



Title	生物学的運動の知覚 : 事象知覚の一例として
Author(s)	柏原, 崇
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1988, 14, p. 25-47
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/8905
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

生物学的運動の知覚

—事象知覚の一例として—

柏 原 崇

- I. 事象とは
- II. 生物学的運動の知覚
 - 1. 性別認知
 - 2. リフティング
- III. 理論的枠組
 - 1. 知覚的ベクトル分析
 - 2. 生体力学的不変項
 - (1) 肩／腰比
 - (2) 胴体トルク
 - (3) モーメント心
 - (4) 事象知覚のための原理
 - 3. KSD 原理
 - (1) 力学的事象の知覚
 - (2) KSD 原理
- IV. 結語

生物学的運動の知覚

I. 事象とは

我々生活体は、非常に変化に富んだ環境世界の中で生存し適応している。そこにおいては、様々な変化の知覚が生じる。例えば、自動車が我々の眼前を通り過ぎるとき、剛体対象の運動の知覚をえる。さらに、加齢や成長に伴って顔や身体が徐々に変化していくとき、形状の変化を知覚する。このような形態上の変化に加えて、太陽や月、人工的な照明の強度変化に伴う明るさの変化、又四季の移り変わりなどによる色の変化を知覚する。もちろん、これらの変化の知覚は視覚次元だけに限定されず、他の次元（触覚、聴覚）においても当然生じる。このように、環境内は時間上の様々な変化——事象 (event)——で満ちあふれているが、他方、我々生活体もこの環境内にあって決して静止した存在ではなくて、環境内で役に立つ情報を求めて絶えず行動している。生活体が環境を能動的に探索することにより、環境はその新たな側面を我々に提供する。そして、生活体はそこから我々の生存にとって有用で、安定した情報をえているものと思われる。

このように、対象自体の変化及び能動的知覚者の活動に伴う変化は、環境に関する重要な情報源であるが、従来の視空間アプローチはこれら事象知覚 (event perception) よりも、大部分がいわゆる静止知覚に焦点をあててきたことが指摘されている (Johansson, von Hofsten & Jansson, 1980)。つまり、そのようなアプローチにおいては、知覚者及び知覚対象は静止したものと仮定され、近刺激は網膜上に投影された像 (image) として扱われてきた。従って、運動知覚は理論的に満足のいく仕方での取り扱いが困難な、限られたケースとされた。これに対して、事象知覚こそが我々の知覚のユニットで一次的であり、逆に静止知覚が特別なケースであるとする立場がある。このアプローチの代表的な提唱者は、J. J. Gibson と G. Johansson である。

事象は我々の知覚のユニットであり、それはまさに存在のユニットだとする見解がある (Cutting, 1981) が、この主張が必ずしも広く受け入れられているわけではない。その理由としては、“事象 (event)” 及び “事象知覚 (event perception)” とは一体何を意味しているのかという問題があると思われる。例えば、事象知覚理論の提唱者である Johansson と Gibson の間にも、見解の相違がみられる。

Johansson は、1950年に “Configurations in event perception” というタイトルのモノグラフを公にしているが、Mace (1985) によれば、Johansson が元々用いた “event” に相

応する言葉はスウェーデン語の“skeende”であるという。この言葉は、始まりと終わりを強調することによって理解される有界性 (boundedness) とは対照的に、流動や反復を強調しており、変化の進行している (ongoing) 側面を指すという。そして、何かを skeende と述べることは、それが時間上の出来事 (occurrence)、すなわちプロセスであることを強調しているという。又、時間的拡がりよりも、その存在やドラマティックな特質が重要な出来事を指す言葉として“handelse”がある。これも同様に event と訳されるが、こちらの方が英語の通常の慣用には近いという。Johansson は、事象を skeende を意味するものとして扱っており、事象とは、ある構造における時間上の様々な種類の関係的变化を指す包括的概念と定義されている (Johansson, 1978)。又、事象知覚とは、外界対象の運動ないしは明るさや色の変化に起因する光学的配列の閾上の変化より生じる、直接的かつ自発的所産であると定義されている (Johansson, 1985)。そして、さらに事象を(1)遠事象 (distal events): 生活体がそれについて情報を必要とする物理的事象、(2)近事象 (proximal events): 感覚器官において利用可能なエネルギーの流動パターン、(3)知覚事象 (perceptual events): 近刺激からえられる感覚情報、の3つに分類している (Johansson, 1978)。

Gibson の場合、事象とは外部世界における物質上の変化を指しており、あらゆる構造上の変化及び光学的配列上の変化を必ずしも意味してはいない。つまり、事象は面の配置の変化、面の色と肌理の変化、そして面の存在の変化の3つに大別されており、観察点の位置の変化及び観察者の他の行為に起因する構造の変化は除外されている。この点において、知覚者の物理的行為に伴う構造的変化を事象に含めている Johansson とは見解が異なる。Gibson (1979) の最後の著作において重要な役割を果たしているのが、生態学的事象 (ecological events) の概念である。これは、生態学的スケールで生じる外的事象であり、しかも動物にとって重要な意味をもつ事象とされる。そして、生態学的事象は1秒の何分の1という非常に短い時間から、果実が熟したり、人が成長するといった長期の期間に及ぶ事象とされる。これに対して、生態学的事象に対応する Johansson の概念、知覚可能な事象 (perceptible events) はその範囲が狭い。例えば、犬が走るというような生態学的事象は知覚可能だが、果実が熟れるといったような事象はそうではないとされる。つまり、知覚可能な事象は、変化の割合が感覚器にとって上弁別閾と下弁別閾の間にある、近刺激変化に起因する空間上の変化と記述される。このように、Johansson は事象を現象的に知覚可能な事象とそうでない事象とに分割し、前者にその関心があるのに対して、Gibson の場合には、現象的経験を基準として用いていない。むしろ、情報の存在と利用可能性をその基準として用いている。事象のための情報が利用可能でかつそれを検出するために十分にサンプルされる場合と、十分な情報やサンプリングがないために何らかの判断がなされる場合とに分けられる。つまり、Gibson にとっては、事象のスピードや現象学は、情報が検出されるかど

うかほどには重要ではないことが指摘されている (Mace, 1985)。

その他にも、事象をいかに考えるかについてはいくつか提案されている。Pittenger & Shaw (1975) は、事象知覚には2つの側面があることを指摘している。1つは事象のダイナミックな側面を構成するもので、変形的不変項 (transformational invariants) とよばれる。2つには、事象が関与している構造に統一性あるいは同一性を与えるもので、構造的な不変項 (structural invariants) とよばれる。つまり、事象を「何かあるものに生じている何か (something happening to something)」とするならば、生じている何か (something happening) は、変形的不変項によって特定され、何かあるもの (something) は構造的な不変項によって特定されると考えられる。そして、事象知覚理論は両者を満足せねばならないと主張している。さらに、Cutting (1981) は、Webster の事象の定義“四次元の時—空のある限定された領域を占めるもの”という定義を引用し、この定義は(1)事象は他と異なるある構造を有していることを意味していること、(2)明確に限定について言及していること、の2点を挙げてこの定義を支持している。

