

## 会員の頁

1. 「音の見える化」計測技術
2. 「平成24年音響基礎講習会」報告

### 1. 「音の見える化」計測技術

小池 宏寿 (Hirohisa Koike)  
日東紡音響エンジニアリング(株)  
(Nittobo Acoustic Engineering co., ltd)

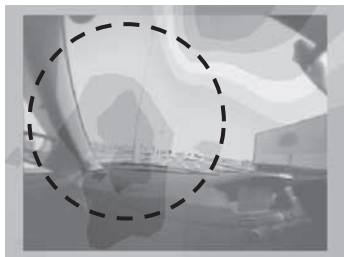
#### 1. はじめに

音で一番やっかいな部分は、音は感じられるが、見ることができないところである。音を表現する方法としてはレベルの強弱をコンターマップなどで表す手法や、ベクトル図などで表す方法などさまざまあるが、コンピュータ上で写真を取り扱う事が安易になってきている現在では、写真(もしくは映像に)にコンターをあわせる方法<sup>1)</sup>が、一番分かりやすい手法であると思われる。

弊社では、全方位音源探査システムをつかって、さ



コンターのみの表現



「コンター+写真」の表現

写真にコンターをあわせた図<sup>1)</sup>

まざまな音の計測を行っている。本稿ではさまざまな音の問題に関して、この音源探査手法を活用し、問題となる音(場所)を可視化することによって、問題解決の手順を簡略化し、効率よく対応した事例について紹介する。

#### 2. 音源探査手法とその適用範囲

音源探査と一言でいっても、その方法は様々で、今回紹介する音源探査システムはビームフォーミングの原理を利用している。

業務を依頼される方からよく質問される事項として、「遠くの音源でも探査できるのかどうか」「複数の音源があっても問題ないのかどうか」について尋ねられる事が多い。

図1に示すのは、川一つ隔てた位置から工場騒音を分析した結果である。距離として約100m以上離れた位置から音源探査を行って分析した結果である。マイクロホンのノイズレベル、環境騒音のノイズレベルに埋もれることがなければ、ビームフォーミングの手法で音源の強さ及び位置を分析できることが理解できる。

また分析する周波数によっては長距離でも複数の音源を判別可能であることがわかる。

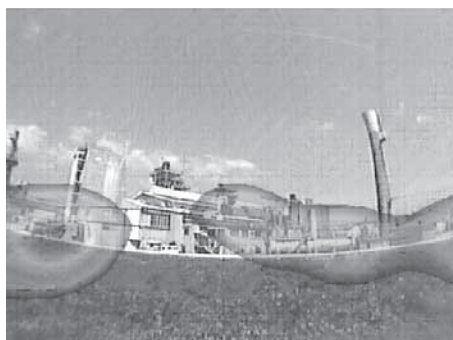


図1 騒音源分析結果  
(距離 100m以上 分析周波数 4,000Hz)

## 1. 「音の見える化」計測技術

次に異音・不思議音といった騒音問題に適用する場合に質問される事項として多いのは、「非常に小さな音でも判別できるのかどうか」と質問される事である。

無響室等の実験室などで試験した事例では(図2)、室内の暗騒音に対し4～5 dB(2,000Hz)程度上回っていれば分析できることが確認されている。音源探査で分析できる音圧レベルの大きさは、測定場所の暗騒音(環境騒音)、分析する周波数、使用しているマイクロホンのノイズレベルに依存している部分はあるが、通常の騒音計を用いた測定と同程度と考えられる。

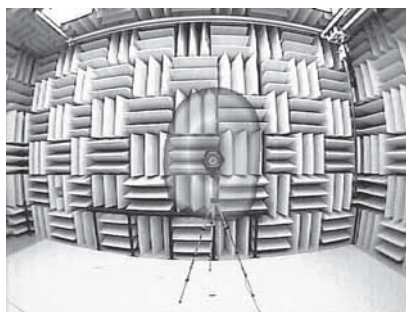


図2 音源分析結果  
(無響室 分析周波数 2,000Hz)

