

4ヶ月児における対象の動きの因果性知覚
- 慣化 - 脱慣化法および期待違反法による実験的研究例 -

小杉大輔
(静岡理科大学)

2007年11月
JCSS TR-63

【連絡先】

小杉大輔
〒437-8555 静岡県袋井市豊沢 2200 - 2
静岡理科大学 理工学部 情報システム学科
E-mail: kosugi@cs.sist.ac.jp

© Daisuke Kosugi, 2007

日本認知科学会事務局
〒182-8585
東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
電気通信大学 電気通信学部 システム工学科内
TEL/FAX: 0424-43-5820
E-mail: jcoss@jcoss.gr.jp

概要

4ヶ月児における対象の動きの因果性知覚について調べた2つの実験を報告する。1つ目は、テレビ画面上の映像を刺激とし、それへの注視時間を指標とした慣化-脱慣化法による実験であった。この実験では、4ヶ月児が、静止したボールが遮蔽物の背後から動き始める事象の因果性をいかに認識するかを調べた。これは、Kosugi, Ishida, and Fujita (2003) による10ヶ月児を対象にした実験の追試である。この実験の結果、4ヶ月児においてボールの動きの因果性の認識があった証拠は得られなかったが、10ヶ月児とは異なる、特徴的な注視の傾向が示された。2つ目の実験では、期待違反法と呼ばれる方法により、4ヶ月児が、静止した物体（ぬいぐるみ）と人間の動きについても期待について調べた。刺激対象の自己推進的、あるいは外因的動きに対する被験児の注視時間を分析した。その結果、たとえば、ぬいぐるみの自己推進的動きへの特別な驚きのような因果性知覚の直接的な証拠は得られなかった。しかし、4ヶ月児が、物体の動きと人間の動きに対する異なる期待をもつことが示唆された。これらの結果に基づいて、先行研究の結果を踏まえながら、因果性知覚の初期発達について論じた。

1. はじめに

乳児の因果性知覚については、多くの研究者による報告がある。ここでは、衝突駆動事象 (launching events) と呼ばれるシンプルな事象を刺激とし、その事象への注視反応を指標とした、慣化 - 脱慣化法 (あるいは馴化 - 脱馴化法 habituation-dishabituation method) による実験がおこなわれている (e.g., Leslie & Keeble, 1987; Oakes & Cohen, 1990; Oakes, 1994; Saxe & Carey, 2006 for a review)。衝突駆動事象では、はじめに静止している対象と動く対象の2つが登場する。そして、静止した対象に一定の速度で動く対象が接近、接触し、その場で停止すると、静止していた対象が先の対象と同じ速度で動き始める、という一連の動きを見せる。日常での例としては、ビリヤードにおける白球が動く対象、その標的となる球が静止した対象に例えられる。

因果性知覚の研究の祖のひとりである Michotte は、衝突駆動事象を用いて多くの実験をおこなった (Michotte, 1963)。そして、おとなが因果性知覚を生じる条件について詳細に調べている。たとえば、おとなは、上述の衝突駆動事象 (直接接触事象と呼ぶ) を提示されると因果性知覚を報告するが、2つの対象の接触後、静止していた対象が動き始めるまでに遅延があったり (接触遅延事象と呼ぶ)、接触する前に静止していた対象が動き始めたり (非接触駆動事象と呼ぶ) すると、因果性知覚は起こらない。その後、乳児を対象にした、慣化 - 脱慣化法による実験的研究が盛んになると、冒頭で述べたように、因果性知覚についても、乳児期の様相を明らかにしようとする研究がおこなわれるようになった。

これらの研究の中で、先駆的で代表的なものが、Leslie and Keeble (1987)の報告である。Leslie and Keeble (1987)では、6ヶ月児に対し、赤と緑の (単純な形状の) ブロックがコンピュータ画面上に登場し、右から左の方向へ上述の衝突駆動事象のような一連の動きを見せる事象を提示した。被験児は2グループに分けられており、1つのグループは、慣化段階において直接接触事象を、もう1つのグループは接触遅延事象を慣化するまで連続で提示された。続くテスト段階では、被験児は、彼らが慣化段階で提示されたのと同じ事象の逆再生を提示され、その事象への反応 - つまり脱慣化が見られるか - をテストされた。因果性の成立した直接接触事象が逆再生された場合、時空間的配列だけでなく、押し手 - 受け手という機械論的な役割も変化するが、非因果的事象である接触遅延事象が逆再生されると時空間的配列だけが変化する。従って、もし6ヶ月児が刺激事象を因果性に基づいて知覚したならば、前者を提示されたグループの被験児の方が後者を提示されたグループよりも脱慣化を起こしやすいだろう、というのがこの実験デザインの論理的根拠である。そして、被験児の注視時間を分析した結果もこれを実証するものとなった。

Leslie and Keeble の研究により、遅くとも生後6ヶ月までに、因果性の知覚があることが示唆された。これに対し、Michotte (1963) は、因果性知覚は経験によるものではない、つまり生得的であると指摘している。Michotte によれば、因果性は、ある条件がそろって知覚システムによって自動的に知覚されるものであり、その条件の典型的な例が衝突駆動事象であるという。また、Leslie もこの考え方を踏襲し、因果性知覚のモジュールの存在を提唱している (Leslie, 1994; 1995)。

