

## バイオロジカルモーションの振り子運動の振幅が性別判断と「人らしさ」の印象に及ぼす効果

立教大学文学大学院研究科 麻野井千尋      立教大学文学部 長田佳久

The effect of the amplitude of movement of a Point-Lights Walker on perception of gender recognition and perception “human-likeness”.

Chihiro Asanoi (Graduate School of Arts, Rikkyo University), and

Yoshihisa Osada (College of Arts, Rikkyo University)

In this study, we used a Point-Lights Walker (PLW) to investigate whether pendulum motion amplitude would affect “gender recognition” or perception of “human-likeness”. For both experiments, the main independent variable, pendulum motion, had 6 levels of amplitude within the range of normal human gait, one of which was defined as ‘normal’. In Experiment 1, observers were required to recognize the gender of the PLW. In Experiment 2, they were required to estimate the degree of “human-likeness” of the PLW. Gender discrimination accuracy improved as pendulum motion increased, reaching a plateau at 0.50 times normal amplitude. However, these results were found only with a man walker, not with a woman walker. Impression of “human-likeness” also increased with increase in pendulum motion. However accuracy was overall lower and reached plateau at a larger amplitude, 0.75 of normal gait. This result suggests that “gender recognition” may depend on other information than pendulum motion, such as center body motion. The present findings support the concept that greater amplitude in pendulum motion enhances perception of “human-likeness” but other factors enhance gender recognition independently of perception of “human-likeness”.

**Key words :** Biological Motion, Point-Lights Walker, gait perception

Johansson (1973) により提唱されたバイオロジカルモーション (Biological Motion: 以下BM) は主要関節に取り付けた光点から人の歩行の様子が観察される現象である。この歩行動作の知覚は身体各部に共通する全体運動と振り子型の部分運動の分節化に起因すると考えられている (Johansson, 1973; 1976)。その後の研究により、光点の運動から読み取れる内容は歩行速度や動作の内容のみならず性別、表情、情動、年齢といった属性をも含むことが明らかとなった (Bassili, 1978; Cutting, 1978; Cutting, Barclay, & Kozlowski, 1981; Runeson & Frykholm, 1981; Dittrich, 1993)。

Cutting (1978) はBMの性別判断において、肩と腰の動きの重要性を唱えた。彼は男性のBMの

肩と腰に相当する関節位置を結ぶ点の位置は女性のBMに比べ下方に位置しており、このことがBMの性別判断の手がかりとなると説明した。

一方これまで、BMの光点数を制限する方法 (Shiffrar, Lichtey & Sheba, 1997) や、ノイズを付加する方法 (Neri & Burr, 1998) を用いて、BMの視認性を高めるには四肢の振り子運動が重要な役割を果たしていることが報告されてきた。しかしこれら四肢の振り子運動のどのような特性がBMの諸属性 (年齢、性別、人らしさの印象など) を修飾するかについては明らかにされていない。

Asanoi & Osada (2005) はBMの四肢の振り子運動が「人らしい」という印象の形成に有効であるかどうかを検討した。そこでBMを制限空間 (ス

リット)上を通過させることにより同時に観察できるBMの振り子運動の周期を操作し、「人らしい」という印象が形成されるために必要な振り子運動の周期と観察時間を測定した。その結果、半周期以上の振り子運動が410ms以上持続的に観察されれば「人らしい」という印象が十分に形成されることが明らかとなった。ただしこの研究では、スリットを用いることで同時に観察できるBMの光点数と振り子運動の周期を変化させたが、振り子運動の振幅への操作は行わなかった。

本研究では振り子運動の振幅という空間的条件を操作することにより、「性別」と「人らしさ」の印象が形成される条件を同一次元で検討した。本研究の目的は、BMの「性別」は「人らしさ」という属性に包含されているのか、すなわち「人らしい」という印象が形成された後性別判断が可能となるのか、あるいは性別判断は「人らしさ」の印象とは独立した属性であるかを四肢の振り子運動の振幅への依存度から明らかにすることである。実験1では、振り子運動の振幅の違いがBMの性別判断に及ぼす効果を男女のBMで比較検討した。実験2では、振り子運動の振幅の違いがBMの「人らしさ」の印象に及ぼす効果を男女のBMで比較検討した。

