

見せかけの水たまり歩行をする ポイント・ライト・ウォーカーの知覚

中 村 浩

見せかけの水たまり歩行をする ポイント・ライト・ウォーカーの知覚

中 村 浩

1. 目的
2. 実験方法
3. 実験結果
4. 考察
5. まとめ

1. 目的

特定の環境内での動作、あるいは特定の対象に対する動作は、動作者の意図と動作環境および対象との相互作用によって決定するものであり、必ずしも環境や対象の性質がそれと一対一に対応した動作へ導くとは限らない。しかし、ある環境や対象によっては、多くの人が同じ意図を持ち、その意図を達成するために類似の動作をする場合があることは、経験上十分に理解できることである。例えば、物を持ち上げる時、その重さに応じて体全体の力の入れ方および姿勢が変わることは誰でも経験していることである。また深い積雪の中や膝の高さまである水の中を前進する場合、足や体全体に力を加えることによって体全体のバランスが崩れるが、それを解消するために上半身を前傾させ、両手を大きく広げるなどの姿勢が必要となってくる。そしてこれらの動作を観察する者は、その動きを自分の経験と照らし合わせることによって (Grossmann, Donnelly, Price, Pickens, Morgan, Neighbor, & Blake, 2000; Grezes, Fonlupt, Bertenthal, Delon-Martin,

Segebarth, & Decety, 2001), 動作者の意図や対象の性質あるいは歩行環境を知覚しているものと思われる。

これまで、人の動作と動作環境との関係およびその知覚に関するポイント・ライト・ディスプレイ (Johansson, 1973) を用いた研究として、異なる重さの箱を持ち上げる動作と持ち上げられた箱の重さ知覚との関係を調べ、両者間に高い一致度が見られることを示したRuneson & Frykholm (1981) の研究や、物を持ち上げる時の動作を検討して、持ち上げる速さ、持ち上げる時の腰の角度、持ち上げるに要する時間等が対象の重さによって変化することを明らかにし、持ち上げる重さの同定については、持ち上げる時の速さが大きく関与していることを示したShim & Carlton (1997) の研究、上腕による錘の巻き上げ動作と持ち上げる錘の重さ知覚との関係について調べ、錘の重さが重くなってくると持ち上げる時の腕の動きが遅くなり、それを手がかりとして重さの同定が可能になることを示したBingham (1987) の研究などを挙げる事ができる。歩行動作と歩行環境知覚との関係について調べた研究としては、固い床と柔らかいマット上での歩行やさまざまな動作からその動作環境の同定が可能かどうかを検討したStoffregen & Flynn (1994) の研究や、積雪の中を進む歩行動作とその環境知覚との関係について調べた中村 (2007) の研究などを挙げる事ができる。これらの研究では、

キーワード：ポイント・ライト・ウォーカー、水たまり歩行、見せかけ歩行

条件や動作によってはその動作環境や歩行環境の知覚が可能であることが報告されている。

また動作の意図について、軽い箱を重く見せようとする見せかけ動作について調べたRuneson & Frykholm (1983) は、動作の観察者が、その見せかけの動作によってだまされることはなかったと報告している。ではRuneson & Frykholm (1983) のように、歩行者の意図が歩行環境と一致しない場合、その歩行動作の観察者はその不一致にどの程度気づくのであろうか。すなわちある特定の歩行動作が強いられるような環境における実際の歩行動作と、その状況をイメージしてその歩行動作を模倣したものを我々は識別できるのであろうか。その際、その識別の手がかりとなるのはどのような情報であらうか。

本研究では、水たまりにおける実際の歩行動作とその見せかけの歩行動作、特に後者においてはつま先から接地する歩行動作と踵から接地する歩行動作条件を設定し、それらのポイント・ライト・ウォーカー刺激の観察を通して、見せかけ歩行動作と実際の歩行動作の識別がどの程度可能か、またその識別にどのような情報や印象が寄与しているかについて検討した。