一方、Cohen と Oakes の研究グループは、因果性知覚の生得性を否定している。これは、生後5ヶ月以下の乳児では、因果性知覚の積極的なデータが乏しいこと (e.g., Cohen & Amsel, 1998; Desrochers, 1999)、衝突駆動事象を構成する対象の形状が複雑になると、生後6ヶ月以降の乳児でも因果性知覚が起こらなくなること (Oakes & Cohen, 1995) などの証拠に基づいている。

これに対し、Baillargeon (1995)は、「静止した物体は動いている物体と接触した時には移動する」と

いう物体どうしの衝突に関する先駆的概念が生後 2.5 ヶ月までに形成されていると報告している。Baillargeon の研究グループも、慣化 - 脱慣化法による実験をおこなっているが、彼女らは、画面上に刺激事象を提示するのではなく、円筒や車輪つきのおもちゃを坂や平面で転がすことによって同様の事象を実際に作り出し、刺激事象の提示をすべて実演によっておこなっている。Baillargeon らの実験において、2.5 ヶ月児は、坂の下に置かれた対象に、坂を転がってきた対象が衝突したのに前者が動かない事象や、両者が接触していないのに前者が動きはじめる事象を、自然な事象よりも長く注視した。

このように、生後 6 ヶ月未満の乳児による因果性知覚については、積極的データと消極的データが混在している。因果性知覚の初期発達の様相を明らかにするためには、この時期の乳児について更に検証する必要があるだろう。このような視座に立ち、本論文では、4 ヶ月児を対象にした因果性知覚に関する 2 つの実験を報告する。2 つの実験は、異なる方法でおこなわれている。1 つ目は、テレビ画面上の映像を刺激とした、慣化 - 脱慣化法による実験であった。刺激事象は、Kosugi, Ishida, and Fujita (2003)で 10 ヶ月児を対象におこなった実験で用いたものと同様であった。ここでは、遮蔽物の背後から転がり始めたボールの動きの原因に関する推論を問題にした。2 つ目の実験は、やはり刺激事象への注視反応を指標にしたものであるが、刺激事象は乳児の目の前で実演された。また、慣化段階はなく、因果性の観点から自然な事象と不自然な事象への注視反応（選好注視）を比較した。ここで提示された事象は、ぬいぐるみあるいは人間が自己推進的に、あるいは外発的に動き始める事象であった。この実験に関連した先行研究に、Legerstee (1994)がある。Legerstee は、目の前の実験装置において、人形あるいは人間が遮蔽されて見えなくなったときに、4 ヶ月児がどのような反応をみせるかを調べている。その結果、4 ヶ月児は、人形が見えなくなると遮蔽物を触るなど、物理的な反応を見せたが、人間が見えなくなったときにはそのような反応が減少し、発声のような社会的な反応が多くなった。この月齢の乳児が、物体には物理的接触をもって、人間にはよりコミュニカティブに働きかけようとするのが示唆されたと言える。そして、このような反応の基礎には、対象の動きの因果性に関する認識があると考えられる。本実験では、4 ヶ月児が、ぬいぐるみの自己推進的動きを不自然とみなし、あるいはそれに驚いて、人間の自己推進的動きを見たときよりも長く注視するかどうかを調べた。この理論的根拠は、乳児のもつ対象の振る舞いに関する期待について調べる期待違反法（violation-of-expectancy method）に従っている。

本論文では、2 つの実験を通じ、次の 3 つの問題について検証することができると考えた。4 ヶ月児の因果性知覚の可否、慣化段階の有無が因果性知覚に及ぼす影響、目の前で実際におこっている事象とテレビ画面上の事象への反応の違いの 3 点である。

とくに、とに関連することであるが、刺激事象への注視時間を指標とした慣化 - 脱慣化法による研究は、より「賢い乳児」の姿を映し出してきたとも言える。つまり、慣化 - 脱慣化法で顕在化される乳児の認識と、乳児が日常生活や観察的研究で見せるパフォーマンスには乖離があると思われる。その点において、今回の実験 2 で提示するぬいぐるみや人間の動きは、日常でも起こりうる（ぬいぐるみを動かしている人が見えない状況であれば、それが自己推進的に動いているように見える）と考えられ、乳児のより自然な反応を取り出せると考えられる。したがって、実験 1 との比較がより大きな意味をもつと言える。ただし、とについては、2 つの実験で同じ事象を用いているわけではないこと、そして、2 つの実験の被験児が異なることにより、直接比較はできないという制約がある。本論文の研究は、その制約のもとでの 1 つの試みだと位置づけたい。

2. 実験 1

2.1 方法

2.1.1 被験児

本実験の被験児は 4 ヶ月児 18 名（平均日齢 138 日，日齢のレンジ 127 - 149 日；女児 10 名・男児 8 名）であった．後述する慣化条件と無慣化条件にランダムに半数ずつ割り振られた．被験児は，滋賀県 O 市の保健センターの 4 ヶ月児健診を受診した乳児であった．健診の待ち時間，あるいは健診後に，保護者に実験内容を説明し，実験への参加の同意を得た保護者（全員母親であった）と乳児を対象に実験をおこなった．実験は，保健センター内の小部屋でおこなわれた．この 18 名以外に，2 名が実験に参加したが，むずかりにより実験を完遂しなかったため，分析対象から除外した．

2.1.2 装置

高さ 70 cm のテーブルの上に 21 インチのテレビモニター(SONY, KU-21GP2)が設置された．このモニターの前面は，黒いパネル (90 cm × 90 cm) によって覆われていた．このパネルには，テレビの画面にあわせて 30 cm × 40 cm の窓が開けられていた．被験児には，このテレビ画面上にビデオ映像が刺激として提示された．テレビモニターは，被験児の顔から約 50 cm の位置に設置された．ビデオ映像は，実験者の操作する 2 台のデジタルビデオレコーダー(SONY, DCR-TRV7 および DCR-TRV9)によって提示された．

