

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：23201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16022

研究課題名(和文)カクテルパーティ効果による音の認識に周波数毎の両耳間時間差が与える影響の解明

研究課題名(英文)Effect of interaural time difference for each frequency on sound perception by cocktail party effect

研究代表者

森川 大輔(Morikawa, Daisuke)

富山県立大学・工学部・講師

研究者番号：70709146

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)：周波数毎の両耳間時間差がカクテルパーティ効果による音の認識にどのように影響を与えるかを明らかにするために、各周波数の時間情報だけを操作して音を呈示する手法を確立し、この手法で呈示された音がどのように分離・統合されるかを聴取実験によって調べた。その結果、一つの刺激音の各周波数の両耳間時間差を操作し、各周波数間の両耳間差の差異によって、一つの刺激音が二つ以上に分離される条件、すなわち、元々一つであるにも関わらず統合されない条件が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study clarifies the effect of difference of the interaural time difference on respective frequencies for cocktail party effect. First, we established a method of manipulating only the interaural time difference of each frequency. Second, we conducted listening tests to find out the when the sound image will segregated using this method under systematic conditions.

研究分野：音響工学

キーワード：カクテルパーティ効果 到来方向 両耳間時間差

1. 研究開始当初の背景

ヒトは話者が多く居る場合などの多数の音が存在する状況下であっても、目的の一つの音声に注意を向けて聴くことができる。また、オーケストラのような多数の楽器が鳴っている環境であっても、一つの楽器音に注意を向けることでその楽器音のみの旋律を追うことができる。この能力は、カクテルパーティ効果と呼ばれ古くからよく知られている。カクテルパーティ効果は、音の到来方向の違いや、音色の違い、アクセントの違い、ピッチの違い、言語の違いといった様々な情報を手がかりにして生じていると考えられている。中でも音の到来方向の違いはカクテルパーティ効果に大きな影響を与えていることが知られている。

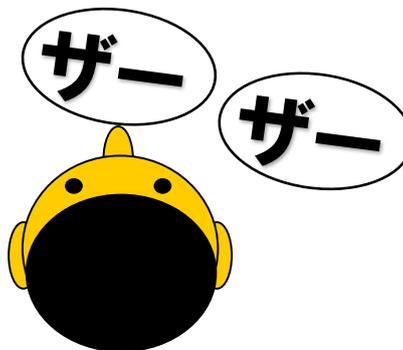
申請者は、音の到来方向の違いによって生じる音響的特徴の差がカクテルパーティ効果に与える影響について研究をすすめ、その中で、音の到来方向の違いによる手がかりのみが存在する条件化でも、2つの刺激音を分離して知覚できること、すなわち、音の到来方向の違いによる情報だけで、二つの音を別々の音の塊として認識できることを発見した(図1)。そして、音の到来方向の違いによる手がかりの中でも、両耳に到達する音の時間差である両耳間時間差が重要であることを明らかにした[1]。これらの発見から、カクテルパーティ効果の要因の一つは、両耳間時間差に基づいて一つ一つの音声や楽器音を別々に分離し、それぞれを一つの音の塊として認識することと予測される。

両耳間時間差は一般的に全周波数帯域の平均的な時間差として算出される。申請者が行った上記の研究においても、この平均的な両耳間時間差を指標として用いた。しかし、音がある音源から耳に到達するまでにかかる時間は周波数によって異なり、それに伴って両耳間時間差も周波数ごとに異なることが報告されている。また、ヒトが音の到来方向を知覚する場合、頭部を動かすことが重要であることが知られている。両耳間時間差は、頭部の動きに応じて動的に変化するため、両耳間時間差が与える影響には、頭部の動きによる変化も重要であることが予測される。すなわち、ヒトが音の一つの音の塊として認識するメカニズムには、平均的な両耳間時間差だけでなく、両耳間時間差の周波数依存性や頭部の動きによる変化も大きな要因である。

しかしながら、ヒトが両耳間時間差の周波数依存性や頭部の動きによる変化などの要因を統合して、多数の音の一つの音の塊として認識するメカニズムについては明確に説明できていない。そこで本研究では、ヒトが多数の音の一つの音の塊として認識するメカニズムに対する両耳間時間差の役割をより深く議論するために、両耳間時間差における周波数ごとの動的な変化が、音の一つの音の塊として認識するメカニズムに与える影響を明らかにする。



