

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¹

Verb aspect influences motor simulation during comprehension of action sentences.

粟津 俊二
Shunji, Awazu.

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

Abstract

Recently, numerous studies have investigated the relationship between sentence comprehension and sensorimotor representation. Such studies have shown that action-sentence comprehension activates sensory-motor simulation. This study investigated whether aspect of verb influences sensory-motor simulation. Native Japanese speakers judged the sensibility of Japanese sentences and responded by either pressing or releasing buttons. Stimulus sentences were composed of the following four types: sentences that referred to hand actions in simple aspect, the hand-action-sentences in perfect aspect, other sentences that referred to mental actions in simple aspect, and the mental-action-sentences in perfect aspect. A three-way ANOVA was conducted in order to determine if verb aspect had a significant main effect on reaction times, and if there was a significant interaction between verb aspect and action. When participants comprehended sentences in perfect aspect, their responses were faster for hand sentences than for mental sentences. However, when they read sentences in simple aspect, the mental sentences were responded to faster. These results indicate that verb aspect influences sensory-motor simulation in Japanese sentences.

Keywords — aspect, embodiment, sentence comprehension, action.

目的

人が言語をどのように理解しているのかという問題は、認知科学の扱う大きな問いである。近年では、言語理解と知覚運動表象の関係が盛んに研究されており、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、それによって理解がなされると考えられている (Barsalou, 1999)。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、MRI 実験においても (Aziz-

Zadeh, Iacoboni, & Zaidel, 2006; Aziz-Zadeh, Wilson, Rizzolatti, & Iacoboni, 2006; Hauk, Johnsrude, & Pulvermüller, 2004)、行動実験においても数多い (Awazu, 2011; Glenberg & Kaschak, 2002; Scorolli, Borghi, & Glenberg, 2009)。行動実験では、行為文の有意味性判断をさせると、その文が意味する行為に含まれる身体動作が促進されるという結果がよく得られる (Glenberg & Kaschak, 2002; 平ら, 2009)。これは、行為文読解時に、文が意味する行為を実行するときと同じ知覚運動表象を用いて、心的なシミュレーションが行われることに由来すると考えられている (Glenberg & Kaschak, 2002)。

このシミュレーションは、語の意味概念だけでなく、文全体の意味や文法も反映している。例えば、否定文ではまず肯定文がシミュレーションされ、それが否定されるという2段階の処理過程を経る (Kaup & Lu, 2006; Kaup et al., 2007)。また、時相も扱われており、英語母語話者に対する英語文刺激においては、完了相では反応が促進されないが、進行相では促進された (Madden & Therriault, 2009; Bergen & Wheeler, 2010)。これらの結果は、文中の動詞の意味概念を表す知覚運動シミュレーションが、否定や時相などの文法的表現によって変容することを示唆する。つまり、語の意味概念が、周囲の言語的文脈によって動的に変化することを示唆する。

しかし、知覚運動シミュレーションと文法的差異の関係を扱った研究は少なく、どのように変化するのか詳細は不明な点も多い。例えば英語母語話者に対する英語文を用いた実験でさえ、完了相と進行相を比較して完了相は参加者の反応を促進しないことが示されたのみである。行為を完了したというシミュレーションがされているのか、そもそも完了形ではシミュレーションがされていないのかわからない。これは、行為の

