

# 言葉はどのように生み出されるのか 言語の基本ルール「文法」が脳に由来することを実証

人間は誕生後、ゼロから言葉を獲得していくのか。それとも、生得的に何らかの言語能力を備えているのか。幼児が短期間で正確に言葉を話せるようになることは、古来、人間にとって大きな謎とされてきた。その謎の解明につながる研究成果が、脳科学の最前線から示された。世界で初めて、文法処理をつかさどる脳の部位が特定されたのである。東京大学大学院酒井邦嘉助教に脳科学の視点から言語の問題を語っていただいた。

## チョムスキーの「普遍文法」理論

昔から、人間がどのように言葉を獲得するかについては、いろいろな説が語られ、論争されてきたと聞きますが。

**酒井** 言語の問題はギリシャ時代からすでに、「プラトンの問題」という形で存在しました。哲学者のプラトンは、幼児は、耳にする言葉が限られ、しかも母親から言い間違いや省略文など不完全な文を入力されることも多いのに、なぜ文法的に正しく話せる——出力できるのだろうかと考えました。

まだ分析力も推理力も発達していない幼児が、わずかに与えられた言語データだけでさまざまな文を文法的に正しく話すことができ、さらに文法的に間違った文を間違っているとわかることが、不思議に思われたのです。たとえば、文法のルールを知らない3〜4歳の幼児が「私の本を読む」と「寿司が好きだ」の2つの文で同じ「が」が使われていても、「私」は主語で「寿司」は主語でないことを理解しています。あるいは学校で習う動詞の五段活用を知らなくても、ルール通りに話せます。英語の場合であれば、自然に人称に応じて名詞を複数形にしたり、規則動詞の過去形にはedを付けます。

この謎を解くには、答えは一つしかありません。人間の脳にはもともと文法の原型のようなものが装備されているということです。もし、それを持たなければ幼児が短時間の内に正確に言葉を話せるようになることが、不可能です。「ロンプスの卵ともいふべき発想ですが、このことを最初に言ったのがアメリカの言語学者、ノーム・チョムスキー(Norrm Chomsky)です。

チョムスキーはロシア語、英語、日本語、中国

語、スワヒリ語などあらゆる人間の言語に共通するルールである「普遍文法」があると考えました。そのルールは、複雑であるが論理的で精緻な結晶のような構造を持ち、しかも、その文法は脳に由来するしました。「普遍文法」(※)は言語で決まったルールによって枝分かれするようになり、単語を連ねて生成していくところから「生成文法」(※)ともいわれます。

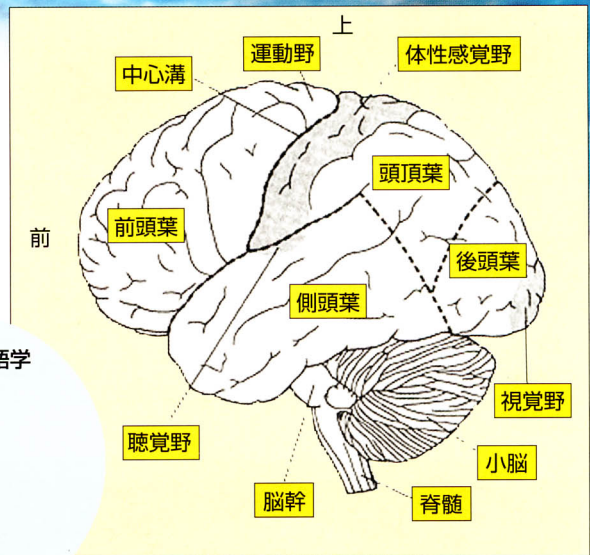
この理論は1957年に出版され、センセーショナルを巻き起こしました。それまでは、言語は意味を伝えるものであるという考えから、単語や意味に関する研究がほとんどでした。チョムスキーの考えは、多様な言語が普遍的な文法に集約されるという革命的な理論だったのです。ですから、理論が発表された当時は、アインシュタインの「相対性原理」のようにほとんど理解されませんでした。

