

9. Language and the Brain

Michael S. Gazzaniga, Richard B. Ivry, G.R. Mangun (2002)

Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind, W W Norton & Co Inc (Np).

(ISBN-13 978-039397776) より

ある平凡な日、主要な合衆国の空港で、301 便が出発の準備をされていた。キャビンクルーはすべての出発前の準備を完了させていた。その合間の時間に、フライトアテンダントとゲート職員はすべての旅行者を乗せ終え、かれらの特大のカバンや小包を、考えられるすべての隙間や、割れ目にすでに積み込み終えようとしており、彼らは彼らの座席に座っていた。ぎっしり詰められた彼らの”快適な”シートで、彼らは自分の安全のためにシートベルトをし、飛行機が離陸するため電気系統の機器のすべての機能が回復し、活動し、警報がいつもどおり鳴るようセットされ、チャーピングされ、点滅するのを待っていた。すぐに旅行者は飛行機が遅れ、ゲートから滑走路へタクシーが向かいはじめていることに気づかされた。突然飛行機は旋回し、前方をゲートに向け始めた、必然的なうめき声や警戒のため息、不幸な旅行者と一緒に。”また遅れるのか？ どうしたんだ？ よくあるコックピットの標識灯のオーバーヒートだといいいのだが”

コントロールタワーに戻り、航空管制官は緊張し、彼らの緊急事態のためのすべてのガイドラインにしたがって大急ぎで空港の手続きを調査した。準備と警報で、空港のセキュリティはすべての方向から 301 便に向かい、連邦航空コミッション、FBI、および地方の法施行団体が彼らのリソースを旅行者と飛行機のクルーを援助するために動員された。何が起こったのか？ 飛行機になにか故障があったのか？ どんな切迫した危険が大きな反応を引き起こしたのか？

...

このような状況のための高められた感度および、極度の警戒のために、単純なヒトの言語の問題がこのような形で起こった。飛行機に搭乗した最後の旅行者の一人は、彼の友人のパイロット、ジャックに気づき、無責任に彼に挨拶した。”Hi, Jack!”と。

...

単純なフレーズ、”Hi Jack”の航空管制官による誤解によって、われわれが日々言語において出会う、多くの複雑さのひとつを紹介した。言語はまったく、ヒトの脳の芸当のうち、もっとも複雑なものの一つである。認知神経科学的には、言葉の意味、それらを文に構成すること、それらがどのように発話として生成される、あるいは書かれるか、そしておそらくもっと重要なこととして、どのようにそれらは、探偵物語の中のもっとも魅了されるもののひとつを構成し、聞き手/読み手に理解されるのか。

コミュニケーションと脳の複雑さは、ヒトではない霊長目からヒト、つまり言語を用いたコミュニケーションをする種への記念碑的飛躍である。発話と記号言語は、ヒトに固有のものであり、サルとヒトの脳の間のドラマチックなシフトを示す。けれども、ヒトの脳システムを同定し、どこが言語を特定の支えているのかを示すことは、驚くほど難しい。いくつかの脳領野は長い間、健常の発話と理解のために必須であることが知られているが、それらは 100 年前の神経学からの手がかりで、基盤ではあるけれども、言語の神経構造における控えめな見識しか提供できない。

けれども、今日、脳の働きと言語の処理過程の理論は成長し、注意深い心理生理学的モデルによって導かれ、最新のツールに助けられ、驚くべき新しいデータが認知神経科学者が考えるために提供されている。本章では、ヒトの言語システム、このシステムは小さな誤解から大変複雑—301 便の物語における一人のように—だが、このシステムを認知神経科学の知見について紹介し、ときどき恐れたり、少なくとも、興味深い重要性を示しうる。

THEORIES OF LANGUAGE

われわれの脳はどのように、話された、あるいは書かれた入力から意味を引き出す処理を行っているのか？

→どのように単語が脳に表象されるかを知る必要

The Storage of Words and Concepts: The Mental Lexicon

心的辞書(Mental Lexicon)...言語表象の中心的概念のひとつ。

単語の意味(semantic)情報と、統語的(syntactic)情報、および語の形式(word form;どのようにつづられ、そのサウンドパターンはどのようなものか)の詳細に関わる情報の保存。

言葉の理解と生成の両方に心的辞書が関わるとする立場

入力と出力辞書の区別をする立場 が存在

加えて、正字法(orthographic/視覚ベース)、音韻(音ベース)の形式が考えられている。

通常成人は、少なくとも 50000 語の知識を持ち、再認ができ、困難を感じずに 1 秒に 3 語を生成できる。このスピードとデータベースのサイズを与えるため、心的辞書は非常に要領の良い方法で構成されていなくてはならない(辞書のようにアルファベット順に並んでいるのなら、A,Z は早い、K,L,O,U は遅いはずである。しかし、このようなことはない)。

<特徴>

内容が固定されていない…単語は忘れられるし、新しい単語が学習できる

柔軟に語を利用し、すばやくアクセスできる…[table]は[snail(カタツムリ)]より直ちに利用可能になる。

近接効果(neighborhood effect)...語の聴覚的近接はターゲット語と 1 音素のみ違う語の数によって定義される。(音素…意味に違いをもたらす音の最小のユニット)

l, r は二つの音素である(late と rate は違う意味である)。…日本語では l と r の間の違いには意味がない、そのため l と r はひとつの音素である。

