

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K02755

研究課題名(和文) 言語処理過程で観察されるP600成分の機能的意義の解明に向けて

研究課題名(英文) Toward the understanding of the functional significance of language-sensitive P600 effect

研究代表者

大石 衡聡(OISHI, Hiroaki)

立命館大学・総合心理学部・准教授

研究者番号：40469896

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではP600の機能的意義を明らかにすることを目的とし、以下の成果を得た。(1) P600を安定的に観察するために必要なサンプル数は20から30名、(2) 全試行における統語逸脱文の割合が増えるにつれてP600の振幅量は減衰していく、(3) 感情状態がニュートラルな状態の場合には統語的逸脱に対して大きくて頭皮状分布の広いP600が観察されるが、ポジティブな感情状態の場合には小さくて頭皮状分布も狭いP600が観察される。これは感情状態がP600に影響を及ぼすからなのか、それとも感情状態の変化によって陰性電位が生じ、P600と相殺しあったのか、現時点では明らかではない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を開始する前では、同様の統語的逸脱を含む文であってもP600が観察される場合もあればされない場合もあったり、理論的には異なる種類のものでされる複数の認知的処理に伴う負荷が表面的には同一の形態的特徴を持つP600に反映されるなど、P600の機能的意義は不明瞭なものであった。本研究の成果はP600の惹起条件について大きな示唆を与えるものであり、P600を指標としたこれまでの、そしてこれからの研究の成果を評価する際に役立つものとなるであろう。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clarify the functional significance of P600 effects, and revealed that (i) the sample size of 20 to 30 participants are required to stably observe P600 effects, (ii) the amplitude of P600 effects gradually decrease as the number of syntactically anomalous sentence which participants read increase, and (iii) a large and widely distributed P600 effect was found when the participants were induced to have neutral emotion, on the one hand, and a small P600 effect was observed only in a limited region when they were induced to have positive emotion, on the other hand. At present, it is unclear whether this is because the state of emotion influences the cognitive processes which underly P600 effects or because the P600 effects were canceled out by the negativities which was elicited by the change of emotional states.

研究分野：心理言語学

キーワード：P600 文処理 統語的逸脱 機能的意義

1. 研究開始当初の背景

研究開始の少し前から、脳機能障害患者や高齢者の言語処理能力についての関心が広がってきており、脳機能障害者や高齢者における言語処理能力の機能低下の程度を評価したり、原因を特定したりする試みが始まるようになっていた。それにあたっては健常若年者の言語処理能力を反映したデータを比較のベースラインとして利用するのが定石であり、そのようなベースラインデータとして有用なものの1つとして、以下に述べる理由により、脳波の一種である事象関連電位 (Event-related potential: ERP) を挙げるができる。

ERP は時間解像度が高いため非常に高速な認知的処理である言語処理を観察するのに適していることから健常若年者の言語処理能力について検討した研究が盛んに行われており、既にデータの蓄積が豊富にある。

ERP データを得るにあたっては、読み時間のような行動指標とは異なり、ボタン押しなど言語の処理そのものとは無関係な行動を必要としないため、脳機能障害者や高齢者を対象とした実験を実施するにあたっては最適なものだと考えられる。

言語処理の特定の側面における負荷に敏感な ERP 成分があり (例えば意味的な側面における負荷を反映して N400、統語的な側面における負荷を反映して P600 と呼ばれる成分が惹起される) それらの成分の形態的特徴に関する健常若年者との間の異同を観ることによって脳機能障害者や高齢者の言語処理能力の機能を評価することができる。

しかしながら各 ERP 成分の機能的意義 (functional significance) については不鮮明な部分が多い。特に P600 に関しては言語処理そのものに伴う負荷ではなく、文法性判断などの二次的な課題に伴う負荷を反映している可能性が指摘されていたり、二次的課題の有無や教示の仕方、刺激間隔の操作などといった言語の処理とは本質的には無関係な外的要因が P600 の振幅量や潜時帯といった形態的特徴に影響を及ぼすことを示すデータも公表されている。したがって、脳機能障害者や高齢者における P600 反応を観ても、現時点ではそれが言語処理能力の機能を反映しているのか、それとも外的要因に対する反応に過ぎないのかを判断するのは難しい。したがって脳機能障害患者や高齢者の言語処理能力の機能評価のための適切なベースラインデータを提供するためには、外的要因と P600 の形態的特徴の変化との間の関連性を明らかにするための基礎的研究を実施して P600 の機能的意義を明らかにすることが急務と考えられた。

2. 研究の目的

健常若年者による言語処理過程で観察される P600 成分の機能的意義を明らかにすることを最終的な目的とし、以下の3つのリサーチ・クエスションを設定し、それらを検証するための実験を実施した。まず、P600 が P300 や MMN 等に比べて相対的に振幅量の小さい ERP 成分であることから試行数が不十分な場合には統制条件との比較において統計的な有意差が観られず、そのことによって P600 の機能的意義に誤解が生じる可能性が考えられる。そこで、P600 を安定的に抽出するのに必要な試行数はどの程度かを明らかにすることを目的とする実験を実施した (研究1)。次に、実験参加者が読む統語逸脱文の割合が多くなると P600 の振幅量が小さくなることを示す先行研究の成果を受け、その振幅量の減少が徐々に観られるものなのか、それともある時点を境に急激的に減少するものなのかを明らかにすることを目的とする実験を実施した (研究2)。最後に、感情状態という外的要因が統語的逸脱を反映する P600 の振幅量に影響を及ぼすという先行研究を受け、快度と覚醒度を様々に操作した実験を実施することで多角的に感情状態の影響を検証するための実験を実施した (研究3)。