(a) 到来方向の情報がない場合



(b) 到来方向の情報がある場合

図1 到来方向の違いによる音の認識のイメージ

2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒトが音の一つの音の塊として認識するメカニズムのモデル化である。これを実現するためには、音の到来方向の違いによる各周波数間の両耳間時間差の差異が、音の認識に与える影響を体系化し、このメカニズムに対する両耳間時間差の役割を明らかにする必要がある。そこで本研究では、刺激音の両耳間時間差を周波数ごとに系統的・動的に変化させて呈示させるシステムを用いて知覚実験を行い、両耳間時間差が音の一つの音の塊として認識するメカニズムに与える影響を、全周波数の平均ではなく、各周波数間の両耳間時間差の差異について系統的に明らかにする。また、これらに対して頭部の動きによる両耳間時間差の時間的な変化が与える影響を明らかにする。そして、明らかになった条件からヒトが音の一つの音の塊として認識するメカニズムでの両耳間時間差の役割のモデル化を目指す。

本研究の特色は、周波数ごとに両耳間時間差を系統的・動的に制御することで、各周波数間の両耳間時間差の差異と、両耳間時間差の時間的な変化が音の認識に与える影響を明らかにすることである。これは、ヒトの音の認識能力の一部を明らかにするだけでなく、聴覚処理の過程において各周波数の情報がどう統合されているかをより深く議論することにもつながり、音の一つの音の塊として認識するメカニズムのモデル化だけでなく、ヒトの聴覚メカニズムの解明にも

(4) 頭部運動の影響

類似した実験を受聴者の頭部の動きに追従して、位置が変わる条件で実験を行ったところ、分離知覚が生じる阻止帯域幅や、時間差に影響はなかった。一方で、頭部運動に追従して移動する低域音と、頭部運動に追従せず頭部中心に定位する高域音に分離して知覚される現象が確認された。これは、両耳間時間差で定位される 1.5 kHz 以下の帯域の音像は頭部の動きに追従して定位され、両耳間音圧差で定位される 1.5 kHz 以上の帯域の音像は頭部の動きに追従せず、頭部中心に定位するためであった。

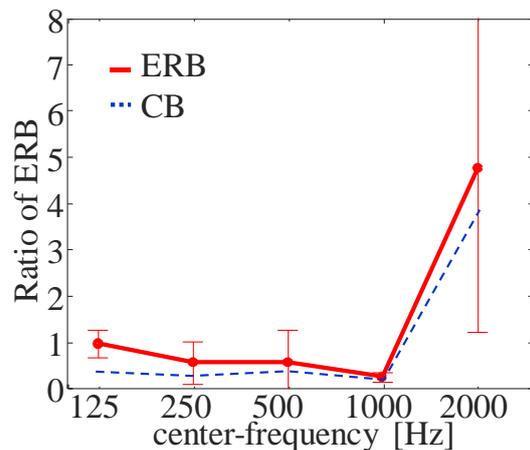


図 3 帯域幅の影響

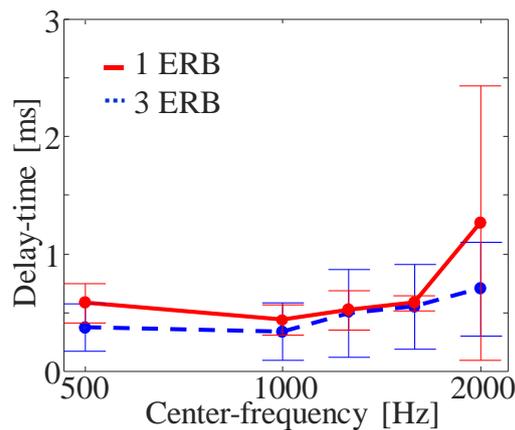


図 4 遅延時間の影響

<引用文献>

- [1] Daisuke Morikawa, "Effect of interaural difference for localization of spatially segregated sound," Proceedings of The Tenth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, F1-02, 2014
- [2] Kousuke Taki, Shogo Kiryu, Kaoru Ashihara, "Capturing spatial audio information by using a miniature head simulator," Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol.19, 025022, pp.1-7, 2013.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Daisuke Morikawa, Relationship between Localization of Spatially Segregated Sound and Variation in Interaural Level and Time Differences due to Head Rotation, Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 査読有、Vol.8、No.6、2017、pp. 1420-1429, <http://bit.kuas.edu.tw/~jihmsp/2017/vol8/JIH-MSP-2017-06-022.pdf>
- ② Kyoko Takahashi, Daisuke Morikawa, Horizontal Localization of Sound Images and Sound Sources for Monaural Congenital Deafness, Journal of Signal Processing, 査読有、Vol.21、No.4、2017、pp. 167-170 DOI: 10.2299/jsp.21.167

[学会発表] (計 19 件)

