

吉田訓康 林 雅尚 大内康裕(千葉工大) 工藤修二 山崎芳男(早大理工)

1. まえがき

人間は2つの耳を使って音源の距離や方向を巧みに判断している。マイクロホンを2つ使ったとしても方向や距離の特定は不可能である。山崎らは1976年来「近接4点法」により様々な音場の空間情報の測定を行なってきた。近接4点法は、同一平面上にない4点に近接して設置されたマイクロホンで収録したインパルス応答の時間構造のわずかな違いに着目し、短時間相関あるいはインテンシティの手法により直接音と反射波の位置や大きさ等の空間情報を測定する手法である。¹⁾

一方、一般調和解析は原信号から残差のエネルギーが最小となる純音成分を逐次抽出していくという単純明快な解析手法である。²⁾³⁾

本稿では近接する4つのマイクロホンで収録した連続信号を一般調和解析し特定の周波数成分の振幅の時間変化に着目した動きのある音源の付置を分析可能な適応型近接4点法音場分析について報告する。

2. 連続信号の音源同定

近接4点法のマイクロホンは同一平面上にないことが条件である。我々は直交座標系の原点Oおよび各軸上原点から5cmのX, Y, Zの3点合計4点のマイクロホンで収録を行う。

4つのマイクロホンの出力を一般調和解析し抽出された周波数成分の時間変化の僅かな差に着目し音源の周波数成分および空間位置を特定する。この手法は動きのある音源の同定にも有効である。

例えばOX2点の距離差が一定な点は

$$\frac{x^2}{r^2} - \frac{y^2 + z^2}{d^2 - r^2} = \frac{1}{4} \quad (1)$$

なる双曲面上に存在する。他の2マイクロホンの組み合わせについても同様の双曲面の交点が音源の空間位置である。ここでdはマイクロホン間隔, rはOXマイクロホンへの到達時間差である。

3. 動きのある音源を有する音場での実験

本学4号館の本研究室にて図-1に示すような配置で測定を行った。固定音源としてバイオ

リン, ピアノ, 移動音源として救急車のサイレン音を模した音源を0.6m/sで移動させた。

3.1 一般調和解析

波形分析の具体的な経過を以下に示す。

- (1) 各マイクロホンで収録した連続信号のある区間10ms(図-2)について一般調和解析を行い残差が最小となる周波数成分を抽出する。
- (2) その区間の前後50msの間隔で(1)で抽出された周波数成分の振幅値の時間変化を算出する。(図-3)
- (3) 近接4点法の原理にもとづき算出された振幅の各マイクロホン間の相対的時間差を調べ、音源の位置の特定を行う。(図-4)
- (4) 以下の経過を繰り返すことにより、複数の音源あるいは同音源からの数種の周波数成分の同定を行う。

3.2 移動する音源の特定

音源が移動している場合には各マイクロホンに到来する相対的時間差は時々刻々変化する。従って図-4に示すように移動音源の周波数成分ばかりでなく各時刻における空間的位置を計算することも可能である。

4. むすび

一般調和解析を空間の音場分析を行う近接4点法と併用することにより、各音源の周波数構造の把握と動きのある音源を含め位置の同定が可能であることを示した。今後は室内だけでなく航空機騒音や道路騒音など移動音源を伴う騒音源の特定などへの応用を進めていく所存である。

参考文献

- 1) Y.Yamasaki and T.Ito, "Measurement of spatial information in sound field closely located four microphone method," J.Acoust.Soc. Jpn(E), 10, 101-110 (1989)
- 2) 牛山聡, 東山三樹夫, 飯塚昌弘, 平田能睦, "一般調和解析による波形分析," 信学技報, EA93-103, 39-44 (1994.03)
- 3) 遠藤一夫, 及川靖広, 山崎芳男, "高速1bit処理への一般調和解析の導入," 音講論集, pp583-584

*Sound field analysis using adaptation type closely located four microphone method by generalized harmonic analysis. By Noriyasu Yoshida, Masanao Hayashi, Yasuhiro Oouchi(CIT), Shuji Kudo and Yoshio Yamasaki (Waseda Univ.)

