

乳児における運動の知覚

鵜 沼 秀 行

Motion Perception in Infancy

Hideyuki UNUMA

Key Words: infants, motion perception, cognitive development, apparent motion, top-down processing

1 問題の所在

—乳児における運動知覚と対象概念の発達—

生後1年未満の乳児における知覚機能の劇的な発達について、実験的手法の開発とともに、実証的資料が集積されつつある。この時期の乳児においては、言語機能はまだ獲得されておらず、また成人では認知機能と密接な関連をもつ記憶機能(短期・長期記憶)もきわめて不十分である。しかしこれら記憶・言語機能の発達に先立って、知覚機能の発達が認知機能全体の発達の基盤として役割を果たすと同時に、生後1年の間における知覚機能と記憶機能の相互作用が、認知機能全体の質的な変化をもたらすと考えることができる。このような知覚系と記憶系のそれぞれの発達とその相互作用過程に説明を与えることは、人間の認識の原初的構図を明らかにするとともに、成人を対象とした実験心理学的手法による人間の情報処理過程の研究に新たな示唆を与えるものであろう。本研究は以上のような観点から、特に視知覚における運動知覚と概念的処理の個体発生の関係を検討することを目的とする。

1.1 乳児の運動視知覚

生物としてのヒトの知覚機能にとって、運動刺激に含まれる情報はきわめて重要な生態学的

注1) 本研究の基本的なアイデアについて、御示唆を賜りました日本大学 大山 正教授に感謝致します。

意味を持つと考えられる (Gibson, 1966) が、乳児の運動視研究、より広い文脈では視覚刺激の時間的変化に対応する乳児の視知覚の研究は、体系的なデータの収集が始まってからあまり時間がたっていない (Banks & Salapatek, 1983)。一般に乳児は静止刺激よりも運動刺激を注視すると言われており (Carpenter, 1974)、このような運動刺激に対する注視傾向について組織的な実験 (Atkinson 1977, Volkman & Dodson 1976) によれば、生後 1～3 カ月で乳児いずれも運動刺激に選択的に反応すること、また必ずしも速い時間変化を選択的に注視するわけではないことが示されている。しかし、時間的かつ空間的に変化する刺激に対する乳児の視覚特性は生後 3 カ月時点では未成熟であるという (Banks & Salapatek 1983)。乳児が外界の時間・空間的に変化する刺激から、対象・事象や安定した知覚世界いかにを知覚するかについては、依然として重要な問題として理論的・実証的検討が残されている (Bower 1967, Gibson & Spelke 1983)。

1.2 対象概念の発達と知覚

乳児における対象概念の発達についての包括的な理論は Piaget, J. (1954) である。Piaget は乳児期における認知発達、特に対象概念の獲得に関して、乳児の眼前から隠された対象に対する乳児の行動観察から、「永続性」 (permanence) という理論的構成概念を提出した。彼によれば、乳児は感覚—運動間の協応を媒介として、保存概念のもっとも基本的な形式である対象の存在についての保存、すなわち「永続性」の概念を獲得する。この発達段階は「感覚運動期」と呼ばれ、さらに 6 段階にわけられている。第 1 および第 2 段階 (0～4 カ月)：対象の追視は生じない。第 3 段階 (4～8 カ月)：動く対象の移動方向を予測し、探索する。対象が完全に隠れると探さない。第 4 段階 (8～12 カ月)：消えた対象を探す。永続性を獲得したと考えられるが、特有の誤反応も存在する。第 5 段階 (12～18 カ月)：前段階の誤反応はなくなるが、複雑な置き換えには対応できない。第 6 段階 (18 カ月以降)：複雑な置き換えを考慮できる。

このような概念的発達についての現象を、保存という観点から認知発達全体のなかに位置づけた説明という点で、Piaget の理論に代わるものは現在のところないというべきであろう (Harris 1983)。しかしながら Gibson らの情報抽出に基礎をおく知覚理論は、感覚—運動協応や奥行き知覚の発達に関して、Piaget とは異なるもうひとつの理論的説明の可能性を示唆している点で重要である。Gibson らによれば、乳児は保存あるいは非保存の現象を知覚するための視覚的情報を抽出する潜在的な能力を持つことになる。ただし、このような Gibson の環境刺激からの情報の抽出と分化による理論の妥当性については、今後の知覚発達研究の理論的発展を待たなければならない (Spelke 1979)。

