

PULSE アレイベース音源探査ソリューション： 8608型 ビームフォーミング, 8607型 音響ホログラフィ 8606型 球形ビームフォーミング

音源探査 (Noise Source Identification, NSI) は、自動車、家電製品、電動工具、大型機械からエンジン、タイヤ、ギアボックス、排気系などのコンポーネントまで、幅広い製品の放射音を最適化するために有用です。

NSIの目的は、対象物上で最も寄与の大きい音源部分の位置、周波数成分、音響パワーを特定することです。各音源の寄与度を順位付けすることにより、どこを設計変更すれば最も効果的に全体としての放射音を改良できるかを特定できます。

マイクロホンアレイに基づいた方法を用いると、短時間の測定で質の高い結果を得ることができます。また、音響ホログラフィとビームフォーミングの手法を組み合わせることにより、全可聴周波数範囲において正確かつ高い分解能のマッピングが可能です。

衝撃や回転上昇のような過渡現象、あるいは定常音源 (例えばエンジンのクランク角ごとの放射音) を詳細に把握するためには時間領域の方法を適用できます。大型の定常音源については、マイクロホンポジショニングシステム (ロボット) による自動測定が可能です。



ハードウェアおよびソフトウェア




ソフトウェア

- 8606型 球形ビームフォーミング：どのような音場においても、音場についての仮定を導入することなくアレイ周囲 360° のマップを作成可能
- 8607型 音響ホログラフィ：複数位置での測定に基づき、数学的に音場を表現する手法
- 8608型 ビームフォーミング：音が到来する方向別に音のレベルを識別し、音源をマッピングする手法
- すべてのアプリケーションでデータの後処理が可能
- アプリケーションに機能追加をするオプションが提案可能：
 - 全てのアプリケーションに対して：コンフォーマル、過渡 (非定常) 解析、準定常解析、音質メトリクス計算
 - 8606型と8608型に対して：空間分解能を改善する為のリファインド・ビームフォーミング計算
 - 8608型に対して：移動音源ビームフォーミング (自動車、列車、航空機、風車)
 - 8607型に対して：パネル・コントリビューション (特許手法)、インテンシティ成分分析、現場吸音測定

アレイ

- グリッドアレイ：汎用、およびスキャン測定用
- アームホイール・アレイ (特許取得)：ビームフォーミングの音響性能を最大化するために数値的に最適化したマイクロホン配置
- スライスホイール・アレイ：ビームフォーミングおよびNAHの音響性能を最大化するために数値的に最適化したマイクロホン配置
- ハンドヘルド・アレイ：統計的最適化近距離場音響ホログラフィ (Statistically Optimized Near-field Acoustical Holography, SONAH, 特許出願中) および等価音源法 (Equivalent Source Method, ESM) を用いたリアルタイム・ホログラフィ、パッチ・ホログラフィ、コンフォーマル・マッピング用
- 球形アレイ：閉空間でもビームフォーミング測定が可能
- 1本のケーブル、1つのソケットで132チャンネルまで接続可能

Table 1 A selection of Brüel & Kjær's arrays and robots for fixed, path and scanned measurements

<p>Spherical Array</p>  <p>Applications: Vehicle and aircraft interior, building and industrial plants NSI Method: Spherical Beamforming No. of Channels: 36 or 50 Size: 20 cm diameter Maximum Frequency: 12 kHz Accessories: Tripod WQ-2691</p>	<p>Wheel Array (incl. camera)</p>  <p>Applications: General purpose (90-channel array typically used in automotive component applications) NSI Method: Beamforming No. of Channels: ≥ 42 Size: 0.65 m to 4.0 m diameter Maximum Frequency: 20 kHz Accessories: Tripod WQ-2691</p>	<p>Half-wheel Array</p>  <p>Applications: Road vehicle and rail vehicle moving source beamforming including wind-tunnel and pass-by testing NSI Method: Beamforming No. of Channels: ≥ 42 Size: 1.5 m to 4.0 m diameter Maximum Frequency: 10 kHz Accessories: Carriage WA-0893</p>	<p>Grid Array</p>  <p>Applications: General purpose, non-moving noise sources NSI Method: Acoustic Holography and Transient Calculations No. of Channels: ≥ 6 Size: 0.125 m \times 0.125 m and over (various spacing available) Maximum Frequency: 6 kHz Accessories: Support Stand WA-0810 or Array Positioning System</p>
<p>Sliced Wheel Array</p>  <p>Applications: General purpose, engines, automotive components/interior, etc. NSI Method: Beamforming and Acoustic Holography No. of Channels: 18, 36, 60 or 84 Size: 0.35 m to 2.0 m diameter Maximum Frequency: Beamforming 36-ch.: 6.0 kHz; 60-ch.: 8.0 kHz Acoustic Holography 36-ch.: 1.5 kHz; 60-ch.: 1.2 kHz Accessories: Tripod WQ-2691</p>	<p>Hand-held Array (single or double-layer)</p>  <p>Applications: Components, interiors, etc. NSI Method: Real-time Holography, Patch Mapping and Conformal Calculations No. of Channels: min. $6 \times 6 \times 1$, max. $8 \times 8 \times 2$ Spacing: 25, 30, 35, 40 and 50 mm (size dependent on channel count and spacing) Maximum Frequency: 6 kHz Accessories: 3D Creator Optical Sensor Positioning System WU-0695-W-001</p>	<p>2D Robot</p>  <p>Applications: From large, stationary noise sources, such as vehicles and engines, down to hearing aids and dentists' drills NSI Method: Acoustic Holography No. of Channels: 2 to 96 Size: 1 m \times 1 m up to 10 m \times 3 m Maximum Frequency: 12 kHz Accessories: Integral Connection Array WA-0806, Flexible Connection Array WA-0807 and Robot Controller WB-1477</p>	<p>Pentangular Array</p>  <p>Applications: Outdoor noise sources, wind turbines, factories NSI Method: Beamforming, extraneous noise suppression No. of Channels: 30 Size: 3.5 m diameter Maximum Frequency: 5 kHz Minimum Frequency: 100 Hz Accessories: Tripod WQ-2691</p>

騒音全体のレベルを下げるには、音を放射する機械の音源の位置および強さを把握し、それらを順位付けする必要があります。これは、「ホットスポット」（周囲と比較して音の放射が局所的に著しく大きな領域）を特定することから始まります。ホットスポットを特定し、支配的な周波数および相対的な音響パワー寄与を求めることにより騒音の原因を突き止め、それらが全体としての騒音レベルにどれだけ寄与しているかを評価できます。

従来、このためには、測定対象物近傍の多点でインテンシティプローブを用いて音響インテンシティを測定し、結果を直接マッピングしていました。一方、アレイ技術では多点を同時に測定するため測定時間ははるかに短縮され、このプロセスを大幅に改善できます。ブリュエル・ケアーは、実際のほとんどの状況をカバーできるように、幅広いタイプのアレイをご提供しています。測定の方法は次の3つに分類できます：

