

音源方向判定システム 「ソニックビジョン[®]」の開発 Development of Sound Source Direction Determination System “Sonic Vision[®]”

池上 雅之 Masayuki Ikegami

1. はじめに

音源方向判定システム「ソニックビジョン」は、音の到来方向を判定して分布図で表現し、映像と重ね合わせて表示するシステムである(Fig. 1)。

利用者や近隣住民のいる建物では、一般に音漏れ・響きすぎ・異音など様々な音の問題が発生しやすい。また工場などの事業所では法令により騒音の排出規制があるため、経済的な騒音対策が必要になる。騒音の調査では騒音計が広く用いられるが、到来方向が分からないため音源を特定しにくく、効率的な対策が難しいという課題があった。

今回開発したソニックビジョンは、到来音を方向判定する C-C マイクを利用し、従来の騒音計よりも音の問題の調査能力を大幅に高めた音源方向判定システムである。大林組の工事現場などに適用し、音の問題の解決に効果を上げているので、その概要を紹介する。

2. 到来音の方向判定原理

以前より、複数の無指向性マイクの音波の到達時間差などを用いて到来音の方向を判別する手法があるが、重機のエンジン音など波長の長い低音の判別には装置を大型化する必要があるなど、設置上の制約があった。また到来音の方向を判別するために後処理が必要であったり、データが膨大で長時間監視が難しいなどの制約もあった。

一方、ソニックビジョンが利用した C-C 法¹⁾は、4~6本の指向性マイクの組合せを用いるもので、コンパクトな装置で低音を含む 3 次元の方向判別ができる利点がある。方向判別原理を従来の方法と比較して Fig. 2 に示す。この C-C 法を用いて 2 か所で同時に発生する音のそれぞれの大きさを分離できるかどうかを実験室で確認したところ、Table 1 のように実用上十分な精度が得られることを確認できた。

3. 「ソニックビジョン」の概要

3.1 システムの基本構成

ソニックビジョンは、測定点に設置するセンサー、及び分析 PC・A/D 変換器・アンプなどで構成される(Photo 1)。センサーには、無指向性マイク・C-C マイク・全天球カメラが組み込まれており、ケーブルを介して測定デー

