

# 運動主体感における行為の自由性と結果の情動価の相互作用

田中 拓海<sup>†</sup> 川畑 秀明<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学社会学研究科 〒108-8345 東京都港区三田 2-15-45

<sup>‡</sup> 慶應義塾大学文学部 〒108-8345 東京都港区三田 2-15-45

E-mail: <sup>†</sup> kino31513@gmail.com, <sup>‡</sup> kawabata@flet.keio.jp

あらまし 運動主体感とは、外界のある変化を引き起こしているのは自分であるという主観的な感覚であり、intentional binding と呼ばれる自発的行為とその結果の間に生じる主観的な時間的圧縮量はその潜在指標の1つとして用いられてきた。本研究では、強制選択あるいは自由選択といった行為の対象の選択方法と、行為の結果として実験参加者にフィードバックされる音声刺激の快／不快といった情動価を同時に操作することで、行為の自由性と結果の情動価の交互作用が運動主体感にもたらす影響について検討した。その結果、顕在的な帰属判断の前段階においても行為の自由性と結果の情動価の相互作用が intentional binding に影響を及ぼすことが明らかになった。

キーワード 運動主体感, intentional binding, 行動選択

## The sense of agency can be modulated by the interaction between action optionality and valence of outcomes.

Takumi TANAKA<sup>†</sup> Hideaki KAWABATA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Human Relation, Keio University, -2-15-45 Mita, Minato-ku Tokyo, 108-8345

<sup>‡</sup> Faculty of Literature, Keio University, -2-15-45 Mita, Minato-ku Tokyo, 108-8345

E-mail: <sup>†</sup> kino31513@gmail.com, <sup>‡</sup> kawabata@flet.keio.jp

**Abstract** The sense of agency is a feeling of control over one's actions to cause sensory events in the environment. Previous studies revealed that the number of action alternatives and the emotional valence of action outcomes respectively influence the intentional binding effect, as an implicit measure of the sense of agency. In measuring intentional binding, we manipulated the manner in which participants could select action alternatives (i.e., free or forced choice) and manipulated the emotional valence (positive or negative) of sounds as sensory outcomes of participants' actions. Results indicated that the sense of agency implicitly measured is influenced by the interaction between action optionality and valence of outcomes in advance of the explicit judgment of attribution.

**Keywords** sense of agency, intentional binding, action choice

### 1. 序論

ヒトは自発的に行動を選択し、環境に影響を与え、さらに変化した環境に応じた行動を選択するといった適応サイクルの中で生きている。このような過程を支えているのは、自らの行動を始発・制御し、その行為が外界の何らかの変化を引き起こしているといった、運動主体感 (sense of agency; e.g., Haggard & Tsakiris, 2009) と呼ばれる主観的な感覚である。この運動主体感の生起には複雑な情報処理が関わっていることが示唆

されており、そのメカニズムについては未だ議論が続いている。

運動主体感の指標の1つとして“intentional binding”が挙げられる (Haggard, Clark & Kalogeras, 2002)。intentional binding とは、ヒトの自発的行為とそれによる外界の変化の知覚の間に主観的な時間間隔の圧縮が生じる現象であり、結果を引き起こす行為が自発的な意図に基づいたものでなければ起こらないこと (Haggard, Clark & Kalogeras, 2002), また行為と結果の因果的関係の知識を必要とすること (Buehner, 2012)

から潜在的な運動主体感を反映していると考えられている。この指標を用いた研究により、行為の対象の選択肢が多いほど intentional binding における圧縮量が大きくなること (Zeynep, Barlas & Obhi, 2013) や行為の結果がネガティブな報酬価 (Takahata et al., 2012) や情動価 (Yoshie & Haggard, 2013) を伴う場合に圧縮量が小さくなることなどが明らかになっている。しかし、Zeynep et al. (2013) の実験では単に行為の選択肢 (キー押しにおけるボタン) の数を操作し、被験者が対象の選択を行えない条件においては押すボタンが固定されていたため、行為の自由性というよりも実験ブロックを通して1つのボタンしか使用しないことによる影響が生じていたとも考えられる。また、Yoshie & Haggard (2013) は被験者の行為の結果として与えられる音声刺激の情動価を実験ブロックごとに操作していたが、ここでも同じ情動価を持った刺激を連続で提示していることによる気分の変化の影響や、運動主体感の研究においてしばしば重要な要因とされる結果の予測値の影響が生じていた可能性が考えられる。