- F固定 (Fixed): 設置したアレイは測定中に動かさず、固定します。たとえば、ホイールアレイを風洞に設置してビームフォーミング測定をする場合がこれに該当します。
- パッチ (Patch): グリッドアレイをある測定位置から別の位置へ、手動またはロボットにより移動します。たとえば、自動車のダッシュボードのコンフォーマルマッピングを行うためにハンドヘルドアレイを使用する場合がこれに該当します。
- スキャン (Scanned): マイクロホンをもつ1本で、あるいは列状、格子状に配置してロボットにより音源近傍をスキャンさせます。たとえば、変圧器や歯科医用ドリルなどの定常的な騒音源の測定に適用します。

PULSE™ Array Acoustics ポスト分析

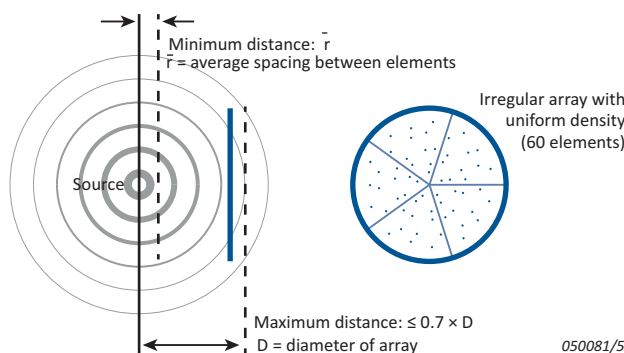
PULSE Array Acoustics は、アレイで測定されたデータ処理を最適化するように設計されています。計測の計算、表示、レポートは、3つのメインのアプリケーション 8608型ビームフォーミング、8606型球形ビームフォーミングもしくは8607型音響ホログラフの一つで実行します。各アプリケーションでは、測定方法に最適化された計算を行うためのアルゴリズムを選択することができます。統計的最適化近距離場音響ホログラフィ (Statistically Optimized Near-field Acoustic Holography, SONAH) と等価音源法 (Equivalent Source Method, ESM) は音響ホログラフィ用オプションで、非負最小二乗法 (non-negative least squares, NNLS) は、ビームフォーミング用オプションです。

PULSE アレイ・アコースティクスの機能を高める為、使用目的に応じて1つまたは複数のオプションを追加してください。過渡計算、準定常計算、コンフォーマル、音質メトリクスも各々のアプリケーションに追加可能ですが、特定のオプションは、特定のアプリケーションのみでの追加となり、例としては、移動音源オプションはビームフォーミングのみ、パネル寄与解析オプションは音響ホログラフィのみです。コヒーレンスをもとにしたClean (CLEAN-SC) は、リファインド・ビームフォーミング計算オプションとして、球形ビームフォーミングとビームフォーミング用オプションです。

全周波数レンジ計算

Acoustic holography methods such as SONAH and ESM require arrays with an average spacing of less than a half wavelength between elements. For a given array, this restricts the upper limit of the supported frequency range. Irregular 'Combo Array' geometries can extend the frequency range, being used for SONAH at low frequencies and for beamforming above the upper limit of the supported frequency range. However, you need to employ two methods in order to cover the full frequency range: a low-frequency measurement at close range for SONAH and a high-frequency measurement at greater distance for beamforming. The patented Wideband Holography method can cover the combined frequency ranges of SONAH and beamforming based on a single measurement at an intermediate distance (Fig. 1).

図1
特許取得ワイドバンド・ホログラフィ手法は、特定の距離での1回の測定の結果から SONAHとビームフォーミングを組み合わせた周波数範囲をカバーします。(太い青線は典型的な不規則配列の側面図)



Near-Field Acoustic Holography (NAH)は、音源にきわめて近い平面で測定された音圧データのセットをもとに、音場を表現する数学的モデルを構築します。このモデルにより、測定平面に平行な目標平面における音圧、音響インテンシティ、粒子速度などの音場パラメータを計算することができます。

このモデルを用いれば遠距離場の応答を計算することもでき、その場合、ヘルムホルツ積分方程式 (HIE) に基づいて遠距離場における音圧分布を推定します。さらなるノイズ低減のスキームは、様々なソース削減の可能性の影響を評価するために適用することができます。計算アルゴリズムは、統計的最適化近距離場音響ホログラフィ (Statistically Optimised Near-field Acoustical Holography, SONAH) および等価音源法 (Equivalent Source Method, ESM) の2つを使用できます。

SONAH の計算手法によって、従来の NAH 計算では避けることができなかった以下のような制約を克服することができます:

- 空間窓関数の影響を避けるために、測定面は騒音源全体より大きい領域をカバーしなければならない
- 空間FFT計算を行なうために、測定グリッドは等間隔の長方形/正方形でなければならない

SONAHでは不規則配置型のアレイを使用可能であり、また測定対象音源より小さいサイズのアレイであっても、空間窓関数の影響を大きく受けることなく測定することができます。

等価音源法 (ESM) は、音源面の凹凸が大きい場合に適しています。平面的でない面での SONAHで生じ得る悪影響を除去できます。そのため、コンフォーマル計算をパネル寄与解析やインテンシティ成分分析、現場吸音測定に適用する場合、音響ホログラフィには ESM を使用します。

測定と分析

定常 NAH の測定は、有限サイズグリッドアレイとポジショニングシステムロボットを使用し、音源近傍をスキャンして行います。スキャンポジション間の絶対的な位相関係を維持するため、参照信号も同時に測定します。過渡音を測定する場合は通常、大型のアレイを固定して用い、全測定点のデータを同時に計測します。

性能

- 分解能, R : 2 個の点音源を分離できる最短の距離として分解能を定義すると、次式にほぼ等しくなります。

$$R \cong \min(L, \lambda/2)$$

ここで、 L はアレイと音源の距離、 λ は波長

- 周波数範囲: 周波数範囲は次の式によって決まります。

$$f_{\max} = c/2dx$$

$$f_{\min} = c/8D$$

ここで、 c は音速、 dx は各測定点間の平均距離、 D はアレイのサイズ

したがって、NAH においては測定点の間隔によって解析可能な上限周波数が制限されます。通常、NAH は 50 Hz から 3000 Hz の範囲で使用できます。

特徴・利点

- 低、中周波数帯域において、簡単に高分解能のマッピングが可能
- 低周波に適用可能な SONAH や ESM を用いることにより、低い f_{\min} まで測定可能
- 8430型 BK Connect BK Connect® Array Analysis (7761 型 PULSE アコースティック・テストコンサルタントを含む) を使用することにより、ロボット制御による自動データ取得が可能

主な用途

- 寄与解析
- エンジン及びパワートレイン
- コンポーネント
- ドアシールからの漏れ音
- オフィス機器
- 家庭用電化製品
- 大型機械

計測事例

図2
粒子速度のマップ
(1/12 オクターブバンドで
205 - 1454 Hz について、
A 特性の重み付けをした
結果)
左: NAH
右: SONAH (エッジ効果
が低減されている)