### 3. 工場の騒音対策での測定事例その1

工場騒音の対策において、音源探査システムを利用することは、複数ある音源群の中で、どの音源について検討したらよいか判断する上で有用である。

この事例では既に高所に寄与の大きい排気口の音源が確認されているが、その寄与が周辺のクーリングタワー等の騒音源と比較し、問題ないかどうか確認するため音源探査を行った事例である。

図5をみると高所にある排気口よりも、建物脇に設置されているクーリングタワーから発生している音が建物に反射し、測定点に与えている影響が大きい事がわかる。またクーリングタワーについて平面センサーを使って詳細に音源探査した結果(図6)をみると、ガリリ上部から発生している騒音が大きいがわかる。

この分析結果から各測定点での騒音レベルを低減させるためには、高所の排気口だけでなく、クーリングタワー周辺に防音壁を設置する事が必要であることが確認できた。

### 4. 工場の騒音対策での測定事例その2

労働安全衛生規則では、作業する従業員の作業環境

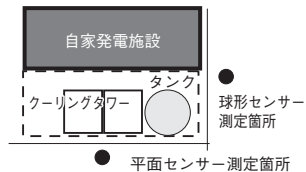


図3 測定位置関係



図4 測定機材設置状況

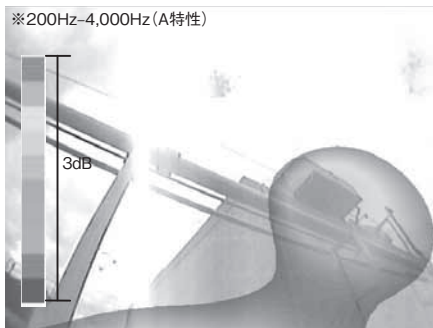


図5 音源探査分析結果(球形センサー)

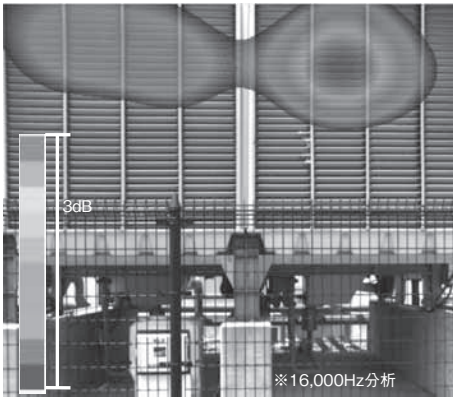


図6 音源探査分析結果(平面センサー)



図7 音源探査機材設置状況

における騒音を規制・管理することを工場・事業所に求めている。本測定では作業環境改善のために、室内での騒音発生場所の探査を行った。

まず室内中央付近で測定分析した結果(図8)を示す。これを見ると、向かって左側の設備機械の影響が大きい事が分かる。そこでさらにその設備機械に近寄って測定を行った(図9)。

図9をみると、機械の中心部分でケーシングされていない軸の部分が最も大きな騒音源となっていることが分かる。今後はこの箇所を中心にケーシングなどの対策を行う事が有効であると考えられる。

### 5. 室内での異音調査事例

音源探査を利用した調査の中で、最も依頼が多いのが室内の異音調査である。表1に今まで弊社にて調査を行った異音の発生部位・原因(推定)を示す。

表1からわかるように、異音調査で音源探査を活用できるのは、異音の発生源が室内側から見える(もしくは点検口などを利用して内部にセンサーを入れられる)場合である。異音が固体伝播音として伝播し、室

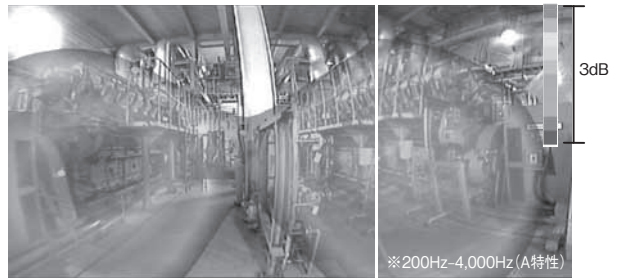


図8 工場内での音源探査分析結果1

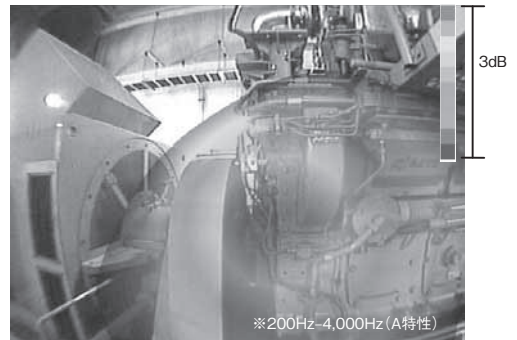


図9 工場内での音源探査分析結果2

表1 代表的な異音調査事例(一部)

