ダイナミックタッチ研究の現状と今後の課題： 批判的レビュー¹⁾

清水 武 (早稲田大学人間科学研究科・日本学術振興会特別研究員)

Current status and future tasks in the study on dynamic touch: A critical review

Takashi SHIMIZU (*Graduate School of Human Sciences, Waseda University/Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science*)

This paper discusses the current problems and future tasks for research on dynamic touch within ecological psychology. To this aim, the theoretical framework provided by Gibson is compared with that of traditional perception research. The major findings from studies of dynamic touch and their significance are reviewed. This critique highlights three limitations: (1) The interpretation of the inertia tensor model is insufficient; (2) the exploratory movement and the ontological process to form a perceptual system are rarely analyzed; and (3) the methodology to inclusively analyze diverse human perception is underdeveloped. A reason for these problems is discussed in terms of the methodological constraints on psychophysics, and it is concluded that a holistic approach is needed to unite human perception and experience.

Key words: dynamic touch, ecological psychology, perceptual system, inertia tensor

本研究の目的は、生態心理学におけるダイナミックタッチ研究について、現在の課題と今後の展望を論じることであった。最初に、生態心理学の認識論的背景とされるGibsonの理論について、伝統的な知覚研究の枠組みと対比させて位置づけた。次に、慣性テンソルという物理量のモデルによって、この触知覚のメカニズムを明らかにした研究成果と意義を紹介した。これらの議論を踏まえ、現在のダイナミックタッチ研究が批判される可能性のある3つの問題点を指摘した。第一は、慣性テンソルモデルについての解釈が十分でなく、それによって新たな問題が生じること、第二は、知覚システム論の観点から求められる探索行為のプロセスに関する研究がほとんどないこと、第三は、人間の多様な知覚を包括可能とする分析の方法論が発展していないことである。本研究は最後に、これらの問題が生じる理由について、精神物理学の方法論的特徴との関係から議論し、人間の知覚経験を全体的に構造化する必要性について述べ、人間科学的アプローチの必要性を指摘した。

キーワード：ダイナミックタッチ、生態心理学、知覚システム、慣性テンソル

生態心理学におけるダイナミックタッチの研究

近年、ダイナミックタッチと呼ばれる触(dynamic touch) (Gibson, 1966)に関する研究が、生態心理学を中心に採り上げられることが多くなってきた。本研究の目的は、Gibsonの生態心理学との関連で、ダイナミックタッチに関連する研究史を概観し、これまでに明らかにされてきた知見とその意義について触れ、今後取り組むべき課題を明らかにすることである。

まず、ダイナミックタッチについて、これらの先行研究が知覚研究史のどこに位置し、どのような理論的枠組

みから知見を導いてきたのかについて論じていく。

(1) ダイナミックタッチの特徴と働き

ダイナミックタッチとは、文字どおり能動的な触であるが、いわゆる皮膚接触とは異なり、筋感覚を含む運動性触覚(kinesthetic touch) (Loomis & Lederman, 1986)のことである。Turvey (1996, 三嶋訳, 2001)によれば、そうした筋活動の寄与の大きさと、それによってもたらされる感覚系の反応によって、ダイナミックタッチ(あるいは運動性触覚)はその他の触と区別されるという。また、佐々木(1994)に従うと、情報を探索する際の振り以外の手の動き、例えば、触れる、つつくなど、さまざまな動きを総称してダイナミックタッチと呼ぶことができる。

その働きは実に多彩で、例えば手に持ったものを振ると、視覚に頼らずともその先端の届く距離(Solomon & Turvey, 1988)、対象物の形状(Burton, Turvey, & Sol-

1) 本論文の一部は、平成16～18年度文部省科学研究費(課題番号16・01637)の補助を受けた。論文作成にあたり、根ヶ山光一教授と西條剛央氏には貴重なアドバイスを数多く頂きました。ここに感謝申し上げます。

omon, 1990), さらには対象のどこを持っているのかといった保持位置 (Pagano, Kinsella-Shaw, Cassidy, & Turvey, 1994) に関する情報を知覚できる。さらには、自分自身の腕がどういった方向に向いているのか (Pagano & Turvey, 1995) も知ることができる。

(2) 伝統的な知覚研究の基本枠組み

これらの研究に関する理論的背景を知覚研究の歴史とともに確認しておこう。心理学における知覚研究は、一部を除いて伝統的に、末梢の感覚と中枢とを二分して扱う感覚主義に基づいてきた²⁾。

しかしながら、この感覚主義にはいくつかの問題が指摘される。まず、感覚主義においては、触覚を扱うことは難しくなる。視覚や聴覚といった知覚を想定すれば、それぞれの知覚は専用の感覚受容器と機能があると考えられるが、例えば、Neisser (1976, 古崎・村瀬訳, 1978) が指摘するように、触覚は固有の機構を持たず、網膜や基底膜に対比されるような単一の構造を介して取り入れられるものではない。

確かにダイナミックタッチの知覚に寄与していると考えられる筋肉や関節には、筋や腱の伸張を検知する感覚受容器が存在する³⁾。ただし、それらの筋肉や関節の受容器が、達成される知覚情報に1対1で対応しているわけではなく、長さや形状を専門的に弁別する感覚受容器があるわけではない。このために、感覚主義的前提を採ると触覚の説明は困難になる。

加えて、原理的な問題がある。感覚主義においては、世界と直接触れることのできる感覚に対し、知覚はあくまでも知覚者の構成物、換言すれば、演繹や推論の結果とみなされる。その意味では間接知覚論ということが出来る (佐々木, 2000)。

「間接知覚論によれば、知覚世界とは実在の世界そのものではなく、心がつくりだした実在の表象である。実在の世界からやってくるのは構成要素 (感覚、センス・データなど) だけであり、心や脳がこれらの要素を加工することで複雑でまとまりのある知覚世界がつくりだされるという (河野, 2001)」⁴⁾。その代表としては、19世紀に広く知られることとなったミュラーの特殊神経エネルギー説や、弟子のヘルムホルツの提唱した無意識論的推論説などがよく知られるところだろう (Reed, 1997, 村田・染谷・鈴木訳, 2000)。これらすべてをひ