テレビ画面の上部にはビデオカメラ(SONY, CCD-SC65)が設置されており，黒いパネルにはこのカメラのレンズに合わせて直径 3 cm の穴が開けられていた．このビデオカメラによって被験児の注視行動を撮影・録画した．また，このビデオカメラは装置の背後に設置されたテレビモニター (FUNAI, VT-P14A) にも接続され，実験者と観察者（後に詳述）はこのモニター上で，実験中の被験児の注視行動を観察した．

2.1.3 刺激事象

慣化事象 事象の開始時，サッカーボールの模様をもつ赤いボール（画面上の大きさ：直径約 9 cm）が，その表面の約 1/4 を画面左上の黒い遮蔽物（18 cm × 15 cm）に隠された状態で画面のほぼ中央に静止していた．2.0 秒後，このボールが画面の右方向に向かって転がり始め，3.2 秒後に画面右端に消えた．事象全体は 4.0 秒であった．慣化刺激は，被験児の注視行動が慣化の基準に達するまで続けて提示された(慣化の基準に関しては手続きの項を参照)．連続提示される際の事象と事象の間には 0.5 秒のブラックアウトがあり，また，各事象は被験児の注意を画面に向けさせるために挿入されたピープ音とともに開始された．刺激事象の模式図を図 1 に示した．

テスト事象 慣化事象に続いて，被験児には遮蔽物が上に移動され (8 cm × 15 cm)，慣化事象で隠されていた部分が見えるようになっているテスト事象 3 種類が提示された(図 1 を参照)．この隠されていた部分で起こるエピソードは，各テスト事象で異なっていた．ただし，ボールの動きの時系列および相対的な位置は慣化事象に一致していた．したがって，すべてのテスト事象において，ボールは事象の開始から 2.0 秒後に動き始め，3.2 秒後に画面右端に消えた．また，事象全体の長さは 4.0 秒であった．

接触事象：遮蔽物で隠されていた位置に人間の手が登場し，ボールに接触して押した．ボールは直ちに動き始めた．**非接触事象**：接触事象と同様，手が登場するが，ボールの約 5 cm 手前で停止

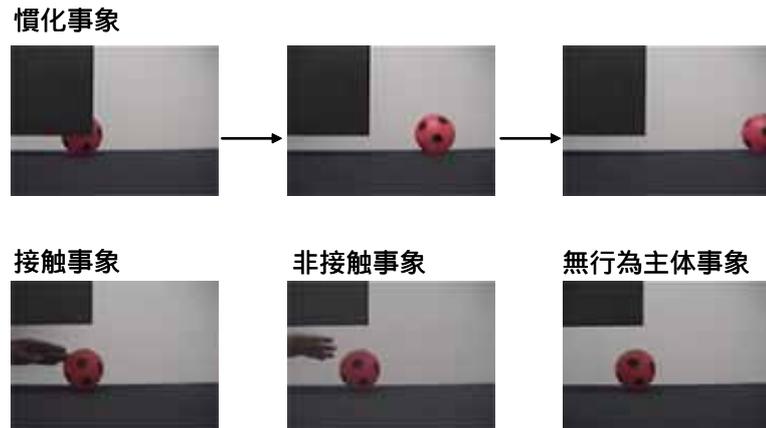


図1 実験1 の刺激事象．上段：慣化事象の開始から終盤にかけての3 フレーム．
下段：各テスト事象においてボールが動き出すフレーム．

し、接触しなかった．しかし、ボールは接触事象と同様に動き始めた． 無行為主体事象：遮蔽物で隠されていた位置には何も現れなかった．しかし、接触／非接触事象と同様にボールは動き始めた．

2.2 手続き

母親は、被験児を膝の上に座らせて装置の前の椅子に座った．実験が開始される前に、母親には、被験児に話し掛けるなどの働きかけをしないことと、できる限り平静の状態で座っていることを求めた．

実験装置の背後にいた観察者(第 1 観察者)は、モニターを通じて被験児の注視反応を観察し、ノート型 PC (NEC, PC-9821Np/540W) に接続されたマウスボタンを押すことで、その注視時間をリアルタイムで計測した．このリアルタイムの計測に基づいて、ノート型 PC が試行ごとの被験児の注視時間を計算した(試行の定義は下を参照)．データ分析の際には、被験児の注視行動のビデオ録画を用いて、注視時間を再計測したものを用いた．この再計測においては、第 1 観察者に加え、もう 1 人の観察者が計測に加わった．第 1 観察者はすべての被験児の注視反応を評価し、第 2 の観察者は無作為に選ばれた 15 人の被験児の注視反応を評価した．第 2 観察者は、実験の目的や内容を知らされていないかった．両観察者ともに、コンピュータ (Apple, Macintosh PowerPC G3) 上で、Adobe Premiere を用いて、各試行の被験児の注視反応をフレームに分割し (1 フレーム = 1/30 秒)、被験児が画面を見たフレーム数を数えることにより注視時間を算出した．2 名の観察者の計測の一致率 (ピアソンの積率相関係数) を計算したところ、その値の中央値は、 $r = .98$ であった．データ分析には、第 1 観察者の評定値が用いられた．

