

令和元年6月18日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K21066

研究課題名(和文)ジェスチャーによる発話の促進効果とその神経機構

研究課題名(英文)Facilitaiton effect on speech production by gesture and its neural mechanism

研究代表者

大井 京(Oi, Misato)

九州大学・附属図書館・准教授

研究者番号：70579763

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ジェスチャー産出が、発話における単語検索と情報の組み立ての側面のいずれか、または双方に影響し、発話が促進されるのか、また、この促進効果は、ジェスチャー産出頻度の個人差およびジェスチャー自発性とどのような関係にあるのかを明らかにすることにあった。さらに、本研究では、これまでの研究では積極的に検討されてこなかったジェスチャー産出の神経機構についても検討を加えた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、ジェスチャーが発話で果たす促進的な機能の詳細とその神経機構、及び、これらとジェスチャー産出頻度の個人差と自発性との関連の解明である。これらの知見の学問的な意義は、言語とジェスチャーの関連性とその神経基盤、言語の起源とジェスチャーの関係を解明する端緒となることにある。また、社会的な意義は、第二言語の学習、ひいては、学習全般にジェスチャーを取り入れる効果を、行動データと生理データの2側面から明らかにする点にある。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to investigate whether gesture production facilitates speech production by affecting lexical retrieval and/or organizing information for speech with examining effects of factors of individual differences of frequency of gesture production and spontaneity of gesture production. Furthermore, this study investigated the neural bases of co-speech gesture production that had been not actively investigated by previous studies.

研究分野：実験心理学

キーワード：ジェスチャー 発話 脳活動

## 1. 研究開始当初の背景

発話者は、会話において自発的かつ意識せずに、発話に伴う手や腕の動き、ジェスチャーを産出する (McNeill, 1992)。近年、ジェスチャーが言語の起源に関与する可能性が指摘されているように (e.g., Arbib, 2005)、ジェスチャーは、発話と密接な関わりを持ち (e.g., McNeill, 1992)、発話において、聞き手の理解を促進するだけでなく (e.g., Kendon, 1987)、話し手の発話負荷を軽減する機能を果たすとされる (e.g., Alibali et al., 2000; Kita, 2000; Krauss et al., 1996)。

例えば、二言語併用者の発話におけるジェスチャーの産出頻度が、相対的に熟達度の低い第二言語で母語よりも高くなるとの知見は、ジェスチャーによる発話負荷の軽減を示唆する (e.g., Marcos, 1979; Nagpal et al., 2011)。しかし、ジェスチャーが発話負荷を軽減する機能の詳細に関しては、単語検索を促進するとの仮説 (e.g., Krauss et al., 1996) や、発話のための情報を組織化するとの仮説 (e.g., Alibali et al., 2000; Kita, 2000; Oi et al., 2013) が提案されているが、未だ明らかになっていない。

ジェスチャーによる学習の促進効果については、他者のジェスチャーを観察する条件と、自身がジェスチャーを実施する条件とで数多くの研究が報告している (see review by Goldin-Meadow, 2014)。例えば、Goldin-Meadow et al. (2012) は、6才児に図形の心的回転課題を実施し、ジェスチャーを実際に遂行した群が同タイプのジェスチャーを観察した群よりも、高い正答率を示すこと、すなわちジェスチャーによる学習の促進効果を確認している。先行研究における残された課題は次の4点である。

1. 促進効果の詳細: ジェスチャーの促進効果は、その運動としての側面が、心的回転課題などに必要な空間的な情報処理 (e.g., Chu et al., 2013; Goldin-Meadow et al., 2012) に対するある種の“プライミング”として働く点に注目されている。これに対して、よりジェスチャー独自の機能として、単語検索の促進や (e.g., Krauss et al., 1996)、発話に要する情報の組織化 (Alibali et al., 2000; Kita, 2000; Oi et al., 2013) が指摘されている。しかし、その機能の詳細についてはいまだ明らかになっていない。
2. 神経機構: 機能的磁気共鳴画像法などは、身体動作を伴う課題では技術的な制約のために脳活動の測定に適さないために、先行研究はジェスチャーの理解を中心に行われており (e.g., Holle et al., 2010; Skipper et al., 2009)、産出に関しては検討されていない。
3. 個人差: 発話におけるジェスチャーの産出頻度には個人差があることが知られている (e.g., Chu et al., 2013)。しかし、この個人差がジェスチャーの促進効果に与える影響は解明されていない。例えば、Goldin-Meadow et al. (2012) は、各個人におけるジェスチャーの産出頻度が、ジェスチャーによる促進効果に与える影響について検討を加えているが、ジェスチャーの産出頻度の個人差と促進効果との間に有意な関係は確認されなかった。
4. 自発性: 教示により産出が求められた強制的なジェスチャー (e.g., Goldin-Meadow et al., 2012) と、自発的なジェスチャー (e.g., Oi et al., 2013) の違いが検討されていない。