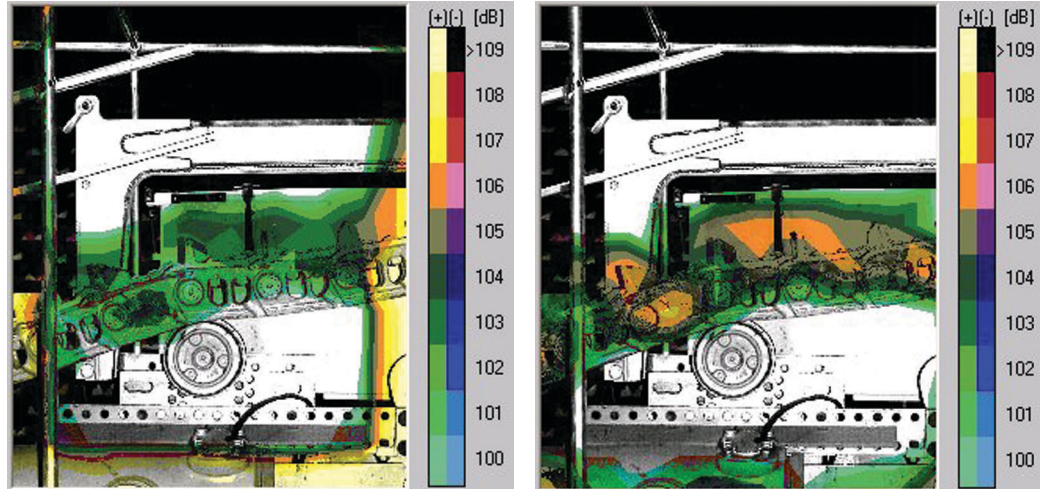
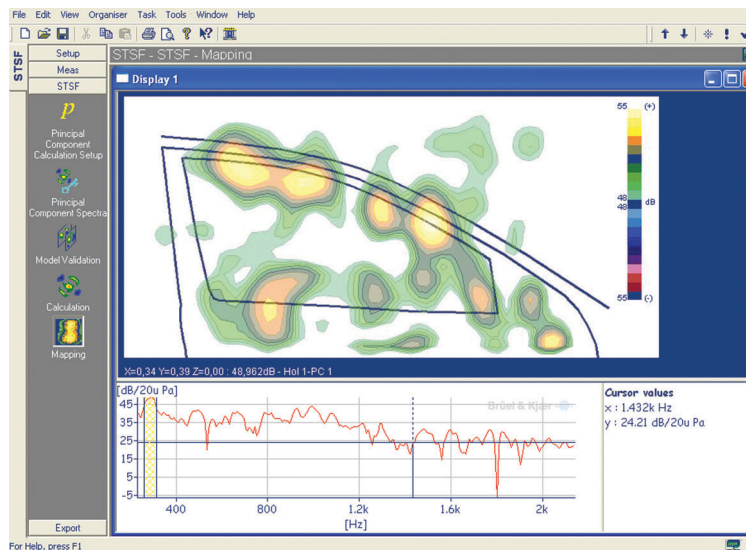


図3
ドアシール漏れ音の
マップ(音響ホログラ
フィでは、音源近傍の
平面について計算する
ことによって高分解能
のマッピングが可能)



平面ビームフォーミング

ビームフォーミングは音の到来方向別の音のレベルを特定することによって、騒音源のマッピングを行う手法です。この手法では非常に短時間で測定でき、一回の測定で全体のマップを計算できます。また、高周波数帯域でも使用可能です。ブリュエル・ケアーの革新的なホイールアレイを PULSE ビームフォーミングで用いると、最大限の使いやすさ、取扱いやすさを維持しつつ、音響的に最適な結果を得ることができます。

ビームフォーミングはすべてのチャンネルを同時に測定するため、他の音源探査の手法と比較して非常に短時間で測定できます。これにより、無響室や風洞などの長時間使用しづらい施設でも測定しやすく、従来の多くの方法に付きものであった単調な繰り返し作業も必要ありません。

測定対象物が互いに相関のない音源が集まって構成されているとみなせる場合、デコンボリューションに基づいたリファインド・ビームフォーミングを適用することにより、音源マップの空間分解能を3倍以上に改善できます。

測定と分析

測定対象物から放射される音場を、対象物から少し離れた位置に置かれた多数のマイクロホンで測定します。マイクロホンは、測定対象物の中心を向いた平面状のアレイ内に配置します。

各マイクロホンの信号に特定の時間遅延をほどこし、加算処理を行なうことによって、ある入射角に対して高感度のメインローブを持つ放物面反射鏡と同等な音響アンテナを計算上作成できます。同じ測定データに対し、多くの角度についてこの計算過程を繰り返すことによって、計測位置から見た相対的な音圧分布の全体マップが得られます。ビームフォーミングではアレイの中心軸に対して±30°の範囲内の計算が可能であり、小さいアレイでも大きな対象物を計測可能です。このため、例えば、たった1ヶ所の計測位置から、自動車全体のマップを描くことができます。

アレイデザイン

音響マップのダイナミックレンジ (最大サイドローブ (MSL) レベル) はアレイのデザインに依存しますが、通常 8 dB から 15 dB です。一般にマイクロホンを不規則的に配置したアレイは規則的に配置したアレイより優れた性能を示します。しかし、不規則配置型アレイであっても、マイクロホンの配置がわずかに異なるだけで、性能が大きく異なります。ブリュエル・ケアーは特許取得済みの数値最適化手法により、特定の周波数範囲とマイクロホン数について最適化されたアレイを設計しています。

スライスホイール・アレイは、ビームフォーミングと音響ホログラフィの両方で使用できるように最適化されており、両手法を組み合わせることによって全可聴周波数範囲にわたるマッピングが可能です。

性能

分解能, R : 2 個の点音源を分離できる最短の距離として分解能を定義すると、次式にほぼ等しくなります。

$$R \cong L/D * \lambda$$

ここで、 L はアレイから音源までの距離、 D はアレイのサイズ、 λ は波長

遅延和計算手法 (ビームフォーミング) の適応範囲は、分解能により低周波数が制限されます。通常、ビームフォーミングは 500 Hz から 20 kHz まで使用可能です。しなしながら、空間分解能は、NNSL や CLEAN-SN 手法により改善ができます。

風車や工場のような屋外の大型音源には、ペンタングル・アレイが適しています。このアレイは漏斗状の形をしており、アレイの後ろ側から到来する外部騒音の影響を抑制することができます (低減量は周波数に依存し、10 dB まで)

