

# ポイント・ライト・ウォーカーによる歩行環境の知覚

中 村 浩

## 目 次

1. 目的
2. 実験方法
3. 実験結果
4. 考察
5. まとめ

## 1. 目 的

ポイント・ライト・ウォーカー知覚に代表されるバイオリジカル・モーション知覚研究(Johansson, 1973)は, その知覚処理メカニズムに関する研究と, バイオリジカル・モーションから得られる情報の豊かさに関する研究とに大きく分けることができる。前者はさらに, 脚や手などの局所的なポイントの動きに対するポイント全体の動きのバイオリジカル・モーション知覚における優位性について検討する一連の研究(Bertenthal & Pinto, 1994; Cutting, Moore, & Morrison, 1988; Mather, Radford, & West, 1992; Thornton, Pinto, & Shiffrar, 1998; Thornton, Rensink, & Shiffrar, 2002)や, 歩行動作を知覚する上で, どの身体部位の動きが優位に貢献しているかを調べようとした一連の研究(Cutting, 1978; Cutting & Proffitt, 1981; Kozlowski & Cutting, 1977; Johansson, 1973; Mather, Radford, & West, 1992; 中村, 2003), バイオリジカル・モーション知覚がどの程度経験に影響を受けるか, また経験によるトップダウン処理がどの程度ボトムアップ処理に影響するかという点について調べた一連の研究

(Bertenthal & Pinto, 1994; Bulthoff, Bulthoff, & Sinha, 1998; Pavlova & Sokolov, 2000)などを挙げることができる。

また, バイオリジカル・モーションが持つ情報量の豊かさについて調べた代表的な研究としては, ポイント・ライト・ウォーカーによる性別や個人の同定に関するCuttingを中心とした研究(Cutting, Proffitt, & Kozlowski, 1978; Kozlowski & Cutting, 1977)や, Runeson & Frykholm (1981, 1983)による, ポイント・ライト・ウォーカーが持ち上げる物体の重さの同定やその動きに含まれる意図の知覚に関する研究, またWalk & Homan (1984)やDittrich, Troscianko, Lea, & Morgan (1996), Atkinson, Dittrich, Gemmell, & Young (2004)のバイオリジカル・モーションによって表現される情動の認知に関するものなど多くの研究がある。

上に示したように, これまでは, バイオリジカル・モーションの知覚メカニズム研究や, 歩行者あるいは行為者の属性の知覚に関するものに焦点を当てた研究が中心で, 歩行者と歩行環境との間のインタラクティブな関係の知覚, あるいはそこに知覚される歩行環境に焦点を当てた研究は少なく, Stoffregen & Flynn (1994)による, 固い床面と柔らかい床面を歩いたり走ったりするポイント・ライト・ディスプレイがどの程度その床面の特徴, 特にその変形可能性(deformability)を示す情報を持っているかを調べた研究を挙げることができる程度で, まだ十分に研究されて

---

キーワード：ポイント・ライト・ウォーカー, 歩行環境, 歩行動作

いないのが現状である。しかし歩行者は、さまざまな状況下の路面など、特定の環境の中を歩行しているのであり、その歩行環境は当然歩行動作に対して影響を与え、その結果ポイント・ライト・ウォーカーにおけるポイントの動きがその歩行環境に関する情報を持つことは当然のことと考えられる。

これまで、このようなさまざまな歩行環境におけるポイント・ライト・ウォーカー知覚研究が少なかった理由の一つとして、明るい自然環境内を歩行するポイント・ライト・ウォーカーの作成が困難であったことを挙げることができる。すなわち、従来は、身体的主要関節にライトや反射板を装着したモデルが暗室内を歩き、それを撮影することによってポイント・ライト・ウォーカーを作成するという技法が多く用いられていたが (Berry & Misovich, 1994), この技法によると、暗くて複雑な自然環境内を歩行するモデルを撮影することがさまざまな危険を伴うこと、さらにそのような状況が歩行者の自然な歩行に影響を与えることにもなり、刺激となるポイント・ライト・ウォーカーを作成すること自体が困難であったためと考えられる。