また、我々はさまざまな歩行動作に対してどのような印象を持ち、それらをどのように知覚しているのであろうか。この点について検討するために、上記の歩行動作を含めて、ポイント・ライト・ウォーカー刺激として作成された積雪上の歩行動作および通常の床面歩行動作に対する印象評定を求め、因子分析によって抽出された各因子と歩行動作知覚との関連について調べると同時に、見せかけ歩行と実際の水たまり歩行との識別において各因子がどのように働いているかを検討する。

2. 実験方法

- (1) 実験刺激の作成：
雪解けによってできた深い水たまりと浅い

水たまりの中を横切る歩行動作、室内のカーペット敷きの床を、水たまりをイメージしながら横切る見せかけの歩行動作、深い積雪・浅い積雪上の歩行動作、ならびに通常の床面歩行動作をデジタル・ビデオ・カメラで撮影し、その映像をもとにMacromedia Director MXJを用いてポイント・ライト・ウォーカー刺激を作成した。撮影した歩行動作は、全てビデオ・カメラの前を左から右、あるいは右から左へ横切るものであった。

水たまりの見せかけ歩行については、踵から接地する動作とつま先から接地する動作の2種類を設定し、下記の10刺激を作成して実験刺激とした。なおポイント・ライト・ウォーカー刺激の作成に際して抽出した身体部位は、頭・左肩・左肘・左手首・腰・左膝・左足首・右肩・右肘・右手首・右膝・右足首の12ヶ所とし、歩行モデルのそれらの部位にはあらかじめ目印となるよう黄色のテープを装着してビデオ撮影を行った。

- (1) 浅い水たまり歩行2条件
- (2) 深い水たまり歩行1条件
- (3) 踵から接地する見せかけ歩行1条件
- (4) つま先から接地の見せかけ歩行2条件
- (5) 深い積雪上の歩行2条件
- (6) 浅い積雪路面の歩行1条件
- (7) 床面の通常の歩行1条件

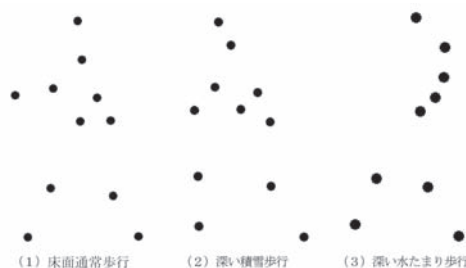


Fig. 1 床面通常歩行と深い積雪歩行、深い水たまり歩行の一コマ（刺激によってサイズが異なるため、サイズを調整している）

Fig.1は、床面通常歩行と深い積雪歩行、深い水たまり歩行の次の一步へ体重移動する

瞬間の一コマを示したものである。図からわかるように、(1)床面通常歩行ではスムーズに体重移動している様子がうかがえるが、(2)深い積雪歩行では体重を少し後ろへ残して、踏み出した足もとを確認する様子が理解できるし、(3)深い水たまり歩行では踏み出した足の着地を慎重にするために体重がさらに後ろ足に残っていることがわかる。

(2) 被験者：

短期大学女子学生47名を被験者とし、2群に分けて集団で実験を実施した。

(3) 実験手続き：

ポイント・ライト・ウォーカー刺激は教室前方のスクリーンにプロジェクタによって提示した。最初に練習および印象評定の基準となることを目的として、実験で用いたものとは別の、床面通常歩行ポイント・ライト・ウォーカー刺激を提示し、教示の理解を求めた。次に上記の10刺激をランダムな順序で提示し、各刺激に対する5段階の印象評定と歩行路面に関する自由記述を求めた後、再度、水たまり歩行の3刺激と見せかけ歩行の3刺激を提示して、刺激ごとに、実際の水たまりの歩行であるか、見せかけ歩行であるかの二者択一判断を求めた。