そこで本研究では、知覚の基本的な側面、特に運動視と色の知覚という側面から、乳児の視覚情報処理と Piaget 理論に代表される保存、特に「永続性」概念が関連を持つかどうか、について検討する。

2 方法

成人において仮現運動が知覚される刺激を、パーソナル・コンピュータを用いて乳児に提示した。強制選好注視法 (forced-choice preferential looking technique) を用いて、仮現運動を成立させると考えられる刺激対に注視が生じるかを検討した。同時に玩具等を用いた事態で、「永続性概念」の獲得の程度、運動/静止刺激に対する選好注視の有無を観察した。

2.1 被験児

ボランティアとして募集された、生後12週齢から42週齢までの乳児5名 (Table 1) が被験児として母親とともに実験に参加した。被験児は縦断的なデータの収集のため可能ならば複数回実験に参加することを求められた。

Table 1. 被験児5名の実験参加時の週齢(W)

被験児	実 験 時 期				(月 齢)
	3 ヶ月	4 ヶ月	6 ヶ月～	8 ヶ月～	
T.F.			①26W		②42W
N.S.	①14W		②29W		
M.F.	①12W	②18W			
T.I.	①14W				
N.A.				①32W	

①：1回目，②：2回目

2.2 装置

コンピュータ (NEC, PC9801VX) を用いて CRT (NEC, PC-KD854N) 上に、仮現運動を生じやすい刺激を提示し、乳児の前方と後方の2方向からビデオカメラで観察・記録した。実験は暗幕で被験児の前後左右を仕切った実験室で行い、垂直上方より蛍光灯により被験児の顔面および注視状態が撮影できる照度を確保した (Figure 1)。

「永続性」についての観察は実験室に隣接するプレールーム (児童観察室) で行った。玩具と

して、新版K式発達検査(京都国際福祉センター)における玩具(自動車, 赤色)を用いた。

2.3 材料

仮現運動実験の刺激材料を Figure 1 に示す。刺激は 2 画面(FRAME 1, 2)を継時的に切り替えるもので、成人の被験者においては仮現運動が知覚されることがあらかじめ確認された。FRAME 1 では CRT 中央に正方形(視角 3°)が提示され、FRAME 2 では中央の正方形が消失して左右に異色の正方形が同時に提示された。各 FRAME の SOA 500 ms, ISI 0 ms, 輝度 赤 : 5.38 cd/m^2 緑 : 5.43 cd/m^2 (背景 0.03 cd/m^2)。

