

機関番号：15401
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20320060
 研究課題名（和文） インプット・アウトプットの処理を通じた言語学習の
 認知神経メカニズム
 研究課題名（英文） Neurocognitive Mechanisms for Language Learning
 through Input-Output Processing
 研究代表者
 酒井 弘（SAKAI HIROMU）
 広島大学・大学院教育学研究科・教授
 研究者番号：50274030

研究成果の概要（和文）：

日本語母語話者及び日本語学習者を対象として、言語の理解（インプット）と産出（アウトプット）の処理過程と、理解と産出を通してどのように学習が進行するのかを探った。経験を通して神経回路網の結びつきが変化するという作業仮説に基づいて、行動実験、視線計測実験、事象関連電位計測実験を実施し、言語の処理及び学習には、言語的な手がかりによる意味推論と、入力される統語情報と意味情報を逐次的に処理することで得られる予測の両者が、密接に関わっていることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

This study investigated into the process of comprehension (input) and production (output) of language as well as language learning through input/output processing by native Japanese speakers and Japanese language learners. Adopting the working hypothesis that neural networks are shaped through experience, we conducted behavioral, eye-tracking, and event-related potential experiments. We found that semantic inferences based on linguistic cues and forward predictions obtained by incremental processing of syntactic/semantic information play crucial roles in the processing and learning of language.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2009年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2010年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	12,400,000	3,720,000	16,120,000

研究分野：言語認知神経科学

科研費の分科・細目：言語学・言語学

キーワード：言語学, 実験系心理学, 脳・神経, 認知科学, 第二言語習得研究, 国際研究者交流, 日本語教育, 外国語教育

1. 研究開始当初の背景

人間の言語をめぐる重要な謎の一つに、母語・非母語を問わず、学習者に対して文法規則や語彙概念に関する明示的な教示が与えられなくても、周囲とのコミュニケーションの営みを通して自発的に獲得／学習が進行する

ことが挙げられる。近年になって、このような「教示によらない学習」の謎を解明するために、関連領域である言語学、心理学、とりわけ脳科学の発展を通して、有力なアプローチが成立した。脳科学の観点からみた学習とは、周囲の環境から加えられた刺激によって

脳の神経回路網に変化が生じることである。そこで周囲とのコミュニケーションを通じた自発的な言語の獲得/学習も、言語表現の理解（インプット）と産出（アウトプット）処理によって神経回路網に変化が生じることだという考えが成り立つ。しかし現時点では、脳科学的なアプローチによる学習過程の研究は、感覚刺激の処理を中心とした低次脳機能の範囲に限定され、言語など高次脳機能の領域には及んでいない。逆に言語学的アプローチによる習得過程の研究では、実験的に統制されたインプット・アウトプットを処理させ、それによって生じる学習効果を測定しようとする試みはまだ数少ない。

2. 研究の目的

このような背景を踏まえて、本研究では成人日本語母語話者、成人非母語話者（非母語としての日本語学習者）、日本語を習得する過程にある幼児の三つのグループを対象に、言語の理解と産出の処理過程そのものと、処理を繰り返すことによって生じる変化とを、読文時間の計測、視線計測、事象関連電位計測など複数の方法を用いて多角的かつ詳細に検討する。これによって、言語処理を通して学習者の言語能力にどのような変化が生じるか、どのような要素が、どのようなタイミングで、どのような認知神経メカニズムを基盤として学習されるのかを明らかにするために、手がかりとなるデータを得る。

3. 研究の方法

(1) 統語構造の理解と産出を通じた学習過程を探るために、「統語的プライミング」と呼ばれる現象に注目する。統語的プライミングとは、一定の構造を持つ文の処理が連続して行われることによって、後続する文の処理負荷が軽減される現象である。たとえば受動文は能動文と比べて処理負荷が高いが、受動文を繰り返し処理することによって処理負荷を減少させることができる。受動文・かきまぜ文（非正規語順文）などの処理負荷が高い構造を材料として、インプット/アウトプットを繰り返すことで負荷が減少する過程を追いながら、学習効果がどの程度持続するかを測定することで、処理を通して統語構造の学習がどのように進行するかを解明する。さらに「視覚世界パラダイム」と呼ばれる方法を用いて、話者の視線を計測することで、文産出の過程の詳細を探ることを試みる。