慣化条件の被験児は、慣化段階とテスト段階の 2 段階からなる実験に参加した．慣化条件では、すべての被験児に慣化事象を連続提示し、慣化後、テスト段階を開始した．テスト段階は、3 ブロックからなり、各ブロックにおいて、被験児には、3 種類のテスト事象が 1 回ずつ提示された．したがって、被験児は、各テスト事象を 3 回ずつ提示されたことになる．また、テスト事象の提示順は、6 通りの組み合わせがあったが、被験児数の制約があり、カウンターバランスは完全ではなかった．無慣化条件の被験児は、慣化段階を経ることなく、テスト段階に参加した．無慣化条件は、3 種類のテスト事象に対する単純な選好の存在について調べるために設けられた．つまり、テスト事象の表面的な特徴が、被験児の注視反応に影響を与えないかについて調べることを目的とした．無慣化条件における注視反応と、慣化条件の注視反応を比較することによって、被験児が慣化事象をいかに解釈していたかが明らかになると言える．

慣化条件の乳児は、慣化段階において、慣化事象を繰り返し提示された．各慣化試行において、慣

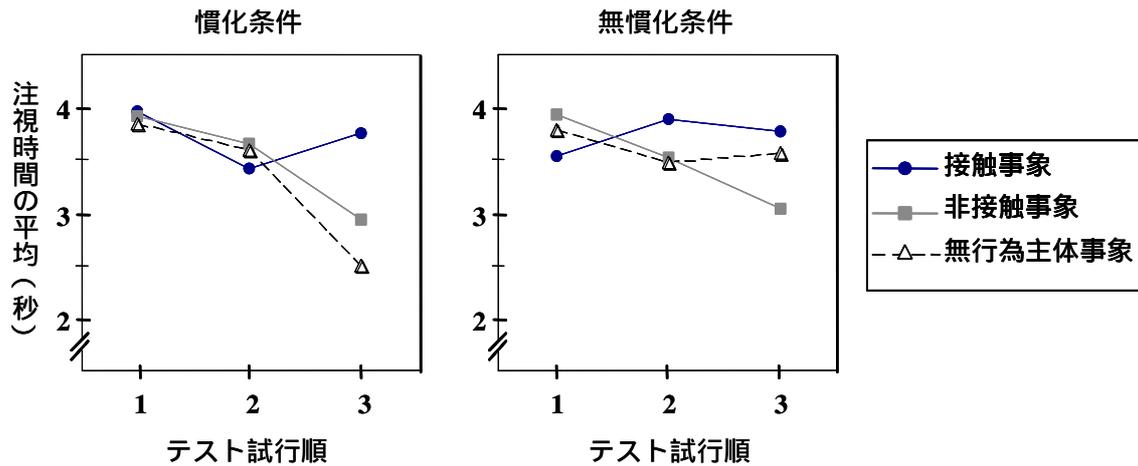


図2 実験1の慣化条件と無慣化条件におけるテスト段階の注視時間の平均

化事象は被験児が画面から続けて2秒間目を離すまで提示されたが、目を離さなかった場合、最大で5回提示された(合計20秒)。慣化段階は、被験児の注視時間の減少が慣化の基準に達するまでおこなわれた。ノート型PCは、最初の3試行における被験児の注視時間を合計し、その後、各試行の注視時間と、最近3試行ごとの注視時間の合計を算出した。最後の3試行の注視時間の合計値が、最初の3試行の注視時間の合計値の半分以下まで下がった時点で慣化の基準に達すると定められ、ノート型PCは被験児の注視反応がこの基準に達すると、合図を出し、実験者はこの合図に基づいて慣化段階を終了、直ちにテストフェイズを開始した。慣化条件における慣化試行の平均は6.6試行であった。また、最初の3試行における試行ごとの注視時間の平均は9.6秒 ($SD = 4.7$)、最後の3試行では3.1秒 ($SD = 1.7$)であった。

2.3 結果

被験児の注視時間について、条件(2)を被験児間要因、テスト事象の種類(3)とテスト試行順(3: 第1 - 第3ブロック)を被験児内要因とした3要因の分散分析がおこなわれた。

図2に、テスト段階における各群の注視時間を表した。分散分析の結果、まず、テスト試行順の主効果が有意であった ($F(2, 32) = 6.85, p < .01$)。これは、テスト段階においてブロックが進むにしたがって、被験児の注視時間に減少がみられたことを示唆する。さらに、テスト事象の種類×テスト試行順の交互作用に有意に近い傾向があった ($F(4, 64) = 2.39, p < .10$)。テスト事象の種類の単純主効果は、第3ブロックにおいて有意であった ($F(2, 32) = 5.63, p < .01$)。テスト試行順の単純主効果は、非接触事象において有意であり ($F(2, 32) = 6.95, p < .01$)、無行為主体事象において有意に近い傾向があった ($F(2, 32) = 3.32, p < .10$)。この2種類の事象への注視時間は試行が進むと減少したが、接触事象への中止時間は減少しなかったことを意味する。LSD法による多重比較の結果、第3ブロックにおいて、接触事象への注視時間が、他の2種類の事象への注視時間よりも有意に長かった ($MSe = .407, p < .05$)。条件とテスト事象の種類の主効果は有意ではなかった。

2.4 考察

実験の結果、4ヶ月児が、テスト段階において、因果的事象を2種類の非因果的事象よりも選好する傾向があったことが示唆された。この結果は、同様の手続きでおこなった10ヶ月児を対象にした実

