

自動制御オブジェクトに対する操作主体感の維持： 目標指向行動とオブジェクト応答の影響

中島 亮一
上田 彩子
日根 恭子
岩井 律子
熊田 孝恒

東京大学・理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター
理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター
東京電機大学・理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター
理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター・京都大学
京都大学・理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター

自動制御されたシステムを操作すると、主体感（自分が操作しているという感覚）は低下する。その状況下で、主体感を維持させることは可能だろうか。本研究では、行為の目標となるゴールの存在が、主体感に影響するかを検討した。実験では、画面上を移動する黒い円をキー押しによってゴール付近、あるいは自由な位置に停止させる課題を行い、主体感を測定した。その際、キー押しとは無関係にボールが停止する試行（自動制御試行）が存在することを教示した。その結果、ゴールが明示されると、自動制御オブジェクトに対する主体感の低下が軽減された。さらに、自分の操作に対するオブジェクト応答が、それが課題となる制御とは無関係（今回は、キー押しに応じて円が白く瞬く）でも、操作主体感に影響するかを検討した。その結果、瞬き有条件では無条件よりも主体感は高かった。つまり、自動制御オブジェクト操作に対する主体感を維持させることは可能である。

Keywords: Sense of agency, Automatic control, Goal-directed action, Object response

問題・目的

人は外界に対して行動を起こし、それに対する反応・結果を受け取っている。その際、外界で起こった結果が、自分の行動によるものだという「主体感」が生じる（Haggard & Chambon, 2012）。本研究では、道具などの操作に対する主体感のことを「操作主体感」と呼ぶ。近年、様々な道具の操作が、自動制御システムに置き換えられている（例えば自動運転車）。これは、自ら操作をしなくてよいため、道具利用者を楽にする。一方、操作自体を楽しむという側面からは、自分が操作しているという操作主体感は重要な要因であり、操作主体感の喪失は問題である。

そこで本研究では、自動制御時における操作主体感を維持させるために有効な要因を検討した。特に、運転をはじめとする様々な操作においてよく起こりうる要因として、目標指向行動（例：ブレーキの場合、目標とする空間に車を停止させる）、漸進的な結果の現れ方（例：ブレーキを踏むと徐々に減速して停止する）に焦点を当て、それらが操作主体感の主観評価に与える影響を検討した。さらに、自動制御されたオブジェクトが自分の行為に対して応答を返すと、それが主体感に影響するかを検討した。

実験1では、自動制御課題（ボタン押しをしてもらうが、それとは無関係にボールが停止する課題）における、目標指向行動と漸進的な結果表出が主体感に与える影響を検討した。実験2では、オブジェクト応答が自動制御オブジェクトの操作に対する主体感に与える影響を検討した。

実験

方法

実験1に26名（20-23歳）、実験2に24名（19-23歳）が参加した。

実験では、実験参加者は、画面の左側から黒い円刺激（直径100 pixels）が右方向へ移動するのを観察した（図1）。そして、適切なタイミングでキーを押して、その円刺激にブレーキをかけるという課題を行った。円刺激が停止した後、実験参加者は、円刺激を停止させるという結果に対し、どの程度自分が関与したか（主体感評定値）を、実験1では、1（まったく関与していない）～100（自分が停止させた）、実験2では0～10の数値入力によって回答した。

実験1は、2（ゴールの有無）×2（停止という結果の現れ方）のブロック間デザインであった。ゴールの有無については、ゴールなし（自分の好きなタイミングで円刺激にブレーキをかける）、ゴールあり（円刺激を150 pixels四方の四角形の枠の近くに停止させるように、適切なタイミングでブレーキをかける）という条件が存在した。また、結果の現れ方については、ブレーキが利き始めると、すぐに停止する条件、徐々に減速して停止する条件が存在した。各ブロックでは、キー押しとは無関係に停止する試行を45試行、キー押しすると100ms後にブレーキがかかる試行をキャッチ試行として15試行、ランダムな順序で行った。参

加者には、事前に、キー押しとは無関係に円刺激が停止する自動制御試行が混ざっていることを教示した。自動制御時には、円刺激はゴールの中心から300 pixels以内のランダムな位置に停止した。

実験2では、ゴールあり・減速して停止ブロックの課題を行った。参加者のキー押しとは独立にブレーキがかかる自動制御試行が90試行、キャッチ試行が15試行であり、ブロック内でランダムな順序で行った。自動制御試行のうち、半数の試行では、キー押しの瞬間に黒い円刺激が白く瞬き、半数の試行では、黒のままであった。キャッチ試行では、円刺激は黒のままであった。自動制御時には、円刺激はゴールの中心から250 pixels以内のランダムな位置に停止した。