本研究で用いたポイント・ライト・ウォーカー作成手法によって、どのような環境下で歩行するモデルについてもそのビデオ映像を基にポイント・ライト・ウォーカーを作成することが可能となる。本研究は、この手法によって作成したポイント・ライト・ウォーカー刺激を用いて、それが持つ歩行環境に関する情報について明らかにすることを目的として実施したものである。

## 2. 実験方法

被験者 : 短期大学2年生25名を被験者とした。視力は矯正を含めて全員正常であった。  
実験刺激 : さまざまな環境下で、カメラの前を横切る歩行動作をデジタル・ビデオ・カメラで撮影し、そのビデオ映像をもとに Macromedia Director MXJ を用いてポイ

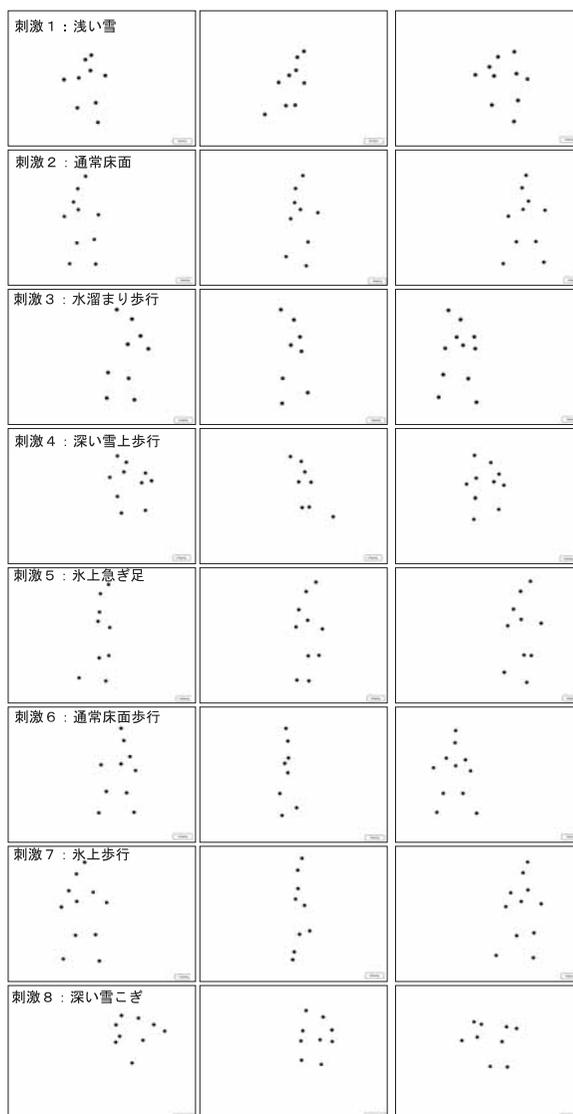


Fig. 1 実験で用いられた8つのポイント・ライト・ウォーカーの各刺激から抽出した3コマ(進行方向は刺激によって異なる。また三つのコマは片足が着地してから次の一歩が着地するまでを示している。)

ント・ライト・ウォーカー刺激を作成した。撮影した歩行環境は、(1) 通常の床、(2) 浅く積もった雪、(3) 深く積もった雪、(4) 凍りついた路面、(5) 水たまりの5種類であった。歩行するモデルの頭部、左右の肩、左右の肘、左右の手首、腰、左右の膝、左右の足首にテープを貼り、パソコンに取り込んだ1秒間30枚のビデオ画像1枚1枚に対して、それを目印として各身体部位にポイントマークし、ポイント・ライト・ウォーカー・アニメーション刺激を作成した。ただし深く積もった雪の場合は、雪から足を抜きながら歩行するものと、足を抜かずに歩行するもの（雪こぎ）の2種類を作成し、凍りついた路面の歩行（氷上歩行）では通常の歩行と少し急いだ小走りのような歩行の2種類の歩行、通常の固い床面の歩行については異なったモデルによる2種類の歩行を作成して、合計8種類のポイント・ライト・ウォーカー刺激を作成した。