単語の聴覚的近接は、hate, late, rate, eight のようなものである。単語群は近接するほど、よりゆっくりと同定される。発話の再認の間、異なる単語の活動の間の競合がある。

Figure 9.1

by Willem Levelt

語彙素レベル(lexeme level)と(見出し語)レベル(lemma level)

*語彙素は child-children go-goes-went のような、異なる形態であるが同じ語と考えられるもの

lemma はその基本形、child, go など

意味情報は、特定の単語を用いるために適用される概念条件を定義する。

たとえば、その語は動くもの(生物)か、動かないもの(非生物)かなど。

これらの特定は、形態素レベルと概念レベルの「センス」コネクションによって結び付けられる。語の意味の知識は、概念レベルとして表象される。

心的辞書における表象の組織は、単語と単語(意味が関係するような)が接続され、ネットワークにおいて近接する傾向がある
sheep-goat

→lexical decision task によって示唆

意味プライミング課題…被験者は単語のペアを提示される。

ペアのはじめがプライムで、二つめが標的(単語か非単語/sfhsi、あるいは偽単語/fisch)。

ターゲットが単語ならプライムのための意味に関わったり、関わらなかったりする。

なるべく早く正確にターゲットが単語だったかどうかをボタン押しで回答する。

被験者は、ターゲットがプライムに関わるもの(car-truck)のとき、関わらないもの(tulip-truck)より早く正確に回答できる。関係のあるパターンは、被験者がターゲットの発音をたずねられたときに見られた(いつでも単語で、プライムに関係があるか/ないかという条件のとき)

ここで、音読潜時(naming latency, 提示から読み上げまでにかかる時間)は、related < unrelated

活性化拡散モデル(automatic spread of activation)→意味の近いものは空間的に近く、遠いものは空間的にも遠い

プライミングは潜在的な、あるいは自動的なプロセスのタイプを上回る結果である。

予期誘発プライミング(Expectancy-induced priming)¹は、プライムとターゲットの提示の間の時間が長いとき(> 500ms)におこる。

リストにおける関係する語のペアの割合が高いとき(50%以上)。

被験者はプライムを聞いたあとに、ありうるターゲット語を予期する。

もしターゲット語が予期したものと同一であれば、反応時間は早くなるか、促進される。対照的に、予期したものと一致しなければ、反応時間は遅くなり抑制される。

意味マッチング(semantic matching) プライム語の意味とターゲット語の意味を被験者が積極的にマッチさせようとしたとき起こる。Lexical decision task, RT match < not match

→後語彙規則(postlexical; 心的辞書の表象にアクセスされた後に起こる)

・意味記憶と心的辞書は必ずしも同じものを必要としない。

→心的辞書に実体験は不要?

われわれの概念や意味システムは不可分なものなのか、モダリティ特異的で独立な意味システムが存在するのか?

「こまどり」という言葉を聞いたことがあるかどうか、それが飛んでいるところをみたかどうかに関わりなく、同じこまどりの概念的表象が活性化するのか?

1 自閉症のプライミングは、意味プライム<音韻プライムと聞いた記憶があるけど、その心的表象(心的辞書のネットワーク)はどうなっているのか?ノード結節が健常と異なるのか。一対一対応の記憶を、心的辞書ネットワークで表現しようとする?

Collins and Lodtus (1975) 概念ノードによって表象される語の意味ネットワークでお互いがつながっている→ p355 Figure 9.2

“car”という単語を聞けば、自動的に周囲の意味ネットワークが活性化する。

それに対して…

“dog”には、“動物である”、“4本足である”、“ほえる”…といった複数の意味要素があり、概念的ネットワークに表象されることが想定されるという仮説も。…活性化の問題に直面

「複数の意味的要素」をどうやって保存しているのか？

ガラスのテーブル、木のテーブル…をすべてネットワーク化する？

→どのように語の意味を表象するか議論することには問題がある。

脳損傷の患者と、機能的脳イメージング研究から、心的辞書および概念的知識がどのように構成されるかを検討する。

NEURAL SUBSTRATES OF THE MENTAL LEXICON AND CONCEPTUAL KNOWLEDGE

Wernicke's aphasia…発話生成に困難を持つ、semantic paraphasiasとして知られる。

(cow を horse と読む)

*重度のディスレクシアにも同様の傾向がみられる。

前行性意味認知症(progressive semantic dementia)を持つ患者…概念システムに障害が見られる文章の文法構造などほかの精神および言語能力は保存されている。

側頭葉の損傷によって生じる、特に左半球

意味をカテゴリに割り当てることに困難、また、写真を見てカテゴリを答える(馬の写真-動物です)

→意味ネットワーク仮説を支持する

*上位概念ほどダメージを受けにくい…Warrington (1975)

1970-1980s、Warrington and colleagues、

食べ物や動物は指差せない(名前もいえない)が、人工の道具なら指差せる(名前もわかる)患者ほかのグループでは逆転したパターンを示す

→カテゴリー特異的な障害

下部-中部側頭葉(しばしば後部)の損傷→生物カテゴリの損傷

後下側頭葉…視覚野に近い 中側頭野…長期記憶 下側頭葉…「何」情報や物認知の経路

左前部頭頂葉の損傷→人工物の損傷(数は少ない)