自動車、列車、飛行機、風車等には、それぞれに専用の移動音源ビームフォーミングオプションを使用可能です。

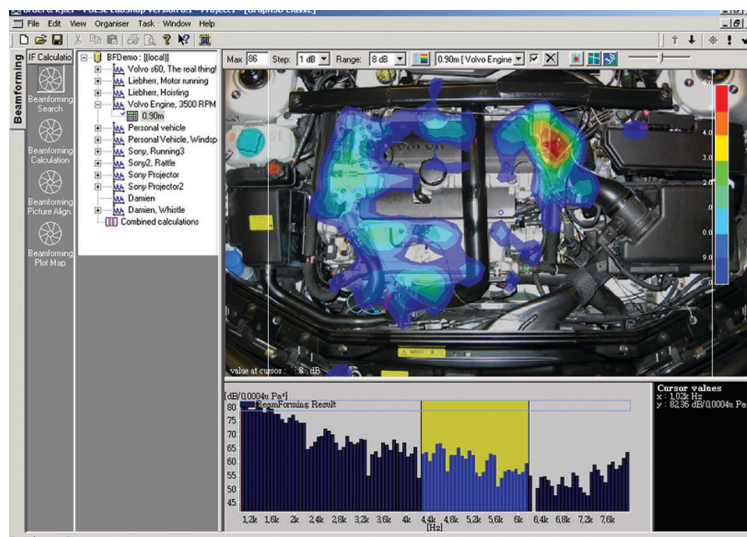
特徴・利点

- 短時間で測定可能 (スナップショット計測)
- 中域から高域の周波数に最適
- 大型対象物も測定可能
- SONAH と組み合わせることで、全可聴周波数範囲を計測可能

主な用途

- 主な用途
- 寄与解析
- 機械装置
- 建築機器
- 風洞
- エンジン及びパワートレイン
- コンポーネント
- シール
- 車室内

図4
エンジンのビーム
フォーミング計測
結果



コンフォーマル・マッピング

アレイの位置を検出しながらパッチワーク状に複数の位置で測定し、対象物の形状データと組み合わせることによって、対象物の形状に合わせたコンフォーマル・マップを作成できます。測定対象物の形状データは各種の標準フォーマットからインポートすることができ、またハンドヘルドアレイ (WA-1536) に組み込まれた位置検出システムを用いて取り込むこともできます。

測定対象物の形状データ

マイクロホンアレイをアレイハンドルから取り外してポイントに付け替えると、対象物の形状を表すために重要な点の三次元座標を検出し、記録できます。その後、メッシュ作成ツールを用いて、対象物の形状に基づき必要な分解能に対応した最適なメッシュ・モデルを作成します。また、対象物の形状は既存のCAD・CAE のモデルからインポートすることもできます。その場合は通常、要素数を減らすため、つまり測定点を減らすために、モデルを粗く修正する必要があります。CAD の表面モデルはIGES ファイル形式 (拡張子 .igs) またはユニバーサル・ファイル形式の 2411 か 2412 (拡張子 .unv) でインポートできます。

一般に、IGES フォーマットについてはフォーマットタイプ 143 や 144、そして 500 番台 (B-Rep) をインポートできます。STL 及び UFF ファイルもインポート可能です。

測定と分析

対象物近くのアクセスしやすい位置において、ハンドヘルド・アレイにより 36 ~ 128 点 (アレイのチャンネル数に依存) を同時に測定します。その際、位置検出システムが実際の測定位置を常に追跡します。測定点の数は、基本的には測定したい周波数範囲に依存します。

特徴・利点

- 平面的ではない形状の対象物の正確なマッピング
- 低周波を含め、高分解能のマッピング
- 最もアクセスしやすい位置で測定実施
- 複雑なアレイの支持機構が不要
- 事前にモデル作成が不要

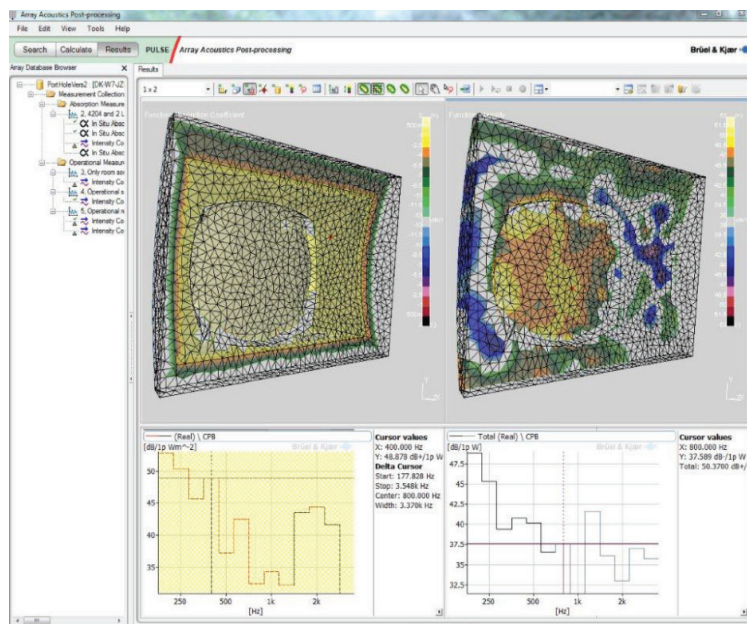
主な用途

- 寄与解析
- コンポーネント
- サブアッセンブリー
- シール
- 車室内

計測事例

図5

飛行機の窓のコン
フォーマルマッピング
左：吸音率のマップ
右：インテンシティの
マップ
左のグラフ：ある点
におけるインテンシ
ティスペクトル
右のグラフ：窓全体
の音響パワースペクトル



球形ビームフォーミング

球形ビームフォーミングは、2つ計算アルゴリズム : Spherical Harmonics Angularly Represented Pressure (SHARP) と Filter and Sum (FAS, patent pending) を提供します。両方とも測定位置の音響的な環境がどのようなものであろうと、簡単な一回の測定で全方向の騒音マップを作成できます。環境の一部のみをマッピングする他の手法と異なり、球形ビームフォーミングでは球形アレイを使用します。球形のアレイにより、全方向の騒音マッピングを行うと同時に、球面上に取り付けられた12個のカメラが全方向の写真を撮影します。結果を表示する際には、それらの写真を音響マップの背景として使用します。

また、球形ビームフォーミングでは音響環境の特性について何も仮定を置かないため、自由音場においても残響のある環境においても使用可能です。以上の理由から、球形ビームフォーミングは自動車や航空機の内部のような、ある程度の減衰のある閉空間において全体の概観マップを作成するのに適しています。

測定と計算

測定は、マイクロホン将球面上に剛で取り付けられたアレイを用いて行います。球面上のマイクロホンの配置は、音響マップの有効ダイナミックレンジを最大化するため、数値的に最適化しています。通常、球形アレイは代表的な影響評価点（例えば自動車の運転席）に設置します。

SHARPアルゴリズムは、観測された音場を計算により球面調和成分に分解し、さらにそれらの球面調和関数を再結合することによって各方向からの寄与を評価します。

FAS アルゴリズムは、各マイクロホンからの出力に、入射角度別に最適化した FIR フィルタを適用し、サイドローブを低減します。そして角度別の結果を足し合わせるにより、音響マップを作成します。

性能

球形ビームフォーミングで用いているSHARP および FAS アルゴリズムの角度分解能はほぼ同等ですが、FASはMSLである程度の改善が期待できます。低周波ブースト(LFB)は、50チャンネル球形アレイで特に役立ちます。

