

平成 29 年 6 月 11 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2016

課題番号：23520757

研究課題名(和文)ミニチュア人工言語の学習によるメタ言語意識および脳活動の変化

研究課題名(英文) Behavioral and neural changes induced by the learning of a miniature artificial language

研究代表者

尾島 司郎(Ojima, Shiro)

滋賀大学・教育学部・准教授

研究者番号：40404959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：人工言語はごく少数の文法規則と単語から成る。自然言語の習得には何年もかかるが、人工言語なら数分から数十分で学習できる。本研究課題は、人工言語の学習を通して、人間の言語学習能力を調べた。特に、中央埋め込みという自然言語の重要な特性を備えた人工言語に焦点を当てた。このタイプの人工言語は、人間の大人であっても、種々の条件が満たされない限り習得できないことが分かった。子どもは言語の天才と言われることもあるが、大人に比べて習得の失敗が多く、スピードが遅いことが分かった。

研究成果の概要(英文)：A miniature artificial language typically consists of a small set of grammatical rules and vocabulary items. One advantage of using an artificial language is that learners can acquire it in a much shorter time compared to a natural human language. This research aimed to study humans' language learning abilities using an artificial language learning paradigm. In particular, we focused on the learnability of so-called center embedding, one of the core characteristics of human language. Our research suggests that an artificial language equipped with center embedding is difficult for human adults to acquire, requiring a number of conditions to be met. It has also been suggested that human children's acquisition of this type of artificial language is more likely to fail and is slower compared to adults.

研究分野：第二言語習得研究

キーワード：子供の言語獲得 人工文法 早期英語教育

1. 研究開始当初の背景

日本人の英語学習・英語教育は社会的にも学術的にも重要な意味を持つ。社会的には昨今のグローバル化を背景として、小学校英語など新しい英語教育の試みや改革が求められている。学術的には、学習対象言語(英語)が社会の中で用いられない外国語環境において、思春期前後を開始点とする言語学習がどのようなプロセスを辿るのが興味深い。

しかしながら、英語などの自然言語の獲得には何年という単位的时间が必要であり、その間の学習のすべての側面を研究者が統制しながら観察するのは不可能である。たとえば、英語学習開始年齢の影響を調べたくても、この要因以外に、総学習時間や学習方法の違いを年少者と年長者の間で統制することは非常に困難である。

そこで役に立つのが人工言語である。人工言語は研究用に自由に作ることができ、自然言語の獲得を対象とした研究を補完する研究手法として、言語学、心理学、脳科学などの分野で用いられている。短時間で習得できる人工言語を用いれば、実験室内で種々の要因を統制しながら、学習の開始から終了までの全過程を観察することも可能である。これは自然言語では不可能である(一方、人工言語はあくまでも自然言語の一部を模倣したに過ぎず、人工言語の学習が自然言語の学習とイコールではない)。

言語習得を調べる際のもう一つの難しさは、人間の脳で習得された知識・能力そのものを直接観察することが出来ないことである。ペーパーテストやボタン押し課題などを用いて間接的なデータを得る場合が多いが、こうした意識的な課題は勉強の経験が長く、集中力や一般認知能力が高い学習者に有利である。これは早期英語学習との関連で年長者と年少者を比較する際に、年長者に有利に働くという問題につながる。

この問題の一つの解決策が、脳から直接データを得ることである。21世紀に入ると、人間の体を傷つけずに外から脳のデータを得る非侵襲的脳機能計測がますます広く行われるようになっており、これを用いると受動的な課題を通して言語に関連する脳機能データを得ることが出来る。言語刺激に対して自動的に出現する脳反応を得ることにより、認知的な負荷を減らした状態で被験者間の比較が出来ることが期待される。

2. 研究の目的

言語習得研究における人工言語と脳機能計測の有効性を確認し、これらを用いて言語学習開始年齢の効果などを調べることを目指した。

3. 研究の方法

(1) 研究用にデザインした人工言語を子ども(幼稚園児、小学生、中学生)と大人(大

学生)に学ばせて、学習の成否とスピードを比較した。この人工言語は、無意味な音列を単語とし、単語間のつながりを規定する文法規則を持っていた。被験者が1回研究室に来訪すればマスターできるように、数十分で習得できる規模のものをデザインした。子どもでも楽しんで取り組めるように、人工言語の学習をしながら、パソコンの画面上でパズルを完成させていく課題を用いた。結果は下の4-(1)の通りである。