これまでは理解の側面に限定されていたジェスチャーの神経機構に関する先行研究に対して (e.g., Holle et al., 2010; Skipper et al., 2009)、本研究では、身体動作のアーチファクトに対して比較的頑健な近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を利用し、ジェスチャーの産出に関する神経機構を検討した (Oi et al., 2013)。実験では、中国語を母語として日本語を第二言語とする二言語併用者が、アニメーションの観察後にその内容を伝達することを求めるアニメーション伝達 (animation narration) 課題を、母語と第二言語の条件で遂行した。

その結果、脳賦活量は、ジェスチャーが産出されると、左下前頭回 (ブローカ野) では上昇し、左上側頭溝 (ウェルニッケ野) では低減するが、ジェスチャーが産出されない時には、この脳賦活パターンは示されないことを確認した。また、この脳賦活パターンは、発話負荷が相対的に高いと推測される第二言語条件で顕著であった。これらの結果は、左下前頭回がジェスチャー産出に関与し、左上側頭溝が発話負荷の低減を反映したことを示唆する。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果を発展させ、ジェスチャーの産出による発話の促進効果について、単語検索の促進機能と情報の組織化のいずれか、あるいは双方であるのかについてと、その神経機構を明らかにする。さらに、ジェスチャーの産出に対して、ジェスチャーの産出頻度の個人差、ジェスチャーが自発的に産出されたか、強制的に産出されたかという自発性が与える影響も加えて検討する。

本研究の学術的な特色は、ジェスチャー産出による促進効果と、ジェスチャー産出頻度の個人差、自発性、言語差との関係を明らかにし、さらに、これまでの研究では積極的に検討されてこなかったその神経機構についても解明する点にある。

本研究の独創的な点は、二言語併用者が第二言語において発話する際の負荷が相対的に高いことを利用し、ジェスチャー産出の促進効果について、単語検索の促進と、情報の組み立ての促

進とを別個に検証可能とする新たな課題の提案にある。

本研究の予想される結果は、ジェスチャーが発話で果たす促進的な機能の詳細とその神経機構、及び、これらと個人差、自発性、言語差との関連の解明である。これらの知見の実際的な意義は、第二言語の学習、ひいては、学習全般にジェスチャーを取り入れる効果を、行動データと生理データの2側面から明らかにする点にある。本研究の学問的な意義は、言語とジェスチャーの関連性とその神経基盤、言語の起源とジェスチャーの関係を解明する端緒となることにある。

### 3. 研究の方法

#### (1) 刺激材料選定

本研究では、日本語を母語として英語を第二言語とする二言語併用者を対象に第二言語（英語）で実施する課題を作成するために、まず、高等学校での主たる英語教科書で使用されている単語と構文を確認し刺激材料の候補とする作業を進めた。また、これらの選定した刺激材料を課題に使用可能か否かを確認するために、Oi et al. (2013)における本研究と類似した課題において、二言語併用者が第二言語で発話する条件では、どのような場面で、いかなる単語や構文を使用していたか調査した。

#### (2) 課題作成とパイロット実験

これらの刺激材料の調査に基づき場面説明課題を作成し、パイロット実験を実施した。パイロット実験の結果、場面説明課題を、条件間の行動データと脳活動データの比較により優れる課題として、「単語検索条件」と「文章組み立て条件」が設定可能である課題へと改良した。場面説明課題の単語検索条件では、呈示された静止画の情景を説明する英語の一文の要素（part of speech）が手掛かりとして呈示され、実験参加者は文の構造は手掛かりに従い、単語を検索することが求められる。これに対して、場面説明課題の文章組み立て条件では、呈示された静止画の情景を説明する英語の一文の単語がランダムな順で手掛かりとして呈示され、実験参加者は、単語は手掛かりに従い、文の構造を組み立てることが求められる。