(2) 語彙に関しては、動詞の語彙概念及びアスペクトの学習に注目し、統語的・形態的手がかりによる「ブートストラッピング（立ち上げ）」効果に関する実験を実施する。現実世界における出来事は、明確な時間的区切りのないまま進行して行くが、動詞語彙概念を獲得するためには、動詞が出来事のどの局面

を語彙化しているか（語彙的アスペクト）を推測しなければならない。そのため母語話者は学習に際して、さまざまな統語的・形態的手がかりを有効に活用していることが知られている。一方非母語話者（学習者）や母語話者幼児の場合、学習レベルや発達段階に応じて、有効に活用できる手がかりの種類が限られることも報告されている。どのような統語的・形態的手がかりが有効なのか、有効な手がかりを活用することで、動詞語彙概念及びアスペクトがどの程度まで明示的な教示なしで学習可能なかを明らかにする。

(3) 研究計画の中心となる(1)及び(2)の方法に加えて、言語処理の過程を明らかにすることを目的とした関連するいくつかの実験を実施する。まず、意味情報の処理と学習の過程を明らかにするために、アスペクト情報に注目し、読文時間計測と事象関連電位計測によって日本語母語話者及び学習者の処理過程を多角的に検討する。次に、読文時間の計測とコーパス調査を通して、日本語関係節の処理過程に対して格助詞を中心とする予測や、使用頻度の影響を探る。最後に、日本語とトルコ語を材料に、語順が文の理解過程に及ぼす影響を、読文時間及び事象関連電位の計測を通して明らかにする。

4. 研究成果

【実験研究によって得られた成果】

(1) 日本語受動文を材料とし、語彙や意味を十分に統制した上で統語的プライミング効果を探る行動実験を実施した結果、日本語の文産出時にも、英語等の言語で観察されたものと同様な統語的プライミング効果が観察されることがわかった。さらに結果から、近年の文産出研究において提案されているように、メッセージ構築と音声化の間に文法機能の付与と要素の線形配列という2つのステップを設定するモデルが支持されることがわかった。

続いて文産出時の統語構造構築過程をより詳細に探るために、「視覚世界パラダイム」による視線計測実験を実施した。アイトラッカー（Tobii T60）を使用して、コンピュータ画面に呈示された線画を母語話者が口頭で描写する際の視線を計測したところ、線画の呈示後約200msでメッセージの構築に相当する視線の動きが観察され、続いて600ms前後から発話順序に対応した視線の動きが観察された。この結果は、文産出時のメッセージ構築と文構造構築の過程が順次的に進行するとする先行研究の報告を裏付けるものであった。

(2) 成人日本語母語話者及び中国語を母語とする日本語学習者を対象として、動詞語彙概念がどのように学習されるのか、新奇動詞を用いた実験によって検討した。実験結果から、日本語母語話者と学習者はともに格助詞を学習の手がかりとして動詞と語彙概念を対

応づけることができること、しかし手がかりがない場合の対応づけは、母語話者と学習者の間で異なる傾向が見られることがわかった。

(3) 日本語母語話者及び中国語を母語とする日本語学習者の文理解過程におけるアスペクト情報処理について、読文時間計測実験を通して検討した。母語話者は文中の副詞や数量詞、動詞の持つアスペクト情報に敏感に反応し、逐次的に処理を開始していることがわかった。一方学習者は、アスペクト情報を活用した処理を実施してはいるものの、処理パターンに大きな相違がみられたため、活用の仕方が母語話者とは異なっているであろうことが示唆された。

(4) 研究遂行を通して、母語話者の言語処理過程においては、入力する統語情報や意味情報を逐次的に処理して得られる予測が大きな役割を果たしていることが示唆された。そこで発展的な研究課題として、日本語母語話者の関係節処理過程に影響を及ぼす影響について、コーパスにおける使用頻度調査と読文時間計測実験を実施して検討した。結果として日本語の関係節処理には、英語関係節を対象とした先行研究で指摘されてきた構造的要因よりも、格助詞に基づく予測が深く関わっていることがわかった。同じく英語を対象とした研究で指摘されている使用頻度の影響は、一見すると、日本語においては関係節間の処理負荷の相違を説明できないような結果が得られた。しかし名詞句の有生性を考慮に入れて細かく検討することによって、やはり出現頻度によって処理負荷を説明できる可能性があることがわかった。

