

アイトラッキングによるLaunching事象の因果性知覚の検討

Causal perception in launching events: An eye-tracking study

小杉 大輔

文化政策学部 文化政策学科

Daisuke KOSUGI

Department of Regional Cultural Policy and Management, Faculty of Cultural Policy and Management

成人女性を対象にコンピュータ画面上にLaunching事象（衝突駆動事象）を呈示し、それに対する注視反応をアイトラッキングシステムを用いて計測、分析する実験をおこなった。Launching事象には2種類あり、1つは、静止した対象に動く対象が接触し、その直後に静止していた対象が動き始める接触事象、もう1つは、2つの対象が接触した後に遅延時間があり、その後に静止していた対象が動き始める遅延駆動事象であった。前者は因果的事象、後者は非因果的事象として認識されることが知られている。本研究では、調査対象がこれらの事象を因果的に区別するかどうかについて、注視反応の分析を通じて検証することを目的とした。そして、注視点についての詳細な分析の結果、注視が集まる領域に刺激事象の種類による違いが見られ、そこに因果的認識が関係している可能性が示唆された。

In the current study, I explored how adults perceive causality in launching events. I showed adults the direct launching and the delayed launching events. In the direct launching condition, adults saw the event in which one object moved half-way across a screen and came into contact with the second object, then the second moved the remaining way across the screen. In the delayed launching condition, adults saw the event in which there was a temporal delay before the second object moved. It is known that adult observers report that the movement of the second is caused by that of the first when they see the direct launching, but not when they see the delayed launching. Using eye-tracking, I demonstrated that the gaze performances of the adults were different between conditions.

1. はじめに

心理学における因果性の研究は、Albert Michotteの研究にその起源をたどることができる。彼は、1963年に出版された著書（The perception of causality）において、Launching事象（衝突駆動事象 launching events: 図1）を刺激にし、成人の被験者を対象にした多数の実験をおこない、人間の因果性知覚の特性について検証した。

Launching事象においては、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、まず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（速度が異なる条件も設けられている）で動き始めるという一連の動きを見せる（Michotteの研究では、このような事象のほか、動く対象が静止した対象に接触した後、接触したまま静止した対象を押ししていく事象なども用いられている）。Launching事象はしばしば、ビリヤードの玉の動きに例えられる〔手玉（白球）が動く対象、的球が静止した対象だと考えていただきたい。〕

ところで、私たちは2つのビリヤードの玉がぶつかるのを目撃したとき、たんに「1つの玉が止まり、続いてもう1つの玉が動いた」というように見ることはない。私たちは、「手玉が的玉に当たって、的玉が動いた」というように、手玉と的玉の動きを因果的に結びつけようとするのである。

一方、Launching事象のように、いずれの対象も一定の速度で動くというのは物理法則に違反しており、これは現実には起こり得ない事象であるともいえる。したがって、この2つの対象の動きを関連づける必然性はなく、それぞれが独立に動いていると見なしてもよいはずなのである。しかしながら、多くの大人によって、この事象における2

つの対象の動きに因果関係が知覚されることが知られている。

Michotte（1963）は、100以上の実験によって、Launching事象のような力学的な相互作用（mechanical interaction）において因果性知覚を引き起こすのが、どのような視覚的手がかりなのかを明らかにしようとした。たとえば、この事象における動く対象—いわば押し手—と静止していて動かされる対象—受け手—の動きにおける時空間的關係を操作し、2つの対象の動きに因果関係が付与されるのがどのようなときかについて調べている。時空間的關係とは、2つの対象がもっとも接近した時の距離および接触している時間の関係のことをさす。このほか、2つの対象の移動速度や速度比、移動距離、2つの対象の大きさや形や色などが刺激事象の変数として用いられた（中村、2006）。

そして、Michotteの実験の結果、とくに2つの対象が完全に接触し、接触と同時に静止した対象が動き始めたとき—接触事象 direct launching event—、大人はその事象を因果的であると見なすことが示された。このとき大人は、静止した対象の動きが、はじめに動いていた対象の動きによって引き起こされた、つまり、押された、蹴られた、のような印象を言語報告した。

それに対して、動く対象が静止した対象の手前で止まるため、2つの対象の間に接触がない事象—非接触事象 no collision event—、2つの対象は接触するが、静止した対象が動き始めるまでに遅延があり、時間的連続性がない事象—遅延駆動事象 delayed launching event—、接触も起こらず、遅延もあり、時間的にも空間的にも連続性のない事象—非接触遅延事象 a delay plus no collision event—は因果的事象とはみなされないことが明らかに