験の結果とは異なる (Kosugi, Ishida, & Fujita, 2003)。

慣化条件の10ヶ月児は、テスト段階において、接触事象よりも非接触事象と無行為主体事象を有意に長く注視した。一方、無慣化条件では、3種類の刺激事象への注視時間に差がみられなかった。この結果は、慣化条件の乳児が見せた選好が、事象自体のもつ表面的特徴などのためではなく、慣化事象を提示されたことの効果によることを意味する。10ヶ月児は、慣化事象における因果性を推論し、その慣化を接触事象に般化したと考えられる。つまり、遮蔽物の背後で何らかの行為主体が静止したボールを動かすのを想像していたことになる。その結果、接触事象は、慣化事象には含まれていなかった新奇な対象である「手」が新たに登場したにも関わらず、もっとも慣化事象に「似ている」事象であると認識され、他の2つの事象 - つまり、非因果的で全く見たことのない事象 - に比べて注意をひかなかったと考えられる(もちろん、想像していた行為主体が手であるとは限らない)。

これに対し、本実験の4ヶ月児では、因果性の認識の強い証拠は見られなかった。4ヶ月児は、慣化段階の有無に関わらず、テスト段階で接触事象を選好していたことが示唆された。因果的事象と非因果的事象を区別しているようであるが、その理由は明らかではない。

これに関連して、よりシンプルな衝突駆動事象を用いた先行研究においても、4ヶ月児における因果的事象への一貫した選好が報告されている。Cohen and Amsel (1998)では、4 - 6ヶ月児を対象に、慣化 - 脱慣化法による実験で、衝突駆動事象の因果性知覚について調べている。この研究で、4 - 5ヶ月児において、因果的事象である接触事象に慣化した後でも、非因果的事象である非接触事象と接触遅延事象のいずれかに慣化した後でも、一貫して、接触事象を他の2つの非因果的事象よりも選好する傾向が見られたのである。これは、本実験と同様の結果であると言える。しかし、Cohen and Amsel (1998)においても、この傾向の理由は明らかにされていない。

実生活においては、非因果的事象(に見える)事象はほとんど起こらないと言え、そのような事象よりも因果的事象に注意を向ける傾向があること自体は、事象の学習という観点から見ると、効率がよいとも考えられる。ただし、このような積極的な解釈には、慎重になるべきであろう。

3. 実験 2

3.1 方法

3.1.1 被験児

本実験の被験児は4ヶ月児33名(平均日齢128日、日齢のレンジ113 - 146日; 女児14名・男児19名)であった。被験児は、滋賀県O市の保健センターの4ヶ月児健診を受診した乳児であった。健診の待ち時間あるいは健診後に、保護者に実験内容を説明し、実験への参加の同意を得た保護者(全員母親であった)と乳児を対象に実験をおこなった。実験は、保健センター内の小部屋でおこなわれた。

後述する声かけ条件に9名、接触条件に8名、無接触条件に8名、停止条件に8名がランダムに割り振られた。この33名以外に、5名が実験に参加したが、むずかりにより、実験を完遂しなかったため、分析対象から除外した。

3.1.2 装置

高さ70cmのテーブルの上に、90cm × 90cmの正方形の黒いパネルを置いた。被験児は、イスに座った保護者の膝の上に座った状態で、このパネルの一辺に位置した。刺激対象となったうさぎのぬ

いぐるみ(高さ 50 cm, 胴囲 70 cm)と人間は, 乳児と反対側に位置した。ぬいぐるみは約 45 cm, 人間は約 60 cm がパネル上に見えていた。被験児と刺激対象の距離は, 約 100 cm であった。また, 被験児から見て左側の辺には, 実験者が座っており, この実験者(実験者 1)も刺激事象に登場した。

実験者 1 の背後, 高さ約 180 cm の位置に, ビデオカメラ (SONY, DCR-TRV9) が設置され, 実験中の被験児の行動と刺激事象を録画した。被験児の注視時間の計測は, このビデオ録画を用いておこなった。

3.1.3 刺激事象

声かけ条件 被験児の正面にぬいぐるみあるいは人間が背中を向けて静止していた。実験者 1 が, 対象に向かって「ねえ, こっち向いて」と声をかけると, 対象が実験者 1 の方に時計回りで振り向いた。実験者 1 が「バイバイ」と言いながら対象に向かって手を振ると, 対象が時計回りで再び後ろを向いた。実験者 1 が声を出し始めてから, までの過程を 12 秒でおこなった。ぬいぐるみの操作と刺激事象の時間的統制は, 装置の背後にいた実験者 2 がおこなった。人間は, 実験者 2 の合図にしたがって自分で動いた。

接触条件 は声かけ条件と同様。実験者 1 は, 「ねえ, こっち向いて」と言いながら, 対象の右肩に左手を置き, ひっぱるように動かした。実験者 1 は, 「バイバイ」と言いながら右手を振り, 左手で対象を押して元に戻した。実験者 1 が声を出し始めてから, までの過程を 12 秒でおこなった。

無接触条件 は上の 2 条件と同様。対象が時計回りに動き始め, 実験者 1 の方を向いた。実験者 1 が「バイバイ」をするように, しかし声は出さずに手を振ると, 対象は再び時計回りで後ろを向いた。実験者 2 は, 事象の提示開始から約 3 秒後にぬいぐるみを動かし始めた。人間には, 動き始めるタイミングを合図した。

