

# 行動結果に対する視覚的注意の時間特性

田中 拓海  
田中 観自

東京大学大学院人文社会系研究科  
九州大学基幹教育院

行動によって生じた刺激（行動結果）は内的に予測可能であるため、行動と独立に生じた外的刺激に比べて、注意を引きつけやすい。しかし、行動の結果が「いつ生じるか」という時間的予測と注意の関係は不明であった。本研究では、先行手がかり課題を用いて行動から刺激提示までの遅延時間が注意に与える影響を調べた。実験の結果、行動後に提示された手がかりは外的手がかりに比べて注意を捕捉したが、その効果は遅延時間によって調整された。試行間で遅延時間が一定（時間的予測が可能）な場合は、行動直後に出現した手がかりが最も強く注意を捕捉した。一方、遅延時間がランダムなときには、行動直後に出現した手がかりによる注意捕捉が減弱した。これらの結果から、行動結果に対する注意は、行動に近接して結果が出現することを予測する感覚運動プロセスと課題内で経験された分布に基づいて期待を形成するプロセスの両方によって駆動されることが示唆された。

Keywords: action-effect monitoring, temporal prediction, temporal context, visual attention, cueing effect.

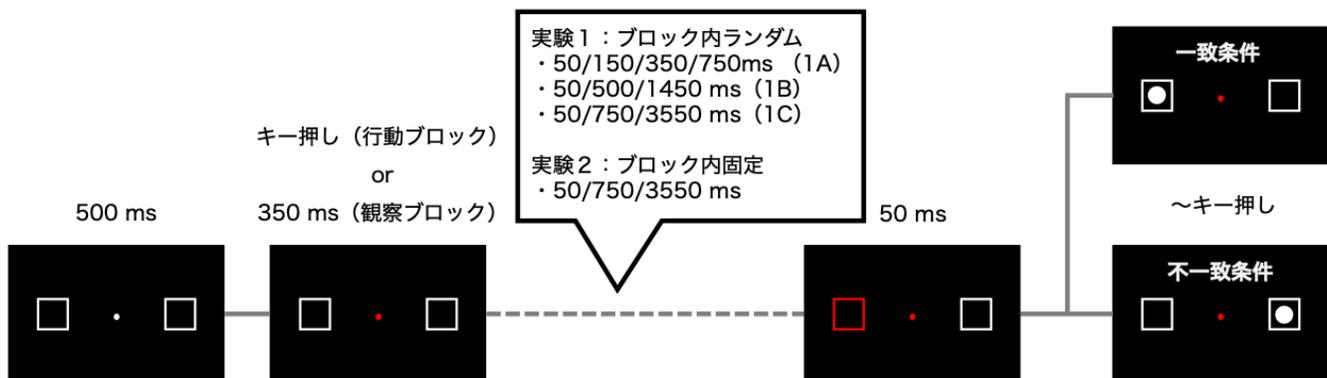
## 問題・目的

人は自らの行為の結果を継続的に監視しており、行為の結果（action-effect）として知覚され得る刺激は、行為と無関係に生起する外的刺激よりも優先的に処理され、視覚的注意をより強く捕捉することが報告されている（e.g., Kumar, 2015）。一方、行為結果処理と注意定位はいずれもサブセカンドの時間経過に強く依存するが、行為から結果刺激までの時間間隔（action-effect interval: AEI）が結果刺激による注意捕捉に与える影響は十分に検討されていない。本研究は、空間手がかり課題における手がかり効果を指標として、(1) 行為によって生起する注意手がかりが外的な注意手がかりよりも大きな手がかり効果を生むか、(2) その優位性がAEIの長さ（時間的接近性）でどのように変化するか、(3) その変化がAEIの絶対値に依存するかの、あるいはブロック内での遅延分布という時間文脈（混合提示かブロック固定か）に依存して相対化されるのかを、4つの実験で検討した。

## 方法

実験はオンラインで実施された。実験課題はポズナー型の空間手がかり課題であり、試行開始時に黒背景上の中央に注視点、左右にプレースホルダが提示された（図1）。注視点が白から赤に変化することが go-signal となり、行動条件では参加者が中央キーを押すことによって、左右いずれか一方のプレースホルダが 50 ms 赤くフラッシュする注意手がかりが提示された。各実験において、キー押しから注意手がかりの提示までの時間 = AEI が操作された（詳細は後述）。観察条件では、参加者はキー押しを行わず、go-signal の提示から一定時間経過後に注意手がかりが自動提示された。注意手がかりの提示直後、白色ターゲット（円）が左右いずれかのプレースホルダ内に出現し、参加者はターゲット位置に対応する左右いずれかのキーをできるだけ速く押した。注意手がかり位置（左/右）とターゲット位置（左/右）は等確率であり、注意手がかりとターゲットが同位置の valid 試行と異位置の invalid 試行が 50%ずつ生じた。

図1. 空間手がかり課題の一試行の流れ



注意捕捉の指標として、正反応試行の反応時間 (RT) にもとづき、条件ごとに手がかり効果 =  $\text{invalid 試行 RT} - \text{valid 試行 RT}$  (ms) を算出した。また、行動条件の手がかり効果から観察条件のそれを引いたものを行動優位効果と定義した。試行レベルでは RT が 100 ms 未満または 1000 ms 超の試行、誤反応試行、欠測を分析から除外した。また、これらの除外試行が全試行の 15% を超える参加者のデータすべてを分析から除外した。

