

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年05月31日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23730701

研究課題名（和文）聴覚皮質におけるカテゴリカルな発話認知の効果

研究課題名（英文）Effects of categorical speech perception in the auditory cortex

研究代表者 ALTMANN Christian

（アルトマン クリスチャン）

京都大学・生命科学系キャリアパス形成ユニット・特定助教

研究者番号：20572051

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、健常者の聴覚皮質において、カテゴリカルな発話によって言語音の脳内表象がどのような影響を受けるかを、脳磁図（MEG）と心理物理学的手法を用いて明らかにすることである。実験からは、子音よりも母音において大きなカテゴリカルな発話の効果が見られた。また、MEGを用いた実験からは同じ発話の繰り返しによって脳活動の抑制が左半球で見られた。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this project was to clarify the influence of categorical speech perception on the representation of phonemes in the auditory cortex measured with psychophysics and magnetoencephalography (MEG). We observed a larger behavioral categorical effect for consonants than for vowels. Furthermore, MEG revealed suppression effects for repetition of same compared to different phonemes predominantly in the left cortical hemisphere.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,600,000	780,000	3,380,000

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：認知科学・神経科学・実験系心理学・音声学・画像、文章、音声等認識

1. 研究開始当初の背景

この研究は、ヒトの脳における言語音の表象について、カテゴリカルな発話認知の影響を調べるものである。

我々が子音を区別する際には、明確なカテゴリの境界が見られる（Liberman et al., The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries, J. Exp. Psychol., 1957）。例えば/b/と/d/の子音を区別するとき、音響学的にはこれらの中間のあいまいな音だったとしても、必ずどちら

かのカテゴリとして認識される。そして別のカテゴリとして認識された子音を弁別する方が、同一カテゴリと認識された子音を弁別するよりも容易である。しかし、母音については子音よりもカテゴリの境界が曖昧であり、その区別はより連続的である事が報告されている（Pisoni, Auditory short-term memory and vowel perception, Mem. Cogn. 1975）。

2. 研究の目的

本研究の目的は、こうした音素の神経表象におけるカテゴリー知覚の影響を調べることである。このために我々は、複数の母音と子音を組み合わせた音素刺激を被験者に聞かせ、どのように聞こえるかをカテゴリーによって選択させた。さらにそのときの音素刺激に対する神経活動を MEG で測定し、カテゴリー化による影響を調べた。

3. 研究の方法

言語刺激は日本語音声コーパス (PASL-DSR) から採取し、音声分析変換合成ソフト STRAIGHT (Kawahara and Matsui, Auditory morphing based on an elastic perceptual distance metric in an interference-free time-frequency representation, IEEE Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing, 2003) を用いて子音 (/ba/と/da/, /bo/と/do/) と母音 (/ba/と/bo/, /da/と/do/) 計4種類の音素ペアにモーフィングを行い、一方の音素からもう片方の音素まで8段階の曖昧な音素刺激をペアごとに作成した。

最初の実験として、ペア内で一方の音素からもう片方の音素に知覚が切り替わる境界を決定するために、曖昧な音素刺激を用いた心理物理実験を行った。実験では被験者に曖昧な音素刺激を聞かせ、それがどちらの音素に聞こえたかを答えさせた。

そして次の実験では、被験者ごとに決定された音素知覚の境界を利用し、曖昧な音素刺激 S1 と S2 が同じカテゴリー (same) と知覚される場合と異なるカテゴリーと知覚される場合 (different) で神経活動にどのような違いが見られるかを、MEG を用いて検討した。実験では、S1 と S2 が経時的に提示され、被験者はそれらの異同判断を行った。そして MEG を用いて課題遂行中の脳活動を測定した。

4. 研究成果

異同判断において S1 と S2 を「同じ」と答えた割合を図1に示した。最初の実験で同じカテゴリーとされた刺激を用いた条件 (same-within と same-between) では母音も子音も同じような成績であったが、異なるカテゴリーとされた刺激を用いた条件 (different-within と different-between) では、子音を刺激として用いた場合に「同じ」と答えてしまう誤答の割合が母音と比べて多かった。

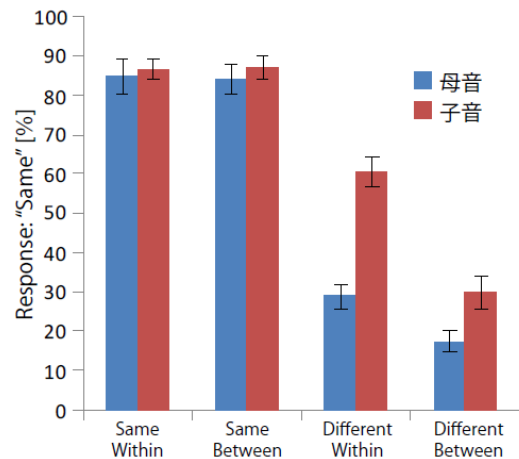


図1: 「同じ」と答えた割合。

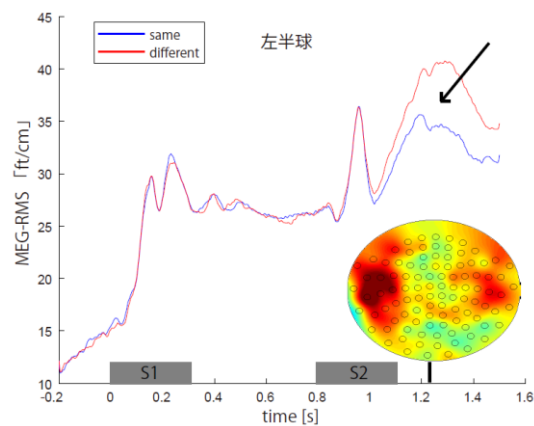


図2: MEG evoked field と topography.