停止条件 ぬいぐるみあるいは人間が, 被験児の方を向いて停止した(60 秒)。この間, 実験者 1 は, 対象の方を向いて停止していた。

3.2 手続き

保護者(と被験児)は, 小部屋に入室すると, 装置の前に置かれたイスに座った。実験者 1 は, まず刺激対象のぬいぐるみを被験児の目の前に置き, 被験児にそれを触らせるなどした(60 秒)。母親には, 被験児に話しかけるなどの働きかけをしないことと, できる限り平静の状態で座っていることを求めた。

続いて, 刺激事象の提示をおこなった。声かけ条件, 接触条件, 無接触条件の 3 条件では, ぬいぐるみの刺激事象(ぬいぐるみ事象), 人間の刺激事象(人間事象)のそれぞれ(1 回 12 秒)を, 9 回ずつ提示した。ぬいぐるみ事象あるいは人間事象を続けて 9 回提示してから, もう一方の事象を 9 回提示した。各試行において, 被験児が, 対象を凝視していることが確認された時点から, 刺激事象の提示を開始した。停止条件は, 被験児が対象を凝視していることが確認できた時点で, 刺激提示を開始した。この条件は, 60 秒で終了した。

データ分析には, 実験中のビデオ録画を用いて, 注視時間を計測したものを利用した。この計測は, 実験の目的や内容を知らされていない観察者によっておこなわれた。この観察者は, コンピュータ (Apple, Macintosh PowerPC G3) 上で, Adobe Premiere を用いて, 各試行の被験児の注視反応をフレームに分割し(1 フレーム = 1/30 秒), 被験児が画面を見たフレーム数を数えることにより注視時間を算出した。

表1 条件ごとの各対象への総注視時間と Peak look の平均 (秒)

| 条件と対象 | 注視反応 | | | |
|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| | 対象への注視 | | 実験者1への注視 | |
| | 総注視時間(SD) | Peak look(SD) | 総注視時間(SD) | Peak look(SD) |
| 声かけ条件 (N = 9) | | | | |
| ぬいぐるみ | 32.1 (6.87) | 6.43 (2.26) | 14.2 (9.13) | 3.33 (1.61) |
| 人間 | 37.1 (15.2) | 5.06 (1.59) | 18.6 (14.1) | 3.61 (1.62) |
| 無接触条件(N = 8) | | | | |
| ぬいぐるみ | 22.5 (18.1) | 6.59 (3.51) | 7.24(4.85) | 2.90 (1.87) |
| 人間 | 23.3 (9.78) | 7.15 (2.39) | 5.46 (3.93) | 1.89 (0.89) |
| 接触条件 (N = 8) | | | | |
| ぬいぐるみ | 33.5 (18.6) | 9.32 (9.09) | 14.1 (7.33) | 3.31 (1.74) |
| 人間 | 53.0 (11.3) | 10.5 (5.02) | 6.19 (3.25) | 2.15 (1.42) |
| 停止条件(N = 8) | | | | |
| ぬいぐるみ | 6.46 (5.46) | 2.33 (1.24) | 2.10 (2.04) | 1.53 (1.23) |
| 人間 | 15.2 (11.8) | 5.43 (3.41) | 5.18 (7.25) | 3.10 (2.46) |

3.3 分析

被験児の注視時間 (秒) を対象への注視時間と実験者 1 への注視時間に分類し, それぞれについて分析をおこなった (t 検定). 各条件において, ぬいぐるみが提示された 9 試行と人間が提示された 9 試行のそれぞれにおける総注視時間と, 注視の最長持続時間 (Peak look と呼ぶ) を算出し, 分析した. 注視の持続には, 提示された事象への被験児の驚きがより強く反映されていると考えられる. 分析は条件ごとにおこなった.

3.4 結果

まず, 停止条件において, ぬいぐるみ事象よりも, 人間事象のときの方が対象への総注視時間が長くなる傾向が見られた ($t(7) = 1.97, p < .10$). また Peak look では, その差が有意であった ($t(7) = 2.54, p < .05$). また, 実験者 1 への Peak look は, 人間事象のときの方が長くなる傾向があった ($t(7) = 2.12, p < .10$).

次に, 声かけ条件では, 対象への総注視時間, 実験者 1 への総注視時間と Peak look において, 事象の種類による差はみられなかった. しかし, 対象への Peak look は, 人間事象よりもぬいぐるみ事象の方が長くなる傾向があった ($t(8) = 1.86, p < .10$).

無接触条件では, 対象への総注視時間と Peak look, 実験者 1 への総注視時間において, 事象の種類による差はみられなかった. 実験者 1 への Peak look は, 人間事象よりもぬいぐるみ事象のときの方が長くなる傾向が見られた ($t(7) = 2.25, p < .10$).

最後に, 接触条件では, ぬいぐるみ事象のときよりも人間事象のときの方が, 対象への総注視時間が有意に長かった ($t(7) = 4.35, p < .01$). 一方, 実験者 1 への総注視時間は, 人間事象のときよりも, ぬいぐるみ事象のときの方が有意に長かった ($t(7) = 2.82, p < .05$).