¹ 本研究は JSPS 科研費 26370635 及び 16H02835 の助成を受けた。

実施のみを反応とした実験だけで、行為の完了を反応とした実験がないためである。

本研究の目的は以下の2つである。1つ目は日本語において、時相がシミュレーションされているかどうかを検討することである。ただし、日本語では進行相（～している）と完了相（～した）では文字数に差があり、英語における進行相（is+-ing）と完了相（has+-ed）のように文字数が揃わない。そこで、単純相（～する）と完了相を比較する。なお日本語行為文単純相で知覚運動シミュレーションが発生することは、Awazu(2011)などによって確認されている。2つ目は、完了相において「動作が完了した」というシミュレーションが発生しているかどうかを検討することである。そのため、実験参加者の反応として、単純相（～する）に対応する反応として「ボタンを押す」ことを、完了相（～した）に対応する反応として「ボタンを押し終わる（押していたボタンを離す）」反応を比較する。反応方法（押す-離す）×文時相（単純相-完了相）の直交計画で、行動実験を実施する。もし、日本語文においても時相がシミュレーションされていれば、ボタン押し反応は単純相の方が完了相よりも早いことが予想される。また、行為の完了がシミュレーションされていれば、ボタン離し反応は逆に完了相の方が単純相よりも早いことが予想される。

方法 刺激

日本語の手の行為を表現する文（行為文）60を用意した。これを完了相30文（お金を拾った など）と、単純相30文（手すりを握る など）を用意した。また、具体的な身体動作を伴わない心的行為を表す文も60用意した。これを完了相30文（夢をあきらめた など）と、単純相30文（約束を守る など）を用意した。つまり、具体的行為の有無の2条件、時相の2条件の4条件について、各30文を用意した。本実験に参加しない協力者21名に対して、これら刺激文の特性を調査した。その結果、文字数、モーラ数、親密度、表象性（イメージ性）、自然さにおいて、完了相間、単純相間、及び行為文間、心的文間で5%水準のt検定（両側）ですべて有意差がなかった。なお、親密度、表象性、自然さは全て7段階評定である。

また、別にフィラー文として不自然な日本語文を、単純相15文、完了相15文の30文用意した。各群の参加者を刺激セットAとBの2つにわけ、各刺激セッ

トには完了相行為文15、単純相行為文15、完了相心的文15、単純相心的文15、完了相フィラー文15、単純相フィラー文15の計90刺激を使用した。このうち、フィラー文は刺激セット間で同じものであるが、他の4条件は刺激セット間で異なった文である。

手続き

実験参加者として、右利きの日本語話者、20歳前後の女子大学生40名を募集し、20名を行為反応群、残り20名を完了反応群に配置した。行為反応群とはボタンを押すことで反応する群であり、完了反応群とは押していたボタンを離すことで反応する群である。また各群の20名を、10名ずつ別の刺激セットに割り振った。実験協力者は実験開始前に、書面による同意手続きを行い、利き手に関する質問紙に答えた。

実験は、実験制御ソフトウェア SuperLab4.5 を使用し、ノートPCで行った。実験本体では、PC画面に表示される文が自然な文かどうかを判断し、自然な文なら左手人差し指で「1」キーを、不自然な文なら右手人差し指で「¥」キーで答えるよう求めた。実験は全90刺激文（90試行）であり、4条件各15の刺激文及び30のフィラー文は、すべてランダムな順で呈示された。30試行ごとに休憩を入れ、実験協力者が任意のタイミングで実験を再開した。

行為反応群では、まず画面に注視点「+」が呈示され、参加者が「¥」キーを押すと消えた。その後2秒間「++」が呈示され、その間ボタンを押さずに待機することを求めた。次に刺激文が1つ呈示され、適切な日本語文であれば「¥」を、不適切な日本語文であれば「1」を、できるだけ早く押すことを求めた。参加者のボタン押し、または10秒間無反応で経過すると刺激文は消え、黒画面となった。黒画面が1秒間呈示されたのち、再度「+」が表示され、次試行へと移った。

完了反応群では、まず画面に注視点「+」が呈示され、参加者が「¥」と「1」の両方のキーを押すと、「++」に変わった。参加者は2秒間2つのボタンを押し続け、もしボタンを離した場合には「+」が表示が戻った。2秒経過後、刺激文が1つ呈示され、適切な日本語文であれば「¥」を、不適切な日本語文であれば「1」を、できるだけ早く離すことを求めた。参加者のボタン離し、または10秒間無反応で経過すると刺激文は消え、黒画面となった。両方のボタンを放

