

■本資料のご利用にあたって(詳細は「利用条件」をご覧ください)

本資料には、著作権の制限に応じて次のようなマークを付しています。
本資料をご利用する際には、その定めるところに従ってください。

*****: 著作権が第三者に帰属する著作物であり、利用にあたっては、この第三者より直接承諾を得る必要があります。

CC: 著作権が第三者に帰属する第三者の著作物であるが、クリエイティブ・コモンズのライセンスのもとで利用できます。

Ⓒ: パブリックドメインであり、著作権の制限なく利用できます。

なし: 上記のマークが付されていない場合は、著作権が東京大学及び東京大学の教員等に帰属します。無償で、非営利的かつ教育的な目的に限って、次の形で利用することを許諾します。

- I 複製及び複製物の頒布、譲渡、貸与
- II 上映
- III インターネット配信等の公衆送信
- IV 翻訳、編集、その他の変更
- V 本資料をもとに作成された二次的著作物についての I からIV

ご利用にあたっては、次のどちらかのクレジットを明記してください。

東京大学 UTokyo OCW 朝日講座「知の冒険」
Copyright 2015, 岡ノ谷一夫

The University of Tokyo / UTokyo OCW The Asahi Lectures “Adventures of the Mind”
Copyright 2015, Kazuo Okanoya

コミュニケーションの進化 と心の発生

岡ノ谷一夫

東京大学大学院総合文化研究科

認知行動科学

言葉とは

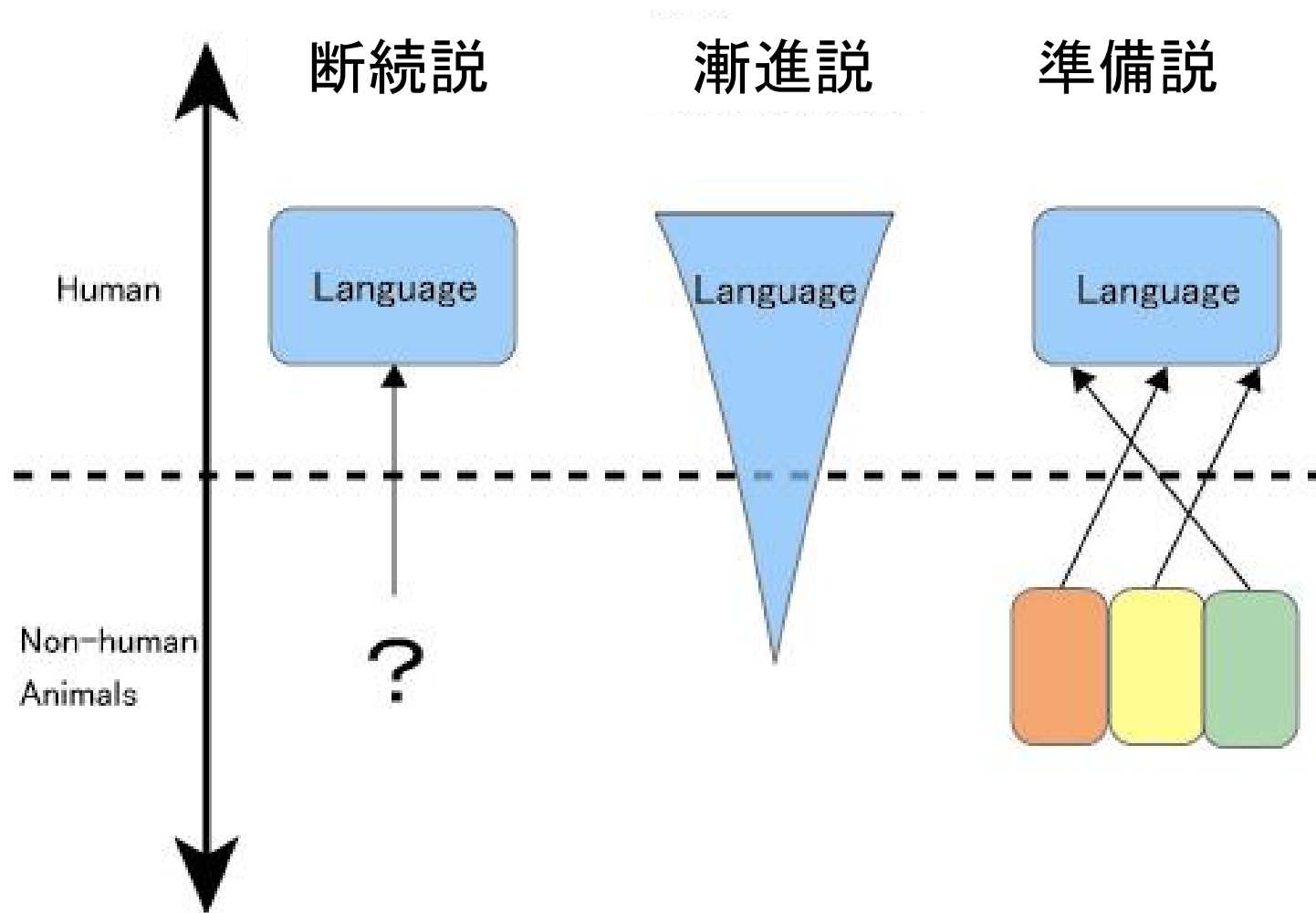
- 少数の要素の組み合わせから多くの基本シンボル(単語)を作り、
- それぞれの単語が特定の意味・状況・文脈との対応を持ち、
- 単語を組み合わせることで無限の表現が可能なシステムである。

これは言葉ではない



- 犬や猫の鳴き声は連続的に変化する、連続的に意味と対応している。
- 鳴き声を組み合わせてあたらしい意味を作ることにはしない。
- 新しい鳴き方を学ぶことにはしない。

言語の起源についての3つの考え方



準備＝前適応

- 生物の今ある形質には、本来は、それが現在果たしている機能とは、別の機能を果たすものとして、進化したものもある。
- 例： 鳥の羽
 - － 飛ぶためにできたのではない
 - － 断熱への適応として進化した
 - － 後に飛ぶことに便利になった



私の方法：生物心理学的構成論

- 言語は人間に特有だが、言語も進化の産物である。
- 言語を可能にした前適応は、動物にもあるはずである。
- それら前適応を研究しやすい動物を選び、その進化と神経機構を探る。
- 得られた結果を、ヒトの非侵襲計測等の研究からの知見と対応づける。

言語への準備

1. 発声柔軟性 → 発声学習

呼吸の意図的な制御から。

2. 音列分節化(切り分け) → 文法

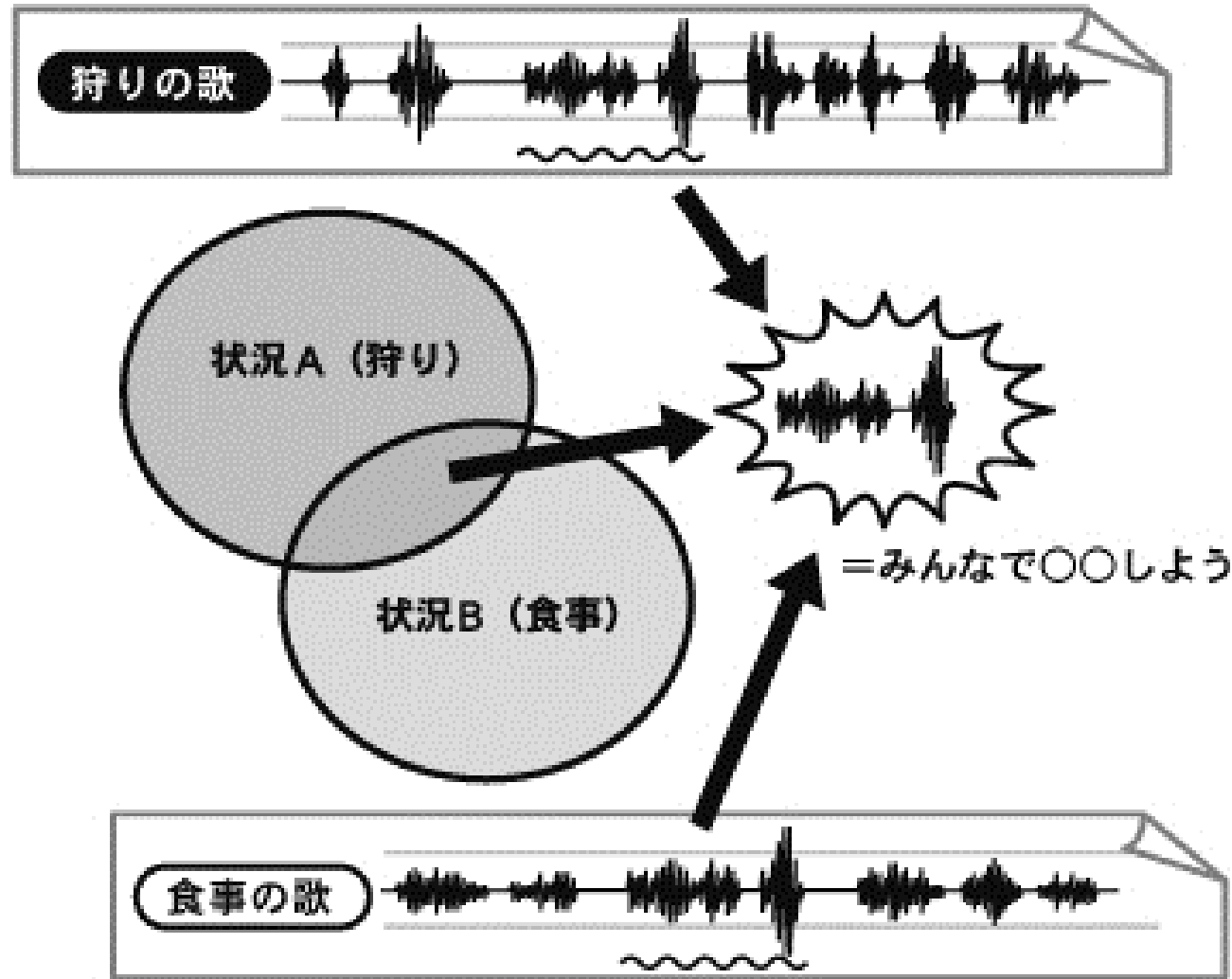
ダンスや歌など、時間構造をもつ性的な行動から。

3. 状況分節化 → 意味

状況を認知して定型的な行動を行うしくみから。

歌から言葉へ: 相互分節化仮説

(Merker & Okanoya 2006, 岡ノ谷2010)



