

平成 29 年度 日本音響学会
技術開発賞

ONOSOKKI

4ch ビームフォーミング 音源可視化システム



株式会社 小野測器
<https://www.onosokki.co.jp/>

この音どこから？

進化したマイクロホンプロブで、あなたの「見たい、知りたい」にこたえます
小型、軽量だから、いつでも、どこでも
4chビームフォーミング音源可視化システム

▶ 広い解析周波数での計測を実現

解析周波数500 Hz～8 kHz※での音源探査が可能になりました。

※推奨解析周波数です。P7の仕様参照

▶ 4本のマイクロホンで音源探査が可能

ビームフォーミングの演算に新しい手法を用いることにより、
少ないマイクロホンでも音源位置を捉えます。

▶ 音源の状況を実時間でモニタ(5回/秒)

音源位置を、その場で確認することができます。

▶ 過渡音・単発音などに対応

変化の速い音については、録音・録画。

オフライン解析(25回/秒以上)でさらに細かく解析することができます。

4ch BEAM FORMING S

音源可視化 ビームフォーミングとは、

音源からマイクロホンまでの位相差情報から音圧分布を得て、カラーマップで可視化する方法です。

カメラの映像に重ねて、リアルタイムに音圧の高い部位を表示、音源の位置を直感的に捉えることができます。

ビームフォーミングでは、より広帯域の音に適応するために、

数十、百を超えるマイクロホンを使用することが多く、サイズは大きくなりがちでした。

当社の「4chビームフォーミング」は4本という少ないマイクロホンで

音の可視化をリアルタイムで実現したシステムです。



SYSTEM

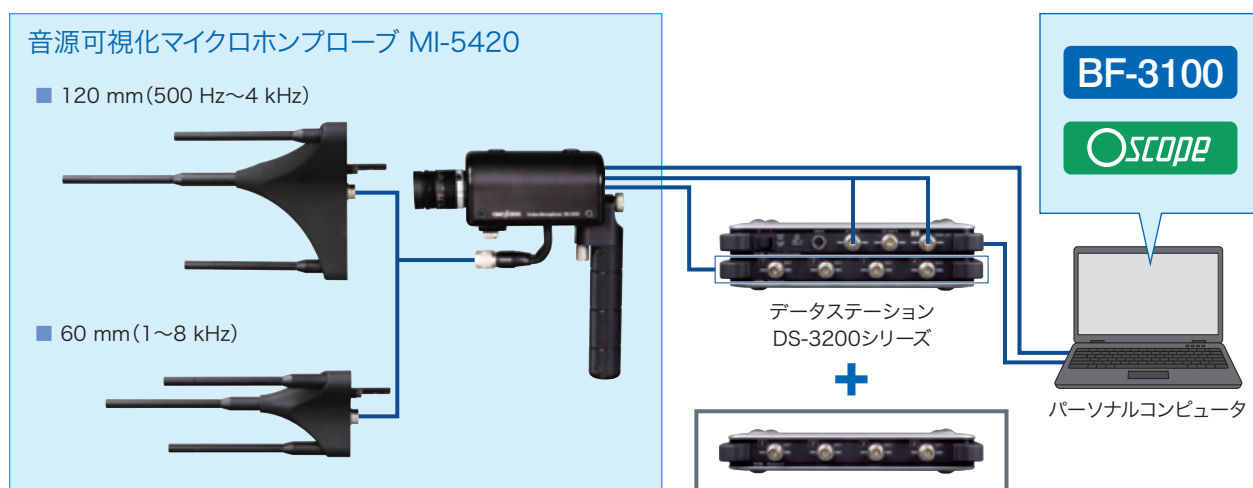
音源可視化マイクロホンプローブ MI-5420

システム構成

データステーション(DS-3200)をベースに、音源可視化マイクロホンプローブ(MI-5420)を組み合わせてシステムを構成しています。マイクロホンは解析周波数に応じて、120 mmと60 mmの2種類を付けかえて使用します。データステーションの4chは音源可視化マイクロホンプローブを接続します。さらに4chを追加すると加速度センサや、回転センサなどを接続して、振動波形や回転速度を確認しながらのモニタリングが可能です。