本研究の目的は、intentional binding において行為の対象を複数の選択肢から強制選択させた場合にも Zeynep et al. (2013) において行為対象を限定した場合と同様の影響が確認できるか、また結果の情動価が試行ごとにランダムであっても Yoshie & Haggard (2013) で見られたような情動価による圧縮量の低下が見られるかを検討することであった。同時にそれらの行為の自由性と結果の情動価の間に intentional binding への交互作用的な影響が見られるかを検討した。

## 2. 実験

本実験では、Yoshie & Haggard (2013) を改変した手続きを用いて、行為の自由性 (行為の対象の選択方法) と結果の情動価 (行為に対するフィードバックの快/不快) が intentional binding に及ぼす相互作用を検討した。

### 方法

**被験者:** 大学生・大学院生の 21 名 (平均年齢 21.4 歳、男性 9 名、女性 12 名) が参加した。被験者のうち 17 名は右利き、4 名は左利きであった。Intentional binding 課題において反応の標準偏差が被験者平均より  $\pm 3$  SD 以上超えて不安定であった男性被験者 1 名のデータが分析から除外された。

**装置:** 各課題にはディスプレイ (2233RZ, SAMSUNG) を用いられ、音声刺激の提示にはヘッドフォン (HDA200, SENNHEISER) が用いられた。実験は MacBook Pro (Apple, USA) を通じて Matlab (MathWork, USA) で作成したプログラムによって制御し、反応は USB 接続されたキーボードを押すことで行われた。なお、観察距離は約 60cm であった。

### 刺激と手続き:

本実験は音声評定課題と intentional binding 課題の 2 つによって構成された。

**音声評定課題:** 実験で用いる音声刺激として、The International Affective Digitized Sounds (IADS-2; Bradley & Lang, 2007) から 20 種類の音声を選定され、ヒトの非言語的な発声のみを含むように 700ms の持続時間にトリミングが施された。刺激は被験者ごとにランダムな順序で提示された。各試行の最初に被験者がキーボード上のスペースキーを押すと、画面が空白に切り替わって 500ms 後にヘッドフォンから音声提示され、その後情動価の評定画面へ切り替わった。情動価の評定は画面上の連続スケール (unpleasant:0~pleasant:200) 上の矢印をキーボードの左右の矢印キーを用いて移動させ、スペースキーを押して決定することで行われた。情動価の評定が終わると、覚醒度の評定が情動価と同様の方法によって連続スケール (calm:0~excited:200) 上で行われ、スペースキーが押されると次の試行の開始前の画面に切り替わった。それぞれの音声に対して各被験者がつけた評定値に基づいて intentional binding に用いるポジティブ/ネガティブ音声刺激を選定された。まず、ポジティブ刺激は、情動価の評定値の高い方から、ネガティブ刺激は情動価が低い方から、それぞれ順に採用されたが、その際、ポジティブ刺激とネガティブ刺激のそれぞれの覚醒度の平均値は 10 (評定に用いた連続スケール全体の 20 分の 1) 以下になるようにして選定し、覚醒度が大きく異ならないように統制した。このようにして、ポジティブ刺激・ネガティブ刺激各 4 種類、計 8 種類の音声は Intentional binding 課題で用いられた。

