

**言語情報伝達における連続性と分節性：  
知覚心理学，言語学，音声科学の融合**

Temporal continuity and phonological discontinuity in linguistic communication: Collaboration between perceptual psychology, linguistics, and speech science



**中島 祥好 (NAKAJIMA YOSHITAKA)**  
九州大学・芸術工学研究院・教授

研究の概要

聴覚コミュニケーションを、人間の聴覚、視覚などの知覚システムおよび調音、発声などの動作システムと結びつけて、知覚心理学、言語学、音声科学を融合した立場から検討を加える。これらの知見を統合的に捉えることによって言語情報伝達における連続性と分節性を明らかにする。

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学，実験心理学

キーワード：感覚・知覚，言語コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

言語、音楽などの聴覚コミュニケーションは、人類の文化を基礎づける不可欠の要因である。特に言語は、人類の記号使用の原型であることは、広く認められている。聴覚コミュニケーションを、人間の聴覚、視覚などの知覚システムおよび調音、発声などの動作システムと結びつけて、現実の環境においてどのようにコミュニケーションがなされているのかを明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

もともと明確な区切りがあるとは限らない音響信号を、要素に分かれ、時間方向に線的につながったものとして捉え、いくつかの要素がまとまりをなすものとして捉えることによって、聴覚コミュニケーションは成り立っている。言語を中心とする聴覚コミュニケーションを研究対象とし、知覚心理学、聴覚生理学、音楽心理学、音声工学を統合して、音響信号に含まれる離散的な記号としての側面に本格的に実験科学の光を当てる。

3. 研究の方法

聴覚に関する実験心理学的な基礎研究と音声の知覚と生成に関する研究を統合的に捉えることで、聴覚コミュニケーションの様相を明らかにする。また、多言語にわたる音声知覚の研究により、知覚と生成に対する制約条件の優先順位が、聴取者の母語の音韻構造によって変化するのかどうかを検討する。さらに、聴覚コミュニケーションの処理過程

が、どのような脳の活動によって成り立っているのかについて、事象関連電位等の測定による検討を加える。聴覚における音の不連続性の検知、決定に関する結果を、輪郭や運動の連続性に関する視覚心理学における研究結果と比較することで、感覚様相に固有の、もしくは感覚様相間に共通の知覚体制化の仕組みが働くかどうかを検討する。

4. これまでの成果

a) イギリス英語、日本語、ドイツ語、フランス語等の音声を、20個の臨界帯域フィルターに通して、その出力パワーの時間変動を因子分析した結果、これらの言語に共通すると考えられる3つの因子を抽出した。7000 Hz以下の周波数範囲を4つの帯域に分割することによって、これらの因子について因子得点の時間変化を把握しうることが判った。

b) イギリス英語文の音声データベースについて、聴覚の仕組みを考慮した多変量解析を行い、各音素が、母音、共鳴子音、阻害音に分かれ、概ねソノリティ（聞こえ度）の順に並ぶことを示した（図1）。

c) 人間の発声・調音機構の解明を目指し、声帯振動による有声音の生成に関して、声門を通過する呼気流の解析法を改良した。また、調音器官の運動を、高精度で3次元的に磁気計測するシステムを試作した。調音状態に関する多変量解析を、上記の音声スペクトルに関する解析と結合することで、音声の生成系と聴覚処理系とを統合した時間構造を解明する見込みが分かった。

d) 音の時間構造の知覚に関連して、事象関連電位を測定する実験を行った。クリック音の時間的規則性が知覚されないとき、右前頭前野の活性度が高まり、規則性が知覚される時には活性度が有意に低下することが確かめられた。

e) 聴覚体制化の仕組みと、音声ならびに音楽を知覚する仕組みとを関連付けるために、種々の合成楽器音や合成音声を用いて、連続聴錯覚、空隙転移錯覚、分離音現象、空隙の単一帰属化、時間伸長錯覚などのデモンストラーションを作成した。

f) 聴覚における分節化と比較するために、視覚における視野内の様々な区切りと体制化について調べた。盲点等による生理学的な像の分断、重なり等による光学的な輪郭の分断、瞬き等による時間的な分断等について実験的に検討を行った。瞬きによる時間的分断については、新たな動きの錯視を発見すると共に、時間的な途切れに対する新たな補間機能の存在を示唆する結果を得た。