印象評定に用いた形容詞対は以下に示す通りである。

(1) 速い-遅い, (2) 暗い-明るい, (3) 落ち着いた-興奮した, (4) 静的-動的, (5) かawaii-勇ましい, (6) 安全な-危ない, (7) ゆっくりした-急いだ, (8) 軽い-重い, (9) のんびりした-せわしい, (10) 元気のない-生き生きした, (11) 面白くない-面白い, (12) 力強い-弱々しい, (13) おだやかな-激しい, (14) 緊張した-くつろいだ, (15) 安定した-不安定な, (16) 滑らかな-ぎこちない, (17) 楽な-疲れる, (18) 自然な-不自然な

3. 実験結果

Table 1は、実際の水たまり歩行と見せかけ歩行に対する真偽判断の結果を示したものである。表から、全体的傾向としては実際の水たまり歩行と見せかけ歩行を識別してはいるものの、浅い水たまりの歩行とつま先から接地する見せかけ歩行刺激に対しては誤って判断する被験者が多くなる傾向が認められる。特に、「浅い水たまり歩行3」に対してはそれを見せかけ歩行と誤判断する被験者が多く、「つま先接地見せかけ歩行2」に対してはそれを実際の水たまり歩行と誤判断する被験者が多い。しかし深い水たまりの歩行と踵から接地する見せかけの歩行については、はっきりと識別していることが理解できる。

Table 1 水たまり歩行と見せかけ歩行に対する真偽判断の頻数

刺激名称	被験者の判断	
	実際の歩行	見せかけの歩行
深い水たまり歩行11	34	13
浅い水たまり歩行3	22	25
浅い水たまり歩行5	31	16
つま先接地の見せかけ歩行2	23	24
つま先接地の見せかけ歩行9	16	31
踵接地の見せかけ歩行4	6	41

Fig.2は、三種類の水たまり歩行に対する印象評定平均プロフィールを示したものである。図では平均点が高いほど当該形容詞の傾向が強いことが示されている。この図から、「深い水たまり歩行11」と「浅い水たまり歩行5」に対する印象評定平均プロフィールの類似性が高く、「浅い水たまり歩行3」のプロフィールは他の2刺激に比べて大きく異なっていることが理解できる。特に「遅い」という印象が高く、「明るい」、「興奮した」、「動的」、「せわしい」、「生き生きした」という印象が低い。

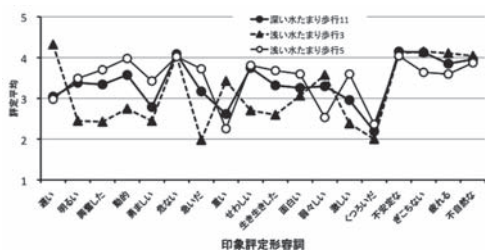


Fig.2 三種類の水たまり歩行に対する印象評定

浅い水たまり歩行の2種類を比較してみると、刺激画面に最初のポイント・ライトが出現して最後のポイントが消えるまでのコマ数(1秒間30コマで提示)は「浅い水たまり歩行5」が116コマ、「浅い水たまり歩行3」が127コマである。もし画面上を横切る時間がこの「遅い」や「明るい」、「興奮した」、「急いだ」という印象の違いを生じさせる重要な要因であれば、163コマを要している「深い水たまり歩行11」に対してもっとも「遅い」という評定は高くなり、「興奮した」や「動的」の評定が低くなることが予測できる。しかし結果はこれに反するものである。

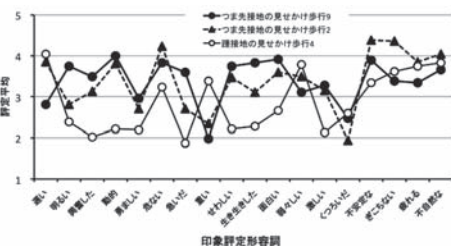


Fig.3 踵接地・つま先接地の見せかけ歩行に対する印象評定プロフィール

Fig.3は、三種類の見せかけ歩行に対する印象評定平均プロフィールを示したものである。図から、「踵接地の見せかけ歩行4」と2種類の「つま先接地の見せかけ歩行」のプロフィールが明らかに異なることが理解できる。ただし、二つの「つま先接地見せかけ歩行」のプロフィールにも違いが認められる。見せかけ歩行の識別の高さという観点から見

ると、「つま先接地の見せかけ歩行2」の識別度は低く、誤判断が多いことはTable 1から明らかである。そう考えると誤判断の少ない「つま先接地の見せかけ歩行9」と「踵接地の見せかけ歩行4」のプロフィールがより近いものになることが予測されるのであるが、多くの印象評定でより「踵接地の見せかけ歩行4」の評定平均に近いのは「つま先接地の見せかけ歩行2」の方である。例えば「遅い」、「明るい」、「急いだ」などの印象についてはそれを認めることができる。しかし、「不安定な」、「ぎこちない」という印象だけは「つま先接地の見せかけ歩行2」と「踵接地の見せかけ歩行4」異なっていることがわかる。

Fig.4は、深い水たまり歩行、深い積雪歩行、床歩行に対する印象評定プロフィールを示したもので、明らかに床面歩行に対する印象評定が他の刺激に対するそれと異なっていることがわかる。

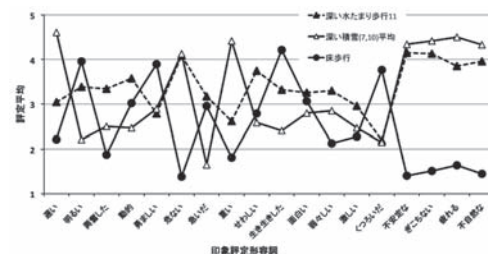


Fig.4 深い水たまり歩行、深い積雪歩行、床歩行に対する印象評定プロフィール

Fig.5は、刺激として用いた10種類のポイント・ライト・ウォーカー刺激に対する印象評定平均を用いたクラスター分析によって得られたデンドログラムである。図から、床歩行だけが全く異なるクラスターに属し、積雪歩行と水たまり歩行が別のクラスターを形成していることがわかる。ただし、「浅い水たまり歩行3」と「踵接地の見せかけ歩行4」が積雪歩行に近いクラスターに属していることもわかる。

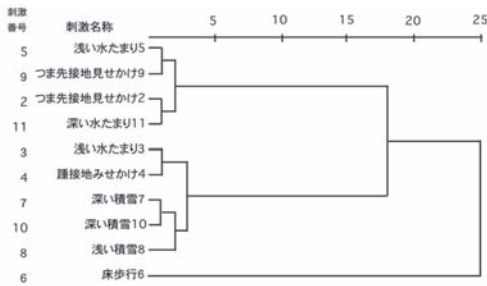


Fig.5 歩行動作の18形容詞対による印象評定を指標とした10刺激のクラスター分析結果 (Ward法による)

Table 2 因子分析結果 (因子抽出法:主成分分析)

評定尺度	第1因子	第2因子	第3因子	共通性
遅い	.744	-.609	-.187	.959
明るい	-.695	.689	.131	.975
興奮した	.376	.905	-.056	.964
動的	-.025	.966	.160	.960
勇ましい	-.373	.237	.891	.989
危ない	.923	.250	-.258	.982
急いだ	-.316	.904	.203	.959
重い	.672	-.683	.244	.978
せわしい	.084	.977	.119	.976
生き生きした	-.679	.683	.226	.978
面白い	-.096	.928	-.207	.913
弱々しい	.295	-.086	-.936	.970
激しい	.314	.886	.272	.957
くつろいだ	-.901	-.134	.377	.972
不安定な	.964	.189	-.175	.996
ぎこちない	.977	-.042	-.168	.985
疲れる	.976	-.188	-.043	.991
不自然な	.974	-.002	-.186	.983
固有値	9.57	6.21	1.71	
累積寄与率(%)	53.161	87.633	97.139	

Table 2は、形容詞対による印象評定平均を刺激ごとに求め、それをもとに因子分析を実施し、抽出された因子、各評定尺度の因子負荷量、および3因子の累積寄与率を示したものである。抽出された3因子の累積寄与率が97%を越えていることから、人の歩行動作についてはほぼこれらの因子によって印象が決定されているものと考えられる。特に第1因子の寄与率は53%と非常に高く、この因子が歩行動作の印象に与える影響が大きいと言えよう。またこれらの因子について、因子負荷量の高い評定尺度(形容詞対)に共通する

性質を考慮し、第1因子を「快・安心因子」、第2因子を「活動性因子」、第3因子を「力強さ因子」と名付けることとする。

4. 考察

Stoffregen & Flynn (1994) は、ポイント・ライト・ディスプレイの刺激そのものは運動学的性質しかもっていないが、それを観察することによって、単に視覚系が刺激を受けるだけでなく、体性感覚や前庭系も刺激を受け、それによって行為者が感じている力学的性質を知覚することが可能になると考えた。この考えはRuneson (1994) のKSD原理(The Principle of Kinematic Specification of Dynamics) に一致するものと考えられる。Runeson (1994) は体性感覚系や前庭系が刺激されるという視点を持ってはいなかったが、視覚的に入ってくる運動学的情報から力学的情報を特定することが可能なシステムを視覚系が持っていると考えて、人のさまざまな動作知覚についてバイオリジカル・モーションを用いた研究を実施している(Runeson & Frykholm,1981, 1983)。

本研究もこれらの考えを基礎として、歩行環境によって歩行動作が異なり、それをポイント・ライト・ウォーカーとして提示した場合、その動きから歩行環境の同定が可能になるものと考えた。そして水たまり歩行については、実際の水たまり歩行と見せかけ歩行との間の識別が可能になると考えて実験を実施した。

実験の結果、Table 1に示したように、「深い水たまり歩行11」に対しては明らかに水たまり歩行動作と判断しており、逆に「踵接地の見せかけ歩行4」に対しては明らかに水たまり歩行ではないと判断していることがわかる。深い水たまりでの歩行は慎重に一步一步を進め、Fig.1に見られるように体重が後ろに残っている時間が長いために、より慎重な

印象が得られたのに対して、踵が接地する見せかけの歩行では比較的スムーズに体重移動がなされ、それが見せかけという判断につながったものと思われる。しかし、「浅い水たまり歩行3」と「つま先接地見せかけ歩行2」の2刺激に対しては判断が曖昧で、水たまり歩行動作と判断した被験者数と見せかけ歩行と判断した被験者数がほぼ同数であった。この結果は、「浅い水たまり歩行3」は「深い水たまり歩行11」とは異なった歩行動作をしており、そのために歩行動作に対する印象評定も異なって、識別判断が明確にはならなかったことが考えられる。

Fig.2を見ると、「浅い水たまり歩行5」に比べて、明らかに「浅い水たまり歩行3」と「深い水たまり歩行11」に対する印象評定プロフィールが異なっていることがわかる。結果でも述べたように、「浅い水たまり歩行3」に対しては「遅い」という印象が高く、「明るい」、「興奮した」、「動的」、「せわしい」、「生き生きした」という印象が低い。しかしこれは画面を横切る速さに依存していないことも結果に示した通りである。では、何がこのような印象の違いを生じさせることになったのであろうか。そこで「浅い水たまり歩行5」と「浅い水たまり歩行3」における歩幅の変化を両足間の画面上のピクセル数で示すと、前者では第1歩目から146, 53, 125, 153, 128ピクセルと、変動が大きい。それに対して後者では第1歩目が136, 136, 137ピクセルと、ほとんど同じ歩幅、およびほぼ同じ動作の繰り返しで進んでいることがわかる。逆に「浅い水たまり歩行5」では途中バランスを崩したために歩幅が狭くなり、それを取り戻そうと歩幅を広くする動きや、最後の一步は飛び越えるような動作をしている。これらのことから「浅い水たまり歩行3」に比べて、明らかに「浅い水たまり歩行5」の歩行動作の方がより現実感のある歩行動作として判断されたものと考えられる。因に「深い水たまり歩行

11」における歩幅の変化を見てみると、第1歩が115, 96, 99, 101, 114ピクセルとなっている。これは撮影距離が若干遠く画面上の移動距離が長いために歩幅のピクセル数は相対的に少なくなっているが、その変化を見ると途中の三歩はほぼ同じであるが、最初と最後の一步に変化があることが理解できる。ただしこの場合は歩幅の変化よりも、歩行動作そのものを手がかりとして実際の水たまり歩行と判断したものと考えられる。すなわち、この歩行動作においては、水たまりが深いために送り出す足の着地が慎重で、その分体重が後ろに残っていることが明らかにわかるような特徴的動作になっているのである。

Fig.3を見ると、「踵接地見せかけ歩行4」に対する印象評定が他の見せかけ歩行に比べて異なっていることがわかる。そして「つま先接地見せかけ歩行2」と「つま先接地見せかけ歩行9」を比較してみると、全体的には前者の方が「踵接地見せかけ歩行4」のプロフィールに近いように思われる。しかし識別判断を見ると前者の方が判断は曖昧で、実際の水たまり歩行と誤判断する被験者が多いことはTable 1に示される通りである。ただし、この刺激に対しては「危ない」、「不安定な」、「ごちない」の印象がもっとも高いことがわかる。Table 2の因子分析の結果を見ても、これらの尺度を含む第1因子の寄与率ももっとも高く、これが歩行動作を評定する上で中心的な役割を果たしていると思われるが、そのような観点から考えると、この識別判断においてもこの因子が大きく働き、その印象が強いほど実際の水たまり歩行という判断につながったのではないだろうか。

このことはFig.4からも明らかで、床面の通常歩行と深い水たまり歩行および深い積雪歩行に対する印象評定が全く逆になっており、特に因子分析によって第1因子に分類される評定尺度における差が大きいことがわかる。すなわち、水たまりや積雪上の歩行動作

に対して不安定感や危険さを強く感じ、その強さが見せかけ歩行と実際の水たまり歩行の識別に影響したことが十分に理解できるのである。

Fig.5のクラスター分析結果についてみると印象評定プロフィールの違い同様、床面通常歩行だけが異なるクラスターに属しており、積雪歩行と水たまり歩行も異なるクラスターに分類されていることがわかる。また「浅い水たまり歩行3」と「踵接地の見せかけ歩行4」が同じクラスターに属しているが、これらの印象評定プロフィールを比較してみると非常に類似した傾向を持っており、そのために「浅い水たまり歩行3」に対して実際の水たまり歩行にも関わらず、見せかけの歩行であるという誤判断が多く出現したものと考えられる。また、「浅い水たまり5」と「つま先接地見せかけ9」、「つま先接地見せかけ2」と「深い水たまり11」がそれぞれひとつのクラスターに属すると同時にこれら4つの刺激がまとまっている。「浅い水たまり5」と「つま先接地見せかけ9」はどちらも比較的高い識別度を示している。そうであれば両者の印象評定プロフィールが異なることが予測されるが、ほぼ同じプロフィールになっていることがわかる。また「つま先接地見せかけ2」と「深い水たまり11」について、後者は明らかに水たまり歩行という判断が多いが、前者は識別判断が二分している。しかしながら、印象評定プロフィールを見ると高い類似度を示していることがわかる。もし印象評定プロフィールが識別判断に強く関与するのであれば、前者については水たまり歩行であるとの判断が増えてよいはずであるが、そのようになっている。「つま先接地見せかけ2」における歩行動作を細かく見てみると、画面中の歩幅は第1歩目が127、そして119、152ピクセルと歩幅の変化が大きいことがわかる。また画面中央において飛び越えるような動作を示しており、それらの特徴から実際