## 実験 1

### 目的

男女におけるBMの振り子運動の振幅に操作を加えることにより、振り子運動の振幅の違いが性別判断に及ぼす効果を男女のBMで比較検討した。

### 方法

**観察者** 正常な視力を持つ大学生、および大学院生6名(男性3名,女性3名)が個別に実験に参加した。

**実験装置** 刺激動画の提示、観察者の反応の記録はコンピューター(TOSHIBA社製Dynabook)によって制御した。観察者への刺激提示用としてコンピューターに接続したCRTモニター(NANA社製17 inch EIZO FlexScan T566)を使用し、観察距離約60 cmの位置に設置した。実験

を制御するプログラムはMathWorks社製MATLAB 6.5で作成した。反応の取得は観察者がCRTモニター上に表示される該当箇所をマウスでクリックすることで行った。

**刺激** 刺激動画の作成にあたり、男性1名(21歳)、女性1名(21歳)の大学生(walker)の歩行動作を撮影した。歩行動作のしやすい比較的体に密着した衣服を身に着けたwalkerの頭部および左右の肩、腰、肘、手首、膝、足首の各関節相当部位に計13個のマーカ(白色バッジ)を取り付けた。室内歩行訓練器(トレッドミル)を用いて、walkerをデジタルビデオカメラ(Sony製Digital Handy Cam)の前額平面上を右から左方向へ一定速度(3.5 km/h)で1分間歩行させ、約3 m離れた位置からwalkerの歩行動作を每秒30フレームで撮影した。

撮影したwalkerの動画を2秒間切り出し、Apple社製QuickTime7.0を用いて60枚の静止画像に出力した。60枚のすべての静止画像についてMathWorks社製MATLAB6.5で作成したプログラムを用いて、13個のマーカの二次元座標(XY座標)上の位置を計測した。このようにして測定したマーカのXY座標に相当する位置に0.4°の白色ドット(60.3 cd/m<sup>2</sup>)を配置し、白色ドット以外の背景を黒色(15.4 cd/m<sup>2</sup>)に塗りつぶした画像を60枚用意し、これらを每秒30フレームで表示することによりBMの刺激動画を作成した。

**実験計画** 男女におけるBMの振り子運動の振幅を6段階に操作した。ここで述べる振り子運動の振幅とは、各関節部位に相当する白色ドットの座標が、頭部に相当する白色ドットの座標からX軸方向へどれだけ移動したかを示す相対的な移動量のことである。

Figure 1に左右の足首に相当する白色ドットの座標が頭の座標からX軸方向へどれだけ移動したかを時系列上に記録した。Figure 1で左右の足首の座標がa方向にあれば、右足首は頭部の前方にあり、b方向にあれば頭部の後方にあることを示す。Figure 1より、頭部と頭部以外の関節部位の位置関係は直線的な運動(頭部)とサイン波形に

類似した運動（頭部以外）に分節することが示される。Figure 1でサイン波形を描く運動をここでは振り子運動と呼ぶ。この振り子運動の振幅を撮影時の振幅を1.00倍（統制条件）として、これを変倍することで振幅を操作した。各身体部位の振幅は撮影時の0.25倍、0.50倍、0.75倍、1.00倍（統制条件）、1.25倍、1.50倍に変化させた。使用した刺激動画は性別条件2水準×振幅条件6水準の計12条件であった。

**手続き** 実験は暗室で行った。観察者は顎のせ台に頭を固定した状態で、CRTモニターから約60 cm離れた位置で刺激動画を観察した。観察者がキーを押すと、ディスプレイ中央に凝視点が1秒間提示され、その後刺激動画が2秒間提示された。観察者は刺激動画の性別を二者択一強制課題により判定した。性別(2)×振幅(6)=12試行を1セッションとし、10セッション計120試行を繰り返し行った。全ての試行において刺激動画の提示順序はランダムであった。観察者は本試行に先立ち、2セッションの練習試行を行った。

