

# 行為の様相が行為文理解時のボタン押し反応に与える影響

## Details of described action affect button press responses in action-sentence comprehension.

栗津 俊二  
Shunji Awazu

実践女子大学  
Jissen Women's University  
awazu-shunji@jissen.ac.jp

### Abstract

This study is a meta-analysis of the author's four studies about motor simulation evoked during action-sentence comprehension in Japanese. Fifty-eight university students evaluated properties of actions described in 127 hand action sentences. The participants evaluated motor directions (push - pull), power (strong - weak), speed (fast - slow), and size of actions (actions by moving fingers - actions by moving whole arms). Other parameters gathered in previous studies were also used, which included number of characters in the sentences, number of mora, familiarity, and imageability. A factor analysis found five factors. The factors were sentence length, imageability of sentences, amplitude of described actions, speed of described actions, and direction of described actions. A multiple linear regression analysis was conducted to reveal the influence of these factors on participants' reaction times in sensibility judgment tasks. The results showed that the amplitude and speed of described actions influenced reaction times. The previous studies required participants to press the "1" key on a keyboard. This is a small and weak action that differs from a large action by moving the whole arm quickly. The incongruence would interrupt the reaction times. This study indicates that motor simulation includes neural circuits that control amplitude and speed of actions.

**Keywords** — embodiment, sentence comprehension, actions, meta-analysis, motor simulation

### 1. 目的

近年、言語理解と知覚運動表象の関係が盛んに研究されている。言語は、その言語が意味する状況を実際に経験したときと同じ知覚運動表象が活性化してシミュレーションが行われることで理解される、と考えられている[1]。実際、行為文の意味判断課題をさせると、その文が意味する行為に含まれる身体

動作が早くなるなど、文の理解時に知覚運動表象が活性化することを示す研究は数多い[2]-[4]。

筆者もこれまで、行為文理解時の運動表象活性化について検討してきた。まず、手を使う動作を意味する行為文を読むと手でのボタン押し反応が、足を使う動作を意味する行為文を読むと足でのペダル押し反応が促進されることを示した[4]。次に、利き手片手での行為を意味する文の読解によって、利き手でない左手でのボタン押し反応が、身体動作を伴わない文の読解時よりも促進されることを示した[5]。母語である日本語文と外国語である英語文の双方で、手の行為を意味する文の読解時の方が、身体行為を伴わない心的行為文の読解時よりも、ボタン押し反応が促進された[6]。また、手の行為を意味する文の時相が、ボタン押し反応に影響することも示した[7]。

このうちの3研究[5]-[7]では、同一の実験方法、実験装置を使用し、提示した文だけが異なったものである。その実験手法は、手を使う行為を意味する手行為文、または身体動作を伴わない行為を意味する心的行為文を提示し、意味のある自然な文ならば左手人差し指でキーボードの「1」を、不自然な文ならば右手人差し指で「¥」を押させて、その反応時間を測定するというものである。しかし、手行為文には「ボタンを押す」動作と類似したものも、似ていないものも含まれていた。また、ボタン押しという単純な行動が、手行為文が意味する行為の様相によって影響されるか未検討であった。

本研究では、過去の実験データと実験刺激をメタ分析し、手行為文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるか検討する。もし、手行為文の理解時に、手の動作がシミュレーションされているならば、文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるであろう。

### 2. 方法

＜再分析＞筆者がこれまでに行った3実験[5]-[7]で使用した日本語の手行為文から、単純相（現在形）の手行為文 127 文を対象とした。「電卓を打つ」「新聞を開く」「空き缶を持つ」「ドアの取手を握る」など、「動作の対象物+手での動作」から構成された文である。片手で行う行為も両手で行う行為も含まれている。各研究の実施時に、各文の文字数、モーラ数を実験者が計測し、また文の親密度（見聞きした程度）と心像性（イメージしやすさ）も調査していたため、あわせて利用した。

各実験の各文に対する全被験者の反応時間の平均値を求めた。なお各実験の参加者は、[5]が 38 名（男性 20 名女性 18 名）、[6]が 22 名（男性 8 名女性 14 名）、[7]が 20 名（女性 20 名）であった。すべて、日本語を母語とする右利きの大学生であった。

