

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 9 月 12 日現在

機関番号：32414

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18512

研究課題名（和文）ニューロフィードバックを用いた言語的直観の神経基盤と可塑性の研究

研究課題名（英文）Neural substrate of linguistic intuition and its plasticity in neuralfeedback.

研究代表者

時本 真吾（TOKIMOTO, Shingo）

目白大学・外国語学部・教授

研究者番号：00291849

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：ある文に対する適格性判断は、それぞれの話者について不変だと考えられている。しかし、Carroll, et al. (1981, Language)は、英語文に対する適格性判断を母語話者に求める際に、鏡を眼前に置いて自身の姿を見せると、適格性判断が体系的に変化することを示した。本研究では彼らの知見を日本語文において検証すると共に、文呈示に伴う脳波計測によって文の適格性判断の神経基盤を考察した。実験の結果、鏡を眼前に置いた場合、文が非適格として多く排除される傾向があり、また、脳波のシータ帯域ならびにベータ帯域の信号強度が増大した。また適格性判断と話者の対人傾向とは有意な相関を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実験参加者の眼前に鏡を置き、自身の全身を実験参加者に見せることで、言語課題遂行時にセルフモニタリングを誘導する。セルフモニタリングの有無に対応する行動反応と脳波の解析による神経活動ならびに質問紙による対人反応傾向個人差の間の相関を解析し、認知課題におけるセルフモニタリングの効果とメカニズムを対人傾向の個人差との関わりで考察する。対人コミュニケーションにおける個人差に社会的関心が集まっている現代において、他者視点の存在が行動に与える影響とその個人差を神経科学的に解明する手がかりとなることを意図している。

研究成果の概要（英文）：The linguistic judgment on a sentence is generally assumed to be invariant. However, Carroll, et al. (1981, Language) asked English native speakers to judge the acceptability of a sentence while they faced their self-images in the mirror in front of them and they observed that the sentences were judged more acceptable when the speakers faced their self-images in the mirror. In this study, we performed an EEG experiment to examine the finding by Carroll, et al. (1981) in Japanese and the neural substrate of the possible plasticity of linguistic judgments. The self-image in a mirror enhanced the EEG oscillation in theta and alpha bands. The higher rejection rate of the experimental sentences in With Mirror than in No Mirror condition could be due to the enhancement in theta and beta bands. This suggests that the meta-linguistic judgment on a sentence could be more acute by a stronger oscillation in theta and alpha band, and that these oscillations are deeply concerned with metacognition.

研究分野：神経言語学

キーワード：適格性判断 脳波 対人反応性指標 自閉症スペクトラム指数 メタ認知 発生源推定

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景：言語的直観に対する自身の鏡像の影響

言語理論一般では、言語的判断は不変だと考えられている。しかし、Carroll, et al. (1981)は複数の英語母語話者に文に対する適格性判断を求める際に、眼前に鏡を置き、話者が自身の姿を見られるようにすると組織的に判断が変化することを示した。Carroll, et al. (1981)によれば、鏡を眼前に置いた方が文の容認性は高く評価される。

2. 研究の目的

本研究は、まず Carroll, et al. (1981)の知見を日本語文を材料にして再現することを試み、言語的判断の可塑性の神経基盤を考察する。

3. 研究の方法

3.1 実験参加者

26名の日本語母語話者(男性10名)が実験に参加した。実験参加者には「日本語版対人反応性指標(JIRI)」に回答してもらい、対人反応傾向の個人差を評価した。

3.2 材料

実験文として、カテゴリー判断を示す日本語の単文を180作成した。実験文については予備調査を行い、典型性の高低と正誤を基準として以下の3種の実験文をそれぞれ60文作成した。

- (1) 典型性が高い文
ツバメは鳥だ。
- (2) 典型性が低い文
ニワトリは鳥だ。
- (3) 不適格文
ガスは鳥だ。

実験文はカウンターバランスした2群に分割した。

3.3 手続き

実験試行はビープ音から始まり、1秒後、文は聴覚呈示された。実験参加者は、文が不自然だと感じたときにボタンを押すよう指示を受けた。実験ブロックは2つに分かれていて、1ブロックについて全身が映る鏡を眼前に設置した。課題中の脳波は64チャンネルの脳波計測システムで記録した。

