と他者の相互作用における身体の動きの特徴量を解明したことで、自己表現と対人認知に關与する身体運動という表層の心理的メカニズムを明らかにすることができた。また、歩様の魅力を説明・予測可能なモデルを構築したことで、魅力的なバイオリジカルモーション生成過程における重要な科学的基盤を構築することができた。近年、メタバース等における産業が拡大しており（アパレル商品の販売など）、本研究の成果は、人の心を動かす人間の動きの生成において様々な産業への活用可能性がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, we clarified the mechanism of expression and perception of attractiveness of body movement, focusing on walking motion. In Study 1, we analyzed the walking kinematics when women express their attractiveness, and clarified that they used strategies related to showcase their femininity and health. In addition, in Study 2, we examined the gait associated with the observer's perception of attractiveness, and clarified gait kinematics that contributes to the femininity and attractiveness perception. In Study 3, based on the results of Studies 1 and 2, we constructed statistical models to explain gait attractiveness. It was suggested that there could be two models behind gait attractiveness perception.

研究分野：感性工学

キーワード：歩行運動 魅力 女性らしさ 対人認知 身体表現 運動制御

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1)感性工学：身体の魅力は、骨格・肉付き等の静的要素(容姿の問題)と運動時の骨格の軌道である動的要素(動きの問題)の2層構造になっている。前者に関して、身体の黄金比(Di Dio et al. 2007)や筋/脂肪量との関連(Brierley et al. 2016)が報告されている。しかし後者に関しては魅力的ダンス動作のバイオメカニクスの記述にとどまっておき(McCarty et al. 2017)、歩行などの日常動作の美学的要素は未解明である。

(2)社会生理学：社会脳研究の発展により、自己と他者の相互作用がもたらす自己の神経活動・行動の変化が明らかになってきた。特に、自己顔を他者に観察されると前部帯状回と内側前頭前野の結合が強くなることが報告されている(Morita et al. 2014)。認知課題歩行時に前頭前野の活動と歩行キネマティクスの変化が同時に観測されているものの(Lin & Lin 2016)、他者の評価が自己の神経生理学的な運動制御機序に及ぼす直接的な影響は明らかにされていない。

(3)神経美学：人物画の美醜判断と眼窩前頭皮質・左脳運動野の活動が関連することが報告されているが(Kawabata & Zeki 2004)、身体運動の美醜と脳活動の関連性は明らかにされていない。また、運動観察と大脳皮質運動野や皮質脊髄路などの興奮性の変化が報告されており(Takahashi et al. 2008)、身体運動の美醜判断と神経生理学的機序の変調が関連する可能性が考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、社会環境における自己と他者の相互作用を運動制御の観点から理解を深化させることである。そのために、以下の3つの目的で研究を行った。

(研究1)歩行者自身が自己の魅力を表現する際の神経生理学的機序と運動出力の法則性を解明

(研究2)歩行運動の観察者の美醜認知に寄与する運動学的特徴量の検討

(研究3)研究1と2の知見を組み合わせ、歩容パラメータを説明変数とし、歩容の魅力・女性らしさを説明するモデルを構築

### 3. 研究の方法

(研究1)健常成人女性17名(年齢 $37.5 \pm 8.3$ 歳、身長 $165.5 \pm 6.5$ cm、体重 $55.1 \pm 6.2$ kg)をリクルートし(うち7名はプロのファッションモデル：年齢 $42.4 \pm 7.0$ 歳、身長 $170.6 \pm 3.7$ cm、体重 $55.6 \pm 3.4$ kg、モデル歴 $16.6 \pm 9.1$ 年)、裸足およびハイヒール着用にてトレッドミル歩行課題を行った。歩行条件(教示)として「日常的な歩き」と「できるだけ綺麗な歩き」の2条件を設定し、歩行時の脳波(EEG)・下腿6筋の表面筋電図(EMG)・全身の関節位置座標(モーションキャプチャ)データを取得した。モーションキャプチャデータから運動学/運動力学パラメータを算出し、歩行条件間で比較することによって「歩行運動における魅力の表現ストラテジー」について検討した。また、脳波と筋活動の連結性指標(EEG-EMGコヒーレンス)や脳波信号の周波数解析も現在実施中である。