*

出典: 岡ノ谷一夫『さえずり言語起源論 新版 小鳥の歌からヒトの言葉へ (岩波科学ライブラリー)』(岩波書店、2010年)p112図26

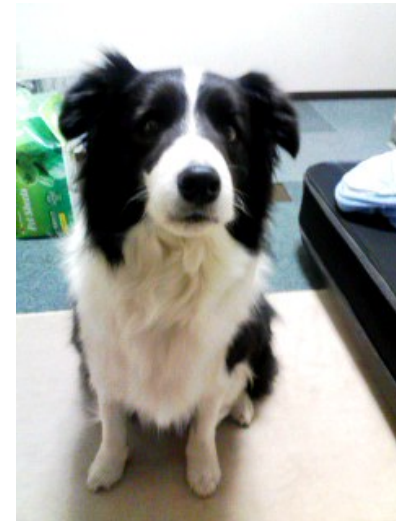


Image from wikimedia commons:
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gracula religiosa_\(Wroclaw_zoo\)-2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gracula religiosa_(Wroclaw_zoo)-2.JPG) CC-BY-SA 3.0

1. 発声柔軟性から発声学習へ

発声学習とは何か

- 犬に「おすわり」と言えば、犬はおすわりをする。しかし、けっして「おすわり」と言い返すことはない。
- 九官鳥に「おすわり」と言ってもおすわりしないかも知れない。しかし、九官鳥は「おすわり」と言い返すことができる。



おすわり！



おすわり！

Image from wikimedia commons:
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gracula_religiosa_\(Wroclaw_zoo\)-2.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gracula_religiosa_(Wroclaw_zoo)-2.JPG) CC-BY-SA 3.0

発声学習をすることが明らかな動物

- 鯨類(クジラ目) 81種
のほとんど



- 鳥類(約1万種のうち、
約半数、ハチドリ目、スズメ目、オウム目)

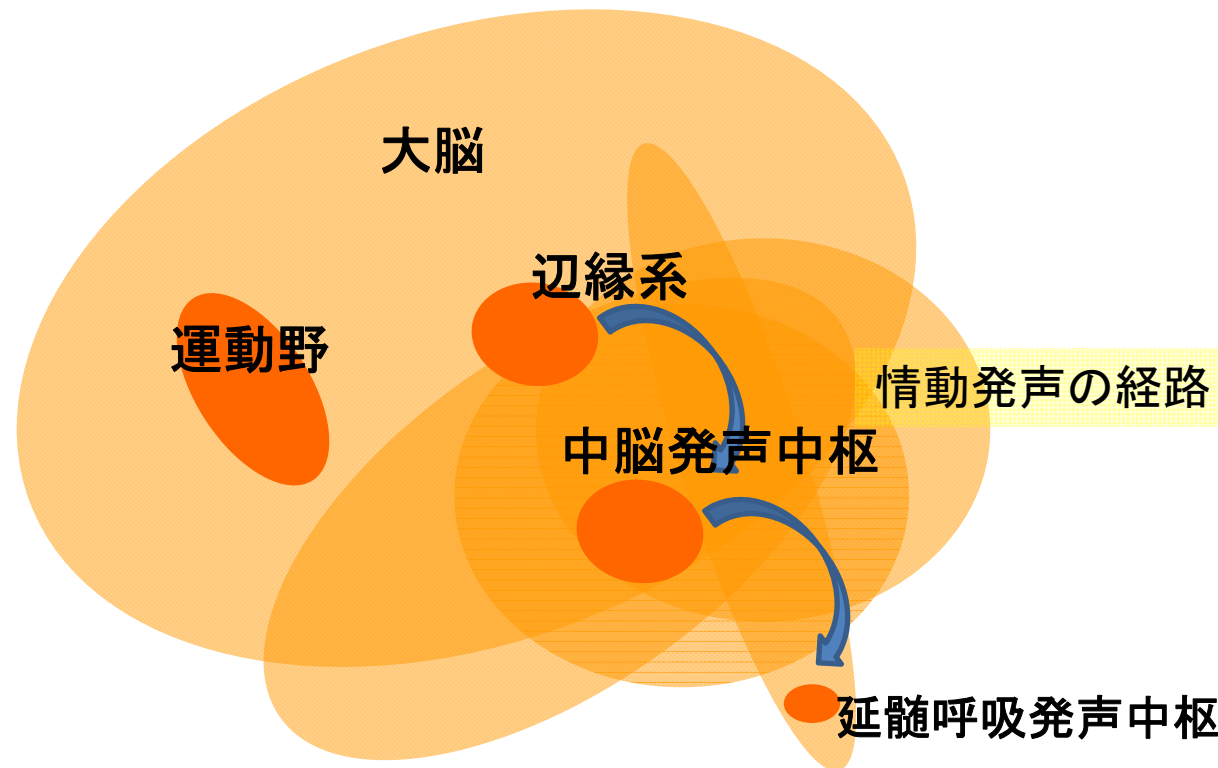


- ヒト(220種の霊長類
のうち、ただ1種)