した状態で黒画面が1秒間表示されたら、再度「+」が表示され、次試行へと移った。

結果

各文条件15文に対する全実験参加者の平均正答数と標準誤差を図1に示す。正答数に対して、反応方法(押す-離す)×時相(単純-完了)×文タイプ(行為文-心的文)の3要因分散分析を行った。時相の主効果だけが有意であり[F(1, 38)=9.24, $p < .01$]、他の全ての主効果と交互作用は有意でなかった。完了相の文の正答数が低かった。

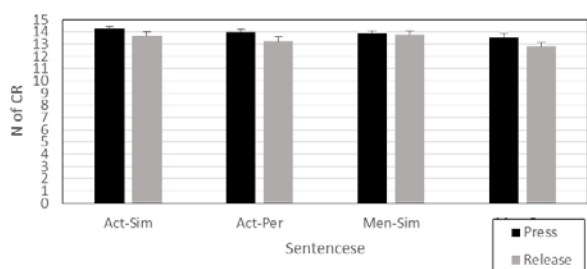


図1 平均正答数と標準誤差

次に、反応時間の分析を行った。各被験者の有意味文試行への正反応だけを分析対象とした。さらに、反応時間が300ms以下の試行、及び5000ms以上の試行も分析から除外した。これらは、文を読解していないために反応時間が早い、あるいは逆に読解以外の何らかの理由で反応が遅い可能性が高いためである。図2に分析対象とした試行における平均反応時間と標準誤差を示す。

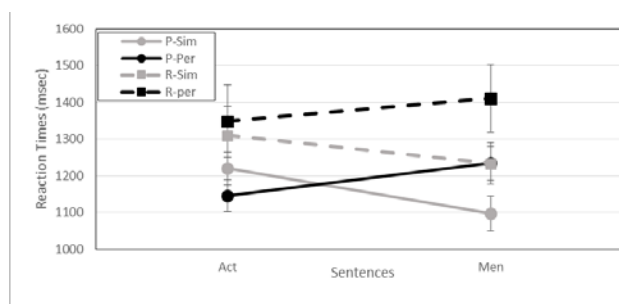


図2 平均反応時間と標準誤差

反応方法×時相×文タイプの3要因分散分析を行った。時相の主効果[F(1, 38)=7.73, $p < .01$]と文タイプ×時相の交互作用[F(1, 38)=13.26, $p < .01$]が有意であった。交互作用について対比検定を行ったところ、単純相(図2 灰色線)においても完了相(図2 黒線)においても心的文と行為文の間に有意差があった

($p < .05$)。単純相においては心的文での反応時間が早く、完了相では行為文への反応時間が早かった。また、心的文の単純相と完了相の間に有意差が見られ、単純相への反応時間が早かった($p < .01$)。他の主効果と交互作用は有意でなかった。

考察

本研究の意義は以下の3点であろう。第一に、日本語行為文の読解によって、身体動作が影響されることを追試したことである。この現象は筆者らがすでに確認しているが、相当に頑健な現象と考えられる(Awazu, 2011; 栗津, 2013; 栗津ら, 2015)。行為文理解時に、その文が意味する行為の知覚運動シミュレーションが発生し、反応時間に影響したと考えられる。

第二に、日本語文においても、時相が知覚運動シミュレーションに影響することを示した。時相は英語母語話者に対する英語文提示において、進行相では反応時間の促進が見られるが完了相では見られないことが示されていた。本研究は、これらの知見を日本語文の理解に拡張すると同時に、新たな知見を追加した。

