3PD001

音声認識の神経機構に関する波動ソナグラム仮説
- 波動伝播の引き込みと特徴結合 -
○ 神坂幸弘、山口陽子 (東京電機大学理工学部情報科学科)

音声は過渡的な変化を伴う時系列情報であり、それを認識するためには、入力の特徴を抽出、結合し分節化する作業をリアルタイムで進められなければならない。このような時系列情報の認識の神経機構として、「入力の特徴抽出、時間特性が、2次元の神経回路上で興奮波の伝播として展開される」という仮説、「波動ソナグラム仮説」を提出されている(山口、谷口:1996)。本研究では音声を模して、時間遅れをもつ2音入力、および破裂音などの無音期間を介した入力を用いて計算機実験を行い、神経回路上の波動伝播活動を解析し、仮説の妥当性を検討した。

聴覚皮質の神経回路としては山口、谷口(1996)のモデルを用いた。回路内の隣接興奮性結合の範囲と側抑制結合の範囲を様々に変化させて、回路上の波動特性の変化についても調べた。

図は計算機実験の1例で、2つの音が時間遅れをもって入力したにも関わらず伝播軸上を揃って伝播していることがわかる。このような引き込みは時間遅れが大きくなると分岐して、非同期的な波動伝播に移行する。更に、波動の持続/消滅が入力の無音期間の長さによってやはり分岐することがわかった。これらの結果は音声では複数のフォルマントが子音などを介して入力している状態と対応し、フォルマントの結合や音節の分節化という認識機能に対応していると考えられる。

以上、波動ソナグラム仮説に基づいた聴覚皮質神経回路モデルを用いて解析を行ったところ、音声認識の分節化に有効な神経のダイナミクスを示すことができた。これは、堀川らによるモルモット聴覚皮質の光学的測定とよい対応をもち、今後実験的に検証する必要がある。さらに人間の音声認識の心理実験との対応も期待される。

図 時間遅れをもつ2つのCF音入力(上)の場合の神経の活動(下)。2つの興奮サイトが同期。(○: 脱分極、×: 過分極)

Y.Kanzaka, Y.Yamaguchi: The Wave Sonogram Hypothesis on the Neural Mechanism of Speech Recognition

3PD002

海馬シータ位相歳差のモデルを用いた記憶の記録と想起の研究
○ 羽賀 憲利*、山口陽子**
*東京電機大学理工学部、**理化学研究所脳科学研究センター

最近、ラットの大脳海馬の神経細胞の発火のシータリズムに対する位相がラットのいる場所に依存して「位相歳差」と呼ばれる固有の変化を示すことが報告された(O'Keefe and Raccce 1993, Skaggs et al. 1996)。Yamaguchi and McNaughton(1998)は、このシータリズム依存的活動の神経機構に対する仮説を示し、それが個体にとっての経験の情報を時系列として海馬に固定化する働きをもつ神経回路モデルを提出した。本研究では、同モデルを用いて、海馬回路に形成された時系列情報の記憶がどのように想起されるかを計算機実験により解析した。モデルは内嗅野→歯状回→CA野→内嗅野の閉回路のダイナミクスに関するもので、おもな仮定は次の通りである。

1) 位相歳差は内嗅野II層(ECII)で神経の活動の引き込みの位相差として生成する。2) ECIIから入力を受けたCA3ユニットは入力情報の時間順序に従った位相差で活動し、その位相差に従って、CA3内の結合荷重が変化する結果、経験の時系列情報が回路に自己組織的に固定化される。本研究でCA3に回路が固定化された後に部分的な入力が入った場合、一連の記憶がCA3内で正しい時間順序の活動として現れ、それがCA1を経由して内嗅野に戻ること、を記憶の想起と考えた。想起を実現した計算機実験の例を図に示す。海馬では記憶の重なりが大きいにもかかわらず安定に想起できるかどうかが問題になる。本研究では、コバリانس型のシナプス可塑性のルールであれば、順序の想起の能力が確保できることがわかった。さらに情報が状態空間の軌道として正しく想起できるための神経回路を構成し、記憶容量について検討した結果を報告する。

