ISSN 2186-5647

2-22

両耳聴ヘッドトルソ後方にある音質の異なる音源の動き検出

日大生産工(院)　○小野　将
日大生産工　霜山　竜一

1　まえがき

難聴者，聴覚障害者は，外出時に側方や後方からの危険に晒されることがある．従来用いられている，聴覚支援機器の一つである補聴器の機能は，雑音の除去や音の増幅が主である[1]．本研究では，音源までの距離や移動をコンピュータで検出し，利用者に提示するウェアラブル型高機能聴覚支援機器の開発を目指している．著者らは，音源の距離検出に有効な音圧の短時間両耳間位相差を用いて，後方にある音源の移動を検出した[2]．本報告では，反響のある室内で，両耳聴ヘッドトルソの後方から，音質の異なる音源を接近させた場合の短時間両耳間位相差について検討した。

2　音圧の短時間両耳間位相差の評価方法

反響のある室内では，反射音の影響で音圧の短時間両耳間位相差の周波数特性にばらつきがみられる．短時間両耳間位相差のばらつきを式(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 に含まれる位相差のデータ個数を2m+1とすると，標準偏差 ρ_i は，

$$\rho_i = \sqrt{\frac{1}{2m+1}\sum_{j=i-m}^{i+m}(\varphi_j - \overline{\varphi_i})^2} \quad \cdot\cdot\cdot (1)$$

で表される．ここで φ_j は周波数 f_j における位相差値，$\overline{\varphi_i}$ 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⊿F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，支柱付の小型スピーカ(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)の後方に設置した．シーケンサ(NB254C，日立産機システム)でXステージ台座の移動を制御した．外耳部における音の騒音レベルを騒音計(TYPE-6230,アコー)で測定した．スピーカとヘッドトルソ間の距離はレーザー距離計(DT35,SICK)で測定した．ヘッドトルソに内蔵したマイクロホンで検出された音響信号を，24bit分解能のA/D変換ボード(PC-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．$\Delta f = 1.25$ [kHz]，$m = 250$，サンプリング周波数は24[kHz]とした．各チャネルの1フレームは4800個のデータを含む．ハニング窓を用いた．スピーカの移動速度は2[cm/s]である．4[kHz]～6[kHz]の周波数範囲⊿Fで平均化した．

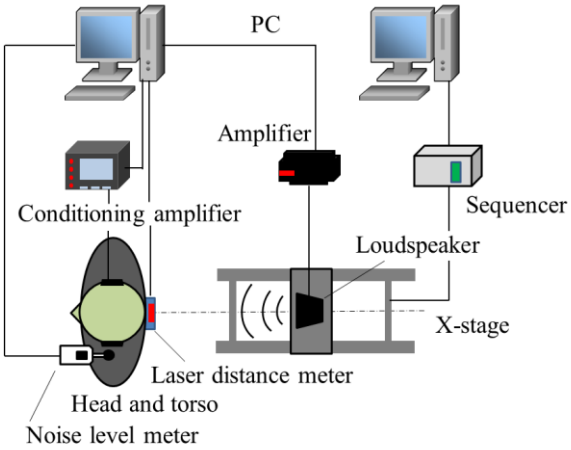

図1　システム構成図

4　実験結果

図2に，異なる距離で標準偏差の平均値と騒音レベルの関係を調べた結果を示す．周波数範囲4[kHz]～6[kHz]で平均化した場合に，騒音レベルに対する標準偏差の平均値の変動は約±2°で，標準偏差の平均値は，騒音レベルに

Motion Detection of a Sound Source with Various Sound Qualities behind Binaural Head and Torso

Masaru ONO, Ryuichi SHIMOYAMA

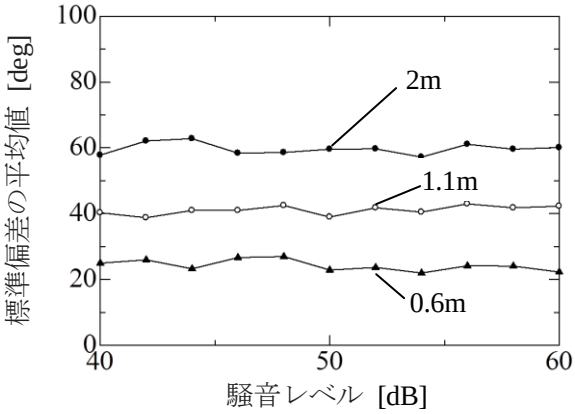

図2　標準偏差の平均値と騒音レベルの関係
(音源: バイクの走行音)