実験手続き：実験は集団で実施し、前方スクリーン上にランダムな順序で8刺激を提示し、歩行について評定可能と思われる18種類の形容詞対による5段階の印象評定を求めた。実験に用いたポイント・ライト・ウォーカー刺激についてはFig. 1に示す通りである。図では、刺激ごとに1歩分の最初のコマおよび中間そして最後のコマの3コマ分の画像を示している。図からも、ポイント・ライト・ウォーカー・アニメーションの1コマを見ただけではそれが人体の歩行の1コマであると知覚することが困難なものもあることが理解できるものと思う。また、実験において各ポイント・ライト・ウォーカー刺激が提示された順序はこの図に示された順序と同じである。印象評定には、(1) 速いー遅い、(2) 暗いー明るい、(3) 落ち着いたー興奮した、(4) 静的ー動的、(5) かよわいー勇ましい、(6) 安全なー危ない、(7) ゆっくりしたー急いだ、(8) 軽いー重い、(9) のんびりしたーせわしい、(10) 元気がないー生き生きした、(11) 面白くないー面白い、(12) 力強いー弱々しい、(13) おだやかなー激しい、(14) 緊張したーくつろいだ、(15) 安定したー不安定な、(16) 滑らかなーぎこちない、(17) 楽なー疲れる、(18) 自然なー不自然なという、運動刺激に対して評定可能と思われる形容詞対を用いた。刺激ごとに1枚ずつ用いられる評定用紙上の形容詞対の順序については、被験者の半数には上記の順序で印刷されたものを、残りの被験者に対しては順序を逆転して印刷されたものをを用いた。8種類のポイント・ライト・ウォーカー刺激に対して一通り印象評定を繰り返した後、再度全刺激を同じ順序で提示し、(1) 普通の床の上の歩行、(2) 水たまりの上の歩行、(3) 深い水の中の歩行、(4) 浅い雪の中の歩行、(5) 深い雪の中の歩行、(6) 氷の上の歩行の中から最も当てはまると思われる歩行状況を選択するよう求めた。印象評定セッションおよび歩行状況の同定セッションにおいて各ポイント・ライト・ウォーカー刺激は、全被験者の回答が終わったと判断されるまで繰り返し提示された。

いー面白い、(12) 力強いー弱々しい、(13) おだやかなー激しい、(14) 緊張したーくつろいだ、(15) 安定したー不安定な、(16) 滑らかなーぎこちない、(17) 楽なー疲れる、(18) 自然なー不自然なという、運動刺激に対して評定可能と思われる形容詞対を用いた。刺激ごとに1枚ずつ用いられる評定用紙上の形容詞対の順序については、被験者の半数には上記の順序で印刷されたものを、残りの被験者に対しては順序を逆転して印刷されたものをを用いた。8種類のポイント・ライト・ウォーカー刺激に対して一通り印象評定を繰り返した後、再度全刺激を同じ順序で提示し、(1) 普通の床の上の歩行、(2) 水たまりの上の歩行、(3) 深い水の中の歩行、(4) 浅い雪の中の歩行、(5) 深い雪の中の歩行、(6) 氷の上の歩行の中から最も当てはまると思われる歩行状況を選択するよう求めた。印象評定セッションおよび歩行状況の同定セッションにおいて各ポイント・ライト・ウォーカー刺激は、全被験者の回答が終わったと判断されるまで繰り返し提示された。

### 3. 実験結果

各刺激に対して選択された歩行状況の割合についてはFig. 2に示すとおりである。「氷上歩行」および「深い雪こぎ」を除いて、各ポイント・ライト・ウォーカーの歩行状況との一致度は高く、ポイント・ライト・ウォーカーの動作から歩行環境あるいは歩行状況の知覚が可能であることが理解される。

