

本欄は、IT、宇宙物理学、生命科学、脳科学の4分野における最前線のテーマを掲載しています。

言語の脳科学

脳の言語活動の場所がわかってきた

ながお 永雄 総一
あおき 田鶴
理研脳科学総合研究センター
サイエンスコミュニケーター
理研脳科学総合研究センター
研究員

「はじめに言葉ありき」という聖書の成句をご存じの方も多いただろう。ヒトと他の動物の決定的な違いは、言語を使ってコミュニケーションができるかということにある。ヒトの脳には言語野と呼ばれる言語に特化した領域がある。ところがヒトと遺伝子情報がわずか1〜2%しか違わないチンパンジーやボノボでは言語野はなく、言葉の代わりとして覚えることができる記号はただか30個程度である。

21世紀以降、急速に解明

言語の研究はヒトしか研究対象にならないことから、脳科学の中でも一番難しい領域であると考えられて

きた。ところが2000年前後から、ヒトの脳の内部の活動を比較的簡単に調べることができるようになった。共鳴画像(fMRI、血流のヘモグロビンの変化を画像化する)などの脳画像計測法が普及し、言語が脳の中でどのように生成されるかが本格的に調べられるようになった。

言葉の基本は母音と子音を組み合わせでできた音韻で表される単語であり、単語を組み合わせて文法に沿って並べると意味が通る文章となる。現代社会の論客としても名高い米マサチューセッツ工科大(MIT)のノーム・チョムスキー教授は1960年前後に普遍文法(生成文法とも呼ばれる)という考え方を言語学に導入した。普遍文法とは、英語や

日本語など一見非常に異なるように見える言語も、文法的には主語(名詞)、述語(動詞)や形容詞などの共通な単語の配列からなり、その起源は脳が作り出す論理に由来するという考え方である。しかしながら、普遍文法のもとになる脳の部位が本当にあるか脳科学的に検討されるようになったのは今世紀の初めからである。

実は言語に関係する領域が脳の左側にあることは、既に19世紀にフランスのポール・ブローカやドイツのカール・ウエルニツケらの臨床研究により明らかにされていた。脳の左前頭葉の下部にある「ブローカの言語野」と呼ばれる領域が傷害されると、言葉は途切れ、流暢にしゃ

べることができなくなる。一方、左側頭葉の中部の「ウエルニツケの言語野」が傷害されると、流暢にしゃべることができなくなるが、意味の通る文章にはならなくなる。この二つの言語野がチョムスキー教授の提案した普遍文法とどのように関連するかが最先端技術でわかってきた。留学中にチョムスキー教授から直接講義を受けた酒井邦嘉・東大教授はfMRIを用いて、単語の意味を理解する時にウエルニツケの言語野を含む左側頭葉の領域が活動することを02〜03年に明らかにした。

さらに酒井教授は、文法的に正しい文章とそうでない文章を判断する時に活動する脳領域を調べること、ブローカの言語野を含む左前頭葉の活動が文法と関係することを発見した。酒井教授はこれらの結果をもとに普遍文法の源になる言語野が左前頭葉下部にあり、その領域が単語の意味の理解に関係する左側頭葉の領域と互いに情報をやりとりすることで、我々が使う言語が成り立つことを05年に提案した(図)。さらに面白いことにこの文法に関わる領域は、日英バイリンガルの人では両言語とも共通だそうであるが、一般人では日本語と英語で少し異なることが報告されている。

さて言語の生成の脳メカニズムに対する理解が深まるにつれて、言語や記号を用いた論理的な思考に言語野がどのように関係するかが注目されるようになった。言語や記号を用いる思考の代表は数学である。数学の基本は数を数えることと図形を正確に認識することだ。計算や図形の認識に関係するのは大脳のどこか、それが言語野とどのように関係するかが調べられた。

80年代までに、左右の大脳間の情報のやりとり障害のある患者を対象にした米国のロジャー・スペリー博士(81年ノーベル医学生理学賞)の研究や、我が国最初の心臓移植を行った和田寿郎博士の弟でカナ

に出すかあるいは頭の中で唱えることが多いが、果たして本当に言語野が計算に関与するかが問題となる。酒井教授の最近の研究は言語野の文法の領域の一部は黙って計算をする時にも活動することを示す。これに対しフランス国立科学研究所センター(CNRS)のスタンラス・ドゥアヌ教授らは言語野と計算に関係する大脳領域は別であるという反対の見解を発表しており、この問題は解決していない。

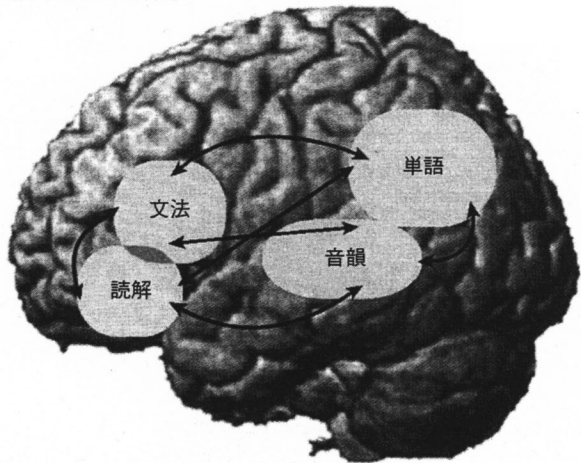
歌う時は右脳が活動

前述したように遺伝子にはヒトとチンパンジーではごくわずかしかなかった。しかしそのわずかな遺伝子の違いがヒトの大脳を発達させ言語をもたらし、それでは一体どのような遺伝子が言語に関与するのだろうか?

その解明の糸口のひとつが失読症の研究である。知的には全く異常がないにもかかわらず、文字で書かれた文章を読むのが生まれつき苦手という失読症の人は我が国には少ないが、欧米では珍しくない。例えば大物理学者のアインシュタインや映画監督のスピルバーグもそうだと聞かされている。これまで失読症の人々の家がいくつかが調べられ、言語に関係しそうな遺伝子がリストアップさ

れている。しかし、それらの遺伝子はいずれも言語野の神経細胞にだけ発現(機能)しているわけではない。例えばFOX P2という失読症の有力候補遺伝子は、小脳の神経細胞にも強く発現し小脳の発生にも関係する。今では、特定の遺伝子が言語の発達に関係するのではなく、いくつかの遺伝子の共同作用か、または遺伝と何らかの後天的なメカニズムが相乗し、ヒトでは大脳が大きくなり言語野が発達したと考えられるようになってきている。

左大脳にある言語野



酒井邦嘉博士らが提唱するヒトの言語野の構成。ブローカの言語野は文法と読解の領域に、ウエルニツケの言語野は単語と音韻の領域にほぼ相当する。

(出所)理研脳科学総合研究センター

ダの脳外科医の和田淳博士が開発した大脳の片側の活動をごく短時間だけ麻酔薬で止めてしまう方法により、計算は左の大脳が、図形の認識は右の大脳がそれぞれ主に関与することが示された。数を数える時「ひとつ、ふたつ」と声