

## 1. まえがき

山崎らは1976年来「近接4点法」によりさまざまな音場の空間情報の測定を行ってきた。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て空間情報を測定する手法である。昨年正確な周波数成分の抽出が可能である一般化調和解析を導入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た位置の同定を提案した<sup>(1)</sup>。

ここでは4つのマイクロホンの到来時間差から直接音の音源位置の推定を行うとともに音源の抽出を試みた。また音源または受音点が動くことにより生じるドップラー効果に着目した音源方向の推定の試みたのであわせて報告する。

## 2. 近接4点法

従来近接4点法は同一平面上にない近接する4つのマイクロホンで収録した信号の時間構造の僅かな違いに着目して、短時間相互相関あるいはインテンシティなどの手法により音源の位置や大きさ等の空間情報を算出しようというものである。

連続信号を処理する場合はその到来時間差に着目し2つのマイクロホンを焦点とする双曲面上に存在するものとして音源の位置を推定する。

## 3. 一般化調和解析

一般化調和解析は1958年にN.Wienerにより提案されたもので観測区間内で原信号から残差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。

## 4. 音源の位置推定

## 4.1 周波数成分の時間変化に着目した音源分離

杉山らは複数の音源が含まれている信号からそれぞれの音源を抽出する手法として一般化調和解析の正確な周波数成分の抽出が可能であるという特徴を生かして周波数成分の消長に着目し同じような振幅変化を示す周波数成分が同一音源によるものであるという推定に基づき信号の分離を行った<sup>(2)</sup>。

## 4.2 到来時間差に着目した音源位置推定

近接4点法マイクで収録した4つの信号の特定周波数の振幅の時間変化を算出しその到来時間差に着目することで音源位置推定を行う。移動する音源に対しても有効な手段である。ここでは図-1のような配置で収録を行った。収録された信号を図-2に示す。昨秋ある一定区間を一般化調和解析しその前後の時間帯について抽出された周波数

の振幅の時間変化を算出しその到来時間差に着目して音源位置推定を行ったがここでは時間変化を以下のような処理過程で算出した。

(1) 原波形を2048点(サンプリング周波数44.1kHz約46msごと)の方形窓で切り出し一般化調和解析を行い残差が最小となる周波数成分を特定する。

(2) (1)で抽出された周波数成分を(1)と同区間内を256点(約6ms)ごと)の方形窓で切り出し振幅の時間変化を求める。その際窓の始点を1点ずつずらし同様な処理を行った。図-3にその一例を示す。

(3) (1)で特定された周波数成分を原波形から減算する。

(4) 上記の(1)~(3)の過程を繰り返して特定周波数の振幅の時間変化を算出し到来時間差から直接音の音源位置推定と抽出を行った。(図-4, 図-5)

## 4.3 ドップラー効果を考慮した音源位置推定

音源側および受音側が移動することにより生じるドップラー効果を音源位置推定に導入する。基礎的実験として周波数4kHzの信号を図-6のような配置で受音点を約1.5m/sで動かし収録した。図-7に示すように収録された信号は音源に近づくときに周波数は高くなり遠ざかるときに低くなり再び停止すると4kHzを示した。

## 5. むすび

近接4点法マイクで収録した連続信号の周波数成分の消長とその到来時間差に着目して直接音の音源位置推定および抽出を行った。音源はハープとバイオリンにある程度分離されていた。

またドップラー効果に着目することにより音源位置推定が可能であることが確かめられた。自動車や飛行機など動く音源の推定、自動車など動きのある受音点からの測定への応用を検討していく所存である。

## 参考文献

- 1) 吉田, 林, 大内, 工藤, 山崎, "一般調和解析による適応型近接四点法音場分析," 音講論集, pp605-606
- 2) 杉山, 天田, 大内, 山崎, "一般調和解析による周波数成分の時間変化に着目した音源の分離," 音講論集, pp521-522
- 3) 林, 山崎, 及川, "一般調和解析を用いた高速1bit音響信号の時間軸圧伸・ピッチ変換," 音講論集, pp603-604

\*Estimation of sound source position based on a change of frequency by closely located four microphone method. By Noriyasu Yoshida and Yoshio Yamasaki

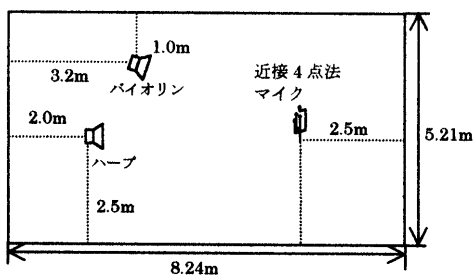
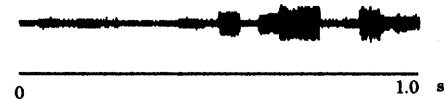


図 - 1 測定配置図



抽出された 音源の拡大図



抽出された 音源の拡大図

図 - 5 抽出された各音源の拡大図



図 - 2 収録された信号

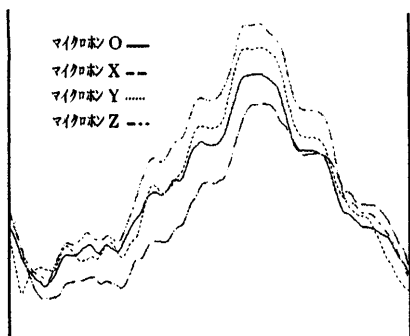


図 - 3 周波数の振幅の時間変化 (559Hz)

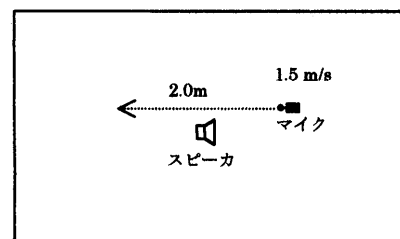


図 - 6 測定配置図

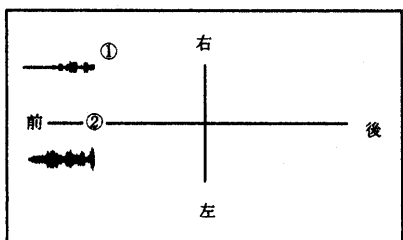


図 - 4 計算により求められた音源位置

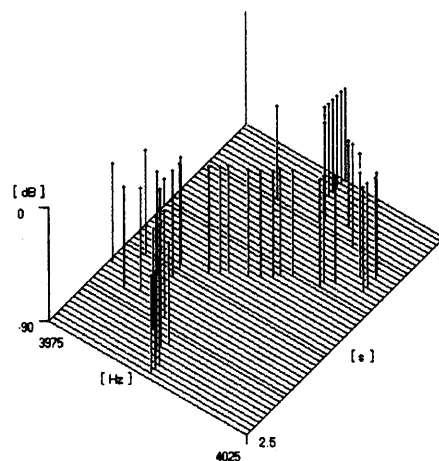


図 - 7 各時間の周波数の変化