表 2 半径10 cmの球形アレイでの角度にのける分解能 (-3 dB)

	球形ビームフォーミング									
	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz	10 kHz	12 kHz
SHARP	145	105	68	48	32	24	16	13	10	8
FAS	145	105	68	48	32	24	16	13	10	8
FAS + LFB, 36 ch.	110	95	68	48	32	24	16	13	10	8
FAS + LFB, 50 ch.	85	70	52	48	32	24	16	13	10	8

誤差の影響が出ないダイナミックレンジもしくはMSLレベルは周波数とともに減少します。SHARPで50chアレイを使用した場合、MSLレベルは、8kHz以下で6dBより良く、36chアレイでは5kHz以下で6dBより良くなります。FASではMSLが大幅に改善され、50chアレイでは12kHzまで6dBより良く、36chアレイでは8kHzまで6dBより良くなります。

球形ビームフォーミングの使用範囲は、低周波では角度分解能、高周波ではMSLによって制約され、250 Hz から 12 kHz程度となります。

乗り物内部での測定では、一般に球形ビームフォーミングは全体を概観するために使用します。特に低周波数帯域でより詳細な情報を得たい場合、ハンドヘルド・アレイによるコンフォーマル音響ホログラフィを使用して、とても幅広い周波数レンジをカバーできます。

特徴・利点

- ・ 短時間で測定可能 (スナップショット計測)
- ・ 中域から高域の周波数に最適
- ・ 全方向が対象
- ・ 音響環境に依存しない

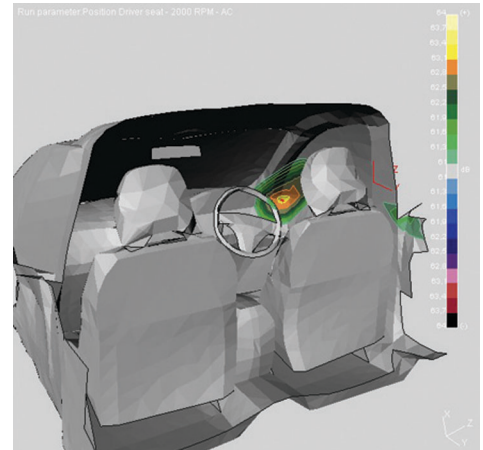
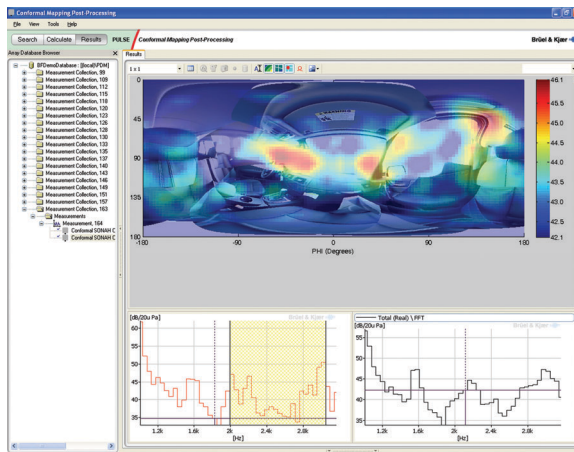
主な用途

- ・ 車両の内部騒音
- ・ 航空機の客室騒音
- ・ 建築物の室内
- ・ 工業プラント騒音

計測事例

図6

左：球形ビームフォーミングによる路上試験の全方向測定結果
130km/h:2000-3000Hz
における車室内
右：自動車の運転席に向けて球形アレイを設置し、空調を動作させた状態のコフォーマルマッピングの結果
右側の通気口が他の通気口より大きな騒音を発生していることが分かる
(1/3 オクターブ, 4-5 kHz)

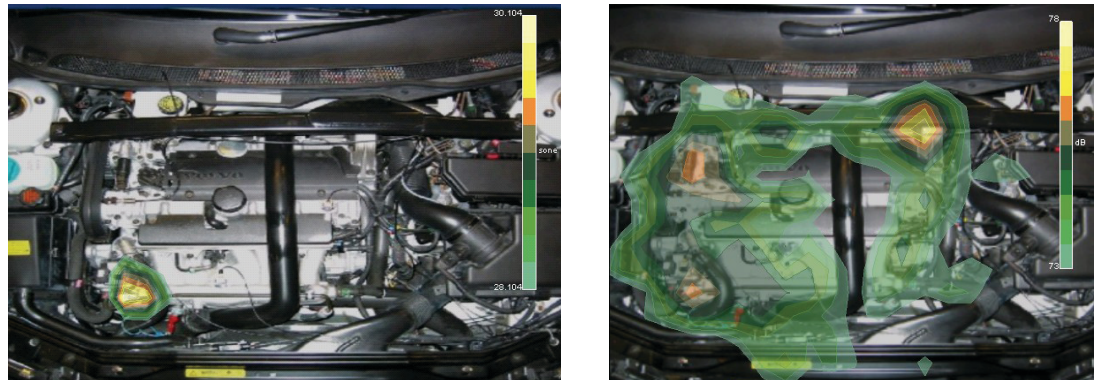


音質メトリクス-BZ-5638

すべてのアレイアプリケーション(ビームフォーミング、音響ホログラフィ、球形ビームフォーミング)で、音質メトリクスのマッピングが可能です。(図7 参照)

図7

ラウドネス・マップ
と音圧レベルマップ
の比較
15.5-18 bark
左：定常ラウドネス
右：音圧



利用可能な音質メトリクスは、Array Acoustics Suiteで選択した計算タイプによって異なります。(表3 参照) インパルスブネスは、株式会社いすゞ自動車様と共同で開発したメトリクスです。

表3
利用可能な
音質メトリクス

	Processing Types in Array Acoustics Suite			Sound Quality Metrics
	Stationary	Quasi-stationary	Transient	
Stationary Loudness	•	•		•
Non-stationary Loudness			•	
Sharpness	•	•		•
Statistical Loudness				•
Roughness				•
Fluctuation Strength				•
Articulation Index	•	•		•
Psychoacoustic Annoyance				•
Loudness Level	•	•	•	•
Combined Metrics				•
Impulsiveness				•

