

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：23804

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380984

研究課題名(和文) 領域一般的な因果的認識の発生機序に関する認知発達の検討

研究課題名(英文) Developmental research of emergence of domain-general causal cognition in infancy

研究代表者

小杉 大輔 (Kosugi, Daisuke)

静岡文化芸術大学・文化政策学部・准教授

研究者番号：80399013

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、生後6-7ヶ月の乳児を対象に、被験者内計画による2つの実験をおこなった。実験1では、2つの対象の運動における物理的因果関係を示したLaunching事象の因果性認知について、実験2では、対象の動きの目標指向性(心理的因果性)の認知について検証した。その結果、実験1でのパフォーマンスと、実験2でのパフォーマンスの間に関連がみられた。つまり、実験1において物理的因果性への感受性が相対的に高かった乳児は、実験2の心理的因果性課題においても目標指向性を認知しており、逆に、物理的因果性への感受性が低かった乳児は、心理的因果性課題においても目標指向性の認知が見られない傾向が示された。

研究成果の概要(英文)：Two experiments examined 6- to 7-month-old infants' perception of physical causality and sensitivity to goal-directed action, and relation between them. In Experiment 1, I examined infants' perception of causality in Michottian type launching events. This experiment replicated previous studies showing that by 6-7 months, infants begin to respond to the interaction of the events on the basis of causality. In Experiment 2, infants tended to interpret the actions of a self-propelled object as goal-directed. Moreover, it was suggested that infants who responded to the events on the basis of causality in Experiment 1 performed better in Experiment 2 than infants who did not.

研究分野：社会科学

キーワード：乳児 認知発達 因果性

1. 研究開始当初の背景

心理学における因果性研究は、Michotte の研究にその起源をたどることができる (Michotte, 1963: *The Perception of Causality*)。彼は、有名な衝突駆動事象 (launching events) を刺激にし、成人を対象にした多数の実験を行ない、人間の因果性知覚の特性について検証した。また、因果性知覚の生得性の検証を乳児研究者への宿題として提案した。1970 年代以降、選好注視法や馴化 - 脱馴化法の開発と発展により、乳児の認知に関する研究が盛んになると、因果性知覚の初期の様相が明らかになった (e.g., Leslie & Keeble, 1987: *Cognition*, vol. 25)。そして、乳児が生後 6 ヶ月までに、衝突駆動事象やそれを模した事象の因果性を知覚することが示された。さらにその後もこの領域の研究は発展してきたが、生得性の議論については、現在でも決着がついていない (e.g., Lips, 2011: *Perspectives on Psychological Science*, Vol. 6)。

ところで、1980 年代から 90 年代の認知発達研究では、いわゆる領域固有性の問題に関連し、物理的知識、とくに物体の振る舞いの原理の理解に関する研究が盛んに行われた。そして、因果性認識に関する乳児研究も、Bailargeon のグループや Spelke のグループを中心に推進された。その中で、この領域の研究に新たな流れができた。それは、物体の振る舞いと人間の振る舞いの因果性に基づく区別に関する研究である。たとえば、7 ヶ月児は、物体の始動には外因的原因を帰属するが、人間の始動にはこれを帰属しない (Spelke et al., 1995: *Causal Cognition*)。このような因果性の区別 - 物理的因果性 vs. 心理的因果性 - の問題は、心の理論の獲得につながる先駆的な理解であるとされ注目を集めた。そして、筆者もこの問題を自身の中心的テーマにしてきた (Kosugi & Fujita, 2002; Kosugi et al., 2003; 2009: *すべて Japanese Psychological Research*)。

近年、人間の動きの因果性認識に関する研究はさらに発展した。その発展のもとになったのが、A. Woodward の研究である。彼女とその共同研究者は、後に Woodward's paradigm と呼ばれるようになった馴化 - 脱馴化法を用いた実験法を開発し、一連の研究によって乳児における他者の意図性、とくに目標指向性の理解について明らかにした (Woodward, 2005 for a review: *Advances in Child Development and Behavior*, Vol. 33)。たとえば、乳児は生後 6 ヶ月までに他者の行為の手段とその目標を関連づけることができ、手段ではなく目標の変化にとくに敏感であることが明らかにされた。Woodward の研究は、心理的因果性の発達の基盤に関する研究への道を開いた。