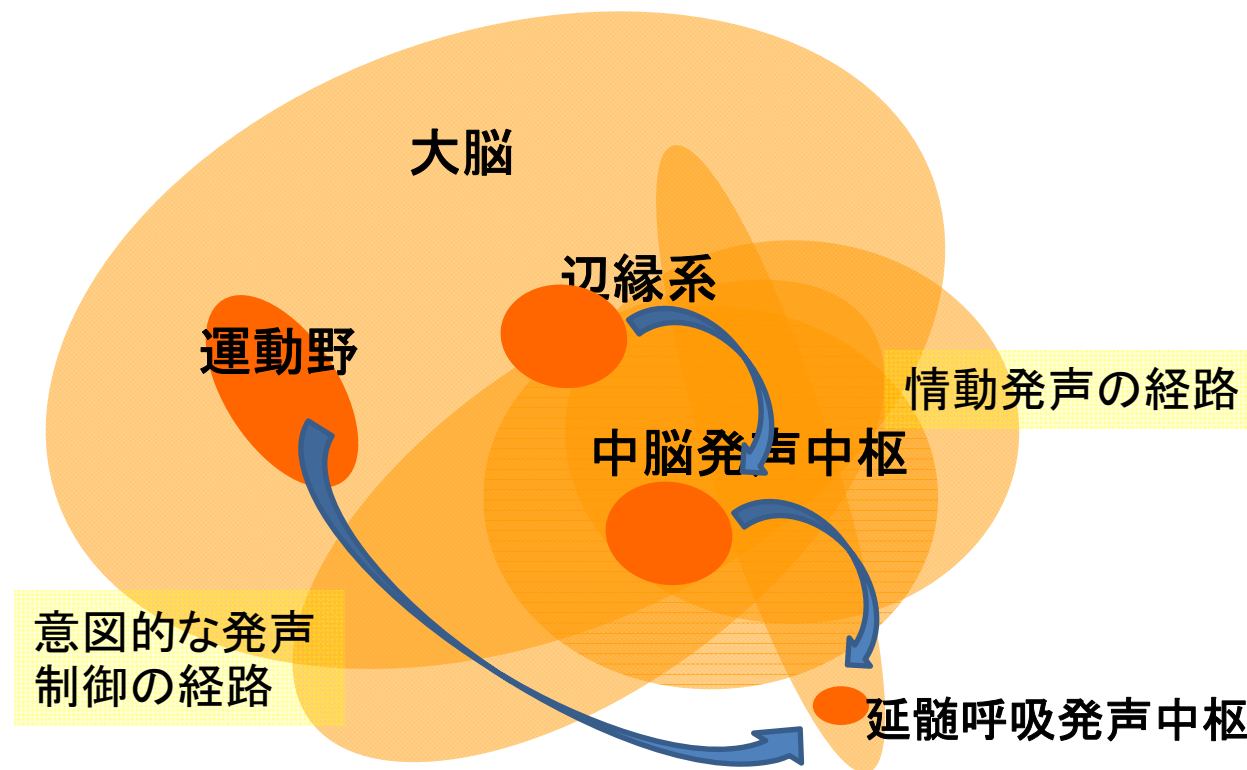


出典:いらすとや

発声をする種に共通な脳構造



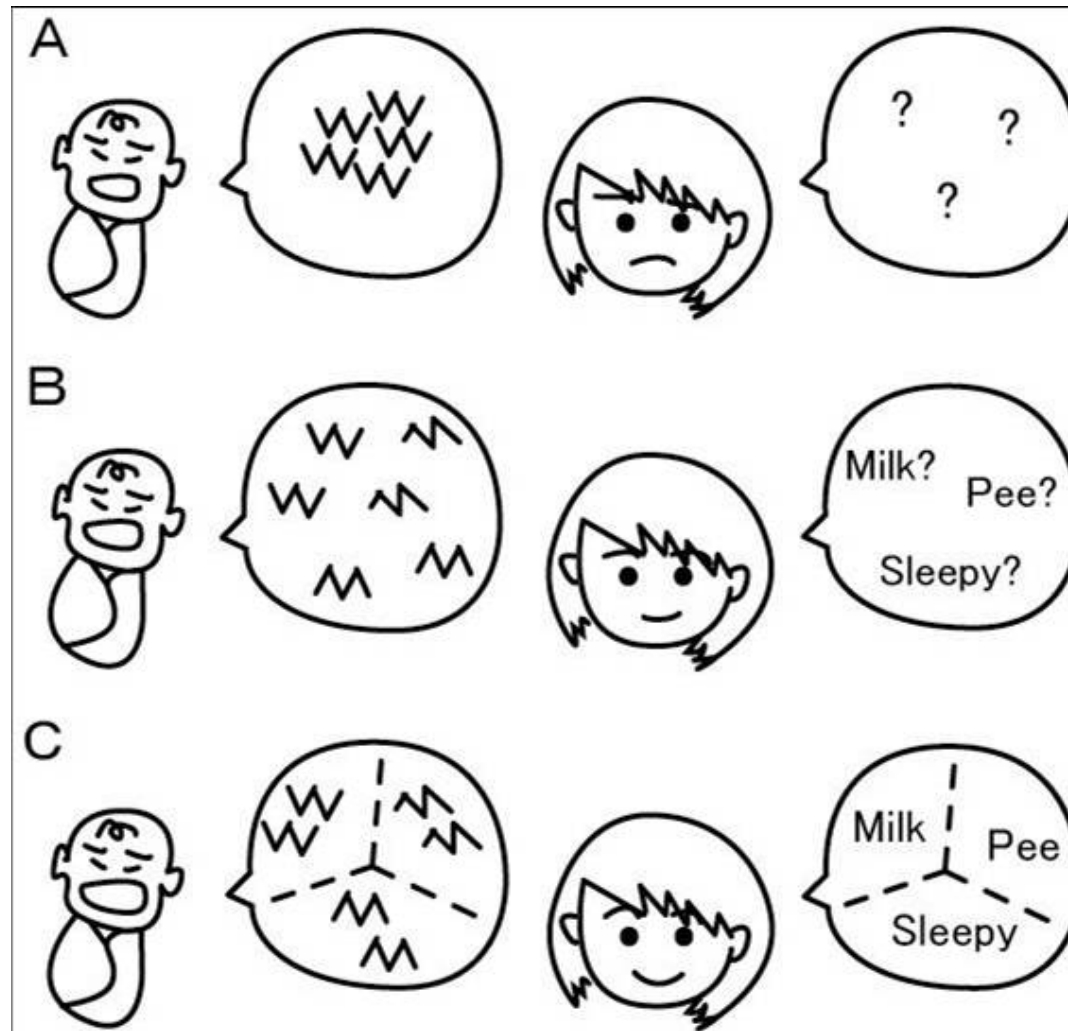
発声「学習」をする種に特有な脳構造



直接連絡路を持つのはなぜか

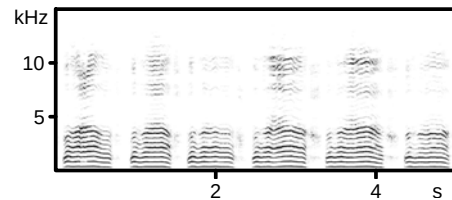
- 呼吸は自律神経系で自動的に制御される。なぜ一部の動物にだけ、大脳から呼吸中枢への直接制御があるのか？
- 鳥と鯨: 飛行時・潜水時に正確な呼吸制御を行う。
- では人間は: ?????
- 産声仮説 (Okanoya et al 2002, Evolang)
 - 人間の乳児ほど泣くものはいない。
 - 他の霊長類があればほど泣いたら喰われてしまう。
 - 危険が減ると、泣き声で親を制御することが適応的になった。

行動文脈と泣き声の相互切り分け



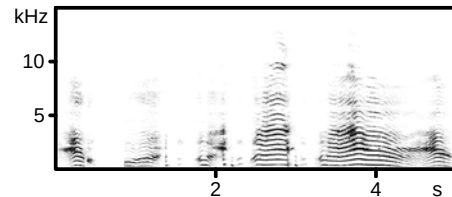
ヒトにおける泣き声の発達過程

1d

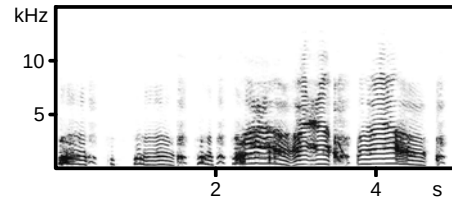


泣き声は単純な
音声の繰り返しとして
始まる。

18d

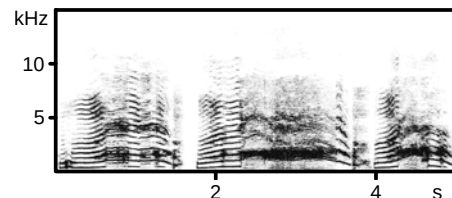


1M



生後1ヵ月以降、
複雑化する。大脳
と延髄の接続がで
きるのだろう。

4M

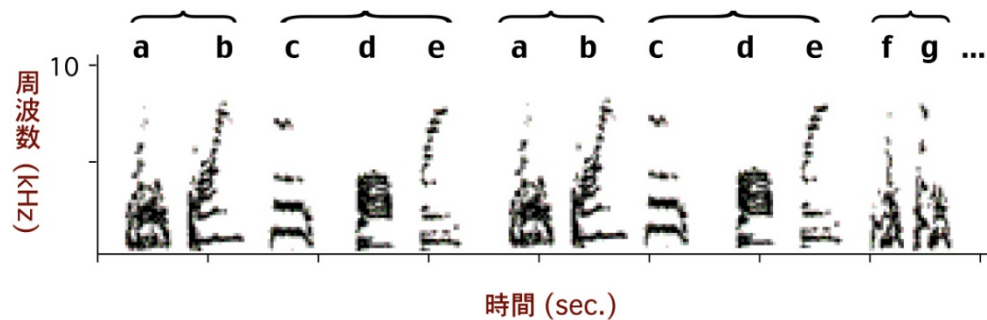


2ヶ月以降さらに
複雑化する。養育
者との相互作用に
よる？

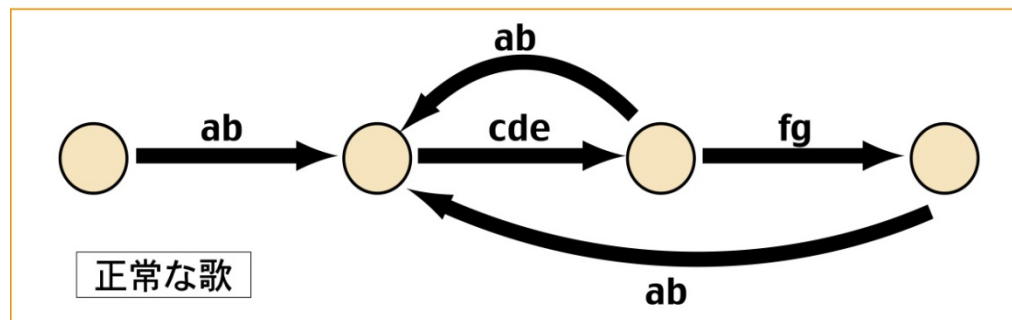


2. 音列分節化から文法へ

ジュウシマツの歌文法



- この鳥の場合、ab, cde, fgが組になって出てくる。これら3つの組がいろいろな順番でうたわれる。

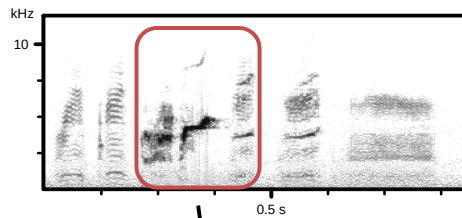


- これを歌文法という。

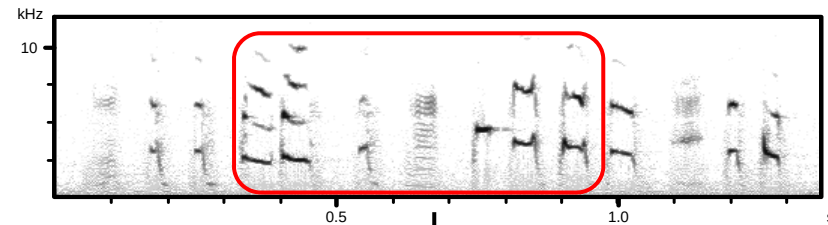
* 出典: 岡ノ谷一夫『さえずり言語起源論 新版小鳥の歌からヒトの言葉へ (岩波科学ライブラリー)』(岩波書店、2010年)p25図8

