

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：31307

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25580133

研究課題名(和文) パソコン学習がどこまで英語教師に取って代われるのか：脳科学からの検証

研究課題名(英文) To What Extent Computer-Based Learning can Replace English Teachers: A View from Cognitive Neuroscience

研究代表者

遊佐 典昭 (YUSA, NORIAKI)

宮城学院女子大学・学芸学部・教授

研究者番号：40182670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、(1)第二言語(L2)を学習する際の教師とのインタラクションを、パソコン学習と比較することで、L2学習における社会性の影響を脳科学から検証した。(2)教師の与える明示的教授の効果を、日本人の英語冠詞獲得から検証した。研究の結果、(1)L2として日本手話を学ぶ場合に、人間を介して学んだ実験群のみが教授後に、手話を理解している時に脳の機能変化を起こしていた。このことは、大人のL2学習においても、「他人との相互作用」を通してのみ脳活動の変化を伴う学習が可能であることを示している。(2)人間を介した教授の場合でも、入力の質と量の相違が、L2の教授効果に影響を及ぼすことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study examined (1) the effects of social interaction during second language (L2) acquisition on the brain by comparing differences between computer-based learning and learning through the interaction with a human being, and (2) the effects of explicit instruction on the development of second language knowledge.

We have two results from this study; (1) the neuroimaging data show that a human being's presence in learning L2 syntax significantly caused changes in the brain but computer-based learning did not. This suggests that in addition to early speech learning (Kuhl 2007), social interaction is crucial in order for L2 learners to come to rely on native-like neural mechanisms in processing syntax; (2) the quantity and quality of explicit instruction matter in the development of second language knowledge of English articles, suggesting that just the presence of a human being is not sufficient for the development of complicated knowledge of L2 knowledge.

研究分野：言語学

キーワード：パソコン 脳科学 fMRI 社会性

研究開始当初の背景

(1) 母語の成長・発達には、3つの要因が想定されている(Chomsky (2005))。 (I) 遺伝的要因である UG(第1要因)、(II) 後天的経験・環境要因(第2要因)、(III) 人間言語に固有でない物理法則や認知制約(第3要因)。これに加えて、第二言語知識の成長・発達には、母語知識、教授効果などが関与する。

(2) これまでの第二言語獲得研究は、脳内言語知識の解明が中心であり、第1要因である普遍原理の利用可能性や、第二言語獲得における最終到達度(ultimate attainment)に対して興味あるデータを提供してきた。しかし、脳内に第二言語知識が内在するためには、まず第2要因(環境要因)である言語入力を、取り込む必要がある。入力と、心的表示に関わり言語獲得を促進するインテイク(intake)に関する研究は、これまで第二言語獲得研究で行われてきたが、主に学習者の内的側面である注意や意識といった認知的側面からの研究に限られてきた。外国語としての英語環境にいる我が国では、接触量が限られているために、取り込み可能な言語入力を与えることが重要である(遊佐 2013)。したがって、どのような要因が、入力をインテイクに変えるのかは、第二言語獲得で重要な研究課題である。

(3) 幼児の外国語学習に関しては、他者を介して入力を取り組む必要があることが知られている。例えば、Kuhl et al. (2003, 2007) は、生後9ヶ月の幼児に対して外国語で直接話しかけたほうが、テレビから話しかけるよりも、外国語音素の弁別能力を向上させることを明らかにした。しかし、成人が第二言語(外国語)を学ぶ際の、社会的相互作用に関する研究は、本格的になされていない。

(4) 外国語の学習環境は、従来のパソコンによるeラーニングから、数多くの教育用アプリを組み込んだスマートフォンやタブレット端末に変わろうとしている。我が国のように、外国語として英語を学んでいる場合は、学習者が接する言語インプットが限られているので、多種多様な言語インプットを与えるeラーニングは、効果があると考えられ、教育現場で導入が加速化している。さらに、インタラクティブ化が進み、学習者が、教師から受けるのと同様の入力やフィードバックを、機械から受け取ることができるようなプログラムの開発も進んでいる。しかし、人間を介さないeラーニングが、大人の外国語習得に効用があるとする確たる証拠は存在しない。学習を「環境からの刺激により神経回路網が構築される過程」とし、教育を「神経回路構築に必要な外部刺激を制御・補完し、かつ学習を鼓舞する過程」(小泉英明 2010)と生物学的な観点から捉えるならば、eラーニングなどの機械学習の効用は、脳科学から検