### 結果と考察

**性別判断の成績** Figure 2に振幅の変化に伴う性別判断の正答率を示す。Figure 2の横軸は振り子運動の振幅、縦軸は性別判断の正答率である。

データは男女のwalkerに対する全観察者の測定値を平均化したものである。

Figure 2の振幅について一要因6水準の分散分析を行った結果、振幅の主効果が有意であった ( $F(5, 25) = 3.17, p < .05$ )。さらにFisherのPLSD法による多重比較を行った結果、振幅0.25と0.50の間、0.25と0.75の間、0.25と1.00の間、0.25と1.25の間、0.25と1.50の間で有意差が認められた (すべて  $p < .05$ )。

すなわち振幅が0.50倍未満では性別判断の正答率が有意に低下し、振幅が0.50倍以上になると正答率がほぼ一定となった。以上の結果から、統制条件の0.50倍の振幅があればBMの性別判断は極めて容易になることが示された。

**男女のwalker別の成績の比較** Figure 3, Figure 4に振幅の増大に伴う性別判断の判定頻度を

walkerの性別ごとに示す。

Figure 3は男性walker, Figure 4は女性walkerについての性別判断の判定頻度である。Figure 3, Figure 4の横軸は振幅、縦軸は各walkerの性別判断の判定頻度を表す。男女のwalkerごとに振幅について一要因6水準の分散分析を行った結果、男性walkerについては振幅の主効果が有意であった

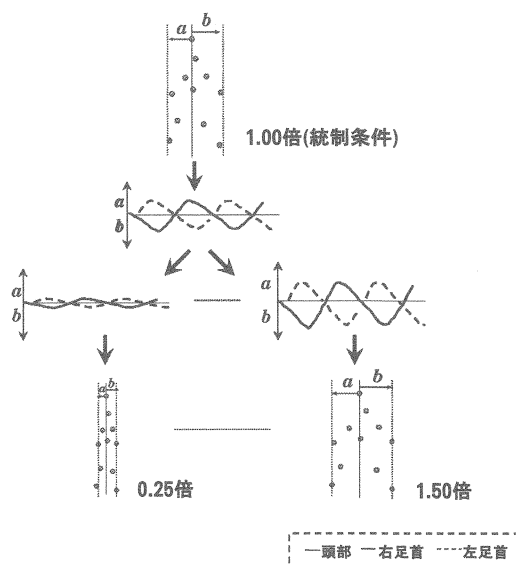


Figure 1 各関節部位と頭部の相対的な移動距離

BMの各関節部位と頭部の相対的な移動距離を振り子運動の振幅とし、この移動距離を変倍することでBMの振り子運動の振幅を操作した。

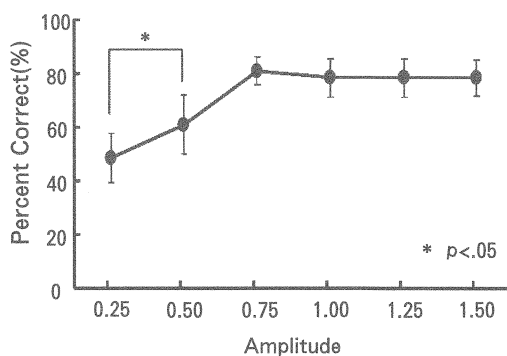


Figure 2 振幅に伴う性別判断の正答率

横軸は振幅、縦軸は性別判断の正答率を表す。測定値は男女のwalkerの平均である。

( $F(5, 25) = 9.18, p < .05$ )。さらに男性walkerについてFisherのPLSD法による多重比較を行った結果、振幅0.25と0.50の間、0.25と0.75の間、0.25と1.00の間、0.25と1.25の間、0.25と1.50の間、0.50と0.75の間、0.50と1.00の間、0.50と1.25の間、0.50と1.50の間で有意差が認められた(すべて $p < .05$ )。すなわち振幅が0.75倍以上になると男性walkerの性別判断は極めて容易となった。