Fig. 3は、三つの雪上歩行に対するそれぞれの印象評定平均を図示したものである。印象の程度の差はあるが、被験者は、この3種類のポイント・ライト・ウォーカー刺激に対しては、程度の差はあるものの比較的類似した印象を持っていることが理解できる。

Fig. 4は二つの通常の床面歩行と氷上歩行に対する印象評定平均を図示したものである。

図から、二人のモデルによる通常歩行は類似の印象を与えていることが理解できるが、通常歩行と判断する被験者が多かった氷上歩行については二つの通常歩行とは異なり、印象評定平均は「どちらとも言えない」という平均的な値に推移していることがわかる。

Fig. 5は水たまり歩行、氷上の急ぎ足歩行、氷上歩行に対する印象評定平均を示したもの

である。氷上歩行の平均的な値に比較して、残りの二つの歩行はかなり特徴的な印象を与えていること、さらにそれらが対照的な印象を与えていることも理解できる。

#### 4. 考察

Fig. 2 から、深い雪こぎと氷上歩行を除いて、被験者の選択

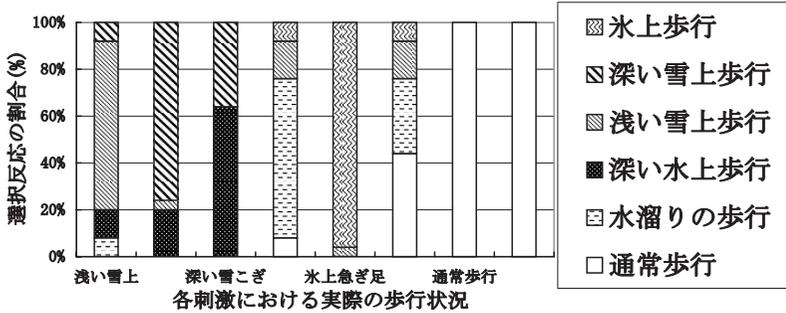


Fig. 2 各ポイント・ライト・ウォーカー刺激に対する選択反応の割合

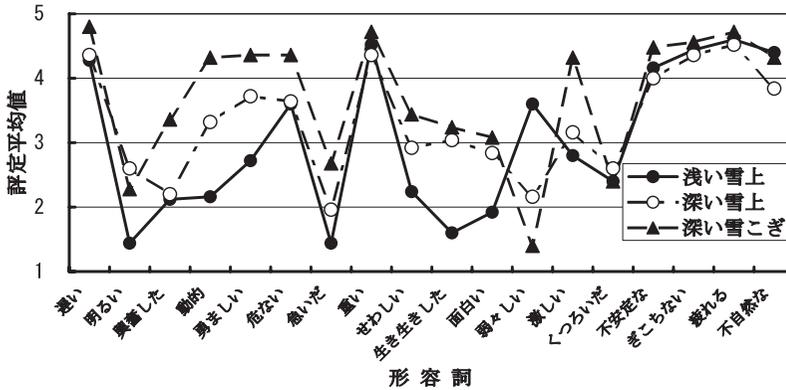


Fig. 3 3つの雪上歩行に対する印象評定

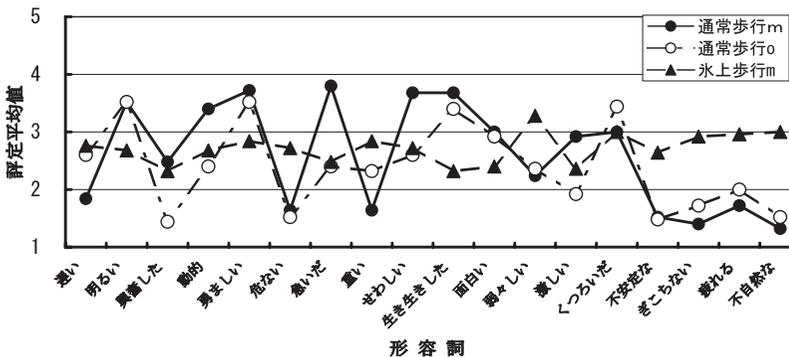


Fig. 4 2つの通常歩行と氷上歩行に対する印象評定

て、被験者の選択反応は実際の歩行状況と高い一致度を示していることが理解できる。これは各ポイント・ライト・ウォーカー刺激にその歩行環境を同定させるための情報が含まれており、被験者はその情報を適切に抽出していることを示すものである。例えば、浅い雪上歩行と深い雪上歩行とを比較してみると。中には両者間の違いを知覚できていない被験者もいるが、全体的に見ると明らかに両者を識別しており、脚を雪から抜く時に膝が上がる度合いや雪の抵抗の強さによってバランスを保つために広げる両手の広げ具合など、両刺激間にいくつかの違いが存在し、そ