歌文法は切り分けにより獲得

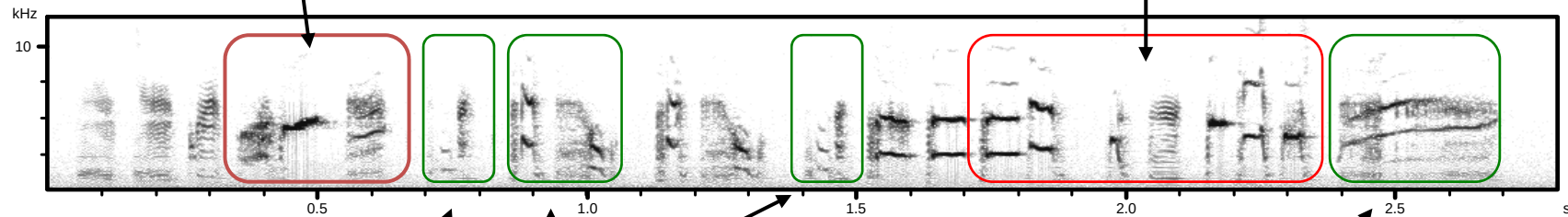
第一世代オスA



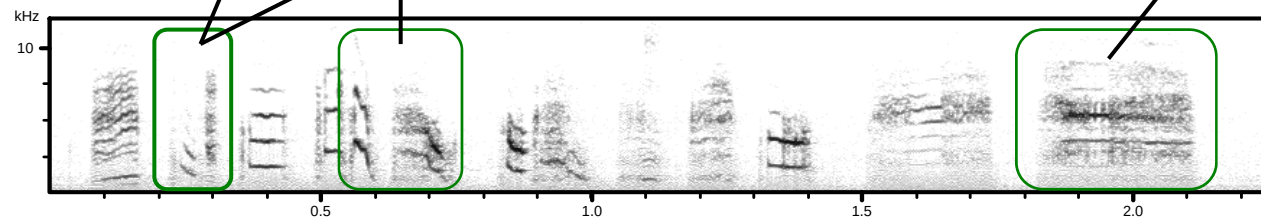
第一世代オスB



第二世代



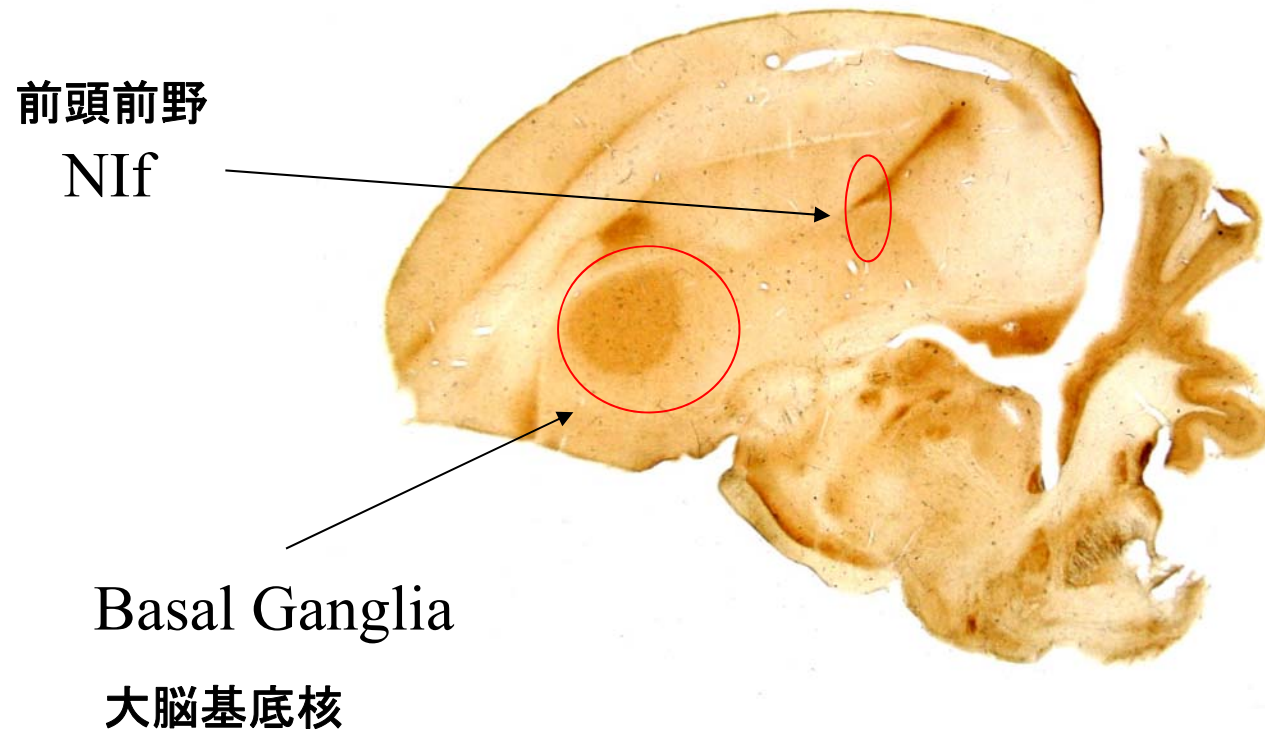
第一世代オスC



* 出典: 岡ノ谷一夫『さえずり言語起源論 新版小鳥の歌からヒトの言葉へ (岩波科学ライブラリー)』(岩波書店、2010年)p104図23

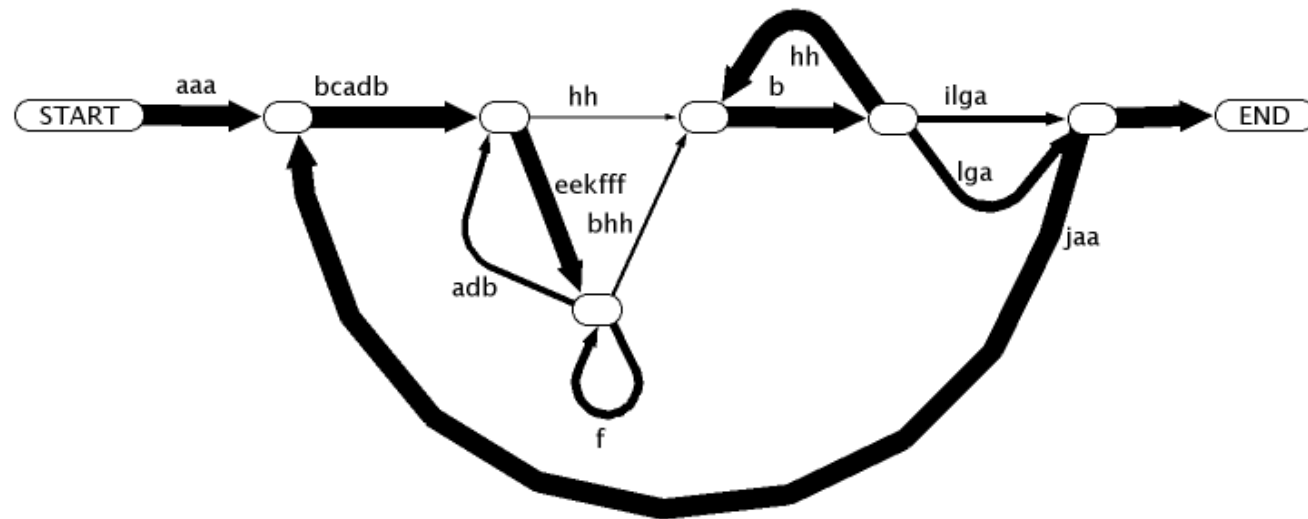
Takahasi et al, 2010, Ethol.

歌文法に関わる脳部位



前頭前野の損傷で歌が単純になる

Before



After



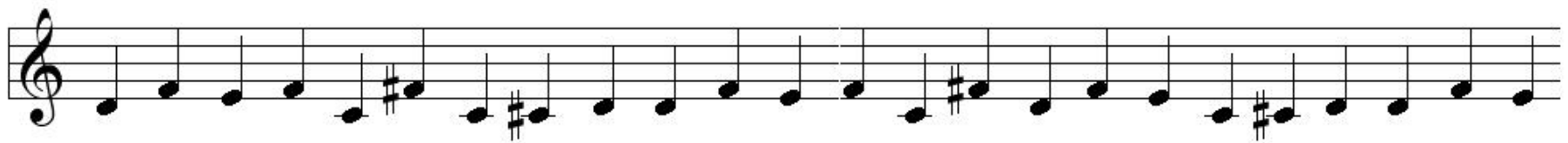
大脳基底核の損傷により構造が変わる

著作権等の都合により、ここに挿入されていた画像を
削除しました。

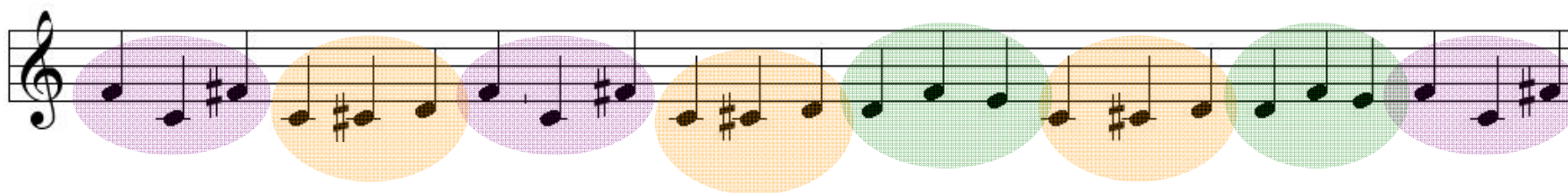
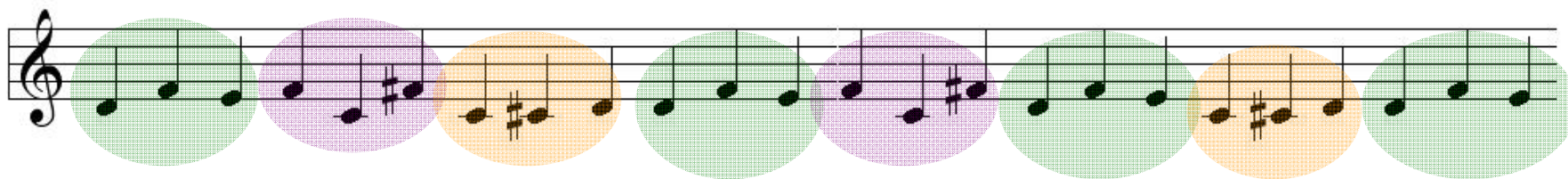
Kobayashi et al.(2001)Partial lesions in the anterior forebrain
pathway affect song production in adult Bengalese finches,
Neuroreport 12(2):353-358, p.356 Fig.2