一方、女性walkerでは振幅の主効果が有意ではなかった( $F(5, 25) = 0.27, ns.$ )が、二項検定の結果、振幅が0.50倍の段階においても「女性らしい」という判定頻度はチャンスレベルを有意に上回っていた( $Z = 4.36, p < .05$ )。

以上の結果から男性walkerについては振幅の増大に伴い性別判断が容易になり、振幅が統制条件の0.50倍を超えると性別判断が著しく容易となり、正答率はほぼ一定となることが示された。一方女性walkerの場合には、振り子運動の振幅が増大しても性別判断の成績に変化は見られず、振り子運動の振幅は必ずしも性別判断の手がかりにはならないことが明らかとなった。何名かの観察者は「walkerが大股で歩いていると男性が歩いているように見えた。」と報告していることから、振り子運動の振幅が増大すると、観察者の中にはwalkerの身体活動量が増大するという印象を受ける傾向があることが認められた。その結果観察者はwalkerの振り子運動の振幅が大きくなると、女性walkerを男性であると見なす傾向があると推察される。しかしながら「腰が前に出ていると女性が歩いているように見えた。」「肩を後ろに反らして歩いていると男性が歩いているように見えた。」といった報告も見受けられ、観察者は四肢の振り子運動の振幅のみからwalkerの性別を判断しているとは言い難い。肩や腰の運動は四肢に比べ典型的な振り子運動ではなく、複雑な動きを示すことが報告されている(Cutting, 1978)。従って、観察者はwalkerの性別判断を行う際、四肢の運動以外に肩や腰などの身体中心部の動きも手がかりとして利用している可能性が考えられる。

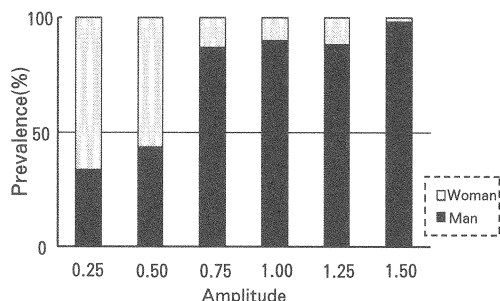


Figure 3 男性walkerに対する性別判断の判定頻度  
横軸は振幅、縦軸は判定頻度を表す。

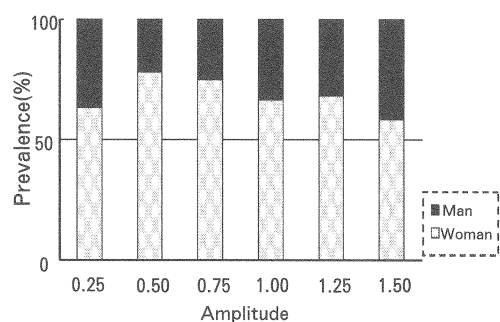


Figure 4 女性walkerに対する性別判断の判定頻度  
横軸は振幅、縦軸は判定頻度を表す。

## 実験 2

### 目的

男女におけるBMの振り子運動の振幅に操作を加えることにより、振り子運動の振幅の違いが「人らしさ」の印象に及ぼす効果を男女のBMで比較検討した。

### 方法

**観察者** 正常な視力を持つ大学生、および大学院生6名(男性3名、女性3名)が個別に実験に参加した。

**装置・刺激** 使用した装置、刺激動画は実験1と同様であった。

**実験計画** 実験1と同様であった。

**手続き** 観察者は実験1と同様に刺激動画を観察した。観察者は刺激動画の「人らしさ」の

印象を7件法で回答した。評定値は「1」が「ロボットが歩行しているように見える」, 「7」が「人間が歩行しているように見える」と設定した。性別(2)×振幅(6)=12試行を1セッションとし, 10セッション計120試行を繰り返し行った。全ての試行において刺激動画の提示順序はランダムであった。観察者は本試行に先立ち, 2セッションの練習試行を行った。

