

音像距離とラウドネスに関する音圧レベルの弁別閾の比較*

☆岡龍也(千葉工大院・工学研), △牛山智裕(千葉工大・工), 飯田一博(千葉工大・工)

1 はじめに

ヒトの知覚する音像距離に影響を及ぼす物理的要因として、音圧レベル、反射音、信号の意味などいくつかの要因があげられている[1]. Gardnerは無響室内に複数設置したスピーカから音声を提示し、被験者に音像距離を答えさせた。その結果、音像距離と実際の音源距離とは無関係であり、音像距離は受聴位置での音圧レベルに依存することを示した[2]. しかし、受聴位置での音圧レベルがどの程度変化したら、音像距離が変化するか明らかになっていない。本報では、様々な入射方向について、音像距離に関する音圧レベルの弁別閾を恒常法により求め、ラウドネスに関する弁別閾と比較した。

2 実験方法

2.1 実験条件

実験は無響室で行った。音源の提示方向は、水平面内4方向(0, 30, 90, 180°)とし、スピーカから被験者の頭部中心までの距離は1.6mとした(Fig.1)。システムは、ノートPC(DELL studio XPS 1340), オーディオインターフェース(RME Fireface 400), D/Aコンバータ(YAMAHA DA824), イコライザ(YAMAHA Q2031B), パワーアンプ(YAMAHA HC1500), スピーカ(ユニット: FOSTEX FE83E ボックス: ダイトーボイス SV70)で構成した。音源信号には、広帯域ホワイトノイズ(220~17000 Hz)を用いた。再生系は、周波数特性200~20000 Hzにおいての1/3オクターブバンドレベル差が±1 dB以内になるようグラフィックイコライザで調整した。被験者は20代男子学生4名である。

2.2 刺激の種類

刺激として、基準音と比較音を提示した。基準音は、被験者頭部中心で42 dBAである。

比較音は、基準音に対して±0.1, ±0.2, ±0.5, ±1.0, ±2.0, ±5.0 dBAだけ変化させた全12種類である。

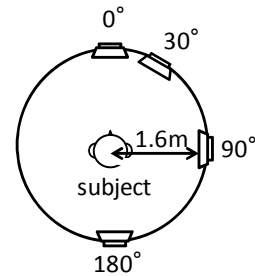


Fig.1 スピーカ配置

2.3 提示方法および回答方法

音像距離に関する音圧レベルの弁別閾を求める実験とラウドネスに関する弁別閾を求める実験を行った。基準音と比較音を1対とし、提示方向(4方向)×比較音(12種類)の全48対をランダムに並べたものを1試行とした。なお、基準音を先に提示した場合と比較音を先に提示した場合の2通りがある。被験者は、音像距離とラウドネスについてそれぞれ16試行ずつ実験を行った。また、最初の1回は練習試行とし分析から除外した。1刺激の提示時間は、1.2秒(前後に0.1秒の立上がり立下りを含む)、2つの刺激の提示間隔は1秒、回答時間は5秒とした(Fig.2)。また回答方法として、恒常法の2者強制選択法を用いた。被験者には対となって提示された先行音と後続音について、音像距離の場合は近いと知覚した方を回答させた。また、ラウドネスの場合は大きいと知覚した方の刺激を回答させた。

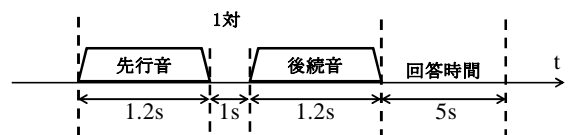


Fig.2 刺激の提示方法

* Comparison of just noticeable sound pressure level difference in sound image distance and loudness, by OKA, Tatsuya, USHIYAMA, Tomohiro, IIDA, Kazuhiro (Chiba Institute of Technology)

