

## D1-13

## 16 チャンネル音場再生システムを用いた音像定位に関する基礎的検討 その1 単一音源に対する定位実験

### A basic study on sound localization by using 16 channel sound field reproduction system

#### Part 1 Psychological experiment on sound localization by a single sound source

○高須賀弘忠<sup>1</sup>, 大村慎子<sup>1</sup>, 奥田光<sup>1</sup>, 下山達志<sup>2</sup>, 新見法子<sup>2</sup>, 羽入敏樹<sup>3</sup>, 星和磨<sup>3</sup>

\*Hirotsada Takasuka<sup>1</sup>, Noriko Ohmura<sup>1</sup>, Hikaru Okuda<sup>1</sup>

Tatsushi Shimoyama<sup>2</sup>, Noriko Niimi<sup>2</sup>, Toshiki Hanyu<sup>3</sup>, Kazuma Hoshi<sup>3</sup>

#### 1. はじめに

当研究室では、音場の方向情報の測定法としてC-C法<sup>[1]</sup>を用いて物理的な測定を行ってきた。音の方向情報を室内音響設計に活かすには、測定された物理量を人間の心理量と結び付ける必要がある。

そこで、本研究ではその足掛かりとして、音の物理的到來方向と、人間の音の方向知覚の関係性をスピーカーを用いて再検討することとした。

水平面内における音の方向定位の問題については、従来から多くの研究がなされている。例えば、Blauertが前後判定を行い、信号の周波数と前後判定に密接な関係がある等の知見が明らかにされている<sup>[2]</sup>。

本報告(その1)では、1つのスピーカーから音を放出した場合の音像定位について検討し、続報(その2)では、2つのスピーカーから同時に同じ試験音を放出し、合成音像に関する定位について検討したので、その結果について2報に分けて報告する。

#### 2. 実験方法

無響室内に図1に示すように音源用スピーカーを円周上に配置した。(以下、16ch音場再生システムと呼ぶ。)正面から右回りに各スピーカーに1~16の番号を付した(以下、S1~S16)。本実験では、左右の音の定位に差異はほとんど無いものとし、被験者の右側9方向のスピーカー(S1~S9)を用いた。試験信号の到来方向の提示順はランダムとし、被験者にはその順を知らせずに実験を行った。

試験信号には、中心周波数の異なる2種類の1オクターブバンドノイズ(125Hz、1000Hz)と楽音(モーツァルト作曲『ディヴェルティメント第3番へ長調K138第1楽章』)の合計3種類を用いた。また、各スピーカーの受聴レベルは受聴点において20秒間の $L_{Aeq}$ (等価騒音レベル)で測定し、125Hz、1000Hzオクターブバンドノイズでそれぞれ78dB、70dB、楽音で52dBとなるように設定した。

スピーカーの高さは、図3に示すように被験者が座位の状態では耳の高さと同じになるように1.2mとした。被験者は円の中央のイスに座り、両耳を結ぶ線の midpoint は、円の中心に位置するようにした。

被験者には、正面(S1)を向いた状態で着席し、試験信号を聴き、知覚した音の定位方向を紙面上で印すよう指示した。紙面には図2が描かれており、円弧上の定位方向に印を付けてもらい、実験終了後にその交点を実験者が分度器で測定した。なお、被験者数は正常な聴力を有する学生10名である。

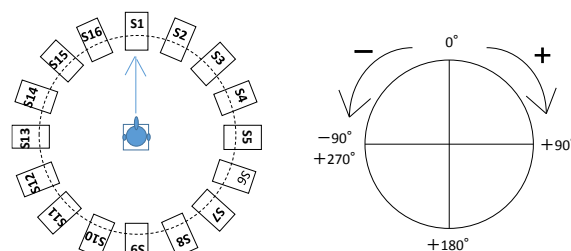


図1 16ch音場再生システム 図2 方位角の定義

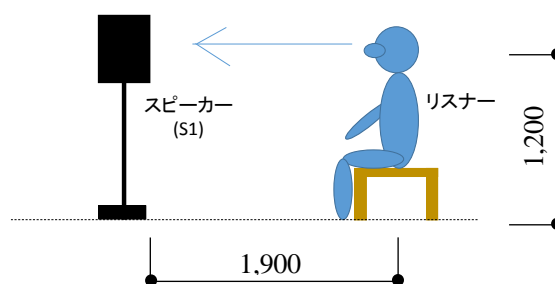


図3 スピーカーと被験者の位置関係

#### 3. 実験結果と考察

試験信号ごとの実験結果を、横軸を実際にスピーカーから出した音源方向、縦軸を被験者が知覚した方向として全被験者分をプロットしたものを、図4に示す。その際に用いた角度は、図2のように定義した。正面を0°とし、時計回りを正、反時計回りを負とした。グラフ内の実線は実際の音源方向、破線は実際の音源