なった。

一連の実験を通じてMichotteが導いた結論のひとつは、人間の大人がLaunching事象を目撃すると、因果的印象が「自動的に (automatically)」発生すること、そのことにはほぼ抵抗できないこと、この因果的印象が、刺激から発せられる非常に制約された視覚的手がかり (たとえば、先述の2つの対象の動きの時空間的關係など) から引き起こされるものであるということである。ところで、上述のように、Launching事象における対象の動きは物理法則違反を含んでおり、その意味において、この事象において因果性が自動的に知覚されるのは不思議なことでもある。そこでMichotteは、因果性の幻影 (illusion) というこぼを用いている。

そして、これらの結論については、Michotteに続く研究者たちにより、さらに詳細な検証がおこなわれている (cf., Choi & Scholl, 2006; Newman, Choi, Wynn, & Scholl, 2008)。また、この領域の研究は、乳児を対象にした研究 (see Saxe & Carey, 2006) や神経生理学的な研究 (e.g., Blakemore et al., 2001; Fugelsang, Roser, Corballis, Gazzaniga, & Dunbar, 2005) へと展開し、因果的知覚の自動性、あるいはMichotteも主張した生得性に関する議論が続けられている (cf., 小杉, 2014a)。

ところで、大人を調査対象とした因果的知覚に関する研究の多くは、知覚経験についての言語報告をその分析指標としてきたといえる。たとえば、Michotte (1963) が調査対象に対しておこなった教示は、「その装置 (刺激事象を呈示している装置のこと) の中で何が起きているのか簡単に説明してください」または、「装置の中に何が見えるか説明してください」というものであり、この教示に対する反応が不十分な場合、さらに「その他の言い方ができませんか」「もう少し詳しく話せませんか」という質問がなされたという (中村, 2006)。その他に、この事象はどのくらい因果的に見えますか、1から10のどこに当てはまるか答えてください、のような評定 (rating) を求める方法がある。Choi and Scholl (2006) が指摘するように、これらの方法は、知覚経験を評価するためのもっとも直接的な方法であり、強い証拠を生み出すことができるといえるが、問題点もある。

たとえば、言語報告には、被験者が何を見たのかという知覚経験だけでなく、被験者の高次の解釈や判断が反映されてしまう可能性がある。因果的知覚の文脈においては、ある事象が因果的に解釈されるべきなのかどうかについての被験者の直観や判断によって、知覚の報告—それがプロトコルを求めるにしても、たとえば、因果性の有無の強制選択を求めるにしても—が歪められる心配がある (Choi & Scholl, 2006)。

他方、乳児を対象にした研究では、調査対象となる乳児に対し、言語報告や強制選択を求めることはできないので、大人を対象にした実験とは異なる指標を用いている。その主たる方法は、注視時間を指標とした視覚的慣化—脱慣化法である。ここでは、たとえば、乳児が因果的事象と非因果的事象とを区別をするのか (e.g., Oakes, 1994; Oakes & Cohen, 1990)、Launching事象の一部を遮蔽したものを提示したとき、静止した対象の動きの原

因として外力の存在、たとえばもう1つの対象との接触を遮蔽物の背後に期待 (推論) するのか (e.g., Kosugi, Ishida, & Fujita, 2003; Saxe, Tenenbaum, & Carey, 2005) が検証されてきた。注視時間を指標とした実験では、(知識や先行経験の影響を受けないとはいえないが) 言語報告や回答の強制選択をさせる課題に比べると、より純粋な知覚経験を分析することになるといえるだろう。このような観点から、筆者は、大人のLaunching事象への注視反応をより詳細に分析する実験的研究が有効であると考えた。

そして、今回筆者は、アイトラッキングシステムを使用する機会を得た。そこで、筆者が乳児研究に用いてきたLaunching事象のアニメーションを大人に呈示し、それに対する注視反応をアイトラッカーを用いて記録、分析するという実験を実施した。

今回の実験ではとくに、大人が因果的なLaunching事象を見たときと非因果的なLaunching事象を見たときの注視反応に違いがあるかどうかを調べることを目的とした。