証されなければならないことになる。

2. 研究の目的

本研究は、次の2点を研究目的とする。

(1) 母語が成長・発達するためには、単に入力に接するだけでは不十分で、他者との係わり(社会性)を通して、入力を取り込むことが必要であることが知られている。人間には、生物学的資質として、言語機能が備わっているが、その言語機能が成長するには、回りの人との相互作用が必要である。例えば、子供にテレビやCDからの音声刺激を与えただけでは、子供は母語獲得に成功せずに、「他者からの働きかけによる刺激」を通して初めて言語獲得に成功する(Baker 2001、福井 2005)。本研究では、申請者研究グループが行った、日本手話獲得の実験データを、詳細に検討することで、入力を取り込むさいの、社会性の役割を検討する。外国語を学習する際の教師とのインタラクションを、人間を介さないパソコン学習と比較することで、外国語学習における社会性を脳科学(神経認知科学)の観点から計測し、人間の認知機構を解明し、パソコン学習の有効性を検証する。

(2) 言語入力を教師が直接明示的に学習者に与えても、教授効果が上がらないことが知られている(vanPatten and Williams 2007)。本研究では、冠詞に関して明示的教授を行った場合の、教授効果を検討することで、入力の与え方を検討する。

3. 研究の方法

(1) 本研究の研究体制は、生成文法、認知脳科学を専門とする遊佐と、認知脳科学、統計学を専門とする金からなり、遊佐の研究統括のもと、日常的に活発な議論や共同の研究発表を行うことで、研究目標を達成することに努めた。

(2) 2013年度は、第二言語として日本手話を学ぶ場合に「他者との係わり」がもたらす影響を脳科学から検証した申請チームの実験データを詳細に分析しなおした。加えて、社会性と脳科学の研究動向を調査した。研究成果は、二つの海外の学会、及び国内の学会での招待セミナーで発表を行い、他の研究者からのフィードバックを得た。また、英語教育をパソコンで行った場合の効果に関する実験のために、工学系の研究者との打ち合わせを行った。

また、普遍文法に基づいた第二言語獲得研究が、教室での英語教育にどのような貢献が可能かどうかに関して、冠詞の明示的教授法に関する論文を含む書籍を出版した。

(3) 2014年度は、外国語学習と社会性に関して2013年度に行ったデータ分析に基づき、論文を執筆し、2015年度中には海外の専門誌に投稿予定である。また、本研究課題と関連する、第二言語獲得と脳内処理に関する論文を執筆し、書籍の形で出版した。さらに、この論文の展開を、海外の出版社から出版予定で、原稿が査読中である。

明示的教授がもたらす効果に関しては、Snape and Yusa (2013)での指摘した問題点を考慮して、新しい教授を9週間にわたり行い、教授の3週間後、9週間後、12週間後に容認可能性の実験を行った。実験結果は、海外の学会で発表すると共に、論文としてまとめた。

4. 研究成果

本研究で次の2点が明らかになった。

(1) 第二言語知識の発達と、言語のもつ社会性の関連を探るために、申請チームが以前に行った日本手話獲得に関する実験データを詳細に解析した。この実験は、本研究の基本データを得るためのものである。実験に参加したのは、日本人聴者で、聾者である教員との相互作用を通して日本手話を学習している実験群と、その学習を撮影したDVDで日本手話を学習した実験群である。従って、両グループの相違点は、教員との相互作用があるか否かの「社会性」の有無である。トレーニング(教授)は、10回行われた。4回目と10回目のトレーニングの直後に、日本手話が容認可能かどうかを判断している最中の脳活動を、機能的磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging, fMRI)で計測した。容認可能性の行動実験では、両グループに差が見られなかったが、脳機能計測で差が見られた。人間を介して日本手話を学んだ実験群のみが、教授後に、手話を理解している時にブローカ野に新しい賦活が生じ、脳の機能変化を起こしていた。ブローカ野は、人間言語の統語処理に関与していると想定され、統語知識の定着に関与していることが明らかになっている(Sakai et al. 2009; Yusa et al. 2011)。本実験の結果は、母語獲得のみならず、大人の外国語学習においても、「他人との相互作用」を通してのみ脳活動の変化を伴う学習が可能であることを示している。研究成果の一部は、南洋工科大学、ジュネーブ大学で開催された学会、および国内の学会で発表した。また、研究成果は最新の研究動向を考慮しながら、論文として執筆中で、2015年度中に投稿予定である。

