



# 言語活動に伴う 脳の仕組みを 解明し 外国語習得への 近道を模索する

## 8 言語脳科学への誘い

東北大学大学院国際文化研究科附属  
言語脳認知総合科学研究センター

佐藤 滋 教授



このコーナーでは、私たちの社会や生活に身近な研究テーマを分かりやすく紹介する。第一線で活躍なさっている研究者の研究内容を中心に、学問の仕組みや今後の可能性などについて、インタビューする。

脳科学は急速に発展しており、人間の認知活動に関して、これまで経験的に知られていたことが科学的に説明できるようになってきています。言語活動もそうした認知活動のひとつであり、言葉を話したり、文字を解読したりするのに脳がどのように関与しているのかが、明らかになりつつあります。特に近年は、グローバル化の影響で英語力の重要性が高まっています。どうしたら効率的に英語力を付けることができるのかなど、外国語（第二言語）習得に関する脳研究の実情を紹介します。

### 脳活動を測定できる機器の進化により 言語処理に関わる脳の機能の詳細が明らかに

脳科学には、大変幅広い研究分野がありますが、大きく分子・細胞レベルの研究とシステム神経科学に分けることができます。分子・細胞レベルの研究は、神経細胞内の情報伝達がどのようになされているのかを分析し、その構造と機能を解明しています。一方、システム神経科学研究では、脳がどのような神経回路の機能モジュールで構成されているのかを明らかにします。脳の中で、視覚や聴覚がどのように認識されているか、学習や言語がどのように処理されているかなどを、脳の部位との関係から解明していくものです。

脳機能を研究する場合、どこに何の機能があるのかを明らかにするために脳活動を何らかの形で視覚化することが必要です。これを脳機能のマッピングといいます。

現在では、技術の発達により、脳機能マッピングは急速に進歩しており、その代表的な方法がfMRI（functional

Magnetic Resonance Imaging／機能的核磁気共鳴画像法）\*1です。脳内の血流がどの辺りで高まっているかを、2mm四方で調べることができるため、特定の活動を行っているときの脳の領域を詳細に見ることができます。他にもPET（Positron Emission Tomography／ポジトロン断層撮影法）、NIRS（Near-Infrared Spectroscopy／近赤外線分光法）などがあり、それぞれ目的に応じて活動している脳の働きを視覚化することが可能です。脳科学、特に脳の機能研究は、こうした観測機器の発展に応じて進歩してきたといえます。

一方、言語研究は、人間の言葉の本質や機能を探る学問で、言葉を音から研究する「音韻論」、文法の構造を解析する「統語論」、言葉の意味の問題を考える「意味論」などの基礎研究のほかに、人間が言葉をどのように学習していくのかを探る「言語習得の研究」や、失語症や言語障害の人たちに対する効果的な言語訓練などを開発する「言語リハビリテーションの研究」な

### PROFILE



佐藤滋（さとうしげる）

東北大学大学院国際文化研究科附属言語脳認知総合科学研究センター教授。総長特任補佐を兼務。

1946年生まれ。東京外国語大学外国語学部卒。東北大学電気通信研究所を経て、東北大学工学博士。計算言語学、自然言語処理を専門とし、現在は言語の生成・認識過程の言語脳科学研究を進めている。

\*左右は、共同研究者の鄭嬌婷（ジョン・ヒョンジョン）氏と鈴木渉（すずきわたる）氏。

鄭嬌婷氏（左）は、韓国の建国大学勤務を経て、東北大学で第二言語習得に関する研究で博士号を取得。現在、同大学加齢医学研究所脳機能開発研究分野で日本学術振興会外国人特別研究員として勤務中。「外国語の習得には、対人コミュニケーションやテキスト、ビデオなどマルチモーダルでの勉強が大切です」

鈴木渉氏（右）は、東北大学大学院博士課程を経て、現在トロント大学大学院で第二言語習得に関する博士論文を執筆中。「脳と第二言語習得の仕組みは、世界の学会の中心的テーマ。今後も盛んに研究が進められていくことでしょう」

\*1 fMRI…MRIは核磁気共鳴の原理を用いて人体内部を視覚化する技術で、これを応用して、脳の血流反応を視覚化しようというのがfMRI。fMRIの発展によって、脳機能研究は飛躍的に発展した。



どの応用研究があります。脳を外科的にまったく傷つけることなしに脳内を観測する非侵襲的観測技術の発達によって、脳の機能の詳細が分かり始め、近年は言語研究と脳科学が結びつき、言語脳科学という新しい分野が発展しつつあります。人間の言語活動が脳のどの分野と対応し、どのようなメカニズムで言葉の処理が行われているのかを解明しようという研究分野です。

言語と脳機能との関係が明らかになれば、外国語習得に関して、より効率的な学習方法の開発や教材開発、言語リハビリテーションへの貢献が可能になります。ここでは、外国語習得に関する研究の一端を紹介します。