以上のように各研究者間において、事象をどのように考えるかについては微妙に異なっている。しかしながら、事象こそが知覚の基本的ユニットであり、分析のユニットであるという点においては一致しており、それらの根底をなす構造の探究がなされている。以下に、事象知覚研究の代表的研究例として、生物学的運動の知覚に関する実験について述べることにする。

II. 生物学的運動の知覚

生物学的運動 (biological motion) の知覚に関する一連の研究は、Johansson (1973) の研究に始まる。Johansson は、数個の光点ディスプレイを用いた実験に基づき、知覚系は近刺激運動パターンより各光点に共通する共通運動成分と、残余の相対運動成分を抽出可能だとする知覚的ベクトル分析を提唱した。そして、この共通—相対運動パラダイムの一般性及び有効性を検討するための複雑な運動パターンとして選ばれたのが、生物学的運動である。行為者は黒い衣服をまとい、主要関節部 (肩、肘、手首、腰、膝、足首) に光点をとりつけた状態で様々な活動を行い、その様子が暗室内で記録される。従って、被験者に呈示されるときには、10—12個の光点の動きのみがディスプレイされることになる (後に、実際に光点を取り付ける方法に代わって、主要関節部に反射テープを貼付し強い照明をあてて録画し、再生時に CRT のコントラストを調節して、関節部のみが光点パッチとしてディスプレイされる方法が用いられた)。

被験者がこのような運動パターンを観察するとき、どのような知覚が生じるのであろうか。

まとまりのないランダムな光点の動きが観察されるのか、それとも色々な行為をしている‘人’が知覚されるのか。Johanssonによれば、被験者はディスプレイが静止しているときには単なる光点の集まりとしてしか知覚しないが、いったんそれが動き出すと、即座にしかも間違いなく‘人’が様々な活動（歩行、ランニング、ダンスなど）を行っていると感じることが報告されている。この結果は、形状の知覚（人の身体）が網膜上のそれに必ずしも基づいている必要がないこと、又光点間の抽象的な関係が形状に関する十分な情報を担っており、知覚系がそれらを抽出可能なことを示している。

Cutting & Kozlowski (1977) は、Johanssonと同様の方法を用いて、構造的不变項のある特定の側面（歩行者の同一性）が、変形的不变項（歩行）によって十分に特定されるかどうかについて吟味している。つまり、衣服や髪型といったファミリーな手掛りを除いた光点運動パターンだけで友人の認知が可能かを検討した。6人の歩行者を用いて実験した結果、同定率は38%（チャンスレベル、16.7%）であり、友人の同定が光点パターンのみによって有意に可能なことが示された。その後、Cuttingらは事象知覚の一例として歩行者の性別認知に及ぼす条件について詳しく吟味しており、以下にその結果について述べることにする。

1. 性別認知

主要関節部に反射テープを取り付けた行為者は、カメラ前方を左から右に各自のペースで歩き（5～7ステップ）、さらに同様に右から左に歩くのが記録される。Kozlowski & Cutting (1977) は6人の歩行者（男女各3人ずつ）を用いて実験を行ったところ、平均で63%の同定率であった（チャンスレベル、50%）。特に、男性の場合は72%と高率であったが、1人の女性歩行者は同定率32%で逆に有意に男性と判断された。

性別判断に影響を及ぼす要因としては、時間的要因と空間的要因が考えられ、以下にそれらについて述べることにする。

（時間的要因）

① 呈示時間

Johansson (1976) によれば、200msec という非常に短い呈示時間で、人の歩行の知覚が可能であったという。そこで、Barclay, Cutting & Kozlowski (1978) は性別認知に及ぼす呈示時間の効果について吟味している。4.4sec, 1.6sec, 0.8sec, 0.4sec, の4種類の呈示時間で実験を行ったところ、同定率は呈示時間 4.4sec のときだけ66%で有意であり、他の条件のときはそうではなかった。この結果より、性別認知には少なくとも 1.6sec 以上必要であるとしているが、その理由として歩行の生体力学、特にステップサイクルとの関連を指摘している。Kozlowski et al. (1977) 及び Barclay et al. (1978) の歩行者の平均歩行速

度は、1分間に約100歩であった。従って、各ストライドは0.6秒で、ステップサイクルは1.2秒となる。本結果では、呈示時間 4.4sec (3.7ステップサイクル) では識別可能で、1.6sec (1.3ステップサイクル) では不可能であった。これらの結果及び Kozlowski et al. (1977) では 2.7sec で認知可能であったことより、Barclay et al. (1978) は2ステップサイクルが性別認知の閾値であろうと推測している。

② 呈示率

一般的には男性の方が歩行速度が速いため、それが性別認知の手掛りとして利用されている可能性がある。そこで、Kozlowski et al. (1977) は5種類の歩行速度を用いて呈示したところ若干の効果がみられた。歩行者が男性の場合は、歩行速度が速・遅の両条件とも同定率は標準条件と比べて若干低下した。女性の場合には、歩行速度が増すにつれて同定率もよくなるという傾向がみられた。但し、全体的には歩行速度については一貫した傾向は認められないと結論している。さらに、Barclay et al. (1978) は歩行速度は一定で、VTRの再生速度を操作して呈示率の効果を検討している。その結果、呈示速度が標準の場合には同定率は66%であったが、遅いとき(標準の1/3の速度)は55%に低下した。これは呈示速度が遅くなることより、見かけの重力が変化し、それが通常の歩行におけるエネルギーのアウトプットと保存の間の関係を不明確にしたためと解釈している。

(空間的要因)

① スポット数

性別認知にとってどの関節部の情報が重要かを吟味するために、Kozlowski et al. (1977) はスポット数を変えて実験を行っている。各関節部を S (肩), E (肘), R (手首), H (腰), N (膝), A (足首) とし、下半身条件 (A, NA, HNA), 上半身条件 (SER, SERH), 全身条件 (SERHA, SERHNA) の計7種類のディスプレイを用いて実験を行っている。

その結果、全ディスプレイにおいて同定率はチャンスレベル以上であり、全体の平均同定率は63%であった。上半身条件 (SER: 61%, SERH: 70%) 及び全身条件 (SERHA: 67%, SERHNA: 70%) は、下半身条件 (A: 54%, HA: 56%, HNA: 55%) よりも同定率は有意に高かった。下半身条件内では有意差はなく、足首に膝及び腰の情報を付加しても正確さは増大しなかった。しかしながら、上半身情報に下半身に関する何らかの情報を加えた場合 (SERH, SERHA, SERHNA) には、正確さは増大している。さらに、Barclay et al. はディスプレイを光学的に操作し、分離した各スポットとしてではなくて、1つの拡散したディスプレイとして呈示したが、その場合の同定率は51%であった。これらの結果より、性別認知にとってどの関節の情報でも十分であるが、特に肩と腰の情報が重要であろうと推測している。

Cutting, Proffitt & Kozlowski (1978) は従来の知見を次のようにまとめている。1. 観察者はファミリーな手掛りなしに性を同定できる。2. そのような認知はダイナミックなディスプレイでは可能だが、静止ディスプレイでは不可能である。3. どの関節—光点もディスプレイにとって必要条件であるとは思えず、又どの光点ペアでも、例えば足首の2光点、性別認知にとって十分だと思われる。但し、肩と腰の両光点が含まれているときパフォーマンスは最も良い。4. 刺激を減衰させると知覚プロセスを妨害する。