本研究では、単純相においても完了相においても、行為文理解が反応時間に影響した。一般に文が意味する行為と、回答に用いる反応の方向や効果器が一致すると、反応時間が短くなるという現象が、行為・文一致効果として知られている(Glenberg & Kschatk, 2002など)。しかし行為・文一致効果は、読解とボタン押し反応のタイミングによって、反応を促進することも、妨害することも知られている(Borreggine, & Kaschak, 2006)。重要なことは、促進にせよ妨害にせよ、文の読解によって実行行為が影響されるという点である。本研究では、手を使う行為を意味する行為文と、身体動作を伴わない行為を意味する心的文とで、反応時間に差がみられた。単純相では心的文、完了相では行為文の反応時間が有意に短かった。この結果は、単純相と完了相では、読解時に活性化する知覚運動シミュレーションが異なることを示唆している。

また、英語文とは異なり、完了相でも反応時間への影響が見られ、行為文の反応時間が促進された。これは英語完了相(have ~ed)と日本語完了相(~た)という言語の違いに由来する可能性がある。日本語には完了相と過去形の区別がないが、英語では区別があり、両者を組み合わせた過去完了形(had ~ed)も存在する。そのため、日本語文の完了相では行為がいつ終了したのかが明確でないが、英語文の現在形完了相では

直前に終了したことが強調されるのかもしれない。日本語文で「ちょうど」など副詞の影響を検討する必要があるかもしれない。

一方、本研究のオリジナリティは、ボタン押しとボタン離しという2つの反応行為を比較することで、完了相行為文読解時に活性化する知覚運動表象を検討することであった。しかしこの2つの反応方法には、差が見られなかった。ネガティブデータであるため詳細は不明であるが、「ボタンを押しした」という完了相ではなく、「ボタンを離す」という単純相(進行相)の行為として認識された可能性もある。

行為を完了した、行為の目標を達成したかどうかは、行為あるいは行為文の理解に大きな影響を与えるはずである。本研究でも示したように、完了相と単純相では、文理解時に活性化する運動表象や、発生する知覚運動シミュレーションが異なる可能性がある。どのような差異があるのか、完了をどのように理解しているのかについては、今後の研究が必要である。

文献

- Awazu, S. (2011) The action-sentence compatibility effect in Japanese sentences. *Perceptual and Motor Skills*, 113, 597-604.
- 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.
- 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.
- Aziz-Zadeh, L., Iacoboni, M., & Zaidel, E. (2006) Hemispheric sensitivity to body stimuli in simple reaction time. *Experimental Brain Research*, 116-121.
- Aziz-Zadeh, L., Wilson, S. M., Rizzolatti, G., & Iacoboni, M. (2006) Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Current Biology*, 16, 1818-1823.
- Barsalou, L. W. (1999) Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-660.
- Bergen, B., Wheeler, K. (2010) Grammatical aspect and mental simulation. *Brain and Language*, 112, 150-158.
- Borreggine, K. L., & Kaschak, M. P. (2006) The Action - Sentence Compatibility Effect: It's All in the Timing. *Cognitive Science*, 30, 1097-1112.
- Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002) Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558-565.
- Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermüller, F. (2004) Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. *Neuron*, 41, 301-307.
- Kaup, B., & Lu, J. (2006) Processing negated sentences with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? *Journal of Pragmatics*, 38, 1033-1050.
- Kaup, B., Lüdtke, J., & Zwaan, R. A. (2007) The experiential view of language comprehension: How is negation represented. In F. Schmalhofer & C. A. Perfetti. (Eds.), *Higher Level Language Processes in the Brain. Inference and Comprehension Processes* (pp. 255-288). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Madden, C. J., Therriault, D. J. (2009) Verb aspect and perceptual simulations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1294-1303.
- Scorolli, C., Borghi, A. M., & Glenberg, A. (2009) Language-induced motor activity in bi-manual object lifting. *Experimental Brain Research*, 193, 43-53.
- 平知宏, 中本敬子, 木戸口英樹, 木村洋太, 常深浩平, & 楠見孝. (2009). 具体文および抽象文を用いた行為・文一致効果の実験的検証. *認知心理学研究*, 7, 57-69.