

言語の脳機能に基づく手話の獲得メカニズムの解明

The Elucidation of Sign Language Acquisition Mechanism Based on the Linguistic Function of the Brain

酒井 邦嘉 (KUNIYOSHI L. SAKAI)

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授



研究の概要

言語の脳機能において核心となる問題は母語の言語獲得である。本研究の全体構想として、手話の獲得を中心とする言語メカニズムの一層の解明を目指す。特に聴覚障害児の言語発達において、統語・意味・音韻処理のプロセスやメカニズムを明らかにし、これら複数の要因と学習能力との因果関係を確立するために、言語の脳機能を解明することが本研究の目的である。

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：神経科学・神経科学一般

キーワード：言語神経科学・言語獲得

1. 研究開始当初の背景

言語の脳機能の解明は、脳神経科学の最重要課題の一つである。研究代表者らは、これまで言語の問題を脳科学と言語学の両方の立場から研究する必要性を明らかにし、脳機能イメージング法を用いて、大脳皮質上の言語野を複数同定してきた (*Science* **310**, 815-819, 2005)。特に、文法処理に特化した領域（文法中枢）をブローカ野に見出している (*Neuron* **35**, 589-597, 2002)。さらに、文章理解に選択的に関わる領域を左脳の下前頭回腹側部に見出し、この領域の活動が日本語と日本手話に共通して見られることを明らかにした (*Brain* **128**, 1407-1417, 2005)。海外では、アメリカ手話を対象とした失語症研究が進んでいる。

2. 研究の目的

本研究では、言語処理の基本過程を明らかにしながら、手話による言語能力および学習メカニズムを実証的に明らかにすることを目的とする。特に、文章理解・文法・単語・音韻（手話では手型・位置・動きなど）についての音声言語の知見を手話でも検証していくことが必要である。そこで、本研究は、統計学的な精査に耐えうる教育調査研究と脳機能イメージング研究を両輪として、聴覚障害者を対象とした教育・生活支援プログラムの実現に向けたデータ蓄積の第一歩となることを目標とする。

3. 研究の方法

脳機能イメージング法による実験研究に加えて、教育現場での調査研究を実施する。具体的には、日本手話のネイティブ・サイナーおよび習得途上者の脳活動を fMRI（機能的磁気共鳴映像法）で計測し、言語処理の機能局在と学習の到達度を定量的に評価する。聴覚障害児向けの日本手話の能力テストや、日本語を第二言語とする幼児・生徒のための日本語の能力テストは既存のものがないため、本研究プロジェクトで新たに作成する。

4. これまでの成果

まず、健聴者および脳腫瘍患者を対象とした脳機能イメージング法による成果が着実に蓄積されてきた。特に、成人の脳腫瘍患者を対象として、絵と文を用いた文法判断のテストに加えて、腫瘍部位を磁気共鳴映像法（MRI）で正確に同定し、その関係を詳細に分析した。左脳の「下前頭回」または「運動前野外側部」（文法中枢と呼ぶ）に腫瘍がある患者では、左前頭葉の他の部位に腫瘍がある患者より誤答率が有意に高いことが明らかとなった。さらにこの脳の部位は、これまで我々が明らかにしてきた文法中枢と完全に一致した。臨床的には失語症と診断されていないにもかかわらず、今回のように顕著な文法障害（失文法）が特定されたのは初めてのことで、150年来の失語症研究に関する論争に決着をつけ得るものである。

ろう者を対象とした fMRI 研究では、日本手話の単語・文法・文章理解の3段階に対応して、左前頭葉の活動が背側から腹側へと段階的に広がっていき、特に文章理解では左優位ではあるが両側性の言語野の脳活動が観察された。これは、上述の「文法中枢」が音声言語だけでなく手話の統語処理でも必要とされることを示す初めての明確な証拠である。また、研究代表者らは、文章理解の中枢が左下前頭回腹側部(ブロードマンの45/47野)であることを提案してきたが、本研究の成果は、それを裏付ける知見であり、さらに文法中枢との相互作用に支えられていることを示している。以上の結果は、手話と音声言語の普遍性、すなわち言語学で提案されてきた「普遍文法」の存在を裏付けるものである。

