

## D1-10

## 16ch 音場再生システムを用いた C-C 法の方向情報測定精度の検討

A study on accuracy of C-C method in measuring directional information of sound by using 16-channel sound field reproduction system

○新見法子<sup>1</sup>, 羽入敏樹<sup>2</sup>, 星和磨<sup>2</sup>\*Noriko Niimi<sup>1</sup>, Toshiki Hanyu<sup>2</sup>, Kazuma Hoshi<sup>2</sup>

## 1. はじめに

本研究室では、音の方向情報の測定手法として C-C 法<sup>[1]</sup>を用いている。C-C 法は 4ch や 6ch 等フレキシブルなチャンネル構成が可能である。本報では自由音場において C-C 法のチャンネル数の違いによる音の方向検出精度の相違を検討したので、その結果について報告する。

## 2. C-C 法を用いた方向情報の測定

4ch カーディオイドマイクロホンは 3 次元で正四面体の重心と各頂点を結んだ方向にマイクロホンを向け配置 (C-C4 法<sup>[1]</sup>) し、6ch カーディオイドマイクロホンは直交座標軸上に 2ch ずつ対向して配置 (C-C6 法<sup>[2]</sup>) する。それぞれのマイクロホンの間隔は、C-C4 法で 16mm、C-C6 法で 15mm である (マイクロホン間先端の距離)。

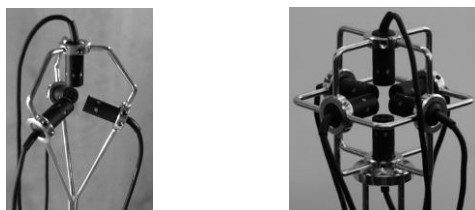


Figure 1. Three-dimensional probe (Left : C-C4 method, Right : C-C6 method)

## 3. モノラル再生による方向検出

## 3-1. 測定方法

16ch のスピーカを円弧上水平面に 22.5° おきに配置し、1ch ずつスピーカを再生した。スピーカ先端から受音点までの距離は 1,900mm とし、測定はインパルス応答の測定 (ISO3382-1) に準拠して行った。各スピーカから TSP 信号を発生し、マイクロホンで録音し、ITSP を畳み込みインパルス応答を得た。

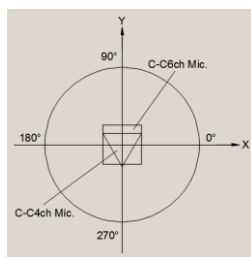


Figure 2. Definition of coordinate and angle (Triangle : C-C4 method, Square : C-C6 method)

## 3-2. 結果及び考察

1ch の TSP 信号による C-C4 法及び C-C6 法それぞれのスピーカの方向検出結果を Fig. 2 に示す。C-C4 法及び C-C6 法のいずれにおいても、4kHz 以下ではスピーカ方向をほぼ正確に検出できた。一方、8kHz ではどちらも検出誤差が大きくなった。これは C-C 法の理論上ではマイクロホン間距離ゼロを前提としているが、実際にはマイクロホン同士距離を持っているため、波長の短い高音域においてその影響が出たと考えられる。8kHz において、C-C4 法の方が検出誤差が小さいのは、C-C4 法ではいずれのマイクロホン間の距離が等しく、距離による位相差の影響が少ないことが可能性として挙げられる。

## 4. ステレオ再生による合成音場の方向検出

## 4-1. 測定方法

16ch のスピーカのうち 2ch を再生して合成音像を作成した。作成した合成音像 (干渉音場) について C-C4 法及び C-C6 法による測定精度について検証する。再生する 2ch のスピーカの開き角は 45° である。

## 4-2. 結果及び考察

合成音像の C-C4 法及び C-C6 法それぞれのスピーカの方向検出結果を Fig. 3 に示す。モノラル再生による音像の測定精度と比較して、ステレオ再生では低音域、中音域ではモノラル再生と同様にほぼ正確な方向を検出できたが、4kHz 以上の高音域からばらつきが見られ、8kHz ではほとんど正確な方向情報を得ることができなかった。2 台のスピーカで作られる音場は干渉音場となり、モノラル再生による単一平面波音場とは異なり、音圧と粒子速度の振幅と位相の関係がより複雑になる。そのため、このような干渉音場ではマイクロホン間隔の影響がより顕著に表れたものと考えられる。また、C-C4 法より C-C6 法の方が比較的ばらつきが小さくなったことから、干渉音場では多チャンネル化がマイクロホン間隔の影響を最小限に抑えるのに有効である可能性を示唆している。

5. まとめ

1ch スピーカで再生した音像を測定した場合と 2ch スピーカで作成した合成音像を測定した場合とでは、それぞれ方向情報の測定精度が異なることがわかった。いずれにおいても 1kHz 以下の低音域, 中音域では安定した結果が得られた。自由音場で測定精度を向上させるには、多チャンネル化させ、マイクロホン間距離の校正を計ることも検討したい。