3.5 考察

本実験の結果, 4 ヶ月児がぬいぐるみの自己推進的動きを含む不自然な事象に対して驚きの反応を

示したという明白な証拠は得られなかった。たとえば、無接触条件は、ぬいぐるみが実験者1の声かけや物理的作用なしで動き始める事象であり、これらの要因との時間-空間的な随伴性が無いことから、最も不自然な事象だと言える。しかし、この条件において、4ヶ月児のぬいぐるみへの注視時間は、人間への注視時間と変わりなかった。実験者1への注視時間は、ぬいぐるみ事象のときに、人間事象のときよりも長くなったが、実験者1への注視が何を意味するのかが明白ではなく、積極的な解釈は難しい。たとえば、より高月齢の乳児であれば、社会的参照とも考えられ、ぬいぐるみの不自然な動きについて認知するために、おとなの態度を手がかりにしたとも解釈できる。しかし、4ヶ月児に対し、このような解釈を当てはめるべきではないと思われる。

次に、声かけ条件では、やはり対象への総注視時間において、ぬいぐるみ事象と人間事象の間で差はみられなかった。ただし、対象への Peak look は、人間事象よりもぬいぐるみ事象の方が長くなる傾向があった。弱い証拠ではあるが、ぬいぐるみの自己推進的動き、あるいは、声や手を振ることによる「遠隔的作用」に反応した動きに対する驚きがあった可能性が示唆される。一方、対象が止まった状態、つまり停止条件では、全体として、ぬいぐるみ事象よりも人間事象を選好したことが示唆された。このことから、ぬいぐるみ事象への注視時間が人間事象と同じ水準になったことは、ぬいぐるみの自己推進的動きによる注意の増加を意味するとも考えられる。これは、無接触条件にも当てはまる。

最後に、接触条件では、ぬいぐるみ事象のときよりも人間事象のときの方が、対象への総注視時間が有意に長かった。人間が他者に動かされている事象は、ぬいぐるみが他者に動かされている事象よりも、被験児にとって新奇に映ったのだと考えられる。この条件では、人間事象の方がむしろ不自然であり、因果性の観点からは、この結果は積極的に解釈できる。一方、実験者1への注視時間をみると、ぬいぐるみ事象のときの方が長かった。対象が生物か無生物かによって、因果的な作用主（実験者1）と被作用主（対象）への注視反応が変化したことは興味深い。ただし、実験者1への注視が何を意味するのかは、この結果を踏まえても明らかにはならず、このような解釈には注意が必要である。

4. 総合考察

本論文では、映像刺激を用いた慣化-脱慣化法（実験1）と、実演による事象を刺激にした期待違反法（実験2）という2つの異なる課題を用いて、4ヶ月児の因果性知覚について検証した。まず実験1では、4ヶ月児が因果的事象と非因果的事象を区別することが示唆された。しかし、同じ手続きでおこなわれた10ヶ月児の実験（Kosugi, Ishida, & Fujita, 2003）とは異なり、4ヶ月児は、テスト段階において、因果的事象を一貫して選好した。遮蔽物の背後からボールが転がり出すという事象の因果を認識したならば、ボールが手で押される事象よりも、ボールが自発的に動き始める事象はより新奇に見えると考えられる。しかし、4ヶ月児は前者を選好した。4ヶ月児に見られるこの傾向は、前述のように、Cohen and Amsel (1998)でも報告されている。このような現象がなぜ起こるのかについては、今後、情報処理能力の全体の発達と関連させ、より詳細に調べる必要がある。また、実験1は、慣化段階で、遮蔽物の背後についての推論を求めるような課題になっており、4ヶ月児にはそれを年長の乳児と同様に遂行するのは難しかったのかもしれない。その意味で、生後5-8ヶ月の乳児との比較の必要があったと思われる。

ところで、Cohen and Amsel (1998)では、因果的事象（直接接触事象）への選好の傾向は5ヶ月児まで見られたことが示唆されているが、この事象に関わらず、発達初期において、物理法則に従った事象を選好することは不思議なことではない。物理法則の学習のためには、例えば偶発的に起こった違

反（に見えるような）事象に注目するよりも、正事象に注目し、知識を固定していくことが重要とも考えられるからである。その意味で、正事象選好はたんなる連続した、スムーズな動きへの選好ではなく、物体の動きに関する知識を学習している過程であるとも考えられる。ただし、実験データとしては、消極的な結果であり、これらの考察は推測の域を超えない。

実験 2 では、4 ヶ月児は、物体（ぬいぐるみ）の自己推進的な動き、外因的動き（声のような遠隔の原因と直接的原因の条件があった）と、対照条件としての人間の自己推進的、外因的動きを提示された。4 ヶ月児が、もし、物体の自己推進的動き、遠隔的原因に付随した動きを不自然であると見なすならば、それらの事象に対する注視時間が、自然な事象に対する注視時間よりも長くなると予想した。実験の結果、物体の非因果的事象に対する注視時間と、因果的事象に対する注視時間に有意な差は見られなかった。ただし、対象が停止している条件では、ぬいぐるみよりも人間を有意に選好していたことから、対象の自己推進的動きによって、被験児のぬいぐるみ事象への注意が増した可能性が考えられる。また、接触条件の結果からは、4 ヶ月児が、ぬいぐるみ事象と人間事象を区別している可能性、つまりそれらに異なる期待をもつことが示唆されたと言える。人間の動きは、自己推進的でも、外因的でも不自然ではない。しかし、この条件では、4 ヶ月児は、人間が他者に動かされている事象を、ぬいぐるみが他者に動かされている事象よりも長く注視していた。人間どうしのインタラクションへの注意を反映したとも考えられるが、それは、声かけ条件にも当てはまる。したがって、彼らが、人間の外因的動きにとくに注意を向けたのだと考えられる。これは、実験 2 の結果の積極的な側面である。しかしながら、ぬいぐるみの自発的な動きそのものは、4 ヶ月児を特別驚かせるようなものではなかったようである。一方、9 ヶ月児は、ロボットの自己推進的動きに対し、消極的な反応を見せるという（Poulin-Dubois, Lepage, & Ferland, 1996）。この実験についても、年長の乳児との比較の必要があったと言える。