システムの標準的なセットアップ

図8
典型的な
18チャンネル
スライスホイール・
アレイシステム

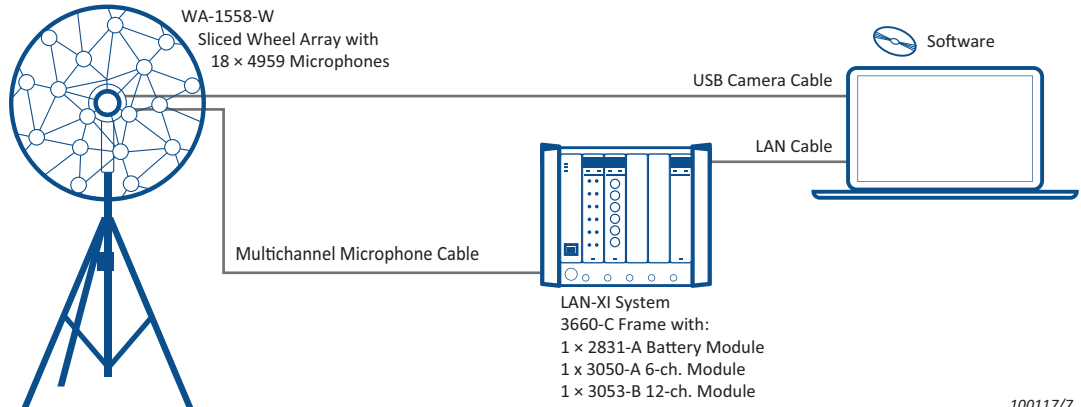


図9
典型的な
36チャンネルの球形
ビームフォーミング・
システム
球形ビームフォーミ
ング・システムは、
カスタム・システム
としての扱い

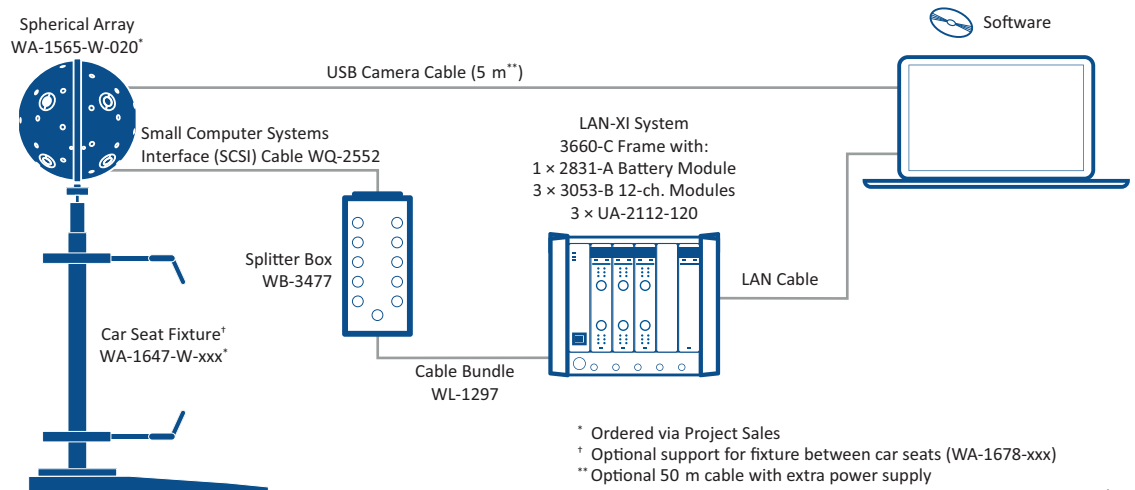


図10
典型的な
ペンタングル・
アレイシステム

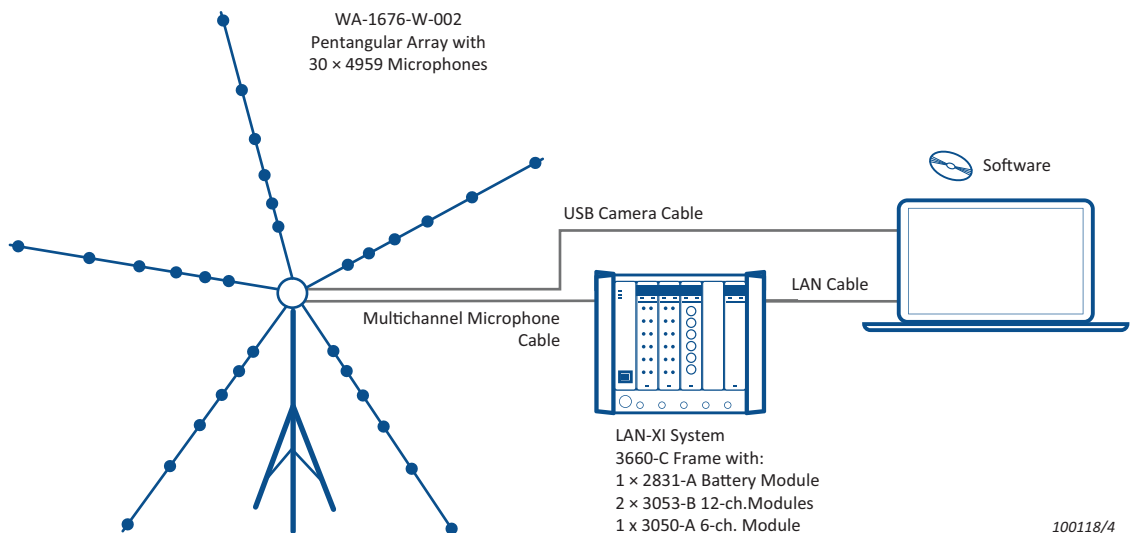
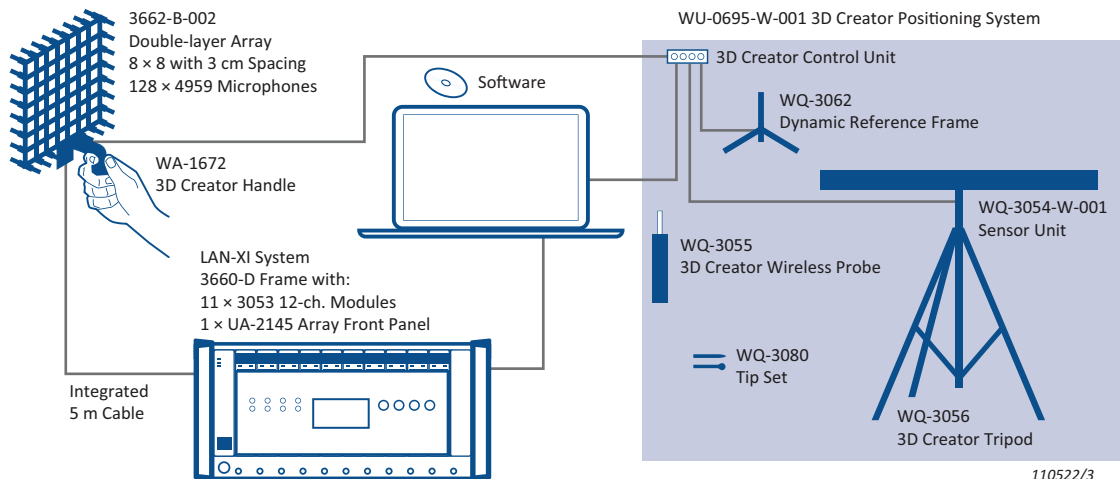


図 11

典型的な
ハンドヘルド・
ダブルレイヤー・
アレイシステム

(全チャンネルの
音の信号を単一の
ケーブルで伝送す
るためのアレイ用
フロントパネル
UA 2145 を使用)