測定及び解析には、4chビームフォーミングソフトウェア(BF-3100)及び時系列データ解析ツールOscopeを使用します。

MI-5420 4chビームフォーミングシステム図



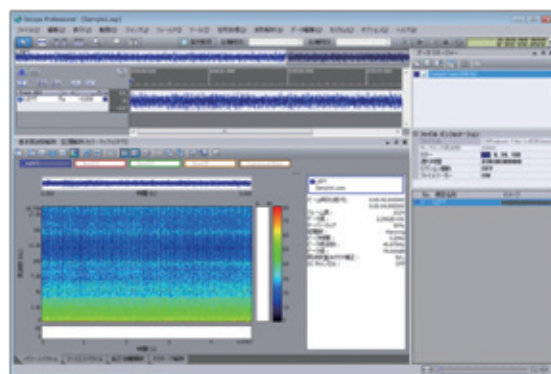
センサと組み合わせた計測も可能! (増設例)※



Oscope

時系列データ解析ツール ソフトウェア

Oscopeは、Microsoft® Excel®で扱えない長い時系列データを自由自在に編集、解析するソフトウェアです。BF-3100で録画したデータに加え、各社レコーダのデータやCSV、WAVファイルなどの汎用フォーマットデータも扱うことができます。異なるファイルの波形を重ね書き、波形の分割・移動・拡大・縮小も自由に行え、Microsoft® Excel®との連携もスムーズに行えます。動画再生機能、FFT解析機能、音質評価、様々なフィルタ機能もあります。



FFT解析画面

※DS-3200シリーズ、Oscope、音響、振動、回転の各計測器は、別途詳しいカタログをご用意しておりますので、ご請求ください。

どこでも・どんな音でも

試験対象に近接

(例) ドアミラーの開閉音



簡易にセッティング

(例) 走行中の車両音



狭い空間を移動

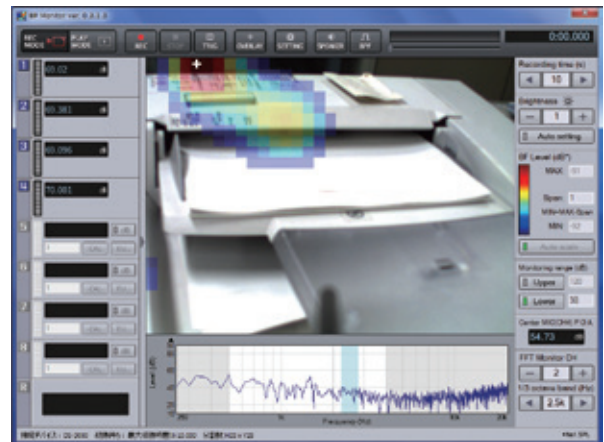
(例) パワーシートの稼働音



コンパクトで軽量のマイクアレイなので、様々な環境で測定ができます。
2種類のソフトウェア構成で音の種類問わず解析ができます。

リアルタイムモニタ

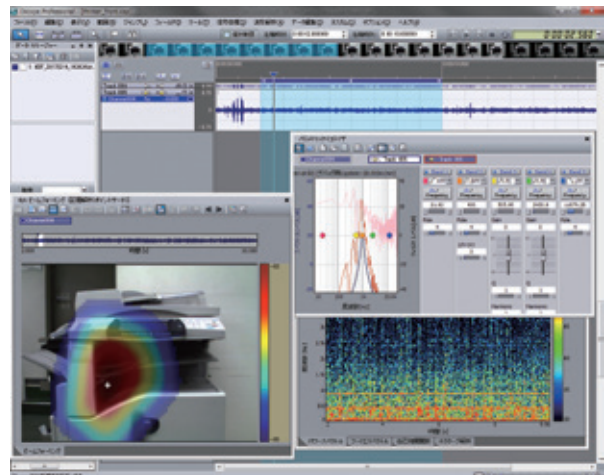
このソフトウェアは、音源可視化処理をリアルタイム(5回/秒)で実施、表示します。同時に収録(25回/秒)、再生も可能です。マイクロホンプロブの位置を移動させながら、解析する周波数帯域を切り替えながら、音源を見つけることができます。バンドパスフィルタをかけながら音を聴くこともできるので、異音の周波数帯域がわからない時も音を聴いて確認することができます。



リアルタイムモニタ画面

オフライン解析

時系列データ解析ツールOscope[®]にプラグインされたソフトウェアです。再現の難しい変化の速い音についても、リアルタイムモニタで収録・録画したデータを解析することで、25回/秒以上の時間分解能で解析を実施できます。オフライン解析では、突発音や過渡音でも確実に音源位置を可視化できます。



