

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2013～2015
課題番号：25870333
研究課題名(和文) Auditory distance processing in the human brain

研究課題名(英文) Auditory distance processing in the human brain

研究代表者
Altmann C (Altmann, C)

京都大学・医学研究科・准教授

研究者番号：20572051

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本計画は、健常者の聴覚における距離の情報処理について、非侵襲的脳画像を用いて調査することを目的とした。音の距離知覚は、様々な音響的または非音響的な手がかりに依存しており、ヒトの脳がどのように手がかりを統合しているかのモデルを提供する。我々は一連の実験から、横方向の運動とは異なる、奥行き方向の音源運動に対する特徴的な脳活動を同定した。また、空間のリバース手がかりによる音源距離や音量の推定に関する脳内機構を確認した。

研究成果の概要(英文)：This project aimed at investigating the processing of auditory distance with noninvasive brain imaging in healthy humans. Sound distance perception depends on various acoustic and non-acoustic cues and thus provides a model system to research cue integration in the human brain. In this series of experiments, we characterized the brain activity during sound motion-in-depth compared to lateral motion and the brain structures involved in estimating distance and sound loudness from room reverberation.

研究分野：合計生物

キーワード：認知科学 神経科学 実験心理学 脳・神経

1. 研究開始当初の背景

現在に至るまで、音源の距離知覚は、音源の方位や上下運動といった空間定位の他要素に比べて、神経科学の分野ではほとんど注目されてこなかった。しかし視覚が使用されない状況では、聴覚情報は物体との距離に関する重要な情報を提供し、接近する脅威への適切な反応を可能にする。

音源の距離を推定する手がかりは多種ある (Zahorik P, Assessing auditory distance perception using virtual acoustics. Journal of the Acoustical Society of America, 2002) が、重要な 2 つの手がかりは、音量と、direct-to-reverberant energy ratio (ダイレクトな音と反響音とのエネルギー比) である。音量は、距離の逆二乗則に従って減衰することから、距離知覚の手がかりとなる情報である。また direct-to-reverberant ratio は距離に応じて小さくなる。直接的な音は距離の逆二乗則に従って小さくなるため、反射した音のエネルギーは、拡散音空間から推定することが可能である。

音源距離知覚による音圧の恒常性 - 我々は音源の距離が変化しても、その音圧を恒常的に知覚することができる。

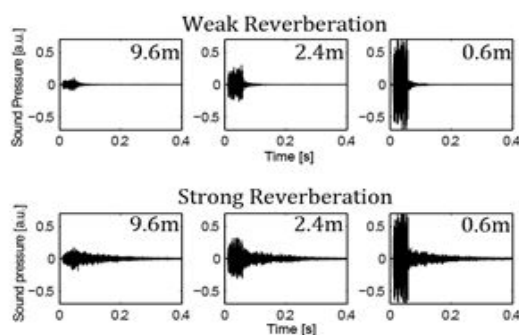


図 1 : 刺激

2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒトの脳がどのようにして距離情報と音量を統合し、恒常的な音圧の知覚を実現しているかを理解することであった。聴覚領野の神経活動は音量に従って大きくなることが知られている (Hegerl et al.,

Intensity dependence of auditory evoked dipole source activity, International Journal of Psychophysiology, 1994)。本研究では、音源距離ではなく音量によって変化するような音量依存的な神経活動が、距離を補完するかどうかを調査した。

3. 研究の方法

健常被験者が様々な音圧および音源距離の聴覚刺激を聞いている時の脳活動を、音脳磁図 (MEG) を用いて記録した (図 1)。聴覚刺激は、残響室でプラスチックヘッドと耳内マイクフォンを用いて、あらかじめ録音されたものを使用した。リバーブは距離知覚の手がかりとなるため、リバーブの特性を操作し、音圧の恒常性に与える効果を調査した。