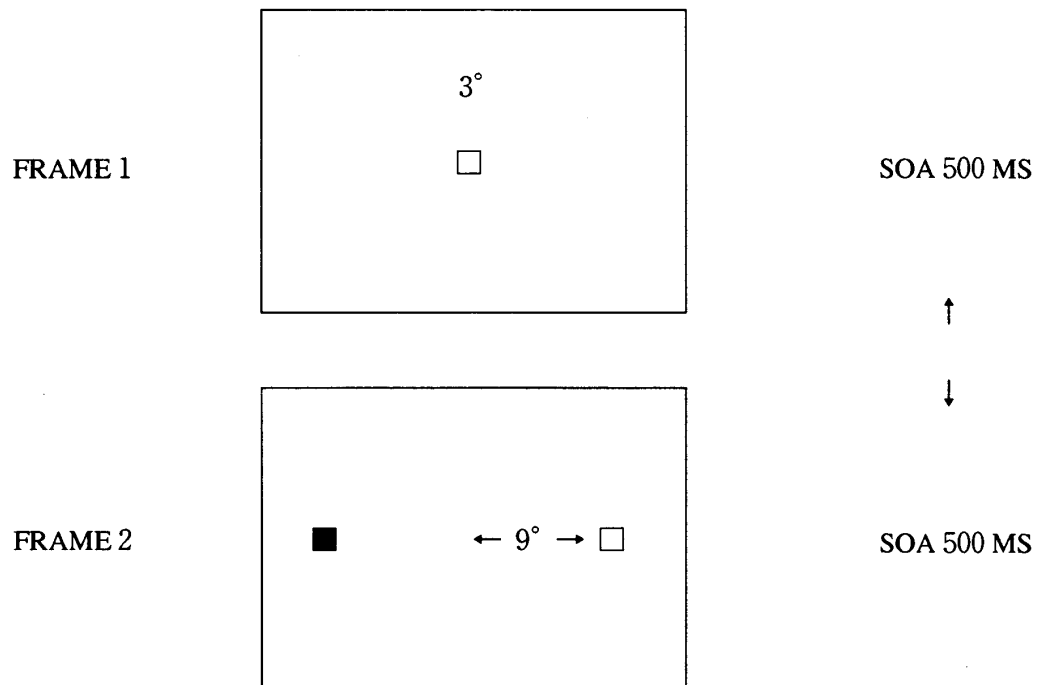


Figure 1 仮現運動刺激配置図

2.4 手続き

2.4.1 仮現運動実験：FRAME 1→FRAME 2 の提示を 1 周期として 10 周期 (10 S) 提示し、これを 1 試行とした。なお、提示される色の組み合わせで 4 条件を設定した (Table 2)。各被験児にはこれら 4 条件がランダム順に提示された。4 条件が 1 度ずつ提示される 4 試行を 1 ブロックとして、被験児の注視における馴化 (habituation) を観察しながら、各被験児ごとに実験者が試行を打ち切るブロックを決定した。

2.4.2 「永続性」観察：①◀明るさに対する選好注視 (preferential looking) ▶母親に抱かれた

乳児における運動の知覚

Table 2. 仮現運動実験における刺激提示条件

左 (FRAME 2)	中央 (FRAME 1)	右 (FRAME 1)
G	R	R
R	R	G
G	G	R
R	G	G

乳児の前方30 cm の位置に衝立を置き、実験者が衝立の左または右に光(懐中電灯)を提示して衝立上へのぞき窓から乳児を観察した。②<<動きに対する選好注視>>衝立の左右に同時に光を提示し、一方を30 cm 幅、毎秒約1周期(1 HZ)で左右に移動させた。③<<永続性あるいは注視>>実験者が玩具の自動車を被験児の正面約30 cm で左右に移動させ、被験児の追視を観察した。その後、移動途中、被験児の正面で実験者が手の中に自動車を隠し、さらに手を机上から空中に移動し被験児の追視を観察した(3 試行実施)。

全体の実施順序は、仮現運動実験→「永続性」観察とした。

3 結果

3.1 横断的比較

まず、結果を月齢の近い被験児(Table 1)ごとにまとめて横断的(cross-sectional)に比較した。

3カ月児(3名)のうち、1名(NS)において仮現運動刺激(注2)に対する注視が8試行(2ブロック)のうち4試行認められたが、注視方向が確定できなかったため、同色対に仮現運動を知覚していたかどうかは明かではなかった。他の2名の被験児については画面に対する注視が認められなかった。一方、玩具の自動車に対する追視は3名とも不完全であり、「永続性」概念は認められなかった。

6カ月児から8カ月児(3名)においては、3名とも仮現運動刺激に対する注視が認められた。しかし同色対への選好を認めることはできなかった。3カ月児と比較すると、6～8カ月児の注視はより限定された刺激図形に向けられたが、その注視位置を特定することはできなかった

注2)「仮現運動刺激」という記述は、乳児が成人と同様の仮現運動を知覚するかどうか明らかではないことから、適切な表現とは言えない。単に「継時提示された刺激」などの刺激記述を選択すべきであろうが、本節では煩雑になることを避けるために、仮現運動刺激と記す。

(注視時間の推移についてはその結果の一部を後に3.2縦断的比較で述べる)。玩具の追視についての観察では、6カ月児(TF26W)および8カ月児(NA32W)で、いずれも3試行中2試行で実験者の手までの追視が認められた。7カ月児(N.S. 29W)では、3試行すべて追視しさらに玩具を隠して握った実験者の手も追視した。