ジュウシマツの歌の変化を示すソノグラム画像

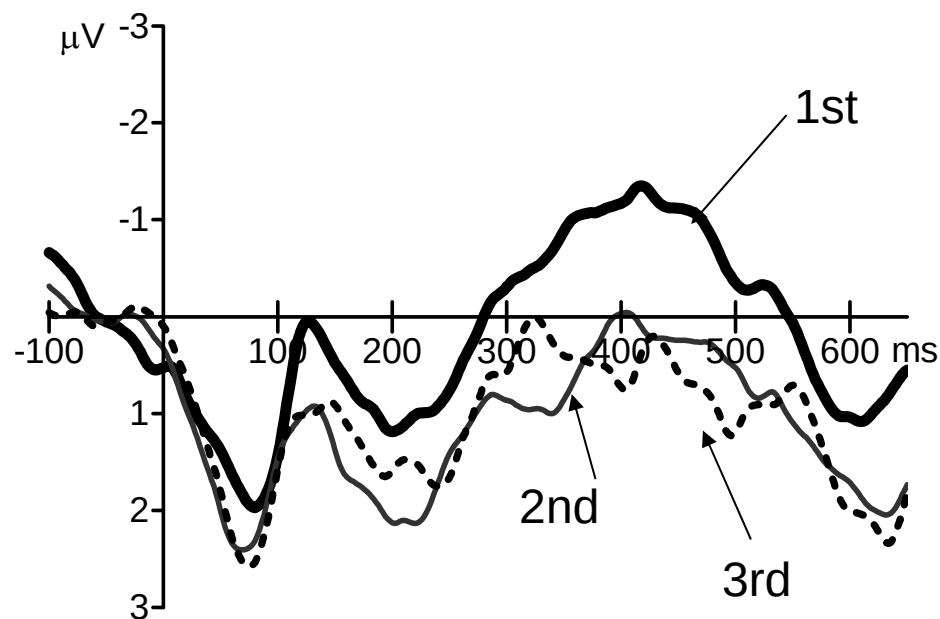
ヒト実時間切り分け実験の刺激



ヒト実時間切り分け実験 しばらくするとこう聞こえる



前頭部から記録された事象関連電位



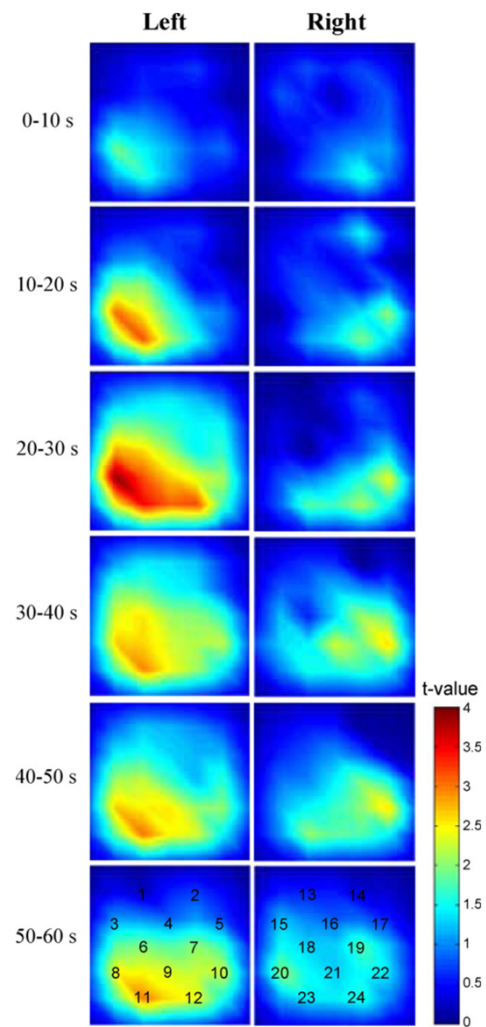
出典：岡ノ谷一夫著、石森愛彦絵、『言葉はなぜ生まれたのか』p57(文芸春秋、2010年)

最初の音が出たときだけ、強い陰性波がでた。最初の音は、2番目、3番目の音とは異なる処理を受けていることがわかる。

Abla et al, 2008, Cog Neurosci

下前頭皮質で活動

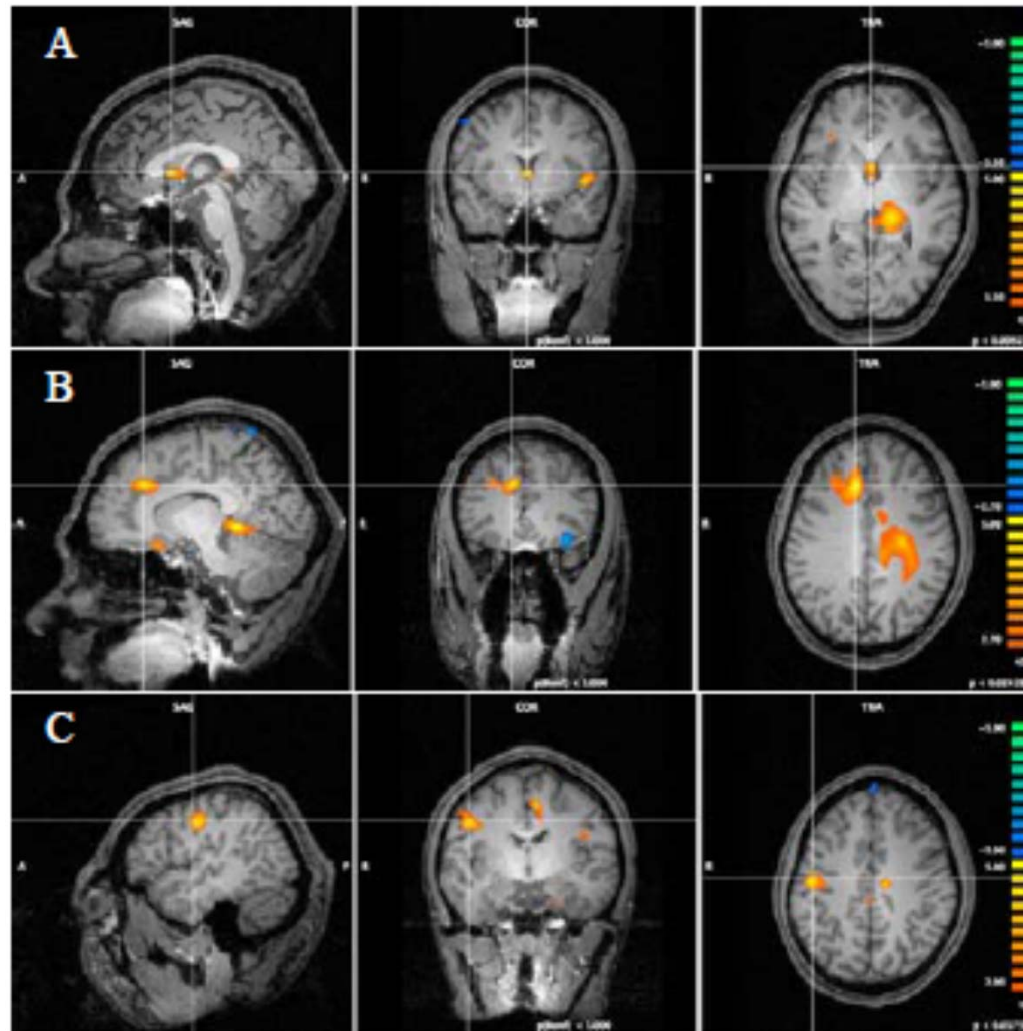
下前頭皮質
(NIRS)



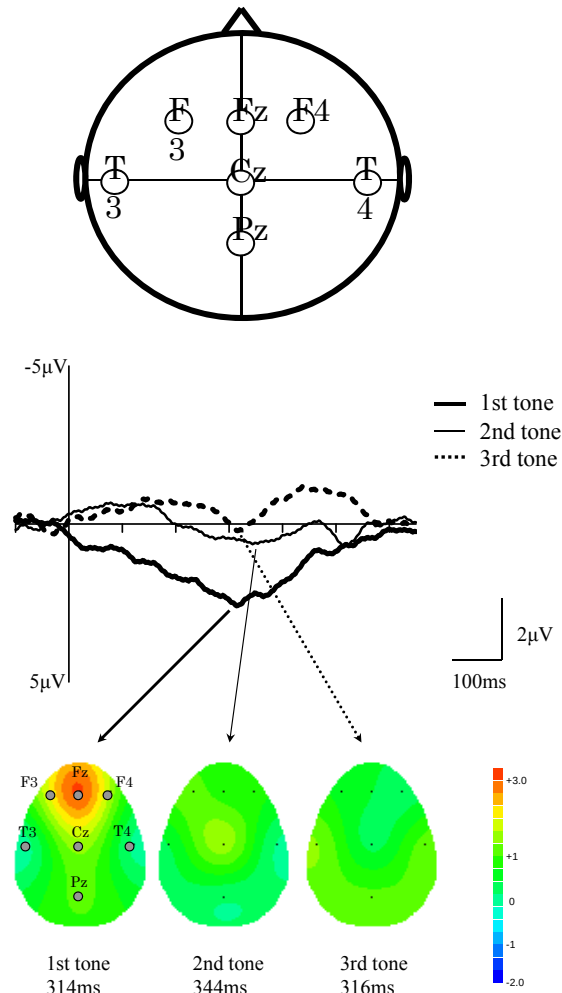
* Reprinted by permission from
Elsevier: *Neuropsychologia*
46(11):2787-2795, p.2793
Fig.4, copyright 2008.