**Intentional binding 課題:** intentional binding 課題は 4 つのセッションに分かれており、キー押し・音声知覚のそれぞれに対する時間推定について実験条件とベースライン条件の実験ブロックが設けられた。どの条件においても、被験者がエンターキーを押すことによって各試行が開始されると、ランダムな位置を指した針を持った直径が視角  $2.5^\circ$  の時計が画面上に提示され、それから 500ms 後に針が回転し始めた。時計には頂上を 0 として 5, 10, 15 … と 55 まで目盛りが振っており、針は 1 周 2500ms の速度で回転した。実験条件においては、被験者は各試行の開始前に提示される行為の自由性に関する教示に沿ってキーボード上の 8 つのキーのうち指定された、あるいは自由に選択した 1 つを任意のタイミングで押し、その 250ms 後に評定課題で選定した音声刺激のいずれかがランダムに提示された。音声の提示後 1000~2000ms のランダムな時間間隔において、時間推定を行う画面に切り替わった。時間推定を行う際、自分のキー押しの時間推定をする際には

被験者がキーを押した瞬間の時間を、音声の時間推定では音声が鳴り始めた瞬間の時間を、それぞれ画面上の時計の針がどの位置を指していたかを判断するように求められた。反応は0から59のいずれかの数字をキー入力することが求められ、エンターキーを押すことで次試行の開始前の画面に移行した。ただし、キー押しのベースライン条件では、音声刺激のフィードバックは与えられず、また音声のベースライン条件においては、キー押しは求められず、時計の針が回り始めて1250～5000msの間のランダムなタイミングで音声刺激が提示された。そのほかの手続きは実験条件と同じであった。実験条件における典型的な試行の流れを図1に示した。なお、被験者に対するキー押しを行なう際の注意として、針があらかじめ決めた位置にきた瞬間を狙ってキー押しをするのを避けること、針が回り出す前および回りだしてすぐにキー押しをするのを避け、開始時の位置からおおよそ半周して以降にキー押しをすること、どのキーを押す際も利き手の人差し指で押すことが教示された。実験条件の2ブロックは各128試行、ベースライン条件の2ブロックは各64試行からなり、ブロック内においてポジティブ刺激・ネガティブ刺激が与えられる回数および自由選択・強制選択のインストラクションが与えられる回数はそれぞれ等しくなるように設定されていた。強制選択時において指定されるキーはランダムに決定された。各ブロックの実施順序は被験者ごとにカウンターバランスがとられた。

**分析：**キー押し・音声に対する時間推定の物理時間からの誤差の平均を各ブロック内の行為の自由性および結果の情動価の条件ごとに算出した。次に、実験条件内の各条件におけるキー押しの推定誤差の平均から対応するベースライン条件内の各条件のキー押しの推定誤差の平均を引き、キー押しにおいて生じた時間推定のシフト量を求めた。反対に、音声知覚における時間推

定のシフト量はベースライン条件内の各条件における音声知覚の推定誤差の平均から対応する実験条件の推定誤差の平均を引くことによって算出した。こうすることで、どちらの指標でも intentional binding 効果と合致した圧縮方向の時間推定のシフト量が正の数値で表され、逆向きのシフト量が負の数値で表された。最後に、キー押しのシフトと音声知覚のシフトを足し合わせて、全体の intentional binding 指標を算出した。

## 結果

音声評定課題は intentional binding 課題において用いるポジティブおよびネガティブな音声刺激を選定するために行われ、各4種類の音声を被験者毎に選びだした。各被験者が与えた情動価については、対応のある  $t$  検定により、ポジティブ刺激はネガティブ刺激よりも1%水準で有意に快と評価され ( $t(19) = 15.43, p < .01$ )、一方で各音声刺激条件における覚醒度には差はないことが確認された ( $t(19) = -0.91, p > .1$ )。

キー押しにおけるシフト量について、行為の自由性と結果の情動価の対応のある2要因の分散分析を行った結果、10%水準で有意な傾向にある交互作用が認められた ( $F(1,19) = 3.12, p = .09$ )。単純主効果の検定を行ったところ、強制選択条件における結果の情動価の単純主効果が5%水準で有意であった ( $F(1,19) = 6.62, p < .05$ )。図2に各条件のキー押しにおけるシフト量を示した。