オフライン解析画面

※Oscope OS-2720 FFT解析パック+OS-0281 動画再生オプションが必要です。
またOS-0261 (IIRフィルタ)オプションお追加をお勧めします。

1 コピー機の作動音

4chビームフォーミング音源可視化システムを用いて、対策の前後を可視化して比較します。

※この事例は本システムの用例をご紹介するものです。

[計測の流れ]

コピー機中央の開口部から発する、紙送り音を収録



紙送り音を収録したデータから発生部位を決定



遮蔽テープを貼りデータを収録



収録したデータをオフライン解析し、遮蔽テープ有無の結果を比較

[解析結果] ※図1、2を参照。

遮蔽テープの有無をカラーマップ(図1、図2)で比較すると、テープ無しの場合、開口部周辺にあった音源(カラーマップの赤い範囲)は、テープを貼ると表示されません。騒音計のA特性音圧レベルに着目すると、72.2 dB(テープ無し)から62.6 dB(テープ有り)に変化し、約10 dB低減しています。カラーマップと騒音計の結果から、開口部の放射音の変化が確認できます。

図1 遮蔽前(A特性音圧レベル 72.2 dB)

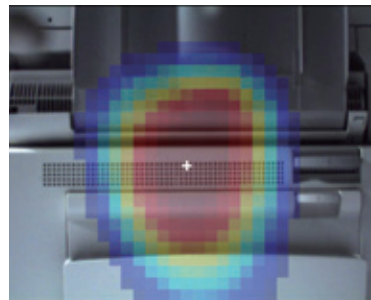


図2 遮蔽後(A特性音圧レベル 62.6 dB)

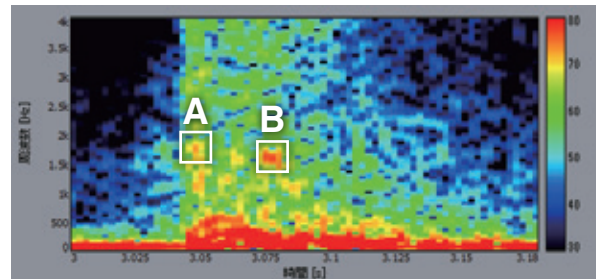
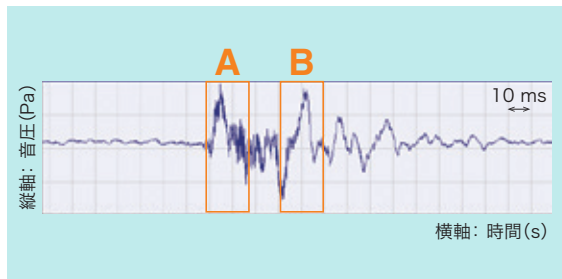


2 自動車のドア閉め音

[解析結果] ※右図を参照。

ドア閉め音は短時間に色々な箇所から音が発生します。時間波形より2つの山(A、B)があり、周波数解析によってそれぞれ1.6 kHzの帯域で音圧が大きくなっています。次にこの帯域に注目して音源可視化をすると、Aはドア下部からのドア当たり音、

Bはドア当たり音と地面反射音の合成音ということがわかります。BF-3100は人の耳では一つに聞こえる音も、時系列と共に複数の場所の音が発生していることを可視化し、確認することができます。



A ドア当たり音



B ドア当たり音と地面反射音の合成音



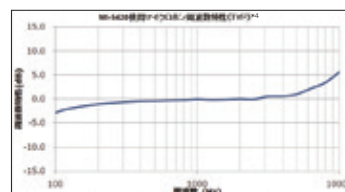
4ch ビームフォーミング 音源可視化システム 仕様

MI-5420		60mmプローブヘッド有	120mmプローブヘッド有	
音源可視化 マイクロホンプローブ	外形寸法*1	74.3(W)×174.5(H)×311.0(D) mm	141.0(W)×174.5(H)×349.0(D) mm	
	質量(プローブヘッド+メインボディ+グリップ)*2	約615 g	約735 g	
	使用温度範囲	0~50 °C		
	使用湿度範囲	85 %RH以下(結露しないこと)		
	保存温度範囲	-10~60 °C		
	保存湿度範囲	90 %RH以下(結露しないこと)		
	適合規格(CEマーキング)	EMC指令 2014/30/EU 規格 EN61326-1 ※詳細は、当社ホームページ(https://www.onosokki.co.jp)をご覧ください。		
	電源	電源	DS-3200/3100/2100 Aから供給	
		供給方式	CCLD	
		電圧	DC 24 V	
	電流	4 mA×4		