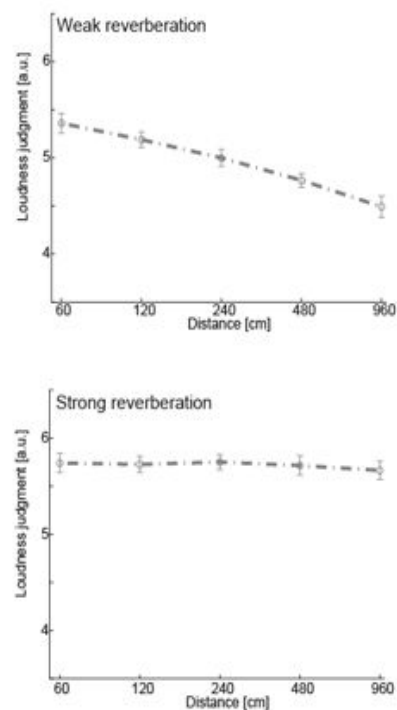


図 2 : 音圧推定

4. 研究成果

被験者が音源の音圧を判断する場合に、強いリバーブ条件においては、恒常的な音圧知覚が生じることを明らかにした (図 2 : 音圧推定)。我々はこのような音圧の恒常性を反映する、刺激呈示後 210ms から 270ms に生じる比較的遅い脳活動を調査した。解析の結果、右中側頭葉および右前部下側頭葉における電

流源の存在が示唆された(図3: 音圧の恒常性に関する脳領域)。

今回のデータから、空間におけるリバーブ手がかりが音圧(音の出力エネルギー)の判断に利用され、右中側頭葉および右前部下側頭葉の聴覚連合領域がその処理に関与していることが示された

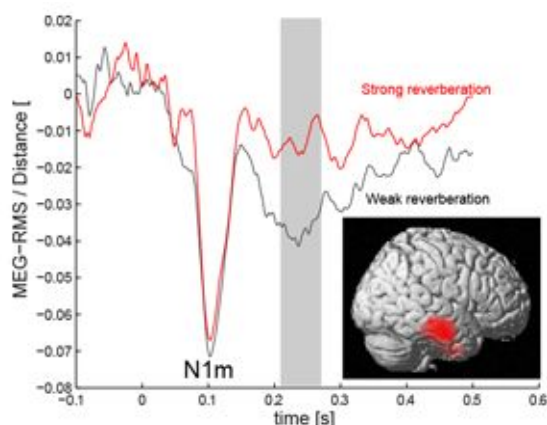


図3: 音圧の恒常性に関する脳領域

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 7件)

1) Ono K, Altmann CF, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Neural correlates of perceptual grouping effects in the processing of sound omission by musicians and non-musicians. *Hearing Research* 319: 25-31, 2015, 査読有.

2) Altmann CF, Uesaki M, Ono K, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Categorical speech perception during active discrimination of consonants and vowels. *Neuropsychologia*, 64: 13-23, 2014 査読有.

3) Altmann CF, Terada S, Kashino M, Goto K, Mima T, Fukuyama H, Furukawa S. Independent or integrated processing of interaural time and level differences in human auditory cortex? *Hearing Research*, 312: 121-127, 2014, 査読有.

4) Altmann CF, Gaese BH. Representation of frequency-modulated sounds in the human brain. *Hearing Research*, 307: 74-85, 2014, 査読有.

5) Altmann CF, Hiraumi H, Terada S, Adachi T, Votinov M, Ono K, Mima T, Fukuyama H. Preattentive processing of horizontal motion, radial motion, and intensity changes of sounds. *Neuroreport*, 24: 861-865, 2013, 査読有.

6) Altmann CF, Ono K, Callan A, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Environmental reverberation affects processing of sound intensity in right temporal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 38: 3210-3220, 2013, 査読有.

7) 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*, 38: 2786-2792, 2013, 査読有.

[学会発表](計 4件)

1) Altmann CF, Ueda R, Ono K, Furukawa S, Kashino M, Mima T, Fukuyama H. Parallel processing of dynamic interaural time and level differences: a human electroencephalography study. 38th Japan Neuroscience Society Meeting, Kobe, Japan, 2015.

2) Altmann CF, Uesaki M, Ono K, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Categorical perception of consonants and vowels: behavioral and magnetoencephalographic evidence. 5th Conference on Auditory Cortex, Magdeburg, Germany, 2014.

3) Altmann CF, Uesaki M, Ono K, Matsuhashi M, Mima T, Fukuyama H. Effects of categorical speech perception during active discrimination of stop-consonants and vowels within the left superior temporal cortex. 12th International Conference on Cognitive Neurosciences, Brisbane, Australia, 2014.

4) Altmann CF, Terada S, Kashino M, Mima T, Fukuyama H, Furukawa, S. Independent or integrated processing of interaural time and level differences in human auditory cortex. 43rd Annual Meeting of the Society for Neuroscience, San Diego, CA, USA, 2013.

〔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

www.lims.kyoto-u.ac.jp

6 . 研究組織

(1)研究代表者

ALTMANN Christian

京都大学医学研究科准教授

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