とくくりにすることは厳密な意味ではできないが、このようなアイディアはデカルト、さらにはプラトンにまで歴史をたどることができる (Lombardo, 1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000)。

しかし、こうした間接知覚論は、その認識の背景に心身二元論を抱えており、原理的な問題に突き当たる。すなわち、原因としての感覚受容器の興奮、中枢による推論の働きによって知覚が構成されるといった、因果論的な説明枠組みにおいては、佐々木 (1993) が論じているように、我々には決して見ることでない内部や奥底へと、心の謎を一段階 (場合によってはそれ以上) 先延ばしにすることにつながるのである。

(3) 知覚システム理論

上記の伝統的な枠組みに対比させることで、Gibson が体系化した理論 (1966, 1979, 1985) の重要な特徴が指摘できる。「アフォーダンス (Gibson, 1979, 古崎・古崎・辻・村瀬, 1985)」⁴⁾ で知られる彼の理論は、認識枠組みがそれまでとは全く異なり、心身二元論でも唯物一元論でもなく、知覚者-環境の相互依存性が含意されている (Lombardo, 1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000)。一言でいえば、知覚を感覚に優先させた直接知覚論である。

Gibson は、世界を探索する知覚者と、知覚者の接している環境までを含めた1つの全体としての「知覚システム (Gibson, 1966)」を考えた。このとき、知覚と探索運動は独立した過程ではなく、相互に依存しあうとされる。この点は、動きを剰余変数とした伝統的な知覚研究とは異なり、それがむしろ不可欠なものとされていることがわかる。知覚は感覚データを中枢において処理した産物ではなく、知覚者の能動的な動きによって、環境から直接的に抽出された、意味や価値としての情報と考えられる。

なお、ここでいう情報とは、知覚者と環境との間の変わらない関係性を意味しており、不変項と呼ばれる概念で定式化されている。かくして、知覚はミクロな受容器への入力刺激の処理結果としてではなく、「マクロに組織化した身体 (佐々木, 1994)」によって環境から選択的に抽出された情報と捉えられる枠組みが提供されたといえよう。

(4) 慣性テンソルモデル

ダイナミックタッチに関する研究は、Gibson の理論に依拠し、Turvey らのグループを中心に実証的研究が発展した。主に棒の長さの触知覚課題による実験がなさ

2) 現在の知覚研究ではフィードフォワード的に情報を送る伝統的な考え方は必ずしも一般的ではなくなっており、直接知覚の概念を採り入れた視覚モデルも存在する。

3) 筋肉の受容器としては、筋紡錘、Golgi 腱紡錘、さらに有髄線維をもつ関節受容器としては Golgi Manzoni 小体、Pacini 小体、Ruffini 終末などがある (Schmit, 1981, 岩村・酒田・佐藤・豊田・松裏・小野訳, 1989)。

4) アフォーダンスとは、与える、提供するという意味のアフォー (afford) という動詞を名詞化した、Gibson の造語である。生態心理学のキーワードとして「環境が、その中で生きる動物に与えてくれる行為の機会 (三嶋, 2000)」を指す。

れ、ダイナミックタッチによる長さ知覚において抽出される不変項の特定に主題が置かれてきた。

通常ならば、いわゆる重量が知覚量を規定する変数の候補とされ、知能の働きを持ち込む説明も考えられる。我々は「剛体が伸び縮みしないことを『知っている』」し、「重力などの加速度によっても物体の質量が変化しないことを『知っている』」。ゆえに、重力などの加速度の影響を差し引くことによって、同じ材質、同じ太さであれば、推論の当然の結果として「重い棒は長いのだ」とわかるはず、とするのである（三嶋, 2000）。

Solomon & Turvey (1988) らは、これを中枢の処理や推論とは考えず、Gibson の主張する不変項の直接知覚論に基づき、動力学的モデルを提案した。剛体としての棒を振るときの運動方程式は

$$N_i = (I_{ij} \cdot \dot{\omega}_j) + \omega_j \times (I_{ij} \cdot \omega_j) \quad (1)$$

のように書くことができる（Pagano & Turvey, 1995; Goldstein, 1980; 三嶋, 2001）。ここで「 $\cdot$ 」は内積を、「 $\times$ 」は外積を表す。 N_i はトルク、 ω_j は角速度、 $\dot{\omega}_j$ は角加速度、 I_{ij} は 3 行 3 列の行列として表される慣性テンソルである。

棒を振るという回転運動において、回転の最中に手にかかる負荷量 (N_i) は、振りのスピードなどの諸条件 (ω_j , $\dot{\omega}_j$) とともに絶えず変化するが、慣性テンソルは回転質量であり、振り手（知覚者）と対象物との変わらない関係性を意味している。彼らは、この慣性テンソルに注目した。

このアイディアは、後の実験結果から支持された（Carello, Fitzpatrick, Flascher, & Turvey, 1998; Fitzpatrick, Carello, & Turvey, 1994; Turvey, 1996, 三嶋訳, 2001）。なかでも、Fitzpatrick ら (1994) が定式化したモデルは、慣性テンソル成分中の固有値ベクトルである「最大固有値 (I_1)」と「最小固有値 (I_3)」の 2 つを用いる重回帰分析モデルで

$$\text{Perceived Length} = 3.80 \times I_1^{0.41} \times I_3^{-0.30} \quad (2)$$

と表される（Fitzpatrick *et al.*, 1994）。このモデルは棒の密度や太さを独立変数にしたモデル（Chan, 1995）よりも、データによく適合し、優れたモデルと評価できる。

なお、慣性モーメントが知覚に関連することは、すでに Knowles & Sheridan (1966) によって予想されており、そうした意味では、Gibson の理論をふまえ、慣性テンソルを不変項として生態学的知覚の単位に位置づけたことに、慣性テンソルモデルの積極的な意義があったと考えられる。