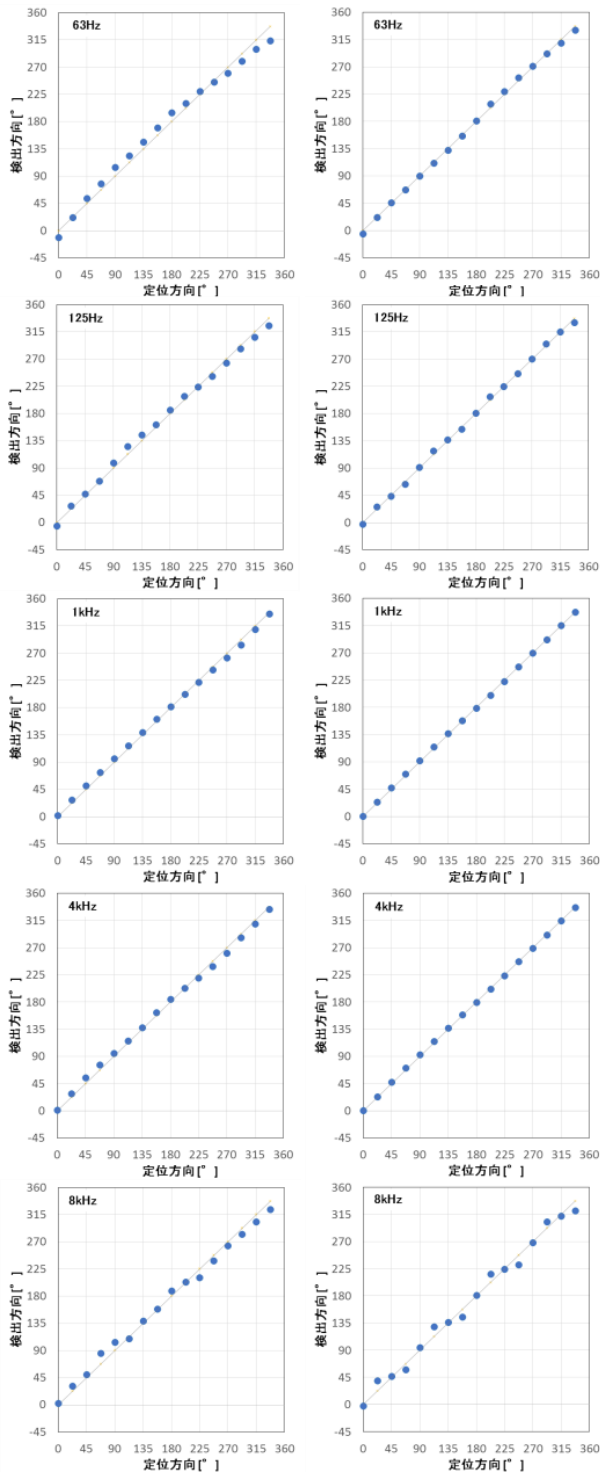


Figure 2. Result of directional measurement by monaural system (Left : C-C4 method, Right : C-C6 method)

6. 参考文献

- [1] 羽入他：「4ch カーディオイドマイクを用いた室内音響エネルギー密度の測定法」, 音響学会講演論文集, pp.1149-1152 (2008.3)
- [2] 羽入他：「カーディオイドマイクを用いた室内音響エネルギー密度の測定法」, 音響学会建築音響研究会資料, AA2009-37 (2009.5)

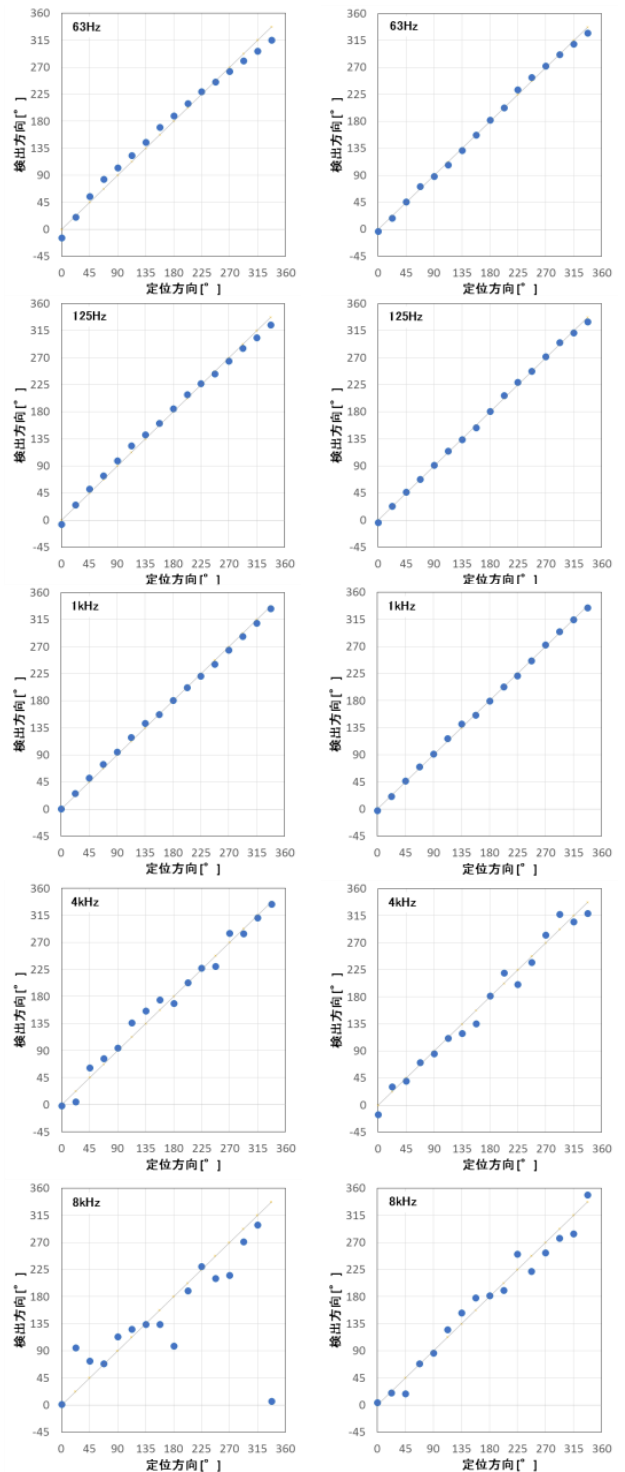


Figure 3. Result of directional measurement by stereo system (Left : C-C4 method, Right : C-C6 method)