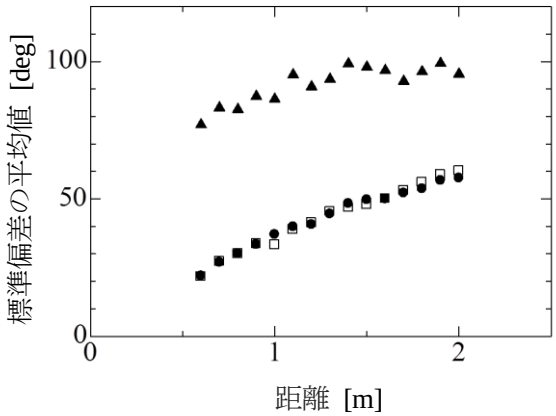

図3　標準偏差の平均値と距離の関係
(音質: ● バイクの走行音　□ 車の走行音
▲ ピアノ協奏曲)

ほとんど依存しないことが分かる．3種類の音質で標準偏差の平均値と距離の関係を調べた(図3)．音が断続するピアノ協奏曲では標準偏差の平均値は高く，不規則だが，比較的連続的な音で構成されるバイクと車の走行音の標準偏差の平均値は同様の傾向を示し，ともに距離に比例した．スピーカから連続的にバイクの走行音を発生させ，速度2[cm/s]でスピーカを移動させた場合の推定距離の時間変化を図4に示す．実線はレーザー距離計で測定された距離である．スピーカの位置に応じて，推定距離は減少，増加する様子がみられた．実距離に対して推定距離は最大で約0.22[m]の差が生じた．図4の推定距離の中央微分値の時間変化を図5に示す．微分値は，音源が近づく区間で負となり，遠ざかる区間で正の値となった．推定距離の微分値(速度)の正負から，音源の動きが推定可能なことが分かる．

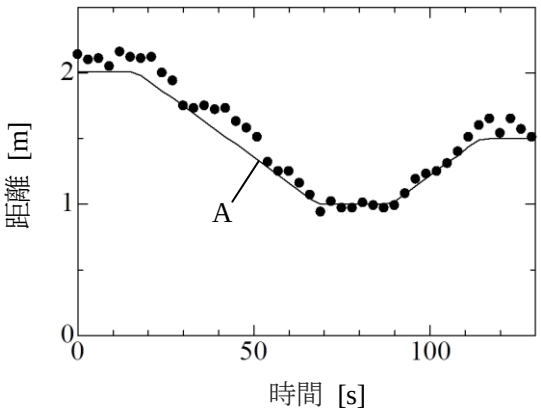

図4　推定された距離の時間変化
(移動速度: 2cm/s, ● 推定距離 A 実際の距離,
音質: バイクの走行音)

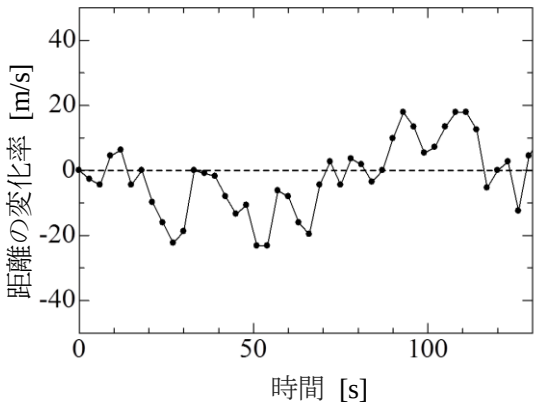

図5　推定距離の変化率の時間変化
(図4に示す推定距離の中央微分値,
音質: バイクの走行音)

5 まとめ

反響のある室内において，両耳聴ヘッドトルソの後方にある，音質の異なる音源を移動させた場合の，短時間両耳間位相差について検討した．その結果，(1)平均化する周波数範囲が4[kHz]～6[kHz]の場合，標準偏差の平均値は騒音レベルにほとんど依存しない．(2)推定距離の変化率の正負から，音源の動きが検出可能なことが分かった．今後は，音源が横方向に移動する場合について検討する予定である．

「参考文献」

1) M.Valente D .Fabry L.G.Potts “Recognition of Speech in Noise with Hearing Aids Using Dual Microphones”,Joumal of the American Academy of Audiology 6.6 (1995), p.440-449.

2) 小野，霜山，「両耳聴ヘッドトルソを用いた後方にある音源の動き検出」電子情報通信学会2014年総合大会，A-10-4，2014，pp.5