(5) 「大きさ-重さ」錯覚の解明

冒頭で触れたように、ダイナミックタッチに関する研究は、様々な情報を知覚可能なことを明らかにしてきた。その中でも、特に大きな成果と評価できるものとして、慣性テンソルモデルを援用した「大きさ-重さの錯覚

(size-weight illusion)」の解明（Amazeen & Turvey, 1996）が挙げられるだろう。

「大きさ-重さの錯覚」は、最初に発見した Charpentier (1891) の名にちなんで、シャルパンティエ現象とも呼ばれており、物理的には同一重量の物体が、その体積の大小に応じて、相異なる重さに感じられる現象をさす。目を開いたまま判断する限り、体積の大きい方が小さいものよりも軽く感じられ、また、閉目して触知させる場合も、この効果が同様に生じることがわかっている。

古くは、E. Weber にも指摘されていたといわれるが（Turvey, 1996, 三嶋訳, 2001）、実際に「大きさ-重さ錯覚」が、心理学者の間で頻繁に吟味されるようになったのは、20 世紀中頃以降のことになる。感覚主義の延長では、こうした錯覚を生じさせているのは、あくまでも推論プロセスに問題があるという説明がなされるだろう。実際に、多くの研究者はこの錯覚が生じるメカニズムを推論に求めた。

例えば、大きさと重さを感知する感覚がそれぞれ独立に存在し、重さ知覚として統合されるといった情報統合モデル（Stevens & Rubin, 1970）や、持ち上げようとするときの遠心性の信号と、その結果報告される求心性の信号の間を内的に比較し、重さと大きさが統合されるといった、「指令-予期」の認知モデル（Davis & Brickett, 1977; Davis & Roberts, 1976）も提案された。

しかしながら、統合モデル説も認知モデル説も、それらを棄却する結果が示されることになる（Cross & Rotkin, 1975; Rule & Curtis, 1977; Masin & Crestoni, 1988）。Charpentier (1891) や Dressar (1894) による指摘以後、実に百年以上の間、この「大きさ-重さ錯覚」現象は主観と客観の乖離とされてきた背景がある。

Amazeen & Turvey (1996) は、それまでの感覚主義的前提とは全く異なるアプローチを採った。Amazeen らはまず、公表されている「重さ-大きさ錯覚」の研究データを分析し、その実験で使われている錘の慣性テンソルを計算してみた。すると、形が大きい錘ほど、最小固有値も大きいという特別なパターンがあったという（三嶋, 2000）。さらにその結果、感じられる重さが、慣性テンソルの関数として表現できるという。

これは劇的な成果である。「重さ」についての生態学的単位の導入によって、「大きさ-重さ錯覚」はむしろ「慣性テンソルの正確な知覚」と考えられる。言い換えると、我々が感じていた「重さ」は、実は「慣性テンソル」という回転慣性を知覚した結果で、知覚者が知覚者と対象との変わらない関係性を探索の動きによって顕在化させ、直接知覚していたことが強く示唆されるのだ。

Turvey (1996, 三嶋訳, 2001) 自身も述べているように、「大きさ-重さ」錯覚の解明によって、我々が錯覚とみなしてきた現象に、知覚の科学的研究がどのように

アプローチしてきたのかを、改めて自覚させた点においても、この解明は単に有力な説明変数が見つかったという以上の意義を有しているだろう⁵⁾。

実証研究におけるいくつかの問題点

さて、以上に紹介してきたように、Gibsonによる生態心理学の理論によって、ダイナミックタッチによる知覚について、古典的な心身二元論・感覚主義の枠組みを超えて、知覚システムという全体から捉えることの意義が理解できただろう。

ただし、新たな問題も生じつつある。本研究は、現在の状況に対して想定される最も厳しい3つの批判を以下のように考え、順に論じることとする。

1. ダイナミックタッチによる知覚の現象学的記述および解釈が十分でない。この問題は慣性テンソルモデルの捉え方と深く関連する。
2. 知覚システムの生成的側面が扱われていない。特に探索行為の発達研究が少ない。
3. 現在の知覚の分析では、多様でゆらぎを含む人間を扱えない。この点はダイナミックタッチの研究に限らないが、分析方法が生態心理学の理論と乖離している可能性がある。

Gibsonの理論的背景を踏まえるとこれらの批判は不適当だが、現在の実証研究の枠組みについては、あなたがち無視できないように思われる。

(1) モデルの解釈

第一の問題点は慣性テンソルモデルの捉え方や意味解釈に関連する。結論から述べると、(2)式については物理的観点から描かれた関数と認識し、その上での現象学的記述および解釈が求められる。現象学的な記述とは「経験に関する、先入観のないナイーブな記述 (Lombardo, 1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000)」, 「意識を全体論的に記述 (Lombardo, 1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000)」することである。ところが、現在それは十分とは言えない。

直には理解しにくい内容だが、(2)式における、最小固有値 (I_3) のべき指数の値が負であることに注目してみる。最大固有値 (I_1) も最小固有値 (I_3) も、どちらも回転運動に対する物理的な抵抗の大きさを意味する成分であり、この偏回帰係数は、最大固有値が一定の場合に対象の最小固有値が大きいほど、逆に感じられる長さが減じることを意味する。考えてみれば、これだけでも十分不思議な結果であろう。抵抗が大きいのであれば、長

く感じられてもよいのではないか。そのような疑問も生じる。

このまま解釈を進めると、最大固有値と最小固有値とが独立に感じられ、すなわち、長さ情報と太さ情報が独立に感じられ、結果的に、太いものは概して短く感じられるという説明も不可能ではない。ただしそうすると、長さ情報を感じ、太さ情報を差し引きし、かつそれらを無意識的に内的な処理として推論し、棒の長さとして知覚するといった、古典的な知覚研究が想定した感覚主義の人間像、および間接的知覚論さえ背景に浮かび上がる。当然ながら、Gibsonの生態心理学を理論的背景におく慣性テンソルモデルの意図は、そのような推論を無意識に進める人間像を描くことではない。