AEI は、実験 1A で 50/150/350/750 ms、実験 1B で 50/500/1400 ms、実験 1C で 50/750/3550 ms の条件を実験ブロック内で混合して操作した。実験 2 では 50/750/3550 ms のいずれか一つの AEI を各ブロック内で固定し、実施順序のカウンターバランスを取った。全ての実験において観察条件では、行動条件で go-signal からキー押しまでにかかる時間を考慮し、go-signal から注意手がかりまでの物理的間隔を一定量長く設定した (AEI+350 ms)。分析として、手がかり効果に対する課題 (行動/観察) × AEI の被験者内分散分析で行い、必要に応じて事後比較を行った。

## 結果

実験 1A (N = 39 ; 50/150/350/750 ms) では課題の主効果 (行動 > 観察)、AEI の主効果、および交互作用が有意であった (課題 :  $F(1,38) = 41.37, p < .001$  ; AEI :  $F(2.65,100.62) = 22.03, p < .001$  ; 交互作用 :  $F(2.76,104.83) = 6.51, p < .001$ )。平均手がかり効果 (ms) は観察条件が 50/150/350/750 ms で 42.2/49.0/50.0/53.4、行動条件が 45.1/62.3/68.4/73.7 であり、行動優位は最短 AEI (50 ms) では小さい一方、150–750 ms で顕著となり、AEI が長いほど拡大した。

実験 1B (N = 45 ; 50/500/1400 ms) でも課題の主効果と AEI の主効果はいずれも有意で (課題 :  $F(1,44) = 23.89, p < .001$  ; AEI :  $F(1.94,85.43) = 28.04, p < .001$ )、交互作用は傾向にとどまった

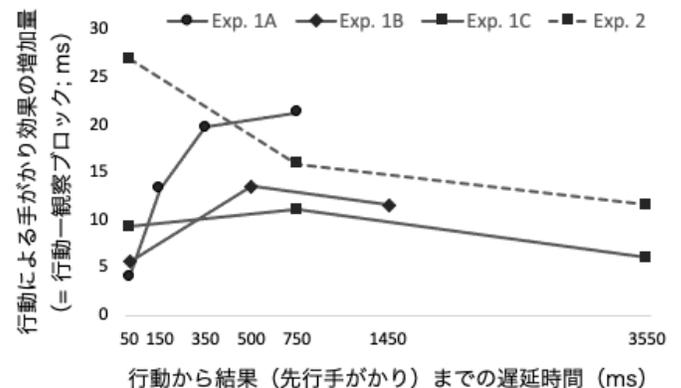
( $F(1.96,86.20) = 2.97, p = .059$ )。平均手がかり効果は観察条件で 39.4/45.4/56.1、行動条件で 45.1/61.9/68.4 であり、両条件で AEI に伴う増加がみられる中でも行動条件の増加がより大きく、行動優位は少なくとも 1400 ms まで維持された。

実験 1C (N = 38 ; 50/750/3550 ms) では課題の主効果のみが有意で ( $F(1,37) = 8.22, p = .007$ )、AEI の主効果 ( $p = .142$ ) と交互作用 ( $p = .906$ ) は有意でなかった。平均手がかり効果は観察条件で 36.2/35.9/42.5、行動条件で 44.5/45.7/49.4 であり、行動優位は 3550 ms まで残存したが、実験 1A、1B で見られたような遅延に伴う増加傾向は見られず、この範囲では AEI に対して比較的ロバストな行為効果が示唆された。

一方、AEI をブロック化した実験 2 (N = 38 ; 50/750/3550 ms) では、課題の主効果と AEI の主効果が有意で (課題 :  $F(1,37) = 49.63, p < .001$  ; AEI :  $F(1.84,68.07) = 7.09, p = .002$ )、交互作用は有意ではなかった ( $p = .140$ )。平均手がかり効果は観察条件で 45.7/41.5/37.6、行動条件で 71.8/56.7/53.2 であり、行動条件に限って短 AEI (50 ms) が中・長 AEI より大きい手がかり効果を示した。すなわち、試行内混合 (実験 1) で観察された「長いほど行動優位が拡大する」傾向とは逆に、ブロック固定では「短いほど行動優位が大きい」傾向が現れた。

各実験で観察された行動優位効果を図 2 に示す。

図 2. 各実験における行動優位効果



## 考察

実験の結果、行動結果の遅延時間が注意に与える影響はその予測性によって異なることが示された。試行間で遅延時間が一定な場合 (実験 2) は、行動直後に出現した手がかりが最も強く注意を捕捉した。一方、遅延時間がランダムなとき (実験 1) は、行動直後の注意促進が減弱した。実験 1A・1B のように狭い範囲で刺激の提示タイミングがばらつく状況において、ヒトはその全体的な分布を学習し、相対的に早いタイミングでの刺激生起を予測しづらくなる (Nobre, 2001)。最初から予測可能であった実験 2 ではそのような課題依存の期待が生じなかったと考えられる。これらの結果は、行動の直後に結果が生じることを期待する事前信念と、課題経験に基づくトップダウンな期待を反映したものと解釈できる。本研究から、行動によって「何が起こるか」の予測だけではなく、行動結果が「いつ生じるのか」の予測も注意を駆動し、行動結果のモニタリングを促進しうることが明らかになった。

## 引用文献

- Kumar, N., Manjaly, J. A., & Sunny, M. M. (2015). The relationship between action-effect monitoring and attention capture. *J. Exp. Psychol. Gen.*, *144*(1), 18–23.
- Nobre, A. C. (2001) Orienting attention in time. *Neuropsychologia*, *39*, 1317–1328.