1: 日大理工・学部・建築 2: 日大理工・大学院・建築 3: 日大短大・教員・建築

方向の被験者の両耳を結ぶ線に関して対称の方向であり、前後誤判定が起きたときの角度を表している。

全体的に見ると、多くの被験者が、実際の音源方向付近に音を知覚している。実際の音源方向ではない方向に音を知覚する場合、前後誤判定方向への知覚が多く見られる。また、試験信号の違いによっても知覚された方向に傾向の違いが見られる。各音源の 0 度、90 度、180 度の結果を比べると 0 度、180 度方向から音を流したとき、前後誤判定は確認できたが、90 度方向から流した場合、左右を間違えて知覚した被験者はいなかった。このことから左右方向に比べ、前後方向は前後誤判定が起りやすいことが分かる。円周上のスピーカーの中心に被験者がいる場合、到来方向の左右の違いは、両耳間時間差とレベル差が大きく異なるため判別しやすい。一方、到来方向の前後の違いは両耳間時間差とレベル差の違いが小さいため、判別が難しいと言われている。このため 0 度と 180 度にかかわらず両耳間時間差やレベル差がほぼ同じになる方向間では前後誤判定が起こる<sup>[3]</sup>。

また、試験信号ごとの実験結果を比べると、楽音では実際の音源方向付近にある程度集中して知覚されているのに対して、125Hz と 1000Hz の定常ノイズでは、知覚された方向が実際の音源方向から大きくばらついているのが分かる。これは、ノイズは周波数とレベルがほとんど変化しないのに対して、楽音は様々な周波数を含んでおり、周波数やレベルに時間変化があるため、音源の方向を知覚するきっかけとなる要素がノイズに比べ多く存在するためと考えられる。

さらに、ノイズ間で比較すると、125Hz と 1000Hz で

は大きな違いは見られなかった。水平方向での音の方向知覚に対して支配的な要素は、両耳間の時間差とレベル差であり、およそ 700Hz より低い周波数帯域では時間差が支配的となり、700Hz よりも高い周波数になるほどレベル差が支配的になることが知られている<sup>[4]</sup>。今回の検討では、方向知覚の支配的な要素が異なる 125Hz と 1000Hz で実験を行ったが、両者に大きな違いは見られなかった。

### 5. まとめ

水平面内における単一音源に対する方向判定の実験を行った結果、得られた知見は次のようにまとめられる。

- 1) 楽音とノイズを比べると楽音のほうが音源方向を正しく判定できる。
- 2) 前後と左右の音を比べると左右は判別しやすいが前後は前後誤判定が起き判別しにくい。
- 3) 125Hz と 1000Hz の定常ノイズを比べると、方向知覚の支配的な要素が異なるにも関わらず大きな違いは見られなかった。

### 【参考文献】

- [1] 羽入 ほか、「4ch カーディオイドマイクによる音場の 4 方向情報計測」、音講論(春)、1123-1126、2008
- [2] J.BLAUERT, "Sound localization in the Median Plane. Acustica", Vol.22(1969/70)
- [3] 飯田一博、森本政之、「音響サイエンスシリーズ 2 空間音響学」日本音響学会編、コロナ社、2010
- [4] 安藤彰男、「音響サイエンスシリーズ 10 音場表現」日本音響学会編、コロナ社、2014

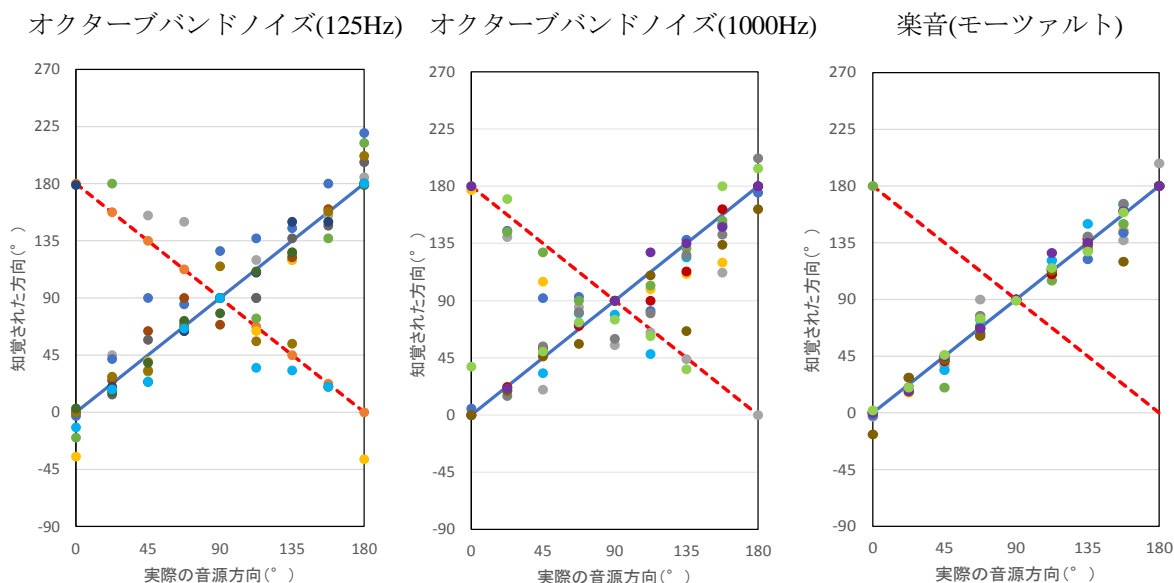


図 4 試験信号ごとの音像定位実験結果