＜刺激文評定＞

127 文それぞれについて、過去の実験参加者とは異なる協力者に、以下の 4 項目について評定させた。1 つ目は、動作の方向であり、文が意味する行為が「手腕を押す（伸ばす）1」から「引く（縮める）5」で答えさせた。2 つ目は「行為に必要な力が弱い（1）」から「強い（5）」、3 つ目は「行為のスピードが遅い（1）」から「速い（5）」、4 つ目は「必要な部位は指先だけ（1）」から「腕全体（5）」で評定させた。127 文を 4 セットにわけ、各セット 14 または 15 名の評定者が回答した。

評定者の総数は 58 名であり、全て私立大学経営学部で心理学関連科目を履修する学部生であった。授業時に質問紙を配布して回答させ、回収した。無記名での任意回答としたため、性別等は不明である。

3. 結果

各行為文の親密度、心象性、文字数、モーラ数、押-引の方向、力、速さ、指-腕という効果器の 8 項目相互の相関を求めた。親密度と心象性の間、モーラ数と文字数の間、力と速度と指-腕の 3 者間に、それぞれ有意な相関が見られた（表 1）。

表 1 文の諸特性間の相関係数

	文字数	モーラ数	親密度	心象性	押-引	力	速さ	指-腕
文字数	1.00	<b>0.77</b>	-0.08	0.10	-0.07	0.03	0.06	0.13
モーラ数	<b>0.77</b>	1.00	-0.16	0.12	<b>-0.21</b>	0.17	0.06	<b>0.23</b>
親密度	-0.08	-0.16	1.00	<b>0.77</b>	0.07	-0.15	0.04	-0.09
心象性	0.10	0.12	<b>0.77</b>	1.00	-0.02	-0.12	0.10	0.09
押-引	-0.07	<b>-0.21</b>	0.07	-0.02	1.00	0.02	-0.13	-0.10
力	0.03	0.17	-0.15	-0.12	0.02	1.00	<b>0.32</b>	<b>0.55</b>
速さ	0.06	0.06	0.04	0.10	-0.13	<b>0.32</b>	1.00	0.02
指-腕	0.13	<b>0.23</b>	-0.09	0.09	-0.10	<b>0.55</b>	0.02	1.00
	<b>p&lt;.01</b>	<b>p&lt;.05</b>						

項目を整理するため因子分析を行い、固有値とスクリープロットを参照して 5 因子を抽出した。第 I 因子は親密度と心象性が含まれたため「文の心像性」因子と、第 II 因子はモーラ数と文字数が含まれたため「文の長さ」因子と、第 III 因子は力と指-腕が含まれたため「動作の大きさ」因子と、第 4 因子は速さのみであったため「動作の速度」因子と、第 5 因子は押-引のみであったため「動作の方向」因子と名付けた（表 2）。

表 2 因子分析結果:バリマックス回転後の因子負荷量

	I 文の 心像性	II 文の 長さ	III 動作の 大きさ	IV 動作の 速さ	V 動作の 方向	共通性
心像性	<b>0.95</b>	0.12	0.03	0.03	-0.08	0.93
親密度	<b>0.83</b>	-0.11	-0.09	0.04	0.10	0.72
モーラ数	-0.02	<b>0.90</b>	0.16	0.03	-0.20	0.87
文字数	0.01	<b>0.85</b>	0.02	0.03	0.00	0.73
力	-0.15	0.04	<b>0.78</b>	0.45	0.15	0.86
指-腕	0.03	0.12	<b>0.77</b>	-0.07	-0.13	0.45
速さ	0.06	0.03	0.06	<b>0.65</b>	-0.12	0.63
押-引	0.02	-0.09	-0.03	-0.09	<b>0.58</b>	0.35
因子寄与	1.63	1.58	1.24	0.65	0.44	
累積寄与率	20.36	40.12	55.65	63.79	69.31	