しかしながら、これらの分析だけでは、性別認知において観察者がどのような構造的に不変的情報を利用しているかを決定できない。そこで、Cutting et al. は性別認知における生体力学的不変項について論じている（これについては後述する）。

2. リフティング

Runeson & Frykholm (1981) は、Johansson らと同様の方法を用いて、より複雑な事象の知覚が可能かを吟味している。つまり、光点パッチの運動学的パターンだけから、重量という力学的属性が抽出されるかを検討した。主要関節部に反射テープを貼付した行為者は、以下のような行為を行い、それが側方よりカメラにより記録される。歩行者は左側から歩いてきて、床においてある箱を持ち上げる。そして、数歩前進してそれをテーブル上に置

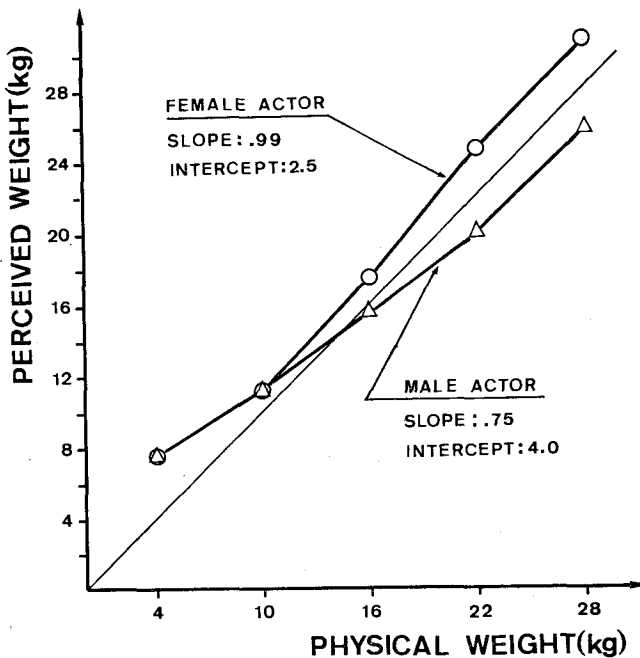


Fig. 1. Means of invisible weights "lifted" by biological motion type of dot patterns. From Runeson and Frykholm (1981).

く。数秒後に箱を又持ち上げ元の場所に戻す。箱の重量は 4, 10, 16, 22, 28kg で、行為者は男女各 1 名ずつである。観察者は、各行為者毎に 4 ブロックよりなるディスプレイを観察するが、各ブロックの前に標準刺激として 16kg のリフティングのディスプレイを呈示され、その後 kg 単位で重量の判断を行う。結果は Fig. 1. に示される。これからも分かるように、観察者は光点ディスプレイから箱の重量を区別できるだけでなく、かなり正確に判断できることが示された。

この結果は、箱の重量変化が行為者一箱システムの運動学的パターンに特有な変化をもたらす、観察者がこの種の情報を検出するために必要な知覚的感受性を有していることを示している。このように、Runeson et al. は運動学的パターンから力学的属性の知覚が可能だとする KSD 原理を主張しているが、これについては次章で詳述する。

III. 理論的枠組

1. 知覚的ベクトル分析

Johansson らは、CRT 上で連続的に運動・変形している近刺激パターン（光点、線分、四角形）とそれらの知覚表象との間の関係を分析し、空間知覚及び運動知覚のためのモデル、知覚的ベクトル分析モデル (perceptual vector analysis model) を提出している。(Johansson, 1958, 1964; Johansson & Jansson, 1968; Börjesson & von Hofsten, 1972, 1973)。

知覚的ベクトル分析の原理は以下の通りである。

原理 1: 眼球の picture plane 上で運動している要素は、知覚上は常に相互に関連している。

原理 2: 一連の近刺激要素において等しくてかつ同時的な運動は、これら要素を自動的に剛体性の知覚ユニットへ結合する。

原理 3: 一組の近刺激要素の運動において、等しい同時的運動ベクトルが数学的に抽出可能なとき、これら成分は知覚的に分解されて 1 つのまとまった運動として知覚される。

例えば、2 光点が、直交する L 字型軌道上を運動するのを観察するとき、実際の物理的軌道とは異なる軌道が知覚される。つまり、2 光点は互いに斜めの軌道上を往復運動し、それと同時にこれら 2 光点が 1 つのユニットとして、別の斜めの軌道上を動くのが観察される。知覚的ベクトル分析によれば、両光点は各ベクトル成分に分解され、両者に共通な成分が抽出され全体運動を形成し、残余の成分が相対運動となる。Johansson はこの知覚的ベクトル分析を用いて、運動光点による歩行パターンの知覚の分析を行っている。

上の例にも示されるように、各光点に共通な成分が抽出され、残余運動は移動運動、回転運動、振子運動などを形成するが、その際全体運動が残余運動の関係枠 (reference frame) となる。歩行パターンの場合には、まず静止した背景が関係枠となり、肩と腰の要素 (胴

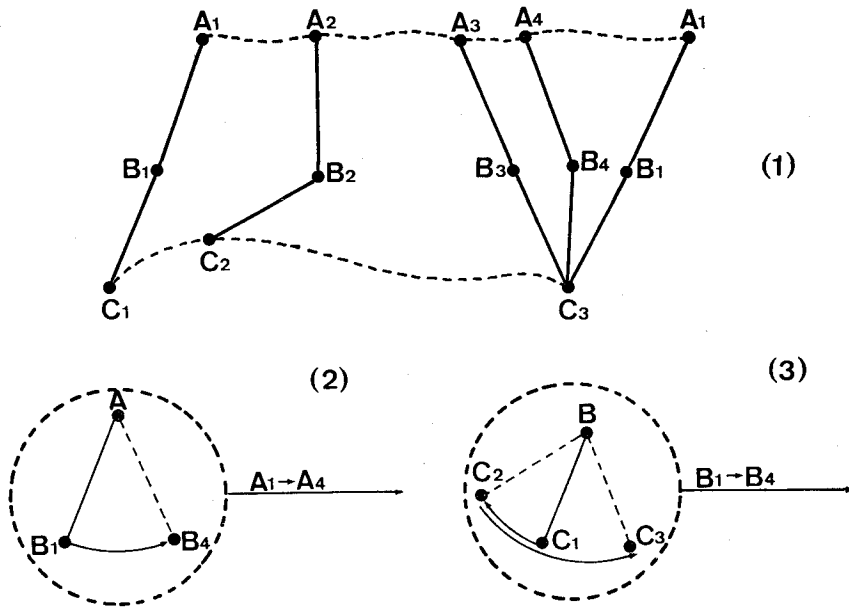


Fig. 2. Graphical analysis of leg motion during walking in accordance with the model of perceptual motion analysis. (1) The motions relative to the static background of the hip (A), the knee (B), and the ankle (C) during one step. (2) The common semitranslatory component in (A) and (B) and the residual pendulum motion of (B) relative to the common component. (3) The common component in (B) and (C) and the residual pendulum motion in (C). From Johansson (1973).

