

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

Motor simulation during comprehension of English and Japanese sentences in English learners.

栗津 俊二¹, 鈴木 明夫², 赤間 啓之³
Shunji Awazu, Akio Suzuki, Hiroyuki Akama

¹実践女子大学, ²東洋大学, ³東京工業大学
Jissen women's University, Toyo University, Tokyo Institute of Technology
awazu-shunji@jissen.ac.jp

Abstract

Twenty-two Japanese university students participated in a study of action-sentence compatibility effect (ACE). This experiment investigated whether perceptual-motor representations engage in comprehension of action sentences in Japanese (mother language) and English (foreign language). The participants performed a sensible judgment task for unimanual and bimanual action sentences, and for mental action sentences in both Japanese and English. For the English sentences, the reaction time to a mental action sentence was significantly longer than to the other two conditions. For the Japanese sentences, the reaction time to a mental sentence was longer than to the unimanual condition. Therefore, the ACE occurred both for the Japanese and English sentences. This suggests that the motor simulation is similarly activated when understanding foreign-language sentences and when comprehending sentences in the mother tongue. In addition, reaction times were compared between the action sentence and mental sentence conditions. The reaction time difference was greater for English sentence comprehension than for Japanese. This difference suggests that the simulation is activated immediately during meaning processing of the English sentence and not after its translation into Japanese.

Keywords — **embodiment, EFL, Action-sentence Compatibility Effect, sentence comprehension.**

1. 目的

筆者らは、身体性認知科学に依拠した外国語学習法の開発を行ってきた(栗津・鈴木, 2011;2014)。ところが筆者らのアプローチには、外国語理解過程も母語理解過程と同様に、身体に接地しているという前提がある。本研究は、この前提を確認するためのものである。

本研究の第1の目的は、外国語理解時に知覚運動表象が活性化するか検討することである。言語理解

と知覚運動表象の関係は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则认为られている(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、脳研究においても(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)。その中でも、知覚運動表象によるシミュレーションの発生を支持する現象として頑健なものが、行為・文一致効果である(Glenberg & Kaschak, 2002; 平ら, 2009)。これは、行為文の有意義性判断をさせると、その文が意味する行為に含まれる身体動作が早くなるという現象である。この現象は、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)。もし外国語の理解過程にも知覚運動表象が関与しているのなら、行為・文一致効果が確認できるはずである。

ただし本研究は、身体性を利用した英語学習法開発の妥当性を検証することが目的である。そのため、英語能力の未熟な学習者においても、文の理解時に知覚運動表象が活性化するかどうかを検証する必要がある。

本研究の第2の目的は、知覚運動表象の活性化は、外国語そのものの意味処理時なのか、それとも

外国語を母語に変換し、母語の意味処理を介して発生するのかを区別することである。外国語の理解過程には、外国語を母語に翻訳し、母語から意味概念にアクセスする語彙連結モデルと、母語と外国語の語はそれぞれ独立に意味概念に連結するという概念媒介モデルがある(門田, 2006)。先行研究によれば、母語を経由するかどうかは外国語の熟達度によって異なり、熟達するにつれて語彙連結モデルから概念媒介モデルへと変化する(Kroll & Stewart, 1994; Potter, So, von Eckardt, & Feldman, 1984)。つまり、外国語低熟達者は、外国語の表記と意味概念との結合が、母語に比べて弱いことが示唆されている。ここで、少なくとも具体的行為を示す語や文では、その文が意味する行為に関する知覚運動表象を、文の意味と考えて良いだろう。そう考えると、外国語低熟達者は、外国語の表現と知覚運動表象の結合が弱く、母語への変換を通して知覚運動表象が活性化すると考えられる。もしそうであれば、低熟達者は、外国語の提示時と母語の提示時とで、同程度にしか知覚運動表象が影響しないことになる。一方、外国語から直接的に知覚運動表象が活性化するのなら、その影響は母語を提示したときと異なると予想される。

2. 方法

2.1 実験協力者

19才から22才の右利きの大学生22名(男8女14)が実験に参加した。全員がTOEICまたはTOEIC Bridgeのスコアを保持しており、TOEIC BridgeのスコアはTOEIC公式の換算表(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2006)を用いて、TOEIC得点に換算した。22名の平均TOEIC得点は396.8(範囲: 245-620)であった。2014年のTOEIC受験大学生平均得点564点(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2014)を超えるものは1名のみであり、500点を上回る者も3名だった。英語低熟達者と考えて良いであろう。

2.2 刺激

両手行為文(ゆで卵をむく)、利き手での片手行為文

(空き缶を持つ)、心的行為文(ウソをつく)を日本語文、英語文各20文ずつ使用した。また名詞と動詞の対応を崩した不自然文(ウソを貼る)を日英それぞれ30文作成し、実験に使用した。合計で日本語文90文、英語文90文を実験に用いた。