4. 研究成果

4.1 適格性判断

適格性判断を従属変数、鏡の有無、文の種類、JIRIの4つの下位得点、性別を固定因子、実験参加者、文項目をランダム要因としたロジスティック混合回帰モデリングを実施した。鏡の有無、文の種類、性別の主効果が有意、鏡と文の種類、鏡と文の種類とJIRIの「個人的苦痛(personal distress)」の交互作用が有意だった。実験参加者は、鏡を眼前に置いた場合の方が、多くの文を「不自然」と判断した。

4.2 脳波の発生源推定

計測された脳波に独立成分分析を施し、等価電流双極子の推定と等価電流双極子のクラスタリングを行うことで脳波の発生源を推定した。その結果、前部帯状皮質(anterior cingulate cortex, ACC, BA24)と後部帯状皮質(posterior cingulate cortex, PCC, BA23)が主要な発生源として推定された。

4.3 ビープ音についての事象関連スペクトラム摂動(Event-related spectral perturbation, ERS)P)

ビープ音についてのERSPを等価電流双極子のクラスタについて分析した結果、鏡を眼前に置いた場合は、ACCを中心とするクラスタについてアルファ帯域に、PCCを中心とするクラスタについてはシータ帯域とアルファ帯域に有意な信号強度の増強が認められた(図1)。

4.4 ERP and ERS)P for sentential predicates

文の正誤が明らかになる述語位置について事象関連電位(ERP)を解析した。その結果、述語呈示後100-200msの潜時帯で、鏡有り条件と鏡無し条件の間で前頭部やや右側に条件差が認められた(図2A)。また、鏡有り条件で、ACCを中心とするクラスタではシータ帯域の信号強度の増加が(図2B)、またPCCを中心とするクラスタではシータ帯域での信号強度の増加が認められた(図2C)。