(研究2)研究1で得られたモーションキャプチャデータから30秒間のアニメーションを作成し、歩容の印象評価実験を行った。60名の健常成人(男女比1:1、20~50代)をリクルートし、各アニメーションの魅力・女性らしさに関する回答を7件法により得た。歩容の運動学/運動力学パラメータと印象評価スコアの相関分析を行った。また歩容の魅力と女性らしさの関係性について検討した。

(研究3)研究2において歩容の魅力・女性らしさと相関のあった歩容パラメータを説明変数の候補とし、共分散構造分析によるモデル構築を行った。裸足歩行およびヒール歩行それぞれにおいて、体型要素(身長・体重・BMI)・シルエット要素(腰椎曲線性・上腕後方スイングなど)・健康要素(ケイデンス・クリアランス・膝伸展・Toe-off角度など)を変数としたモデルの構築に取り組んだ。

### 4. 研究成果

(研究1)歩行者自身による魅力の表現

全身のモーションキャプチャデータから、全身14関節の運動エネルギー・上半身の曲線性・四肢の上下/前後のシルエットを算出し、statistical parametric mapping(統計手法)を用いて条件間で比較した。その結果、魅力を意識した条件では、Non-model群では股関節と胸腰関節の運動エネルギーが増加し、胸と臀部の動きが強調される可能性が示唆された。またNon-model群が魅力を意識すると、生殖能力と関連すると報告されている腰椎曲線性(Singh & Singh, 2006など)も高まった。一方Model群は、push-off期に膝伸展をし、上腕をより後方でスイングするという戦略を採用していた。このストラテジーは、若さや胸部を強調することが可能だと考えられる。

この研究結果から、女性が歩行動作において自身の魅力を表現する際に、女性らしさ・生殖能力・若さを示しうるストラテジーを採用している可能性が示唆された。これにより、魅力による自己表現のための身体運動の理解が深まり、また、社会生活におけるセルフブランディング行動の理解も深化させることができた。本成果は、Frontiers in Sports and Active Living 誌に採択された (Tanabe et al., 2023)。

### (研究 2) 観察者の美醜認知に寄与する運動学的特徴量

研究 1 で得たモーションキャプチャのデータを元に歩行アニメーションを作成し、60 名の被験者による印象評価実験を行ったところ、特に Non-model 群の歩容において、女性らしさと魅力の評価が一致せず、女性らしいが魅力的ではないと評価される歩容も存在することが明らかとなった (図 1)。先行研究において女性の身体的魅力と女性らしさとの関連が報告されているが、本研究の結果は、身体的魅力と女性らしさに矛盾が生じる場合もある、という新しい知見をもたらした。

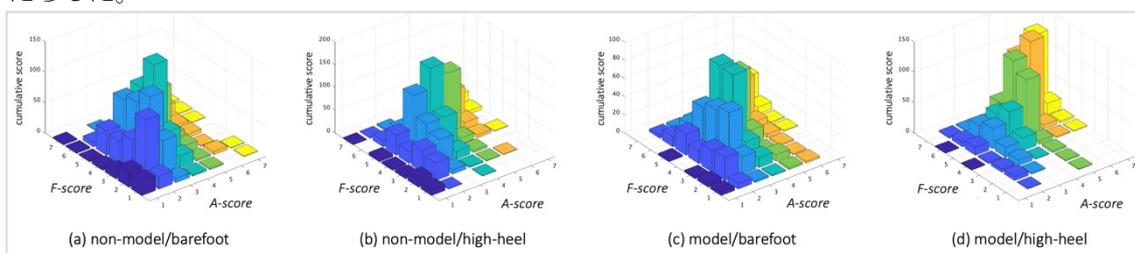


図 1 : 歩容の魅力(A-score)と女性らしさ(F-score)の関係性 (全被験者の累積スコア)