10カ月児(TF42W)では仮現運動刺激については注視が認められ、さらに注視した刺激図形に手を伸ばしつかもうとする反応が観察された。実験は第3ブロックまで継続された(12試行)。第1ブロック(第1～第4試行)、第2ブロックにおいて、注視は赤色の単独図形(FRAME 2),あるいは赤色の対図形(FRAME 1, 2)に向けられた。すなわち、8試行すべてにおいて赤色に対する選好が認められた。赤色刺激図形に対して手を伸ばす反応は、第2ブロックにおいて顕著に認められた。第3ブロックでは注視反応に馴化が認められた(Figure 2)。

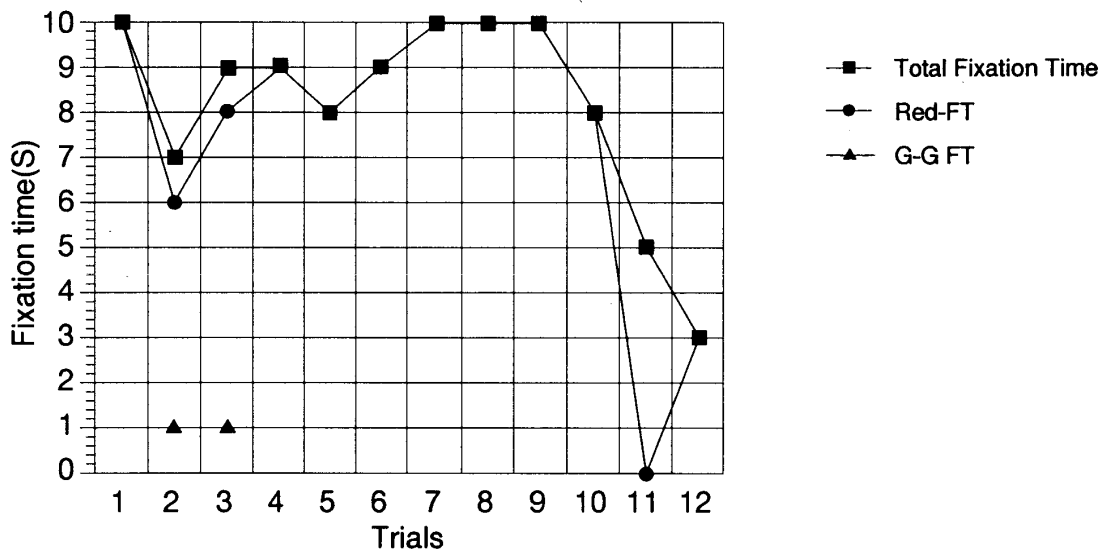


Figure 2 10カ月児(NA, 42W)における注視時間の推移

「永続性」について観察では、玩具に対する追視が認められ、さらに玩具を隠した実験者の手に被験児が手を伸ばす行動が観察された。

3.2 縦断的比較

3カ月以上の間隔をおいて2度の実験が実施された2名(TF, NS)について、縦断的比較を行った。3カ月時と7カ月時に実施した被験児NSについて、その変化をみる。まず、「永続性」概念についての観察では、玩具に対する追視が増加するとともに、7カ月では隠された玩

具にも注視が生じた。

仮現運動刺激に対する注視については、3カ月時にはCRT装置あるいは画面全体に対して漠然と顔を向ける程度であったが、7カ月時には積極的に画面を注視する様子が観察された。7カ月時の被験児NSについては、仮現運動刺激に対する注視が5ブロック(20試行)にわたって観察された(Figure 3)。その結果、第5ブロックの第19、20試行において注視時間が0msに至るまで、注視時間が漸減し、馴化が認められた($F(4, 12)=4.04, P<.05$)。さらにこの時点のNSに対しては、20試行の後に、提示刺激をFigure 1におけるFRAME 2のみに変更し、SOA=1 S, ISI=500 msで提示して脱馴化反応が生じるかを8試行にわたって観察した(Figure 3)。その結果、脱馴化の傾向が認められた(第5ブロック $\bar{X}=2.25$; 第6ブロック $\bar{X}=6.00$; $F(1, 6)=3.33, P=.11$)。