正刺激文は、栗津・鈴木(2015a, 2015b)の英語文-日本語文リストから選択した。このリストでは、英語文と日本語文とで意味が対応付けられており、英語文はネイティブによるチェックを受けたものである。また、日本語文のモーラ数、文字数、親密度、心像性、及び英語文の文字数、単語数、親密度、理解容易性が、測定されている。本実験で用いた日本語文は、モーラ数、文字数、親密度において3条件間で有意差がなく、心像性は心的行為文が行為文よりも低く、かつ両手性は3条件間全てで有意差があるように選択された。また英語文は、3条件間で文字数、単語数、親密度、理解容易性に有意差が無いように選択された。

2.3 手続き

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、利き手とTOEIC能力に関する質問紙に答えた。

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「¥」キーを押すよう求めた。まず、英語文90をランダムな順で提示した。次に日本語文90をランダムな順で提示した。これは、英語文を見たさいに日本語文の意味内容を想起してすることを避けるためであった。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。

実験終了後、提示した英語文と日本語文を印刷した質問紙を見せ、英語文を正しく理解していたかどうかを4段階で評定させた。

3. 結果

3.1 行為・文一致効果

全実験協力者の平均正答率は0.87、日本語文への正答率は0.95、英語文への平均正答率は0.79で

あった。なお英語文では、ボタン押し反応で正答し、かつ実験後の自己評定において意味を正しく理解していた文（評定 3 または 4）のみを完全正答文とした。英語文の平均完全正答率は、0.66（範囲：0.40–0.88）であった。日本語文ではボタン押し反応において正答した刺激文に対する反応を、英語文では完全正答した正刺激に対する反応のみを、分析対象とした。

分析対象とした刺激文に対する反応時間を、全実験協力者で平均したものが図 1 である。繰り返しのある二要因の分散分析を行ったところ、言語の主効果 [$F(1, 21)=322.2$, $p<.01$]、条件の主効果 [$F(2, 42)=14.7$, $p<.01$]、言語と条件の交互作用 [$F(2, 42)=4.6$, $p=.02$] が全て有意であった。条件の主効果について対比検定を行ったところ、心的文に対する反応時間が、他の 2 条件に対する反応時間よりも大きかった（ともに $p<.01$ ）。交互作用について対比検定を行ったところ、英語文では心的文に対する反応時間が他の 2 条件に対する反応時間よりも有意に大きい（ $p<.01$ ）、日本語文では心的文-片手文間にのみ有意差が見られた（ $p=.04$ ）。また、各条件内での日本語文と英語文の差は、全て有意であった（全て $p<.01$ ）。

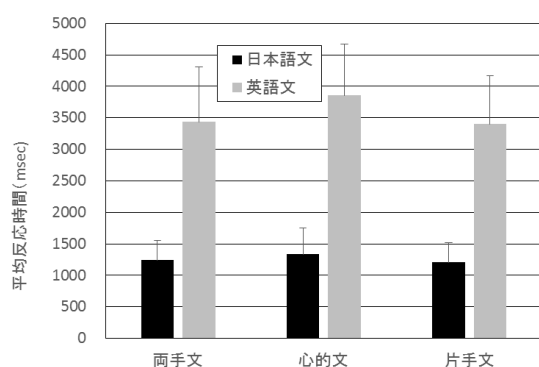


図 1 正答試行における平均反応時間と SD

3.2 促進量

各言語における心的文と両手文の差、及び心的文と片手文の差を、行為・文一致効果による反応時間促進量として被験者ごとに求めた。平均と標準偏差を図 2 に示す。繰り返しのある二要因の分散分析を行ったところ、言語の主効果 [$F(1, 21)=10.22$, $p<.01$] は有意だが、条件の主効果 [$F(1, 21)=0.291$, p

$=.60$]、言語と条件の交互作用 [$F(1, 21)<0.01$, $p=.98$] は有意でなかった。

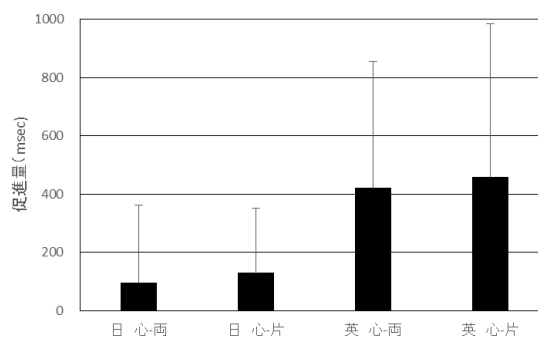


図 2 行為・文一致効果による促進量

3.3 英語能力の影響

英語能力が行為・文一致効果に影響するか検討するため、各実験協力者の TOEIC 得点、各条件における完全正答率、反応時間の 3 者に、それぞれ相関があるか求めた。両側検定における有意水準を 5% とした相関係数の検定において、TOEIC 得点と他の全ての指標において、有意な相関は見られなかった。なお、有意な相関が見られたのは、各日本語文条件間の反応時間、各英語条件間の反応時間、各日本語条件と各英語条件間の反応時間であった。また、各日本語文条件間の正答率も有意な相関が見られた。これらは、読解時間やボタン押し反応の個人差を反映したものであろう。日本語文、英語文ともに、反応時間と正答率には有意な相関は見られなかった。

