

脳の科学 第五回

担当：浅川伸一

brain_science@cis.twcu.ac.jp

神無月 24 日, 2008 年

第 4 章 言語の起源と脳の進化

進化論的にはほぼ一瞬にして出来上がってしまったかのように見える言語の起源をどうとらえればよいのか¹。一瞬で出来上がったのは、言語の他に、道具の製作、高度な知性、複雑な社会性、なども含まれるのかも知れない。これらは共進化したと考えるべきなのか、それとも人間の持つ特殊性は進化の結果だと考えて良いのか。

ジュウシマツの歌は求愛のために歌われる。求愛のための歌が複雑なコミュニケーションをとるための手段として発達したのは進化論的に見ればほんの一瞬である。

1. 言語知識とはどのようなものか。
2. 時制の一致や関係代名詞による文章の再帰的構造などの複雑な文法はどのように脳内で表象されているのか。
3. ほぼ無限とも思われる発話 (単語の組み合わせ) が限られた資源のネットワークの中でどのように調整されているのか。

↓

ニューラルネットワークによる言語知識創発のシミュレーション。

1 言語の特殊性

ピンカーによれば、ヒトの言語能力は複雑な生物学的適応であり、その能力は、知識を使用し、社会的に相互依存し合った生活スタイルのなかで情報交換するために、自然選択によって進化してきた。

言語の最も健著な面は、その表現力である。つまり無限個の概念を、構造化された音列によって一人の人間から他の人間へ伝達する能力である。

言語を学習するには、有限個のサンプル文 (両親の発話) を取り込み、しかも、それらの文を生み出す無限の言語が生成できるような文法を帰納するという気の遠くなるような問

¹言語学者に言わせれば、世界に数千あると言われる言語の中にどれ一つとして原始的な言語は存在しない。ただし、ピジンとクレオールのことを考えよ

題を解かねばならない。子どもたちの発話パターンは誤りも含めて高度に体系的である。例えばピジンを話す両親からクレオールを話す子どもが育つ場合のように、両親の発話のなかにその直接的な証拠が見出せなくて言語的に普遍に一致している。

特異性言語障害 SLI の原因遺伝子として FOXP2 が特定された。すなわち言語は進化的、生物学的、背景を持っている。

言語は他の認知能力と違う側面を有している。言語は人間の脳の中に確固とした位置を占めている。言語を使うという特殊で複雑な技能は、正式に教えられなくても子どもの中で自然発生的に発達する。私たち言語の根底にある論理を意識することなく言語を操る。誰の言語でも質的には同等であり、言語能力は、情報を処理したり知的に行動するといった一般的能力と一線を画している。

2 認知的ニッチ

情報を集め、やり取りすることは現在のホモサピエンスが満たしてきた大規模なニッチにおいては不可欠なことだ。これを「認知的ニッチ」と呼ぶ。

ヒトは他の生物界では普通見られないような多くの形質を持っている。この形質には、複雑な道具を大量に作り出し、道具に依存し、広範囲にわたる習慣や食事、長い子ども期間、長い寿命、高度な社会性、複雑なパターンを示す交配と性、互いに異なる行動パターンを持つ集団や文化に分かれて属していることなどが含まれる。

人間は、人間独自の方法、すなわち原因と結果を結ぶ推論を用いて他の動物たちを凌駕することができる。他の動物たちが毒や、自らを覆ったり、保護色で目立たなくしたり、速さといった進化の面では固定してしまった防御体制を、進化時間内で防御的対抗手段を発展させる前に、知性を用いて出し抜くことができる。

3 言語の起源

ヒトの言語能力を可能にした前適応。もし類人猿がヒトと共通した認知能力を持っているのなら、その能力は進化論的に結論づけることができる。

- スピーチ音を発や身振りのための前音声的能力
- 音声または身振りで構成される比較的長い列を組み立てるための前統語²的能力
- 前意味的能力
 - － 基礎概念
 - － より複雑な概念 (命題) を組み立てる
 - － 複雑な概念について心的演算。演繹、帰納などをする