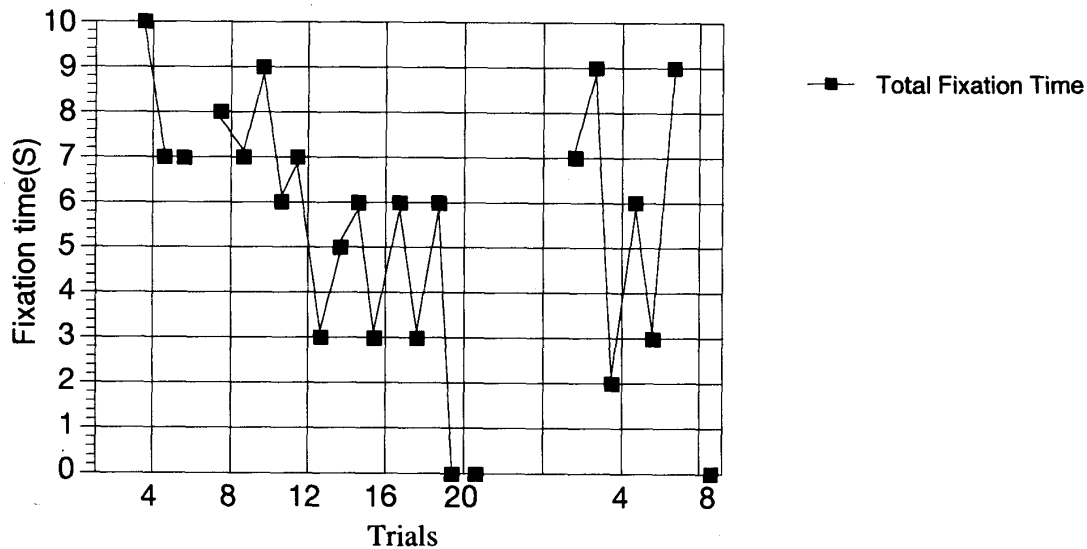


Figure 3 7カ月児(NS, 29W)における注視時間の推移
馴化(20試行)および脱馴化(8試行)反応

6カ月時と10カ月時に実施した被験児TFにおいては、両実施時点でいずれも仮現運動刺激に対する注視が認められたが、6カ月時点では画面のどの位置を注視しているかを特定することが困難であったのに対し、10カ月時点では注視した図形・位置をより特定することが可能であった(Figure 3)。さらに、10カ月時では手を伸ばして刺激図形を「つかもう」とする行動が観察され、手の定位位置が注視位置と一致した。その結果、前述(3.1)したように、赤色への選好とその馴化が認められた(Figure 3)。手で対象をつかもうとする行動は、10カ月時の「永続性」についての観察事態でもみられ、玩具を隠した後も玩具を求めて手を伸ばす行動が見ら

れた。

4 考察

3カ月児の結果では、CRT画面への注視そのものが不完全であった。これに対して6～8カ月児の結果では、注視はCRT刺激画面に向けられた。この結果は、乳児における視覚系の時間特性、さらには時空間相互作用特性の発達と関連すると考えられる。乳児における視覚系の時間的特性の発達に関して、CFF(critical flicker frequency)を指標としたBanks(1982)によれば、生後2カ月までに成人のレベルに達するという。これに対して、視覚系における時間・空間的相互作用の処理機能は2カ月の時点では未成熟である(Banks et al 1983)。乳児における誘導運動(induced motion)の知覚を扱った研究(Lasky, R.E. & Gogel, W.C. 1978)によると、生後5カ月で成人と同じ知覚の成立したという。本研究の3カ月児から6～8カ月児の結果は、時間・空間的特性の発達の資料と矛盾するものではない。

一方、対象についての「永続性概念」に関する本研究の結果から、3カ月児では玩具の自動車の追視は不完全であり、6～8カ月児では隠された対象を追視・探索することが示された。この結果は、前述したPiagetの感覚運動段階における第1～2段階(0～4カ月)、および第3段階(4～8カ月)の区分と基本的に一致するものである。すなわち、4カ月児以降では、眼前の対象の追視、移動先の予測が可能となり、対象が自己との関係で心的に表象(表現)され、定位されることが示された。