2. 研究の目的

以上のような研究の流れの中で、これまで、

外因的 (物理的) 因果性と心理的因果性は存在論的に区別されてきた。そして、両者の認識はそれぞれ領域固有の発達をとげるとみなされてきた (e.g., Cicchino et al., 2011: *Cognition*, Vol. 118)。しかし、たとえば、物体の動きの因果性に敏感な乳児は、他者の行為についても因果性に基づいて認知し、その目標指向的構造にも注目できるのではなからうか。また、他者行為の因果的側面を認知できる乳児は、物体の振る舞いの因果的側面にも敏感に反応するのではなからうか。筆者は、このように、これら 2 つの因果性の認識の発達あるいは発生を切り離して考えることはできないと考えた。つまり、その基盤には、領域一般的な因果性認識 - さまざまな対象の振る舞いを原因と結果の関係に基づいて分析する能力 - があると考えた。

本研究の目的は、対象の振る舞いに関する因果的認識の発生の機序について実験的に明らかにすることである。

3. 研究の方法

本研究では、6 - 7 ヶ月児を対象にした認知発達心理学的実験をおこない、物理的因果性と心理的因果性の認識、およびその相互関係について検証した。実験は、静岡県袋井市内の保健センターにおいて実施した。ただし、事前に乳児の保護者に実験についての説明をおこない、参加への同意を得られた乳児のみを対象に実験をおこなった。

本研究の実験は 2 つの課題で構成された。1 つ目は、馴化 - 脱馴化法による物理的因果性の認識に関する実験課題であった。2 つ目は、心理的因果性の認識に関する実験課題であり、期待違反法と呼ばれる実験手法を応用的に用いた。先行研究においては、調査対象となった乳児は、これらの課題のうちの一つのみに参加したが、本研究では、調査対象となった乳児に対し、両方の課題への参加を求めた。これは、両課題におけるパフォーマンス間の関連をより直接的に検証するためであり、このような実験計画そのものが、本研究の特徴の一つとなっている。

4. 研究成果

(1) 物理的因果性課題

Leslie and Keeble (1987: *Cognition*, Vol. 25) と Newman et al. (2008: *Cognitive Psychology*, Vol. 57) をもとに刺激事象および実験装置を構成した。

刺激事象

直接接触事象条件 (Direct Launching 事象条件 : DL 条件) : この条件では、まず馴化事象として、対象 A が静止する対象 B (とともに正方形) に向けて動き、接触すると、対象 B が動き始める事象を提示した (馴化事象)。そして馴化後、テスト段階では、馴化事象と逆向きの事象、つまり対象 B が対象 A に向けて動き、接触し、対象 A が動き始める事象を



図 1 物理的因果性課題の刺激事象（衝突駆動事象）の模式図

提示した（テスト事象）

接触遅延事象条件（Delayed Launching 事象条件：DEL 条件）：この条件は、直接接触事象課題とはほぼ同様であるが、馴化事象とテスト事象において、対象どうしの接触から静止した対象の動きの間に 0.75 s の遅延があった。

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、つまり事象の向きだけが変化する。したがって、もし乳児が刺激事象の因果性を知覚したならば、直接接触事象課題では脱馴化を起こすが、接触遅延事象課題では脱馴化を起こさないと考えられる。

なお、刺激事象の長さはすべて 4 s であった。

実験装置および手続き

22 インチの PC モニター上にコンピュータで作成した映像刺激（フラッシュムービー）を提示し、それへの乳児の注視反応を測定した。実験装置は、刺激提示用の PC モニターと下で説明する注視反応をとらえる小型カメラのレンズ以外の部分は黒いパネルで覆われていた。

直接接触事象課題（DL 条件）と接触遅延事象課題（DEL 条件）のそれぞれにおいて、各乳児に対し、まず、馴化刺激を乳児が馴化の基準に達するまで連続して提示し、馴化後、テスト刺激を提示した（馴化段階とテスト段階）。

馴化段階は、馴化段階の直近の 3 試行の注視時間の合計が、馴化段階の最初の 3 試行の注視時間の合計の半分以下になるまでとした。

馴化段階は 6～12 試行、テスト段階は 1 試行で構成された。

本研究では、1 試行は、乳児が刺激事象から 2 s 続けて目を離すまで、あるいは刺激事象を 15 回続けて（2 s 以上目を離すことなく）注視するまでと定義した。刺激事象は各試行の中で連続して提示された。