2. 実験

方法

調査対象

成人女性10名であった。実験は、静岡文化芸術大学の研究室でおこなわれた。

すべての調査対象に対し、下で詳述するDL条件とDEL条件の2つの条件の実験をおこなった。すべての調査対象に対し、まずDL条件をおこない、その後DEL条件をおこなった。

また、実験後、各調査対象に対し、呈示された刺激事象がどのような事象に見えたか (刺激事象の解釈) について質問し、口頭で回答を求めた。

ただし、1名については、注視反応の計測に不備があったため、後の分析からは除外した。

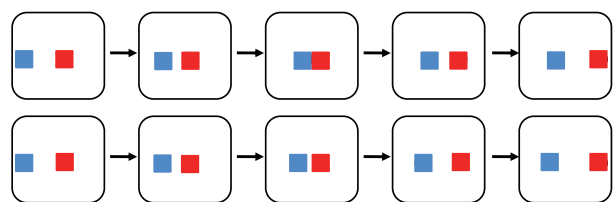


図1 衝突駆動事象の模式図

上が接触事象、下が非接触事象を表す (本研究では、接触事象において、接触してから右側の対象が動き出すまでに遅延がある事象を遅延駆動事象あるいはDEL事象と呼ぶ)。

刺激事象

小杉 (2014b) による乳児を対象にした因果的認知に関する実験で用いたものと同様の刺激事象を用いた。すべての刺激事象において、青の正方形 (画面上での1辺の長さ約4.50cm) と赤の正方形 (大きさは青の正方形と同じ) が登場した (図1)。刺激事象はすべて5.00秒 (150フレーム、1フレームは1/30秒) であった。なお、刺激

事象における対象の動きの時系列については、下の注視時間の計測の項でも詳述している。

①接触事象 (Direct Launching event : 以下、DL事象と表記)

事象の開始時には、画面の左端に青い正方形があり、中央に赤い正方形があった。事象の開始から30フレーム (1.00秒) 後に青い正方形が赤い正方形に向かって動き始め、45フレーム (約1.50秒) で赤い正方形に接触した。接触の直後から赤い正方形は画面の右端に向かって動き始め、事象の開始から120フレーム (4.00秒) 後に停止した。その30フレーム (1.00秒) 後に事象が終了した。

②逆方向接触事象 (Reversed Direct Launching event : 以下、RDL事象と表記)

事象の開始時には、画面の右端に赤い正方形があり、中央に青い正方形があった。事象の開始から30フレーム (1.00秒) 後に赤い正方形が青い正方形に向かって動き始め、45フレーム (約1.50秒) で青い正方形に接触した。接触の直後から青い正方形は画面の左端に向かって動き始め、事象の開始から120フレーム (4.00秒) 後に停止した。その30フレーム (1.00秒) 後に事象が終了した。

③遅延駆動事象 (Delayed Launching event : 以下、DEL事象と表記)

事象の開始時には、画面の左端に青い正方形があり、中央に赤い正方形があった。事象の開始から19フレーム (約0.63秒) 後に青い正方形が赤い正方形に向かって動き始め、45フレーム (約1.50秒) で赤い正方形に接触した。赤い正方形は接触してから22フレーム (約0.75秒) 後に画面の右端に向かって動きはじめ、事象の開始から131フレーム (約4.36秒) 後に停止した。その19フレーム (約0.63秒) 後に事象が終了した。

④逆方向遅延駆動事象 (Reversed Delayed Launching event : 以下、RDEL事象と表記)

事象の開始時には、画面の右端に赤い正方形があり、中央に青い正方形があった。事象の開始から19フレーム (約0.63秒) 後に赤い正方形が青い正方形に向かって動き始め、45フレーム (約1.50秒) で青い正方形に接触した。青い正方形は接触してから22フレーム (約0.75秒) 後に画面の左端に向かって動きはじめ、事象の開始から131フレーム (約4.36秒) 後に停止した。その19フレーム (約0.63秒) 後に事象が終了した。

装置

22インチのPCモニタ上 (MITSUBISHI Diamondcrysta WIDE)に各刺激を呈示した。このモニタは、画面以外を黒いパネルで覆われていた。

刺激事象は、Macromedia FLASH MXおよびAdobe Flash Professional CS6を用いて作成された。実験者は、パネルの後方で、ノート型PCによって刺激呈示の操作およびイトラッカーの操作を行った。