*1 グリップを垂直方向に取り付け(ケーブル含まず)、突起部は含みません。
*2 ケーブルを含みません。

プローブヘッド	マイクロホン間ギャップ	60 mm(±1 mm)	120 mm(±1 mm)
	可視化周波数帯域*3	1~8 kHz	500 Hz~4 kHz
マイクロホン*4	直径	7 mm	
	最大音圧レベル	110 dB(1 kHz, THD=3 %)	
	プローブヘッドとメインボディの接続	つまみネジ(すり割付ローレットネジ)*5	

*3 可視化周波数帯域の定義
定義1 自由音場にて音源とマイクロホンの距離が1 mのとき、音の強度が音源中心から-6 dB減衰するまでの空間分解能が30 cm以内であること。
定義2 カメラ画角内に虚像音源が出現しないこと(可視化周波数帯域外であっても、1/3 オクターブバンドの中心周波数が315 Hz~16 kHzまでの解析は可能)。
*4 詳細はマイクロホンの記述を参照。
*5 推奨締め付けトルク: 0.7 Nm



メインボディ	カメラ*6	CMOS USBカメラ	撮像素子	CMOS 1/3 型 カラー
			撮像サイズ	VGA(640×480)(固定)
			焦点距離	焦点距離6 mm
			絞り	F 1.2~16
			動画ファイル	bfmファイルフォーマット(小野測器独自フォーマット)
			フレームレート	5 fps(リアルタイムモニタ時) 25 fps(収録時)
			撮像画角	水平 42°垂直26°(TYP値)
			インターフェース	USB 3.0
			電源	USB/バスパワー
メインボディ	上面取付ねじ穴×2	1/4-20UNC 6 mm	アクセサリ用*7	
	下面取付ねじ穴×2	1/4-20UNC 6 mm	グリップ用	
	グリップ下面取付ねじ穴×1	1/4-20UNC 6 mm	アクセサリ用*7	
MI-5420 複合ケーブル	専用ケーブル	全長約3 m		
	太さ	約φ20 mm*8		
	被覆	樹脂メッシュスリーブ*9		
	最小曲半径	約70 mm		

付属品		数量
マイク音響補正ファイルCD		1
マイク位置確認プレート		1
キャリングケース		1
置き台*10		1
BNCケーブル(0.2 m)		1
BNC-JPJアダプタ		1
取扱説明書		1

*6 レンズ交換不可。
*7 社外品グリップ、照明を使用された場合、測定結果に影響を大きく及ぼす可能性があります。別途お問い合わせください。
*8 貫通穴などを通過する場合は、コネクタ部がありますのでφ30 mm以上の穴として下さい。
*9 ポリエステル+ナイロンにて複数のケーブルを束ねています。
*10 マイクロホンプローブを置く際に使用します。

BF-3100 ビームフォーミングソフトウェア

リアルタイム モニタ	ビームフォーミング 計算	カラーマップ表示分割数	33×25 (固定)
		窓関数	レクタンギュラ(固定)
		可視化設定帯域	1/3 オクターブバンド毎
	FFTモニタ	フレーム長	40 ms(2048点 固定)
		表示周波数帯域*11	250 Hz~20 kHz
	収録機能*12	サンプリング周波数	51.2 kHz(固定)
		収録周波数レンジ	20 kHz(固定)
		A/D変換	24 bit(固定)
		入力チャンネル数	最大8ch:マイクロホン(1~4ch)、 汎用入力(5~8ch)
		内部トリガ	スロープ及びレベル設定
		外部サンプリング	回転速度の表示および収録に使用
		収録ファイルフォーマット	bfmファイル(小野測器独自フォーマット)
		最大収録時間	1200秒
	オフライン解析 (Oscope プラグイン機能)*13	カラーマップ表示分割数	33×25~161×121
		フレーム長	40 ms(2048点 固定)
		窓関数	レクタンギュラ/ハニング/フォース
		可視化設定帯域	1/3 オクターブバンド毎/カスタム (任意周波数区間)
		出力機能	AVI/BMP/CSV/O-Chart*14
	付属品	インストールマニュアル	1
		BF-3100 インストールCD	1
		DS-3000 インストールCD	1

