

小野政一郎 田中巧 及川靖広 山崎芳男 (早大理工)

## 1. まえがき

人間が二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のに対し、マイクロフォンを二つ使ったとしても方向や距離の推定は困難である。山崎らは1976年来、近接4点法を提案し、さまざまな音場の空間情報の計測を行ってきた。1997年吉田ら、1999年大越らは室内において連続信号から移動音源を含む複数音源の分離と位置の推定について報告している<sup>1)2)</sup>。本稿では屋外の移動音源として自動車等の音を計測したので報告する。

## 2. 近接4点法

近接4点法とは、同一平面上にない近接する4つのマイクロフォンで収録した信号の時間構造のわずかな違いに着目して、短時間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。室内音場でインパルス応答を用いる場合には絶対的な時間から各マイクロフォンを中心とする球の半径を求め、その球の交点が音源の場所となる。4点で受信した信号のみを用いる場合にはその相対的な到来時間差に着目し二つのマイクロフォ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<sup>3)</sup>。定常的でないわずかな周波数変動にたいして窓の影響を受けずに正確な周波数解析が可能であること、観測区間をこえた信号の予測が可能であることなどの特徴がある。

## 4. 計測方法

図-1に示すような新宿区大久保4丁目付近の片側一車線の道路の中央分離帯に近接4点法マイクを設置し、図の左方向から右方向に通行する自動車の音を録音した。近接4点法マイクは図-2に示すような配置とした。収録された信号を図-3に示す。

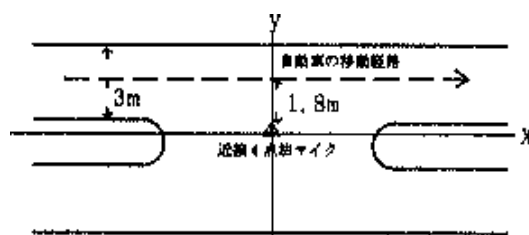


図-1 測定配置図

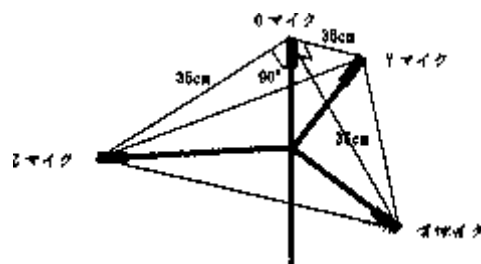


図-2 近接4点法マイク

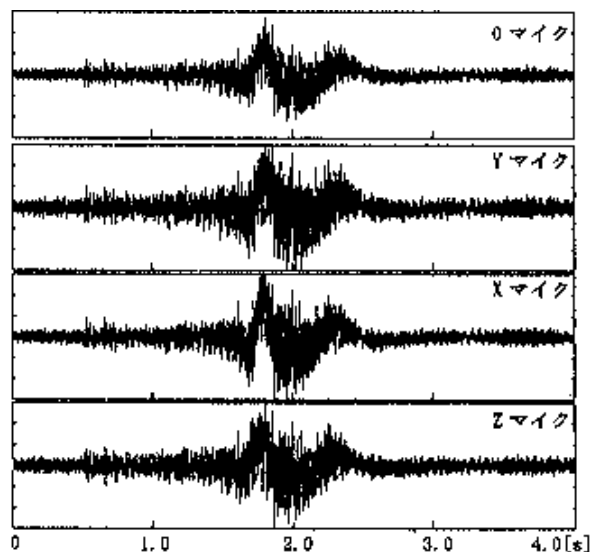


図-3 収録された信号

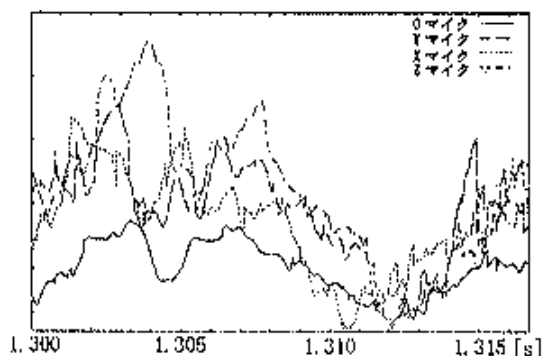


図-4 周波数の振幅の時間変化

\*Measurement of outdoor sound sources by closely located four microphone method.  
By Ono Masaichirou, Takumi Tanaka, Yasuhiro Oikawa and Yoshio Yamasaki (Waseda University).