手続き

DL条件

DL事象を10回提示した後 (正方向フェイズ)、RDL事象を10回提示した (逆方向フェイズ)。事象間には1.00秒のブラックアウトが挿入された。

DEL条件

DEL事象を10回提示した後 (正方向フェイズ)、RDEL事象を10回提示した (逆方向フェイズ)。事象間には1.00秒のブラックアウトが挿入された。

教示

調査対象には、青い四角形と赤い四角形が登場する短い動画が繰り返し呈示されることを説明し、その動画を顔を動かさずして注視するよう求めた。また、動画の見方には決まりはなく、思うままに注視するよう求めた。

注視時間の計測

調査対象の刺激事象への注視反応の解析には、Tobii pro Glasses 2を用いた (以下、イトラッカーと表記する)。サンプリングレートは50Hzであった。

調査対象は、画面から約50cmの距離に置いたイスに腰掛けた。顔の高さと画面の高さが同じになるよう、イスの高さを調整した。

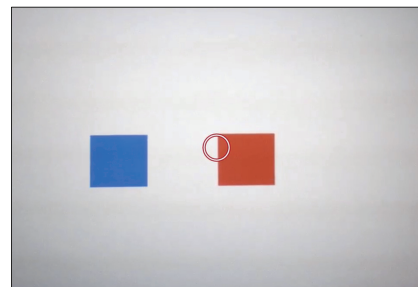


図2 分析に用いた映像データのスナップショット (赤い四角形にかかった円がイトラッカーの注視点) この図では、調査対象は接触領域を注視している。

注視時間の計測

イトラッカーで計測した視線データから (図2)、1フレーム (= 1/30秒) ごとの注視時間を求めた。

本研究ではとくに、始点領域、接触領域、終点領域 (図3) の3つの領域への注視時間 (視線の停留時間) に注目し、この値を分析した。下で説明する各領域内に注視点が完全に入っているフレーム数をカウントした。また、本研究では、同じ場所を3フレーム以上続けて注視した場合のみ、調査対象がその場所を注視したものとみなした。

今回は、注視時間の計測は、Adobe Premiere Pro CS6を用いておこなった。この計測は、研究の目的を知らない計測者2名に依頼した。第1計測者は9名分を、第2計測者は4名分を計測した。2名の計測したデータの相関係数の平均値は.87であった。分析には、第1計測者のデータを用いた。

始点領域 (図3左: 逆方向フェイズでは下の終点領域が始点領域となる)

横幅: 始めに青い対象 (ここで対象とは刺激事象内の正方形をさす) が静止している位置の左端から、青い対象の1辺の2倍の長さ (逆方向事象の場合は、赤い対象) 縦幅: 青い対象 (赤い対象) の上下に注視点を表す円の直

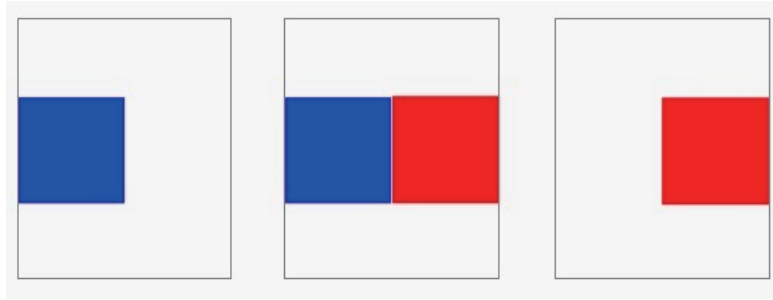


図3 分析の対象となった注視の領域

正方向フェイズでは、左から始点領域、接触領域、終点領域となり、逆方向フェイズでは、始点領域と終点領域が逆になる。

径分を加えた長さ

DL条件 この領域には、事象の開始時に青い対象 (RDL事象の場合は、赤い対象) が静止しており、30フレーム (1.00秒) 後に動き始める。そして、動き始めてから15フレーム (約0.50秒) で青い対象はこの領域を完全に抜けていく (対象がこの領域に存在するのは、開始から45フレームとなる)。

DEL条件 この領域には、始めに青い対象 (RDEL事象の場合は、赤い対象) が19フレーム (約0.63秒) 静止しており、動き始めてから15フレーム (約0.50秒) で青い対象はこの領域を完全に抜けていく (対象がこの領域に存在するのは、開始から34フレームとなる)。

接触領域 (図3中央)