### コミュニケーションの中で覚えた言葉はテキストで覚えた言葉よりも“使える”

外国語習得に関してはさまざまな研究が行われており、特に日本では、小学校で外国語教育の導入が決まり、効果的な英語学習法が模索されています。そこで私たちは、外国語学習時の脳活動をさまざまな角度から調べています。

例えば、日本人大学生を被験者として学習環境の違いによる外国語学習効果の違いを調べた研究があります。英語は中学から学習しており、被験者によって習熟度に大きな差があるため、韓国語を学習してもらいました。韓国語を学んだことがない日本語母語話者を対象とし、24個の韓国語の言葉（形容詞、動詞）を覚えてもらいます。その際に、12個の単語は、それらの言葉が使われるさまざまな状況の動画を繰り返し流して覚えてもらい（Situation-based Learning、以下SL）、別の12個の単語は、母語の翻訳だけを提示して覚えてもらいます（Text-based Learning、以下TL）。

その上で、その言葉が使われそうな状況を動画で流す場合と、単に単語を翻訳する場合に分けて、その言葉が正しく使われているのか、正しく翻訳されているのかを

判断する実験を行いました。学習方法と使用状況がそれぞれ2通りありますから、4パターンについて正答率や反応時間を調べ、その結果、学習方法と使用状況が異なる場合は、その言葉を思い出すのに時間がかかることが分かりました<図1>。特に、単語テキストで学習した単語が実際の場面で使われている場合、その意味を把握するのにとても時間のかかるケースが目立ちました。

その時の脳の活動状況をfMRIを使って調べたところ、SLの場合は右脳のある部分が、TLの場合は左脳が活性化しており、状況から学んだ言葉と、テキストで学んだ言葉では、脳の中の異なるネットワークを使って処理されている可能性が示唆されました。また、学習方法と使用状況が異なる場合は、前頭前野のブローカ野\*2が活発に活動しており、脳に高い負荷がかかっていることも分かりました。さらに、SLで学んだ単語処理は、母語である日本語の処理と非常に似ていることも判明しました。

これらのことから、外国語学習の際には、できるだけ使用状況に合わせた教育方法を考える方がいいということが言えるでしょう。試験勉強で覚えた言葉は、実際の会話では使いにくく、会話で覚えた言葉だけでは読み書きには適していないのです。経験的に知られていることが、実際の脳機能の違いとして提示することができました。

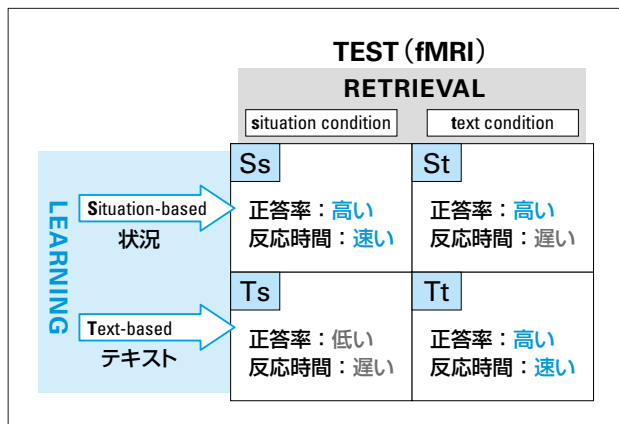
### 言葉の類型が似ている外国語は母語と同じような処理が可能に

バイリンガルの人たちの脳での言語処理機能についての研究も行っています。母語と第二言語は、脳の中でどのように処理されているかを調べています。母語が韓国語で、英語を第二言語、日本語を第三言語として学習し、ある程度の習熟度に達している人を被験者にして、簡単な文を聞かせて理解させる実験を行いました。

その結果、面白い事実が分かりました。母語である韓国語の処理と、第三言語である日本語の処理は脳内のほぼ同じ場所、しかも聴覚処理を行う狭い範囲で行われているのに対して、第二言語である英語の場合は、さらに前頭前野やブローカ野まで活動していることが分かったのです<図2>。被験者は英語学習を平均13歳で開始し平均15年間の学習歴があるのに対して、日本語学習は同21歳、6年間の学習歴でした。

これまでの多言語習得についての研究では、10歳以前に2つの言語を学んだ人は、両方の言語を同じ場所で処理しているのに対して、10歳以上で学んだ場合は脳の異なる場所で処理しているとされています。ところが、今回の実験では、20歳を超えてから日本語の学習を開始し

<図1> 学習環境と想起環境の違いによる学習効果



\*2 ブローカ野…言語機能の中核である言語野の1つで、主に発話や文法処理を行っていると考えられている。

ているにも関わらず、脳内では母語である韓国語と同じような処理をしていることが判明したのです。

これにより、脳内での言語処理の様子からは外国語を覚える際には、母語と学習した外国語との言語的な類似性が大きく影響することが分

かりました。韓国語と日本語は実際に非常に似た文法構造を持っています。例えば、韓国語と日本語の基本語順は、主語、目的語、動詞の順で同じですが、英語は、主語、動詞、目的語で、語順が異なります。言語の構造が似ていれば、習得にかかる時間も少なく、また習得後は母語と同じ処理回路で言語活動を行えるということです。