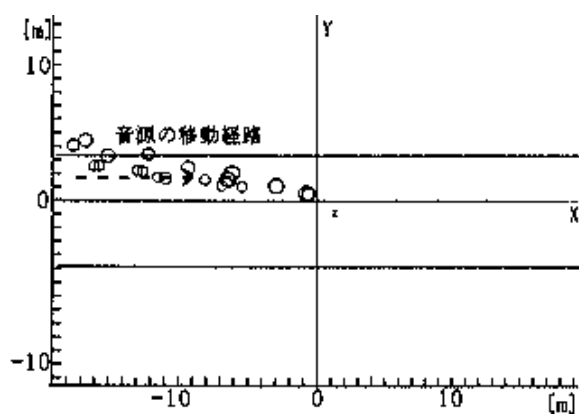


図 - 5 0 ~ 1sの音源分布

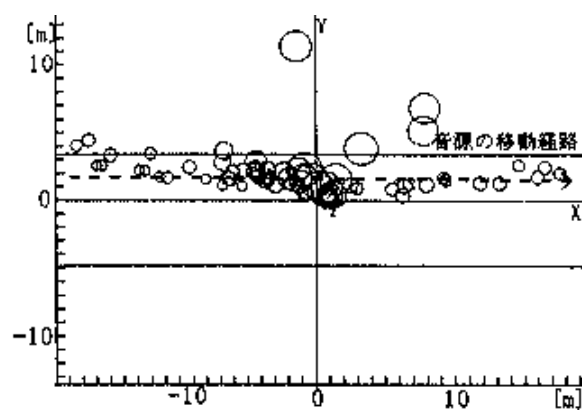


図 - 9 0 ~ 4sの音源分布

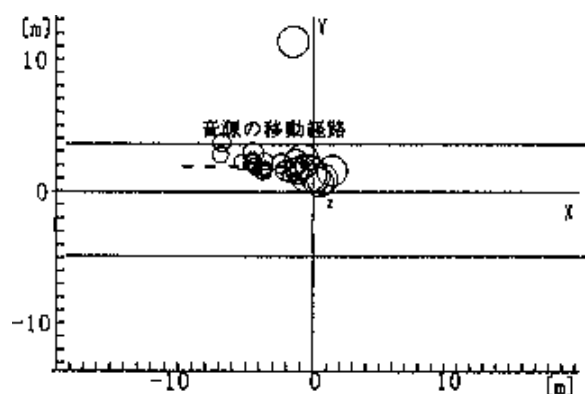


図 - 6 1 ~ 2sの音源分布

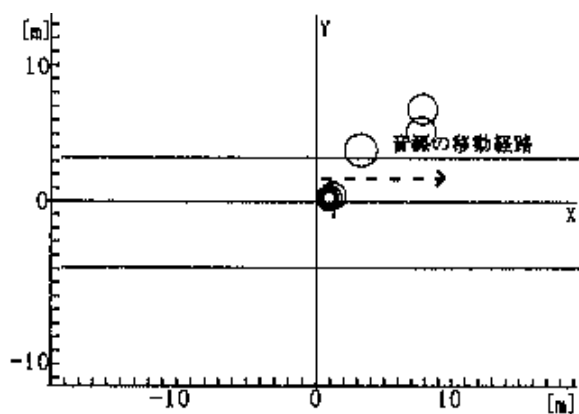


図 - 7 2 ~ 3sの音源分布

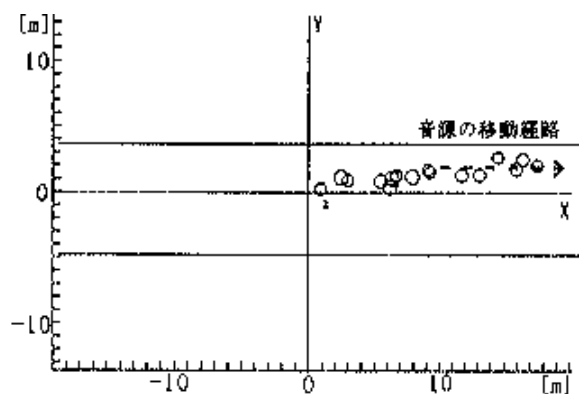


図 - 8 3 ~ 4sの音源分布

## 5. 解析方法

観測された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から音源の位置を推定した。原波形を約33.3msごとの方角窓で切りだ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。さらに抽出された周波数成分で同区間内を6.6msごとの方角窓で切りだし窓の始点を1点ずつずらしながら振幅の時間変化を求めた。抽出されたものを図 - 4に示す。求めた振幅の時間変化から短時間相互相関の手法を用いて時間差を算出した。求めた音源の位置を  $x-y$  平面に投影したものを0 ~ 1s, 1 ~ 2s, 2 ~ 3s, 3 ~ 4s, 0 ~ 4sに分けて図 - 5, 6, 7, 8, 9に示す。

## 6. むすび

今回は屋外環境において自動車の移動音を計測しその位置推定を試みた。マイク間隔を35cmとし、時間構造の違いからおおまかながら自動車が移動してゆく様子をとらえることができた。音源が遠い場合は、実際の位置よりもマイクの近くに音源が定位する傾向がみられた。これは自動車の音源がエンジンやタイヤ、マフラーなど複数の音源からなること、アスファルトからの反射音などが原因と考えられる。当日は飛行機等、様々な音源について位置推定を行った結果について報告する所存である。

## 参考文献

- 1) 吉田, 山崎, “周波数変動を考慮した近接4点法による音源位置推定,” 音講論集, pp491-492 (1997.9)
- 2) 大越, 山崎, “近接4点法による移動音源を含む複数音源の分離,” 音講論集, pp465-466 (1999.9)
- 3) N.Wiener, “The Fourier Integral and Certain of its Applications,” Dover Publication Inc, (1958)