問題は、モデルの回帰係数の数値から、現象を適宜的に解釈するために生じると思われる。例えば今、短いハンマーと細長くて軽いステッキを用意する。目で直接見ることがなくとも、ダイナミックタッチにより、どちらも長さを知ることができる。その印象を比較してみると、手にずっしりくるからといって前者が長く感じられるわけではなく、逆に負荷は少なくとも、後者はそれなりに長いものとして感じられる。つまり、それら2つの物体はもはや全く別の感触を生じさせる2つのモノとして経験される。一方で、それをあえて長さという単一次元尺度の量的な単位に変換すると、先の関数が与えられるわけである。

関数モデルは当然ながら、知覚経験そのものではない。我々の感じている多次元的な感触、豊かで生き生きとした感触の全体が先にあり、慣性テンソルモデルは、あくまでもそうした知覚経験を必要最低限の情報量で記述した結果である。この点を明確にしなければ、知覚経験の内実を飛び越えた数理的記述が独り歩きしてしまい、認識論の基盤を唯物一元論へと逆戻りさせてしまう危険もある。とりわけ、次に議論する静止保持時の長さ知覚のモデル化は、長さ知覚の精神物理学関数を根本から問い直す意味でもこれらと深く関連する。

(2) 静止保持条件との差異化：長さ知覚モデル再考

ダイナミックタッチの能動性を考える上で、静止保持による長さ知覚との違いを解明することが、1つの課題となる。すでにいくつかの研究が、棒の長さの知覚課題を通して、精神物理学の側面からの比較検討を重ねてきた (Burton & Turvey, 1990; Carello, Fitzpatrick, Domaniwicz, Chan, & Turvey, 1992; Carello, Santana, & Burton, 1996; Chan, 1994; Stroop, Turvey, Fitzpatrick, & Carello, 2000)。

その結果、ダイナミックタッチによる知覚は、静止保持の知覚と比較して、実際の棒の長さとは知覚された棒の長さとはよく相関するという結果 (Burton & Turvey, 1990; Chan, 1994; Carello *et al.*, 1996) が、一部

5) Amazeen & Turvey (1996) らの実験では、触知による実験結果のみであり、視覚の影響について今後の課題としている。

(Stroop *et al.*, 2000) を除いて示されている。

この結果に説明を与える精神物理学モデルに関する議論は現在も進行中だが (Burton & Turvey, 1990; Carrello *et al.*, 1992; Carello *et al.*, 1996; Chan, 1994; Lederman, Ganeshan, & Ellis, 1996; Stroop *et al.*, 2000), 中でも Kingma, Langenberg, & Beek (2004) による最新の実験結果は、慣性テンソルモデル自体を問い直す意味で注目すべきものがある。

彼らは重さ、静止モーメント、最大固有値、最小固有値の4変数を検討の対象とし、それらの変数が長さ知覚に与える効果をそれぞれ独立に検討する方法を採った。ダイナミックタッチと静止保持との比較実験の結果、前者では最大固有値量を変えた棒と、静止モーメント量を変えた棒において長さ知覚に変化が見られ、後者では静止モーメント量を変えた棒のみに変化が見られた。したがって、両条件間の知覚の差異は抽出可能な不変項の質的な違いとみなせるようになった⁶⁾。

この結果は慣性テンソルモデルにとって痛烈である。なぜなら、これまで独立変数として有力視されてきた最小固有値は、ダイナミックタッチおよび静止保持による長さ知覚において情報として利用されていないと考えられるためだ。特に、その回帰係数の値については、静止モーメントとの隠れた相関からもたらされた副産物とも解釈できるため、慣性テンソルモデルは今後、最小固有値に変えて静止モーメントを重回帰モデルに組み込むなど、独立変数の構成に根本的な改変を迫られる可能性が高い。ただし一方で、静止モーメントは棒の中心保持時に0となるため、静止モーメントだけで静止保持条件の長さ知覚モデルは完成せず、この点についての理論的解決も今後の課題となった。

(3) 恒常性現象における両義的側面

ダイナミックタッチの恒常性と呼ばれる現象があり (Pagano, Fitzpatrick, & Turvey, 1993; Pagano & Cabe, 2003; Turvey, 1996, 三嶋訳, 2001), これについても先と同様の問題を指摘できる。知覚の恒常性という、一般に大きさや形、色などがよく知られるが、簡潔に言うところ「一定の変化に対して、対象の性質が不変に維持されるように感じられる経験」のことを指している。

ダイナミックタッチについて、Pagano ら (1993) は、振り方にヴァリエーションを与えても (手首・肘・肩の

みをそれぞれ動かせる条件と、自由に振ってよい条件)、知覚される長さに違いが見られないということを実験によって確かめた。これを受けて、Turvey (1996, 三嶋訳, 2001) は「自由に腕全体を使って物を振るときや、肩や腕のどちらか一方の関節で振るときの知覚が、手首だけで物を振るときの知覚と全く同じ」とし、ダイナミックタッチの恒常性は慣性テンソルの知覚であるとした。Gibson (1979, 古崎・古崎・辻・村瀬訳, 1985) も「恒常性とは不変項の知覚にはかならない」と述べており、確かに理論的にも整合した説明が与えられている。

ところが、ここには難点もある。恒常性現象は、知覚者にとって対象の性質が変わらないことと同時に、立ち表れが一定の仕方で行われる経験も含む。鉛筆でも傘でも、何でも構わないので、振ってみるとよい。稼動部位を肩もしくは肘、手首のみに限定すると、得られる感触自体が大きく変わり、対象の知覚のしやすさも違うことがわかる。また、何度も繰り返して同じ探索課題を続けると、動きはしだいに洗練され、組織化していく (三嶋, 1996, 2000)。

恒常性現象を慣性テンソルの検知とすれば力学的な説明はつく。しかし、変化は手にかかる負荷量だけの問題にされ、ありありとした感触の質的な違いは捨象される。知覚システム論の立場に立つならば、恒常性が得られるようになるまでのプロセスは、無視できないはずである。