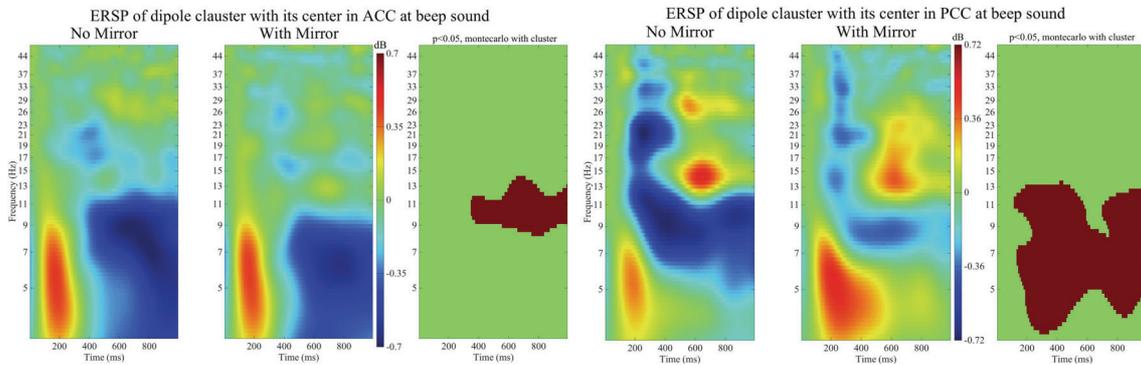


図 1. ビープ音 1 秒間の ERSP. 左が ACC を中心とするクラスター、右が PCC を中心とするクラスター。

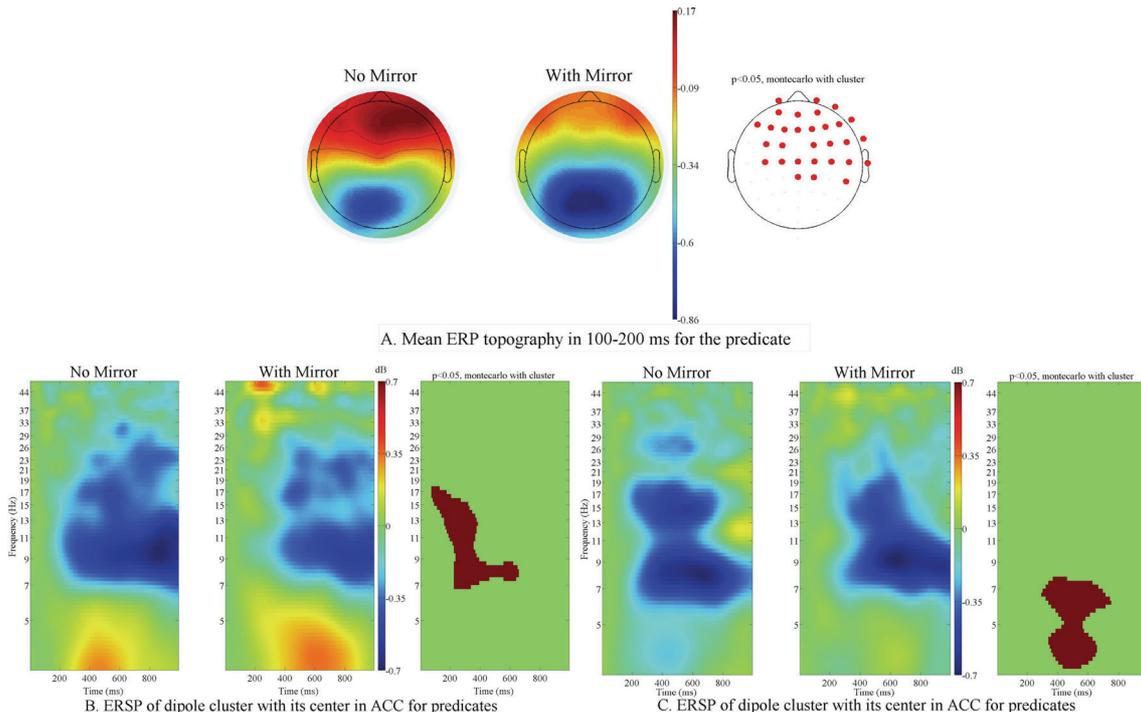


図 2. (A) 述語提示後 100-200 ms の潜時帯における、鏡無し条件 (左) と鏡有り条件 (右) の ERP 頭皮上分布. (B) ACC を中心とする等価電流双極子クラスターにおける ERSP. (C) PCC を中心とする等価電流双極子クラスターにおける ERSP.

4.5 ERP の振幅と JIRI 得点との相関

述語提示後 100-200 ms の鏡有り条件における前頭部の各参加者別平均電圧を従属変数、JIRI の下位得点ならびに性別を独立変数とした重回帰分析を行った結果、「個人的苦痛」の効果が有意だった。

4.6 結論

眼前に鏡を置くことで脳波の信号強度がシータ帯域とアルファ帯域で増加する。鏡有り条件で鏡無し条件よりも、文が多く「不自然」として排除されるのは、両帯域の信号強度増強によるものだと判断できる。文に対するメタ言語的な判断はシータ帯域・アルファ帯域の同期的活動によってより厳しくならない、またこの同期的活動はメタ認知と関わりが深いと考えられる。

引用文献

Carroll, J. M., Bever, T. G., & Pollack, C. R. (1981). The non-uniqueness of linguistic intuitions. *Language*, **57**, 368 – 383.

Himichi, T., Osanai, H., Goto, T., Fujita, H., Kawamura, Y., Davis, M.H., & Nomura, M. (2017). Development of a Japanese version the interpersonal reactivity index, *The Japanese Journal of Psychology*, **88**, 61-71.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Verdonschot Rinus G., Tokimoto Shingo, Miyaoka Yayoi	4. 巻 51
2. 論文標題 The fundamental phonological unit of Japanese word production: An EEG study using the picture-word interference paradigm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neurolinguistics	6. 最初と最後の頁 184 ~ 193
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jneuroling.2019.02.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 時本真吾
2. 発表標題 Cluster-based permutation test on event-related fields
3. 学会等名 ワークショップ「EEG/ERPデータ処理の最近のトレンド」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 直江大河・木山幸子・時本真吾・馬瓊・汪敏・小泉政利
2. 発表標題 誤った単語アクセントの再解釈の仕組み: 脳波の時間周波数解析・事象関連電位による検討
3. 学会等名 日本言語学会第 156 回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shingo Tokimoto and Naoko Tokimoto
2. 発表標題 N400, Late Positive Component, and Verbal Working Memory Constraints
3. 学会等名 第 4 回坂本勉記念神経科学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoko Tokimoto and Shingo Tokimoto
2. 発表標題 Self-image in a mirror enhances EEG oscillation in theta and alpha bands in linguistic judgments
3. 学会等名 Organization for Human Brain Mapping 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	首 雄 崇弘 (SOSHI Takahiro) (00381434)	京都大学・総合生存学館・特定研究員 (14301)	