次に、各文に対する 5 因子それぞれの因子得点を説明変数、平均反応時間を目的変数として、強制投入法による重回帰分析を行った。モデルの調整済み決定係数は 0.37 (R<sup>2</sup>=0.61) であり、分散分析の結果、回帰式は有意であった[F(5, 126)=15.48, p<.01]。5 因子の標準偏回帰係数(β)を見ると、「文の心像性(β=-.374)」「文の長さ(β=.415)」「動作の大きさ(β=.181)」「動作の速度(β=.174)」は有意だったが、「動作の方向(β=.006)」は有意でなかった（表 3）。

表 3 反応時間を目的変数とした重回帰分析結果

因子	標準偏回帰 係数(β)	t	p
文の心像性	<b>-0.37</b>	-5.26	<.01
文の長さ	<b>0.42</b>	5.78	<.01
動作の大きさ	<b>0.18</b>	2.48	0.01
動作の速さ	<b>0.17</b>	2.40	0.02
動作の方向	0.01	0.08	0.93

4. 考察

本研究では、手行為文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるか検討した。本研究の仮説は、手行為文の理解時に手の動作がシミュレーションされているならば、文が意味する行為の様相によってボタン押し反応時間が影響される、というものである。重回帰分析の結果、仮説は支持された。本

研究で扱った行為の様相は、動作の大きさ(力の強さと使用する手の範囲)、動作の速さ、動作の方向であるが、動作が大きく、速い行為の方が、ボタン押し反応時間が遅くなっていた。

筆者の実験で用いてきたボタン押し反応は、左手人差し指でキーボード左上の「1」を押すというものである。これは指先だけで行う小さな動作であり、腕全体を力強く動かすような大きい動作とも、手あるいは全身を素早く動かす動作とも異なる。むしろ、力を抜いて行うような動作であろう。したがって、手行為文が意味する動作の様相が、ボタン押しという手の動作と異なると、ボタン押し反応が遅くなると考えられる。この結果は、行為文の理解時に、文が意味する行為がシミュレーションされ、それが実際の動作にも影響することを示唆している。

これまで、行為文の理解時に発生するシミュレーションでは、手足という効果器の区別がなされていることが示されていた[4][8]。これは、効果器によって運動野が支配する領域が異なることを反映すると考えられる。また、手の形[9]や方向[2]が区別されることも示されてきた。これらは、各効果器の詳細な動作についてもシミュレーションされることを示唆している。本研究は、力の大きさや速さなど、筋力の制御に関わる神経活動も、シミュレーションに関与している可能性を示唆している。今後、反応時間の変化をより直接的に捉え、実証することが必要であろう。また、運動制御の仕組みと対応させて検討することで、行為文理解時に発生する知覚運動シミュレーションの機能が、理解できるであろう。

## 5. 参考文献

- [1] Barsalou, L. W. 1999. Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences.*, 22, 577-660,
- [2] Glenberg, A. M. & Kaschak, M. P. 2002. Grounding language in action. *Psychological Bulletin and Review*, 9, 558-565.
- [3] Scorolli, C., Borghi, A. M., & Glenberg, A. 2009. Language-induced motor activity in bi-manual object lifting. *Experimental Brain Research*, 193, 43-53.
- [4] Awazu, S. 2011. The action sentence

compatibility effect in Japanese sentences. *Perceptual and Motor Skills*, 113, 597-604.

- [5] 栗津俊二. 2013. 行為文理解時の「抽象的な」知覚運動シミュレーション. 日本認知科学会第30回大会発表論文集, 136-141.
- [6] 栗津俊二, 鈴木明夫, & 赤間啓之. 2015. 英語学習者における日本語文と英語文理解時の運動シミュレーション. 日本認知科学会第32回大会発表論文集, 583-587.
- [7] 栗津俊二. 2016. 行為文理解時の運動シミュレーションに動詞の時相が与える影響. 日本認知科学会第33回大会発表論文集, 828-831.
- [8] Marino, B., Gough, P., & Gallese, V. 2013. How the motor system handles nouns: a behavioral study. *Psychological Research*, 77, 64-73.
- [9] Bergen, B. & Wheeler, K. 2005. Sentence understanding engages motor processes. *Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society*, 27, 238-243.