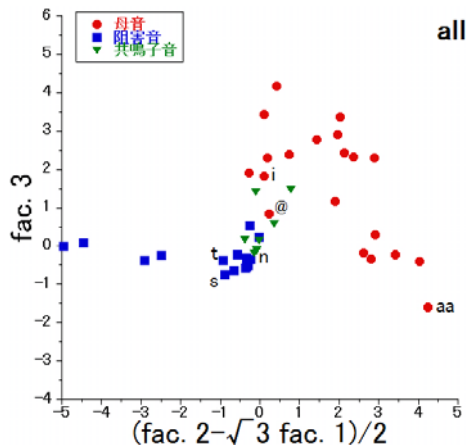


図1 音響分析に基づき、英語音声の音素を多変量解析した例（音素をMRPAで表示）。

## 5. 今後の計画

音声においては、典型的には母音の前、あるいは前後に子音がつながるかたちで「音節」が生ずる。これまでに、このような音節の構造をイギリス英語の音響的な分析に結びつけることができたが、これからは、日本語についても同様の分析を行う。一方では、音声器官の運動から音声を生成する発話システムの観測とモデル化に基づいて、発話システムの諸特性を調べる。特に、発話運動の高速度観測に基づいて、音声知覚の分節性を生成的視点から考察する。

上記の結果に基づいて音声合成、音声強調などを行うことができるはずである。研究計画を締めくくるにあたって、そのような技術の基本的な考えかたを特許出願等のかたちでまとめる予定である。さらに、既存の関連技術に関しても、その有効性を実験データとして示す予定である。

複雑な音響信号が、どのようにして要素が

線的につながった音脈 auditory stream として知覚されるのかについて、「音の始まり」「音の終わり」「継続部」「空白部」という音要素が、独立に検出され、単純な文法とゲスタルト原理に従って知覚のうえで結びつけられるという考えかたを「聴覚の文法」と称するモデルにまとめているところであるが、その結果を、書物としてまとめる予定である。

このような言語の普遍性について、発達心理学的な観点から考察するために、乳幼児の喃語の録音を進め、これを各国語音声と同じように多変量解析にかけて分析する。

音声コミュニケーションにおいては、音声の音響特徴量から発話運動への逆問題が存在し、この逆問題には解の不確定性が存在することが知られている。発話運動と音声スペクトルの関連性を実観測データに基づいて統計的に分析し、不確定性を解消する拘束として使用することで、音声コミュニケーションの計算理論に結びつける。

聴覚において見出したいくつかの現象について、視覚においても同様のことが起こるか、あるいは同じ原理が適用可能かといったことを調べるような実験を行う。

## 6. これまでの発表論文等

- [1] Sasaki, T., Nakajima, Y., ten Hoopen, G., van Buuringen, E., Massier, B., Kojo, T., Kuroda, T., and Ueda, K. (in press) Time-stretching: Illusory lengthening of filled auditory durations. *Attention, Perception, and Psychophysics*.
- [2] Kuroda, T., Nakajima, Y., Tsunashima, S., and Yasutake, T. (2009) Effects of spectra and sound pressure levels on the occurrence of the gap transfer illusion. *Perception*, 38, 411-428.
- [3] Kaburagi, T. and Tanabe, Y. (2009) Low-dimensional models of the glottal flow incorporating viscous-inviscid interaction. *J. Acoust. Soc. Am.*, 125, 391-404.
- [4] Remijn, G.B., Pérez, E., Nakajima, Y., and Ito, H. (2008) Frequency modulation facilitates (modal) auditory restoration of a gap. *Hearing Research*, 243, 113-120.
- [5] Ueda, K. and Nakajima, Y. (2008) Factor analyses of critical-band-filtered speech of British English and Japanese. *Acoustics'08 Paris, Paris, France, J. Acoust. Soc. Am.*, 123, 3163 (invited).

ホームページ：

<http://www.design.kyushu-u.ac.jp/~ynhome/>