### 結果と考察

**「人らしさ」の評定値の分析** Figure 5に振幅の増大に伴う「人らしさ」の評定値を示す。Figure 5の横軸は振り子運動の振幅, 縦軸は「人らしさ」の評定値を表す。データは男女のwalkerに対する全観察者の測定値を平均化したものである。振幅について一要因6水準の分散分析を行った結果, 振幅の主効果が有意であった ( $F(5, 25) = 3.17, p < .05$ )。さらにFisherのPLSD法による多重比較を行った結果, 振幅0.25と0.50の間, 0.25と0.75の間, 0.25と1.00の間, 0.25と1.25の間, 0.25と1.50の間, 0.50と0.75の間, 0.50と1.00の間, 0.50と1.25の間, 0.50と1.50の間で有意差が認められた (すべて $p < .05$ )。すなわち振幅が0.75倍未満では「人らしさ」の評定値は有意に低下し, 振幅が0.75倍以上になるとほぼ一定となった。以上の結果から, 統制条件の0.75倍以上の振幅があればBMの「人らしい」という印象は十分に形成されることが示された。

**男女のwalker別の成績の比較** Figure 6, Figure 7に振幅の増大に伴う「人らしさ」の評定値をwalkerの性別ごとに示す。Figure 6は男性walker, Figure 7は女性walkerについての「人らしさ」の評定値である。Figure 6, Figure 7の横軸は振幅, 縦軸は各walkerの「人らしさ」の評定値を表す。男性walkerの振幅について一要因6水準の分散分析を行った結果, 振幅の主効果が有意であった ( $F(5, 25) = 24.92, p < .05$ )。またFisherのPLSD法による多重比較を行った結果, 振幅0.25と0.50の間, 0.25と0.75の間, 0.25と1.00の間, 0.25と1.25の間, 0.25と1.50の間, 0.50と0.75の間, 0.50と1.00の間, 0.50と1.25の間, 0.50と1.50の間で有意差が認められた (すべて $p < .05$ )。すなわち, 男性