また、魅力・女性らしさの各スコアと歩容特徴量および歩行者の体型要素 (身長・体重・BMI) との相関分析を行った結果、魅力・女性らしさ評価と共通する要素 (体重・腰椎曲線性・頭部前傾・上腕後方スイング・膝伸展) だけでなく、魅力・女性らしさのいずれかのみと相関する要素 (魅力: stride CV, 女性らしさ: BMI・toe-off 角度) も明らかになった。こうした、いずれかのみと相関する歩容の要素によって、歩行の魅力と女性らしさの不平等性が生じる可能性が示唆された。本成果は、9<sup>th</sup> International Conference on KANSEI Engineering and Emotion Research 2022 にて発表を行った。

### (研究 3) 歩容の魅力・女性らしさのモデル構築

研究 1 と 2 の成果を元に、歩容 (裸足・ハイヒール歩行) の特徴量および歩行者の体型要素と魅力・女性らしさスコアの相関分析をさらに詳細に行った。相関のあった歩容特徴量・体型要素を説明変数として、歩容の魅力・女性らしさを説明するモデルを共分散構造分析により構築した。裸足歩行・ハイヒール歩行のいずれにおいても、魅力・女性らしさを説明するモデルは 2 種類存在する可能性が明らかになった: 1 つ目は、腰椎曲線性や上腕後方スイングなどの体幹のシルエットと頭部の前傾・首振りといった頭部シルエットにより説明されるモデル、2 つ目は、歩行者の BMI と体幹シルエット、そして膝伸展やケイデンスなどの健康・加齢要素により説明されるモデルである。この結果から、観察者が歩行者の魅力・女性らしさを評価する認知メカニズムについて明らかになった。本成果について、現在論文執筆中である。

### <引用文献>

- Brierley ME, et al.: The body and the beautiful: health, attractiveness and body composition in men's and women's bodies. PloS one, 11(6), e0156722, 2016.
- Di Dio C, et al.: The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. PloS one, 2(11), e1201, 2007.
- Kawabata H, Zeki S: Neural correlates of beauty. Journal of Neurophysiology, 91, 1966-1705, 2004.
- Lin MIB, Lin KH: Walking while performing working memory tasks changes the prefrontal cortex hemodynamic activations and gait kinematics. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 10, 92, 2016.
- McCarty K, et al.: Optimal asymmetry and other motion parameters that characterise high-quality female dance. Scientific reports, 7(1), 42435, 2017.
- Morita T, et al.: The anterior insular and anterior cingulate cortices in emotional processing for self-face recognition. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9, 570-579, 2014.
- Takahashi M et al.: Changes in corticospinal excitability during observation of walking in humans. Neuroreport, 19(7), 727-731, 2008.
- Tanabe H, et al.: Biomechanical strategies to maximize gait attractiveness among women. Frontiers in Sports and Active Living, 5, 2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hiroko Tanabe, Keisuke Fujii, Naotsugu Kaneko, Hikaru Yokoyama, Kimitaka Nakazawa	4. 巻 5
2. 論文標題 Biomechanical strategies to maximize gait attractiveness among women	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Sports and Active Living	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fspor.2023.1091470	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Hiroko Tanabe, Kota Yamamoto
2. 発表標題 THE RELATIONSHIP BETWEEN ATTRACTIVENESS AND FEMININITY IN FEMALE GAIT
3. 学会等名 9th International Conference on KANSEI Engineering and Emotion Research 2022（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田辺弘子
2. 発表標題 歩行運動を介した美学情報の伝達・受容特性
3. 学会等名 2021年度第6回ヒューマンロコモーション拡張技術協議会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Tanabe, Naotsugu Kaneko, Keisuke Fujii, Hikaru Yokoyama, Kimitaka Nakazawa
2. 発表標題 How does the conscious of self-attractiveness change walking motion
3. 学会等名 Society for Neuroscience（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------