おそらく、この問題は方法と無関係ではない。Pagano ら (1993) が採用した実験の方法は、知覚の同一性を強調するものであり、Katz (1930) がかつて、「絶対的方法」と呼んで批判した手続きに等しい。村田 (2002) が色彩の恒常性現象について論じたこととほぼ同様に、この方法では一定の仕方で行われる経験のあり方は扱えない。同一性のみを強調するならば、知覚の恒常性現象の理解としては不十分ではないだろうか。

(4) 知覚システムと探索行為のありよう

直前の議論と重なるが、人間の探索は、あらかじめ与えられた手続きを繰り返す機械とは異なり、発達的に変化していく。環境には多くの情報があふれており、さらにそれらは複雑であるが、赤ん坊が最初から複雑な環境に対処できないのと同じように、我々ははじめから多くの情報に対応できるわけではない (佐々木, 1994)。

加えて、そもそもダイナミックタッチが能動的な動きであり、知覚システム (Gibson, 1966) の考え方からしても、知覚者が接している対象への探索のしかたを組織化・発達させることは重大な関心事となる。もしも、発達プロセスを問題にしなければ、ダイナミックタッチによる知覚は、アブリアリに可能な知覚の1つとないだろうか。

この点に関連する興味深い観察がある。三嶋 (1996) は、つるされたヒモを振って、その上端部の位置を知覚

6) アフォーダンスについて、Gibson は K. Lewin による誘発性 (valence) の概念などとの決定的な違いとして「ある対象のアフォーダンスは、観察者の要求が変化しても変化しない (Gibson, 1979, 古崎・古崎・辻・村瀬訳, 1985)」とした。すなわち、アフォーダンスは知覚者の要求によっては変化しない。ただし、本研究は知覚者にとってのアフォーダンスの“利用可能性”は変化するという観点から議論している。

するという課題を通して、知覚者の探索運動が、課題の繰り返しによってしだいに適した運動へと変わる自己組織的な変化を観察した。すなわち、情報を得るための探索として、適した動きは、対象のアフォーダンス特性との関係性において、自己組織的に創発することが示唆されている。

また、三嶋(2000)は「ヒモに限らず一般的に、私たちは触る対象によって、あるいは知りたいことによってその「触り方」を変えている。たとえば、コンクリートでできた構造物を検査するときにその表面を叩いて調べることがあるが、それと同じ力加減でスイカを叩いたりしない。指で布の手触りを確かめるときも、デニム地のジーンズと絹のスカーフとでは、おのずと触り方が違っているはずだ」とも述べている。

そうした意味で、現在、ダイナミックタッチによる慣性テンソル知覚について、発達の観点から検討が始められているのは興味深い。Kloos & Amazeen (2002)は、ゲーム形式で、3歳から5歳の子どもを対象に、「大きさ-重さ錯覚」の実験を行ったが、子どもにも、慣性テンソルへの感受性があると考察されている。ただし、達成される知覚が探索のしかたと無関係ではないと考えられる以上、探索のしかたの発達の变化、それに伴う知覚の質的な変化、さらにそれらの関係性などを検討する必要があるだろう。

現時点では、ダイナミックタッチについての触探索の動きについての組織化や発達の研究は、三嶋(1996)や清水・根ヶ山(2003)の実験を除いて、ごく一部であり、そうした観点から、達成される知覚と探索の動きに関する研究は、ほとんど未開拓である。

(5) 分析における個人差・分散の考慮

最後に、慣性テンソルモデルの分析法に関する問題点が挙げられる。現在の回帰分析の手続きで使用される標本(データ)は、複数の被験者から得られた平均値であることが多い。正確には、独立変数(説明変数)と従属変数(基準変数)をすべて対数化処理して重回帰分析し、ベキ関数に近似させるという方法を採用し、このときの従属変数に複数の被験者の平均値が用いられる。

ところが、このような分析からは、知覚報告における多様な個人々の知覚のあり方は一切、結果に反映されない。結果として、物理量に対して機械的に反応する一様な人間像ともつながりかねない。先に論じたような、発達の知覚の変化を明らかにするならば、なおのこと、変化は変化として、差異は差異として扱う必要がある。したがって、Stevens (1971)、Kloos & Amazeen (2002)のように、少なくとも人々個人々々に対して、回帰係数や切片値を算出する必要があるだろう。

仮に、測定された個人差が小さいとしても、個人差が大きい可能性を認めた上でそれが導かれた場合と、個人

差を誤差として事前に捨象する場合とでは、結果の意味合いが全く異なる。そのため、少なくとも、知覚が個々に違うことは前提に含めたい。

さらに、知覚を報告する際の安定性についても同様の問題が指摘できる。一般に、間隔を空けて知覚対象を被験者に提示すれば、同一刺激であっても、得られる知覚報告は微妙に異なる。このとき、その変動の幅が大きければ、報告結果の内的一貫性は低く、逆に変動の幅が小さいならば安定した報告として解釈できる。

現在、こうした同一被験者内での報告のばらつきについては検討が皆無だが、例えば、ダイナミックタッチによる知覚は、こうした安定性が高いのか、それとも低いのか、またそれは探索の条件を変えたときに、どう変化するのか、といったことは今後の興味深い課題となるだろう。

総合的・人間科学的アプローチに向けて

ダイナミックタッチを扱った先行研究は、Gibsonの直接知覚論に基づき、慣性テンソルモデルによってダイナミックタッチによる知覚が説明可能なことを示し(Fitzpatrick *et al.*, 1994)、さらにはCharpentier (1894)以後100年以上の謎であった「大きさ-重さ錯覚」現象を解き明かした(Amazeen & Turvey, 1996)。先行研究は、知覚研究の伝統であった心身二元論の呪縛を克服し、Gibson (1966, 1979, 古崎・古崎・辻・村瀬訳, 1985)による知覚システム、不変項抽出の理論を実証的に補強するという意味において、成果を上げたといえよう。

しかし、すでに論じてきたように、先行研究にはいくつかの問題も指摘される。本研究は最後に、方法論的な観点からこうした問題の生じる理由について論じ、今後の展望について触れることとする。