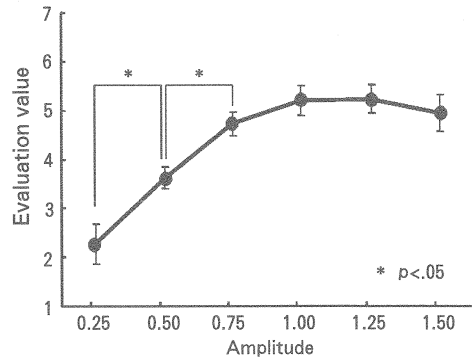


Figure 5 振幅に伴う「人らしさ」の評定値

横軸は振幅, 縦軸は「人らしさ」の測定値を表す。値は男女のwalkerの評定値を平均である。

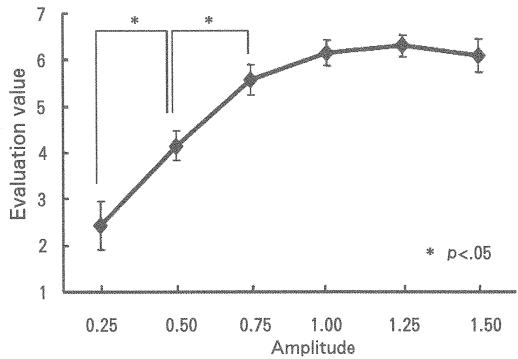


Figure 6 男性walkerにおける「人らしさ」の評定値

横軸は振幅, 縦軸は評定値を表す。

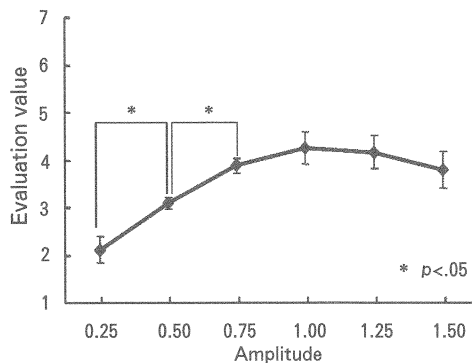


Figure 7 女性walkerにおける「人らしさ」の評定値

横軸は振幅, 縦軸は評定値を表す。

walkerでは振幅が0.75倍以上になると「人らしさ」の評定値はほぼ一定となった。

同様に、女性walkerの振幅について一要因6水準の分散分析を行った結果、振幅の主効果が有意であった ( $F(5, 25) = 3.59, p < .05$ )。またFisherのPLSD法による多重比較を行った結果、振幅0.25と0.50の間、0.25と0.75の間、0.25と1.00の間、0.25と1.25の間、0.25と1.50の間、0.50と0.75の間、0.50と1.00の間、0.50と1.25の間で有意差が認められた (すべて  $p < .05$ )。すなわち女性walkerでは振幅が0.75倍を超えると「人らしさ」の評定値はほぼ一定となった。さらにwalkerの性別条件について一要因分散分析を行った結果、性別の主効果が有意であった ( $F(1, 5) = 30.53, p < .05$ )。すなわち女性walkerの評定値は男性walkerに比べ有意に低いことが明らかになった。

以上の結果から男女のwalkerともに、振幅が増大すると「人らしさ」の印象が高まり、男女のwalkerともに振幅が0.75倍以上になると「人らしさ」の印象はほぼ一定となることが示された。従って振り子運動の振幅は「人らしさ」の印象形成において重要な手がかりとなり、その傾向は男女のwalkerで類似していることが明らかとなった。

### 総合考察

本研究の目的は男女のBMにおける性別判断と「人らしさ」の印象の形成過程を明らかにするとともに、四肢の振り子運動の振幅への依存度から性別と「人らしさ」の属性の違いを検討することであった。そこで男性および女性のBMの振り子運動の振幅を6段階に変化させ、性別判断と「人らしさ」の印象評定課題をそれぞれ別々の観察者に行わせた。

本研究の実験1と実験2より得られた結果を併せてFigure 8に示す。Figure 8から明らかなように、BMの性別判断はBMの振り子運動の振幅が統制条件の0.50倍以上になると極めて容易になった。また「人らしさ」の印象評定値はBMの振り子運動の振幅の増大とともに上昇し、振幅が統制条件の0.75倍以上になるとほぼ一定となった。このよ

うにBMの性別判断を保証する空間的条件は「人らしさ」を印象づける空間的条件より広いといえる。

以上の結果から、BMの性別判断と「人らしさ」の印象評定のいずれにおいても、BMの振り子運動は手がかりとして有効であることが示唆された。さらに性別判断と「人らしさ」の印象評定では成績が最高値に到達する際に必要な振幅条件が異なることが示された。さらに今回、女性walkerにおいて「人らしい」という印象評定が低かった0.50倍の振幅においても「女性である」という正しい性別判断がなされていた。これらの結果は、性別判断と「人らしさ」の印象を生み出すBMの要因が異なること、および性別は「人らしさ」に含まれない独立した属性である可能性を示唆する。

Cutting (1978) は肩と腰に相当する関節同士が結ぶ中点の位置がBMの性別判断において重要であると述べており、BMの性別判断課題では身体を中心部に位置する関節の運動が手がかりとして重要であると提唱した。彼らの報告を考慮すると、本研究で、振り子運動の振幅が小さい条件下でも性別判断の正答率が有意に高かったことは、観察者が手足の振り子運動だけでなく、身体を中心部の動きも性別判断の手がかりとしていた可能性が考えられる。ただし、振り子運動が統制条件の0.25倍のように極めて小さい場合には、BMの性別判断は困難であった。従って、振り子運動の

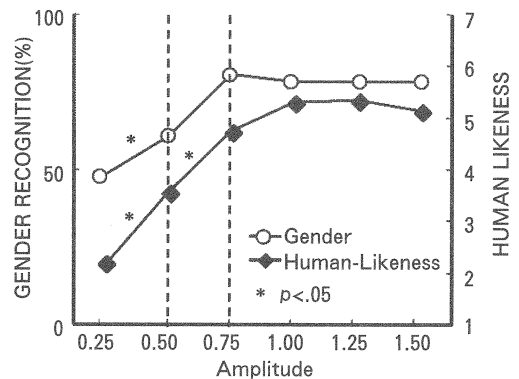


Figure 8 振幅の変化に対する性別判断の正答率 (実験1) と「人らしさ」の評定値 (実験2)