実験 1 では、各乳児に対し、DL 条件と DEL 条件の両方の課題をおこなったが、乳児の実験への飽きや疲れを考慮し、課題間にはインターバルを置いた。2 条件の実施順序はカウンターバランスをとった。

実験中の乳児の注視時間は、PC モニターの上部に設置した小型カメラで撮影、録画した。本研究では、この映像を、ノート型 PC 上で乳児に提示している刺激事象の映像と並べ

て提示・録画するシステムを構築した（注視反応と刺激事象の同期）。そして、実験者は、このノート型 PC の画面を見て、乳児の注視反応を計測した。この計測は、もう 1 台のノート型 PC を用いて、キーを押している時間を計測・表示・記録するプログラムによっておこなった。この計測により、各試行の終了、馴化段階の終了、テスト段階の終了の判断をおこなった。なお、最終的なデータ分析の際は、先の注視反応と刺激事象を同期させた映像を用いて再計測したデータを用いた。この再計測では、調査の目的を知らない 2 名の大学生が、Adobe Premiere CS6 上で、1 フレーム（= 1/30 s）ごとの注視の有無を測定した。

（2）心理的因果性課題

Luo and Baillargeon (2005: *Psychological Science*, Vol.16) を参考に、目標指向性理解に関する実験をした。この先行研究では、刺激事象は実演によって提示されたが、本研究では、この刺激事象を模して作成したより抽象的な映像刺激を用いた。この変更により、心理的因果性課題と物理的因果性課題の実験手続きはほぼ同様のものとなった。

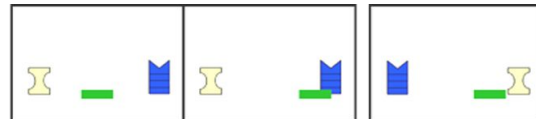


図 2 心理的因果性（目標指向性）課題の刺激事象の模式図

刺激事象

この実験の馴化段階では、行為主体（長方形の対象）が目標 A と目標 B のうちの 1 つに接近、接触する事象を提示する（馴化刺激：図 2）。行為主体が動き出してから目標に到達するまでの時間は 2 s であった。この事象は、人の行為では、2 つの対象のうちの 1 つに手を伸ばして掴むという行為で例えられる。

続くテスト段階では、目標 A と目標 B の位置が入れ替えられ、行為主体が馴化事象と同じ目標に接近する旧目標事象（したがって、動きの軌道は変化する）と、馴化事象とは異なる目標に接近する新目標事象（したがって、動きの軌道は同じ）の 2 つのテスト事象が提示される。

このようにして、乳児が、行為主体の目標の変化と動きの軌道の変化のどちらに反応するかを測定する。そして、Luo and Baillargeon (2005) によれば、行為主体の動きの軌道の変化ではなくその目標の変化に反応すること、つまりテスト段階において新目標事象を選好することが、目標指向性の理解の証拠となる。この先行研究では、生後 5 ヶ月の乳児においてポジティブなデータが得られている。

なお、馴化段階の前に、オリエンテーション試行として、行為主体の長方形が左右に動く事象を提示した（1 試行）。また、テスト段

階の前には、目標 A と目標 B が馴化事象の位置と入れ替わったことを示す静止画（長方形の行為主体は含まれない）を提示した（1 試行）。

実験装置および手続き

物理的因果性課題と同様の装置を用いて、22 インチの PC モニター上にコンピュータで作成した映像刺激（フラッシュムービー）を提示し、それへの乳児の注視反応を測定した。

馴化段階は 4 試行、テスト段階では旧目標事象と新目標事象の提示を 1 試行ずつおこなった。

注視反応の計測は、行為主体の長方形が停止した時点から開始した（つまり、対象が動いている間の注視反応は分析の対象にならない）。

なお、この課題において、1 試行は、乳児が刺激事象から 2 秒間続けて目を離すまでと定義した。刺激事象は各試行において 1 回のみ提示された。

注視時間の計測および分析の手続きは、物理的因果性課題と同様であった。注視反応の再計測は、物理的因果性課題の注視反応の計測をおこなった大学生とは異なる大学生に依頼した。

(3) 実験デザイン

予備調査を含め、物理的因果性課題には 33 名、心理的因果性課題には 43 名の乳児が参加した。本稿では、このうち本実験において両課題を完遂した 24 名のデータを報告する。