同様に、音声知覚におけるシフト量について、行為の自由性と結果の情動価の対応のある2要因の分散分析を行った結果、5%水準で有意な交互作用が認められた ( $F(1,19) = 4.44, p < .05$ )。単純主効果の検定を行ったところ、結果のネガティブ条件における行為の自由性の単純主効果に10%水準で有意な傾向が見られた ( $F(1,19) = 3.96, p = .06$ )。図3に各条件の音声知覚におけるシフト量を示した。

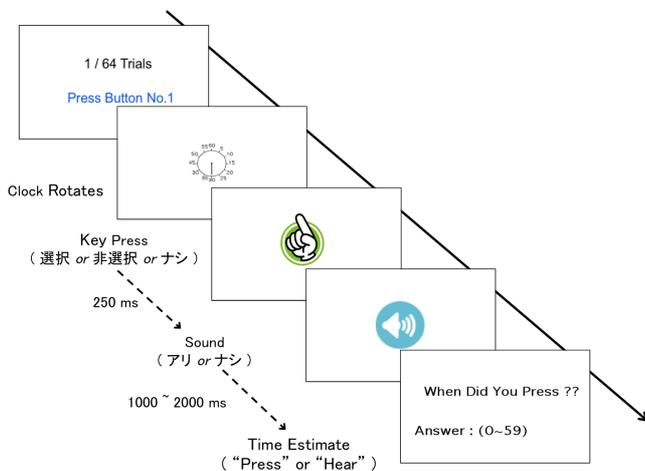


図1. Intentional binding 課題における1試行の流れ

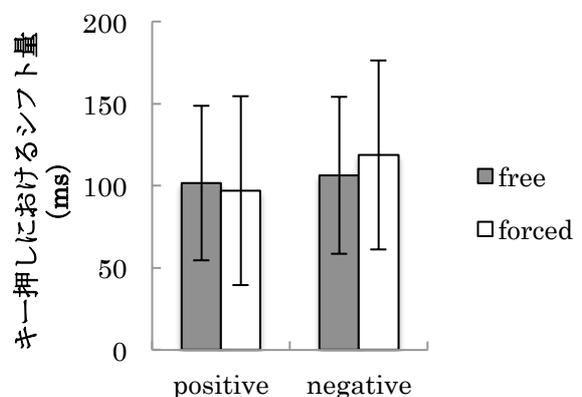


図2. 各条件のキー押しにおけるシフト量

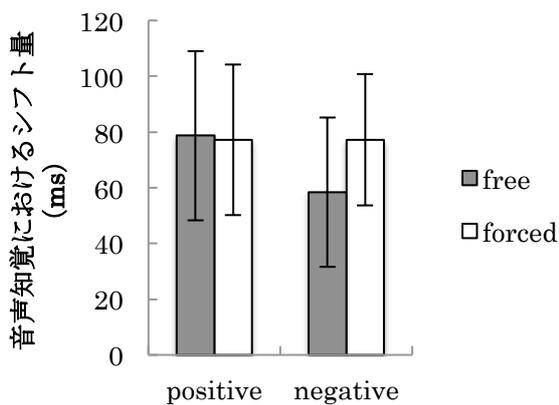


図3. 各条件の音声知覚におけるシフト量

全体の intentional binding について、行為の自由性と結果の情動価の対応のある2要因の分散分析を行った結果、5%水準で有意な交互作用が認められた ( $F(1,19) = 5.97, p < .05$ )。単純主効果の検定を行ったところ、強制選択条件における結果の情動価の単純主効果に10%水準で有意な傾向が見られた ( $F(1,19) = 3.03, p = .09$ )。図4に各条件で見られた intentional binding を示した。