横幅：青い対象と赤い対象が接触している状態

縦幅：始点領域と同じ

DL条件 この領域には、始めに赤い対象 (RDL事象の場合は青い対象) が静止している。DL事象では、事象の開始から56フレーム (約1.87秒) 後に青い対象がこの領域に入りはじめ、その19フレーム (約0.63秒) 後 (開始から75フレーム、約2.50秒後) に2つの対象が接触、その15フレーム (約0.50) 後に赤い対象がこの領域を完全に抜けていく (2つの対象が同時にこの領域に存在するのは34フレームとなる)。

DEL条件 DEL事象では、事象の開始から46フレーム (約1.53秒) 後に青い対象がこの領域に入りはじめ、その19フレーム (0.63秒) 後 (開始から65フレーム、約2.17秒後) に2つの対象が接触、赤い対象は接触の22フレーム (約0.75秒) 後に動きはじめ、その15フレーム (約0.50秒) 後に赤い対象がこの領域を完全に抜けていく (2つの対象が同時にこの領域に存在するのは56フレームとなる)。

終点領域 (図3右：逆方向フェイズでは上の始点領域が終点領域となる)

横幅：赤い対象が最後に停止する位置の右端から、赤い対象の1辺の2倍の長さ (逆方向事象の場合は、青い対象)

縦幅：始点領域と同じ

DL条件 この領域には、始めは何もなく、事象の開始から87フレーム (約2.90秒) 後に赤い対象 (RDL事象の場合は青い対象) が進入し始め、開始から120フレーム (4.00秒) 後に停止する。赤い対象はその後、1.00秒静止する (対象がこの領域に存在するのは63フレームとなる)。

DEL条件 この領域には、始めは何もなく、事象の開始から95フレーム (約3.17秒) 後に赤い対象 (RDEL事象の場合は青い対象) が進入し始め、開始から131フレーム (約4.36秒) 後に停止する。赤い対象はその後、19フレーム (約0.63秒) 静止する (対象がこの領域に存在するのは55フレームとなる)。

各領域への注視時間の分析とその結果

各領域への注視時間の平均と標準偏差を表1に示した。まず、これらの値を、条件 (2) × フェイズ (2) × 領域 (3) の3要因分散分析にかけた。分析には、IBM SPSS Statistics 23を用いた。各条件において、正方向フェイズと逆方向フェイズがあったが、注視時間の分析には、各調査対象における各フェイズの10試行の平均値を用いた。また、分散分析の際は、これらの注視時間のデータを対数変換した値を用いた。

3要因分散分析の結果、まず、条件×領域の交互作用が有意となった ($F(2, 16) = 4.62, p < .05$)。さらに分析を進めた結果、条件の単純主効果は、接触領域 ($F(1, 8) = 18.73, p < .01$) および終点領域 ($F(1, 8) = 7.51, p < .05$) において有意であり、接触領域ではDEL条件の

表1 DL条件およびDEL条件における各領域への注視時間の平均 (と標準偏差)

	DL条件		DEL条件	
	正方向フェイズ	逆方向フェイズ	正方向フェイズ	逆方向フェイズ
始点領域	.725 (.172)	.638 (.296)	.601 (.263)	.564 (.247)
接触領域	1.290 (.477)	1.107 (.371)	1.612 (.531)	1.545 (.424)
終点領域	1.114 (.192)	1.026 (.357)	.877 (.236)	.890 (.212)

ほうが、終点領域ではDL条件のほうが注視時間が長かった。また、領域の単純主効果は、DL条件 ($F(2, 16) = 7.34, p < .05$) およびDEL条件 ($F(2, 16) = 21.68, p < .01$) とともに有意であった。ボンフェローニの方法による多重比較の結果、まずDL条件では、始点領域と接触領域の間と始点領域と終点領域の間に5%水準で有意差がみとめられ、接触領域と終点領域の間には有意差が見られなかった。一方、DEL条件では、始点領域と接触領域の間、終点領域と接触領域の間、終点領域と接触領域の間に5%水準で有意差がみとめられた (始点領域 < 終点領域 < 接触領域)。

また、領域の主効果が有意となった ($F(2, 16) = 16.42, p < .01$)。ボンフェローニの方法による多重比較の結果、始点領域と接触領域の間、始点領域と終点領域の間に5%水準で有意差がみとめられた。接触領域と終点領域の間には有意差が見られなかった。