#### (3) 本実験の実施

日本語を母語として英語を第二言語とする二言語併用者 35 名を対象に、本実験を実施した。実験の流れを図 1 に示す。

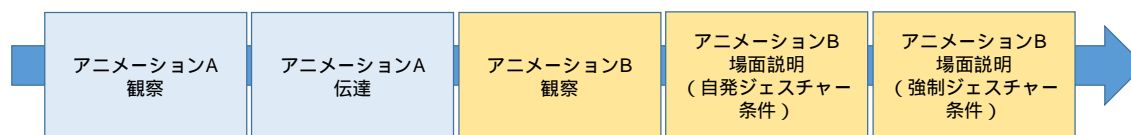


図 1 実験の流れ

本実験では、まず、母語におけるジェスチャーの産出頻度の個人差を検証するために、日本語条件でのアニメーション観察と伝達課題を実施した。その後、第二言語（英語）条件での、場面説明課題を、ジェスチャーの産出が求められないジェスチャー自発条件のブロックと、ジェスチャーの産出が教示によって求められるジェスチャー強制条件のブロックとで実施した。場面説明課題実施中の実験参加者の様子を図 2 に示す。また、それぞれの条件のブロックにおいては、単語検索が求められるが文の構造が示されている「単語検索条件(図 3a 参照)」と「文章組み立て条件(図 3b 参照)」の試行がランダムに呈示された。

また、実験の全課題を通して、近赤外分光法（Near-infrared spectroscopy）装置を使用して、脳活動の計測を実施した。



図 2 場面説明課題実施中の実験参加者

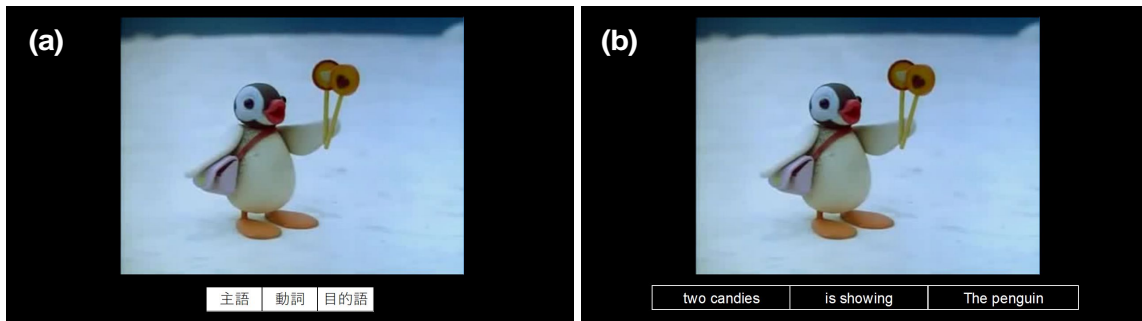


図3 場面説明課題において単語検索条件(a)の試行で呈示される刺激例と文章組み立て条件(b)で呈示される刺激例

#### 4. 研究成果

本実験結果は 現在分析中であり ,その成果は国際会議と国際誌において報告する予定である。

本研究の成果は、ジェスチャーが発話で果たす促進的な機能の詳細とその神経機構、及び、これらとジェスチャー産出頻度の個人差と自発性との関連の解明である。これらの知見の学問的な意義は、言語とジェスチャーの関連性とその神経基盤、言語の起源とジェスチャーの関係を解明する端緒となることにある。また、社会的な意義は、第二言語の学習、ひいては、学習全般にジェスチャーを取り入れる効果を、行動データと生理データの2側面から明らかにする点にある。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11件)

Yin, C., Yamada, M., Oi, M., Shimada, A., Okubo, F., Kojima, K., Ogata, H. (2018) Exploring the Relationships between Reading Behavior Patterns and Learning Outcomes based on Log Data from e-books: A Human Factor Approach. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35, 313-322. Refereed.

DOI: 10.1080/10447318.2018.1543077

Yamada, M., Shimada, A., Okubo, F., Oi, M., Kojima, K., & Ogata, H. (2017) Learning analytics of the relationships among self-regulated learning, learning behaviors, and learning performance. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12, 論文番号(13)のみでpなし. Refereed.