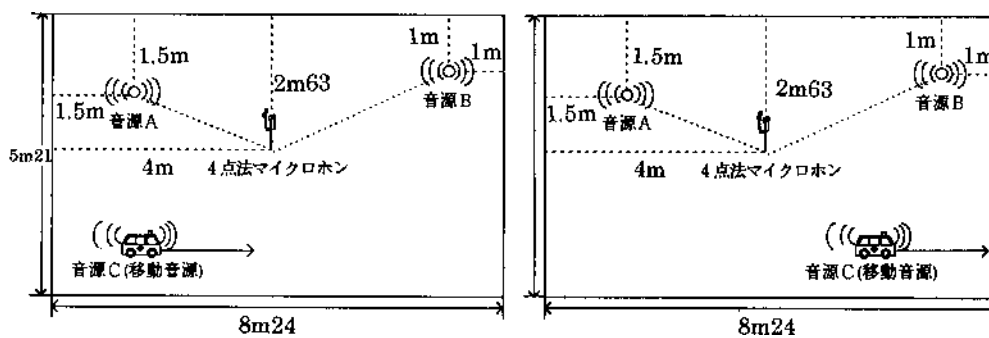


図 - 1 測定配置図

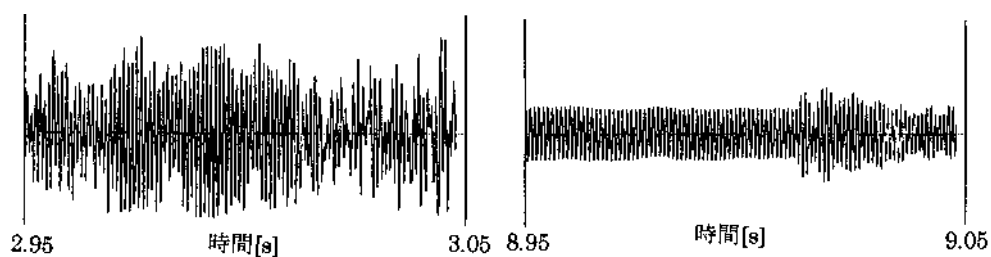


図 - 2 ある区間での観測波形

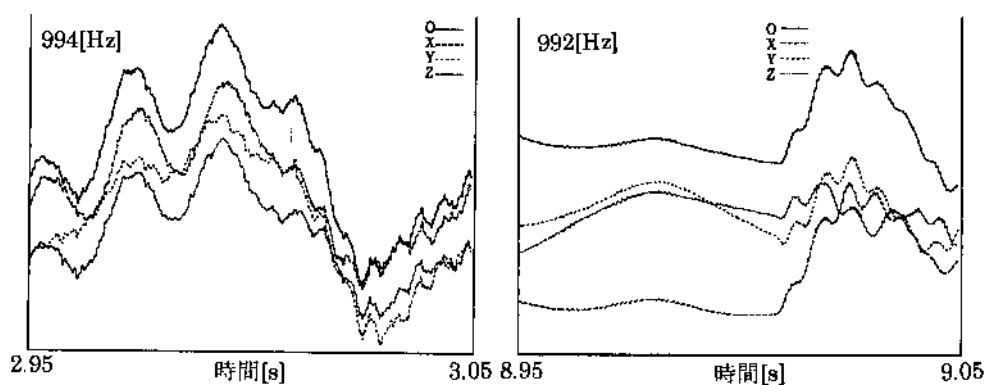


図 - 3 周波数の時間変化

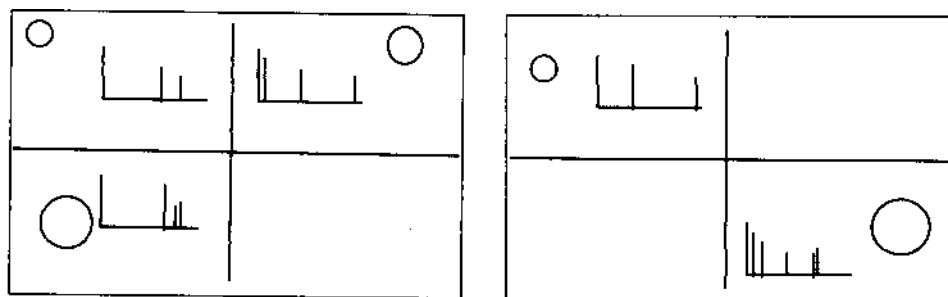


図 - 4 計算された音源位置と周波数スペクトル