言葉は文法を使ってはじめて意味が正確に伝わります。たとえば、「太郎は花子の写真を撮った」と「太郎は花子の写真を撮った次郎を撮った」の文を比べると、後の文では次郎が現れたために、状況から意味を確定する統語処理が必要となつて、写真を撮ったのは次郎であることになり、言語は単語の意味だけで成り立たないことがわかります。

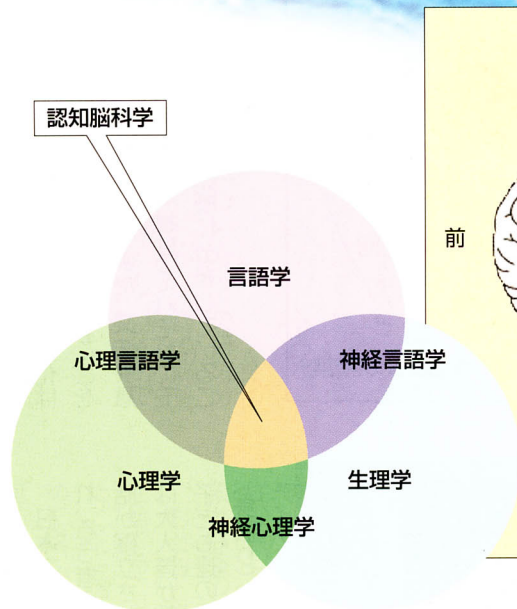
## 文を作って会話できないサル

——その「普遍文法」から、私たちが話している日本語、あるいは英語といった言語は、どのような出力されるのですか。

**酒井** 日本人の遺伝子を持っているから、日本語を話すということではありません。幼児が育つ環境の中で、母親の話す言葉など実際に幼児



脳と大脳皮質のおおまかな区分



現在の認知脳科学の位置づけ

が触れた言語が母語になっていきます。すでに幼児は1歳ぐらいで文法を理解しているようで、やがて言葉を話すようになり、思春期までには脳の中の文法の原型が日本語のパターンに最適化されるようです。そのため、思春期を過ぎて母語以外の第二言語、たとえば英語を習得するには、幼児が母語を自然に獲得するようにはいかず、「三・単・現」などと文法を学ぶ必要がでてきます。人工言語であるコンピュータ言語などを学ぶような手間はかかるとはわかりません。

という例は一つもありません。たとえば、チンパンジーにサイン(手話単語)を教えて、文を作れるかどうか研究したテラスという人が、発話を記録したものがありませんが、「ちようだい、オレンジ、わたし、ちようだい、たべる、オレンジ、わたし、たべる、オレンジ、ちようだい、わたし、たべる、オレンジ、ちようだい、わたし、あなだ」というように語順がなく、類人猿は文法を獲得できないことがわかります。

——その文法の原型というものは、ヒトの脳の中だけに存在するのでしょうか。

**酒井** よくサルのもつくろいの延長上に、「コミュニケーション」の手段としての言語ができたというような、まことしやかな仮説をたてる人がいます。また、チンパンジーは音声をつくる喉頭の構造がヒトと違うので言語が使えないという説もあります。しかし、脳が十分発達しているのなら、チンパンジーは日本語や英語同様に文法構造を持つ手話ができるかもしれません。

このようにいうと、必ず教え方が悪いからだという人がでてきますが、類人猿が言語の能力を持っていることを証明することについて、チヨムスキーは「どこかの島に、飛べない鳥の種があったとして、どうやって飛ぶかを教えてくれる人間を待っていることがあるだろうか」と言っています。