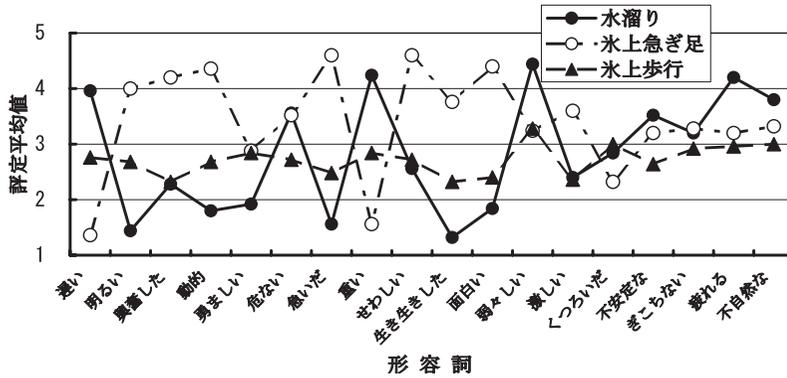


Fig. 5 水溜まり歩行と2氷上歩行に対する印象評定

バランスが崩れやすく、それを保つために両手を大きく広げるなどの特徴的動作が加わることになる。その動作がさらに不安定感やぎこちなさの印象を強めることになるのであろう。これらの印象については共通し

れが明らかに歩行状況を示すものであると同時に、その関係を被験者が明確に知覚していると考えることができる。

「深い雪こぎ」の場合、足を雪の中から抜かず歩行するので、ひざが高く上らず、前に移動しようとする足の動作に対する強い抵抗が生じることになる。この雪の抵抗の印象が、深い水の中を水の抵抗を受けながら歩行しているという印象と共通するため、その選択肢を選ぶ被験者が多かったのではないかと推測される。この刺激においては雪の抵抗と水の抵抗の区別は困難であるが、ポイント・ライト・ウォーカーの動きから、前進しようとする脚の動きに対する抵抗の強さが明らかに知覚されていることが理解される。

氷上歩行刺激については、それと通常歩行との識別が困難であることが理解される。しかし浅い雪上歩行あるいは水溜まりの歩行と判断している被験者も多く、氷上歩行とは同定できないものの、それが通常の歩行とは異なるという印象が強かったことも推測できる。

Fig. 3から明らかなように、三つの雪上歩行に関しては類似した印象評定プロフィールを示していることがわかる。また、どの刺激に対しても「重い」、「不安定」、「ぎこちない」、「疲れる」、「不自然な」という印象が強いことが明らかである。雪上の歩行においては足の移動に対して雪の抵抗があるため、身体の

