

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011 ~ 2012

課題番号：23730700

研究課題名（和文）

日本語と中国語の二言語併用者における言語間の干渉を低減する脳基盤の解明

研究課題名（英文）Brain mechanism of Chinese-Japanese bilinguals in diminishment of cross-language interference

研究代表者

大井 京 (OI MISATO)

名古屋大学・情報科学研究科・研究員

研究者番号：70579763

研究成果の概要（和文）：

本研究では、二言語併用者が単言語使用者よりも優れた認知機能を示すことと、二言語併用者が言語間の干渉を解決する機構との関連に着目した。本研究の目的は、二言語併用者の言語処理において、言語間の干渉を低減する脳基盤について、行動実験と生理実験を用いて解明することにあった。本研究では、次の2点について成果を得た。

1. 「発話」において認知的な負荷を軽減する要因とその脳内機構。
2. 「読み」において言語間の干渉を低減する要因とその脳内機構。

研究成果の概要（英文）：

Compared with monolinguals, bilinguals show advantages in certain cognitive functions. The present study focused on the relationship between the cognitive advantages of bilinguals and mechanisms that diminish cross-language interference. I investigated neural mechanisms that underlies the diminishment of cross-language interference in the language processing of bilinguals with behavioral studies and brain imaging studies. The results revealed:

1. A factor that lightens cognitive load during speech and its neural mechanism.
2. A factor that underlies diminishment of cross-language interference during reading and its neural mechanism.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：実験心理学

科研費の分科・細目：実験心理学

キーワード：二言語併用者，中国語，日本語，意味処理，近赤外分光法，発話，身振，日中同形語

## 1. 研究開始当初の背景

二言語併用者は、日常生活で、他方の言語からの干渉を受けないように、注意の制御「練習」を積み重ねている。近年、こうした反復練習は、二言語併用者が単言語使用者よりも優れた注意の制御を示すことや (e.g., Bialystok et al., 2004), 認知症の発症が相対的に遅いことに関与すると指摘されている (Bialystok et al., 2007)。

これらの知見は、二言語併用者の言語処理

を明らかにすることが、ヒトのより広範な認知制御の機構の解明に繋がる可能性を示す。そこで、本研究では、二言語併用者の言語処理の「発話」と「読み」における脳内機構を検討することとした。

(1) 「発話」において認知負荷を軽減する要因とその脳内機構:

話し手は、会話において自発的かつ非意識的に、手や腕を動かす身振を発話に伴って産

出する (McNeill, 1992)。発話に随伴する自発的な身振の役割に関しては、聞き手の理解を促進する「聞き手指向」の側面と (e.g., Graham & Argyle, 1975; Kendon, 1987), 話し手の認知的な負荷を軽減する「話し手指向」の側面 (e.g., Alibali, Kita, & Young, 2000; Kita, 2000; Krauss, Chen, & Chawla, 1996; Morrel-Samuels & Krauss, 1992; Rauscher, Krauss, & Chen, 1996) が指摘されている。

二言語併用者にとって相対的に熟達度が低い第二言語では、発話における認知的な負荷が、母語よりも高いと考えられる。これまでに、複数の研究が、二言語併用者の発話において生起する自発的な身振の頻度が、第二言語において、母語におけるよりも高いことを報告している (Marcos, 1979; Nagpal et al., 2011; Nicoladis et al., 2007)。これらの報告は、第二言語の発話における相対的に高い認知的な負荷が、身振の生成によって軽減されることを示唆する。

これまでの身振に関する脳画像 (brain imaging) 研究は、発話に伴う身振の「聞き手指向」の側面を検討してきた (e.g., Holle et al., 2010; Skipper et al., 2007; Skipper et al., 2009; Willems et al., 2007)。これに対して、「話し手指向」の側面に関する脳内機構については、脳画像研究で用いられる機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging) や陽電子断層撮影法 (positron emission tomography) が身体の拘束を必要とすることから生じる制約によって、検討の対象とされてこなかった。