### 音声言語と同じように文法を持つ手話

——文法処理に関連する脳の部位というのはどの辺にあり、どのような方法で特定することができたのですか。

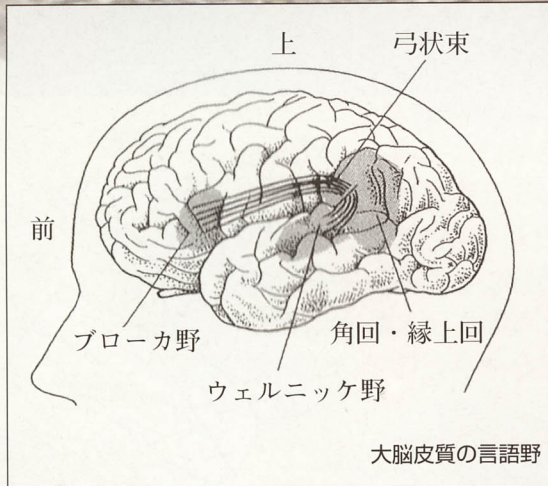
**酒井** 脳の働きを画像化する脳機能イメージングという手法がありますが、92年にその新しい方法であるfMRI(機能的磁気共鳴映像法)が開発されました。脳が活動すると局所的に血液量が増え、磁性が変わることを利用し、安全に脳の活動を可視化する方法です。

95年に私は、fMRIを使って当時研究テーマであった脳の色覚中枢を研究しようとして、そのメッソッドであるハーバード大学に留学しました。ところが、世界中から押し寄せた大勢の研究者に対しfMRIは一台しかなく、研究はいつかに進みません。しばらくして、MITのチヨムスキー教授に会って話をする機会があり、言語という大きな研究テーマに巡り会うことができたのです。

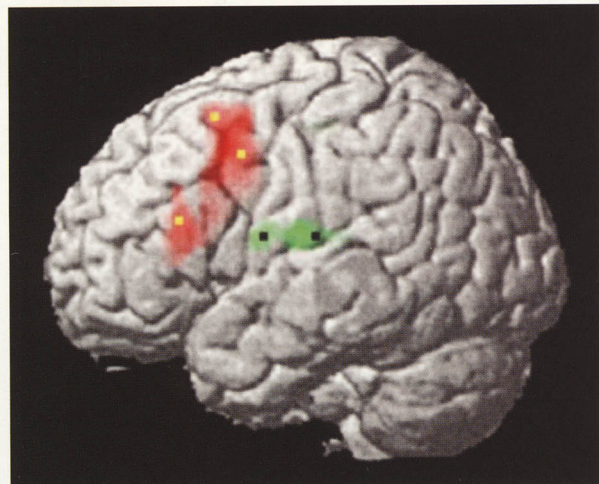
97年から、fMRIを使用して言語に関係する大脳皮質の言語野を調べはじめました。言語野は左脳を損傷すると言語障害が生じることから、主に左脳に局在していることがわかっていました。文法中枢が言語野のどの部位にあり、どのように活動しているかが問題でした。



実験ではまず、言語の文法を使って判断している時と、記憶を使って判断している時の脳の活動を比較しました。その結果、文法判断の時に特定の部位が活動していることがわかり、それが左脳前頭葉にある「ブローカ野」という部位であることを突き止めました。つづいて、文法の判断と意味の判断を比較する実験では、意味の判断をしている時にブローカ野に磁気刺激を与えても変化はありませんでしたが、文法判断で磁気刺激を与えると判断に要する時間が速くなることも判明しました。その一方、文法判断でブローカ野以外の部位を刺激しても変化はなく、ブローカ野が「文法中枢」であることを明確にすることができました。また、文法や意味、音韻などをつかさどる中枢は、それぞれのモジュールに分かれて、言語野に分布していることも確認できました。