感覚運動機能との関係

生物的カテゴリは、視覚要素の物理的構成(色)により関わり、人工物カテゴリは機能的構成(どのように使うか)に関わる

*意味ネットワークのモダリティ特異的構造は、Farah and McClelland (1991)によって計算論モデル化

Caramazza and others…動く物と動かないものの概念的カテゴリの延長に、意味ネットワークが形成される

脳損傷患者に観察されるダメージは、“区分けされた神経メカニズムによって補助される領域特異的な知識システムの進化的適応”の生得的な反映

Martin and colleagues (1996)...PETとfMRIを用いた

動物の名前についての質問に答える、あるいは動物の写真を見て名前を言うとき、両側の紡錘上回と、上側頭溝の活動が見られた。(視覚処理の早期ステージでは、後頭葉)
道具の名前についての質問に答える、あるいは動物の写真を見て名前を言うとき、紡錘上回の中央、左中央の側頭回、左補足運動野(手の運動時に活動する場所と同様)が活動した。
→われわれの脳の概念表象は、知覚情報 vs 機能情報の分離した神経回路に関わるという考えを支持する²。

Hannah Damasioら(1996)

(1)有名な顔のネーミング、(2)動物のネーミング、(3)道具のネーミング

被験者がオブジェクトの特徴を言えるが、名前を言えないとき、ネーミングエラーとして記録(特徴をいえないとき(動物の一種、など)は、ネーミングスコアに記録されない)

30人の被験者、そのうち左半球に損傷のある29人の被験者がこの課題に失敗

19人の被験者では、ネーミングの欠陥は選択的であった

7人…顔 5人…動物 7人…物

残りの11人は様々な組み合わせのエラーを示した

Fig 9.3→特異的エラーを持つ被験者の損傷領域

左側頭極(TP)は人の名前、下側頭部(IT)は動物、側頭-後頭-頭頂の結合部(IT+)が道具のネーミングエラーに関係

Fig9.4→PETを用いた健常者の人の名前、動物、道具のネーミング時の活動部位。

スカンクを、「接近するとひどいにおいを出す動物」という(ネーミングエラー)時にも、同一の部位が活動…脳における概念的ネットワークの体制化を反映

脳は3つのレベルで語の知識を表象する…Figure 9.5

4つ足で、毛が生えて、しっぽがある→cat→音韻レベル

2 Natureに確か、風景写真を見たときの脳活動を記録することで、実験者が、参加者の見た風景写真を当てることができる、みたいな記事が載ってた記憶があるんですが、意識体験には同一性があるはずで、ある場所を刺激することによってその「意識体験」そのものを再現できるのかに疑問はありますね。究極的には「おばあさん細胞」みたいな話に戻ってしまうかもしれない。

Perceptual Analyses of the Linguistic Input

Figure 9.6(p360)…どのように語が表象されているか、そして、言語入力理解を可能にする同定はどのように成されているか。

話された言語(発話言語)を理解することと、書かれた言語(書記言語)を理解することは、いくつかのプロセスを共有するが、どのように発話入力と書記入力が分析されるかには、決定的な違いがある。