## (2) 「読み」において言語間の干渉を低減する要因とその脳内機構:

背外側前頭前野 (Dorsolateral prefrontal cortex: DLPFC) は、一般的に、処理を求められていない無関連な情報の遮断や、反応の抑制に関わるとされる (cf., Bunge et al., 2002)。また、近年においては、DLPFC が二言語併用者の言語処理に関与することが、複数の研究で報告されている。しかし、その役割に関しては、言語の切り替え (Hernandez, 2009)、運用対象でない言語に対する検索の抑制 (Rodriguez-Fornells et al., 2002)、運用対象である言語の保持 (Kovelman et al., 2008) など、一貫した見解は示されていない。

これらの研究に対して、Oi et al. (2010) 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を対象にして、第二言語において DLPFC が言語間の干渉を低減する機構を明らかにした。

Oi et al. (2010) では、形態は言語間で共通であるが、意味の重複の程度が異なる言語間同形語が用いられた。例えば、「汽車」は、日本語と中国語間で形態が共通であるが、日本語では「蒸気機関車」を意味し、中国語で

は「自動車」を意味する。実験には、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と、日本語を母語として中国語の知識を持たない単言語使用者が参加した。実験参加者には、視覚呈示された漢字二字の熟語である日中同形語と、文として視覚呈示されるその意味 (語釈) の対応関係について「日本語 (二言語併用者にとっての第二言語) として知っている (既知)」か、「知らない (未知)」かを判断することが求められる語釈判断課題が実施された。

語釈判断課題の材料は、日本語と中国語の両方の辞書に採録された日中同形語に対して、語釈が当該の辞書に採録されているか否かの組み合わせによって、4種類に区分された: (J) 日本語あるいは (C) 中国語の片方の辞書にのみ記載, (S) 両辞書に記載, (U) 両辞書に記載無し。

実験の結果は、次の2点に要約される。第二言語の意味処理で、左 DLPFC が処理の早い段階で非ターゲットである母語の活性を引き下げ、右 DLPFC が処理の遅い段階でターゲット言語である第二言語の活性を高める。この両者の機能によって、第二言語の意味処理における母語からの干渉の低減が達成される。

しかし、DLPFC が、相対的に熟達度の高い母語の処理においても、第二言語の処理と同様の機能を果たすのかについてと、その機能が、言語間の干渉の低減に影響することが報告されている第二言語の熟達度 (大井・齋藤, 2009) と、いかなる関係にあるのかは未だ明らかになっていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、これらの研究背景を受けて、次の2点を検討することを目的とした。

(1) 身体の拘束を求めず、かつ身体の動きによるアーチファクトに相対的に頑健である脳画像法である近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を利用して、二言語併用者の「発話」において認知的な負荷を軽減する身振の脳内機構を明らかにする。

(2) DLPFC が、二言語併用者の言語処理における言語間の干渉をいかにして低減するのかを、Oi et al. (2010) の実験パラダイムを踏襲して、母語の処理と第二言語の処理とにおいて明らかにする。さらに、DLPFC の機能と第二言語の熟達度との関連性を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 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 16 名に、アニメーション

ョンを観察した後に、その内容を口頭で伝達することを、中国語（母語）と日本語（第二言語）の条件のそれぞれにおいて求めた。各言語条件において、異なるアニメーションが音声なしで視覚呈示された。言語条件の実施順序は、実験参加者間で相殺された。

実験参加者が課題を遂行する際の脳活動を、48チャンネルのNIRS装置(FOIRE3000/16, 島津製作所)を用いて測定した。

実験参加者には、実験の目的とその安全性について、実験前に書面と口頭で説明し、事前に書面による承諾を得ていた。身振の観察を目的としていたことは、実験参加者に実験が完了した後に伝えた。

(2) 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24名に、視覚呈示された漢字2字熟語に対する語釈の意味が、中国語（日本語条件では日本語）に実在するか否かを判断する語釈判断課題を、中国語（母語）と日本語（第二言語）の条件のそれぞれにおいて実施した。日中同形語の表記は、日本語条件と中国語条件とにおいて同一であった。語釈は、日本語条件では、日本語の表記で呈示され、中国語条件では中国語の表記で呈示された。言語条件の実施順序は、被験者間で相殺された。