Abla & Okanoya, 2008, Neuropsychol.

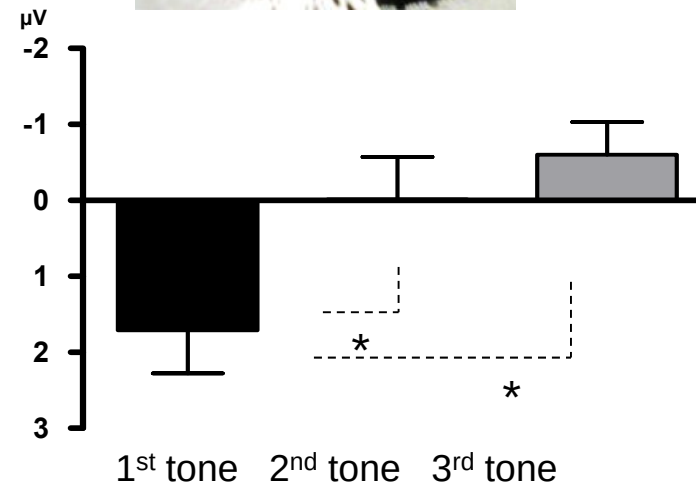
基底核＞帯状回＞運動前野



新生児も分節化している



* Reprinted by permission from Blackwell Publishing Ltd : *Developmental Science* 14(5):1100-1106, p1102, Fig.1, copyright 2011.

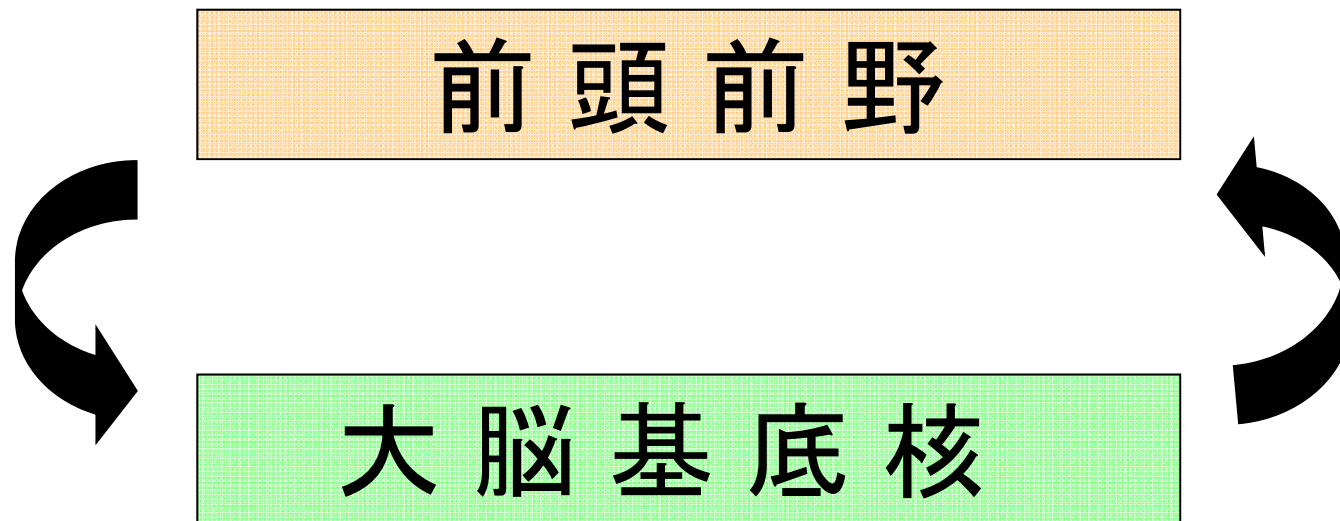


* 1st tone 2nd tone 3rd tone
 Reprinted by permission from Blackwell Publishing Ltd : *Developmental Science* 14(5):1100-1106, p1102, Fig.1, copyright 2011.

Kudo et al 2011, Dev Sci.

記号列分節化の神経機構： 皮質－基底核ループ

前頭前野－大脳基底核ループは、トリ(とヒト)で、連続音声を切り分けるのに重要である。





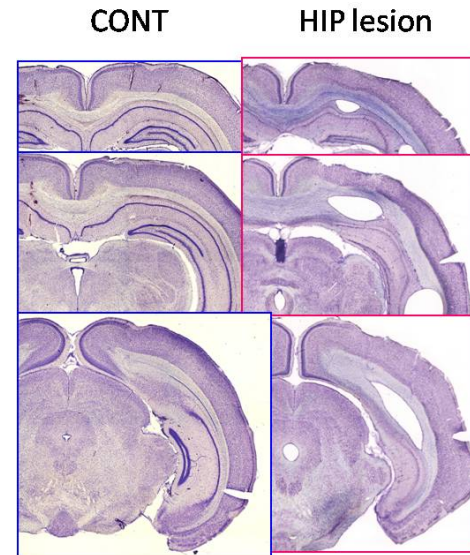
3. 状況分節化から意味へ

状況を分節化するのはいどこか： 分節器としての海馬・扁桃体

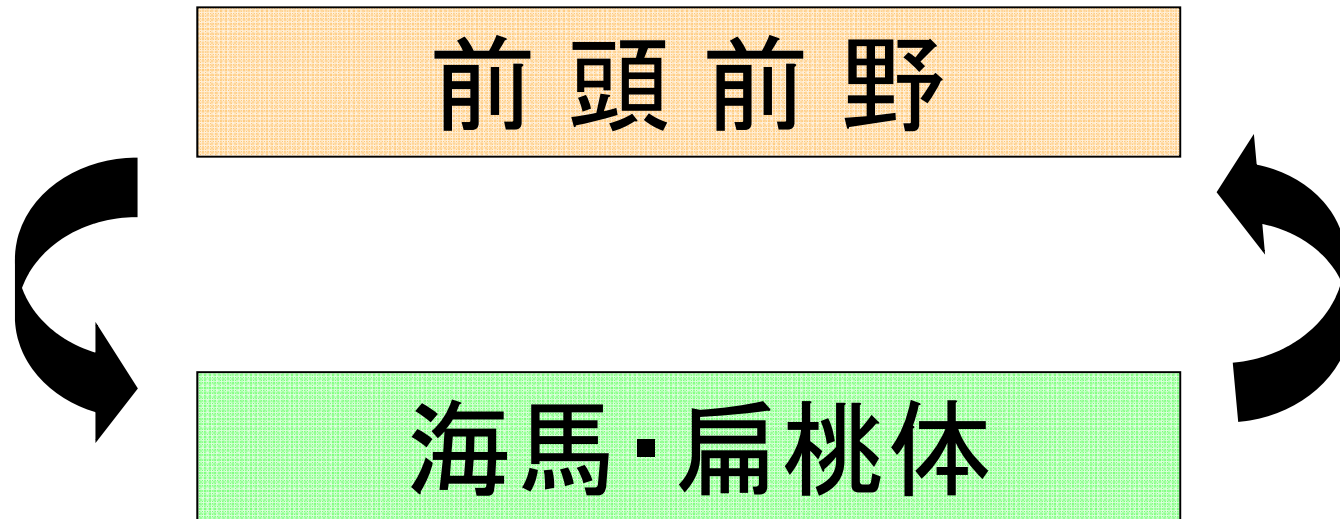
- ラットの実験
 - 新奇空間の探索により (O'Keefe and others)
 - 海馬に場所ニューロンができる。
 - すなわち、空間が分節化される。
 - 情動操作により (Okanoya and others)
 - 扁桃体の異なる部分が活動する。
 - すなわち、状況が分節化される。
- だから、海馬・扁桃体が一般的な分節化装置として働くと考えてよい。