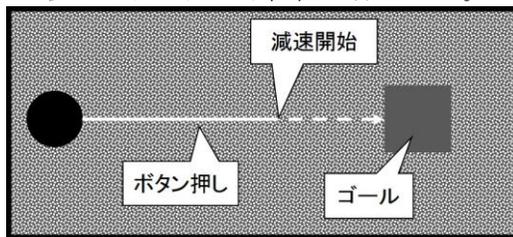


Figure 1. Examples of the stimuli: Goal-present and Gradual-stop condition. The circle stopped independently of the keypress.

結果と考察

Table 1に、各実験における各条件の主体感評定値をまとめたものを示す。

実験1 キャッチ試行である手動制御試行における主体感評定値を分析した。ゴールがある条件において低い評定値となった [$F(1, 25) = 5.39, p = .02$]。これは、ゴールの存在により、課題成績が明確になった結果だと考えられる (Wen et al., 2015) さらに、徐々に減速する条件で低い評定値となった [$F(1, 25) = 97.33, p < .001$]。漸進的に効果が現れる場合、行為と効果の時間的な結合が曖昧になるため、主体感が低下したと考えられる。また、全体的に自動制御試行における評定値は、手動制御試行よりも低かった。その上で、自動制御試行について、ゴールあり条件で、主体感評定値は高かった [$F(1, 25) = 38.9, p < .001$]。また、減速して停止する条件における評定値が、すぐに停止する条件よりも高かった [$F(1, 25) = 20.8, p < .001$]。つまり、自動制御試行では、手動制御とは逆の結果となった。

実験2 全体的に自動制御試行における評定値は、手動制御試行 (キャッチ試行) よりも低かった。その上で、キー押しに対する円刺激の応答 (白く瞬く) の有無における主体感評定値を比較したところ、オブジェクト応答があると、オブジェクト操作に対する操作主体感は上昇した [$t(23) = 3.15, p = .004$]。また、追加実験により、この効果は、オブジェクトが白く瞬いたことで参加者の注意をひきつけたために起こったことで

はないことを確認した。さらに、このオブジェクト応答による主体感の上昇は、手動制御試行だと明示されている状況では起こらないことも明らかになった。

考察

実験1の結果より、目標指向行動、漸進的な結果表出という要因は、手動制御における操作主体感を低下させる一方、自動制御における主体感を上昇させることが明らかになった。よって、これらの要因は、自動制御時の操作における主観的な主体感の維持に有効だと考えられる。

さらに、実験2の結果より、キー押しという行為に対して、オブジェクトが応答を示すと、それが操作自体には無関連であっても、操作主体感を上昇させることが明らかになった。

これらの結果は、自動制御試行における操作主体感に特異的である (手動制御試行とは異なる結果である)。主体感の生起には、行為の予測と実際の結果を比較し、さらにその時の状況を考慮し、解釈する必要がある。本研究で焦点を当てて検討した要因は、特に、行為の主体を自分に帰属させるか、自動制御システムに帰属させるかという解釈部分に影響を与えていると考えられる。つまり、主体感を生み出す機序における最終段階 (解釈の段階) に作用する操作を行うことで、自動制御オブジェクトに対する操作主体感を錯覚的に生み出すことは可能だと考えられる。

Table 1. Subjective ratings of sense of control in each experiment ($M \pm SE$)

(a) 実験 1			
		漸次停止	直後停止
自動制御	ゴールあり	52.4 ± 2.4	48.1 ± 2.7
試行	ゴールなし	35.9 ± 2.5	24.4 ± 2.5
手動制御	ゴールあり	58.2 ± 4.3	84.9 ± 2.8
試行	ゴールなし	67.2 ± 3.2	89.5 ± 2.6
(b) 実験 2			
		瞬きなし	瞬きあり
自動制御試行		5.8 ± 0.3	6.1 ± 0.2
手動制御試行		6.9 ± 0.2	—
	(キャッチ試行)		

注：実験1は1~100、実験2は0~10で評定

引用文献

- Haggard, P. & Chambon, V. (2012). Sense of agency. *Current Biology*, 22, R390-R392.
- Wen, W., Yamashita, A., & Asama, H. (2015). The influence of goals on sense of control. *Consciousness & Cognition*, 37, 83-90.