²独立したサブユニットを一行に並べ長いシグナルにしたもの。ジュウシマツの歌、テナガザルのコールなどがこれに含まれる

- 前語用論的能力。他の個体の意図を読み取る mind-reading
 - － 他者が心的にどういった演算をするか，推測する
 - － 協調的に行動する
 - － 他者と同じ外的状況に関わる
 - － 記号行動を実際の行動の代用品とみなす
- 音声や身振りを基礎概念と任意に結びつける基本的象徴能力，

4 Chomsky

チョムスキーは，言語に関する基本的な事実を二つ指摘した。第一に，ある人間の発する文はほぼすべて，単語をまったく新しい順に並べたもので，史上にその例をみない。したがって，言語が反応の総目録であるはずはない。脳のなかに，有限の単語リストから無限の文を作り出す処方箋なりプログラムなりがあるに違いない。このプログラムを心的文法と呼んでさしつかえなかろう。第二に，子どもは正式の指導を受けることなく，この種の複雑な文法を短期間に身につけ，はじめて出会う新しい文の構造をも一貫したやり方で理解するようになる。したがって，子どもは生来，あらゆる言語に共通する文法の青写真ともいべきものを備えているに違いない。このいわば「普遍文法」によって子どもは，両親の発話から統語構造パターンを抽出する方法を知るのである。

刺激の貧困，否定証拠の欠如

5 言語と脳の対応

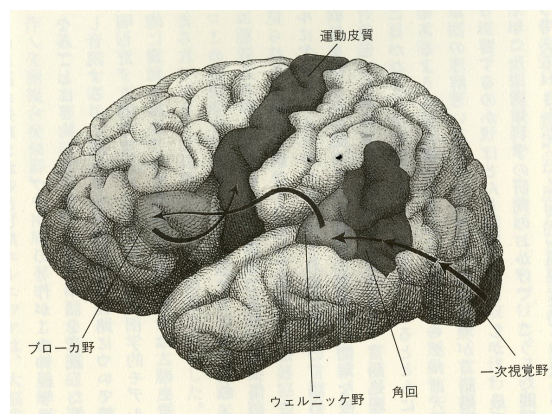


図 1: 言語に関与する脳領域

6 Wernicke—Lichtheim 図式と今日的機能的脳画像研究

図 2 に古典的な失語症のモデルである Wernicke—Lichtheim の図式を示した。図中の A

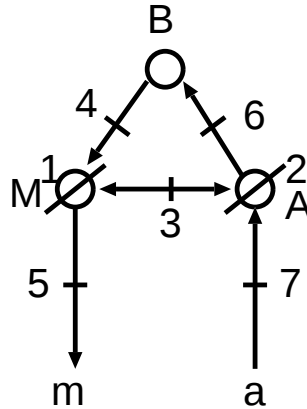


図 2: Wernicke—Lichtheim 図式

は聴覚的イメージの座、M は発話に用いられる運動表象の座。B は言語の概念が保持されている部位、a は聴覚情報の入力系、m は運動機能の言語中枢である。このモデルによれば、言語理解は $a \rightarrow A \rightarrow B$ 、発話は $B \rightarrow M \rightarrow m$ 、復唱は $a \rightarrow A \rightarrow M \rightarrow m$ となる。M が損傷されると理解はできるが自発的な発話と復唱ができなくなり（ブローカ失語）、A が損傷を受けると言語理解と復唱の障害が生じる（ウェルニッケ失語）。実際この図式は患者の症状を良く説明し、モデルから予測される症状を呈する患者の発見もあって有効性が確認されている（岩田, 1996）。理論上、 $A \rightarrow M$ の結合が断たれると復唱のみができなくなり、言語理解も自発発話も保たれる伝導失語が（図中の 3）、 $A \rightarrow B$ 間の結合が切れると復唱はできるが言語理解が不能な超皮質性感覚失語が（図中の 6）、また、 $B \rightarrow M$ の結線が切断されると復唱はできるが自発発話が侵される超皮質性運動失語が生じることになる。さらに、 $a \rightarrow A$ 間の障害では、聴覚的言語理解が可能だが書字理解が不可能な純粋語聾が、 $m \rightarrow M$ では書字障害を伴わず発話に障害が見られる純粋語啞が生じる。

