

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 14 日現在

機関番号：32525

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23720192

研究課題名(和文) 外国語理解処理における反応時間の習熟過程とその神経基盤

研究課題名(英文) Development of foreign language comprehension skill and its neural basis

研究代表者

横山 悟 (Yokoyama, Satoru)

千葉科学大学・薬学部・准教授

研究者番号：20451627

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)：日本人英語学習者のfMRIデータにつき、英語文処理にかかった処理時間と、その処理中の脳活動との関係性を統計的に評価した。その結果、処理が早く行える学習者ほど、生じた脳活動の強さが弱いことを明らかにした。特にその関係性が見られる部位は、左半球の下前頭回、及び左半球の頭頂部であった。これらは、先行研究の結果と矛盾がないものであった。これらの結果より、外国語の処理においては、母語・外国語の種類に関係なく、外国語の習熟度に伴う処理速度と、その処理を担当する脳部位における活動の強さには、関係性が見られると言える。

研究成果の概要(英文)：The current study examined whether there is a statistical relationship between foreign language processing speed and its proficiency level, and between foreign language processing speed and its brain activity. The psycho-physiological experiment showed that there is no clear relationship between foreign language processing speed and its proficiency level by using self-paced reading task, but the fMRI experiment showed that brain activation data can statistically predict foreign language processing speed.

研究分野：心理言語学・神経言語学

キーワード：脳機能画像法 心理言語学 神経言語学 外国語学習 英語学習

1. 研究開始当初の背景

心理言語学における外国語習熟度理論では、外国語に関する言語知識の広さや深さとともに、外国語の処理の早さという点も、習熟度の評価項目の一つとして考えられている(たとえば Segarowitz and Segarowitz 1993)。この考え方では、知識の広さ・深さとその知識の運用・処理の早さは、習熟度の観点において別の指標であることが分かっている。これは、いくら知識が広く深くとも、それを実際の場で使いこなせないということがあることから分かる。一方、実際の外国語習熟度テストでは、基本的に知識の広さ・深さを評価している。テスト自体に対する制限時間や課題に対する制限時間という意味では、外国語の処理の早さも影響している可能性は高いが、各課題における処理の早さ自体を指標としては評価していない。

処理の早さと外国語の習熟度との関係については、automaticity という概念に関する一連の研究がある (Segarowitz and Segarowitz 1993; DeKeyser 2001 など)。例えば反応時間を主な指標とした Segarowitz らの coefficient of variation 理論では (Segarowitz and Segarowitz 1993)、課題の反応時間が処理の automaticity を反映していると仮定し、各被験者における課題の反応時間と標準偏差、及び両者の割合の関係性によって、外国語の習熟度における automaticity を評価しようというものである。しかしながら、現時点ではこの理論に対する反証データも報告されている (Hulstijn et al. 2009 など)。また一方で、母語との比較による指標という考え方もある。Chee et al. (2001)では、外国語の単語認知時間から母語での単語認知時間を差分した、assymetry index という指標を用いた。母語での言語処理は人間の言語処理の中で最も習熟度が高いレベルと想定できるため、母語での処理時間から外国語の処理時間がどれだけ遅い者であるのかを外国語の習熟度の指標とするのは、論理的にも正しいように思える。しかしながら、この指標を用いた外国語の習熟度評価に関する研究は、実際には行われていない。よって、現時点において処理の早さに関する習熟度の一側面を評価する指標は、明確なものが存在していない。

2. 研究の目的

本研究開始時の時点では、未だに外国語の習熟過程における処理の反応時間の変化については明らかになっておらず、

さらにはその習熟度や反応時間の変化が、脳内のどのような変化によって生じているのか、という部分については、明らかになっていなかった。よって脳機能とパフォーマンスデータとの間の関係性を探ることを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

まず本実験である fMRI による脳機能実験の前に、予備調査として心理実験を行い、反応時間と習熟度テストスコアとの関係性を確認し、かつ本実験のための実験刺激選定を行った。Self-paced reading task を用いて、英文を構成する各語の読み時間を測定し、その時間と英語習熟度テストとの関係性を検証した。