(5) さらに発展的研究課題として、日本語及びトルコ語の文理解における語順及び格助詞の処理過程を検討した。両言語の三項動詞を含む文に対して、読文時間計測実験と事象関連電位計測実験を実施した。読文時間計測実験の結果から、トルコ語においても日本語においても、好まれる語順が名詞句の有生性に依って異なることがわかった。さらに日本語を材料に、二格名詞句とヲ格名詞句を無生名詞句に統制して事象関連電位を計測した結果、二格>ヲ格語順のヲ格名詞句を読む際に、左半球前頭部に有意な陰性成分が観察された。この結果は、ヲ格>二格語順が規範的であることを示唆するものであり、このことから、名詞句の有生性を手がかりとした予測が語順の処理と深く関わることを示された。

【国際研究交流の実施】

(1) 米国 State University of New York at Buffalo から Douglas Roland 教授、University of Hawaii から Amy Schafer 教授を招聘し、心理言語学セミナー（広島大学）及び Mental Architecture for Processing and Learning of Language（九州大学）を開

催して、文の統語構造処理に関する情報提供及び意見交換を実施した。

(2) 米国 University of Maryland から Colin Phillips 教授を招聘し、日本英語学会第27回大会（大阪大学）において実験言語学に関するシンポジウムを開催し、研究成果の発表と情報交換を実施した。

(3) 中国北京大学 Center for Brain and Cognitive Sciences から、蔣曉鳴研究員を広島大学に招聘し、言語処理の事象関連電位計測に関する情報交換を実施した。

(4) 韓国国立釜慶大学校において開催された New Korea Association of English Language and Linguistics International Symposium において招待講演を実施した。

(5) 中国北京大学において開催された Theoretical East-Asian Linguistics Workshop 6 (TEAL6) において実験言語学研究に関するチュートリアル講演を実施した。

(6) 米国南カリフォルニア大学において開催された Workshop on Formal Altaic Linguistics 5 (WAF5) において、3項動詞文の処理過程に関する研究内容を中心とした招待講演を実施した。

(7) 韓国慶熙大学校において開催された 2010 International Symposium on Language and Linguistics において、事象認知と言語化に関する研究内容を中心とした招待講演を実施した。

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 16 件)

1. Kahraman, B, Sato, Ono, H, Sakai, H: Relative clauses processing before the head noun: Evidence for strong forward prediction in Turkish, Proceedings of the 6th Workshop on Altaic Formal Linguistics: MIT Working Papers in Linguistics, 61, 155-170, 2010. [査読あり]
2. 酒井弘：ことばについて脳を調べてわかること・わからないこと—言語認知神経科学への招待—, 第二言語としての日本語習得研究, 13, 147-160, 2010. [招聘論文：査読なし]
3. Kahraman, B, Sato, A, Sakai, H: Processing two types of ditransitive sentences in Turkish: Preliminary results from a self-paced reading study, Japanese Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report, 110:163, 37-42, 2010. [査読なし]
4. 酒井弘, 小野創, 龍盛艶, 鄧瑩, 入戸野宏：日本語における語順交替処理のタイムコース—可逆文を用いた事象関連電位計測