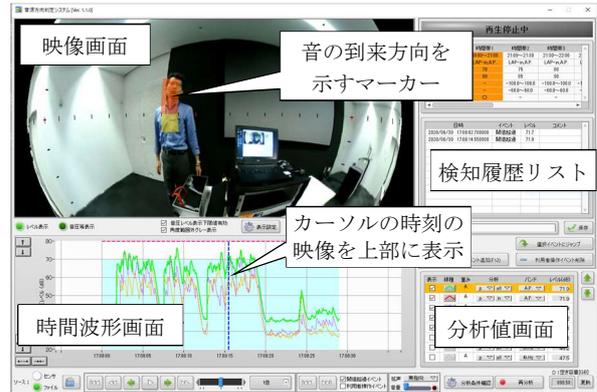


Fig. 1 ソニックビジョンのシステム画面
System Screen of Sonic Vision

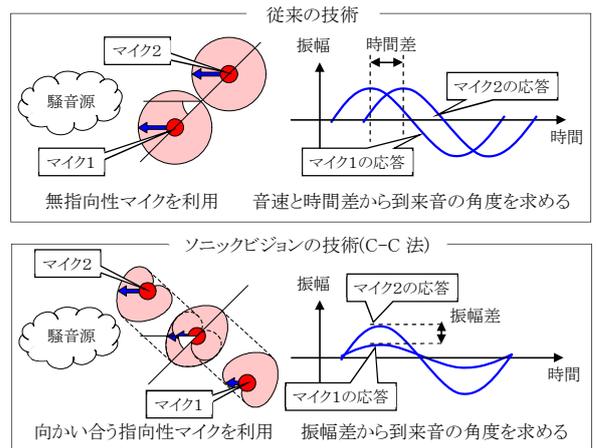


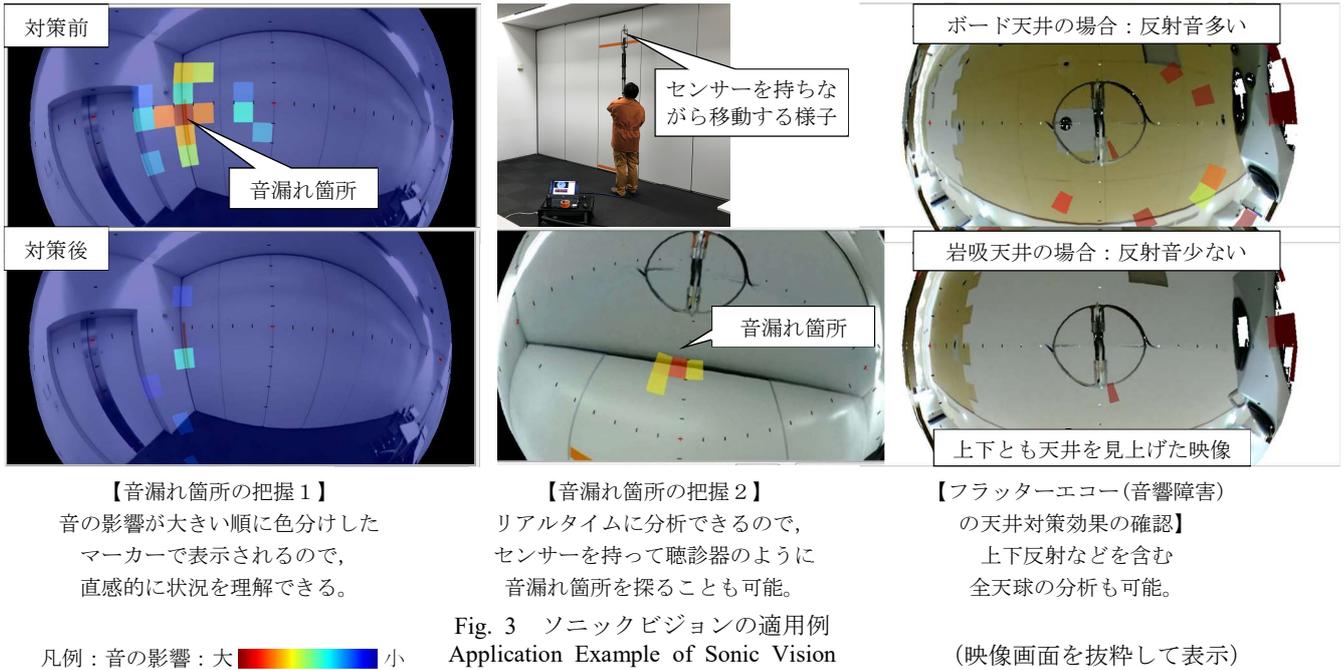
Fig. 2 到来音の方向判定技術
Direction Judgment Technology of Arrival Sound

Table 1 2か所で同時に発生する音の分離実験結果
Sound Separation Experiment Result

	等価騒音レベル		
	単独再生時	分離結果	単独再生と分離結果の差異
音源1(L1)	75.6dB	75.5dB	0.1dB
音源2(L2)	75.2dB	75.2dB	0.0dB
レベル差L1-L2	0.4dB	0.3dB	0.1dB



Photo 1 ソニックビジョンの装置一式
Equipment Set of Sonic Vision



タを分析 PC に転送し信号処理をリアルタイムで行う。
分析 PC の画面(Fig. 1)は映像・時間波形・分析値・検知履歴リストの各画面で構成する。C-C マイクで音の到来方向を判別した結果は、分布図で表現し映像と重ねて映像画面に表示する。また無指向性マイクで収録した音をスピーカから再生し、時間波形も表示されるので、システム利用者はこれらを確認し音の到来方向を把握できる。

3.2 システムの特長

ソニックビジョンの特長を以下に示す。

- a) コンパクトなセンサーと容易な設置
直径 10cm ほどのコンパクトなセンサーで全天球の音と映像を記録できる。可搬型のケースに収納されており、現場到着後 5 分程で利用を開始できる。
- b) リアルタイムに様々な音の現象を視覚化
音の到来方向をリアルタイムに分析し、映像と重ね合わせて表示する。瞬間的な音の現象をスローモーションで表示したり、数か月間の長期の連続記録を早送りで再生することも可能。
- c) 複数音源の分離表示・低音から高音まで分析可能
複数の音源から同時に届く音も分離して表示でき、63Hz 帯域の低音から 8kHz 帯域の高音まで様々な音域を分析可能。
- d) 検知履歴の記録と通報機能
指定方向からの音がある大きさを超えたときの自動検知や、入居者などがボタンを押したときの手動検知を行ない、その履歴を記録して再生時に当該時刻にジャンプできる。また履歴記録の際、画面添付メールで遠隔地に通報できる。

3.3 適用例と用途

屋内外の様々な場所にてソニックビジョンの実証実験

を行った。その結果、方向判別結果の分布図とビデオの重ね合わせを使うと、音漏れや異音発生の箇所、反射音の影響などを容易に把握できることも確認した(Fig. 3)。

また、コンクリート躯体が現しになった場所など、実験室よりも音の状況が複雑な現場でも、十分に機能することを確認した。

ソニックビジョンの主な用途を以下に示す。

- a) きしみなどの異音の無人自動監視、異音発生時のメール通報：検知範囲を限定し生活音を除外したり、プライバシー配慮のためカメラを外して静止画モードとすることも可能
- b) エコーなどの音響障害の影響部位の調査：吸音による対策効果を視覚的に比較することも可能
- c) 界壁の音漏れ部位の探査：センサーを持って聴診器のように音漏れ箇所を探査することも可能
- d) 遮音納まりの開発など：弱点の部位が視覚的に確認できるので効率的な開発が可能

4. おわりに

以上、音源方向判定システム「ソニックビジョン」の方向判定原理や概要・特長・適用例などを示した。音の問題解決を通じて快適な環境を確保し、建物の価値をより一層高められるよう、そのツールとしてソニックビジョンを積極的に活用して行きたい。

参考文献

- 1) 羽入敏樹, 星和磨: カーディオイドマイクによる音響エネルギーおよびインテンシティ測定法, 日本音響学会講演論文集, pp. 1149-1152, 2008.9