図 海馬モデル(上)と想起結果(下)

N.Haga, Y.Yamaguchi: A Theoretical Study on the Recent Memory by Using the Model of Hippocampal Theta Phase Precession

3PD003

非言語音の擬音化過程における可塑性

中村隆志○ 小林加奈 (新潟大学人文学部)

自動車は、はたして「ブーブー」なのだろうか。幼児が道行く自動車を指して、「ブーブー」と呼ぶことは特に珍しい出来事ではない。だが現在、街中を走る自動車のエンジン音が、多くの人々にとって、はたして「ブーブー」と聞こえるのだろうか。

本研究は聴覚、特に非言語音の擬音化過程に注目し、その可塑性を検出する認知実験を行う。音声の文字化についての研究は、PETの開発や、MRIの普及に伴って、発展を続けている。そこでは、文字を音声化した音波を聴覚が如何に文字化するか、音声化の逆演算を如何に見い出すがテーマになっている。本研究は、聞き取る音の範囲を非言語音に拡張し、擬音化する際の可塑性を見出す方法論を提示する。脳内の特定の部位が、擬音化や聴覚の可塑性を担うのであれば、本研究はその調査に応用できる可能性がある。

予備実験

- 0: MIDI が使用可能な環境下で、ある楽器を選び、低音から一音ずつ、3秒間隔で被験者に聞かせ、可能であれば擬音化してもらう。楽器が Tubular Bells の場合、低音から順に「ゴン」「コン」「カン」「キン」「チン」と擬音化されることが多い。
- 1: ある楽器のある擬音に注目し、それに対応する音より充分低い音から高い音へ、1音ずつ、3秒間隔で被験者に聞かせる。ある擬音に対応する低音の境界と高音の境界をそれぞれ決定してもらう。これを1回の試行として、数回繰り返す。
- 2: 1とは逆に高音から低音に向けて、1音ずつ、被験者に聞かせる。同じく高音の境界と低音の境界を決定してもらう。これを1回の試行として、数回繰り返す。

予備実験の結果、手続き1の擬音に対応する音の領域は、手続き2の擬音に対応する領域と大きく異なる。全く同じ音を聞き取って、同じ擬音に対応づけているにも関わらずである。この結果を受けて、学習実験を行う。擬音の聞き取りを学習した後の、教師領域の聞き取りそのものの変化が得られている。発表では、学習前後の聞き取り領域の誤差、学習速度との相関について報告する。

Takashi Nakamura, Kana Kobayashi
Flexibility of Oral sound effect of Nonlinguistic sound

3PD004

酵素の振動反応の数値解析II 酵素反応にみられるカオス
千葉大(理) 秀島 武敏、森 勇一郎

昨年度ミカエリス-メンテン型及び Orderd Bi-Bi 型の酵素について報告したが、今回はランダム型の酵素の場合について報告する。クレアチンキナーゼなどのキナーゼ類がこの型になる。反応機構は、

である。シミュレーション結果の一例を次に示す。計算に用いた速度定数等は次のとおりである。

$$\begin{aligned} k_1 &= 5 \times 10^5 & k_{-1} &= 25 & k_2 &= 35 \times 10^5 & k_{-2} &= 30 & k_3 &= 10^6 & k_{-3} &= 100 \\ k_4 &= 25 \times 10^6 & k_{-4} &= 15 \times 10^2 & k_5 &= 5 \times 10^3 & k_{-5} &= 3 & k_6 &= 10^4 & k_{-6} &= 0.1 \\ k_7 &= 30 & k_{-7} &= 25 & k_8 &= 10^3 & k_{-8} &= 5 \times 10^2 & k_9 &= 20 & k_{-9} &= 2 \times 10^3 \end{aligned}$$

この型の振動の特徴は基質及び中間生成物濃度のカオス現象がみられることである。振動が起こる条件範囲についても検討したので報告する。