の水たまりという印象が生じやすく、誤判断が多かったものと考えられる。

5. まとめ

本実験の結果から、必ずしも被験者は見せかけの歩行動作を見抜けるわけではないことが理解できる。Runeson & Frykholm (1981,1983) や Bingham (1987) のようにある程度の重さのものを持ち上げる場合はその重さの同定が可能であり、見せかけの動作にだまされることは少ないのかもしれないが、本実験で用いた歩行動作においては、水たまりという外的環境が決定的な負担を強いることがないために、見せかけ歩行も比較的水たまり歩行に近い動作を示すことができたのではないだろうか。この点は被験者の自由記述を見てみると、水たまり歩行であっても、見せかけ歩行であっても「道路面にある障害物を避けて歩いている」という記述が多く、水たまりもひとつの障害物であり、それが決定的に特殊な歩行動作に導くものではなかったために今回のような結果につながったと考えることができる。しかし深い水たまり歩行においては明らかに識別が可能であり、慎重な足の運び方、体重移動の仕方など、識別に寄与する情報を多く含んでいたことも確かと言えよう。

引用文献

- Bingham,G.P. (1987). Kinematic form and scaling: Further investigations on the visual perception of lifted weight. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 155-177.
- Grezes,J., Fonlupt,P., Bertenthal,B., Delon-Martin,C., Segebarth,C., & Decety,J. (2001) . Does perception of biological motion rely on specific brain regions? *Neuroimage*,13,775-785.
- Grossman,E., Donnelly,M., Price,R., Pickens,D.,

- Morgan,V., Neighbor,G., & Blake,R. (2000). Brain area involved in perception of biological motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*,**12**, 711-720.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, **14**, 201-211.
- 中村 浩 (2007). ポイント・ライト・ウォーカーによる歩行環境の知覚. 北星学園大学短期大学部北星論集, 第 5 号 (通卷第43号), 35-42.
- Runeson, S., & Frykholm, G. (1981). Visual perception of lifted weight. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **7**, 733-740.
- Runeson, S., & Frykholm, G. (1983). Kinematic specification of dynamics as an informational basis for person and action perception: expectation gender recognition, and deceptive intention. *Journal of Experimental Psychology: General*, **112**, 585-615.
- Runeson, S. (1994). Perception of biological motion: The KSD-principle and the implications of a distal versus proximal approach. In G. Jansson, S. S. Bergstroem, & Epstein,W. (Eds.) , *Perceiving events and objects: Resources for ecological psychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. pp. 383-405.
- Shim,J. & Carlton,L.G. (1997). Perception of kinematic characteristics in the motion of lifted weight. *Journal of Motor Behavior*, **29**, 131-146.
- Stoffregen,T.A., & Flynn,S.B. (1994). Visual Perception of Support-Surface Deformability From Human Body Kinematics. *Ecological Psychology*, **6**, 33-64.

[Abstract]

The Perception of Point-Light-Walkers Who Pretend to Walk in Puddles

KO NAKAMURA

The purpose of this study is to examine whether observers can discriminate point-light-walkers who pretend to walk in puddles from those who really walk in puddles, and to clarify the information which classifies point-light-walkers who walk on surfaces of various conditions, such as puddles, snow, or normal floors. The results showed that when walkers walked in deep puddles and when pretending walkers stepped from the heels, it was easy for observers to identify if they were pretending or not. However, it was difficult to identify when they walked in shallow puddles and when pretending walkers stepped from the toes.

Key words : Point-Light-Walker, Walking in Puddles, Pretended Walking