傾向を示しているが、「動的」、「勇ましい」、「危ない」、「せわしい」、「生き生きした」、「面白い」といった印象については三つの雪上歩行の間に違いが認められる。これらの印象が最も強いものは「深い雪こぎ」で、次が「深い雪上歩行」、そして「浅い雪上歩行」という順になっている。これは足の移動に対する雪の抵抗の違いがこれらの印象に反映されているものと考えられる。しかし逆に考えるならば、同じ雪上歩行でもその状況による違いを被験者が印象の違いとして捉えていることを示すものでもあり、この違いが Fig. 2 に示された歩行状況の同定の正確さにも現れたものと言えよう。Stoffregen & Flynn (1994) は固い床面と柔らかい床面を歩くポイント・ライト・ウォーカー刺激から、人が上に乗ることで変形するという床面の特徴を知覚できることを報告しているが、本研究で用いた雪上歩行においては、当然雪の表面は人の体重を支えることができずに変形するが、それと同時に前進しようとする脚の移動に対する抵抗物となり、その抵抗の強さもポイント・ライト・ウォーカーから知覚できることが明らかとなった。

氷上歩行については、Fig. 2から、その歩行環境の知覚が困難であることが理解できるが、Fig. 4に示されたように、通常歩行のポイント・ライト・ウォーカーに対する印象と

水上歩行のポイント・ライト・ウォーカーに対する印象は明らかに異なっており、水上歩行における歩行環境の特定は難しいものの、歩行動作のどこかに不安定感や不自然な印象を感じていたことがわかる。特に「危ない」・「不安定な」・「ぎこちない」・「疲れる」・「不自然な」という印象は通常歩行に比べて水上歩行の方が高い。水上歩行については、Fig. 2からわかるように、足の運びの慎重さから水たまり上の歩行と同じ印象を持った被験者と、慎重な足運びに気づかず、通常の歩行を選択した被験者とに分かれているが、そのために印象評定も両者への印象が相殺されて特徴のない印象評定プロフィールになってしまったと考えることもできる。

また「急いだ」印象が同じ通常歩行でも刺激2の通常歩行に対して高くなっているが、この刺激におけるポイント・ライト・ウォーカーが比較的前傾姿勢を取って歩行しているためにそのような印象が得られたものと思われる。逆に、刺激6の通常歩行に対して「興奮した」という印象が極端に低くなっているが、これはこのモデルが背筋を伸ばして歩行しているところから落ち着いた印象が強くなったものと思われる。

Fig. 5から、水上歩行を挟んで、水上急ぎ足歩行と水たまり歩行は対照的な印象を与えていることが理解される。特に、「速い-遅い」・「明るい-暗い」・「興奮した-落ち着いた」・「動的-静的」・「急いだ-落ち着いた」・「軽い-重い」・「生き生きした-精気のない」・「面白い-面白くない」などの印象は全く正反対の傾向を示している。上に示した形容詞対の内、左側の形容詞が水上急ぎ足歩行に対して得られる印象で、右側の形容詞に示された印象が水溜まり歩行に対して得られるものである。水溜まり歩行は、水の中を歩くわけであるから、水が跳ねないように注意をして歩いており、それが下を見てゆっくり歩くことから「慎重さ」や「元気のなさ」などの印

象を与えたためこのような結果になったものと考えられる。他方、水上急ぎ足歩行の場合は滑って転ばないように体重移動の幅を小さくするために歩幅を狭め、その反面ピッチを早くすることで急ぎ足にしており、そのためちょっと滑稽で生き生きした印象を強めたものと考えられる。

## 5. まとめ

通常の床面歩行や雪上歩行、水上歩行、水溜まりの歩行をするポイントライトウォーカー刺激を用いて、25名の被験者を対象に、それらに対する歩行環境の知覚ならびに印象評定について調べたところ、刺激によっては歩行環境の同定が難しいものもあったが、ほとんどの刺激においてその歩行環境および歩行状況を知覚することができることが明らかとなった。またその歩行環境や歩行状況に応じて印象評定も異なることが明らかとなった。