体)の準移動運動が抽出される。そして、この運動関係棒(胴体)が又膝と肘の運動の関係棒となり、剛体性の振子運動が抽出される。さらに同様に、足首は膝に対して、手首は肘に対して振子運動をしているのが抽出される。つまり、地面→肩・腰の要素→肘・膝の要素→足首の要素というように、各関係棒が一連の層構造を形成しており、知覚系はそこから歩行パターンを抽出していると考えられる (Fig. 2. 参照)。

2. 生体力学的不変項

Cutting & Proffitt (1981) は、事象知覚の一例として性別認知の問題を取り上げ、何が知覚系にとって性別の不変項として抽出されうるかについて検討している。

(1) 肩/腰 比

一般的には、男性は肩幅の方が腰よりも広く、女性の場合はその逆である。そこで、Barclay et al. (1978) の14人の歩行者のデータに基づき分析したところ、男性の肩幅は平均 41.8cm、女性は 38.2cm、又腰幅は男性 38.1cm、女性 38.8cm であり、肩/腰比は男性

1.1 女性 0.99, であった。そこで、この指標と実際の性別判断とを比較したところ、1 以下の比を持つ女性が男性と判断された割合は全試行の 35%, 反対に 1.1 前後の比をもつ男性歩行者は 65% が男性と判断された (相関係数 $r = .84$)。この結果から、性別の同定は男性と女性間の構造的差異、特に肩と腰の間の関係に依存することが予測された。

しかしながら、被験者に実際に呈示されるのは歩行者の横方向への動きだけであり、ディスプレイ上には肩幅及び腰幅に関する情報は直接には存在しない。さらに、この情報は静的なものであり、従って歩行というダイナミックな行為のうち存する、肩及び腰に関する不変項が探索された。

(2) 胴体トルク

Fig. 3. に、1 ステップサイクルにおける、右肩及び右腰の光点の動きが示されている。この図からも分かるように、両光点は各ステップに際して反対方向に動き、又同時にそれらは楕円軌道を描いている。そして、これら楕円軌道のスイングの大きさは肩・腰幅によって変化し、それ故に男性と女性の構造上の差異がこれらに反映されると予測される。

Fig. 4. には、左・右両足がそれぞれ前方にあるときの状態が示されている。右肩、右腰、右足首上の光点がなす角度を a , 右肩、右腰、左足首がなす角度を b とすると、ねじれ角は $a - b$ で与えられる。そしてこの角度は肩と腰のスイング量の差異を反映しており、従って性別を特定すると思われる。つまり、男性歩行者は女性よりも大きなねじれ角を持っている

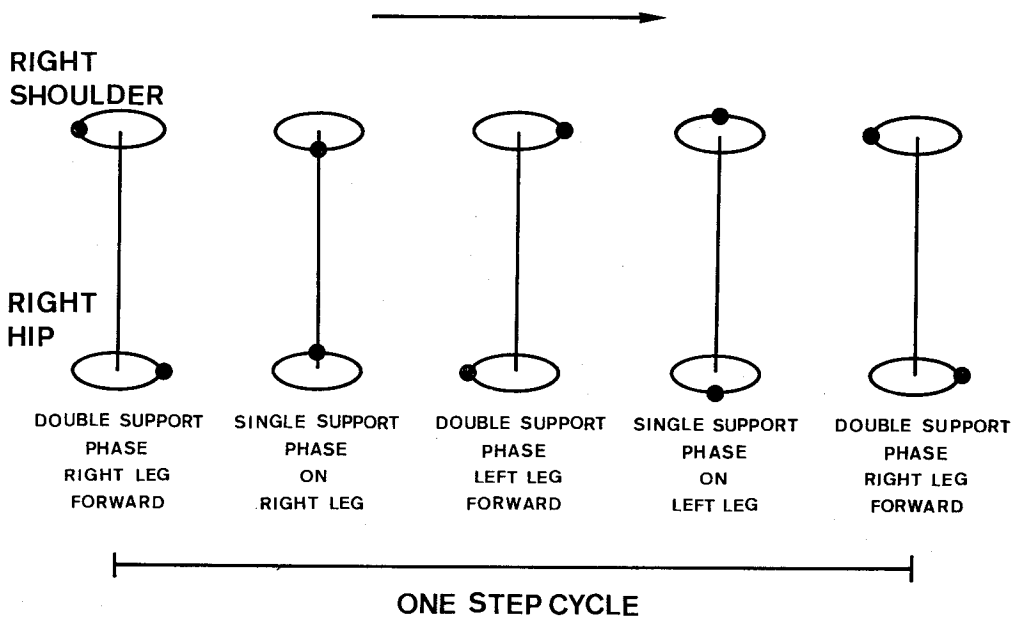


Fig. 3. A schematic representation of ellipsoidal movement of the right shoulder and right hip during one step cycle. From Cutting and Proffitt (1981).

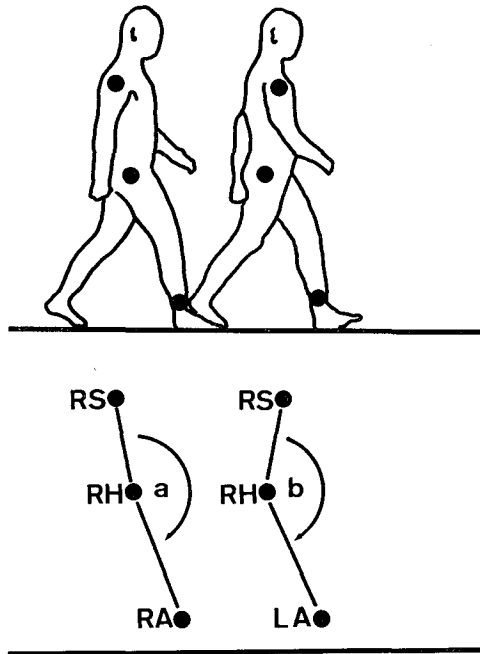


Fig. 4. Viewed from the side, the torque in the torso can be measured by subtracting angle **b** from angle **a**. RS=right shoulder; RH=right hip; RA=right ankle; LA=left ankle. From Cutting and Proffitt (1981).

と予測される。そこで、VTRにより分析したところ、ねじれ角は男性が 17.8° 、女性が 9.3° であり、この指標とデータとの相関は、 $r=.76$ であった。さらに、Cutting (1978) は、コンピューターを用いて男性及び女性に典型的な歩行パターンを合成し、同様の結果を得ている（但し、典型的なパターンの場合、判断は正確になされたが、動きの不自然さが観察者により報告されている）。

このように、この指標が性別認知のための有力な候補と考えられたが、前にも述べたように、性別認知にとっては必ずしも全ての光点がディスプレイされている必要はない。つまり、この指標では腕（肩、肘、手首）や足（腰、膝、足首）の光点だけでも十分性別認知が可能であることを説明できない。そこで、第3の不変項が求められた。

(3) モーメント心

歩行行動は、フラットスプリングの各コーナーをピボットとする4つの複合した振子運動（二本の腕及び足）からなる、対称的でかつ周期的運動とみなしうる。そこで、これらの運動がその回りに生じる点が求められ、見いだされたのがモーメント心である（center of moment）。Fig. 5. にもあるように、両肩及び両腕を四隅とする台形の対角線の交点がモーメント心であり、それは身体各部のあらゆる運動がその回りに規則的な幾何学的関係を持っ