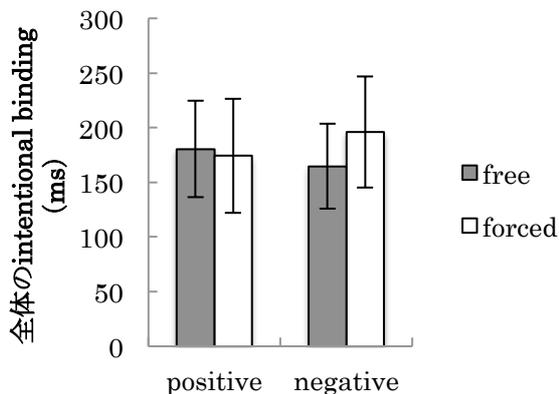


図4. 各条件で見られた intentional binding

### 3. 考察

本研究の目的は、自由選択・強制選択といった方法で操作された行為の自由性とランダムに与えられる結果の情動価、およびそれらの交互作用が intentional binding に与える影響を検討することであった。

キー押し・音声知覚におけるシフト量および全体の intentional binding において行為の自由性と結果の情動価の交互作用が見られたが、その現れ方はキー押しと音声知覚におけるシフトにおいて異なっていた。キー押しのシフトにおいては強制選択条件においてのみネガティブな結果がもたらされることでシフト量が大きくなることが示されたが、この傾向は先行研究において見られた情動の効果とは逆である。一方、音声知覚のシフトにおいてはネガティブな結果がもたらされた

ときのみ、自由選択が強制選択よりシフト量が小さくなることが示された。この傾向は自分の行為によってネガティブな結果が引き起こされた際に、その行為対象が自ら選んだものであったときのほうが外部から指定されたものであったときよりも行為と結果を因果的に結びつけにくいといった点で適応的な心的機能を表していると考えられる。しかし、キー押しにおいてはネガティブ刺激自体が強制選択時のシフト量を増大させていることから、行為の自由性と結果の情動価が、少なくとも部分的に異なった基盤を持つとされている (Wolpe et al., 2013) 行為と結果のシフトまで含んだ交互作用を通して全体の intentional binding に影響を与えている可能性が示唆された。

また、行為の自由性に関しては、自由選択条件のほうが強制選択条件に比べてシフト量が大きくなるという先行研究に見られた傾向は見出だせなかった。ここから、Zeynep et al. (2013)における自由性 (freedom) が本実験で操作した行為対象の選択という点以外の要因を含んでいた可能性が示唆された。

本研究の結果は、これまでほとんど検討がなされてこなかった運動主体感の潜在的側面における複数の要因の相互作用の存在の根拠の1つとなるであろう。

### 文 献

- [1] Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2007). *International Affective Digitized Sounds (2nd Edition; IADS-2): Affective ratings of sounds and instruction manual* (Technical Report No. B-3). Gainesville, FL: University of Florida, NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.
- [2] Buehner M. J. (2012). Understanding the past, predicting the future. Causation, not intentional action, is the root of temporal binding. *Psychological Science*, 23, 1490–1497.
- [3] Haggard, P., Clark, S., and Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5, 382–385.
- [4] Haggard, P., and Tsakiris, M. (2009). The experience of agency: feelings, judgments, and responsibility. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 242–246.
- [5] Takahata, K., Takahashi, H., Maeda, T., Umeda, S., Sahara, T., Mimura, M., and Kato, M. (2012). It's not my fault: postdictive modulation of intentional binding by monetary gains and losses. *PLoS ONE*, 7, e53421.
- [6] Wolpe, N., Haggard, P., Siebner, H.R. R., James, B. (2013) Cue integration and the perception of action in intentional binding. *Experimental brain research*, 229, 3, 467-474.
- [7] Yoshie, M., Haggard, P. (2013) Negative emotional outcomes attenuate sense of agency over voluntary actions. *Current Biology*, 23, 20, 2028-2032.
- [8] Barlas, Z., Obhi, S. (2013) Freedom, choice, and the sense of agency. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 514.