

音源の移動と音圧の位相差スペクトルの関係について

日大生産工（院） ○小野 将

日大生産工 霜山 竜一

1. はじめに

人は、視覚だけでなく両耳による聴覚情報を用いて周囲の状況を認識している。音源の前後、左右への移動も両耳聴によって知覚できるが、どのような音響情報を利用しているかは明らかではない¹⁾。両耳聴ヘッドトルソで検出された音圧の位相差の周波数特性(位相差スペクトル)は音源の位置に依存して変化する²⁾。本研究では、反響のある室内で、両耳聴ヘッドトルソに音源を接近させた場合の位相差スペクトルの時間変化について検討した。

2. 音圧の位相差スペクトルの評価法

反響のある室内では、音圧の位相差スペクトルは反射音の影響でばらつく傾向がみられる。位相差スペクトルのばらつきを式(1)に示す標準偏差値で表す。中心周波数 f_i 近傍の周波数帯域 Δf に含まれる位相差データの個数を $2m+1$ とすると、標準偏差 ρ_i は、

$$\rho_i = \sqrt{\frac{1}{2m+1} \sum_{j=i-m}^{i+m} (\varphi_j - \bar{\varphi}_i)^2} \dots (1)$$

で表される。ここで φ_j は周波数 f_j における位相差値、 $\bar{\varphi}_i$ は Δf 内の位相差の平均値である。中心周波数 f_i を変えて位相差の標準偏差 ρ_i を求めると、標準偏差の周波数特性が得られる。得られた標準偏差の周波数特性の周波数帯域 ΔF 内の平均値でばらつきを評価する。

3. 実験条件

図1に示すようにゴルフボール大の小型

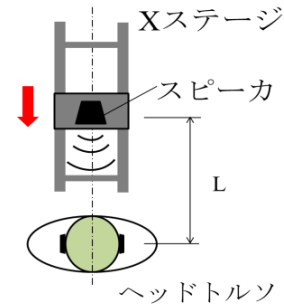


図1 両耳聴ヘッドトルソと X ステージ上のスピーカの配置(平面図)

スピーカ(SS-IS15,SONY)をXステージの台座に固定し、両耳聴ヘッドトルソ(4100-D,B&K)の正面に配置した。シーケンサソフトウェア(Audacity)を用いて広帯域ノイズをスピーカから発生させるタイムスケジュールを設定した。ヘッドトルソの外耳部に内蔵されたマイクロホンで検出された2系統の音響信号を、24bit 分解能のA/D変換ボード(PCI-4474,N.I.)を装備したワークステーション(GX280,DELL)で同時収録した。残響時間が0.4[s](RT60)である室内の中央部で実験を行った。音の騒音レベルはヘッドトルソの外耳部で騒音計(4110,KANOMAX)を用いて測定した。標準偏差の周波数特性は周波数帯域 ΔF :4[kHz]～11[kHz]で平均した。 $\Delta f = 1.25$ [kHz], $m = 250$, サンプリング周波数 24[kHz], 各チャンネルの1フレームは4800個のデータを含む。ハニング窓を用いた。

4. 実験結果

スピーカとヘッドトルソ間の距離を1[m]に設定し、音の大きさを変えて、標準

偏差の平均値と騒音レベルの関係を求めた。結果を図 2 に示す。騒音レベルが 50[dB] 以上であれば標準偏差の平均値は一定になることが分かる。音圧の位相差スペクトルが音の大きさに依存しないように、騒音レベルを 50[dB] 以上に設定して実験を行った。スピーカから音を出した状態で、スピーカが静止している場合と速度約 2[cm/s] で近づけた場合を比較した結果を図 3 に示す。スピーカが近づくにつれて標準偏差の平均値は減少する様子が分かる。静止状態のスピーカから、開始 10 秒後に 10 秒間音を発生させた結果を図 4 に示す。音を発生させた時間内で標準偏差の平均値は減少した。図 5 ではスピーカの移動中に 10 秒間音を発生させた結果を示す。音を発生させながらスピーカが接近するため、標準偏差の平均値が僅かに減少する様子が分かる。

5. おわりに

反響のある室内で両耳聴ヘッドトルソに音源を近づけた場合の音圧の位相差スペクトルの時間変化について検討した。その結果、騒音レベルが 50[dB] 以上では位相差スペクトルは音の大きさに依存しない、音を発生させると位相差スペクトルの平均値は変化する、音源が近づくとき平均値は低下すること等が分かった。

「参考文献」

- 1) P. Zahorik, D. S. Brungart, A. W. Bronkhorst, "Auditory Distance Perception in Humans", Vol. 91, (2005), p. 409-420.
- 2) 櫻井, 霜山, 「位相差スペクトルにおける音源までの距離推定-測定環境と位相差値のばらつきについて-第 11 回情報科学技術フォーラム, H-037, 2012, pp. 201-202.

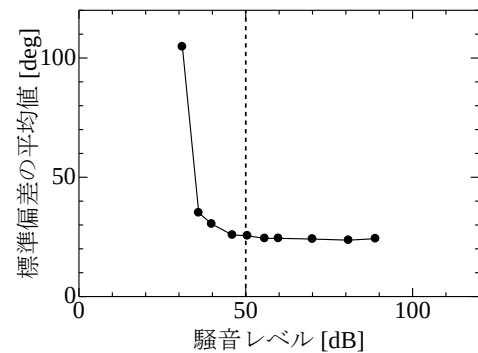


図 2 標準偏差の平均値と騒音レベルの関係

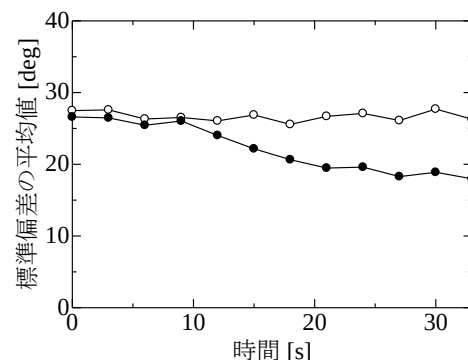


図 3 標準偏差の平均値の時間変化
(音あり, ● 移動 ○ 移動せず)

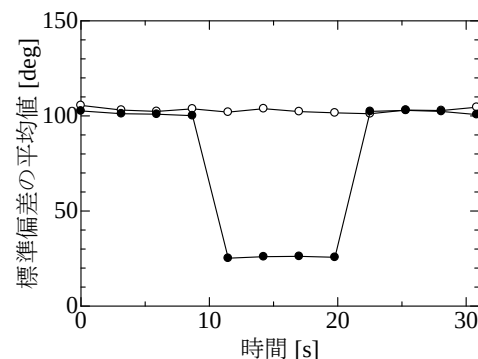


図 4 標準偏差の平均値の時間変化
(静止, ● 音あり(10s~20s) ○ 音なし)

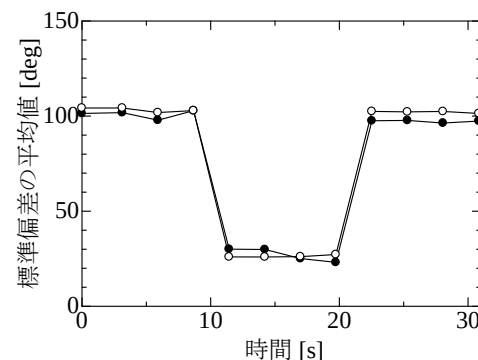


図 5 標準偏差の平均値の時間変化
(音あり(10s~20s), ● 移動 ○ 移動せず)