部位	原因
サッシ	日射(熱伸縮)
屋根下地(木製・鋼製)	日射(熱伸縮)
照明器具	熱
空調吹出口	熱(熱伸縮)
外部手摺	風
天井・壁きしみ音	風(強風・高層)
ガス給湯器	不具合?
おもちゃ	不具合?

内側で再放射されるような場合は、ビームフォーミングを利用した音源探査のシステムでは、原因を直接追求めることは難しいと考えられる。

なお図10は異音調査でもっとも多いサッシの熱伸縮に起因する異音の分析結果で、図11は空調機パネルの熱伸縮による異音の分析結果である。

### 6. 室内音響での反射音の特定

室内音響で音源探査を利用する場合、対象は音源そのものでなく、天井・壁・床などを反射した音である。

本事例では会議室で音が反響していて、とても聞きづらい状況であったので、壁の一部分(h = 1.1m)に

## 1. 「音の見える化」計測技術



図10 室内での異音探査分析結果

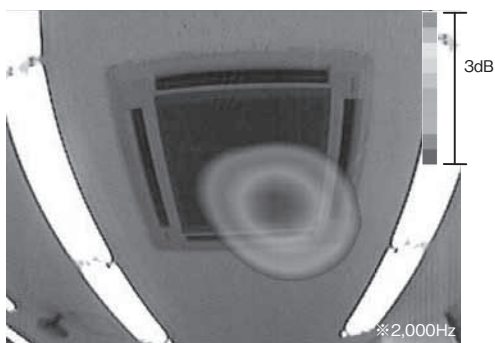


図11 室内での異音探査分析結果

吸音材(グラスウール 厚25mm ガラスクロス仕上)を取り付け、その有無の比較を行った。なおスピーカからは2,000Hzのトーンバーストを使い、直接音到来後200ms以降の反射音成分を分析している。図12をみると、吸音パネルを取り付けている範囲からの音の返りは無くなり、その効果を確認することができる。

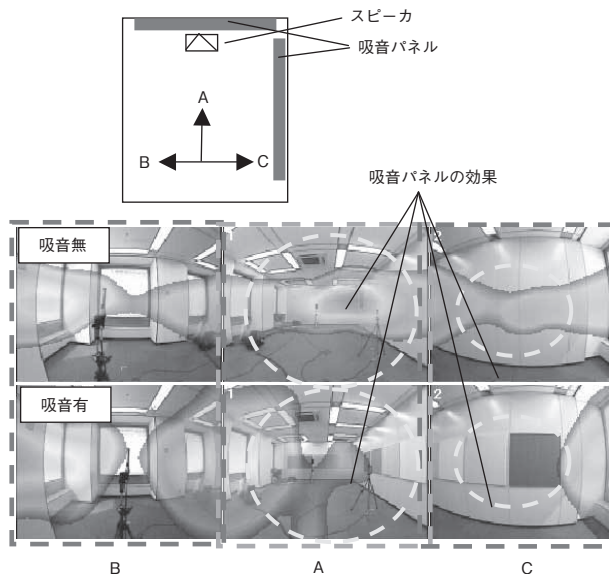


図12 室内での分析結果(上:吸音無 下:吸音有)

### 5. おわりに

音源探査を活用した測定事例をいくつか紹介したが、音響測定での利用方法は音源探査システムの性能も含め、今後ますます発展していくと考えられる。“見えない”音を“見える(「見える化」)”ようにすることは、数値(dB)だけでは分かりにくい音の問題を明らかにするための手段として一般化されていくと思われる。