- 研究一, 電子情報通信学会技術研究報告, 110:163, 67-70, 2010. [査読なし]
5. 坂本杏子, 中石ゆうこ, 龍盛艶, 酒井弘: 第二言語の動詞学習における意味推論のための手がかり—中国語を母語とする日本語学習者を対象として—, 電子情報通信学会技術研究報告, 110:163, 7-12, 2010. [査読なし]
 6. 龍盛艶, 小野創, 酒井弘: 文理解の過程における事象タイプの認知—日本語のアスペクト情報処理を手がかりに, 認知科学, 17(2), 313-331, 2010. [査読あり]
 7. Sato, A, Kahraman, B, Ono, H, Sakai, H: Expectation Driven by Case-Markers: Its Effect on Japanese Relative Clause Processing, In Otsu, Y. (ed.) The Proceedings of the Tenth Tokyo Conference on Psycholinguistics, Tokyo: Hitsuji Shoboo, 10, 215-238, 2010. [査読あり]
 8. Sakai, H, Ivana, A, Rethinking Functional Parametrization: A View from Honorification in the Nominal Domain in Japanese, English Linguistics, 26:2, 437-459, 2010. [査読あり]
 9. 小野加奈子, 鄧瑩, 小野創, 酒井弘: 文産出に名詞句の有生性と語順の及ぼす影響—視覚世界パラダイムを用いた視線計測による研究—, 電子情報通信学会技術研究報告, 109:140, 39-44, 2009. [査読なし]
 10. Kahraman, B, Sato, A, Koide, M, Uno, M, Takemura, M, Sakai, H: Processing Japanese Subject and Object Relative Clauses by Advanced Learners: Whole-sentence Reading Experiment, Japanese Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report, 109:140, 57-62, 2009. [査読なし]
 11. 酒井弘, 濱田香, チュウ ロザリン, 龍盛艶, 鄧瑩, 小野創, 入野野宏: 三項述語文における語順交替に名詞句の有生性と述語タイプの及ぼす影響—事象関連電位による探求—, 電子情報通信学会技術研究報告, 109:140, 63-66, 2009. [査読なし]
 12. Chiu, R-S, Ono, H, Sakai, H: Processing of Gapless Dependency without Thematic Cues: A Study on Negative Adverbs in Japanese, In Otsu, Y. (ed.) The Proceedings of the Ninth Tokyo Conference on Psycholinguistics, Tokyo: Hitsuji Shoboo, 9, 57-82, 2008. [査読あり]
 13. 坂本杏子, 佐藤智照, 小竹直子, 鄧瑩, チュウ ロザリン, 金英周, 小野創, 酒井弘: 動詞語彙概念の習得における意味推論—成人日本語母語話者の場合—, 電子情報通信学会技術研究報告, 108:184, 23-28, 2008. [査読なし]
 14. チュウ ロザリン, 小野創, 酒井弘: 構造的曖昧文の処理における項と付加詞の非対称性—日本語の名詞句と副詞を比較して—, 電子情報通信学会技術研究報告, 108:184, 29-34, 2008. [査読なし]
 15. Deng, Y, Ono, H, Sakai, H: Priming Effects in Japanese Passive Sentence Production: Evidence from Picture Description Task in Dialogue, Japanese Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report, 108:184, 55-60, 2008. [査読なし]
 16. Sato, A, Kahraman, B, Sakai, H: Processing Object Relative Clauses in the Context: Another Support for the Discourse Function Account for the Processing Load Asymmetry, Japanese Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Technical Report, 108:184, 95-100, 2008. [査読なし]
- [学会発表] (計 21 件)
1. Kim, Y-J, Sakai, H: Reference Resolution in Discourse with Multiple Knowledge Space, 9th Workshop on Inferential Mechanisms and their Linguistic Manifestation and Kyunghee Korea-Japan Workshop on Linguistics and Language Processing, Kyoto University, 2010 年 12 月 11 日, 京都市.
 2. Sakai, H: Neurocognitive Indices for Event Comprehension, 2010 International Symposium on Language and Linguistics, 慶熙大学校, 2010 年 12 月 8 日, ソウル市: 韓国. [招待講演]
 3. Sakai, H: Processing Altaic Ditransitive Constructions in Real-Time, The 7th Altaic Formal Linguistics Workshop, University of Southern California, 2010 年 10 月 29 日, Los Angeles: USA. [招待講演]
 4. Deng, Y, Ono, H, Sakai, H: The Time Course of Animacy and Word Order Effects on Sentence Production: An Eye-tracking Study on Japanese Existential Sentences, The 7th International Conference on Cognitive Science, 2010 年 8 月 17 日, 北京市: 中国.
 5. Long, S-Y, Ono, H, Sakai, H: Real-Time Computation for Semantic Composition of Events: An ERP Study on Aspectual Coercion in Japanese, Theoretical East Asian Linguistics 6, 2010 年 8 月 15 日, 北京市: 中国.
 6. Sakai, H: What Do Experimental Methodologies Tell Us about Theoretical East Asian Linguistics: Introduction to the Special Session on Experimental East Asian Linguistics, Theoretical East Asian Linguistics 6, 2010 年 8 月 15 日, 北京市: 中国. [招待講演]
 7. 酒井弘, 五十嵐陽介, チュウ ロザリン, 田淵美有: 話し言葉の理解における韻律