(1) 精神物理学の方法論的性質

先行研究の問題点は精神物理学のアプローチが抱える性質と、おそらく無関係ではない。ダイナミックタッチ研究の方法論は依然として伝統的な精神物理学に依拠するところが大きい。そして、その記述形式と生態心理学の理論的背景との相性を考えると、2つの危険に注意する必要がある。

第一の危険は、独立変数としての刺激が従属変数としての知覚を生み出すといった「知覚を一方向性の因果として捉える因果論」、心身二元論を復活させる可能性である。そもそも、Gibsonが精神物理学のアプローチを離れて生態学のアプローチに進んだ大きな理由の1つは、こうした因果モデルを否定したことであり、生態心理学における相互依存性の概念は、知覚を一方向性の因果として捉える考えとは対立している(Lombardo, 1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000)。

第二の危険は、記述された構造と知覚経験との過度な同一視である。精神物理学においては、方法の持つ性質上、知覚は定量的に凍結された値として扱われる。例えば、質的には異なる感触の知覚でさえ、長さという量的な単一次元の測度で測定すれば、同じ扱いを受ける。しかし、いくら量的に同じ値を報告したからといって、知覚対象について、明瞭な感触を得られる場合と、そうでない場合はやはり違う。外側に出た結果（報告されたデータ）から遡及的に知覚を論じると、このような知覚経験の内実は扱われない運命にある。

現在、危惧されるのは、前者よりも後者であろう。慣性テンソルモデルは優れているが、それさえも我々人間の知覚現象を数理的に記述したものであって、それは知覚現象そのものではない。実際に、Kingma ら (2004) の実験結果によって、慣性テンソルモデルは細部に変更を迫られている。

「慣性テンソルが知覚される長さを規定している (Turvey, 1996, 三嶋訳, 2001)」という見解は、慣性テンソルと達成される知覚とを過度に同一視することにつながり、読み方次第では Gibson の認識とは必ずしも相容れないようにも思われる。Lombardo (1987, 古崎・堺・河野・北島・菅野・曾我・福田訳, 2000) が論じるように、Gibson の生態心理学は唯物論的一元論ではない。そこには、あくまでも知覚者の能動性と環境のアフォーダンスとの相互依存性が含意されている。

(2) 専門深化を超えて

ここで改めて、研究目的を考えてみよう。先行研究 (Carello *et al.*, 1998; Fitzpatrick *et al.*, 1994; Turvey, 1996, 三嶋訳, 2001) は、ダイナミックタッチによって知覚されている不変項を特定することに専念してきた。しかし、Gibson (1966, 1979, 古崎・古崎・辻・村瀬訳, 1985) の理論的な前提と照らし合わせると、本来ならば、この触の観察から人間の知覚を全体的なシステム論から十全に理解することが求められるはずである。精神物理学的な説明作業はあくまでも知覚理解の一部であり、ゴールではない。

この点は、特に研究対象の総合的理解を目的とする際の研究の進め方、態度とも関連する。研究がそのうちに抱える問題を専門的に深め、精緻化していく作業は、科学の営みとして極めて重要である。ただし、視点や方法を固定したままでの過度な専門深化は、総合的なアプローチに比べ、袋小路へと陥りやすい危険も持つ。今、現象を多角的・立体的に構造化するためには、視野を広げ、扱う課題の範囲を拡大することが重要となる。

(3) 経験世界からの記述

科学的な記述のみに依拠せず、経験世界へ立ち返る必要があるのはそのためである。興味の対象となる現象を科学的に記述することは、歴史的にみても有効であろう。

しかし、科学的方法是、野家 (2001) が指摘するように、対象化的方法を無理やり、そして無差別的にあらゆる事象に適用しようとするもので、これによって、かえって事象そのものを覆い隠してしまうような機能を持っている。

これに対して、現象学は「探究すべき事象に最も適した方法によって事象に接近しようとする (野家, 2001)」。つまり方法を事象に合わせるものであって、逆ではない。それが「事象そのものへ」というモットーの意味である。そもそも Gibson の態度は「現象学的観察に基づいて的確な分析水準を選択し、知覚の因果論の説明を放棄して記述に徹する (境・曾我・小松, 2002)」ことであり、そうした意味でも、原点回帰が求められる。

ただし、現象学的記述がそのまま、科学の枠組みにおいて客観性のある知見を導けるかどうかは、また別である。Varela, Thompson, & Rosch (1991, 田中訳, 2001) が指摘するように、実践的な次元が欠けたままでは、科学と経験との亀裂は克服されない。

したがって現在の課題は、第一に、理論的なレベルで状況を打開できる総合的・人間科学的なアプローチを構想し、実践すること、第二に、いかにして人間の知覚経験を生き生きとしたまま記述可能にするのか、個別の実証研究における方法論を探究することとなる。

(4) 相互特定化：トライアンギュレーション

総合的な現象理解のためには、近年の質的研究の隆盛とともに論じられているトライアンギュレーション (Denzin, 1989) が参考になる。トライアンギュレーションとは、複数の異なる理論的立場や方法を併用し、それによって対象の立体的な構造化を試みるもので、研究上の戦略の1つとして考案されたものである (Flick, 1995, 小田・山本・春日・宮地訳, 2002; 西條, 2003)。

特に、知覚研究に関しては、仏教思想を背景に独自の認知科学論を展開した Varela ら (1991, 田中訳, 2001) のエナクティブ・アプローチを、これに含めることができる。彼らの主張は基本的に Gibson の考えと共通する点も多いが、なかでも「経験と科学的な理解とは、そろわなければ歩けない二本足のようなもの (Varela, *et al.*, 1991, 田中訳, 2001)」とし、現象学的記述と科学的記述による相互特定化を試みる方針をより強く打ち出している点に特徴がある。

研究の具体的な実施においては、もちろん、本稿で論じたようないくつかの課題に順次取り組む必要がある。ただし、単一の研究内部では、字数制限や論文の構成などの問題もあり、異なる複数の視点や方法を必ずしも併用できるとは限らない。したがって、研究内部では採用する方法論の性質を自覚した上で考察を進めることが基本となるだろう。