*11 ビームフォーミング可視化周波数帯域とは異なります。
*12 プレイモードにより収録直後に収録状態の確認が可能。

*13 動画再生オプションが必要。
*14 O-Chartへ出力する場合は、別売りのO-Chart ver3.6が必要です。

動作環境

DS-3200/3100/2100 A(入力4ch以上最大8ch*15)に対応しています。

	メインユニット	インタフェースケーブル	信号出力	リモコン
DS-2000シリーズ	DS-2100*16	DS-0299	DS-0271A/DS-0272A	DS-0295
DS-3000シリーズ	DS-3100	DS-0399	DS-0371/DS-0372	DS-0395
	DS-3200	付属のUSBケーブル	DS-0371/DS-0372	

*15 BF-3100は8chまで収録可能です。10ch以上のユニットでも動作します。ただし、100 kHzユニットには対応していません。フレームリンク機能には対応していません。
*16 DS-2000シリーズはAバージョンのみ動作します。

パーソナルコンピュータ	OS	Microsoft® Windows® 7 Professional(64 bit 版)、Microsoft® Windows® 10 Pro(64 bit 版) .NET Framework3.5 Service Pack1がインストールされていること
	CPU	Intel® Core™ i5 2.7 GHz以上(推奨はCore™ i7)
	メモリ	4 GB以上
	HDD空き容量	空き容量16 GB
	光学ドライブ	インストールおよびアップデート時にCDの読み込みが可能な光学ドライブ
	ディスプレイ	1280×768以上表示可能なもの
	USBポート	USB 3.0×1(カメラ*17) USB 3.0×1(DS-3200*17)or USB2.0×1(DS-0299/0399)*17*18 USB 2.0 以上×1(ライセンスキー)
	その他	サウンドデバイス
	ソフトウェア	Oscope ver 2.9以上がインストール済みであること

*17 USBハブ使用不可。
*18 DS-0299/0399をUSB3.0ポートに接続すると、一部のパーソナルコンピュータでは通信エラーが発生することがあります。

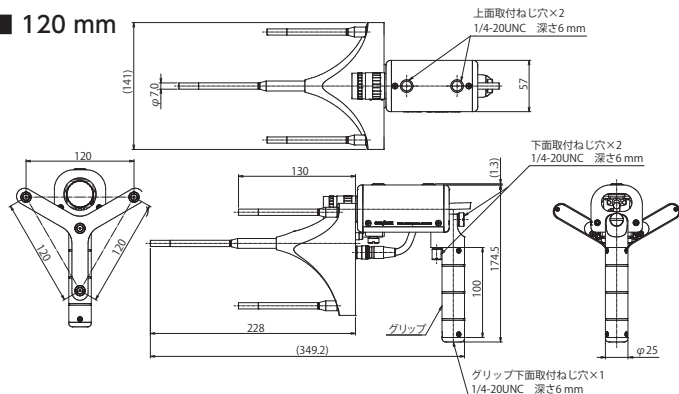
4ch BEAM FORMING SYSTEM

■ 外形寸法図

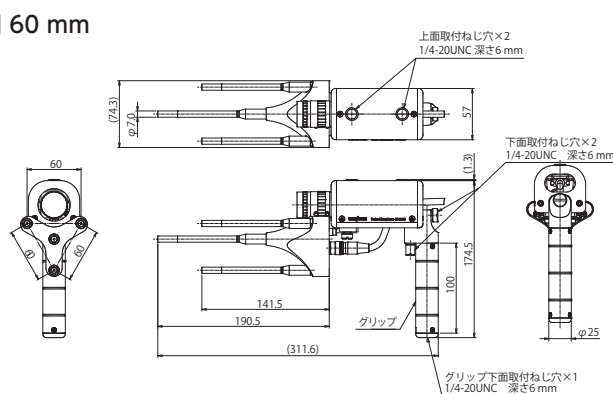
MI-5420

(単位: mm)

