

## 近接4点法へのインテンシティの適用\*

清山信正 鈴木大介 村田清孝 伊勢史郎 山崎芳男 伊藤 毅(早大理工)

## 1. まえがき

近接4点法により收音された4本のインパルス応答から各軸方向の音響インテンシティベクトル成分を計算することにより、インパルス応答の初期部分に関しては反射音の方向と時間を推定するのに有効な手段となりうる。そこで、近接4点法に音響インテンシティを導入し仮想音源抽出に関して考察する。

## 2. インテンシティと近接4点

音響インテンシティは測定位置での音エネルギー流の大きさと方向を表すベクトル量であり、スカラー量である音圧と対比される。音響インテンシティベクトル成分の大きさと方向は2個の近接配置したマイクロホンによって測定される。

近接4点法では同一平面上にない4点、計算の便宜上、直交軸上の原点 $o$ と $x, y, z$ 軸上5cm程に近接した点においてインパルス応答やノイズ応答を收音している。よってそれらの応答より $ox, oy, oz$ 各軸方向の音響インテンシティベクトル成分を求めることができる。

$r$ 方向の音響インテンシティ成分は間接手法(FFT法)において次式のように2個のマイクロホン信号間のクロススペクトルの虚数部から求めることができる。<sup>(1)</sup>

$$\hat{I}_r = -\int_0^\infty \frac{\text{Im}[G_{AB}]}{\omega \rho \Delta r} df$$

$\Delta r$  はマイクロホン間距離,  $G_{AB}$  はマイクロホン信号間のクロススペクトルを表す。

図1に、あるホールにおいて近接4点法で測定した原点マイクロホンの全帯域のインパルス応答をしめす。図2, 3の(a)にそれぞれ4本のインパルス応答を中心同波数500Hz, 2kHzの1オクターブに帯域制限したものより得られた音響インテンシティから求められた仮想音源の $xy$ 平面への投影図を、(b)(c)(d)に近接4点法より算出された $x, y, z$ 各軸方向の音響インテンシティ成分をしめす。

## 3. むすび

従来の仮想音源の抽出はインパルス応答の音圧のみに着目し、時間構造のわずかな違いより相関の手法を用いて受音点からみた反射音(仮想音源)の空間座標と大きさを算出していたが、近接4点收音から音響インテンシティを求めることにより仮想音源の方向と大きさを推定でき、また周波数別の仮想音源を抽出するのにも役立つ。

近接4点法は通常の4個のマイクロホンで同時に測定する方法とロボットを使用して1個のマイクロホンを移動させて別々に測定する方法<sup>(2)</sup>を試みてきた。前者は測定時間は短くてすむが、4点の各マイクロホンの特性差が音響インテンシティを求める際にはかなり大きく影響してくる。後者は1個のマイクロホンをロボットで移動させることにより測定時間は長くなるが、4点のマイクロホンの特性差は当然なく誤差も少なくなり、音響インテンシティ計測にはふさわしい方法といえよう。

\*Application of Intensity to Closely Located Four Point Microphone Method.  
By Nobumasa Seiyama, Daisuke Suzuki, Kiyotaka Murata, Shiro Ise,  
Yoshio Yamasaki and Takeshi Itow (Waseda University).

# 参考文献

- (1) Bruel&Kjaer "音響インテンシティ (第一部:理論)," TECHNICAL REVIEW No.3-1982.
- (2) 堀越, 河村, 佐藤, 山崎, 伊藤 "小型ロボットの室内音場測定への導入," 音響学会講演論文集 1985年10月, 2-7-4.

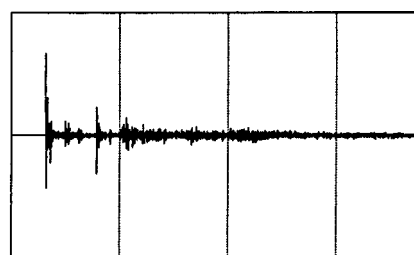
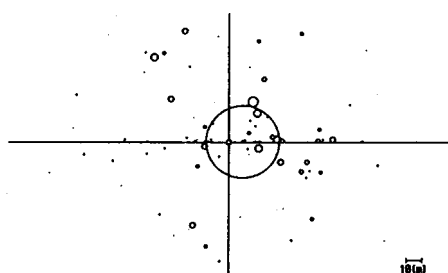
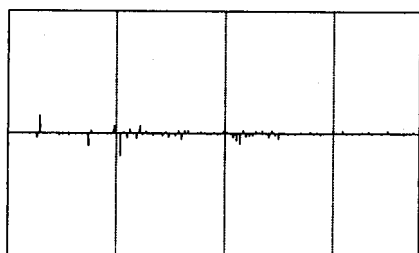


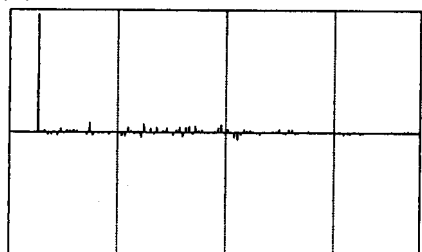
図1 インパルス応答(全帯域)



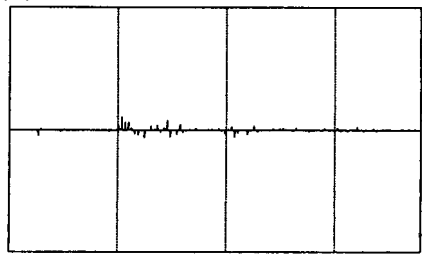
(a) 仮想音源分布



(b) X軸方向の音響インテンシティ

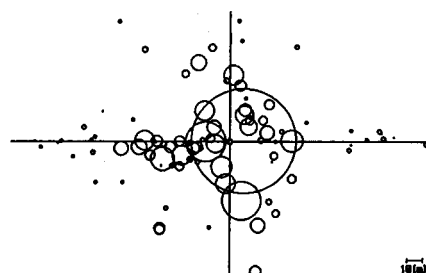


(c) Y軸方向の音響インテンシティ

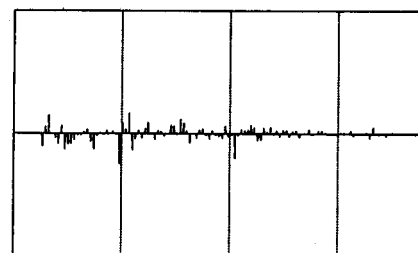


(d) Z軸方向の音響インテンシティ

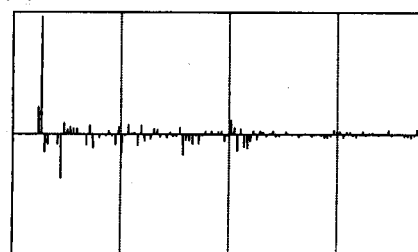
図2 500Hz, 1oct.



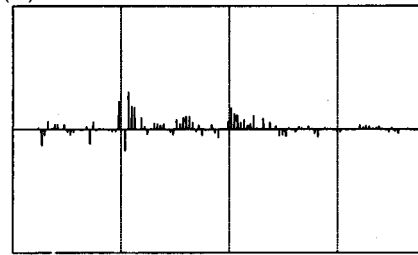
(a) 仮想音源分布



(b) X軸方向の音響インテンシティ



(c) Y軸方向の音響インテンシティ



(d) Z軸方向の音響インテンシティ

図3 2kHz, 1oct.