- 情報処理のタイムコース—視覚世界パラダイムを使用した視線計測による検討—, 日本音響学会聴覚研究会, 県立広島大学, 2010年7月18日, 三原市.
8. 佐藤淳, バルシュ・カフラマン, 酒井 弘: 談話機能からみた日本語関係節処理—コーパス調査と読文時間計測実験による検証—, 日本言語学会第140回大会, 筑波大学, 2010年6月19日, つくば市.
 9. 金 英周, 酒井 弘: 形式名詞コトのモダリティ—談話における知識管理の観点から—, 日本言語学会第140回大会, 筑波大学, 2010年6月19日, つくば市.
 10. Sato, A, Kahraman, B, Sakai, H: Does frequency of occurrence make relative clause processing easier in Japanese? CUNY Conference on Human Sentence Processing, New York University, 2010年3月18日, New York: USA.
 11. Sakai, H: What We Cannot Expect from Experimental Syntax, 日本英語学会第27回全国大会シンポジウム“Experimental Syntax: What We Can Expect, and What We Cannot,” 大阪大学, 2009年11月15日, 豊中市. [招待講演]
 12. Kahraman, B, Sato, A, Ono, H, Sakai, H: Relative Clauses Processing before the Head Noun: Evidence for Strong Forward Prediction in Turkish, Sixth Workshop on Formal Linguistics, Nagoya University, 2009年9月5日, 名古屋市.
 13. Sakai, H: Neurotypology: A View from Processing of Head-Final Languages, 2009 Summer Special Conference of the New Korean Association of English Language and Literature, Pukyung National University, 2009年8月17日, 釜山市: 韓国. [招待講演]
 14. Sakamoto, K, Nakaishi, Y, Long, S-Y, Deng, Y, Ono, H, Sakai, H: Mapping event components in L2 Japanese verb learning by native speakers of Chinese, Japanese Society for Language Science 11th International Annual Meeting, Tokyo Denki University, 2009年7月5日, 埼玉県比企郡.
 15. 龍盛艶, 小野創, 酒井 弘: 第二言語の文処理に動詞のアスペクト情報が及ぼす影響—中国語を母語とする日本語学習者を対象として—, 言語科学会第11回年次国際大会, 東京電機大学, 2009年7月4日, 埼玉県比企郡.
 16. 金 英周, 酒井 弘: コトの意味の二側面—コト節とノコト名詞句の比較を中心に—, 関西言語学会第34回大会, 神戸松蔭女子大学. 2009年6月6日. 神戸市.
 17. Deng, Y, Ono, H, Sakai, H: Does Structural Priming Override Conceptual Constraints? A Case of Passive Sentence Production in

Japanese, CUNY Conference on Human Sentence Processing, UC Davis, 2009年3月27日, Davis: USA.

18. Ono, H, Ono, K, Deng, Y, Sakai, H: Fixation out of the utterance order: A case of Japanese existential constructions, CUNY Conference on Human Sentence Processing, UC Davis, 2009年3月27日, Davis: USA.
19. 酒井 弘: 機能範疇パラメータ化再考, 日本英語学会第26回全国大会 シンポジウム『機能範疇の創発—通言語的視点から』, 筑波大学, 2008年11月16日, つくば市. [招待講演]
20. 龍盛艶, 小野創, 酒井 弘: 日本語の文理解におけるアスペクト情報の処理, 日本言語学会第136回全国大会, 学習院大学, 2008年6月21日, 東京都.
21. 金 英周, 酒井 弘: 述語によって要求される「名詞ノコト」形の意味, 日本言語学会第136回全国大会, 学習院大学, 2008年6月21日, 東京都.

[その他]
ホームページ:
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/~hsakai/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

酒井 弘 (SAKAI HIROMU)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 50274030

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

迫田 久美子 (SAKODA KUMIKO)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 80284131

畑佐 由紀子 (HATASA YUKIKO)
広島大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 40457271

小泉 政利 (MASATOSHI KOIZUMI)
東北大学・大学院文学研究科・准教授
研究者番号: 10275597

牧岡 省吾 (SHOGO MAKIOKA)
大阪府立大学・人間社会科学部・教授
研究者番号: 60264785

郷路 拓也 (TAKUYA GORO)
茨城大学・人文学部・准教授
研究者番号：60509834

小野 創 (HAJIME ONO)
近畿大学・理工学部・講師
研究者番号：90510561

(3) 研究協力者

Amy Schafer ()
ハワイ大学・言語学科・准教授

Colin Phillips ()
メリーランド大学・言語学科・教授