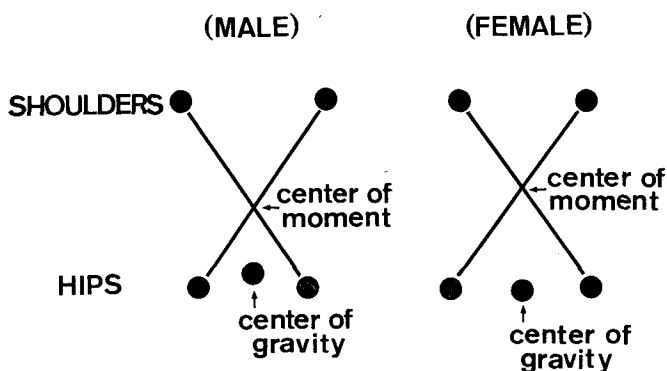


Fig. 5. Schematic representation of the torsos of a male and female. In general, males have slightly wider shoulders and narrower hips than females. The intersection of stress lines across the diagonals of the torso is the center of moment. Note that this point is not the center of gravity. From cutting and Proffitt (1981).

ている関係点 (reference point) である。例えば、回転している車輪の場合、重心とモーメント心は一致する。つまり、全ての運動は質量がその回りに布置している点を中心として生じている。しかしながら、振子運動の場合には、重心は左右に振動しているおもりの上にあるが、モーメント心はピボットである。同様に、人の場合にも重心とモーメント心は異なり、数学的には以下の式で求められる。

$$Cm = \frac{S}{S+H} \quad (Cm: \text{モーメント心}, S: \text{肩}, H: \text{腰})$$

Fig. 5. からも分かるように、男性は腰よりも肩幅が広いためにモーメント心が女性よりも下にある。又、測定データによると、 Cm の平均は男性が0.52、女性が0.49であり、同定率との相関は $r = .86$ であった。

このようにモーメント心が性別を同定するための不変項であることがつきとめられたが、このモーメント心は、歩行という事象のみに特有なわけではない。例えば、回転している車輪上にマウントされた各光点のモーメント心の位置 (セントロイド) が、光点の運動がいかに車輪のように見えるかを決定するために用いられることが示されている (Proffitt & Cutting, 1979; Proffitt, Cutting & Stier, 1979)。又、人が前方に進んでいるときの視野の状態を考えてみると、そこでは視野内の一点から周囲に向かって速度パターンの勾配が生じている (flow pattern)。このとき、この点 (モーメント心) は、観察者がどちらの方向に進んでいるかに関する情報を与える。さらに、成長の知覚においても頭蓋形状の変化をシミュレートしている cardioidal strain のモーメント心が指摘されており、モーメント心の事象知覚における一般性が示されている。

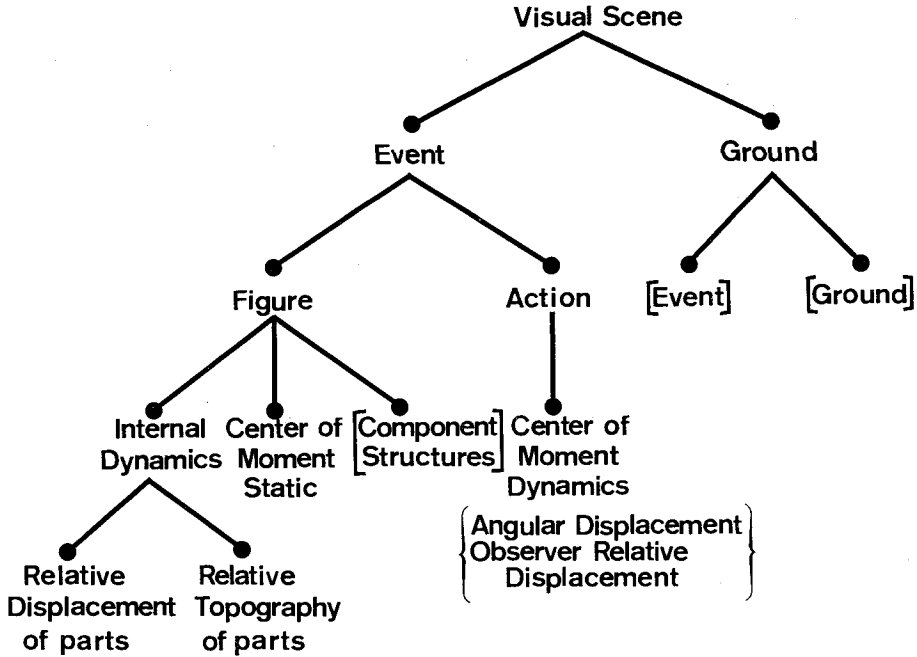


Fig. 6. A grammar for the perception of events, showing the manner in which we believe that the visual perception system parses events and extracts information. From Cutting and Proffitt (1981).

(4) 事象知覚のための原理
(一般原理)

Cutting & Proffitt (1981) は、Fig. 6. に示されるように、事象知覚のための情報が知覚系によりどのように抽出されていくのかについての一般的記述を提出している。

まず、時間上で観察者に利用可能な情報は視覚風景 (visual scene) とよばれ、それは事象 (event) と地 (ground) に分けられる (Rubin の研究以来、一般的には図と地に分けられているが、'図' という用語は静的意味合いが強いので、事象という用語が用いられる)。例えば、視覚風景から“歩いている人”という事象を特定する情報が抽出されると、残余の情報は地となる。又、さらに地の内部でも事象—地関係が埋め込まれていることもある。

次に、事象は図 (figure) と行為 (action) という2つの成分に分けられる。図とは、静的不変項とダイナミックな不変項が互いに関連している各部分よりなる“全体”であり、他方、観察者に対する全体の運動が行為である。例えば、歩行者と知覚される光点のダイナミックな形態は、部分である各光点よりなる全体であり、観察者に対する全体の運動 (CRT上を横切る) がその行為である。振り運動の場合には、観察者に対する行為成分を持っていないので、この運動は行為成分のない図となる。さらに、図は内的ダイナミクス、モーメン

ト心，成分構造の3成分よりなるとされる。

内的ダイナミクスはさらに2つの成分，各部分の相対的変位と相対的位置関係よりなる。振子運動の場合には，内的ダイナミクスはピボットの回りのおもりの運動と，ピボットとおもりの距離よりなる。もし振子が振動していないならば，この静止図の知覚は，ピボットとおもりの位置及びそれらの間の距離によって完全に記述される。

図の第2の成分は，静的な関係的不変項としてのモーメント心であり，それは図の内的ダイナミクスが特定される空間上の点である。そして，これは図の各部分の位置や運動を記述するための関係点であり，座標系における原点と類似している。最後の成分は，事象内部で複雑に入れ子になった構造であり，振子運動の場合には存在しない（次の歩行運動の知覚において言及する）。

このように Cutting et al. は，知覚系が視覚風景をいかに分析して事象を抽出するかについての一般的記述を提出しているが，次に歩行知覚のケースについて述べることにする。

（歩行知覚における原理）

ダイナミックな光点ディスプレイとして呈示される歩行者の図的情報が，どのように利用されるかは以下のように説明される（但し，この場合には観察者に対する歩行者の移動成分，つまり事象の行為成分は除かれて分析されている）。まず，光点の運動は胴体の内的ダイナミクス，胴体のモーメント心，上半身・下半身の成分構造の3成分に分析され，その後，各構成要素はさらに分析されることになる。