その後本実験として、日本人の英語学習者を被験者とし、脳機能画像法である fMRI による英語文の理解中の脳活動データの収集、及びその際の英語文理解の反応時間を収集した。被験者は 35 名で、収集したデータを fMRI データの解析に標準的に用いられるソフトウェア、SPM8 を用いてデータの解析を行った。

最終的に、被験者である日本人英語学習者の英語文理解における反応時間と、その理解時に生じた脳活動パターンとの間の関係性を探るため、両者の間に統計的な関係性が見られるかどうかを、一般化線形モデルにより検証した。

4. 研究成果

予備心理実験の結果については、各語の読み時間と習熟度テストスコアとの間に統計的な関係性は見出せなかった。

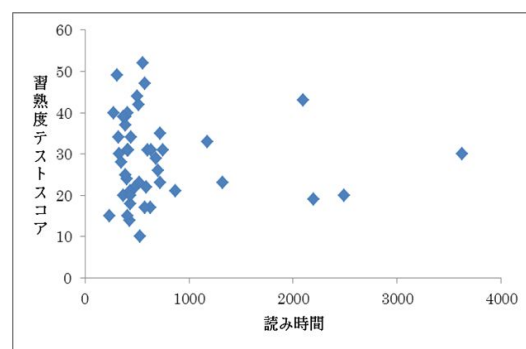


図 1: 主語の読み時間とテストスコア

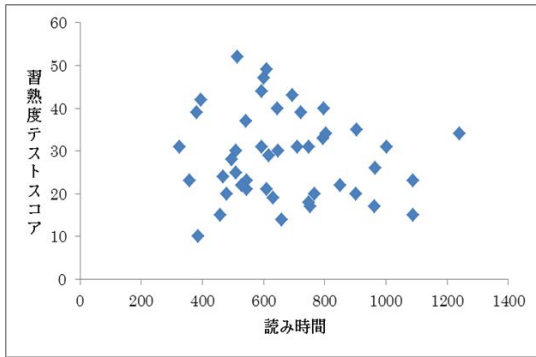


図 2：目的語の読み時間とテストスコア

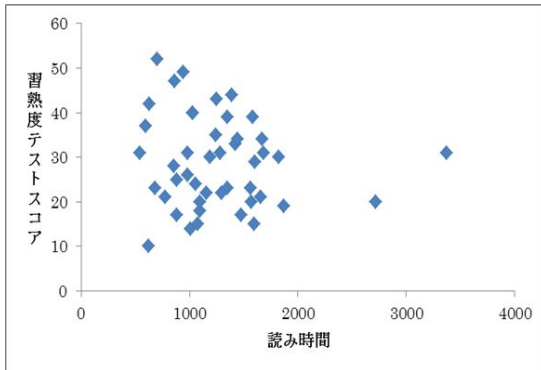


図 3：動詞の読み時間とテストスコア

一方、ベースラインとして収集していた日本語の文理解時間との関係においては、目的語に相当する位置の語と、動詞・述語に相当する位置の語とにおいて、それぞれ日本語の文理解と英語の文理解との間に相関関係が見られた。