■ 120 mm



■ 60 mm



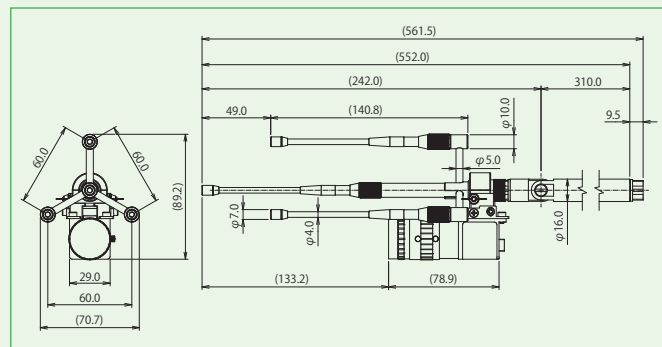
■ 構成例

型名	品名	価格(税抜き)
MI-5420	音源可視化マイクロホンプローブ*1	¥1,900,000
BF-3100	4chビームフォーミングソフトウェア	¥3,000,000
DS-3204, DS-0371	データステーション(4ch), 信号出力オプション	¥1,600,000
OS-2720	Oscope (FFT解析パック)	¥600,000
OS-0281	Oscope動画再生オプション	¥300,000
OS-0261	Oscope IIRフィルタオプション*2	¥160,000
	パーソナルコンピュータ	別途
合計		¥7,560,000

*1 マイクロホンプローブヘッド2種(120 mm, 60 mm)、カメラ、カメラ・マイクロホン専用集合ケーブル3 mを含みます
*2 リアルタイムモニタに追加されるIIRフィルタをオフライン解析でも行う場合に必要です

MI-6420との組み合わせ

4chビームフォーミングソフトウェアはMI-6420と組み合わせて使用することも可能です。
エンベロープインテンシティ、音響インテンシティの音源可視化計測方法を拡張する場合はMI-6420を選択してください。



■ 三次元SIプローブ

マイク間隔	60 mm*	使用温度範囲	0~40℃
可視化周波数帯域	1~5 kHz	保存温度範囲	-10~60℃
全長	560 mm	接続ケーブル	約5 m
質量(ケーブルを除く)	約300 g		

*MI-6420には20 mm間隔のプローブも含まれますが、主にエンベロープインテンシティ、音響インテンシティで使用します。

■ 構成例

型名	品名	価格(税抜き)
BF-3100	4chビームフォーミングソフトウェア	¥3,000,000
OS-2720	Oscope (FFT解析パック)	¥600,000
OS-0281	Oscope動画再生オプション	¥300,000
DS-3204, DS-0371	データステーション(4ch)、信号出力オプション	¥1,600,000
MI-6420	三次元SIプローブ	¥1,300,000
MX-101	信号ケーブル 1.5 m×4本(BNC-BNC)	¥12,000
CF-0610	マイクロホンアンプ	¥400,000
	カメラ、専用USBケーブル(3 m)、同期ケーブル(5 m)含む	¥400,000
	パーソナルコンピュータ	別途
合計		¥7,612,000

*Microsoft、Windowsは米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。その他記載されている会社名、製品名は各社の商標または登録商標です。

お客様へのお願い 当社製品(役務を含む)を輸出または国外へ持出す際の注意について

当社製品(役務を含む)を輸出または国外へ持出す場合は、外為法(外国為替及び外国貿易法)の規定により、リスト規制該当品であれば、経済産業大臣へ輸出許可申請の手続きを行ってください。また非該当品であれば、通関上何らかの書類が必要となります。尚、非該当品であってもキャッチオール規制に該当する場合は、経済産業大臣へ輸出許可申請が必要となります。お問い合わせは、当社の最寄りの営業所または当社輸出管理担当窓口(電話045-476-9707)までご連絡ください。

●記載事項は変更になる場合がありますので、ご注文の際はご確認ください。

⚠ 注意 ●機器を正しく安全にお使いいただくために、ご使用前に必ず「取扱説明書」をよくお読みください。

●代理店・販売店

株式会社 小野測器

〒222-8507 神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-3 TEL.(045)935-3888

お客様相談室 フリーダイヤル 0120-388841
受付時間: 9:00~12:00 / 13:00~18:00(土・日・祝日を除く)

北 関東(028)684-2400 浜 松(053)462-5611 広 島(082)246-1777
埼 玉(048)474-8311 トヨタ(0565)31-1779 九 州(092)432-2335
首 都 圏(045)935-3838 中 部(052)769-6571 海 外(045)935-3918
沼 津(055)988-3738 関 西(06)6386-3141

ホームページアドレス | <https://www.onosokki.co.jp/>
E-mailアドレス | webinfo@onosokki.co.jp

*本カタログ記載の価格はすべて税抜き価格です。