最初に抽出される情報は，モーメント心の回りに生じている胴体の内的ダイナミクスである。胴体は片方の肩及び腰上の2光点によって特定され，各光点は位相差 180° で大きさの異なる楕円軌道を描く。そして，これらの運動は胴体のモーメント心に対して生じており，この点は歩行者の図的記述のための関係点となる。

一旦，知覚者が肩及び腰から運動を抽出すると，これらの点は上半身及び下半身の成分構造の分析のためのモーメント心となる。例えば，下半身の場合，腰は振子運動している膝のモーメント心と知覚される。膝の内的ダイナミクスは，腰に対する膝の相対的位置及び変位となる。そして，さらに膝は足首の内的ダイナミクスの記述のためのモーメント心となり，足首の運動は膝をピボットとする振子運動と記述される。同様にして，上半身の運動の場合にも振子運動の入れ子として記述される。このようにして上半身及び下半身のすべての成分構造は，振子運動の入れ子として記述されることになる。

以上の分析においては，モーメント心は各部分の位置及び運動の記述のための静的関係点として記述されてきた。しかしながら，全体としての図の運動に関しては，最深部のモーメント心が全体のダイナミクスを特定する点として知覚されることになる。つまり，歩行者の行為（観察者に対する図の運動）は胴体のモーメント心の運動であり，かなり均一な位置ベ

クトルによって記述される。

Cutting et al. (1981) と Johansson (1973) の分析方法の相違だが、用いられた関係座標系が異なることが指摘される。Johansson は、歩行知覚におけるベクトルを特定するために、環境座標を用いているのに対して、Cutting et al. は歩行者内部の解剖学的座標を用いている。Cutting et al. によれば、両アプローチとも最終的には同一の解決に至るであろうが、解剖学的記述の方がより儉約的なこと、統合を行うのが容易なことの2点を挙げて、分析方法としては望ましいと述べている。

3. KSD 原理

(1) 力学的事象の知覚

物理学では、一般に力学 (mechanics) は運動学 (kinematics) と力学 (動力学, dynamics) に分けられる。運動学においては運動それ自体が記述されるのに対して、動力学では運動の原因である力について言及される。両者の相違を質量 (mass), 長さ (length), 時間 (time) という基本的次元で表すならば、運動学は基本的には長さと時間によって構築されるのに対して、動力学は長さ、時間、質量によって構築される。

事象の記述においては、その1つの側面は純然たる運動と変化によって記述される。例えば、変位、屈曲、伸張、移動の際の関節の動きなどといった構造に関して明らかとされる変化のスタイルが数多く研究されてきた。ところが、我々の回りで生じている事象の多くは、任意の運動学的次元にそって自由に変化はしない。むしろ、それらは特有な地表上の制約によって支配されている。それらの制約とは、重力、面と面の間の摩擦、弾性や、さらには可能な運動学的パターンを制限する変数である、生活体が消費することのできるエネルギーの率などである。このように事象には運動学的側面と力学的側面があるが、我々は果して事象の力学的側面を知覚することができるであろうか。というのは、力学的事象を運動学的パターンへマッピングする際に、質量、摩擦、弾性、エネルギーといった諸変数は運動学的記述にはないからである。又、事象の他の高次な側面、animacy や意図なども同様に運動学的配列において失われている。我々がこのようなパターンを観察するとき、事象の力学的、animate, 意図的属性を実際に知覚可能であろうか、それとも単にその運動を知覚するだけであろうか。

この問題に関するパイオニア的研究として、Michotte (1963) の因果性の知覚に関する研究がある。ある運動物体が静止物体に衝突するとき、一方の物体が他方の物体の運動を生じさせると知覚されることがある。Hume は、このような知覚は類似した事象による個人的経験に基づいているとした。これに対して、Michotte はこの問題を円盤とスリットの装置を用いて実験的に検討し、因果性の知覚は単一事象として自発的かつ直接的にえられると主

張した。その後、Michotte の結果は実験手続きや装置等の不備もあって疑問視された。しかしながら、最近 Michotte のように現象学的解釈ではなくて、物理学法則に基づいてこれらの知覚を説明可能とする見解がある。例えば、Todd & Warren (1982) は Runeson (1977) の見解に基づき、衝突する2物体の相対質量という力学的属性が、視覚ディスプレイの運動学的属性によって特定されるかどうか、さらにそれらの情報が知覚系によって利用可能かどうかについて実験している。2つの物体 **a**, **b** が正面衝突するとき、衝突前の速度を u_a , u_b , 衝突後の速度を v_a , v_b とし、物体の質量を m_a , m_b とするとき、運動量保存法則より以下の関係が成立している。

$$\frac{m_a}{m_b} = \frac{u_b - v_b}{v_a - u_a}$$

すなわち、上式より2物体の相対質量は、衝突前・後の速度よりユニークに決まることになる。衝突事象のもう1つの重要な力学的属性は弾性である。弾性量(反発係数) e は、以下の式の通りである。

$$e = \frac{v_a - v_b}{u_b - u_a} \quad (0 \leq e \leq 1)$$

両式からも分かるように、2物体の衝突を観察するとき、原理的にはそれらの相対質量と弾性を正確に決定可能であり、しかもそれらの判断は独立になされる。

そこで、Todd et al. は相対質量 m_a/m_b , 反発係数, 速度を操作し、コンピューターにより衝突ディスプレイを呈示し、どちらの物体が重く知覚されるかを判断させた。その結果、すべての条件において観察者は特別な訓練あるいはフィードバックなしに相対重量を有意に判断可能であった。しかし、反発係数が小さい(0.1)場合には、他の条件と比較して判断が不正確だったことより、一般的な運動情報が常に利用されているわけではないことが示される。つまり、衝突事象のタイプによって種類の異なる情報が用いられていることが示唆された。しかしながら、いずれにしても Todd et al. の結果は、力学的判断に際して運動学的情報が利用されることを明らかにしている。

さらに情動表出のような高次の事象が、運動学的パターンにより知覚可能なことが Bassili (1978, 1979) により見いだされている。Bassili は顔面に小さなスポットを貼付し、Johansson と類似の方法を用いて実験を行っている。その結果、スポットの動きだけによって顔の知覚が可能なが示された。さらに、運動パターンによりある種の情動が知覚されること、又情動認知に効果的な顔の運動部位は、情動の種類によって異なることなどが見いだされた。

(2) KSD 原理

Runeson (1977) は、衝突事象において運動学的パターンが力学的事象に関する十分な情報を有していることを示した (Runeson & Frykholm, 1981 より)。又、Runeson &

Frykholm (1981) は、この inanimate な事象で見いだされた原理が、リフティングのような animate な事象においても適用可能なことを実験的に示した。さらに、Runeson & Frykholm (1983, 1986) は、運動の時-空間パターンが、根底をなす事象の力学を特定するという“KSD”原理 (the principle of Kinematic Specification of Dynamics) を主張し、この原理が予期、性認知、欺きの意図といった対人認知の問題にも適用されうることを実証している [Bingham (1987) によれば、KSD 原理とは運動学と力学の間に常にユニークな関係があるという主張ではない。それは、運動学と力学の間にユニークな関係が、もしあるならば、あるときには、そしてある限りにおいては、その場合には運動学的パターンが事象の力学的属性に関する情報を与えるという主張である]。