英語学習に関しては、日本手話と同様の実験の準備をしたが、技術的問題のために予備実験段階で終了してしまった。ただし、コンピュータによる手話獲得実験や英語獲得の予備実験で有益なデータを得ることができた。英語教育現場でIT化が進行している現状を考慮すると、英語のパソコン学習の効果は、

継続して取り組まなければならない課題であり、今回扱った教授効果も含めて脳科学からの検証を予定している。

(2) 明示的教授 (explicit instruction) が、英語の総称用法の名詞句の冠詞の知識獲得に効果があるのかを扱った。英語で総称的に用いられる名詞句には、(a) 定冠詞 + 単数名詞、(b) 無冠詞複数名詞、(c) 不定冠詞 + 単数名詞、および (d) 無冠詞不可算名詞がある。この中で、教授効果が上がらないのが、(a) の定冠詞 + 単数名詞の場合(例: *The dido bird is extinct*) であることが明らかになっている (Ionin et al. 2011, Snape and Yusa 2013)。今回の実験では、Snape and Yusa (2013) の問題点を克服するために、教授時間を長くし、冠詞の複雑さを考慮して教授言語を日本語とした。実験参加者は、日本人大学生である。実験の結果、前回の実験と異なり、「定冠詞 + 単数名詞」の場合でも教授効果があることが明らかになった。このことは、教師と学生の関わりのある状況で入力を与えた場合でも、インテイクされるには入力の質と量が重要であることを示唆している。研究成果の一部は Snape et al. (to appear) としてまとめた。さらに、研究成果の展開をエクスマルセイユ大学で開催される学会のシンポジウムで発表予定である。

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9件)

Neal Snape, Mari Umeda, John Wiltshier and Noriaki Yusa. (to appear). Complexities of English Article Use and Choice for Generics to L2 Learners. Proceedings of the 13th. Generative Approaches to Second Language Acquisition. 査読有。

Kensuke Emura, Naoki Kimura, Cornelia Daniela Lupsa, Jungho Kim, Sanae Yamaguchi, Hiroko Hagiwara and Noriaki Yusa. 2014. On the Acquisition of Noun-Noun Compound in Japanese. 国際文化研究. 20: 17-29. 査読有。

Sugisaki, Koji, Koichi Otaki, Noriaki Yusa, and Masatoshi Koizumi. 2014. The Acquisition of Word Order and its Constraints in Kaqchikel: A Preliminary Study. *Selected Proceedings of the 5th GALANA Conference*. 72-78. 査読有。

遊佐典昭. * . 英文学会誌. 42: 45-64. 査読無。

Masatoshi Koizumi, Yoshiho Yasugi, Katsuo Tamaoka, Sachiko Kiyama, Jungho Kim, Juan Esteban Ajsivinac Sian, Lolmay Pedro Oscar García Mátzar. 2014. On the (Non-)Universality of the Preference for Subject-Object Word Order in Sentence Comprehension: A Sentence Processing

Study in Kaqchikel Mayan. *Language*. 90-3: 722-736. DOI: 10.1353/lan.2014.0068. 査読有.

Koji Sugisaki, Koichi Otaki, Noriaki Yusa, and Masatoshi Koizumi. 2013. The Acquisition of Word Order and its Constraints in Kaqchikel: A Preliminary Study. *Selected Proceedings of the 5th GALANA Conference*. 72-78. 査読有.

Koji Sugisaki, Koichi Otaki, Noriaki Yusa and Masatoshi Koizumi. 2013. The Parameter of Argument Ellipsis: The View from Kaqchikel. *Studies in Kaqchikel Grammar*. MIT Working Papers on Endangered and Less Familiar Languages 8: 153-162. 査読有.

Hajime Ono, Miki Obata and Noriaki Yusa. 2013. Interference and Subcategorization Information: A Case of Pre-Verbal NPs in Japanese. *Formal Approaches to Japanese Linguistics 6, MIT Working Papers in Linguistics*. 133-144. 査読有.

Yokoyama Satoru, Jungho Kim, Shinya Uchida, Tadao Miyamoto, Kei Yoshimoto and Ryuta Kawashima. 2013. Cross-linguistic influence of first language writing systems on brain responses to second language word reading in late bilinguals. *Brain and Behavioral* 3(5): 525-531. 査読有.

[学会発表](計 13件)

Neal Snape, Noriaki Yusa, Mari Umeda, and John Wiltshier. (2015). Do SLA Findings on Meaning translate to the L2 Classroom? : The Case of Articles. Part of the MiLL Network colloquium entitled *Routes into meaning: L2 acquisition and the language classroom*. The European Second Language Acquisition (EuroSLA) 2015. Aix-Marisaille University. France (発表予定).