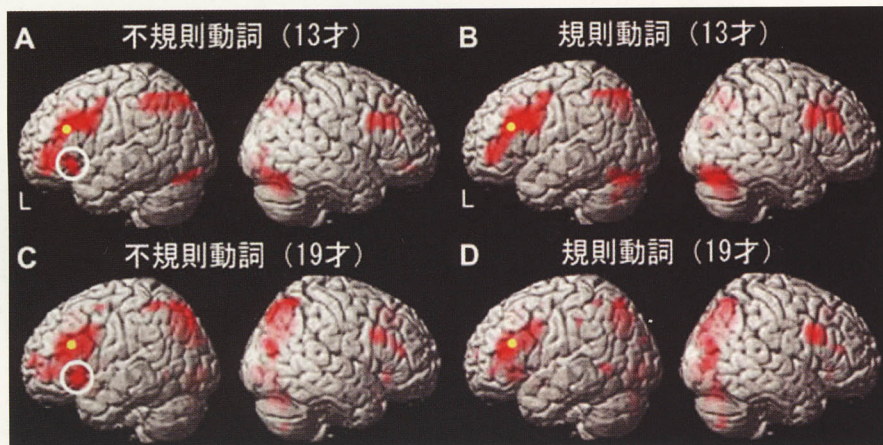
その後、今度は手話の文章理解についても、実験を行いました。私は手話には大変興味を持っています。ネアンデルタール人が仮に喉頭の構



造により音声言語を使えなかったとしても、手話言語を使ったという可能性が考えられるのです。当然、手話の文章理解も音声言語同様に左脳優位であると考えていましたが、手話を見る時にネイティブサイナー（手話を母語とする人）の右脳が活性化するという実験結果がアメリカで出されてきました。しかし、私たちの実験の結果、手話も音声言語同様に左脳優位であることがはじめて証明されました。手話言語は音声言語と同じように語順があつて文法構造を持ち、幼児が母語として獲得できるのです。

日本では明治時代、各地にろう学校が設立され、ろう者の「コミュニティー」が広がる中で日本手話が確立されました。また、近年、二カラグアでは大人達が教えたわけではないのに、ろう者の子ども達の間で二カラグア独自の手話がマイム（身振り）から進化し、複雑な規則を備えたネイティブな手話が確立されたと報告されています。手話も普遍文法に従ってつくられた自然言語の一つなのです。

文法を使う言語理解の座。(赤い色の部分) 図の左が脳の前側



英語の過去形課題に選択的な脳活動。年齢差にかかわらず、不規則動詞と規則動詞に共通して、左脳のブローカ野を含む前頭前野に最も強い活動が観察された。

——よく何カ国もの外国語を苦もなく習得する人がいますが、文法中枢が関係しているのでしょうか。

**酒井** 関係があると思います。母語が固定化される前の子どもの脳はやわらかく、ものごとの微妙な変化を刻み込んでいくことができます。大人でもやわらかいまま成熟しない脳を持つ人がいるかもしれません。20カ国語を使いこなす「言語天才」の一例では、29歳の時の精神年齢は9歳だったという報告があります。彼はわずかな例から文法規則を推定し、凄く速さで言語を習得するそうです。



中学生の英語の授業で実施したfMRIによる調査では、授業後に文法中枢の活動が増加し、成績の向上に比例して、その活動が変化しています。これと似たような変化は、大人でも観察されています。日本人の大人に一夜漬けてハングル文字を覚えてもらったところ、1日で側頭葉にある文字中枢の活動が増加しました。脳が実際に変化しているのです。

言語だけではなく、音楽や数学なども脳がやわらかい時に、言葉のように脳のそれぞれの中枢に音や数式などを組み込むことができるのだと思います。将棋の羽生善治四冠にお会いしたことがあります。将棋のプロやアマチュアの高段者は脳のやわらかい少年時代から膨大な棋譜や詰め将棋などのデータベースを、ちょうど言葉のように脳に組み込んでいることが、驚異的な「読み」の力に関係しているのではないかと。