本実験では、6～8カ月の乳児がCRT上の刺激に対して仮現運動を知覚していたかどうかは、明らかではなかった。しかし、7カ月児において馴化・脱馴化傾向が観察されたことは、空間的刺激布置の継時性と同時性に対して、この乳児が異なる情報処理を行ったことを示している。継時的刺激に対する情報処理が、成人と同様の仮現運動知覚を成立させたかどうかは今後の検討課題であるが、この継時的情報処理と「永続性」概念の獲得のひとつの水準が関連を持つ可能性が示唆された。

これに対して、10カ月児における「永続性」概念は、より行動的・全身運動的に観察された。Piagetの第4段階(8から12カ月)において完全に隠された対象に対して「永続性」が保存されると同時に、対象を手で操作し、隠された対象を探索・検索するとされた。本実験でもこの行動が観察されたといえる。一方、CRT画面への注視は、注視がより限定されるとともに、赤色への選好傾向が認められた。7カ月児における継時刺激に注視とは異なり運動知覚を検証することはできなかったが、刺激に対する新たな行動的選択が生じたといえる。10カ月児にお

けるこのような行動的变化は、中心視の感度の上昇、錘体 (cone) の発達 (間隔の短縮; Banks et al 1983による)、および受容野の局在化等の生理的变化によって規定されるとともに、乳児がこの機能的変化に対応した行動を選択するという Piaget の「機能的同化」によると考えることができる。しかし赤色への選好という現象は、戸沢ら (1991) において成人でも観察されており、乳児の場合も「機能的同化」だけでは説明できず、経験により形成された高次の図式仮定する必要もあろう。

本研究においては、乳児の選好注視という行動的指標を用いたことによって、「永続性」概念の獲得過程 (第 3 段階) で概念的処理の発達と運動視との関連が示唆されたが、より後の発達段階 (第 4 段階) では運動視との関連は確認できず、色刺激に対する選好が認められた。この結果は、運動知覚の情報処理が、完態としての「永続性」概念による top-down 処理とは比較的独立に機能する可能性を示唆する。すなわち運動知覚が、対象の操作・保持や身体動作をともなう検索を可能にする表象活動には直接規定されず、より発達的に初期処理である注視と位置の予測に関わる情報処理過程と関連をもつと考えられる。

引用文献

- Atkinson, J., Braddick, O., & Moar, K. 1977 Contrast sensitivity of the human infant for moving and static patterns. *Vision Research*, 17, 1037-1044.
- Banks, M.S. 1982 The development of spatial and temporal contrast sensitivity. *Current Eye Research*, 2, 191-198.
- Banks & Salapatek 1983 Infant Visual Perception. In Heith, M.M. & Campos, J.J. (Eds.) *Handbook of child psychology: Infancy and developmental psychology (Volume 2)*. New York: Wiley. (P.H. Mussen, General Editor)
- Carpenter, G.C. 1974 Visual regard of moving and stationary faces in early infancy. *Merrill-Palmer Quarterly*, 20, 181-184.
- Gibson, E.J. & Spelke, E.S. 1983 The development of perception. In Flavell, J.H. & Markman, E.M. (Eds.) *Handbook of child psychology: Cognitive development (Volume 3)*. New York: Wiley. (P.H. Mussen, General Editor)
- Gibson, J.J. 1966 *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Harris, P.L. 1983 Infant cognition. In Heith, M.M. & Campos, J.J. (Eds.) *Handbook of child psychology: Infancy and developmental psychology (Volume 2)*. New York: Wiley. (P.H. Mussen, General Editor)
- Lasky, R.E. & Gogel, W.C. 1978 The perception of relative motion in young infants. *Perception*, 7, 617-623.
- Piaget, J. 1954 *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.
- 戸沢純子、鶴沼秀行、大山 正 1991 仮現運動成立における色相と輝度の類似性の効果 日本心理学会

鵜 沼 秀 行

第55回大会発表論文集 92.

Spelke 1979 Perceiving bimodally specified events in infancy. *Developmental Psychology*, 15, 626-636.

Volkman, F.C. & Dodson, M.V. 1976 infant responses of ocular fixation to moving visual stimuli. *Journal of Experimental Child Psychology*, 22, 86-99.