発話言語…聞き手は音響入力を音素コードにデコードする(聴覚的言語フォームの辞書的表象が心的辞書に保存されているため)。

書記言語…視覚入力から、正字法ユニットを同定する、あるいはその代わりに、正字法ユニットを音素ユニットに変換する(以降は発話言語のプロセスと同様)。

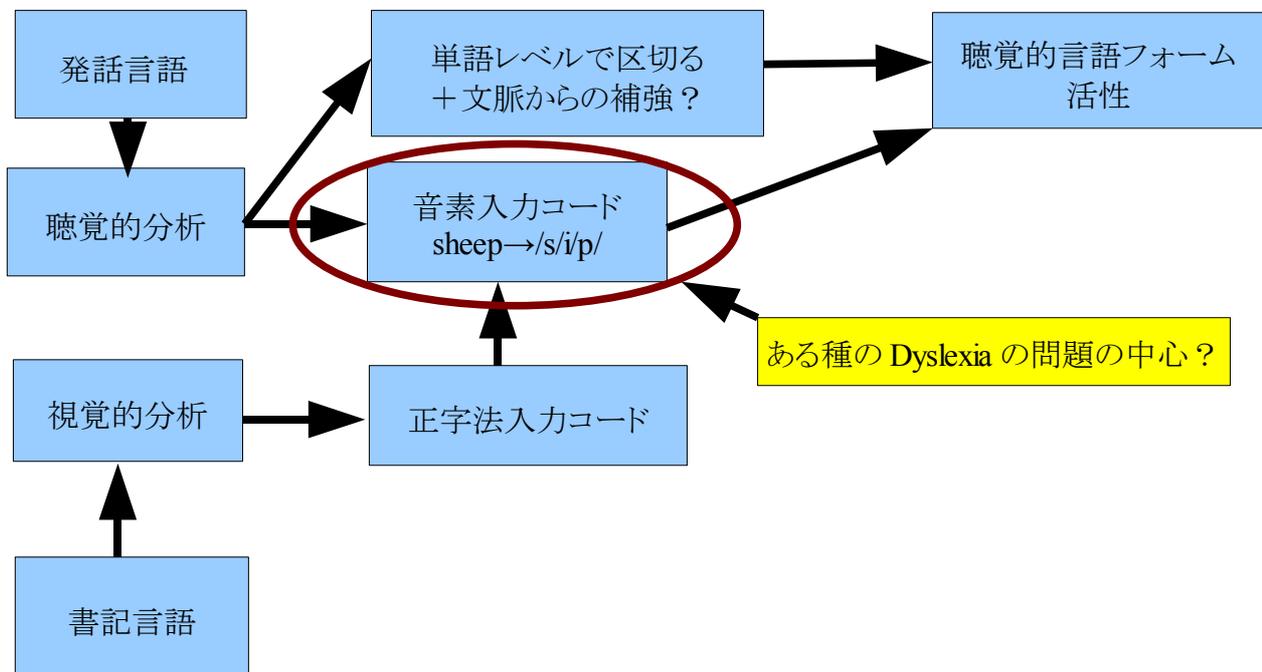
*発話入力と書記入力の処理ステップは、前語彙的なので、心的辞書には関わらない。

語彙選択 (lexical selection)…聴覚入力が音素フォーマットに変換され、心的辞書における語彙表象と最も良くマッチするものが選択される。選択された言語フォームは、lemma(文法情報の保存)を活性化させる(=語の意味)。

[話題提供]

Dyslexia…書記言語を音素に変換する過程に問題があるとされる(Snowling, 2005)。一方、Dyslexiaを持つ人には、低次聴覚弁別能力の低下(Schäffler et al., 2004)が見られる場合がある。しかし、通常発話言語の理解にはあまり困難は生じない(?)。

聴覚入力の詳細な分析が困難でも、聴覚的言語フォームは活性化可能?



- 情報の経路はボトムアップに限られるのか? ⇐いくつかのインタラクティブモデル
- 語は、脳内で永久には表象されない? 広がったネットワークにおける活動のパターンで表れる?

SPOKEN INPUT

- 発話入力と書記言語はまったく異なるものである。
発話入力…聞き手は環境にある様々な音に直面させられ、ノイズから関連する発話信号を同定し、識別しなければならない。
- 音素…音標文字(phonetic alphabet)と、正字法および文字アルファベット(letter alphabet)は異なる
“i” は、“in” において、“i” と表示される。
英語においては40の音素が存在する
(他言語では増減、日本語は母音5+子音14/異論あり)
- 発話音を生成する(どのように聴覚入力を聞いているかを知るために有益)
我々の発声機構の異なる要素を使って作られる。
voicing(有声化)…すべての母音(a,e,i,o,u,y)と一部の子音。s,tは無声子音。
子音は二つの異なったやり方で発声される。
 1. 発声機構を用いる(構音の位置)
bは唇を合わせ、fは歯を用い、次に唇を用いる…など
 2. (口腔)気流の変化(構音の方法)
pは気流の閉鎖、lは気流の妨害はほとんどない
- 発話された音を聞き分ける
baとbiは似ていないが、biとdiは似ている…聞き分けるのに、文脈情報が必要
また、男性と女性の場合、発話音は大きく異なる…特徴抽出を必要とされる
書記言語には区切りがある(英語の場合、単語ごとに半角スペース)が、発話言語は物理的キュー(区切りに相当するもの)はない。
例:Figure9.7…captain にはサイレンスがあるが、1語である
Figure9.8…What と do you mean?にはサイレンスがあるが、do you mean?に区切りはない
また、I don't know は “I dunno” と発音される
物理的キューがないのに、区切りがあると認知される…segmentation problemとして検討
Figure9.9 Spectral properties (Klatt, 1989)
音は5つの異なるスペクトルとして分析される。
音圧と周波数によって定義される。
スペクトル分析から引き出された要素は、音声表象を形成し、音韻表象のコードに接続される。
音声それ自身、シラブル、発話者が音声を発音する意図のような、表象の他のユニットが提案されている。
→スピーチシグナルの表象を分離するユニットがあるという考えは、却下

・韻律 (prosody) 情報…リズムとピッチから引き出される

リズム: ポーズの場所、語の長さ

韻律はすべての話された発話において明白

ピッチの変化…疑問文(文末のピッチがあがる)

強調…強調したい語句の音量があがり、重要な場所の後でポーズがある

Ann Cutler & colleagues...連続しているスピーチを分割しているほかの手がかりとして
アクセント、あるいは強勢 (stress, 強いシラブル)

lettuce⇒let us

invests⇒in vests

オランダ語やフランス語においてはより重要

日本語では? 雨と飴…アクセントの違い

[話題提供]

自閉症が韻律情報の認知に困難を持つことが知られている…なぜか?

(レビューとして: McCann & Peppé, 2003)

・発話の障害

…平淡な話し方や、奇妙なアクセント、音量の調整の苦手さ…etc

⇒「心の理論」の欠如やコミュニケーションの障害による?

→周囲の人が意図を持ってアクセントや音量を調整していることに気づけない
(気づいても、意味を見出せない)

→したがって、自分の声を自分で聞いてフィードバックしようと思わない

⇒聴覚の統合能力の不足による?