海馬損傷によるコミュニケーション障害

- 損傷前
 - 毛繕い > 毛繕い○
 - 新規物検出○
 - 空間知覚○
- 損傷後
 - 毛繕い > 攻撃×
 - 新規物検出○
 - 空間知覚×



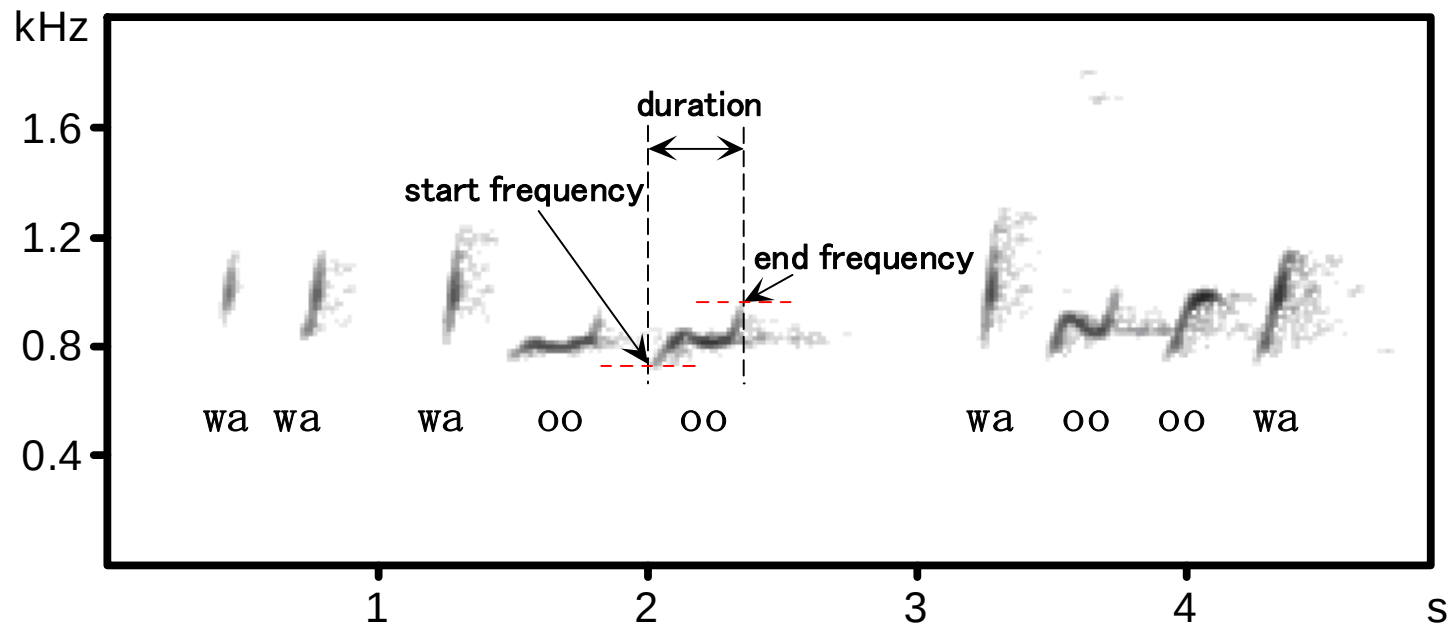
状況分節化のための神経機構: 前頭前野・海馬ループ





4. 相互分節化仮説

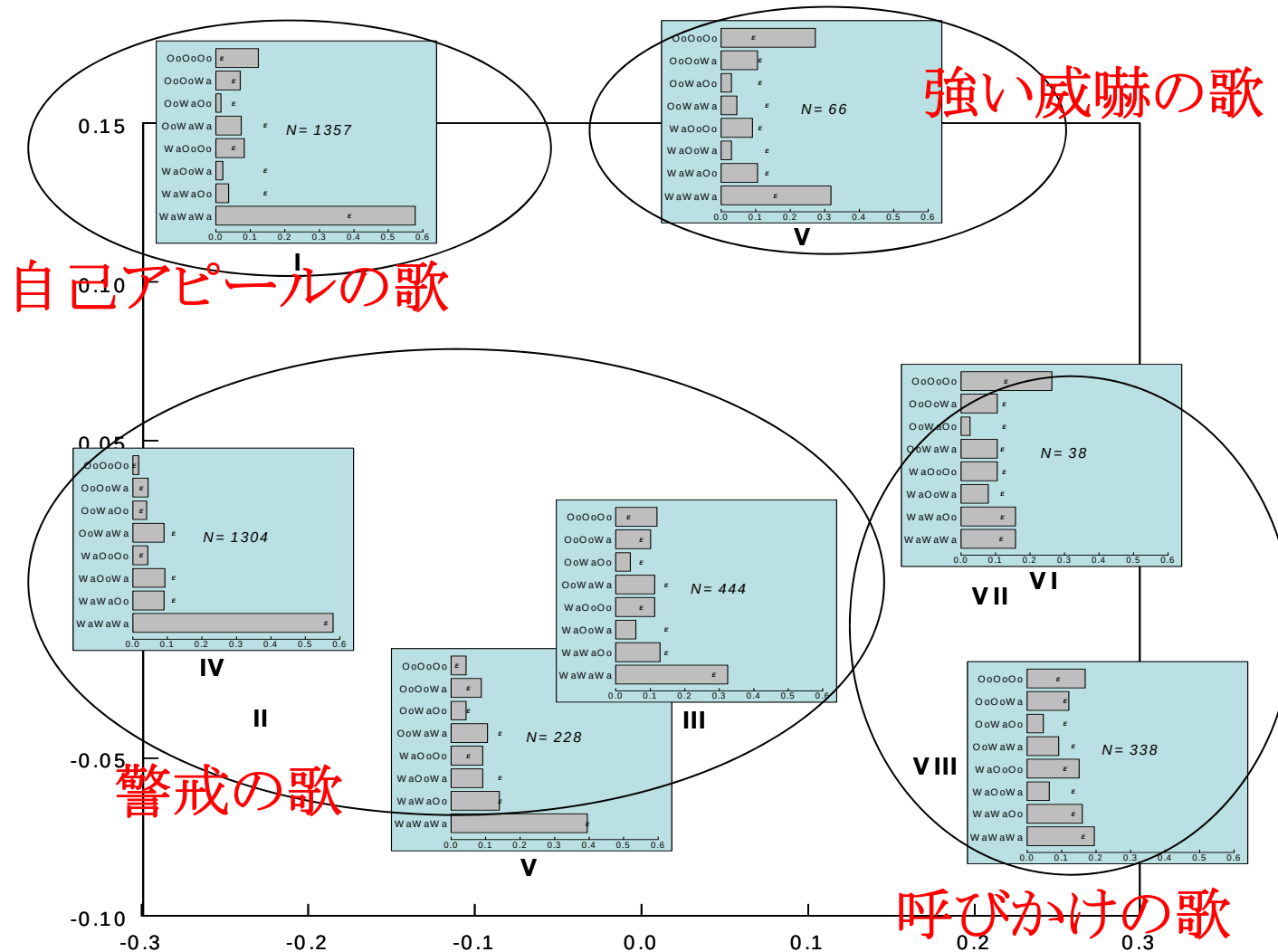
テナガザルのオスの歌 2つの要素から構成される



井上陽一・岡ノ谷一夫作成

テナガザルの歌の分類

(3文字の文字列に切り分けその類似度を地図にした)



Inoue et al, 2015, in revision.

井上陽一・岡ノ谷一夫作成

ヒトの祖先はうたっていたのか

- 「ヒトは言語以前から歌をうたっていた」説
 - ミズン「歌うネアンデルタール人」
 - ダーウィン「ヒトの進化と性淘汰」
 - ルソー「言語起源論」
 - 岡ノ谷「小鳥の歌からヒトの言葉へ」

Mithen, Steven
The Singing Neanderthals; The Origins of Music, Language, Mind, and Body
Harvard University Press, 2007.

Darwin, Charles.
The Descent of Man: The Concise Edition
(Paperback)
Penguin Group, 2007.

ヨハン・ゴットフリート・ヘルダー 著／大阪大学ドイツ近代文学研究会 訳
『言語起源論(新装版)』
法政大学出版会, 2005.

岡ノ谷一夫
『小鳥の歌からヒトの言葉へ』
岩波書店, 2003年.

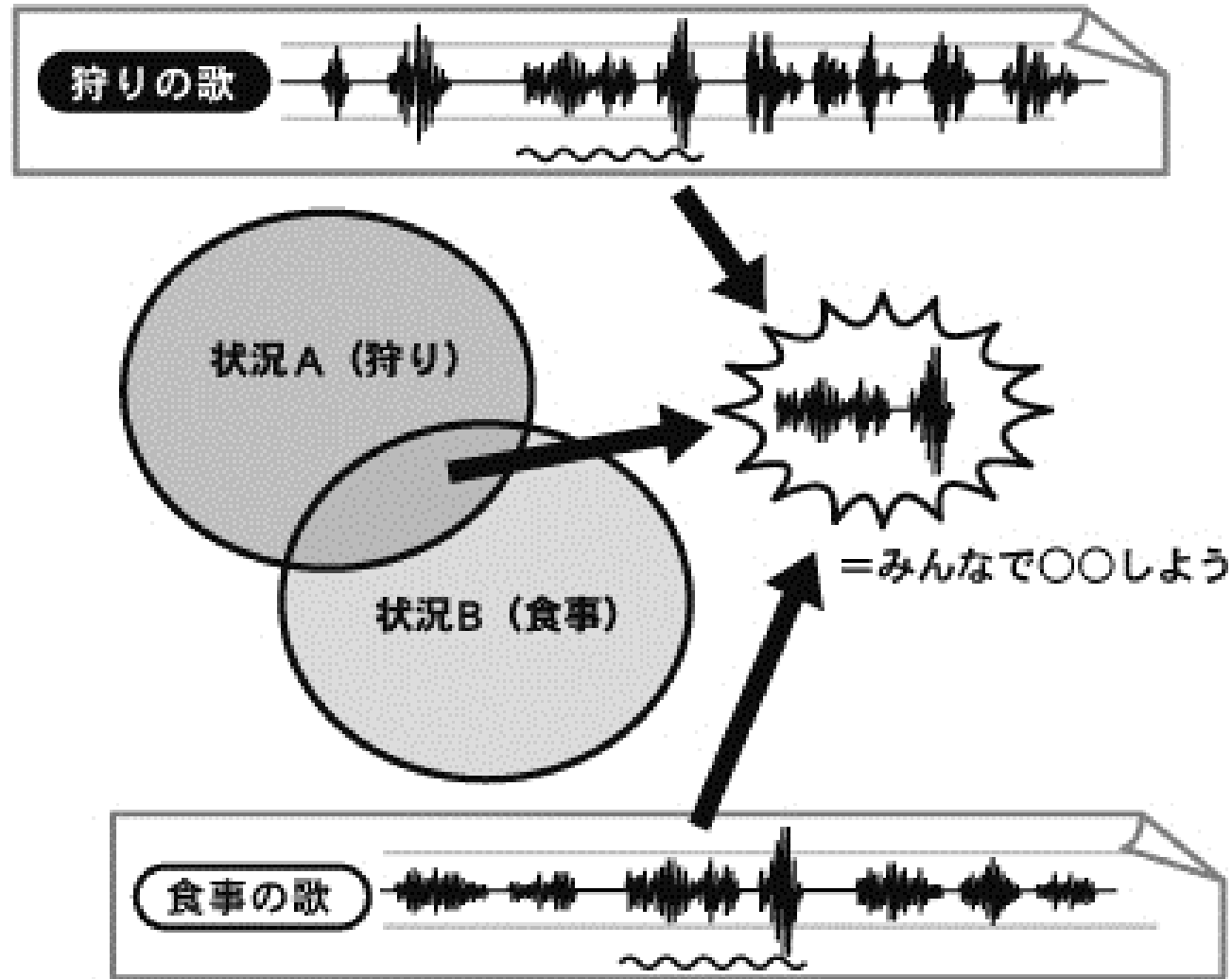
ことばの前に歌があった？



Image from wikipedia commons:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bayaka_kids.jpg
CC-BY-SA 4.0