4. 考察

本実験は、外国語である英語文理解でも行為・文一致効果が検出されたこと、外国語である英語文理解の方が反応時間の促進量が大いこと、という 2 点を示した。

4.1 外国語文理解時に運動シミュレーションは発生するのか？

本実験では、片手文においても両手文においても、英語行為文の理解時の左手ボタン押し反応が英語心的行為文理解時の反応よりも、有意に速かった。この結果は、母語である日本語において、両手文、片手文、心的行為文を用いて行った実験と一致する

(栗津, 2013)。母語において行為・文一致効果は、行為文理解時に、文が意味する行為を実行するのと同じ運動表象によって、シミュレーションが発生することに由来すると考えられている (Glenberg & Kaschak, 2002)。したがって本実験の結果も、英語文理解時にも、運動表象によるシミュレーションが発生したと考えられる。つまり、外国語の理解も知覚運動表象が関与していることを示唆している。

一方本実験では、日本語文理解において、片手文では行為・文一致効果が見られたが、両手文では有意でなかった。これは、先に英文を読むという条件で実験を行った結果、日本語文理解時に英語文を想起するなど付加的な処理が加わったためと考えられる。

4.2. 外国語文理解過程において、「いつ」運動シミュレーションは発生するのか？

外国語の理解時に活性化する知覚運動表象は、外国語文の意味処理時に活性化するのだろうか、それとも外国語を日本語文に変換したのち、日本語文の意味処理に伴って活性化するのだろうか。もし後者であれば、日本語文理解時の意味処理と大差ない促進量しかみられないはずである。

しかし本実験では、日本語文よりも有意に大きな促進量が、英語文理解時に見られた。日本語文への変換後に、日本語の意味処理として運動シミュレーションが発生したとは考えにくい。行為に関する英語文を意味処理するさいに、英語文から運動シミュレーションが発生し、これにもとづいて意味処理が行われた可能性を示唆する。つまり、低熟達者においても、外国語文の処理に知覚運動表象が関与すると考えられる。

4.3. まとめと今後の課題

本実験の結果は、外国語である英語文の理解時に、しかも英語に熟達していない者においても、知覚運動表象が使用される可能性を示唆するものである。もしそうであれば、知覚運動表象を利用した外国語教育は、外国語の理解能力育成に有効な可能性がある。

しかし本実験には、幾つかの問題がある。まず、

英語文条件を実施したのちに、日本語文条件を実施したということである。英語文刺激提示時に、日本語文を想起することを避けるためであるが、結果として日本語文の行為・文一致効果が弱くなった可能性がある。これは、「意味の想起には、意味の理解ほど知覚運動表象が関与しない」という新たな仮説を提起する。英語文条件を後にした実験を実施して比較することで、より明確な結果が得られるであろう。

次に、本実験は行為・文一致効果を検討したものであるが、この実験パラダイムは知覚運動表象の活性化を直接確認できるものではない。英語行為文理解時の脳活動を測定することで、日本語行為文理解時と同様に (栗津, 2013)、運動領域が活性化するかどうかを検討する必要があるだろう。

5. 参考文献

- 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. (2011). 行為経験による英語不定代名詞の理解の促進. *認知科学*, 18, 272-283.
- 栗津俊二・鈴木明夫. (2014). 発音訓練による英単語スペル学習の促進. 日本認知科学会第31回大会発表論文集. 298-301.
- 栗津俊二・鈴木明夫. (2015a). 日本人英語学習者による英語文評定 -理解容易性と親密度の分析-. *東洋大学経営論集*, 85, 89-99.
- 栗津俊二・鈴木明夫. (2015b). 日本人英語学習者による英文評定 -基礎統計量-. *実践女子大学人間社会学部紀要*, 11, 1-22.
- 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.
- 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.
- 門田修平. (2006). 第二言語理解の認知メカニズム -英語の書きことばの処理と音韻の役割-. 東京: くろしお出版.
- 国際ビジネスコミュニケーション協会. (2006). TOEIC Bridge テストと TOEIC テストの比較.
- 国際ビジネスコミュニケーション協会. (2014). TOEIC プログラム Data& Analysis2014.
- Kroll, J. F., & Stewart, E. (1994). Category interference in translation and picture naming: Evidence for asymmetric connections between bilingual memory representations. *Journal of Memory and Language*, 33, 149-174.
- Potter, M. C., So, K.-F., von Eckardt, B., & Feldman, L. B. (1984). Lexical and conceptual representation in beginning and proficient bilinguals. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 23-38.
- 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.