本論文の 2 つの実験の結果は、ともに 4 ヶ月児の物体の動きの因果性知覚を支持するものとは言えなかった。したがって、因果的知覚における、慣化段階の有無の影響や刺激提示の方法（映像か実演か）による影響を検討することはできなかった。実験 1 で見られた自然な事象への選好の傾向が、実験 2 の結果にも影響していた可能性もあるが、この点は明らかではない。上述のように更なる検討が必要である。しかし、実験方法によって積極的・消極的データが混在しているものの、先行研究からは、4 ヶ月児は、物体の動きの因果性を知覚することが示唆されている。たとえば、Baillargeon のグループは、生後 2 ヶ月半の乳児であっても、静止した物体の移動に関する因果を認識することが示唆されている。また、Legerstee (1994) は本論文の実験と同じく 4 ヶ月児を対象にした研究で、積極的なデータを報告している。

Legerstee (1994) は、4 ヶ月児がぬいぐるみに対して物理的に、人間に対してはコミュニケーションに作用しようとすることを実験的に明らかにした。これは、宝探しゲームのような文脈であり、たんに対象の動きを注視させる本論文の実験 2 とは異なる。年少の乳児であっても社会的な反応を含め、より多くの指標を用いることも検討すべきだと言える。

今後、因果性知覚についての積極的なデータが、どのような実験方法で、とくにどのような刺激事象を用いたときに抽出されるのかについて、詳しく調べる必要があると考えられる。これは、どのような刺激事象が、乳児のもつ知識あるいはそれに関連した知覚システムを駆動させるかを調べることを意味するからである。生得的に、あるいは最初期からの学習によって、因果的知覚の基盤があったとしても、それを実験的に取り出すことは容易ではない。これは、因果的知覚に限らず、とくに生後 4 - 6 ヶ月の乳児を対象にした研究全般に当てはまりそうである。起こりえない事象を作り出し、それ

を乳児に提示すれば必ず驚く，あるいは長く注視するとは限らないのである．また，縦断的な調査も必要だと言える．さらに，慣化 - 脱慣化法に代表される注視時間を指標とした研究と，それ以外の反応を指標にした研究（たとえば，対象操作などを指標にしたもの）との相関を調べるような研究も重要である．筆者もとくに因果性知覚に関して，このような研究を進めたいと考えている．

謝辞

本研究の一部は，文部科学省科学研究費特別研究員奨励費（課題番号 14000773）と文部科学省科学研究費補助金（若手研究（B））（課題番号 17730390）の補助を受けておこなわれた．本研究の一部は，日本教育心理学会第 43 回総会と日本心理学会第 65 回大会で発表された．共同研究者である石田開さん（独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究開発センター）と松本じゅん子さん（長野県看護大学）に深謝いたします．また，本論文の執筆にあたり貴重なコメントをいただいた村井千寿子さん（日本学術振興会・玉川大学）に感謝いたします．最後に，実験に参加してくださった保護者と被験児のみなさまと，滋賀県近江八幡市保健センターの職員のみなさまに感謝申し上げます．

参考文献

- Baillargeon, R. (1995). A model of physical reasoning in infancy. In C. Rovee-Collier, & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research*, vol. 9, 305-371. Norwood, NJ: Ablex.
- Cohen, L. B., & Amsel G. (1998). Precursors to infants' perception of the causality of a simple event. *Infant Behavior and Development*, **21**, 713-732.
- Desrochers, S. (1999). Infants' processing of causal and noncausal events at 3.5 month of age. *The Journal of Genetic Psychology*, **160**, 294-302.
- Kosugi, D, Ishida, H., & Fujita, K. (2003). Ten-month-old infants' inference of invisible agent: Distinction in causality between object motion and human action. *Japanese Psychological Research*, **45**, 15-24.
- Legerstee, M. (1994). Patterns of 4-month-old infant responses to hidden silent and sounding people and objects. *Early Development and Parenting*, **3** (2), 71-80.
- Leslie, A. M. (1994). ToMM, ToBy, and Agency: core architecture and domain specificity. In L. Hirshfeld & S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture*, 119-148. New York: Cambridge University Press.
- Leslie, A. M. (1995). A theory of agency. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.), *Causal Cognition: A Multidisciplinary Debate*, 121-149. Oxford: Clarendon Press.
- Leslie, A. M., & Keeble, S. (1987). Do six-month-old infants perceive causality? *Cognition*, **25**, 265-288.
- Michotte, A. E. (1963). *The perception of causality*. New York: Basic.
- Oakes, L. M. (1994). Development of infants' use of continuity cues in their perception of causality. *Developmental Psychology*, **30**, 869-879.
- Oakes, L. M. & Cohen, L. B. (1990). Infant perception of a causal event. *Cognitive Development*, **5**, 193-207.
- Oakes, L. M., & Cohen, L. B. (1995). Infant causal perception. In C. Rovee-Collier, & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research*, vol. 9, 1-54. Norwood, NJ: Ablex.
- Poulin-Dubois, D., Lepage, A., & Ferland, D. (1996). Infants' concept of animacy. *Cognitive Development*, **11**,

19-36.

Saxe, R & Carey, S. (2006). The perception of causality in infancy. *Acta Psychologica*, **123**, 144-165.