DOI: 10.1186/s41039-017-0053-9

Meng, S., Oi, M., Saito, G., & Saito, H. (2017) The neural correlates of biomechanical constraints in hand laterality judgment task performed from other person's perspective: A near-infrared spectroscopy study. *PLOS ONE*, 12, e0183818. Refereed.

DOI: 10.1371/journal.pone.0183818

Oi, M., Ito, H., Saito, H., Meng, S., & Palacios, V. A. (2016) Cognitive empathy modulates the visual perception of human-like body postures without imitation. *Journal of Cognitive Psychology*, 28, 319-328. Refereed.

DOI: 10.1080/20445911.2015.1127250

Liu, T., Saito, H., & Oi, M. (2016) Obstruction increases activation in the right inferior frontal gyrus. *Social Neuroscience*, 11, 344-352. Refereed.

DOI: 10.1080/17470919.2015.1088469.

Meng, S., Oi, M., Sekiyama, K., & Saito, H. (2016) The neural mechanism of biomechanical constraints in the hand laterality judgment task: A near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience Letters*, 627, 211-215. Refereed.

DOI: 10.1016/j.neulet.2016.05.069.

Pelowski, M., Oi, M., Liu, T., Meng, S., Saito, G., & Saito, H. (2016) Understand after like, viewer's delight? A fNIRS study of order-effect in combined hedonic and cognitive appraisal of art. *Acta Psychologica*, 170, 127-138. Refereed.

DOI: 10.1016/j.actpsy.2016.06.005.

緒方広明・殷成久・毛利考佑・大井京・島田敬士・大久保文哉・山田政寛・小島健太郎 (2016) 教育ビッグデータの利活用に向けた学習ログの蓄積と分析. *教育システム情報学会誌*, 33, 58-66. 招待論文

緒方広明・殷成久・大井京・毛利考佑・大久保文哉・島田敬士・小島健太郎・山田政寛 (2016) デジタル教材の閲覧ログを利用したアクティブ・ラーナーの学習行動の分析. *基幹教育紀要*, 2, 48-60. 査読無し

Liu, T., Saito, H., & Oi, M. (2015) Online monitoring of the social presence effects in a two-person-like driving video game using near-infrared spectroscopy. Japanese Psychological Research, 57, 242-253. Refereed.

DOI: 10.1111/jpr.12080

Liu, T., Saito, H., & Oi, M. (2015) Role of the right inferior frontal gyrus in turn-based cooperation and competition: A near-infrared spectroscopy study. Brain and Cognition, 99, 17-23. Refereed.

DOI: 10.1016/j.bandc.2015.07.001

[学会発表](計 5件)

Oi, M., Okubo, F., Taniguchi, Y., Yamada, M., & Konomi, S. (2017) Effects of prior knowledge of high achievers on use of e-book highlights and annotations. 25th International Conference on Computers in Education.

Oi, M., Yamada, M., Okubo, F., Shimada, A., & Ogata, H. (2017) Reproducibility of findings from educational big data: A preliminary study. 7th International Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference.

Oi, M., Yamada, M., Okubo, F., Shimada, A., & Ogata, H. (2017) Finding traces of high and low achievers by analyzing undergraduates' e-book logs. Cross-LAK2017.

Oi, M., Okubo, F., Shimada, A., Yin, C., & Ogata, H. (2015) Analysis of preview and review patterns in undergraduates' e-book logs. 23rd International Conference on Computers in Education.

Oi, M., Yin, C., Okubo, F., Shimada, A., Kojima, K., Yamada, M., & Ogata, H. (2015) Analysis of links among e-books in undergraduates' e-Book logs. 23rd International Conference on Computers in Education.

[図書](計 1件)

Ogata, H., Oi, M., Mohri, K., Okubo, F., Shimada, A., Yamada, M., Wang, J., & Hirokawa, S. (2017). Chapter12. Learning Analytics for e-Book Based Educational Big Data, In H. Yasuura, C.-M. Kyung, Y. Liu, & Y.-L. Lin. (Eds.) Smart Sensors at the IoT Frontier, Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

研究分担者と研究協力者に該当なし

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。