2.4 分析方法

全被験者の回答を用いて、基準音より比較音の方が音像距離の場合は近いと回答した数、ラウドネスの場合は大きいと回答した数の全回答数に対する割合を各方向の刺激の種類毎に求め、それをz変換し、最小二乗法を用いて回帰直線を求めた。ただし、回答が100%および0%のものは省いた。音像距離とラウドネスの各回帰直線の相関係数は0.91~0.98となった。また、回帰直線から基準音より比較音の方が音像距離では近い、ラウドネスでは大きいと知覚した割合が、75%($z=0.67$)になる音圧レベルを上側弁別閾、25%($z=-0.67$)となる音圧レベルを下側弁別閾とした。

3 実験結果と考察

実験から求めた音像距離とラウドネスの弁別閾をFig.3に記す。

まずラウドネスの弁別閾についてみる。0°方向の上側と下側の弁別閾はそれぞれ、1.4および-1.2 dBであった。この値は、Miller [3]の結果(0.41 dB)と比較し、およそ1 dB大きい。その理由として、Millerの実験では刺激をイヤホンにより再生しているのに対し、本実験ではスピーカにより再生していることが考えられる。30°方向の上側と下側の弁別閾はそれぞれ、0.9および-1.6 dBであった。また、90°および180°方向の上側と下側の弁別閾の絶対値は、0.5~0.7 dBとなった。このことより、側方および後方の方が、正面に比べて弁別しやすいことがわかる。

次に、音像距離に関する音圧レベルの弁別閾をみる。0°方向の弁別閾の絶対値は上側、下側ともにおよそ1.5 dBである。30°方向では、1.0 dBである。90°および180°方向の弁別閾の絶対値は、1.3~1.4 dBであった。

最後に、ラウドネスと音像距離に関する音圧レベルの弁別閾を比較すると、30°方向の下側弁別閾を除き音像距離の弁別閾の方が大きい。その差は、0.1~0.8 dBであった。これは、ラウドネスの違いを知覚しなければ、音像距離の違いを知覚できないことを表している。

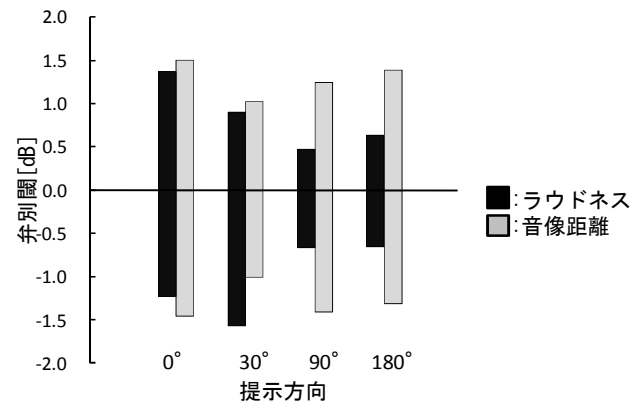


Fig.3 音像距離およびラウドネスの弁別閾

4 おわりに

本研究では、水平面内4方向(0, 30, 90, 180°)において音像距離およびラウドネスに関する音圧レベルの弁別閾を求め、またそれを比較し以下のことを示した。

- 1)ラウドネスの弁別閾の絶対値は、0°では1.3 dB程度であるのに対し、90°および180°では0.5~0.7 dBと小さくなる。
- 2)音像距離の弁別閾は、0°では1.5 dB程度であった。また、30°では1.0 dB、90°、180°方向では1.3~1.4 dBであった。
- 3)音像距離の弁別閾は、ラウドネスのそれより大きくなる傾向にある。その差は、0.1~0.8 dBであった。

今回は、4人の被験者に対して基準音圧レベルを42dBAとして実験を行った。今後は、多数の被験者を用いて、より高い基準音圧レベルを含めた実験を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は科研費(基盤研究(A)22241040)により実施した。

参考文献

- [1] 飯田一博, 森本政之, “空間音響学,” コロナ社, 2010.
- [2] Gardner, M.B., .Acoust.Soc.Am.45, PP.400-408, 1969
- [3] G.A.Miller, .Acoust.Soc.Am.19, PP.609-619, 1947