当初、物理的因果性課題と心理的因果性課題の遂行順についてもカウンターバランスをとる計画であったが、予備調査において、物理的因果性課題において馴化に時間がかかった乳児が、心理的因果性課題を完遂できないケースが見られたため、本調査においては、全員に対し心理的因果性課題を先におこなうことにした。

なお、乳児の実験への飽きや疲れを考慮し、物理的因果性課題と心理的因果性課題の間には十分なインターバルを置いた。乳児の飽きや疲れの状態の判断においては、保護者の意見を最優先させた。

(4) 分析と結果

物理的因果性課題

馴化段階 乳児が馴化に至るまでの試行数の平均は、DL 条件で 6.54、DEL 条件で 6.72 であった。

DL 条件の馴化段階において、第 1 試行（10.52 s）と最終試行の注視時間の平均値（2.33 s）の間に有意差が見られた（ $t(23) = 2.46, p < .05$ ）。同様に、DEL 条件の馴化段階において、第 1 試行（10.68 s）と最終試行の注視時間（5.52 s）の間に、有意差が見られた（ $t(23) = 2.19, p < .05$ ）。以上のことから、本課題の馴化段階において確かに馴化がおこなっていたことが示唆されたといえる。

テスト段階 DL 条件において、馴化段階の最終試行（2.33 s）とテスト試行における注視時間の平均値（7.71 s）を比較する t 検定をおこなったところ有意差が見られた（ $t(23) = 4.72, p < .001$ ）。同様に、DEL 条件において、馴化段階の最終試行（5.52 s）とテスト試行における注視時間の平均値（6.58 s）を比較する t 検定をおこなったところ有意差は見られなかった（ $t(23) = 1.04, n.s.$ ）。

以上の結果は、DL 条件では脱馴化が起こり、DEL 条件では脱馴化が起こらなかったことを示唆している。この結果は、本研究の調査対象となった乳児において、衝突駆動事象の因果性認知がみられたことを示唆するといえる（cf. Leslie & Keeble, 1987）。

心理的因果性課題

馴化段階 第 1 試行（4.61 s）と第 4 試行の注視時間の平均値（3.32 s）の間に有意ではないが差のある傾向が見られた（ $t(23) = 1.72, p = .099$ ）。この課題においても馴化事象への馴化が起こっていたことが示唆されたといえる。

テスト段階 新目標事象への注視時間（3.22 s）と旧目標事象への注視時間（2.60 s）を比較する t 検定をおこなった結果、有意差が見られた（ $t(23) = 2.36, p < .05$ ）。

この結果は、本研究の調査対象となった乳児において、対象の目標指向性の認知がみられたことを示唆するといえる。しかしながら、新目標事象を旧目標事象よりも長く注視した乳児は 24 名中 10 名であり、ノンパラメトリック検定の結果は、新目標事象の選好を示唆しなかった。

両課題の関連

まず、乳児ごとの、物理的因果性課題における DL 条件のテスト試行と DEL 条件のテスト試行における注視時間の差を求め、この値を DL 条件のテスト試行の注視時間で割った値を求めた。DL 条件のテスト試行での注視時間が DEL 条件のテスト試行での注視時間よりも大きい場合、この値が 0 を超え、物理的因果性課題において因果性への感受性が高いことを意味すると考えた。この値を PC (Physical Causality) 値と呼ぶ。

次に、心理的因果性課題における新目標事象への注視時間と旧目標事象への注視時間の差を求め、この値を新目標事象への注視時間で割った値を求めた。新目標事象への注視時間が旧目標事象への注視時間よりも長かった場合、この値が 0 を超え、心理的因果性課題において因果性（目標指向性）を認知したことを意味すると考えた。この値を GD (Goal-Directedness) 値と呼ぶ。

続いて、PC 値と GD 値の相関を求めた。その結果、相関係数は $r = 0.57$ となり、中程度の相関がみられた（有意差検定の結果、1% 水準で有意であった）。

続いて、PC 値が 0 を超えた乳児 (12 名) と 0 以下であった乳児 (12 名) に分け、この 2 群間で GD 値を比較した。その結果、PC 値が 0 を超えた群の GD 値 ($M = 0.39$) が、PC 値が 0 以下であった群の GD 値 ($M = -0.07$) よりも有意に高くなった ($t(22) = 2.68, p < .05$)。