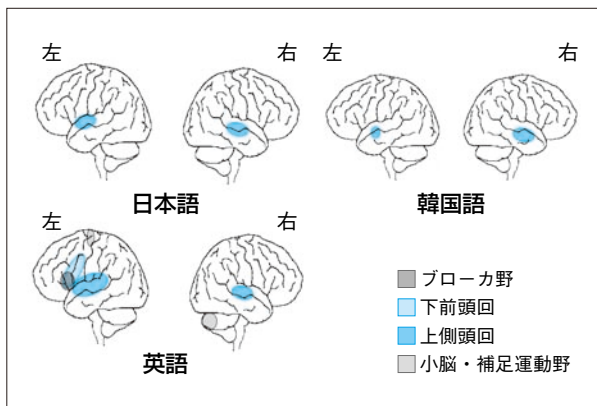
このほかにも「かきませ語順」を処理する際の脳の活動や、能動文と受動文を処理する際の脳活動の違いについても研究を行っています。日本語では、基本語順である「太郎が スイカを 割った」も、かきませ語順である「スイカを 太郎が 割った」も同じ意味です。また、能動文の「少年が 魚を 料理した」も、受動文の「魚が 少年に 料理された」も同じ意味です。ところが、私たちの実験研究では、これらの言葉を聞いて脳が理解するプロセスがそれぞれ違うということが分かりました。

結論をいえば、日本語では動詞が提示されるまで構文構造を決定せず、基本語順とかきませ語順で脳の処理領域が異なること、能動文と受動文では処理領域が異なり、受動文では複雑な処理を行っていることなどが明らかになりました。

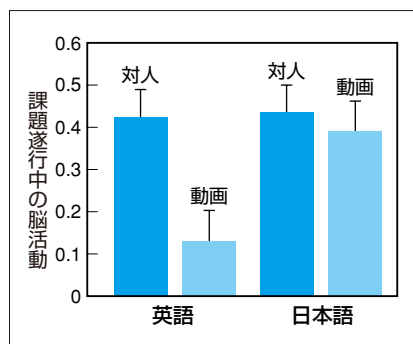
言語学習に関して、もう1つ興味深い研究を行っています。東北大学加齢医学研究所の川島隆太研究室と日本英語検定協会との共同研究では、対面コミュニケーションと、動画を使ったコミュニケーションでは、脳活動の領域が異なることが分かりました。 実験は、第二言語として英語を学んでいる日本人の被験者にfMRI装置の中に入れてもらい、映像とマイクで会話を行うもので、1つは同じ部屋に会話の相手がいることが分かっている、リアルタイムで会話を進行し、もう1つはあらかじめ録画しておいたビデオを通して会話を行います。

両者のコミュニケーションの際の脳活動を調べると、英語の場合は、対面方式と動画方式では、脳が異なる活

<図2> 多言語話者の使用言語による脳活性の部位



<図3> 対人コミュニケーションと動画コミュニケーションの脳活動の違い



動パターンを示しました。一般に人間が言語活動を行う際には、脳の言語野が活発に活動しますが、対人コミュニケーションでは、相手の反応をうかがうなど言語活動以外の機能も働くためか、言語以外の場所も活性化します。

母語である日本語では、両方式で、脳活動に大きな違いは見られませんでした。第二言語である英語では、対面方式の方が動画方式に比べて、明らかに活発な脳活動が行われていました<図3>。この結果から、英語を学習する際には対話相手とのコミュニケーションが有効であることが示唆され、対話相手としての教師の役割の重要性に新しい認識を与える可能性が出てきました。

脳の観測技術の発展に頼る部分は大きい  
文科系出身者でも研究できる幅広い裾野は魅力

言語脳科学は、このように外国語学習に関わる方法論にさまざまな知見や理論を提供しているという一面があり、応用研究として、今後もさらに外国語習得に関する研究が進んでいくことは間違いのないでしょう。

ただし、言語脳科学の研究は、活動している脳をどの程度細かく観察できるかという科学技術の発展に頼っている部分が多々あります。短時間で高精度に脳の活性化を視覚化できる技術が登場し、解像度的にも神経細胞レベルの活動まで分かるようになり、情報がどのように神経を伝わっていくかが追跡できるようになれば、工学的・数学的な脳のモデルと実際の脳の動きを比較しながらモデルの精度を高めていくことによって、より実態に近い脳の機能が説明できるようになるでしょう。

脳科学の研究は極めて学際的であり、医学系に進まなくても研究に携わることが可能です。特に脳の機能学的研究は、脳に興味がある人なら、理系以外の学問分野からでも大学院に進んで研究ができます。まだまだ十分に研究領域が残っている分野といえるでしょう。