研究内での課題はむしろ、扱う事象に適した新たな方

法論の探究であろう。方法論の固定は、現象を捉える視点をも固定しかねない。既存の認識や方法に研究対象をあてはめるからである。本稿で何度も論じたように、Gibson の生態心理学が理論的に有機体-環境の相互依存性を含意しても、実証研究レベルで方法論を同時に探究し、発展させなければ、心身二元論の復活、もしくは唯物一元論への陥入はおそらく避けられないためである。

(5) 最後に

最後に、ダイナミックタッチ研究が今後取り組んでいくべき課題についてまとめておく。

第1に、長さ知覚の精神物理学モデルについて、ダイナミックタッチと静止保持条件について、双方を统一的に差異化できる新たなモデルの登場が待たれている。

第2に、これまでの精神物理学的な説明枠組みにとどまらず、知覚経験の現象学的記述を研究に取り込むことである。知覚研究が扱っているのは、あくまでも人間の知覚経験であり、測定で得られるデータはその一部である。例えば、Gibson が生態心理学的知覚研究の先駆者に挙げた Katz (1925, 東山・岩切訳, 2003) のような実験現象学のアプローチを再考することも重要であろう。

第3に、探索行為の発達プロセスについて、明らかにしていくことである。これについては、ごく一部で検討が進められている(三嶋, 1996; 清水・根ヶ山, 2003)ものの、まだまだ十分とはいえない。

最後に、個人差や報告の安定性の違いを表現可能な分析の方法論を精緻化・発展させることが、課題として挙げられる。

ダイナミックタッチ研究は、今、現状を開開するため方法論と認識論を根本から同時に変革していく必要がある。なかでも、Varela ら (1991, 田中訳, 2001) が指摘するように、人間の経験と乖離しない科学的なアプローチの探究は、ダイナミックタッチ研究にとって、重要な課題であるだろう。

引用文献

Amazeen, E. L. & Turvey, M. T. 1996 Weight perception and the haptic size-weight illusion are functions of the inertia tensor. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, **22**, 213-232.

Burton, G., Turvey, M. T., & Solomon, H. Y. 1990 Can shape be perceived by dynamic touch? *Perception & Psychophysics*, **48**, 477-487.

Burton, G. & Turvey, M. T. 1990 Perceiving the lengths of rods that are held but not wielded. *Ecological Psychology*, **2**, 295-324.

Carello, C., Fitzpatrick, P., Domaniewicz, I., Chan, T. C., & Turvey, M. T. 1992 Effortful touch with minimal movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 290-302.

Carello, C., Santana, M.-V., & Burton, G. 1996 Selective perception by dynamic touch. *Perception & Psychophysics*, **58**, 1177-1190.

Carello, C., Fitzpatrick, P., Flascher, I., & Turvey, M. T. 1998 Inertial eigenvalues, rod density, and rod diameter in length perception by dynamic touch. *Perception & Psychophysics*, **60**, 89-100.

Chan, T. C. 1994 Haptic perception of partial-rod lengths with the rod held stationary or wielded. *Perception & Psychophysics*, **55**, 551-561.

Chan, T. C. 1995 The effect of density and diameter on haptic perception of rod length. *Perception & Psychophysics*, **57**, 778-786.

Charpentier, A. 1891 Analyse experimentale de quelques elements de la sensation de poids. *Archives de physiologie normales et pathologiques*, **3**, 122-135.

Cross, D. V. & Rotkin, L. 1975 The relation between size and apparent heaviness. *Perception & Psychophysics*, **18**, 79-87.

Davis, C. M. & Brickett, P. 1977 The role of preparatory muscle tension in the size-weight illusion. *Perception & Psychophysics*, **22**, 262-264.

Davis, C. M. & Roberts, W. 1976 Lifting movements in the size-weight illusion. *Perception & Psychophysics*, **20**, 33-36.

Denzin, N. K. 1989 *The research act*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Dresslar, F. B. 1894 Studies in the psychology of touch. *American Journal of Psychology*, **6**, 313-368.

フリック, U. 小田博志・山本則子・春日 常・宮地尚子 (訳) 2002 質的研究入門: 〈人間科学〉のための方法論 春秋社

(Flick, U. 1995 *Qualitative forschung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH.)

Fitzpatrick, P., Carello, C., & Turvey, M. T. 1994 Eigenvalues of the inertia tensor and extropception by the "muscular sense." *New*