また、PC 値が 0 を超えた 12 名のうちの 11 名において GD 値が 0 を超えていたが、PC 値が 0 以下であった 12 名で GD 値が 0 を超えたのは 4 名のみであった。

これらの結果は、物理的因果性課題において因果性への感受性が相対的に高かった乳児は、心理的因果性課題においても目標指向性を認知していたことを示している。逆に、物理的因果性への感受性が低かった乳児は、心理的因果性課題においても目標指向性の認知が見られない傾向が示されたといえる。以上のことから、本研究の実験課題における物理的因果性の認知と心理的因果性の認知が関連していることを示唆するといえる。

(5) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

近年の乳児研究において、物理的因果性と心理的因果性は存在論的に区別して研究されてきた。それを統合し、領域一般的な因果性認識という枠組みでとらえなおすことは本研究の特色であり、独創的な点であった。

このような検証は、各被験児について、複数の因果性に関する実験をおこなうことによって初めて可能になるが、同様の方法による先行研究は国内外を通じてほとんど存在しない。その中で、小杉 (2012: *科学研究費研究成果報告書*) では、6 - 7 ヶ月児を対象に、物理的因果性認識に関する実験と他者行為の目標指向性の認知に関する実験を、本研究と同様、被験者内計画で実施している。そして、この研究でも、今回の実験と同様、2 つの因果性認識に関連が見られることが示されている。ただし、小杉 (2012) では、物理的因果性の課題は馴化 脱馴化法を用いている一方、目標指向性の課題は模倣法を用いていることなど、2 つの因果性の関連について検証する上での問題点があった。本研究によって、小杉 (2012) の問題点の一部を解消し、新たなデータを追加したことで、因果的認識の発生機序に関する国内外の研究に貢献できたと考えている。

一方、Schlottmann et al. (2012: *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 112) では、6 ヶ月児に対し、対象の生物的な動きを含む衝突駆動事象を用いた馴化 - 脱馴化法による因果性認知に関する実験と Woodward's paradigm を用いた目標指向性認知に関する実験、目標指向的行為の産出を測定する実験を被験者内計画で実施している。そして、その結果、これらの実験課題のパフォーマンスの間に関連性が見られた。さらに Schlottmann et al. (2012) は、乳児が、

「A が B に影響を与える」という、領域を区別しない因果性を知覚すると述べている。そして、この領域を区別しない因果性が、後に、物理的衝突の因果性と (遠隔の作用のような) 心理的因果性に分化するとしている。

本研究のデータをさらに詳しく分析することにより、Schlottmann et al. (2012) の説との整合性について検証する必要があると考えている。

(6) 今後の展望

上述の小杉 (2012) の報告でも述べたように、本研究で検証してきたような発達初期における因果的推論の能力と、より年長の子どもでみられる同様の能力がいかに関係するのかという問題は大変興味深い。3 歳ごろから観察される「なぜ?」「どうして?」という質問行動に象徴されるように、事物の因果性への感受性は知的好奇心の中心であり、環境世界に関する様々な知識の獲得の基盤となる。筆者は、このような知的好奇心の源泉を乳児期における因果性一般への感受性だと考え、その獲得の過程を明らかにしたいと考えている。

そのためには、より低月齢の乳児を対象にした研究が必要となる。さらに、本研究でおこなったような横断的な研究だけでなく、縦断的な研究も必要となるだろう。そこでは、実験的研究に加え、行為や言語反応の産出についての観察的研究も重要となる。なお、筆者が予備的におこなった、実験と行為産出の観察を交えた縦断的調査については、小杉 (2015) で報告している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

小杉大輔 アイトラッキングによる Launching 事象の因果性知覚の検討 静岡文化芸術大学研究紀要、査読なし、16 巻、2016、101-108.

<http://id.nii.ac.jp/1132/00001167/>

小杉大輔 乳児における因果的認識と行為の産出との関連 静岡文化芸術大学研究紀要、査読なし、15 巻、2015、105-114.
<http://id.nii.ac.jp/1132/00001082/>

小杉大輔 乳児における因果的認識 : Launching 事象の因果性知覚 静岡文化芸術大学研究紀要、査読なし、14 巻、2015、45-51.

<http://id.nii.ac.jp/1132/00000963/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小杉 大輔 (KOSUGI DAISUKE)

静岡文化芸術大学・文化政策学部・准教授
研究者番号 : 80399013