振幅が極めて小さい場合には、BMの全体運動と身体中心部の複雑な部分運動の分節化が生じにくくなり、身体中心部の動きを手がかりとして性別判断を行うことが困難になると考えられる。

以上より、BMの全体運動から身体中心部の運動が分節化することにより性別判断が可能となり、また、全体運動から四肢の振り子運動が分節化することにより「人らしさ」の印象が形成されることが示唆される。

本研究では性別判断課題においてwalkerの性別によって成績の違いが顕著であった。男性walkerの場合には、振り子運動の振幅の増大に伴う正答率の上昇が認められたのに対し、女性walkerの場合には、振幅の増大による正答率の上昇は認められなかった。これは振幅が増大すると身体活動量の大きい男性的な歩行印象が形成され易いためとも考えられる。しかしながらその場合には、振り子運動の振幅の増大に伴い女性walkerにおける性別判断の正答率が低減していく可能性があるが、本研究ではそのような傾向は認められなかった。従って、振幅の増大による身体活動量の増加が男性的な歩行印象をもたらしたと一概に考えることは難しい。

本研究では男女それぞれ1名の大学生をwalkerとし、BMの刺激動画像を作成した。そのため個々のwalkerの歩行特性が観察者の成績に影響を与えていた可能性が考えられる。今後実験を進めるにあたり、複数のwalkerの歩行動作を平均化したBMを作成することで、walkerの歩行動作にみられる個人差の要因を排除する必要があるだろう。

さらに本研究では、振り子運動の振幅という空間的条件についてのみ検討を行っており、時間的条件については検討していない。今後はBMの振幅という空間的条件の操作とともに、観察時間の操作を行うことで、時間的条件について検討を行う必要がある。性別判断、および「人らしさ」の印象評定を行うにあたり、特定の観察時間（時間幅）において振幅の効果が有意である空間帯域は存在するのか、あるいは、特定の振幅において、観察時間の効果が有意となる時間帯域は存在する

のか、空間的条件と時間的条件の間に相互作用は見られるのか、という点について検討を行う。その上で、複数の光点の動きからまとまりが生じるために必要な時間的、空間的条件と、その結果読み取れるBMの諸属性との関係性を明らかにすることが重要である。

本研究は、文部科学省オープン・リサーチ・センター整備事業（平成17年度～平成21年度）による私学助成を得て行われた。

## 引用文献

- Asanoi, C., & Osada, Y. (2005). The perception of Point-Light Walker across a slit. -The perception of "Human Likeness"- *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, **24**(1), 133-134.
- Bassili, J. N. 1978 Facial motion in perception of faces and of emotional expression. (1978). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **4**, 373-379.
- Cutting, J. E. (1978). Generation of synthetic male and female walkers through manipulation of biochemical invariant. *Perception*, **7**, 393-405.
- Cutting, J. E., Barclay, C. D., & Kozlowski, L. T. (1981). Temporal and spatial factors in gait perception that influence gender recognition. *Perception and Psychophysics*, **23**(2), 145-152.
- Dittrich, W. H. (1993). Action categories and the perception of biological motion. *Perception*, **22** (1), 15-22.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics*, **14**, 201-211.
- Johansson, G. (1976). Spatio-temporal differentiation and integration in visual motion perception: An experimental and theoretical analysis of calculus-like functions in visual data processing. *Psychological Research*, **38**(4), 379-393.
- Neri, P., Morrone, M.C., & Burr, D. C. (1998). Seeing

biological motion. *Nature*, **395**(6705), 894-898.

Shiffrar, M., Lichtey, C., & Sheba, H. (1997). The perception of biological motion across apertures. *Perception and Psychophysics*, **59**(1), 51-59.

Runeson, S., & Frykholm, G. (1981). Visual perception of lifted weight. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **7**, 733-740.