実験参加者が課題を遂行する際の脳活動を、48チャンネルのNIRS装置(LABNIRS, 島津製作所)を用いて測定した。

実験参加者の日本語（第二言語）の熟達度は、第1回目の語釈判断課題を遂行した直後に実施した熟語完成課題(川上他, 2000)によって測定した。

実験参加者には、実験の目的とその安全性について、実験前に書面と口頭で説明し、事前に書面による承諾を得ていた。

#### 4. 研究成果

(1) 実験の結果、身振の生起頻度が、第二言語において母語よりも高いことが確認された。さらに、身振の生起数は、母語では、伝達の終盤では低下するが、第二言語では低下しないことが確認された(図1参照)。

NIRSデータの分析により、第二言語の条件において、古典的な言語野におけるブローカ野に相当する左半球の下前頭回(inferior frontal gyrus)の賦活量が、身振の生起に伴い増加することが確認された。さらに、この左下前頭回の賦活量の増加と一致して、古典的な言語野におけるウェルニッケ野に相当する左半球の上側頭回(superior temporal sulcus)の賦活量が低減することが確認された(図2参照)。これらの結果は、左下前頭回が発話における自発的な身振の生成に関与し、左上側頭回が、発話における認知負荷の低減を反

映したことを示唆する。

本研究の成果は、言語系の学術誌において最もインパクトファクターの高いBrain and Language誌上で報告されており(Oi et al., 2013)、その部分的な結果は、国際学術会議と(Oi, M., & Saito, H., 2012)、国内学術会議

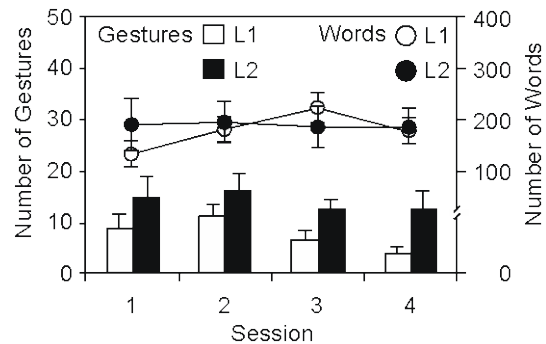


図1 母語 (first language: L1) 条件と第二言語 (second language: L2) 条件における平均身振産出数と単語産出数。エラーバーは、標準誤差を示す。

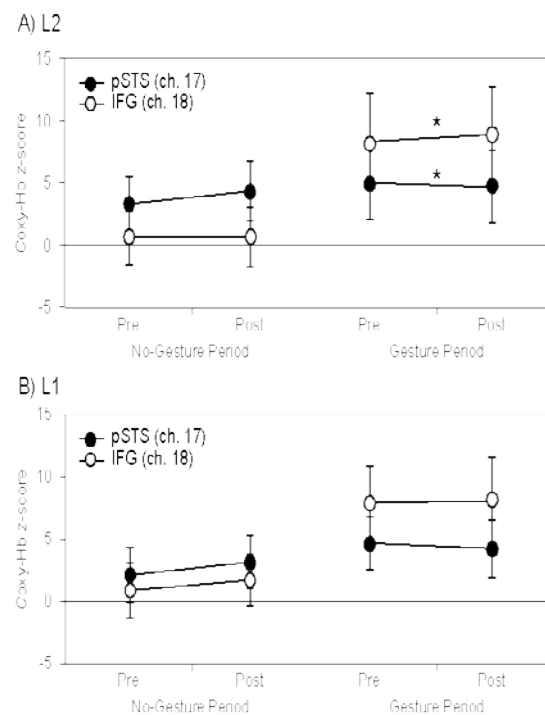


図2 no-gesture 区間と gesture 区間における身振産出前と身振産出後の平均酸素化ヘモグロビン濃度変化量の z-score。A) 第二言語 (second language: L2) 条件。B) 母語 (first language: L1) 条件。チャンネル (channel: ch.) 17 は、左上側頭回 (superior temporal sulcus: pSTS) に位置し、ch. 18 は、左下前頭回 (inferior frontal gyrus: IFG) に位置する。エラーバーは、標準誤差を示す。\*は有意差 ( $p < .05$ ) を示す。