3. 研究の方法

研究1では、48名の日本語母語話者に格助詞と動詞の要求する格との間にミスマッチが生じている文を呈示した際に惹起された ERP 成分がどれくらいの試行数を経たのち P600 として取り出されるかを Cohen の d 値を求めることで検証した。P600 の安定性を相対的に評価するために、40名の日本語母語話者がオッドボール課題に取り組んでいる際に惹起された P300 成分の Cohen の d 値も算出した。

研究2では、研究1と同様の統語逸脱文を文法的な文と同数呈示するブロックと統語逸脱文が全体の25%を占めるブロックを設け、各ブロックにおける P600 の振幅量に違いが生じるかどうかを検証した (実験1)。それに加えて、意味的に逸脱した文とそうでない文を同数呈示するブロックと意味逸脱文が全体の25%を占めるブロックを設け、意味逸脱に敏感な N400 の振幅

量に対する影響も検証した。

研究3では、先行研究における感情誘導の難を克服すべく、文理解課題に取り組む前に実験参加者を中性感情に誘導した後で一定数の統語逸脱文を呈示し、その後ポジティブ感情に誘導してからさらに一定数の統語逸脱文を呈示するという方法を取った。このような手続きを取ることで実験参加者の感情状態の変化がP600に及ぼす影響を取り出すことが可能となった。

4. 研究成果

研究1では、P300を安定的に取り出すには5～7名の実験参加者で十分な一方、P600に関していうと20～30名もの実験参加者が必要だということが明らかになった。この成果はYano, Suwazono, Arao, Yasunaga, & Oishi (2019) として *International Journal of Psychophysiology* に掲載されている。

研究2では、統語逸脱文が全体の25%だったブロックでは正文を呈示した際のERPに比べて有意に大きなP600が観察されたものの、統語逸脱文と正文とが同数であったブロックでは統語逸脱文に対して有意に大きなP600は観察されなかった。一方、意味的逸脱文を呈示した実験2ではN400の振幅量にブロック間で差は見られなかった。これらのことから、言語処理装置は統語的逸脱に適応 (adaptation) を示すが意味逸脱に対してはそうでないことが示唆された。この成果はYano, Suwazono, Arao, Yasunaga, & Oishi (2021) として *Quarterly Journal of Experimental Psychology* に掲載されている。

研究3では、最初に行った中性感情への誘導後には統語逸脱文に対して有意に大きなP600が観察されたが、その後のポジティブ感情誘導後には統語逸脱文に対するP600の振幅が中性感情誘導後のそれに比べて小さかったことに加えて、中性感情誘導後には観察されなかった前頭部陰性電位 (Anterior negativity) が観察された。前頭部陰性電位は形態統語的逸脱を反映することが知られていることから、ポジティブ感情誘導によって快度・覚醒度が上昇したことが言語処理装置の形態統語的逸脱への敏感さを上昇させたことが示唆された。この成果は第6回坂本勉記念神経科学研究会にて口頭発表されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yano Masataka, Suwazono Shugo, Arai Hiroshi, Yasunaga Daichi, Oishi Hiroaki	4. 巻 74
2. 論文標題 Selective adaptation in sentence comprehension: Evidence from event-related brain potentials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Quarterly Journal of Experimental Psychology	6. 最初と最後の頁 645 ~ 668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1747021820984623	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Yano Masataka, Suwazono Shugo, Arai Hiroshi, Yasunaga Daichi, Oishi Hiroaki	4. 巻 140
2. 論文標題 Inter-participant variabilities and sample sizes in P300 and P600	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Psychophysiology	6. 最初と最後の頁 33 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijpsycho.2019.03.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Yano Masataka	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Predictive processing of syntactic information: evidence from event-related brain potentials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Language, Cognition and Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/23273798.2018.1444185	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8件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 大石 衛 聡
2. 発表標題 感情状態は言語処理に影響を及ぼすのか
3. 学会等名 第6回坂本勉記念神経科学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yano, M., Suwazono, S., Arao, H., Yasunaga, D., and Oishi, H.
2. 発表標題 The adaptive nature of sentence comprehension: When native Japanese speakers adapt to linguistic violations and when they don't.
3. 学会等名 The 21st Annual International Conference of the Japanese Society for Language Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢野雅貴・諏訪園秀吾・荒生弘史・安永大地・大石衛聴
2. 発表標題 形態統語的逸脱文に対する適応効果 事象関連電位を指標として
3. 学会等名 日本言語学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yano, M., Suwazono, S., Arao, H., Yasunaga, D., and Oishi, H.
2. 発表標題 Minimizing prediction errors: Comprehenders rapidly adapt to morphosyntactic violations but not to semantic violations.
3. 学会等名 CUNY Conference on Human Sentence Processing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒生弘史
2. 発表標題 視覚および聴覚呈示の3語文に対する事象関連電位
3. 学会等名 坂本勉記念神経科学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒生弘史
2. 発表標題 2 語文に対するERP の変動因 文タイプ、課題、モダリティ、ラボの効果
3. 学会等名 第3回坂本勉記念神経科学研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安永大地
2. 発表標題 言語処理の仕組みを実験から探る
3. 学会等名 Kanazawa Hokuriku認知科学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大石衡聴
2. 発表標題 感情状態は言語処理に影響を及ぼすのか(続編)
3. 学会等名 第7回坂本勉記念神経科学研究会
4. 発表年 2022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	安永 大地 (Yasunaga Daichi) (00707979)	金沢大学・歴史言語文化学系・准教授 (13301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	荒生 弘史 (Arao Hiroshi) (10334640)	大正大学・心理社会学部・准教授 (32635)	
研究分担者	矢野 雅貴 (Yano Masataka) (80794031)	九州大学・人文科学研究院・助教 (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関