注：本研究は2005年度北星学園大学特別研究費の補助のもとに実施されたものである。

## 【引用文献】

- Attkinson, A.P., Dittrich, W.H., Gemmell, A.J., & Young, A.W. 2004 Emotion perception from dynamic and static body expression in point-light and full-light display. *Perception*, **33**, 717-746.
- Berry, D.S. & Misovich, S.J. 1994 Methodological approaches to the study of social event perception. *Personality and Social Psychology Bulletin*, **20**, 139-152.
- Bertenthal, B.I. & Pinto, J. 1994 Global processing of biological motions. *Psychological Science*, **5**, 221-225.
- Bulthoff, I., Bulthoff, H., & Sinha, P. 1998 Top-down influences on stereoscopic depth perception. *Nature Neuroscience*, **1**, 254-257.
- Cutting, J.E. 1978 Generation of synthetic male and female walkers through manipulation of a biomechanical invariant. *Perception*, **7**,

- 393-405.
- Cutting, J.E., Moore, C., & Morrison, R. 1988 Masking the motion of human gait. *Perception & Psychophysics*, **44**, 339-347.
- Cutting, J.E., & Proffitt, D.R. 1981 Gait perception as an example of how we may perceive events. In R.D. Walk, & H.L. Pick (Eds.), *Intersensory perception and sensory integration* (249-273). New York: Plenum Press.
- Cutting, J.E., Proffitt, D.R., & Kozlowski, L.T. 1978 Biomechanical invariant for gait perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **4**, 357-372.
- Dittrich, W.H., Troscianko, T., Lea, S.E.G. & Morgan, D. 1996 Perception of emotion from dynamic point-light displays represented in dance. *Perception*, **25**, 727-738.
- Johansson, G. 1973 Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, **14**, 201-211.
- Kozlowski, L.T., & Cutting, J.E. 1977 Recognizing the sex of a walker from a dynamic point-light display. *Perception and Psychophysics*, **21**, 575-580.
- Mather, B., & Murdoch, L. 1994 Gender discrimination in biological motion displays based on dynamic cues. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **258**, 273-279.
- Mather, G., Radford, K., & West, S. 1992 Low-level visual processing of biological motion. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **249**, 149-155.
- 中村 浩 2003 部分的に提示された歩行バイオリジカル・モーション知覚に寄与する運動情報の研究. *北星学園大学短期大学部北星論集* 第1号 (Vol.39), 37-46.
- Pavlova, M., & Sokolov, A. 2000 Orientation specificity in biological motion perception. *Perception & Psychophysics*, **62**, 889-899.
- 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.
- Stoffregen, T.A. & Flynn, S.B. 1994 Visual perception of support-surface deformability from human body kinematics. *Ecological Psychology*, **6**, 33-64.
- Thornton, I.M., Pinto, J., & Shiffrar, M. 1998 The visual perception of human locomotion. *Cognitive Neuropsychology*, **15**, 535-552.
- Thornton, I.M., Rensink, R.A., & Shiffrar, M. 2002 Active versus passive processing of biological motion. *Perception*, **31**, 837-853.
- Walk, R.D., & Homan, C.P. 1984 Emotion and dance in dynamic light displays. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **22**, 437-440.

[Abstract]

## The Perception of Walking Environment with Point-light-walkers

Ko NAKAMURA

This study examines if walking environments can be specified with the information from point-light-walkers which were made from video taped walkers on various surface conditions, such as normal surface, and surface covered with ice, snow or water. Eight point-light-walker stimuli were shown to twenty-five subjects who were naive to this kind of stimulus. In the first experimental session, they were asked to rate each point-light-walker in terms of eighteen pairs of adjectives, such as natural-unnatural, stable-unstable, etc. In the second session, subjects were asked to select the walking environment for each stimulus from eight choices. The results showed that naive subjects can perceive the walking environment with the information from the point-light-walkers, and each different point-light-walker produced different impression in accordance with each walking situation.

---

Key Words: Point-light-walker, Walking Environment, Walking Motion