Runeson et al. (1983, 1986) は、対人認知の伝統的アプローチが、人の運動 (human movements) をその個人の真の特性に関する情報としては信頼できないとみなしていると指摘している。理由として、そのアプローチが運動システムについての伝統的見解に立脚していることを挙げている。伝統的見解では、運動コントロールはピアノ演奏という行為に喩えられてきた。この比喩が意味するのは、我々はどんな仕方でも自由に動き回ることができること、従ってその運動には行為者の内的特性はほとんど何も反映されてはいないということである。これに対して、Runeson et al. は最近の運動コントロール理論によれば、我々の運動の自由は広範囲に制約されていることを指摘している。我々の運動の自由が制約される原因として、2つのことが挙げられている。制約の1つは力学的なものである。当然ながら、身体各部は質量を有しており、そのために運動法則の支配を受けている。従って、直立姿勢を維持するためには、我々自身の反作用インパルスを含めて、生じているすべての水平方向のインパルスを補償するような運動を行う必要がある。この姿勢維持が運動の自由を制限する1つの原因である。第2の制約は、身体の自由度の問題 (degrees of freedom problems) より生じる。一般的には、無数の筋肉に対して各瞬間毎にそれらが何をなすべきかを詳細に指令する、運動プログラムあるいは中枢コントローラーがいると想定されている。しかしながら、単にそのような課題は、脳であれコンピューターであれ、いかなるコントロール装置の容量も越えているという理由から、そのようなものはありえないと考えられる。つまり、コントロールを必要とする事物の数が、コントロールできる事物の数を越えてしまうことにより生じるのが自由度の問題である。この問題を解決するために、現在のコントロール理論においては、運動協応及びコントロールは低次レベルの比較的自動的メカニズムに任せられていると考えられている。この基本的ユニットは協応的構造 (coordinative structures) とよばれ、“機能的ユニットとして行為を制約する、しばしばいくつかの関節にまで及ぶ一群の筋肉”と定義されている (Michaels & Carello, 1981)。このように身体の解剖学的構造は我々の運動の自由を制約しているが、反面そのことが運動形状の決定因とな

り、対人認知における人の運動の情報価値を高めていると考えられる。

Runeson et al. (1983) は、リフティング実験における重量判断に際して、観察者によって利用可能であろう情報について指摘している。第1の情報は、静止状態で箱を腹部のところで支えながら持っている場合にえられる。つまり、足首を過度に緊張させて傷めないようにするには、箱の重量に比例して後方へ反り返らなければならない。第2の情報も静止状態でえられる。箱を支えている人は、胴体を後方へ傾け、骨盤を前方へ突き出しているが、これは背骨の伸筋の緊張を緩和する。従って、箱の重量とともに胴体と脚の間の角度が変化し、観察者はその情報を潜在的に利用することができる。第3の情報は、人が動く場合にえられる。人が動くときには、箱の重量だけでなく、箱の加速によって生じる慣性力にも対処せねばならない。慣性力は質量及び加速度に比例し、その方向は加速の方向とともに変化する。それ故に、箱を運んでいる人は、うまくバランスを保ち損傷を負わないようにするためには、例えば後方への傾きや腰の角度を連続的に調節するというようにして、これらの変動を補償せねばならない。従って、箱の重量は箱の加速度に対する姿勢調節の大きさによって特定されることになる。このように Runeson et al. は、箱の重量判断において利用可能な不変の情報について言及しているが、この問題に関連する興味深い実験を行っている。

Runeson et al. (1983) は、実際におもりの入った箱を持ち上げる場合と、演技によって空の箱をそのように見せかける場合について検討している。箱の重量は、6.5kg, 11.5kg, 19kgで、これらの重量を実際に持ち上げる行為が記録され、次に4kgの空の箱が先の重量があるかのように演技しながら持ち上げられるのが記録される。観察者は、もし行為者が重量をだまそうとしている場合 (faked acts) は、箱の実際の重量と意図した重量を、そうでない場合 (true acts) は、実際の重量だけを判断するように求められた。その結果、欺きの意図の検出率は、faked acts の場合、33%(6.5kg), 77%(11.5kg), 83%(19kg) であった。また、true acts の場合は、誤警報は各17%, 20%, 23%であった。重量判断については、true acts の場合、実際—重量判断は箱の物理的的重量とよく一致し、同様に意図—重量判断もよく一致していた。しかしながら、faked acts の場合には、実際—重量判断と意図—重量判断とは一致していなかった。観察者が意図した重量は、過大評価された。他方、実際の箱の重量は6—8kgと判断された。つまり、これらの結果は観察者が行為者の欺きの意図と、箱の実際の重量を別々に知覚可能なことを示している。一般的に箱を重いと見せかける場合、それをゆっくりと持ち上げてみせる。しかしながら、Runeson et al. によれば、箱の重量は持ち上げる速度や加速度によってではなく、加速度と行為者の姿勢調節の間の関係によって特定されるという。従って、たとえ行為者が実際に重い箱を持ち上げるのにふさわしい速度でなんとかして箱を持ち上げてみせても、姿勢調節の微細さが欺きの意図を暴いてしまうことを指摘している。

Runeson et al. (1983) はさらに性別認知においても同様の実験を行っている。つまり、行為者は歩行の仕方を変えることにより性別を偽ることが可能かどうか、あるいは観察者はその意図を検出可能かを検討している。3種類の条件、1. natural 条件（自己の性を意識しない）、2. emphatic 条件（自己の性に特徴的な動きを強調）、3. deceptive 条件（反対の性を演じる）で、行為が記録された。そして、観察者は行為者の実際の性と意図した性の両方を答えるという二重課題を与えられた。その結果、natural 条件では同定率85.5%でこの種の実験では最高であった。これは、行為者の活動が従来のもよりも多様だったことにより、判断が容易になったためと思われる。又、deceptive 条件では同定率は75.5%であったことにより、欺きの意図が成功したとはいえない。興味深いのは、自己の性を強調した場合に同定率67.5%と最も低いことである。これは、性の強調が認知を促進するよりも、むしろ混乱させたためだと思われる。そこで、従来の実験において一貫して性を誤って同定された行為者は、その解剖学的構造がその人の性に典型的ではないというよりも、録画に際して自己の性を意識しすぎたためではないかと Runeson et al. は推測している。意図の検出率については、条件2, 3では60%であり、その場合の意図した性の正判断率は76%であった。また、条件1では誤警報は、45%であった。Runeson et al. はこれらの結果に基づき、実際の性と見せかけの意図は運動学的パターンにおいて独立に特定されており、しかも独立に知覚可能であると結論している。

このように、Runeson et al. は、運動学的パターンから力学的属性の知覚が可能というKSD原理を提出しており、この原理が社会的属性という高次の情報の知覚にも適用可能なことを実験的に証明している。