(2) 自然言語らしさを人工言語に組み込むため、関連する過去の研究をレビューした。結果を論文にすることを目指した。その中で自分の人工言語研究で用いるのに最適な言語項目を選定した。また、その言語項目を人間が学ぶ際の成功・失敗を決める要因が何であるかを、過去の研究より探った。結果は下の4-(2)の通りである。

(3) 年少者は年長者よりも一般的認知能力や集中力が低く、ペーパーテストなどの知的課題で言語学習の成果を測ろうとすると、結果が一般的認知能力の差なのか言語学習能力の差なのか分けられないことがある。そのため、子どもの被験者に知的負荷をほとんどかけない形の脳機能計測実験を行い、子どもの言語学習を評価するのに脳機能計測がどれだけ有効なのかを探った。結果は下の4-(3)の通りである。

(4) 人工言語の学習と脳機能計測を組み合わせ、人工言語学習に伴う脳反応の変化を大人と子どもから計測することを目指した。結果は下の4-(4)の通りである。

4. 研究成果

(1) 子どもと大人で言語学習能力を比較するために、人工言語を用いた実験を行った。この人工言語には自然言語に見られる中央埋め込みが備わっている。聴覚提示した人工言語の例文を通して、被験者は文法規則を学習した。大人だけでなく子どもの中にも規則学習に成功した被験者がいたが、学習の成功確率、成功までの学習の長さなどにおいて、大人が子どもよりも優れていた。

(2) 人工言語を用いた過去の研究をレビューし、論文を発表した。人工言語は、子どもと大人の直接比較や、動物の文法学習を調べるのに適している。この論文では、チョムスキー階層に基づく人工言語学習パラダイムをレビューし、これらの人工言語(AnBn文法)には自然言語に見られる統語的階層性が含まれない事を指摘した。統語的階層性は、人間言語らしさの本質であり、この有無は重大である。さらに、先行研究のメタ分析から、この文法が人間に学習できる条件を導き出し、子どもや動物研究への応用の基礎を作った。

(3) 日本人小学生の英語学習における、学習開始年齢と学習時間が、英語の理解にどのように影響を及ぼすのかについて、脳波(ERP)と児童英検により検討した。様々

な英語力を持つ小学生が参加した。より長い英語学習時間は、一貫してより正確な意味理解とより大きな脳反応につながったが、早期の英語学習開始は必ずしもそうはならなかった。このことから、外国語学習における学習時間の重要性が強調された。自分で考えた答えを紙に記入していく児童英検でも、英語を聞いている際の脳活動が自動的に計測されていく脳機能計測実験でも、同じ結論が得られた。多くの小学生からデータを取ることができ、脳機能計測の優れた面が確認できた。

(4) 人工言語を用いた研究と脳機能計測を用いた研究は独立に実施し、それぞれの有効性を確認できたが、両者を組み合わせた、人工言語を学習した時の脳機能計測実験はうまく行かなかった。脳機能計測を成功させるのに必要な種々の条件、子どもを被験者にするのに必要な種々の条件、人工言語学習の実験に関する種々の条件、これらを同時に満たすことが出来なかった。これは今後の課題とし、引き続き研究を続けたい。

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 11 件)

Sugiura L, Ojima S, Matsuba-Kurita H, Dan I, Tsuzuki D, Katura T, & Hagiwara H (2015) Effects of sex and proficiency in second language processing as revealed by a large-scale fNIRS study of school-aged children. *Human Brain Mapping* 36, 3890-911.

尾島司郎 (2015) 脳内処理に見られる言語と数学の共通性. 『慶應義塾大学言語文化研究所紀要 46』, 125-44.

Miyagawa S, Ojima S, Berwick RC, & Okanoya K (2014) The integration hypothesis of human language evolution and the nature of contemporary languages. *Frontiers in Psychology* 5, Article 564.

Ojima S & Okanoya K (2014) The non-hierarchical nature of the Chomsky hierarchy-driven artificial-grammar learning. *Biolinguistics* 8, 163-80.

Ojima S & Okanoya K (2014) The learning of an A2 B2 artificial grammar by adults and children in a go/no-go paradigm. *IEICE Technical Report TL2014-19 (2014-08)*, 43-8.

尾島司郎、宮川繁、岡ノ谷一夫、成田広樹、飯島和樹、酒井邦嘉 (2014) 人間以外の動物に「文法」は使えるのか? *BRAIN and NERVE* 66, 273-81.

Ojima S, Nagai A, Taya F, Otsu Y, & Watanabe S (2012) Proficient

foreign-language users show faster symbol processing. *CARLS Series of Advanced Study of Logic and Sensibility* 5, 163-80.