歌から言葉へ: 相互分節化仮説

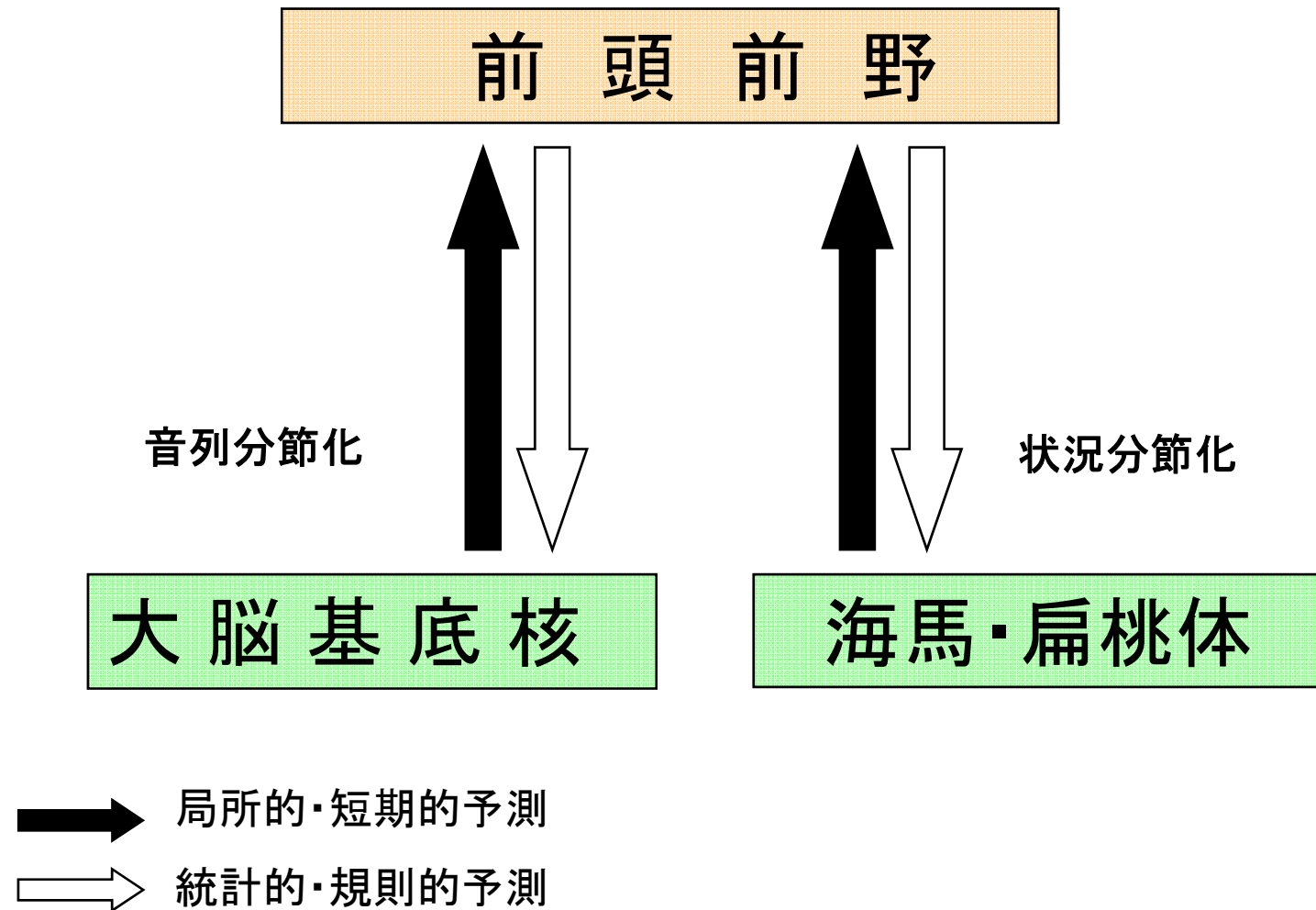
(Merker & Okanoya 2006, 岡ノ谷2010)



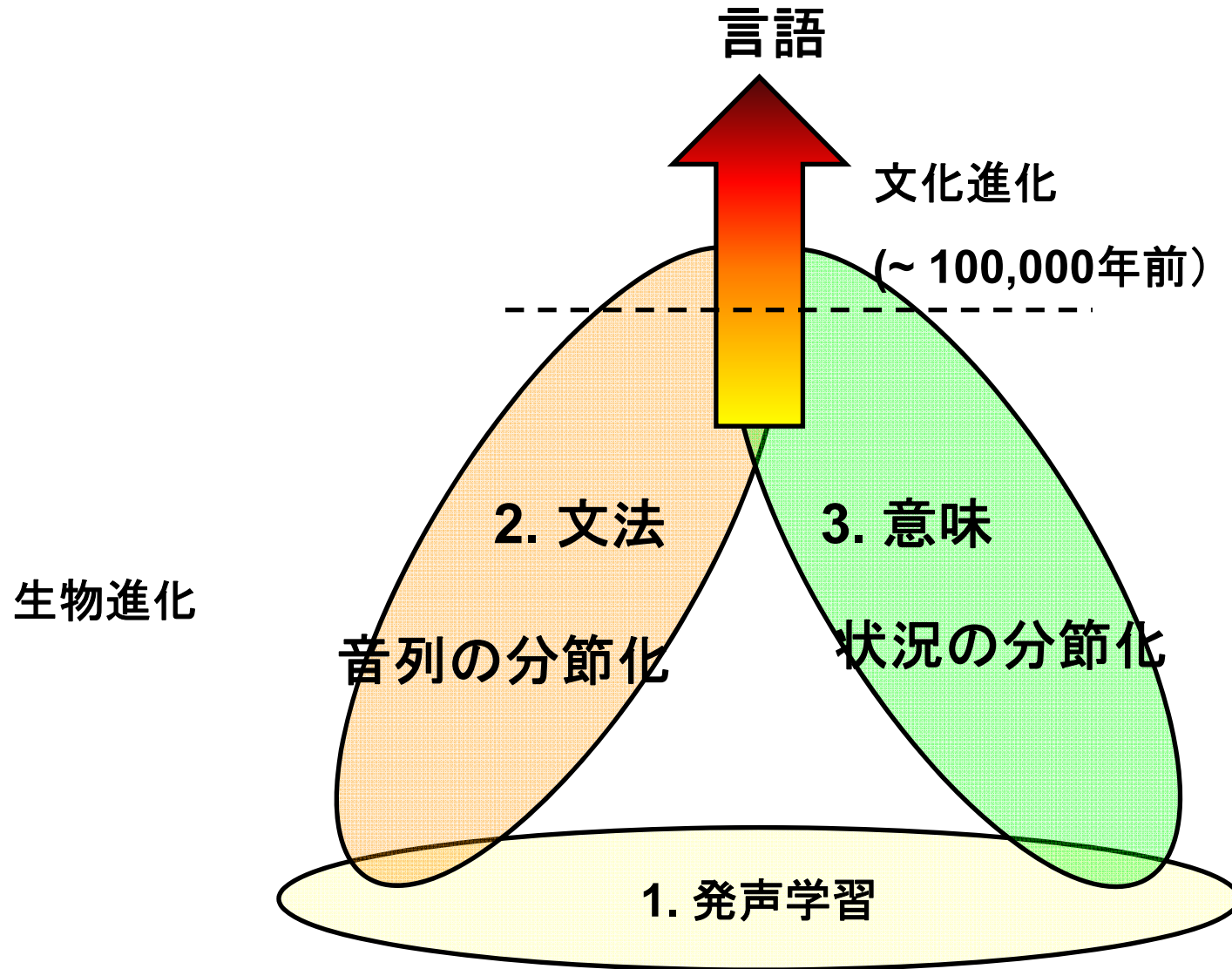
*

出典: 岡ノ谷一夫『さえずり言語起源論 新版 小鳥の歌からヒトの言葉へ (岩波科学ライブラリー)』(岩波書店、2010年)p112図26

意味と音列操作の融合を可能にする回路



言語の歴史的形成



心の適応と多様性

- 適応
 - 環境と運動の分節化は、どのような動物においても適応的であるはず。
- 多様性
 - 音声言語を可能にした前適応は、他の動物においても様々に発現している。
- 適応と多様性の視点から、人間言語の進化を探ることができる。

謝辞



ERATO岡ノ谷情動情報、理研BSI、科研費、さがけ研究

グループワークのテーマ

総論

- 1) 前適応説の妥当性について
- 2) 動物実験からヒト言語の進化を論ずることの妥当性について

各論

- 1) 霊長類の中でヒトのみが発声学習を示すのはなぜか。産声仮説以外の仮説を出せ。
- 2) 音列分節化の能力と文法能力には隔たりがある。これを埋めるにはどのような研究が必要か。
- 3) 海馬・扁桃体が状況を分節化している、という仮説を検討する実験を、損傷実験以外に提案せよ。
- 4) テナガザルの歌と状況にゆるい対応があるのは、脳のどのような機能によるだろうか。