→低次の周波数弁別、音量弁別はむしろ健常より優れている

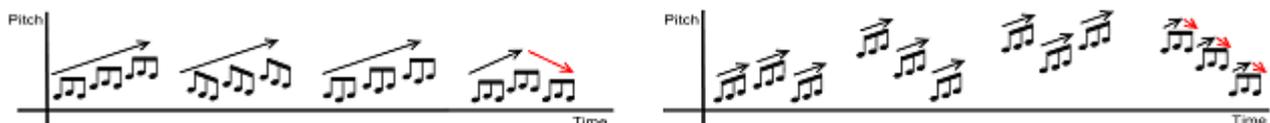
→音の長さ弁別 (ERP, 行動ともに; Lepistö et al., 2005, 2006) は苦手
(ギャップ弁別も)

・音の長さ(リズム)は発話認識にどの程度必要なのか

→男性の声と女性の声の共通点(フォルマント)を抽出するのではなく、個々の声の高さに注目する可能性…もともと声の高さは異なるので、共通点に立脚したアクセントやストレスに気づくに至らない(理屈としては弱い?)

→少なくとも、複数の要素が変化したときに、ピッチ単独が変化したときよりは変化検出が困難になる³とされる(Lepistö et al., 2008)...ただし、健常と同レベル

→細部が異なっても全体の傾向が同一である聴覚刺激を、同一のものとみなせるか?
(修士論文で検討予定)



左…細部が異なるが全体の傾向が同一な刺激系列…後半部が変化

右…全体の傾向が異なるが細部が同一な刺激系列…後半部が変化

* 健常者では、左の場合のみ逸脱刺激に MMN 出現 (List et al., 2007)

* 1音 100ms*9 でひとつのまとまり (ISI を 300ms とし、4 拍で捉えやすくする)

3 健常と同レベルで「困難になる」という言い方には問題があるかもしれませんね。

Neural Substrates of Spoken Word Processing

上側頭皮質…音の知覚を担う

損傷により、“純粹語聾(pure word deafness)”…発話の認知には困難があるが、他の音は普通にわかるし、他の言語的側面も保存されている

Heschl's gyri (Heschl の横回、横側頭回)…一次聴覚野を含む

STG(上側頭回)…発話でも非発話(tone)でも活動、言語特異的ではない

Karl Wernicke…STG 含む左側頭頭頂部…ウェルニッケの領野(発話の理解)

上側頭溝(両側、特に左)、STG の腹側…音響分析

Jeffrey Binder & colleagues (2000)

Figure 9.10

noise, tone(50-2400Hz), 逆再生した語、偽単語、語を聴取した際の脳活動を測定

→単語様でさえあれば同一の部位が活動…心的辞書とは無関係

音素のみによって活動する場所は調査されているが、自動的に意味も活性化するので、難しい語、偽単語は中側頭溝(両側、時々、左だけ)が活動

WRITTEN INPUT

・書記には3つの方法がある

1. 西欧の言語に見られる **alphabetic system** (表音体系/字母式体系)
フィンランド語、スペイン語…浅い正字法
英語…深い正字法 (**sign, signal, signing**...同じ表記で発音が違う)
→スペルを学ぶことを難しくさせる(ディスレクシアも増える)

形態素 (**morpheme**, 意味を持つ言語の最小のユニット)として、接頭語、接尾語を持つ
in/sign/、**sign/ing/**など

2. 日本の仮名に見られる **syllabic system** (音節体系)
音節と文字が一対一対応…日本は100個の音節がある(英語では1000)

3. 漢字、中国語に見られる **logographic system** (表語文字体系)
形態素ごとにシンボルを与える
中国語は「音調言語 (**tonal language**)」…純粋な **logographic system** ではない
同じ語が母音の上昇-下降で別の意味になる
(*ピンインが異なったら表記も変わったと思いますが…
シンボルの中にアクセント情報が含まれるという意味で、純粋な **logographic system** ではない、ということ?)

・これら3つのシステムは、任意のシンボル (**arbitrary symbol**) であるという点で共通する
(それが表象するものとシンボルは似ていない)
→したがって、読み手が一次要素、シンボルの形を分析できなくてはならない

・パンデモニウムモデル (**O.G. Selfridge, 1959**) …**Fig 9.11(Coren et al., 1994)**
視覚入力を、水平な線、垂直な線、閉じた曲線……に分類する
文字ごとに担当の悪魔がいて、自分の文字の特徴が入力に存在すれば叫ぶ
一番声が大きい悪魔の勝ち(視覚入力認知される)。

・ **James McClelland & David Rumelhart (1981)**の計算論モデル…**Fig 9.12**
語の文字の要素レイヤ、文字レイヤ、語の表象レイヤを想定
トップダウンの情報を認めた点で重要。プロセスは文字ごとにパラレルに処理される
→**word superiority effect**
trip, pirt, tを提示し、**t**を見たか、**k**を見たか聞いた場合、**trip < pirt < t**と、余分な情報があった
ほうが反応時間が短い…トップダウン情報の存在

・単一細胞研究により、カーブに対応する、直線に対応するような細胞が見つかった。
fMRI や **PET** によって、ヒトが脳内でどのように文字を処理するか検討されつつある。

・文字を読むのに関わる線条皮質 (**striate cortex**) や隣接野は、5500年くらい前に特殊化した、
まだ若い領野? (少なくとも、聴覚入力に関わる領野よりは)