このように Wernicke—Lichtheim 図式は簡潔にまとまっていて分かりやすい有効なモデルである。だがこのモデルは典型的なボックスアンドアローモデルであるため、内部のデータ表現が考慮されていないし、伝達されるべき情報がどのようなものであるのかという問題に対して、答えてくれはしない。経路を流れる情報の具体的な内容、その量と質などについて、何も教えてくれないといった欠点が指摘できる。

6.1 骨相学

Franz Joseph Gall (1758-1828) の Prenology



図 3: Portrait of Gall, F.J.(1758-1828), 「脳とコミュニケーション」、岩田誠著、朝倉書店, 1987, p.70 より

Gall は、脳は 27 の器官で構成され、各器官が友情、生殖本能、芸術感覚など固有の精神作用を担うと考えた。そして、頭蓋骨の外形からその人間の精神構造や正確がわかるとする「骨相学」を打ち立てた。Gall は幼いころから、暗唱の得意な生徒はみな、眼が大きく飛び出していることに気づいていたが、このことから、言葉の記憶のよいものは、“牛の眼 (yeux des boeuf)” といわれるような飛び出した眼という外的特徴を有するのであるから、他の精神機能にも、なんらかの外的特徴があるに違いないと考えた。Gall は精神活動の場は大腦皮質であると考えていたため、言語の能力の発達した者では、その機能を営む大腦皮質が大きく発達し、頭蓋骨を圧迫して外に押し出すと考えた。Gall によれば、言語の能力には 2 通りのものがあり、ひとつは語の記憶力、もうひとつは言葉のセンスである。Gall はこれらの領域は、前頭葉眼窩面にあるため、この領域が発達すると、眼窩は後と上から圧迫され、眼球が飛び出し、しかも目の下がたるんでくると考えた。

fMRI、PET、NIRS などに代表される機能的脳画像研究が明らかにした事実として、単純な言語課題を処理する際の脳内活動でさえ、極めて多くの領野の活動が関与しているという点が指摘できる。このことは単純な一機能—一部の単純な言語機能対応図式が必ずしも当てはまらないことを意味しており、損傷部位と言語機能の対応関係を探求する神経心理学、および、言語機能と活性部位との対応を研究する機能的脳画像研究の再考を迫るものであると言えよう。このように言語処理系評価を、その系の機能や性能と結びつけるには慎重な調査、観察が必要である。だが、驚くべきことにこのような認識が産まれたのは比較的最近になってからのことである。

神経心理学は、言語野の存在を示したブローカ (Paul Broca, 1824-1880) 以来 100 年以

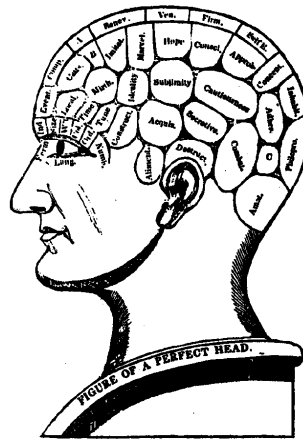


図 4: Gall's shema, 「最新脳科学」, 学習研究社, 1988, p.40 より

上の歴史を持ち、歴大な数の観測データがあるにもかかわらず、このような問いに対する答えが得られているとは言い難い。

6.2 ピジン Pidgin とクレオール Creoles

すべての人間が複雑な言語を操っているというのは驚異的な事実？言語能力は生得的なもの？

人間がほとんどゼロから複雑な言語を創造していく過程は、ピジンとクレオールの成立研究に見ることができる。

母国語を異にする奴隷労働者が共同作業をしなければならないプランテーションで共同作業をしなければならない状況で発生した混成語のことを「ピジン」という。

ピジンを母語とした子どもたちの間で出現する言語を「クレオール」という。

ピジンには一定の語順や接頭辞、接尾辞、論理的関係を示す手段など、通常の文法的表現手段が欠けている上に、単純な句を並べるだけで、それ以上の複雑な句構造は存在しない。ところがクレオールになると助動詞、前置詞、格変化、関係代名詞などの文法要素が存在する。