において発表されている(齋藤・大井・李・

趙, 2011)。本研究が、二言語併用者の言語処理研究だけにとどまらず、より一般的な言語処理研究に対しても与えたインパクトは、国内外を問わずに高いと言える。

今後の展望としては、二言語併用者が産出する身振の内容が、言語間でどのように異なるのかに関する詳細な検討や、単言語使用者の身振との比較などを含めて、身振が発話で果たす役割の解明が期待される。

(2) 実験の結果、二言語併用者が、Oi et al. (2010) の二言語併用者とほぼ等しい誤反応率を、日本語（第二言語）条件における C 刺激対に示すことが確認された。この結果は、第二言語の意味処理において、母語からの干渉を受けたことを示唆する。

さらに本研究では、二言語併用者が、中国語（母語）条件における J 刺激対と、日本語（第二言語）条件における C 刺激対に、ほぼ等しい誤反応率を示すことが確認された（図 3 参照）。この結果は、二言語併用者が、母語の意味処理においても、第二言語からの干渉を受けることを示唆する。

また、二言語併用者の第二言語の熟達度の指標である熟語完成課題の得点と日本語条件における C 刺激対の誤反応率との間で負の相関が確認された。これに対して、熟語完成課題の得点と中国語条件の J 刺激対の誤反応率とでは、有意な相関は確認されなかった。

これらの結果は、第二言語の熟達度が高いと、第二言語の意味処理における母語からの干渉が低減されることを示唆する。NIRS データについては、現在分析中である。

この研究の成果は、Oi & Saito (2013) において報告される予定である。本研究の成果が、二言語併用者の言語処理において与えるインパクトは高いと考える。さらに、今後、NIRS データの報告が、国際的な学術会議と学術誌上において行われる予定であり、国内外に与える高いインパクトが期待される。

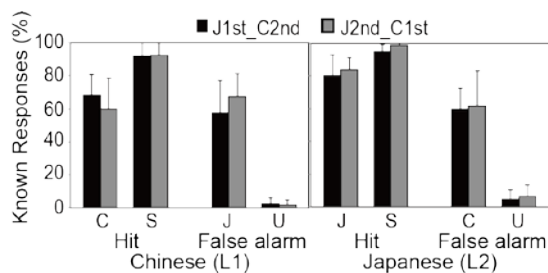


図 3 日本語条件を先に遂行した J1st\_C2nd 群と中国語条件を先に遂行した J2nd\_C1st 群の中国語条件と日本語条件における 4 種類の語積対の平均既知反応率。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

Oi, M., Saito, H., Li, Z., & Zhao, W. (2013). Co-speech gesture production in an animation-narration task by bilinguals: A near-infrared spectroscopy study. *Brain and Language*, 125(1), 77-81. doi: 10.1016/j.bandl.2013.01.004 (査読あり)

[学会発表] (計 3 件)

Oi, M., & Saito, H., Does Second Language (L2) Interference Semantic Processing in First Language (L1) 日本認知心理学会第 11 回大会, 2013 年 6 月 29-30 日, つくば国際会議場, 茨城県

Oi, M., & Saito, H., Does an “imagined” listener induce gesture production?, 14th International Conference on the Processing of East Asian Languages., October 26th 2012, Nagoya, Japan.

齋藤 洋典, 大井 京, 李 宗鳳, 趙 文雋, Two functions of gesture production in an animation narration task by Chinese-Japanese bilinguals: A near-infrared spectroscopy study., 日本認知心理学会第 9 回大会, 2011 年 5 月 29 日, 学習院大学, 東京

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大井 京 (OI MISATO)

名古屋大学・大学院情報科学研究科・共同研究員

研究者番号：70579763

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者 なし