Neural substrates of Written Word Processing

正字法ユニット…左半球の後側頭野

- 健常参加者に fMRI を用いた研究…McCarthy & colleagues (Puce et al., 1996)は、文字を見たとき、顔を見たときの脳活動を比較→Fig 9.13
- Nobre et al. (1994)の結果を確認…文字列を見たとき、後側頭領野における N200 成分を発見

この部分は他の視覚刺激(顔のような)には敏感ではない
ちなみに顔は両側紡錘上回が活動(*社会的認知ユニークではない)

純粹失読症…語は読めないが、他の言語的側面は健常

The Recognition of Words

lexical access(語彙接続)…表象が活性化され、語の形式の文法的、意味的特性に拡散する
→視覚モダリティ、聴覚モダリティでは異なる

<視覚モダリティ>

文字を見たとき…つづられた文字を見る(読む)だけでなく、なぜ音声化されるのか?
(単語…colonel だけでなく、偽単語…lonocelも)

偽単語は、語の形式上の正字法出力に直接マッピングはされないはず
→一致する音素に変換する必要がある

しかし、常に直接一致する音素に変換していれば、colonel を間違っ て発音するかもしれない
(カーネル→コロネル?*コロネルとも読むらしいですが)

→二重のルートが存在する…直接語の形成のための正字法に向かうルートと、直接は向かわない(あるいは組み立てられる)ルート

<聴覚モダリティ>

聞き手は連続する発話を分割しなくてはならない

本を読むときは、前に戻り、読み直すことができるが、発話ではできない
→発話理解のモデルには、時間的次元が必ず存在する

William Marslen-Wilson (Marslen-Wilson & Tyler, 1980)によるモデル (Fig9.14)

コホートモデル captain という語を聞いたとき、c(/k/)を聞いた段階では、crown, creak... captain といった語が活性化するが、/k//a/まで聞くと crown や creak は除外される。

時間経過とともに、マッチする語は減っていく

→語彙選択 (lexical selection)

我々は我々の言語に 30-40 の音素しかないが、心的辞書は何万という単語を持つ
→多くの単語はお互いに似ていることになる

(strange は strain と range を含む、それらは straight と change に似ている…)

入力のストリームで、語を同定するのが難しくなる。

→下位語彙的手がかり (prosody; stress patterns 利用)

近年のモデル…聴覚入力に一致しない、一部がオーバーラップする語は抑制される

•Anne Cutler のグループ (Norris et al., 1995)

「domess(意味のない語)」に含まれる「mess」は「domestic」を活性化させる

「bemess」に含まれる「mess」は、他の語を活性させない

BRAIN SYSTEMS FOR WORD RECOGNITION

Jeffrey Binder & colleagues (2000)

聴覚的語知覚に、脳における発話処理の階層的モデル提案
(Figure 9.15)

STG(Heschl 横回)→発話と非発話の区別なし



STS...発話のみ、語彙、文法情報はなし



中側頭回、下側頭回...音韻、語彙、意味の処理



角回(側頭回の後部)

STG 以外は左半球のみ

書記入力モデル

一次視覚野→二次視覚野(両側)

(視覚全般、文字特異的ではない)



後側頭領野(左半球)...正字法ユニットの同定 (Figure 9.13)



中側頭脳回→音韻プロセスと関係、単語と偽単語の処理



正字法→音韻の変換

左の後部前頭回(ブローカ野の腹側を含む)

THE ROLE OF CONTEXT IN WORD RECOGNITION

言語の文脈は言語処理に影響するか？

するとしたら、語彙アクセスと語彙選択が完全になる前か、後か？

The tall man planted a tree on the bank.という文における bank...「銀行」か「川のそば」か？

文脈中の意味の文法的統合により、「川のそば」が選択される

適切な意味と不適切な意味は文脈に関わりなく活性化するか？

文脈が、文脈に適応する語の意味を強制的に活性化させるのか？

→二つのレベルを検討

1. 低次表象...感覚入力によって構成

2. 高次表象...語が処理される前に文脈が構成

文脈表象は、「語が用いられるべき感覚・文法フォームが何か」を決定するのに不可欠
感覚分析抜きでどのようなメッセージ:表象も成立しない

4 bank は、"sloping raised land, especially along the sides of a river"とのことなので、川の側だけだとアレかな...という気もしますが

語の理解に関する3つのモデル

Modular model (autonomous model)...モジュールモデル(自律モデル)

健全言語理解は分離独立したモジュールによって実行される

→高次表象は低次表象に影響できない

フローによってデータが送られる/ボトムアップ

→文脈情報は語彙アクセス/選択に影響を与えない

語彙アクセス→ワードフォーム選択→両方の(適切/不適切な)意味が活性化

→文脈に応じて意味を選択

Interactive model...相互作用モデル

全てのタイプの情報が語の認知に関わる

→文脈は、感覚入力を利用可能になる前に影響する

心的辞書の語形式の表象の活性ステータスを変える

McClelland et al. (1989)...実際に語のユニットを「全体」として表象することを示唆しない
文脈が適応した意味を導き、「銀行」のほうは活性化されない

Hybrid model...ハイブリッドモデル

先行文脈が与えられることが語形式についての情報を与え、それによって候補の活性が減る

Marslen-Wilson モデル

Zwitserslood et al. (1989)

With dampened spirits the men stood around the grave.