110522/3

ハンドヘルド・アレイの対応周波数

ハンドヘルド・アレイ タイプ	レイヤー	構成	グリッドスペース (mm)	マイク本数	アレイ長さ (m)	最小周波数 (Hz)	最大周波数 (Hz)
3662-A-001 型	Single	8 × 8 × 1	25	64	0.175	245	6174
3662-A-002 型	Double	8 × 8 × 2	25	128	0.175	245	4979
3662-A-003 型	Single	6 × 6 × 1	25	36	0.125	343	6174
3662-A-004 型	Double	6 × 6 × 2	25	72	0.125	343	4979
3662-B-001 型	Single	8 × 8 × 1	30	64	0.210	204	5145
3662-B-002 型	Double	8 × 8 × 2	30	128	0.210	204	4979
3662-B-003 型	Single	6 × 6 × 1	30	36	0.150	286	5145
3662-B-004 型	Double	6 × 6 × 2	30	72	0.150	286	4979
3662-C-001 型	Single	8 × 8 × 1	35	64	0.245	175	4410
3662-C-002 型	Double	8 × 8 × 2	35	128	0.245	175	4410
3662-C-003 型	Single	6 × 6 × 1	35	36	0.175	245	4410
3662-C-004 型	Double	6 × 6 × 2	35	72	0.175	245	4410
3662-D-001 型	Single	8 × 8 × 1	40	64	0.280	153	3859
3662-D-002 型	Double	8 × 8 × 2	40	128	0.280	153	3859
3662-D-003 型	Single	6 × 6 × 1	40	36	0.200	214	3859
3662-D-004 型	Double	6 × 6 × 2	40	72	0.200	214	3859

仕様- 8606型, 8607型, 8608型

8606型、8607型、8608型は、Pulseで使用するWindows®ベース・アプリケーションです。
ソフトウェアは、インストール・メディア (DVDもしくはUSB) で提供します。ライセンスは、PCのホストID、もしくはドングルに対してのノードロック、またはネットワーク・サーバーに付与されるフローティングになります。

システム要件

- 下記のBK connectアプリケーション:
 - 8400型 Data Viewer
 - 8401型 Hardware Setup
 - 8401-A型 Hardware Setup (advanced)
 - 8430型 Array Analysis (7761型Pulse Acoustic Test Consultantを含む、詳細はBP 1908を参照)
- Microsoft® Windows® 10 Pro もしくは Enterprise (x64) で Current Branch (CB) または Current Branch for Business (CBB) サービスモデル
- Microsoft® Office 2016 (x32 or x64) または Office 2019 (x32 or x64)
- Microsoft® SQL Server® 2017 または SQL Server® 2019

注記: Microsoft SQL Server 2017は、BK Connectインストーラーに含まれています。

推奨システム構成

- Intel® Core™ i7, 3 GHz processor 以上
- 32 GB RAM
- 20 GB 以上の空き容量がある
480 GB ソリッドステートドライブ (SSD)

- 1 Gbit イーサネット接続*
- Microsoft® Windows® 10 Pro もしくは Enterprise (x64) で CB
- Microsoft® Office 2016 (x32)
- Microsoft® SQL Server® 2017
- 1920 × 1080 ピクセル (フルHD)の画面解像度

ハードウェア要件

最低限必要なハードウェア:

- マルチチャンネル・アコースティック・アレイ
- 選択したアレイ用LAN-XIデータ収集フロントエンド

注記: システムの安定性を向上させる為、フロントエンド用専用のネットワークを推奨

フロントエンド

ソフトウェアは、自動的に接続しているフロントエンド・ハードウェアを認識し、システムを構成します。もし、IEEE 1451.4対応検出器 (規格TEDS) で構成されている場合、同様に入力モジュールの正しいチャンネルへ自動的に認識します。

- * 専用のデータ収集ネットワーク (LAN もしくは WAN) を推奨、フロントエンドからデータのみを扱うネットワークがデータ安定性を向上させます。

	8607型音響ホログラフィ	8608型ビームフォーミング	8606型球形ビームフォーミング
計測			
モニター	可能	可能	可能 (1つのカメラのみ)
データ	時間/スペクトラム	時間	時間
処理	シングル、パッチ、スキャン	シングル	シングル
画像	不可	撮影または再利用可能	撮影または再利用可能
自動処理	自動保存、自動計算、選択計算	自動保存、自動計算、選択計算	自動保存、自動計算、選択計算
データ管理			
データベース	同時に複数	同時に複数	同時に複数
諸元情報の確認	可能	可能	可能
諸元情報の検索	可能	可能	可能
諸元情報の変更	可能	可能	可能
計算			
マルチコア・サポート	可能	可能	可能
対象形状タイプ	平面、コンフォーマル	平面、コンフォーマル	球形、コンフォーマル
参照信号	実信号/仮想信号	実信号	実信号
手法	NAH, SONAH, ESM	遅延和, NNLS, CLEAN-SC*	SHARP, FAS, CLEAN-SC*
フィルタ	周波数, 次数	周波数, 次数	周波数, 次数
音源の挙動	定常、準定常、非定常	定常、準定常、非定常	定常、準定常、非定常
関数	音圧, 音響インテンシティ, リアクティブ・インテンシティ, 粒子速度, 前方音源インテンシティ, 後方音源インテンシティ, 散乱インテンシティ, 放射インテンシティ, 吸音率	アレイ位置音圧への寄与, 音圧, 音響インテンシティ, 参照寄与	アレイ位置音圧への寄与, 音圧, 音響インテンシティ
表示軸	時間、RPM、角度	時間、RPM、角度	時間、RPM、角度
ユーザー・インターフェース			
ユーザー・レベル	ベーシック, アドバンスド, ユーザー定義	ベーシック, アドバンスド, ユーザー定義	ベーシック, アドバンスド, ユーザー定義
デフォルト	ユーザー定義	ユーザー定義	ユーザー定義
寄与解析			
音響パワー計算	エリア, コンポーネント	エリア, コンポーネント	エリア, コンポーネント
音源マップ表示			
表示数	1 × 1-4 × 4	1 × 1-4 × 4	1 × 1-4 × 4
表示のアライメント	カメラ位置, データ, 周波数, インデックス, カラースケール	カメラ位置, データ, 周波数, インデックス, カラースケール	カメラ位置, データ, 周波数, インデックス, カラースケール