IV. 結 語

生物学的運動の知覚に関する実験を例として、事象知覚について述べてきたが、これらの研究が示しているのは、我々が知覚するのは第一に時一空間上の出来事であるという事実である。しかしながら、Michaels et al. (1981) により、伝統的な知覚理論は、古典物理学の絶対時間の概念の影響を強く受けていることが指摘されている。つまり伝統的知覚理論では、知覚のための刺激は時間の流れから切り取られた不連続な諸サンプルであり、知覚という活動は現在という瞬間にのみ限定されると考える。従って、このような枠組においては、刺激以外に、1つのサンプルと別のサンプルを関連づける認知的媒介物が必要となり、事象知覚は理論的には非常に厄介な問題とされる。これに対して、事象知覚理論においては、知覚のための情報（刺激）は現在の瞬間には限定されず、変形—運動自体、つまり時間上で変形している光学的配列内に存すると考える。このことは、Johansson (1973) の実験において例

証される。ディスプレイが静止しているときに知覚されるのは、ランダムな光点の集まりにしかすぎないが、それが動きだすことにより初めて“人”の知覚が可能となる。つまり、フィルム1コマ1コマには、“人”を特定する情報は何も存在せず、“人”という構造は、時間次元上で特定される光点間の関係においてのみ存在している。Warren & Shaw (1985)によれば、“凍結した像においては、すべてが‘構造的’である；ユニークに持続している属性を明確にするためには変化を必要とする”ということである。

確かに事象の根底をなす構造（構造的不変項及び変形的不変項）を見いだすことは容易ではない。さらに、その記述のためには、従来のユークリッド分析にかわる、新たな分析の手段も必要となる。しかしながら、事象こそが知覚のユニットであるという視点は、従来の静的な知覚理論の再構築を促し、さらに能動的な知覚者を想定することにより、単に知覚の領域だけでなく、行為との関連において知覚理論を構築することを助長すると思われる。

引用文献

- Barclay, C. D., Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. 1978 Temporal and spatial factors in gait perception that influence gender recognition. *Perception & Psychophysics*, **23**, 145-152.
- Bassili, J. N. 1978 Facial motion in the perception of faces and of emotional expression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **4**, 373-379.
- Bassili, J. N. 1979 Emotion recognition: The role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the faces. *Journal of Personality and Social Psychology*, **37**, 2049-2058.
- 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.
- Börjesson, E., & von Hofsten, C. 1972 Spatial determinants of depth perception in two-dot motion patterns. *Perception & Psychophysics*, **11**, 263-268.
- Börjesson, E., & von Hofsten, C. 1973 Visual perception of motion in depth: Application of a vector model to three-dot motion patterns. *Perception & Psychophysics*, **13**, 169-179.
- Cutting, J. E. 1978 Generation of synthetic male and female walkers through manipulation of a biomechanical invariant. *Perception*, **7**, 393-405.
- Cutting, J. E. 1981 Six tenets for event perception. *Cognition*, **10**, 71-78.
- Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. 1977 Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **9**, 353-356.
- 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, Jr. (Eds.), *Intersensory perception and sensory integration*. Plenum Press. Pp.249-273.
- Cutting, J. E., Proffitt, D. R., & Kozlowski, L. T. 1978 A biomechanical invariant for gait perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **4**, 357-372.
- Gibson, J. J. 1979 *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- 古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬曼(訳) 1985 生態学的視覚論 サイエンス社。
- Johansson, G. 1958 The rigidity, stability and motion in perceptual space. *Acta Psychologica*, **14**, 359-370.
- Johansson, G. 1964 Perception of motion and changing form. *Scandinavian Journal of Psy-*

- chology*, 5, 181-208.
- 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. *Psychological Research*, 38, 379-393.
- Johansson, G. 1978 Visual event perception. In R. Held, H. W. Leibowitz & H.-L. Teuber (Eds.), *Handbook of sensory physiology*. Vol.8. *Perception*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Pp.675-711.
- Johansson, G. 1985 About visual event perception. In W. H. Warren, Jr. & R. E. Shaw (Eds.), *Persistence and change*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.29-54.
- Johansson, G., & Jansson, G. 1968 Perceived rotary motion from changes in a straight line. *Perception & Psychophysics*, 4, 165-170.
- Johansson, G., von Hofsten, C., & Jansson, G. 1980 Event perception. *Annual Review of Psychology*, 31, 27-63.
- Kozlowski, L. T., & Cutting, J. E. 1977 Recognizing the sex of a walker from a dynamic point-light display. *Perception & Psychophysics*, 21, 575-580.
- Mace, W. 1985 Johansson's approach to visual event perception—Gibson's perspective. In W. H. Warren, Jr. & R. E. Shaw(Eds.), *Persistence and change*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.55-65.
- Michaels, C. F., & Carello, C. 1981 *Direct perception*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Michotte, A. 1963 *The perception of causality*. London: Methuen.
- Pittenger, J. B., & Shaw, R. E. 1975 Aging faces as viscal-elastic events: Implications for a theory of nonrigid shape perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 374-382.
- Proffitt, D. R., & Cutting, J. E. 1979 Perceiving the centroid of configurations on a rolling wheel. *Perception & Psychophysics*, 25, 389-398.
- Proffitt, D. R., Cutting, J. E., & Stier, D. M. 1979 Perception of wheel-generated motions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 289-302.
- 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, 580-610.
- Runeson, S., & Frykholm, G. 1986 Kinematic specification of gender and gender expression. In V. McCabe & G. J. Balzano (Eds.), *Event cognition: An ecological perspective*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.259-273.
- Todd, J. T., & Warren, W. H. Jr. 1982 Visual perception of relative mass in dynamic events. *Perception*, 11, 325-335.
- Warren, W. H. Jr., & Shaw, R. E. 1985 Events and encounters as units of analysis for ecological psychology. In W. H. Warren, Jr. & R. E. Shaw (Eds.), *Persistence and change*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.1-27.

VISUAL PERCEPTION OF BIOLOGICAL MOTION

—An example of event perception—

Takashi KASHIWABARA

This paper describes the visual perception of biological motion as an example of event perception. According to Johansson (1973), motion patterns characteristic of living organisms in locomotion can be termed biological motion. He mounted points of light on a person's major joints and observed that a perceiver could easily determine whether the activity of that person was walking, running or dancing. He applied a perceptual vector analysis to these biological motion patterns and demonstrated the validity of this model.

Barclay, Cutting and Kozlowski (1978) examined the factors influencing gender recognition in gait perception using a technique similar to Johansson's. Cutting, Proffitt and Kozlowski (1978) subsequently searched for a biomechanical invariant for gender recognition and found that the location of the center of moment varied systematically with gender. The center of moment is a reference point around which all movement in all parts of the body has regular geometric relations.

Furthermore, Runeson and Frykholm (1981), using a similar method, showed that perceivers could judge accurately the weight of a box by observing another person lifting and carrying it. Runeson and Frykholm (1983, 1986) suggested that unique patterns of motion result from mechanical constraints on the lifter's activity. They have formulated a principle called KSD (Kinematic Specification of Dynamics), which states that the detailed spatio-temporal pattern of motion (the kinematics) specifies the underlying dynamics of an event.

These studies of biological motion show that events are our primary units of perception and of analysis. As Johansson's point-light walkers show, events are extended in space and time and have definite structures defined over time. Therefore, we must specify the underlying structures to understand event perception fully.