Neal Snape, Mari Umeda, John Wiltshier and Noriaki Yusa. Teaching the Complexities of English Article Use and Choice to L2 Learners. The 13th Generative Approaches to Second Language Acquisition Conference. 2015.3.5. Indiana University. USA.

遊佐典昭. 生物言語学としての第二言語獲得研究と英語教育. 日本英文学会北海道支部第59回大会. 2014.10.25. 北海道武蔵短期大学. 招待セミナー.

Mayuko Yusa, Jungho Kim, Noriaki Yusa, Masatoshi Koizumi. How Adult Japanese Learners of English Produce Subject-Verb Attraction Errors? *Second Language Research Forum* 2014. 2014.10.24. University of South Carolina. USA.

Mayuko Yusa, Jungho Kim, Noriaki Yusa, Masatoshi Koizumi. Subject-Verb Agreement Attraction in Production by

Japanese Learners of English. *Architectures and Mechanisms for Language Processing (AMLaP)* 2014. 2014.9.6. University of Edinburgh. Scotland.

遊佐麻友子, 金情浩, 小泉政利. 日本人英語学習者の文産出における主語動詞一致誘引. 日本言語学会第148回大会, 2014.6.7. 法政大学.

Hajime Ono, Miki Obata and Noriaki Yusa. Interference Effects of Pre-Verbal NPs on Sentence Processing in Japanese. 27th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing. 2014.3.13. Ohio State University. USA.

遊佐典昭. Language Development in the Brain. 生物言語学・東京ワークショップ. 2013.12.15. 上智大学.

遊佐典昭. 生成文法と英語教育. 英語教育ワークショップ. 2013.8.21. プリティシユヒルズワークショップ. 招待発表.

Noriaki Yusa, Masatoshi Koizumi and Jungho Kim. Social Interaction Affects Neural Measures of Syntactic Processing: Evidence from fMRI. 19th International Congress of Linguists. 2013.7.26. University of Geneva. Switzerland.

Noriaki Yusa, Masatoshi Koizumi and Jungho Kim. Effects of Social Interaction on Broca's area: Adult acquisition of Japanese Sign Language Syntax. The 9th International Symposium on Bilingualism. 2013.6.12. Nanyang Technological University. Singapore.

遊佐典昭. 言語理論から見た英語. 2013.5.27. 日立製作所中央研究所. 招待講演.

Noriaki Yusa. Imaging Language Processing in the Brain. The English Society of Japan 6th International Spring Forum. 2013.4.27. University of Tokyo. 招待講演.

[図書](計 8件)

遊佐典昭. 2015. 第二言語習得. 小泉政利(編)『ここから始める言語学と統計分析』. 共立出版. 出版予定.

金情浩. 2015. 統計の考え方他. 小泉政利(編)『ここから始める言語学と統計分析』. 共立出版. 出版予定.

遊佐典昭. 2015. 言語習得. 中島平三編『言語のおもしろ事典』朝倉書店. 印刷中.

遊佐典昭. 2015. 項目執筆. 『簡略英語学・言語学辞典』. 開拓社. 印刷中.

遊佐典昭. 2015. カクケル語から見た日本人英語学習者の空主語現象. 江頭浩樹他(編)『より良き代案を絶えず求めて』560頁(481-490). 開拓社.

遊佐典昭. 2014. 言語の発達: 研究の展望. 藤田耕司・福井直樹・遊佐典昭・池内正幸(編)『言語の設計・発達・進化 - 生

物言語学探究』.313 頁 (122-127). 開拓社.

遊佐典昭. 2014. 言語進化研究への覚え書き. 藤田耕司・福井直樹・遊佐典昭・池内正幸(編)『言語の設計・発達・進化 - 生物言語学探究』.313 頁 (128-155). 開拓社.

Neal Snape and Noriaki Yusa. 2013. M. Whong, K.-H. Gil and H. Marsden. eds. *Universal Grammar and the Second Language Classroom*. 253 頁 (161-183). Springer.

〔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

6. 研究組織

(1)研究代表者

遊佐 典昭 (YUSA NORIAKI)

宮城学院女子大学・学芸学部・教授

研究者番号 : 40182670

(2)研究分担者

金 情浩 (KIM JUNGHO)

東北大学・文学研究科・専門研究員

研究者番号 : 70513852