日本手話を第1言語とし、書記日本語を第2言語とするバイリンガルの「ろう教育」において、日本語能力の育成および測定法の確立は急務である。日本手話能力は日々の学校生活の中で年齢相応に育成されつつあるが、書記日本語能力が順調に伸びていっているとは言い難かった。そこで、本研究で新たに着手されたことのひとつが日本語ゲームと手話クイズの開発である。これは楽しく遊んでいるような感覚の中でより精緻な言語能力の育成及び測定が達成されることを狙って、パソコンを利用したゲーム・クイズ仕様とした。日本語の文法や表記の正確さへの生徒たちの自覚を育て、その定着が進むと同時に、生徒も教員も各人の日本語の正確さの定着度を把握できるように設計した。日本語ゲームには「表記」「語彙」「文法」の3分野があり、「表記」はさらに「仮名」「漢字読み」「漢字書き」の3つに分けられている。また、それぞれ難易度別に、3つのレベルを設定した。

日本語ゲームを実施した小学3年生から中学1年生までの全生徒20名の解答データをもとに集計を行ったところ、問題の中でも正答率が高いものは、仮名の問題と漢字書きの問題であった。一方、正答率が低かった問題は、漢字読みの問題と文法の問題であった。今後、個々の問題の視点のみならず、個々の生徒の学習プロセスの視点からも分析を進める必要があるが、本ゲームによって、生徒たちの日本語能力の一部が把握できたことは意味がある。日本手話能力の育成、思考力・学力の伸長の次に置かれていた書記日本語能力にも、今後一層の注目が必要である。

5. 今後の計画

言語能力の測定については、1000項目を持つ日本語ゲームに近付けて、手話能力測定も項目数を5倍の500とし、音韻、文法、語彙などの分野別の測定を進める。同時に、言語力とリテラシー能力・学力の相関関係の調

査・分析にとりかかる計画である。脳活動の測定については、小学生から大人までの幅広い年齢差や手話の獲得期間だけでは説明のつかない言語能力や脳活動の個人差に注目し、これを定量的に評価し可視化する事で、獲得メカニズムを明らかにする計画である。

6. これまでの発表論文等

Kinno, R., Kawamura, M., Shioda, S. & Sakai, K. L.: Neural correlates of non-canonical syntactic processing revealed by a picture-sentence matching task. *Hum. Brain Mapp.* **29**, 1015-1027 (2008).

Momo, K., Sakai, H. & Sakai, K. L.: Syntax in a native language still continues to develop in adults: Honorification judgment in Japanese. *Brain Language* **107**, 81-89 (2008).

Yasui, T., Kaga, K. & Sakai, K. L.: Language and music: Differential hemispheric dominance in detecting unexpected errors in the lyrics and melody of memorized songs. *Hum. Brain Mapp.* **30**, 588-601 (2009).

Sakai, K. L., Nauchi, A., Tatsuno, Y., Hirano, K., Muraiishi, Y., Kimura, M., Bostwick, M. & Yusa, N.: Distinct roles of left inferior frontal regions that explain individual differences in second language acquisition. *Hum. Brain Mapp.* **30**, 2440-2452 (2009).

Iijima, K., Fukui, N. & Sakai, K. L.: The cortical dynamics in building syntactic structures of sentences: An MEG study in a minimal-pair paradigm. *NeuroImage* **44**, 1387-1396 (2009).

Nauchi, A. & Sakai, K. L.: Greater leftward lateralization of the inferior frontal gyrus in second language learners with higher syntactic abilities. *Hum. Brain Mapp.* **30**, 3625-3635 (2009).

Kinno, R., Muragaki, Y., Hori, T., Maruyama, T., Kawamura, M. & Sakai, K. L.: Agrammatic comprehension caused by a glioma in the left frontal cortex. *Brain Language* **110**, 71-80 (2009).

金野竜太 & 酒井邦嘉: 失語症の機能回復の脳内機構. *総合リハビリテーション* **36**, 1181-1185 (2008).

佐々木倫子, 白頭宏美, 古石篤子 & 酒井邦嘉: ろう児のための日本語ゲーム - 開発と試行 -. *桜美林言語教育論叢* **7**, 115-131 (2011).

ホームページ等

<http://mind.c.u-tokyo.ac.jp/index-j.html>