聴覚障害児の両親が手話を使っている場合、その障害児は健常児が話し言葉を覚えるように手話を覚えていく。しかし、両親に障害がない場合、両親が流暢に手話を話せないにもかかわらず、その子どもは手話を覚えてゆく。あたかも子どもは言語を創造したかのような現象が起きる。健常者である両親の不完全な手話から非文法的な「雑音」を除去し、両親が行き当たりばったりに使った動詞の変化動作を手話の規則を再発明する。脳内に文法ルールの青写真が存在するのか？

7 純粋な言語活動の抽出

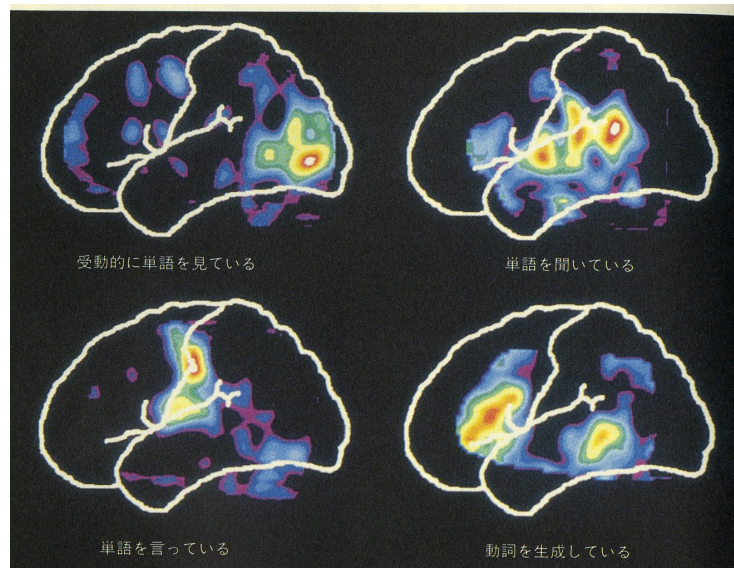


図 5: 4 種類の言語課題を行っている際の脳の活動

8 ジュウシマツの歌の進化

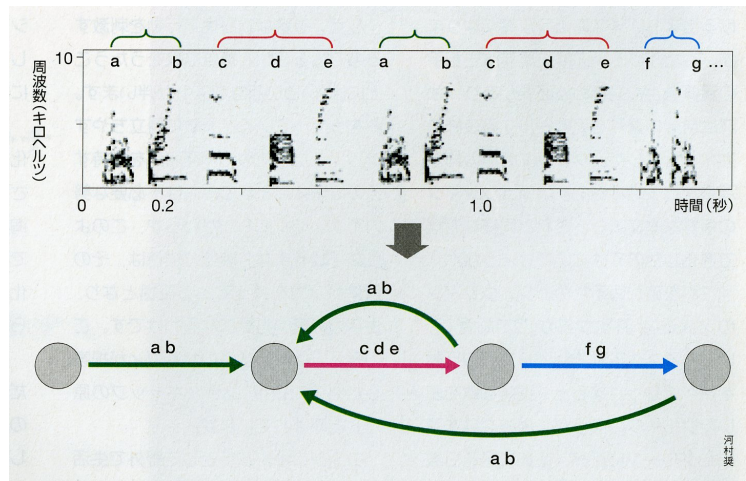


図 6: ジュウシマツの歌の状態遷移図

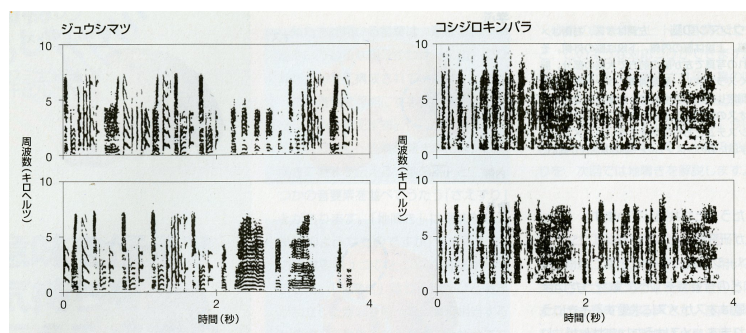


図 7: ジュウシマツの歌声とコシジロキンバラの歌