- rosience, **60**, 551-568.
- Goldstein, H. 1980 *Classical mechanics*. Addison-Wesley.
- Gibson, J. J. 1966 *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- ギブソン, J. J. 古崎 敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬 旻(訳) 1985 生態学的視覚論: ヒトの知覚世界を探る サイエンス社
- (Gibson, J. J. 1979 *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.)
- Katz, D. 1930 *Der Aufbau der Farbenwelt*. Verlag von Johann Ambrosius Barth.
- カッツ, D. 東山篤規・岩切絹代(訳) 2003 触覚の世界: 実験現象学の地平 新曜社
- (Katz, D. 1925 *Der Aufbau der Tastwelt*. Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth.)
- Kingma, I., van de Langenberg, R., & Beek, P. 2004 Which mechanical invariants are associated with the perception of length and heaviness of nonvisible handheld rod? Testing the inertia tensor hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **30**, 346-354.
- Kloos, H. & Amazeen, E. L. 2002 Perceiving heaviness by dynamic touch: An investigation of the size-weight illusion in preschoolers. *British Journal of Developmental Psychology*, **20**, 171-184.
- Knowles, W. B. & Sheridan, T. B. 1966 The "feel" of rotary controls: Friction and inertia. *Human Factors*, **8**, 209-215.
- 河野哲也 2001 ギブソンとメルロ＝ポンティ 現代思想 (現象学: 知と生命), **29**, 286-298. (Kouno, T.)
- Lederman, S. J., Ganesan, S. R., & Ellis, R. E. 1996 Effortful Touch With Minimum Movement: Revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **22**, 851-868.
- ロンバード, T. J. 古崎 敬・境 敦史・河野哲也・北島洋樹・菅野理樹雄・曾我重司・福田真実(訳) 2000 ギブソンの生態学的心理学: その哲学的・科学史的背景 勁草書房
- (Lombardo, T. J. 1987 *The reciprocity of perceiver and environment: The evolution of James J. Gibson's ecological psychology*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.)
- Loomis, J. M. & Lederman, S. J. 1986 Tactile perception. In K. Boff, L. Kaufmann, & J. Thomas (Eds.), *Handbook of human perception and performance*. New York: Wiley. Pp. 31.01-31.41.
- Masin, S. C. & Crestoni, L. 1988 Experimental demonstration of the sensory basis of the size-weight illusion. *Perception & Psychophysics*, **44**, 309-312.
- 三嶋博之 1996 手の能動触によるもののアフォーダンスの知覚 ヒューマンサイエンスリサーチ (早稲田大学人間科学部紀要), **5**, 87-100.
- (Mishima, H. 1996. Haptically perceiving affordances of hanging strings by a hand. *Human Science Research*, **5**, 87-100.)
- 三嶋博之 2000 エコロジカル・マインド: 知性と環境をつなぐ心理学 日本放送出版協会
- (Mishima, H.)
- 三嶋博之 2001 形なきかたち-「複合不変項」の知覚: <ひも>の知覚を題材として 佐々木正人・三嶋博之(編) アフォーダンスと行為 金子書房 Pp. 131-159.
- (Mishima, H.)
- 村田純一 2002 色彩の哲学 東京 岩波書店
- (Murata, J.)
- ナイサー, U. 古崎 敬・村瀬 旻(訳) 1978 認知の構図: 人間は現実をどのようにとらえるか サイエンス社
- (Neisser, U. 1976 *Cognition and reality*. San Francisco: W. H. Freeman.)
- 野家伸也 2001 知の変貌と現象学. 現代思想 (現象学: 知と生命), **29**, 299-313.
- (Noe, S.)
- Pagano, C. C., Fitzpatrick, P., & Turvey, M. T. 1993 Tensorial basis to the constancy of perceived object extent over variations of dynamic touch. *Perception & Psychophysics*, **54**, 43-54.
- Pagano, C. C., Kinsella-Shaw, J., Cassidy, P., & Turvey, M. T. 1994 Role of the inertia tensor in haptically perceiving where an object is grasped. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, 276-284.
- Pagano, C. C. & Turvey, M. T. 1995 The inertia tensor as a basis for the perception of limb orientation. *Journal of Experimental*

- Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 1070-1087.
- Pagano, C. C. & Cabe, P. A. 2003 Constancy in dynamic touch: length perceived by dynamic touch is invariant over changes in media. *Ecological Psychology*, **15**, 1-7.
- リード, E. S. 村田純一・染谷昌義・鈴木貴之 (訳) 2000 魂から心へ: 心理学の誕生 青土社
- (Reed, E. S. 1997 *From soul to mind: The emergence of Psychology, from Erasmus Darwin to William James*. Yale University Press.)
- Rule, S. J. & Curtis, D. W. 1977 The influence of the interaction of weight and volume on subjective heaviness. *Perception & Psychophysics*, **22**, 159-164.
- 西條剛央 2003 「構造構成的質的心理学」の構築 モデル構成的現場心理学の発展的継承 質的心理学研究, **2**, 164-86.
- (Saijo, T. 2003 Construction of "Structure-Construction Qualitative Psychology": Succession of "Model-Construction Field Psychology". *Qualitative Research in Psychology*, **2**, 164-186.)
- 境 敦史・曾我重司・小松英海 2002 ギブソン理論の核心 勁草書房
- (Sakai, A., Soga, S., & Komatsu, H.)
- 佐々木正人 1993 認知科学の新しい動向2: 深みへの傾斜—センセーションリズムのステージ論— 言語, **22**, 84-89.
- (Sasaki, M.)
- 佐々木正人 1994 アフォーダンス: 新しい認知の理論 岩波書店
- (Sasaki, M.)
- 佐々木正人 2000 知覚はおわらない: アフォーダンスへの招待 青土社
- (Sasaki, M.)
- シュミット, R. F. (Ed) 岩村吉晃・酒田英夫・佐藤昭夫・豊田順一・松裏修四・小野武年 (訳) 1989 感覚生理学 第2版 金芳堂
- (Schmidt, R. F. (Ed) 1981 *Fundamentals of sensory physiology*. New York: Springer-Verlag.)
- 清水 武・根ヶ山光一 2003 棒の長さ知覚課題におけるダイナミックタッチの発達の研究 発達心理学研究, **13**, 113-123.
- (Shimizu, T. & Negayama, K. 2003. A developmental study of Dynamic Touch: Rod length perception. *The Japanese Journal of Developmental Psychology*, **13**, 113-123.)
- Solomon, H. Y. & Turvey, M. T. 1988 Haptically perceiving the distances reachable with hand-held objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **14**, 404-427.
- Stevens, J. C. & Rubin, L. L. 1970 Psychophysical scales of apparent heaviness and the size-weight illusion. *Perception & Psychophysics*, **8**, 225-230.
- Stevens, S. S. 1971 Issues in psychophysical measurement. *Psychological Review*, **78**, 426-450.
- Stroop, M., Turvey, M. T., Fitzpatrick, P., & Carello, C. 2000 Inertia tensor and weight-percept models of length perception by static holding. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **26**, 1133-1147.
- ターヴェイ, M. T. 三嶋博之 (訳) 2001 ダイナミックタッチ 佐々木正人・三嶋博之 (編) アフォーダンスの構想: 知覚研究の生態心理学的デザイン 東京大学出版会 Pp.173-211.
- (Turvey, M. T. 1996 Dynamic touch. *American Psychologist*, **51**, 1134-1152.)
- ヴァレラ, F., トンプソン, E., & ロッシュ, E. 田中靖夫 (訳) 2001 身体化された心: 仏教思想からのエナクティブ・アプローチ 工作舎
- (Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. 1991 The embodied mind: cognitive science and human experience. Cambridge: MIT Press.)
- (2004年1月8日受稿, 2004年7月21日受理)