	8607型音響ホログラフィ	8608型ビームフォーミング	8606型球形ビームフォーミング
プレイバック	計算ポイント	計算ポイント	計算ポイント
レポートニング			
カット&ペースト	1表示,全表示	1表示,全表示	1表示,全表示
動画ファイル生成	アニメーション基準 オーディオ基準	アニメーション基準 オーディオ基準	アニメーション基準 オーディオ基準
Microsoft® Word レポート作成	周波数毎 インデックス毎	周波数毎 インデックス毎	周波数毎 インデックス毎
容量			
計算†	定常 (時間ベース): 8608型として ロボットでのスキャン計測 (定常、周波数ベース) • 5000 計測点 (SONAH) • 10000 計測点 (NAH) と2参照信号、 400ラインFFT (もしくは同等) 上記以上に計測ポイントが多い場合は、 7780型として知られているPulse ベース を提案いたします。	定常 (時間ベース): • 12.8 kHzで300秒 • 60 計測点 • 8000 ターゲット点 • 800ラインFFT (もしくは同等)	定常 (時間ベース): • 6.4 kHzで300秒 • 800ラインFFT • 2592ターゲット点 (方位角と仰角で5° 間隔)
計算†	非定常: • 非定常計算での最大信号長は、 選択したサンプリング周波数‡での 最大計測信号長の1/15です。 • 60 計測点 • 400 ターゲット点 • 300 フレーム • 800 ライン FFT (もしくは同等)**	非定常: • 非定常計算での最大信号長は、 選択したサンプリング周波数‡での 最大計測信号長の1/4です。 • 60 計測点 • 400 ターゲット点 • 300 フレーム • 800 ライン FFT (もしくは同等)**	非定常: • 非定常計算での最大信号長は、 選択したサンプリング周波数‡での 最大計測信号長の1/15です。 • 50 計測点 • 400 ターゲット点 • 300 フレーム • 800 ライン FFT (もしくは同等)**
計測	周波数データ: • PULSE FFT分析器で設定 • 2000 計測点 • 6参照信号 • 400ラインFFT 時間データ: 8402型 BK Connect Time Data Recorderが必要	時間データ: • 12.8 kHz で300秒 • Data recorderで設定 (8402型BK Connect Data Recorder が必要)	時間データ: • 12.8 kHz で300秒 • SData recorderで設定 (8402型BK Connect Data Recorder が必要)

* 必須オプション: BZ-5639型 Refined Beamforming Calculations

† 単一のパラメータのみ計算した場合 (例: 音圧のみ, 音響インテンシティのみ)

‡ 長い信号の非定常解析は、セグメントでは実行可能です。これらの値は、音圧と粒子速度で、インテンシティの場合は半減

** Windows® の64bit版を使用した場合。Windows® の32bit版を使用した場合は半減

ご注文のための情報

8606型 PULSE Array Acoustics, 球形ビームフォーミング
 8607型 PULSE Array Acoustics, 音響ホログラフィ
 8608型 PULSE Array Acoustics, ビームフォーミング

ソフトウェア・ライセンスは、ノードロックまたはフローティング
 8606型, 8607型, 8608型は下記が必須:

- 8400型 BK Connect Data Viewer
- 8401型 BK Connect Hardware Setup
- 8401-A型 BK Connect Hardware Setup (advanced) Type 8401-A
- 8430型 BK Connect Array Analysis (7761型PULSE Acoustic Test Consultant含む)

オプション

型番	名称	Product Data	8607型 音響ホログラフィ	8608型 ビームフォーミング	8606型 球形 ビームフォーミング
BZ-5635	PULSE Array Acoustics, 準非定常計算	-	•	•	•
BZ-5636	PULSE Array Acoustics, 非定常計算	-	•	•	•
BZ-5637	PULSE Array Acoustics, コンフォーマル計算	-	•	•	•
BZ-5638	PULSE Array Acoustics, 音質メトリクス	BP 2164	•	•	•
BZ-5652	PULSE Array Acoustics, 外部プラグイン・マネージャー	BP 2531	•	•	•
BZ-5644	PULSE Array Acoustics, ワイドバンド・ホログラフィ	BP 2671	•	•	
BZ-5639	PULSE Array Acoustics, リファインド・ビームフォーミング計算	BP 2543		•	•
BZ-5939	PULSE Array Acoustics, 列車用移動音源ビームフォーミング	BP 2454		•	
BZ-5940	PULSE Array Acoustics, 飛行機用移動音源ビームフォーミング	BP 2537		•	
BZ-5941	PULSE Array Acoustics, 風力用移動音源ビームフォーミング	BP 2493		•	
BZ-5943	PULSE Array Acoustics, 自動車用移動音源ビームフォーミング	BP 2453		•	
BZ-5963	PULSE Array Acoustics, プロキシマル・ホログラフィ	BP 2672	•		
BZ-5370	PULSE ATC ロボット・オプション	BP 1908	•		
BZ-5640*	PULSE パネル寄与解析	BP 2515	•		
BZ-5641*	PULSE インテンシティ成分分析	BP 2515	•		
BZ-5642*	PULSE 現場吸音測定	BP 2515	•		
BZ-5611	PULSE ATC ポジショニング・オプション	BP 1908	•		

* BZ-5637が必須

Brüel & Kjær サポート製品

LAN-XI データ収集ハードウェア

UA-2145-D 11モジュール用LAN-XIアレイ・フロントパネル

アレイ

WA-0806 一体型コネクション・アレイ
WA-0807 フレキシブル・コネクション・アレイ
WA-1565-W-020 36チャンネル球形アレイ
WA-1565-W-021 50チャンネル球形アレイ
WA-0890-F 円形ビームフォーミング・アレイ
WA-0890-H 半円形ビームフォーミング・アレイ
WA-1558 スライスホイール・アレイ
3662型-X-yyy* ハンドヘルド・アレイ (詳細は、表1参照)

アレイ・アクセサリ

9665型† アレイ位置システム (ロボット)
WB-1477† ロボット・コントローラー
WU-0695-W-001 3D Creator (光学式ポジショニングシステム)
WQ-2691 三脚
WA-0810 グリッド・アレイ用サポート・スタンド
WA-1647-W-001 球形アレイ車両用シート固定治具
WA-0728-W-004 シングルチャンネル・ピストンホン・アダプタ
(球形アレイの4959型マイクロホン用)
WA-0728-W-005 シングルチャンネル・ピストンホン・アダプタ
(折畳み式アレイの4959型マイクロホン用)

マイクロホン

4957型 10 kHz アレイ・マイクロホン
4958型 20 kHz 高精度アレイ・マイクロホン
4959型 10 kHz 短アレイ・マイクロホン

* Xは標準的なマイクロホン間隔をA, B, C, Dから選択でき、それぞれ25, 30, 35, 40 mm
yyyはチャンネル数を001, 002, 003, 004から選択でき、それぞれ8×8×1, 8×8×2,
6×6×1, 6×6×2

† ロボットは、特注品扱い。

詳細は、Brüel & Kjær (bksv.com/contact)へ問い合わせしてください。

Brüel & Kjær サポート・サービス

SOFTWARE MAINTENANCE AND SUPPORT

全てのソフトウェア・パッケージで利用可能
(詳細はプロダクト・データ BP 1800 参照)

Brüel & Kjær およびその他の商標、サービスマーク、商号、ロゴ、製品名は、ホットティング・ブリュエル・ケア A/S または第三者の所有物です。

スペクトリス株式会社 ホットティング・ブリュエル・ケア事業部

<https://www.bksv.com/ja> info@hbkworl.com

東京: 03-5609-7734 大阪: 06-4807-3261 名古屋: 052-220-6081

本文書に記載の内容が正確であることを期するため相当の注意が払われていますが、

その正確さ、保証、通用期間、完全性に関して表明するものではありません。

記載内容は予告なく変更することがあります。

本文書の最新版については、弊社担当営業にお問い合わせください。

Brüel & Kjær 