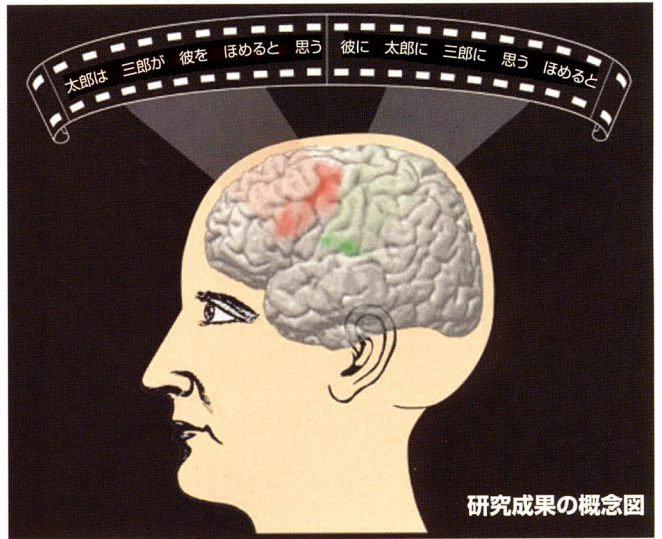
——従来、言語といういわゆる文系の研究分野というイメージがありました。言語の脳科学はこれから、どのように展開されていくのでしょうか。

**酒井** 言語に規則があるのは、人間が規則的に言語を作ったためではなく、言語が自然法則に



酒井 邦嘉(さかい・くによし)

1964年生まれ。東京大学大学院総合文化研究科助教授。理学博士。1987年東京大学理学部物理学科卒業。92年同大学院理学系研究科博士課程修了。同年同大医学部助手。95年ハーバード大学医学部リサーチフェロー、MIT言語・哲学科訪問研究員を経て、現職。著書に『心にいどむ認知脳科学』(岩波書店)、『言語の脳科学』(中公新書、毎日出版文化賞受賞)など。



従っているためです。ですから、言語は科学の対象となるのです。

もともと科学は主観的なものや余分な要素を捨てることで、客観性や抽象性を獲得しました。たとえば、落下にともなう放物線を得るためには、投げ物の形や大きさを無くし、空気抵抗をゼロとして考える必要があります。20世紀になり量子力学が出てくると観測の問題が

出てきました。観測しようすると観測対象に影響が出て位置と運動量は同時に測れないという、不確定性原理です。20世紀の心理学も科学たろうとして、刺激と反応だけを対象にする行動主義という考え方が出てきました。しかし、それは入口と出口だけを取り上げることで肝心の脳や心というブラックボックスを置き去りにすることになってしまったのです。

そして今、科学的に「人間とは何か」と考えた時に、客観性を獲得するために科学が捨ててきた、主観性や心をどう扱っていくかという課題に直面しています。心はウエットでやわらかい構造をしていて、日々変化するものです。人間の心を科学という手法で解明するには、必ず言語を通過しなければなりません。

文学や芸術、そして科学などにおける人間の創造性も、脳や心のはたらきなのです。アインシュタインは「もつとも不可解なことは、世界を理解できることだ」と言っています。アインシュタインは科学の源が心の構造にあることを理解していました。人間の心は宇宙の構造、自然界の構造を理解できる構造をしているのです。言語の脳科学を通じて少しでもその心の構造を解明していきたいと思えます。

(図・酒井邦嘉氏HP「脳は文法を知っている」より)

#### 用語解説

**普遍文法 (universal grammar)**: チョムスキーの用語。人間に普遍的に内在されるとされる言語能力の総称。言語の大枠を先天的に規定している諸原理。個別言語の特殊性は普遍文法の係数とされる。[辞林21]

**生成文法**: 米国のチョムスキーを中心とする言語学者によって唱道された言語理論。人間の言語能力の創造性を評価し、表現された形から入って、その奥深くに隠されている言語構造を理論的にとらえようとする。変形文法。変形生成文法。生成変形文法。[大辞林]