They mourned the loss of their captain.

(気力をなくした男たちが墓場に立っていた。彼らは彼らの船長を失ったことを嘆いていた)

captain に対する聴覚競合として、capital(資産)

ship、money、偽単語を用いた lexical decision task...ship の決定がもっとも早い(船長によって活性)が、money は促進されない

語彙選択プロセスは、少なくとも文脈の影響を受ける...captain のみの提示では、RT の促進は起こらない

Integration of Words in Sequences

The tall man...bank の例 bank 以外の文字が文脈を作り、その文脈は「川のそば」に一致し、「銀行」には一致しない

The pianist rose to the applause of the audience.

rose は動詞であり、名詞ではない

→このような統合処理には、意味処理と文法処理(文章の意味の高次の表象)があるだろう

小さなおばあさんが、巨大な犬を噛んだ。

→行為者は誰で、テーマ/行動は何で、目的語は何か？

→おばあさんが「噛んだ」のであって、「噛まれた」のではないという信じがたいことを、センテンスの文法は我々にイメージするよう要求する。

→文法は、本当の意味に関わりなく分析される

意味は不明でも文法的に正しい方が標的語をより早く見つける

例…kitchen と聞いたらボタンを押す

The maid was carefully peeling the potatoes in the garden because during the summer the very hot kitchen is unbearable to work in.

→300ms

An orange dream was loudly watching the house during smelly nights because within these signs a very slow kitchen shored with crashing leaves.

→60ms くらい遅延

a very slow kitchen が、a slow very kitchen(文法も混乱している)になると、更に 45ms 遅延

→意味がなくても文法分析は起こる

心理言語的な視点…どのように我々はセンテンスの構造を処理するか？

聞くか読むかすると、語形式が活性し(lexeme)、lemma を活性させる。

lemma...文法(名詞か動詞か?)

eat という動詞は、主語と目的語を要求する。The cat (sub, eater) eats the food (obj, eatee).

全ての文を記憶することはできないので、Parsing(構文解析)をするパーサー(parser)が必要

ガーデンパスモデル(garden-path model; Lyhn Frazier, 1987)

*ガーデンパス効果…始めは正しそうに見えるが、実際はそうでない何かを信じさせるよう導く

センテンス…フレーズと単語が線形に並んでいる

→センテンスの構造を反映した階層的ツリーによって表象

Figure 9.16、Figure 9.17 参照

The spy saw the cop with binoculars. という文における、The, spy は NP、saw 以下は VP として分析される。saw は動詞、the cop は NP、with binoculars は PP としてさらに分析が進む。

文法ノード(ツリーの成分の心的表象)が生成される

ガーデンパスモデル:我々が文法情報を、通常の理解のタイムプレッシャーにあわせて最小化することを想定…2つのメカニズム

1. 最小配置 (minimal attachment) メカニズム
文法分析、最小の文法ノードの数が計算される
2. 後期終止 (late closure) メカニズム
入力した語を現在処理中の文法フレーズ or 節に割り当てる

Figure 9.17 のような解釈は、ノード数が多いため、Figure 9.16 の解釈に優先される (言語プロセッサはタイムプレッシャーで働くので)

Ron loves Holland and his mother enjoyed her trip to Amsterdam.

Holland and his mother を NP とした方がノード数少ない→誤解が生じる
このような文では再分析を行う必要がある

Frazier のモデルはモジュールモデルの例

文法処理は、文法構造のみを基にしたセンテンスの分析
(語の意味やもっと一般的な世界についての知識には影響を受けない)

The manager sold the couch and the employee sold the desk.

マネージャーは普通、社員を売らない
言語学的タームにおいては、sold は静物 (inanimate object) とは容易に連合し、生物 (animate object) とはあまり容易には連合しない
→もしガーデンパス効果があれば、まず The manager sold the couch and the employee という形で文を構成し、意味解釈によって実際の意味を反映した文法構造を作り直す

他のモデル…sold という語が、ガーデンパスを下るのを妨げる
→すぐに意味情報、世界についての知識、文法情報を使える

Thomas Münte et al. (1998)

Figure 9.18...After/Before the scientist submitted the paper, the journal changed its policy.
before は 300ms で分岐し (左前頭葉)、陰性に大きな振れ
我々の世界についての知識によれば、「論理的な」出来事の順番は、after のほうが適切
before はできごとの順を遡るので、難しい
意味と文法が相互に影響することを示唆

文の構造理解に困難を抱える患者…失文法症 (agrammatic aphasia)

2-3 語の文は作れるが、内容語(名詞、動詞、形容詞など)のみで、機能語(前置詞、接続詞)は使えない…My son is at the university→Son...university.