- ① Nguyen Khanh Bui, Daisuke Morikawa, Masashi Unoki, Method of estimating direction of arrival of sound source for monaural hearing based on temporal modulation perception, ICASSP2018, 2018
- ② 森川大輔, 音像の分離知覚に周波数ごとの両耳間時間差の変化が与える影響, 日本音響学会 2018 年春季研究発表会, 2018
- ③ 高道慎之介, 森川大輔, クラウドソーシング参加者の信頼度と音像定位精度の関係, 日本音響学会 2018 年春季研究発表会, 2018
- ④ 北島大夢, 石井大地, 梅谷智弘, 北村達也, 森川大輔, テーブルトップ型ロボットを用いたテレヘッドシステムの開発, 日本音響学会 関西支部 若手研究者交流研究発表会, 2017
- ⑤ 北島大夢, 石井大地, 梅谷智弘, 北村達也, 森川大輔, テーブルトップ型ロボットとヘッドマウントディスプレイを用いたテレヘッドシステムの試作, 電子情報通信学会 応用音響研究会, 2017
- ⑥ Tatsuya Hirahara, Daiki Kojima, Daisuke Morikawa, Monaural sound localization under conditions of active head rotation, 日本音響学会 聴覚研究会, 2017
- ⑦ 森川大輔, 周波数による両耳間時間差の違いが音像の分離知覚に与える影響, 日本音響学会 2017 年春季研究発表会, 2017
- ⑧ 高橋響子, 森川大輔, 先天性単耳受聴者の水平面における音像定位と音源定位, 日本音響学会 2017 年春季研究発表会, 2017
- ⑨ Kyoko Takahashi, Daisuke Morikawa, Horizontal localization of sound images and source in monaural congenital deafness, 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, 2017
- ⑩ Nguyen Khanh Bui, Daisuke Morikawa,

- Masashi Unoki, Investigation of head-related modulation transfer function for monaural sound localization、電子情報通信学会 EMM 研究会、2017
- ⑪ Daisuke Morikawa、Role of static and dynamic interaural differences in the localization of spatially segregated sounds、5th Joint Meeting Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan、2016
- ⑫ Daisuke Morikawa、[Invited] Impact of variation in interaural level and time differences due to head rotation in localization of spatially segregated sound、The Twelfth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing、2016
- ⑬ Nguyen Khanh Bui、Daisuke Morikawa、Masashi Unoki、[Invited] Investigation on the head-related modulation transfer function for monaural DOA、The Twelfth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing、2016
- ⑭ 森川大輔、3D プリンタの印刷条件による耳介伝達関数の変化、日本音響学会 2016 年秋季研究発表会、2016
- ⑮ 森川大輔、頭部運動による両耳間音圧差の変化が音像の知覚に与える影響、日本音響学会 2016 年春季研究発表会、2016
- ⑯ 森川大輔、[招待講演] 静的および動的両耳間差が音像の分離知覚に与える影響、電子情報通信学会応用音響研究会 2015
- ⑰ Daisuke Morikawa、Masaru Ando、Masashi Unoki、[Invited] Feasibility of estimating direction of arrival based on monaural modulation spectrum、The Eleventh International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing、2015
- ⑱ 森川大輔、頭部運動による両耳間差の変化が音像の分離知覚に与える影響、日本音響学会 2015 年秋季研究発表会、2015
- ⑲ 森川大輔、頭部運動に追従した両耳間時間差の変化による音像の分離知覚、音学シンポジウム 2015、2015

[図書] (計 2 件)

- ① Daisuke Morikawa、Impact of variation in interaural level and time differences due to head rotation in localization of spatially segregated sound、Springer、Advances in Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing: Proceeding of the Twelfth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Nov., 21-23, 2016, Kaohsiung, Taiwan, Volume 1、2016、175-182

- ② Nguyen Khanh Bui、Daisuke Morikawa、Masashi Unoki、Investigation on the head-related modulation transfer function for monaural DOA、Springer、Advances in Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing: Proceeding of the Twelfth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Nov., 21-23, 2016, Kaohsiung, Taiwan, Volume 1、2016、191-198

[その他]

富山県立大学 研究者紹介 森川大輔
<http://researcher.pu-toyama.ac.jp/profile/ja.775c3d1fd14ba93a.html>
 平原森川研究室
<http://auris.pu-toyama.ac.jp/Reserchmap> 森川大輔
<https://researchmap.jp/morikawa/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森川 大輔 (MORIKAWA, Daisuke)
 富山県立大学・工学部知能ロボット工学科・講師
 研究者番号：70709146