この他の主効果および交互作用はすべて有意にならなかった。

条件の主効果が有意にならなかったことから、調査対象の2種類の刺激事象への注視時間に偏りがなかったこと、いずれかの事象への選好がなかったことが示唆された。また、フェイズの主効果が有意にならなかったことから、事象の進行する方向による認知の偏り、あるいは事象のくり返し呈示による影響 (学習) は見られなかったことが示唆された。

考察

以上の結果から、調査対象が、DL事象およびDEL事象に対し、異なる情報処理をしていた可能性が示唆されたといえる。調査対象は、DL条件においては、始点領域よりも接触領域および終点領域をより長く注視したが、接触領域と終点領域への注視時間に差はみられなかった。一方、DEL条件では、接触領域への注視時間が、始点領域および終点領域への注視時間よりも長かった。接触領域は、2つの対象の動きの因果関係の重要なポイントであり、両条件においてこの領域への注視時間が長かったことは妥当な結果であるといえる。

しかしながら、終点領域への注視について、条件間で明らかな違いがあった。調査対象は、DL条件においては終点領域を接触領域と同様の水準で長く注視したのに対し、DEL条件では、終点領域への注視はそれより低い水準であった。また、終点領域への注視は、DL条件においてDEL条件よりも長くなった。とくに、DL条件において接触領域への注視時間と終点領域への注視時間に差がみられなかったことは一見不思議な結果である。これらの領域

に存在した対象の数には偏りがあり (接触領域には2つの対象が同時に存在する時間があった)、単純な情報処理の負荷について考えた場合、接触領域への注視時間のほうが長くなる可能性があるからである。

筆者は、これらの結果を受け、本実験の調査対象は、DEL条件ではおもに2つの対象の動きの追視をおこない、DL条件では、2つの対象の動きの追視に加え、その因果関係の認知をおこなっていたのではないかと考えた。この可能性について検討するために、次の分析をおこなった。

先行注視の分析とその結果

本研究では、接触領域と終点領域への注視のうち、それぞれの領域に動く対象が侵入する前にこれらの領域を注視した時間を先行注視と定義した。筆者は、接触領域への先行注視は因果関係の発生する地点への、終点領域への先行注視は因果関係の結果への予見的 (先回りの) 注視を意味すると考えた。これに関連して、Falck-Ytter, Gredebäck, and von Hofsten (2006) は、他者の目標指向的行為を観察しているときの、大人と乳児の眼球運動を分析し、他者の行為を予見するような先回りの眼球運動が生起することを明らかにしている。この研究の実験において、大人および生後12ヶ月の乳児は、他者がある対象 (おもちゃ) をある目標 (バケツ) まで手で運ぶという目標指向的行為を目撃した。このときの眼球運動がアイトラッカーによって分析された。その結果、彼らは、手とおもちゃがバケツに到達した時点よりも有意に早くバケツへの注視を開始していたことが示されたのである。Falck-Ytterらの研究は、他者の行為の予見に関するものであるが、筆者は、本研究の調査対象が、Launching事象の因果関係を認識し、たとえば、2つの対象に押し手と受け手のような役割を付与したならば、その行為の目標や結果を予見するような注視が起こる可能性があると考えた。

各調査対象において、接触領域と終点領域の各領域への先行注視が起こった試行の割合を算出し (先行注視率: $0 < P < 1$)、この値を、条件(2) × フェイズ(2) × 領域(2) の3要因分散分析にかけた。各領域への先行注視率の平均と標準偏差を表2に示した。分散分析の際は、先行注視率を逆正弦変換した値を用いた。

3要因分散分析の結果、まず、条件 × 領域の交互作用が有意であった ($F(1, 8) = 6.34, p < .05$)。さらに分析を進めた結果、条件の単純主効果は、接触領域 ($F(1, 8) = 8.00, p < .05$) および終点領域 ($F(1, 8) = 59.85, p < .01$) において有意であり、いずれにおいてもDL条件のほうがDEL条件よりも値が大きかった。領域の単純

表2 DL条件およびDEL条件における各領域への先行注視率 (と標準偏差)

	DL条件		DEL条件	
	正方向フェイズ	逆方向フェイズ	正方向フェイズ	逆方向フェイズ
接触領域	.769 (.237)	.689 (.195)	.628 (.301)	.554 (.268)
終点領域	.410 (.190)	.375 (.203)	.069 (.061)	.057 (.067)

主効果は、DL条件 ($F(1, 8) = 11.95, p < .01$) およびDEL条件 ($F(1, 8) = 28.92, p < .01$) とともに有意であり、終点領域よりも接触領域のほうが値が大きかった。