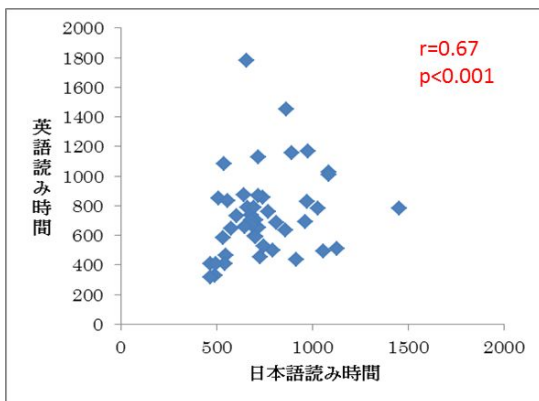


図 4：目的語の日英双方の読み時間

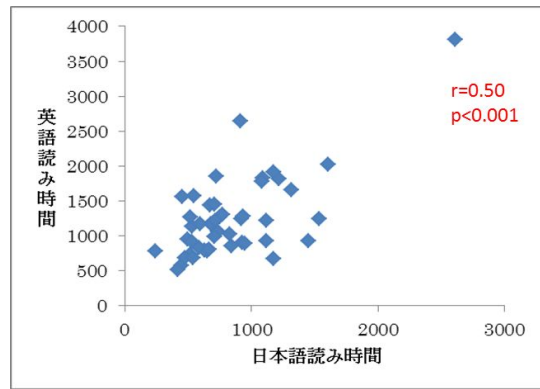


図 5：動詞の日英双方の読み時間

この結果は、英語の習熟度というよりも、より一般的な言語理解に関する情報処理の反応の速さという能力の部分が見られたものであると解釈できる。つまり、そもそもの言語情報処理能力が高いために、母語である日本語でも、外国語である英語でも、理解に関わる処理時間の速度が共に速くなる傾向がある、ということかもしれない。

ただし、本研究は長期的に学習者を追った研究ではなかったため、英語の学習をすることで言語情報処理能力が高まり、その結果母語の処理能力も向上した、という可能性を排除できないため、今後の研究が必要となる。

次に、日本人における英語文の読み時間と、それに対応する脳活動との関係性を統計的に検証した結果は、以下のとおりとなった。

	平均	SD
反応時間	1514	427
左角回	5.39	1.64
左下前頭回 (oper)	3.06	1.72
左下前頭回 (orb)	1.72	1.64
左下前頭回 (tri)	3.01	1.64
左下頭頂小葉	2.99	1.68
左中側頭回	1.43	1.27
左縁状回	1.30	1.60

上記、反応時間と脳活動との関係性を一般化線形モデルを用いて検証した結果、尤度比カイ 2 乗の値は 16.611、有意確率は 0.02 であった。

各脳部位の活動の値につき、その効果の程度は以下のとおりとなった。

	有意確率
左角回	0.68
左下前頭回 (oper)	0.44
左下前頭回 (orb)	0.43
左下前頭回 (tri)	0.09
左下頭頂小葉	0.24
左中側頭回	0.51
左縁状回	0.001

本モデルでの各脳部位の信号値の B の値は以下のとおりである。

	B
切片	1525
左角回	17.6
左下前頭回 (oper)	63.2
左下前頭回 (orb)	-49.1
左下前頭回 (tri)	-156.9
左下頭頂小葉	43.1
左中側頭回	-45.8
左縁状回	204.0

本モデルによる予測値と実測値との相関係数は、 $r=0.496$ 、有意確率は 0.002 であった。上記のモデルの他、統計的に有意となる組み合わせも存在したが、カイ 2 乗比の値、及び有意確率により、上記のモデルよりもモデルの適合度が高いものは存在しなかった。

本研究の結果として、統計的に有意に、脳活動から反応時間を、線形のモデルにより予測することが可能である可能性を示した。

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 2 件)

横山 悟 (2015) 「大学における諸年次英語教育の効果に関する多角的分析」千葉科学大学紀要 8 号, 17-21.

横山 悟、エマニュエル マナロ、田中エリス伸枝、高橋 慶、橋爪 寛、ジョン ヒョンジョン、川島隆太. (2012). 「習熟度の異なる日本人英語学習者による英文理解過程」IEICE technical report, TL2012-12, 13-17.

〔学会発表〕(計 1 件)

Satoru Yokoyama (2012). Proficiency in foreign language reading: the relationship between proficiency test score and reading times. CogSci 2012, Sapporo, Japan.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

横山悟 (YOKOYAMA, Satoru)

千葉科学大学・薬学部・准教授

研究者番号：20451627