Sugiura L, Ojima S, Matsuba-Kurita H, Dan I, Tsuzuki D, Katura T, & Hagiwara H (2011) Sound to language: different cortical processing for first and second languages in elementary school children as revealed by a large-scale study using fNIRS. *Cerebral Cortex* 21, 2374-93.

Ojima S, Matsuba-Kurita H, Nakamura N, Hoshino T, & Hagiwara H (2011) Age and amount of exposure to a foreign language during childhood: behavioral and ERP data on the semantic comprehension of spoken English by Japanese children. *Neuroscience Research* 70, 197-205.

Koso A, Ojima S, & Hagiwara H (2011) An event-related potential investigation of lexical pitch-accent processing in auditory Japanese. *Brain Research* 1385, 217-28.

Ojima S, Matsuba-Kurita H, Nakamura N, & Hagiwara H (2011) The acceleration of spoken-word processing in children's native-language acquisition: an ERP cohort study. *Neuropsychologia* 49, 790-9.

[学会発表](計 15 件)

尾島司郎 (2016) 「人工文法学習パラダイムと言語習得研究」『2016年度 J-SLA 初夏の研修会』京都女子大学.

尾島司郎 (2015) 「外国語能力を支える脳内メカニズム」『関西英語教育学会2015年度(第20回)研究大会』神戸学院大学ポートアイランドキャンパス.

尾島司郎 (2015) 「滋賀大学の取り組み」『滋賀大学教育学部教育フォーラム小学校英語の未来』滋賀大学大津キャンパス.

Ojima S & Okanoya K (2014) The learning of an A² B² artificial grammar by adults and children in a go/no-go paradigm. 『思考と言語研究会(TL) & MAPLL 2014』東京大学駒場キャンパス.

尾島司郎 (2014) 「言語学と生物学の統合における心理的要因」『日本科学哲学会第47回(2014年)大会』南山大学名古屋キャンパス.

Ojima S (2014) Proficient second-language users' perceptual and computational advantages in the processing of the mother tongue and arithmetic: brain potential evidence. 『第34回関西心理言語学研究会』関西学院大学梅田サテライトキャンパス.

Ojima S (2013) Brain activity reveals processing differences in the mother tongue between proficient and non-proficient second-language users. JACET 52nd International Convention. Kyoto University, Kyoto.

Ojima S (2013) Proficient second-language (L2) users' advantages in first-language (L1) and arithmetic processing: event-related brain potential (ERP) evidence. The 15th Annual International Conference of the Japanese Society for Language Sciences. Kwassui Women's University, Nagasaki.

Ojima S (2013) Brain activity reveals faster processing of the mother tongue and arithmetic in proficient second-language users. The 13th Annual Conference of the Japan Second Language Association. 中央大学.

Ojima S (2013) Functional consequences of common neural substrates for the first and second language. Kagamiyama Linguistic Colloquium. 広島大学.

尾島司郎 (2012) 「第二言語の習熟度とERP」(第二言語習得への脳認知科学からのアプローチワークショップ)『日本認知科学会』 仙台国際センター.

Ojima S, Nagai A, Taya F, & Otsu Y (2012) Perceptual and cognitive differences between proficient foreign-language users and non-users: evidence from brain potentials. 『日本神経科学大会』 名古屋国際会議場.

Ojima S (2012) Learning of center-embedding in artificial grammars. Japan Evolutionary Linguistics Forum. 東京大学駒場キャンパス.

Ojima S, Nagai A, Taya F, Otsu Y, & Watanabe S (2011) Correlates of high foreign-language proficiency in adults' mother-tongue processing: an event-related potential (ERP) study. 『日本神経科学大会』 パシフィコ横浜.

Ojima S, Nagai A, Taya F, Otsu Y, & Watanabe S (2011) Neural and behavioral correlates of foreign-language proficiency in adults' mother-tongue processing. Global COE Symposium "Toward an Integration of Logic and Sensibility-from Neuroscience to Philosophy-". Keio University, Tokyo.

〔図書〕(計 2 件)

Ojima S (2012) Expected and unexpected effects of foreign-language

proficiency: brain potential studies. In Ojima S, Otsu Y, Connolly J, & Thierry G (eds.) *Future Trends in the Biology of Language*. Tokyo: Keio University Press (page 119-136).

Ojima S, Otsu Y, Connolly J, & Thierry G (eds.) (2012) *Future Trends in the Biology of Language*. Tokyo: Keio University Press.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者
尾島 司郎 (OJIMA, Shiro)
滋賀大学・教育学部・准教授
研究者番号: 40404959

(2) 研究分担者 なし
()

研究者番号:

(3) 連携研究者 なし
()

研究者番号:

(4) 研究協力者 なし
()