また、条件の主効果が有意であり ($F(1, 8) = 32.34, p < .01$)、DEL条件よりもDL条件のほうが値が大きかった。さらに、領域の主効果が有意であり ($F(1, 8) = 20.05, p < .01$)、終点領域よりも接触領域のほうが値が大きかった。

フェイズの主効果は有意にならなかった。

考察

以上の結果から、両条件において、接触領域への先行注視率が終点領域への先行注視率よりも高かったことが示唆された。接触領域は事象内の対象の動きの因果関係における重大な領域であり、この領域への先行注視が起こったこと、それがDEL条件よりもDL条件においてより高い割合で起こったことは因果性の認知の観点から妥当であると考えられる。一方、終点領域への先行注視は、DEL条件よりもDL条件においてより高い割合で起こったことが示唆された。表2から、DEL条件では、終点領域への先行注視はほとんど起こっていなかったことがわかる。先述のように、筆者は、終点領域への先行注視は因果関係の結果への予見的注視を意味すると考えた。他者の目標指向的行為を目撃したときに行為の目標への先行注視が起こると同様に (Falck-Ytter, et al., 2006)、DL事象においても、その結果への先行注視が起こった可能性が示唆されたといえる。

刺激事象の解釈の結果と考察

実験後に、各調査対象に対し、2種類の刺激事象をどの

表3 刺激事象の解釈についての言語報告の結果

DL事象
青 (赤) が当たったら赤 (青) が進む [†]
四角い氷が滑ってもう一つの氷に当たった [†]
青 (赤) が赤 (青) を押し出した [†]
青 (赤) と赤 (青) が衝突して赤 (青) がはじかれた [†]
ビリヤードの玉の動き (手玉が的球に当たった)
積み木と積み木が衝突した
DEL事象
バトンタッチの様子 ^{††}
青 (赤) がぶつかった衝撃を赤 (青) が吸収しきれずに動いた [†]
赤 (青) が青 (赤) を待っていて、青が止まったら動く
止まっていた赤 (青) のほうが青 (赤) よりも重かったので、動き出すまで時間がかかった
青 (赤) と赤 (青) がくっついて、赤 (青) が自分で離れた
(直接接触事象と違って) 青 (赤) が赤 (青) を押し出すのではない
わからない

^{††}は3名から、[†]は2名から回答があった

ように解釈したのかを尋ねた結果、表3のような回答が得られた (この項については、10名の調査対象のデータを掲載している)。

この結果から、まず、調査対象が、DL事象を物理的な因果性に基づいて解釈していたことが示唆されたといえる。例えば個人差があるものの、作用を与える対象と作用を受ける対象という因果的役割を付与している点はすべての調査対象に共通していた。また、ほとんどの調査対象において、このような回答が質問からまもなく得られた (ただし、質問から回答までの所要時間については測定しておらず、客観的な証拠はない)。この結果は、Michotte (1963) の著述に一致している。

一方、すべての調査対象において、DEL事象の解釈の際に、回答に詰まり、熟考する様子が観察された。1名の調査対象からは、最後まで回答が得られなかった (どういふ事象なのかわからない、という回答となった)。DL事象と同様に物理的な因果性を付与する回答も見られたが、人間の行為に例えるような回答 (アニミズムの適用) など、事象の物理特性を超えた回答も多かった。また、回答が得られるまでの時間がDL事象のときに比べて明らかに長かったことから、実験中にこのような例示を思いついていた調査対象はいなかったと推察される。

まとめ

本研究の実験の結果、今回の調査対象となった成人女性が、DL事象とDEL事象を因果性に基づいて区別していたことが確かめられた。イトラッカーを用いた注視反応の計測データから、まず、彼女たちが、DL事象において、2つの対象の動きの因果性が生起するポイントとなる接触領域と、因果関係の結果が示される終点領域の両領域をよく注視していたことが示された。一方、DEL事象においては、終点領域への注視は接触領域への注視に比べて短かった。さらに、両事象が呈示されたときには、これら2つの領域への先行注視が生起していたが、終点領域への先行注視は、DL事象のときに顕著であった。

これらの結果から、筆者は、調査対象が、DL事象については、2つの対象の動きの原因と結果の関係に注意し、その重大なポイントとなる箇所を選択的に注視したと考えた。また、DL事象に対する注視時間と、DEL事象に対する注視時間との差は、因果関係の認知の有無に基づくと考えた。このことは、実験後に調査対象に回答を求めた両事象の解釈の結果からも示唆される。調査対象は、DL事象に対しては、迷わずに物理的因果性を付与していたが、DEL事象に対しては、人間の動きに例えるなど、時間をかけて因果関係を推察、創出していた。実験中の調査対象が、DL条件においては、事象を因果性に基づいて認知し、DEL条件においては、対象の動きの単純な追視に従事していた可能性が示唆される。ただし、本研究では、事象の解釈のしかたと注視反応との関連については直接的に検証していない。しかしながら、このような観点は、たとえば、DL事象の因果性はこの事象を目撃したことにより自動的に認知されたのか、あるいは物体の動きの因果についての知識に基づく推論に基づいて構成されたのかというような、因果的認知のメカニズムについて考えるうえでも重要であ

る (e.g., Oakes & Cohen, 1995; 小杉, 2014a)。この点についてのより詳細な検証は今後の課題としたい。

また、本研究では、先行注視を、接触領域と終点領域への注視のうち、それぞれの領域に動く対象が侵入する前にこれらの領域を注視することと定義し、このような注視の発生のしかたが条件間で異なることを示したが、この結果の解釈については推測の域を出ない。この妥当性については、対象の運動の視知覚に関する研究なども参照しながら、更なる検証をおこなう必要がある。

Launching事象は、2つの対象の接触に関する時空間的關係を操作することによって、DL事象とDEL事象のほかにも、さまざまな事象を作り出すことができる (たとえば、非接触事象)。今回と同様の実験を他のLaunching事象を用いておこなうことにより、この事象の因果性の認知についてより詳細に検討することが可能になる。

本研究を予備的研究と位置づけ、今回明らかになった課題を念頭に置き、同様の研究を進めていきたい。

謝辞

本研究の実験および分析にご協力いただいた学生みなさんに感謝いたします。なお、本研究はJSPS科研費25380984および静岡文化芸術大学平成27年度学長特別研究費の助成を受けたものです。

引用文献

Blakemore, S. J., Fonlupt, P., Pachot, M., Darmon, C., Boyer, P., Meltzoff, A. N., Segebarth, C., and Decety, J. (2001), "How the brain perceives causality: an event-related fMRI study,"

NeuroReport, 12, pp. 3741-3746.

Choi, H., and Scholl, B. J. (2006) "Measuring causal perception: Connections to representational momentum?" *Acta Psychologica*, 123, pp. 91-111.

Falck-Ytter, T., Gredebäck, G., and von Hofsten, C. (2006), "Infants predict other people's action goals," *Nature Neuroscience*, 9 (7), pp. 878-879.

Fugelsang, J., Roser, M., Corballis, P., Gazzaniga, M., and Dunbar, K. (2005), "Brain mechanisms underlying perceptual causality," *Cognitive Brain Research*, 24, pp. 41-47.

小杉大輔 (2014a), 「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』, Vol. 14, pp. 45-52.

小杉大輔 (2014b), 「JSPS科研費 基盤研究 (C) 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 2013年度研究実施状況報告書」<https://kaken.nii.ac.jp/d/p/25380984.ja.html> (参照日: 2015年9月26日)

Kosugi, D., Ishida, H., and Fujita, K. (2003), "10-month-old infants' inference of invisible agent: Distinction in causality between object motion and human action," *Japanese Psychological Research*, 45, pp. 15-24.

Michotte, A. E. (1963), *The perception of causality*. New York: Basic.

中村 浩 (2006), 「ミショットの因果関係知覚」『北星学園大学短期大学部北星論集』, 第4号, pp. 43-56.

Newman, G. E., Choi, H., Wynn, K. and Scholl, B. J. (2008), "The origins of causal perception: Evidence from postdictive processing in infancy," *Cognitive Psychology*, 57, pp. 262-291.

Oakes, L. M. (1994), "Development of infants' use of continuity cues in their perception of causality," *Developmental Psychology*, 30, pp. 869-879.

Oakes, L. M. and Cohen, L. B. (1990), "Infant perception of a causal event," *Cognitive Development*, 5, pp. 193-207.

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

Saxe, R., J.B. Tenenbaum, J. B. and Carey, S. (2005), "Secret Agents: Inferences about hidden causes by 10- and 12-month-old infants," *Psychological Science*, 16, pp. 995-1001.