巨大な犬が小さなおばあさんに噛まれた…おばあさんが噛まれたと思う

ブローカ野の損傷(Figure 9.24)が多いが、全ての失文法患者が損傷しているわけではない

David Caplanら(2000)によるPET 研究

The child enjoyed the juice that stained the rug のようなシンプルな文法構造と、

The juice that the child (関係節) enjoyed stained the rug のような複雑な文法構造の比較

最初の名詞の主題の役割(主語?目的語?)は、関係節に続く動詞(stained)が出てくるまでわからない…the juice はワーキングメモリのバッファに保存される必要がある

→このような場合、ブローカ野がより活動する(Figure 9.19)

Marcel Justら(1996)は、ブローカ野とウェルニッケ野が、右半球の同一領野でも活動することを発見…ブローカ野は、センテンス生成、特に、記憶、保持、項目のリストの再生時に活動

→ブローカ野は文法処理に特異的なのか?ということは議論の種

もっと一般的なワーキングメモリに関わるとする人もいる

文法処理にかかわるほかの候補は、前部 STG、22 野(Figure 9.20a)

Nina Dronkers...失語症の文法処理障害(Figure9.20b)に関係づける

構文解析は複雑な処理なので、ひとつ以上の領野が関係するだろう

Speech Production

Willem Levelt(1989)のモデル…Figure 9.21

発話生成のはじめのステップは、メッセージの準備

マクロプランニング (macropranning) とミクロプランニング (micropranning) が関わる

「どのような内容を伝えたいか」がマクロプランニング⁵

「語の選択、文法」を決めるのがミクロプランニング

(家の場所を教えたい…マクロプランニング そのために、The park is next to the house ではなく、The house is next to the park を選択するのがミクロプランニング)

組織化 (formulator) …メッセージを文法的、および音韻的に正しい形式に変える。

文法的エンコーディングの間、メッセージの表層的構造が計算される

表層的構造の低次の要素は lemma である。これらは心的辞書に保存され、語の文法的属性と、意味的な特殊性、および/またはその語を使うのに適応する概念的条件についての情報を含む。

心的辞書内の lemma は、意味によってネットワークに結び付けられる。(Figure9.1)

→写真の名前を言う課題…羊の写真を見せられた

→羊の表象概念が活性化する(羊に関する語、goat,milk…なども活性)

→写真の表象は、「羊」という語を活性させる(写真-単語相互作用により)

→なるべく早く写真の名前を言う

・ネーミングの潜時は、ヤギのような競合する刺激では増加し、馬のような競合しない刺激では変わらないだろう

概念の活性化は、心的辞書の表象を活性化させ、lemma レベルのノードに進む。

lemma (韻律情報/音節の数や強勢の情報も含む) は語彙選択を行い、lexeme か語形式を活性化させる。

→TOT (tip of the tongue) 状態…四足で、白い巻毛であるものを心の中に想像し、他の競合する語(ヤギのような)を除外する→「のど元まで出掛かっている」状態
誰かが、その語の始めの文字を教えてくれれば、「sheep」と答えられる

発話エラーは lemma レベルから lexeme レベルへの移動の間に起こる

発話生成の最後の段階は、構音の計画…語の音節が舌、口、発声機構の運動パターンにマッピングされる

anomic(ネーミングの欠損)の患者は、TOT 状態に悩まされる

写真を見せられると、特徴を正確に記述できるが、名前を言うことができない

→構音の問題ではなく、lexeme レベルの問題

ウェルニッケ失語を持つ患者は、意味異常の失語を持つ…意図した語の意味に関係する語を生成→概念、lemma、lexeme のどれかの不適切な選択による

また、音韻レベルでも、ある音を他の音に不適切な置き換えるエラーが起こる

ブローカ失語を持つ患者は、構音障害によって診断される

→発話の構音に関わる筋がコントロールできない

5 比喩としては、英語で話す内容を日本語で考えている状態か？英作文をするレベルはミクロプランニングになる。

語の lemma の選択が、音韻エンコーディングに先行するという主張には議論の余地がある
→選択された lemma 情報にマッチする語形式だけが活性化されるのか？
→もしそうなら、音韻情報は lemma 選択には影響を及ぼさない

⇔Gary Dell(1986)・・・相互作用モデル、音韻の活性から語の意味や文法属性へのフィードバックが存在するとする

Miranda van Turenhout ら (1999) ...

lemma 選択が適応する lexeme の活動に先行するか(Levelt のモデル)、音韻情報が lemma ノードの活性レベルを変えるフィードバックをするか(Dell のモデル)を検討

動物と物の絵(SかBで始まる名前、sheep, bear, shoe, book)
オランダで実施したので、lemma は語の文法的性別も表象する
→通性と、中性

sheep と book は中性、bear と shoe は通性

Figure 9.22...B ではじまる単語のときだけボタンを押すが、通性ならば左手で、中性ならば右手で反応する

→SかBかは、lemma レベルの音韻情報を基に判断し、反応する手は lemma 情報(文法的性)を基にして判断される

ERP...偏側性(運動)準備電位(lateralized readiness potential, LRP) 運動皮質で測定される
実際に動く前の、動く準備をしているときに出現

LRP は、S からはじまる語の絵が提示されたときに見られた

→被験者は lemma 情報を、音韻情報にアクセスする前に利用可能
(音韻情報は、被験者に反応しないように言う)

NEURAL SUBSTRATES OF SPEECH PRODUCTION

左半球の基底側頭領野(basal temporal region)、ブローカ野において、絵のネーミング、語の生成中に活動が見られる

加えて、てんかん患者における左半球の基底側頭領野の皮質刺激は、一時的な語生成の不能と関係する

前頭弁蓋は、発話生成における音韻エンコーディングに特化

ブローカ野後部(44野)、両側の運動皮質、補足運動野(SMA)、島皮質は、語の構音に関わる
島皮質の障害は、発話の失行症(apraxia of speech)を導く