MEG による脳活動の測定からは、S1 と S2 が同じカテゴリー (same) の場合に、異なるカテゴリー (different) であった場合よりも S2 に対する脳活動が小さくなった (図2: 黒い矢印が示す時刻周辺)。これは、S1 と S2 が同じカテゴリーである場合に、S2 に対する繰り返し抑制 (repetition suppression) が生じているものと考えられる。また母音と子音を分けて分析すると、どちらも同様に同じカテゴリーの S1 と S2 の方が S2 に対する脳活動の抑制が観察された。特に子音を刺激とした条件では、S1 と S2 の間の距離に応じて脳活動の大きさに違いが見られた (図3: 黒い矢

印が示す時刻周辺)。

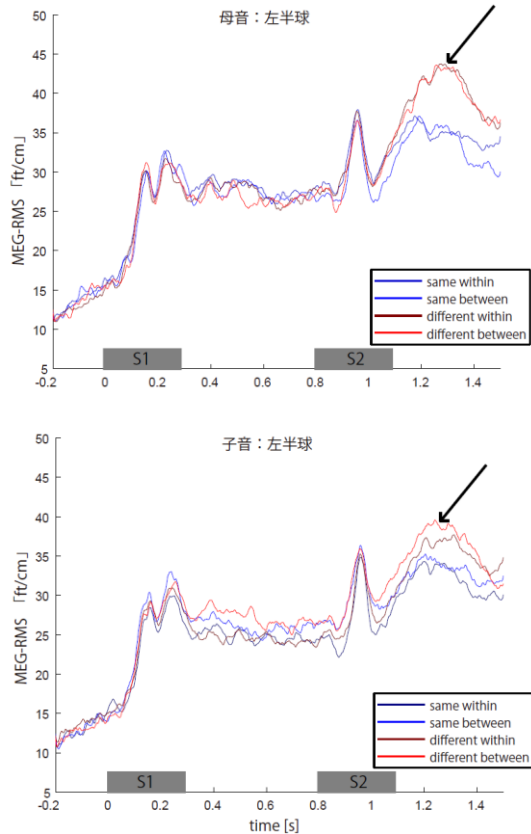


図3: MEG evoked field, 母音と子音。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- 1) Ono K, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H, Altmann CF. Effects of regularity on the processing of sound omission in a tone sequence in musicians and non-musicians. *European Journal of Neuroscience*, 印刷中 査読有.
- 2) Altmann CF, Getzmann S, Lewald J. Allocentric or craniocentric representation of acoustic space: an electrotopography study using mismatch negativity. *PLoS One* 7: e41872, 査読有.
- 3) Altmann CF, Matsuhashi M, Votinov M, Goto K, Mima T, Fukuyama H. Visual distance cues modulate neuromagnetic auditory N1 responses. *Clinical Neurophysiology* 123: 2273-2280, 2012, 査読有.
- 4) Heinemann LV, Kaiser J, Altmann, CF. Auditory repetition enhancement at short interstimulus intervals for

frequency-modulated tones. *Brain Research* 1411: 65-75, 2011, 査読有.

- 5) Altmann CF, Klein C, Heinemann LV, Wibrall M, Gaese BH, Kaiser J. Repetition of complex frequency-modulated sweeps enhances neuromagnetic responses in the human auditory cortex. *Hearing Research* 282: 216-224, 2011, 査読有.

[学会発表] (計6件)

- 1) Altmann CF, Ono K, Callan A, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Influence of environmental reverberation on sound loudness constancy. 4th Conference on Auditory Cortex, Lausanne, Switzerland, 2012.
- 2) Ono K, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H, Altmann CF. Effects of the structure of tone sequence on the processing of tone omission in musicians and nonmusicians. Society for Neuroscience, New Orleans, USA, 2012.
- 3) Altmann CF, Getzmann S, Lewald J. Allocentric or craniocentric representation of auditory space? A human electroencephalography study. 18th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping 2012, Beijing, China, 2012.
- 4) Altmann CF. Allocentric or craniocentric representation of auditory space in the human brain? 1st symposium on binaural active audition for humanoid robots, Paris, France, 2012.
- 5) Altmann CF, Matsuhashi M, Votinov M, Goto K, Mima T, Fukuyama H. Neuromagnetic auditory N1 responses are modulated by visual distance cues. 41st Annual Meeting of the Society for Neuroscience, Washington DC, USA, 2011.
- 6) Altmann CF, Matsuhashi M, Votinov M, Goto K, Mima T, Fukuyama H. Visual distance cues amplify neuromagnetic auditory N1 responses. 12th International multisensory research forum, Fukuoka, Japan, 2011.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cp.kyoto-u.ac.jp>

<http://hbrc.kuhp.kyoto-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

ALTMANN Christian

京都大学・生命科学キャリアパス形成ユニット・特定助教

研究者番号：20572051

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし