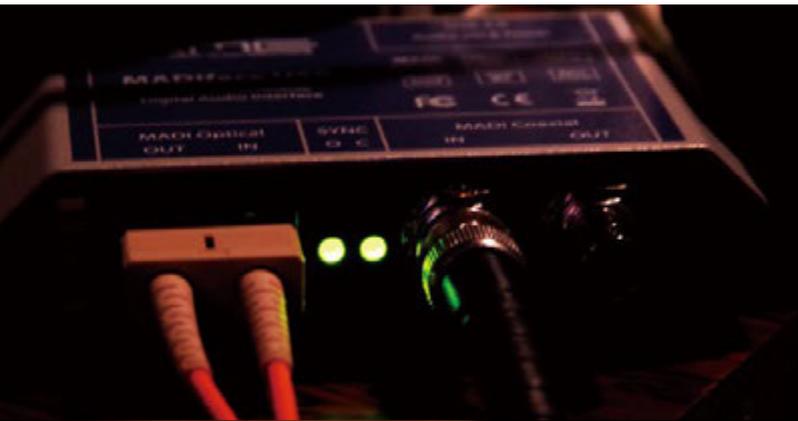


# RME

## MADI Everywhere

低廉・コンパクト・高品質な収録・制作環境を実現する  
RMEのMADIテクノロジー



## MADIとは？

### MADIはマルチチャンネル伝送のための業界標準規格です

MADI (Multichannel Audio Digital Interface) は、AESによって定められたマルチチャンネルのデジタルオーディオ伝送の業界標準規格です。伝送距離、経年劣化、重量、断線など、従来のアナログマルチケーブルが抱える問題点を解消します。

### 最大64チャンネルをケーブル1本で劣化なく最大2000m伝送します

1方向1本のオプティカルまたはコアキシャルケーブルが、中継現場やライブ会場・劇場・会議場において、最大64チャンネルの送受信を劣化なく可能にします。また、導入費用だけでなく維持費用の削減にも効果を発揮します。

#### ■ MADIの現状

MADIは、デジタルオーディオ機器の増加、マルチチャンネル化など、従来のアナログシステムにおける様々な問題点を解決するためにAES(Audio Engineering Society)によって規格化されました。近年のサラウンド・プロダクションの増加もMADIが生まれた背景にあります。MADIはサンプル単位の精度でマルチチャンネルの長距離オーディオ伝送を最もシンプルな手段で提供する便利なインターフェイス・テクノロジーです。典型的な導入メリットとしては長距離伝送、設置コストの削減、全体的なメンテナンスの軽減があげられます。

#### ■ 全てのチャンネルを1本のケーブルで

MADIは、マルチチャンネルのオーディオを効率的に伝送する便利な手段です。信号の伝送には2種類のケーブルがご利用頂けます：

- コアキシャル：最大100m(75Ω, BNC)
- オプティカル光ファイバー：最大2000m(62.5/125μm, スタンダード・ネットワーク・テクノロジー)

ライブ、スタジオ、設備などにおいては、従来アナログマルチケーブルが標準として導入されてきました。しかし、チャンネル数が増えるに従ってアナログマルチケーブルの価格対効果は下がってしまい、特に中継環境では、ケーブルはつり上げられたり、巻かれたり、また大勢に踏まれたりすることによってその劣化が進んでしまいます。多忙なスケジュールの中でケーブルを解析して修理する時間がないのもよくあることです。よってほとんどの場合、ケーブルに問題が確認されると、新しいマルチケーブルに入れ替えなければなりません。

#### ■ 理論

MADIは、最大64チャンネル分の連続した24ビットのAES/EBU信号を「Time Division Multiplexing(時分割多重化)」によって1本のケーブルで伝送します。MADIは元になる地点から目的の地点へ一方に信号を伝送します。44.1kHz/48kHzの場合64チャンネル、96kHzの場合32チャンネル、192kHzの場合16チャンネルのオーディオ伝送に対応します。

#### ■ 現場

MADIの導入によってシステムの信頼性が向上し、同時に設置やケーブルの引き回しを簡素化することができます。ルーティングにおいては物理的な作業は必要なくリモートコントロール制御できますので、パッチベイはもはや必要がなくなります。特に複数のパフォーマンスやショーが行われる場合に、設定を瞬時に切り替えることができますので、時間とコストの節約に繋がります。

現代のプロダクションシステムにおいて、MADIはシンプルなホーム・スタジオから複雑なコンサート・ホールの設備まで、ミキシング・コンソール、DAW、マルチトラックレコーダー、その他デジタルの外部機器間をリンクする、マルチチャンネルのデジタルオーディオルーティングシステムとして使用されています。ステージからのデジタル化されたマイク信号やライン信号を、遠隔にある会場やスタジオのミキシング・コンソールまでシンプルに伝送します。

MADIは、Euphonix、Merging、Lawo、YAMAHA、Stagetec、Studer、DiGiCo/Soundtracs、Fairlight、GENEX、Innovason、Otari、Publison、Soundscape、Junger、Sony、Cadac、Axon、AMS/Neve、Solid State Logicをはじめとするプロオーディオの様々なメーカーが導入しています。

## MADIオプティカルケーブル

オプティカルファイバーは新たな標準規格になりました

#### ■ なぜグラスファイバー？

年々膨大なデータ伝送の需要が増えています。イーサネット・ネットワークにおいても従来の銅線は近い将来必要になる伝送量に追いつかなくなります。従来のケーブルの場合、ギガビットや10ギガビットでは物理的に限度に達しますので、グラスファイバーのみが将来の伝送需要に対応できます。

#### ✓ 銅線と比較したオプティカルケーブルのメリット

- 電磁気からの干渉を受けない
- オプティカルケーブルは電源ケーブル等と平行して配線可能
- クロストーク、ハム、電位差がない
- 長距離伝送時にも音質に影響を与えない
- 重量が大幅に軽い

#### ■ コネクタ

RMEのMADI製品は、オプティカルコネクタに他社のMADI製品と同様に一般的なSCプラグ(IEC 874-19)を採用しています。SCコネクタは、コンパクトでより強固なプラグ形状に再加工も可能な上、脱落や接触不良などもおこりにくく、非常に安定した接続が可能です。



#### ■ MADIオプティカルケーブル・ドラム

多くのメーカーはオプティカルケーブルとコネクタを取り扱っており、最長で2000mのドラムも入手することができます。



## RMEが高音質なのはなぜ？

### SteadyClock™ (ステディークロック)

デジタル信号には、サンプリング・クロックの時間的なゆらぎからジッター\*が生じます。現在、その抑制こそがデジタル・オーディオ機器の大命題とされています。SteadyClockは、すべてのクロックに対して驚異的なジッター抑制を行います。

\*ジッター: AD/DA変換時のクロックの精度や素子の反応速度によって時間軸の変動が生じること。値は偏差(単位ps)で表します。

一部のハイエンド・リスニング・オーディオ機を除き、デジタル機器のクロック部は、外部信号を受信するアナログPLL、内部クロックを生成するいくつかの水晶発振器から構成されています。

それに対して、RMEのSteadyClockは1基の水晶発振器で、オーディオ・データとは独立したキャリア・データのクロックのみを受信し、相互干渉による精度の低下を防ぎます。

SteadyClockは、デジタルPLL、アナログ・フィルタで構成された200 MHzの高速な回路です。RMEは、この画期的な技術を、FPGA内で低コストに実現しています。そのパフォーマンスの高さはデジタル技術に精通したエンジニアの予想をもはるかに上回ります。それにも関わらず、他社のデジタル技術と比べてきわめて高速に反応します。極端なバリピッチにも追従し、28~220kHzの入力信号に、数分の1秒以内でロックします。

SteadyClockは、ジッターの生じやすいMADI信号から安定したクロックを得るために開発されました。MADI信号内のMADIクロックは、12.5MHzの時間差によって約80nsのジッターが発生します。それ以外のフォーマット信号のジッター値は10ns未満で、2ns未満であると理想的とされています。

図1のグラフは約80nsのジッター(黄色のライン)が乗ったMADI入力信号です。SteadyClockは、このひどいジッターさえも、2ns未満までに抑制しています(グラフ下部、青のライン)。

内部クロックや、ADAT、AES/EBUクロックが、これほど高いジッターを持つことはありませんが、もちろん、SteadyClockは、MADI以外のすべての信号に対してもその効果を発揮できます。

図2のグラフは、約50 nsの高いジッターのワードクロック信号です(グラフ上部、黄色)。SteadyClockは、この場合にも素晴らしい効果を発揮しています。フィルタリングされたクロックのジッターは、2ns未満に抑制されていることがわかります(グラフ下部、青色)。SteadyClockは、いかなるクロックもリフレッシュされ、抜群の再生クオリティを保つだけでなく、理想的な基準クロックとして、すべてのデジタル出力から送信できます。



>> 詳しくは...<http://synthax.jp/madi>

図 1

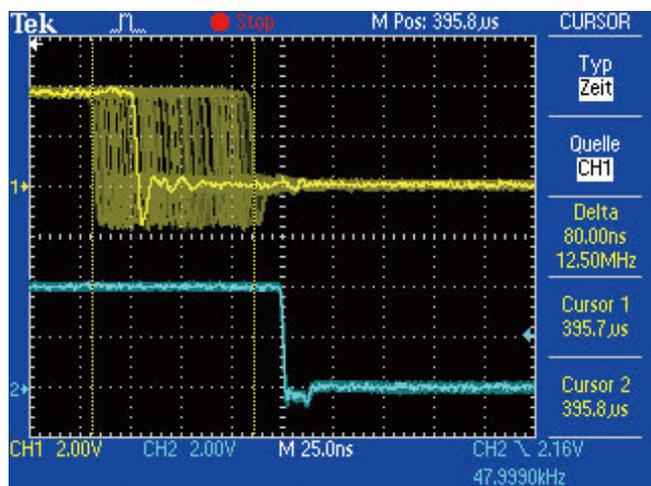
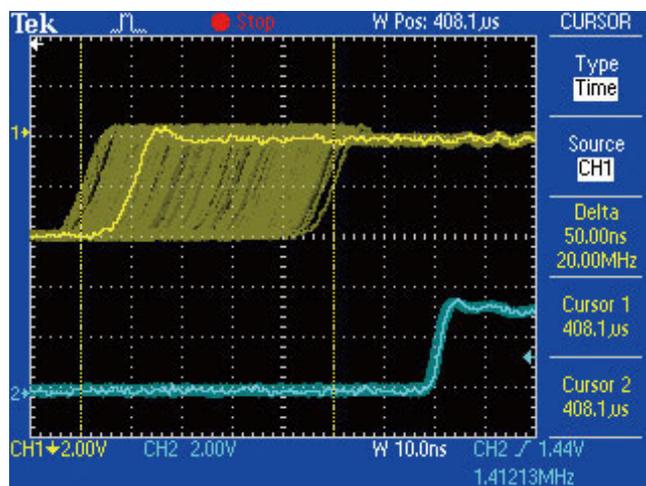


図 2



# MADI Solution

MADIソリューション

RMEのMADI機器は、MADIオーディオ・インターフェイスを核とし、マイクプリや各種コンバーター、ルーターなどを組み合わせることにより、様々な現場に対応できるソリューション・システムを組むことが可能です。

例えば、PAのない現場では、マイクプリとMADIインターフェイスをコンビネーションで使用して、最大192チャンネル(44.1kHz/48kHzの場合)までの録音システムを簡単に組み上げることができ、クラシックの録音などPAのない現場でのマルチトラック・レコーディングを、低廉かつコンパクトに行うことができます。

RMEのMADI機器はすべて最高192kHzまでのサンプル・レートに対応しておりますので、高解像度(ハイレゾ)での録音にも問題なく対応が可能です。

1つのMADIシステムに対して、44.1kHz/48kHzの場合は64チャンネル、96kHzの場合は32チャンネル、192kHzの場合は16チャンネルの録音が可能です。MADIを3系統搭載しているインターフェイスを使用した場合、44.1kHz/48kHzでは192チャンネル、96kHzでは96チャンネル、192kHzでは48チャンネルとなります。

## マイクプリを使ったMADI録音システム

MADIオーディオ・インターフェイスとマイクプリを接続するだけの最小ユニット。接続がMADIケーブルだけで行えるため現場でのトラブル・リスクを最小限に押さえることができます。

### オーディオ・インターフェイス

#### 【 MADI3系統搭載モデル 】

USB 3.0接続



MADiface XT  
ヘッドフォン/アナログ ポート搭載

PCIe 接続



HDSPe MADI FX  
Thunderboltシャーシ接続可能  
ヘッドフォンポート搭載

#### 【 MADI1系統搭載モデル 】

Thunderbolt / USB3.0接続



Fireface UFX+

USB 2.0接続



MADiface Pro

USB 2.0接続



MADiface USB

PCIe 接続



HDSPe MADI  
Thunderboltシャーシ接続可能  
ヘッドフォンポート搭載

### マイク・プリアンプ

MADIポート搭載の8チャンネル  
マイクプリ3機種を自由に最大8台まで  
組み合わせ、計64チャンネルを  
MADI回線1系統で伝送することが可能です。



Micstasy M



DMC-842



OctaMic XTC



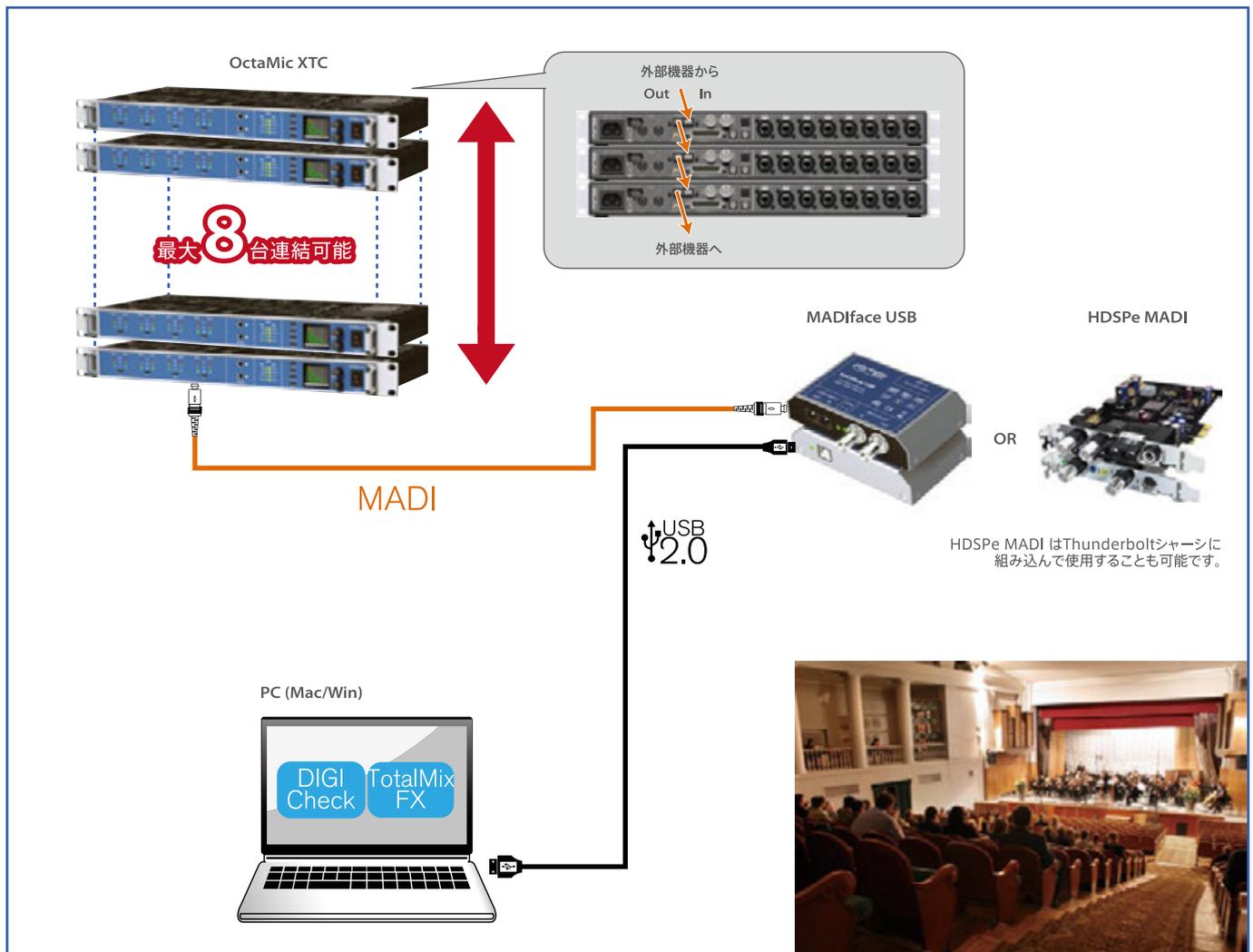
### MADI

MADIオプティカルケーブル1本で  
最大2kmまで伝送可能。  
BNCで接続の場合は最大100mまで。  
(※OctaMic XTCはオプティカルのみ利用可能)

## マイクプリを使ったMADI録音システム

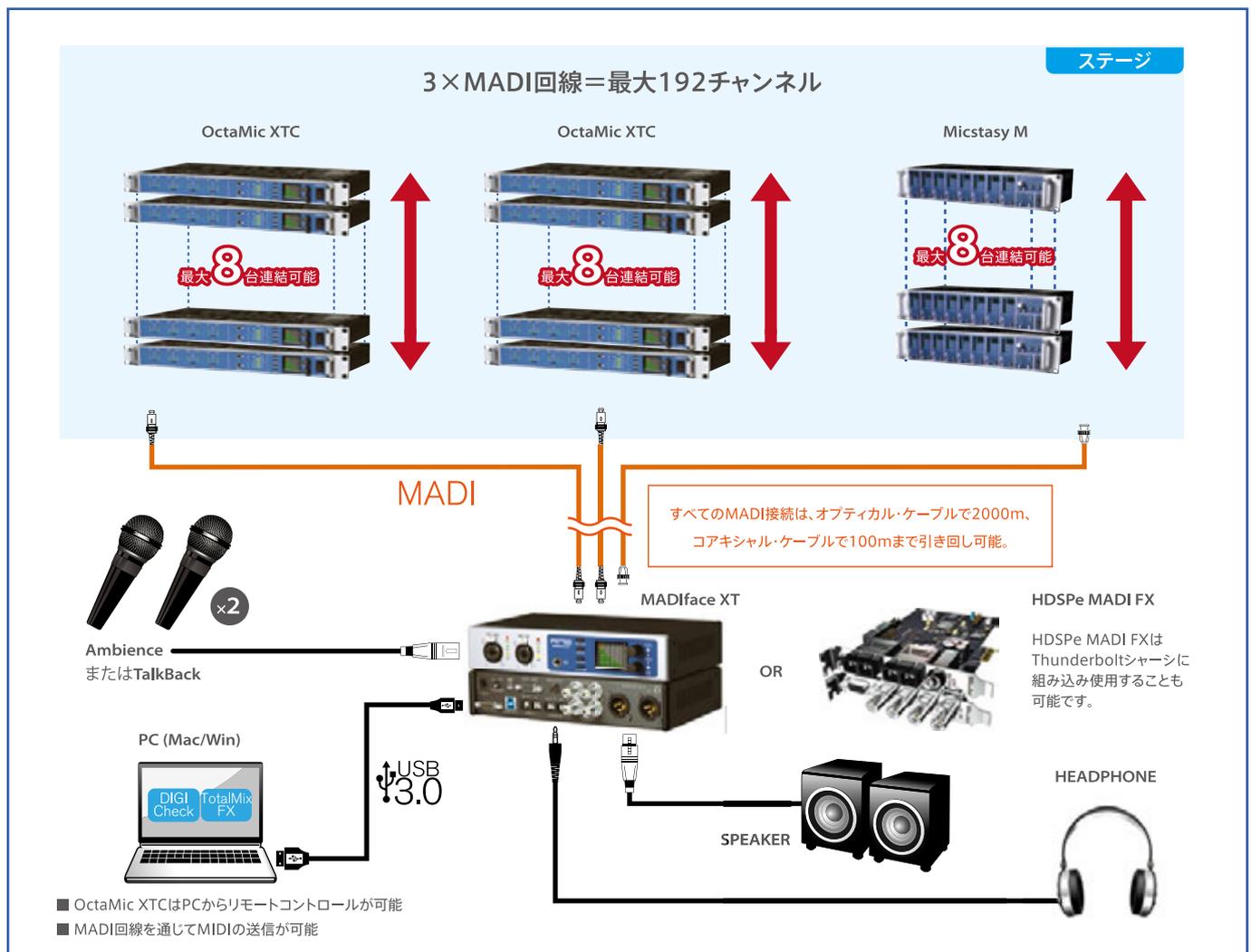
## 小～中規模コンサートホール、ライブハウス向け

44.1/48kHzで64チャンネルまでの録音であれば、1系統のMADIに対応が可能です。必要な数のマイクプリを用意したら、それらをMADIケーブルでカスケード接続し、あとはPCに接続されたMADIインターフェイスにMADIケーブルの終端を差し込むだけでセットアップは完了です。現場で扱うケーブル数も非常に少なくすみますので、トラブルも未然に防ぐことができる上、機材量もスペースも最小限に抑えることができます。また、MADIはノイズやシグナル劣化の心配なく長距離の伝送が可能ですので、マイクプリはステージ袖に配置し、録音用のPCはステージから離れた場所に配置することもできます。もちろん、マイクプリは接続されたMADIケーブルを通じてリモートコントロールが可能です。



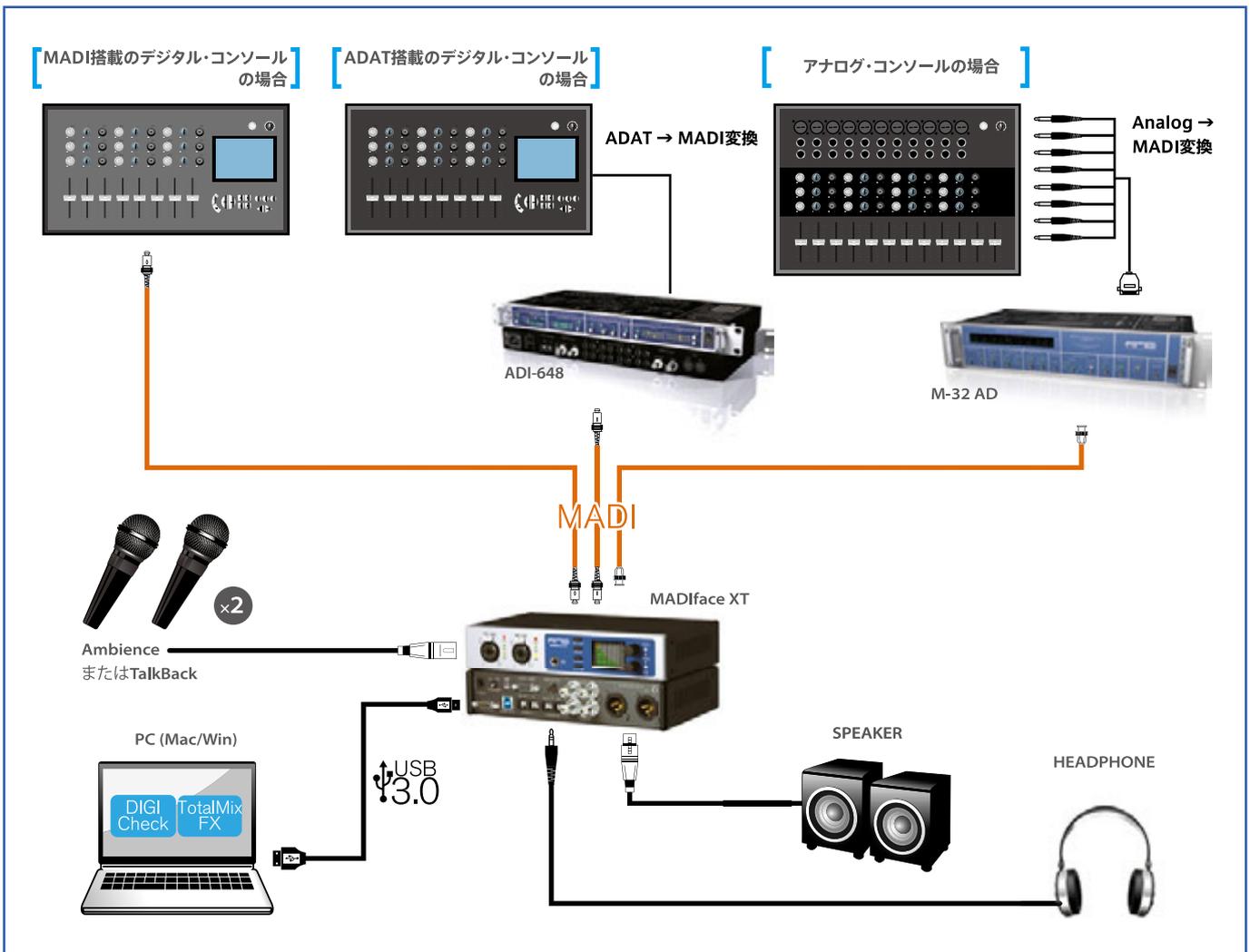
## 大規模コンサートホール、オーケストラ収録向け

ハーフラックの小さなボディにMADIを3系統搭載しているMADiface XTを使えば、最大192チャンネルまでの大規模なMADI録音システムを簡単に組むことができます。たくさんのマイクが必要な収録、特にオーケストラなどの録音に非常に便利な録音システムです。MADI搭載のRMEマイク・プリアンプを必要な台数用意したら、それらをMADIケーブルでカスケード接続し、あとはPCに接続されたMADIインターフェイスにMADIケーブルの終端を差し込むだけでセットアップは完了です。現場で扱うケーブル数も非常に少なくすみますので、トラブルも未然に防ぐことができる上、機材量もスペースも最小限に抑えることができます。また、MADIはノイズやシグナル劣化の心配なく長距離の伝送が可能ですので、マイクプリはステージ袖に配置し、録音用のPCはステージから離れた場所に配置することもできます。もちろん、マイクプリは接続されたMADIケーブルを通じてリモートコントロールが可能です。



## PAのある現場でのMADI録音システム

PAのある現場の場合、ミキサー卓にどのような種類のアウトプットが用意されているかによって、必要な機材が変わります。コンソールにMADIポートが搭載されている場合は、そのままMADIケーブルをRMEのMADIインターフェイスに接続するだけで、簡単にセットアップできます。ADAT出力がある場合は、ADATからMADIに変換する必要がありますので、ADAT Routerを使います。また、コンソールにアナログ・アウトしか無い場合は、アナログからMADIへ信号を変換するためにM-32 ADまたはM-16 ADを使用します。一旦信号がMADIに変換されてしまえば、あとはPCに接続されたMADIインターフェイスにMADIケーブルの終端を差し込むだけでセットアップは完了です。現場で扱うケーブル数も非常に少なくすみますので、トラブルも未然に防ぐことができる上、機材量もスペースも最小限に抑えることができます。



# MADI Router

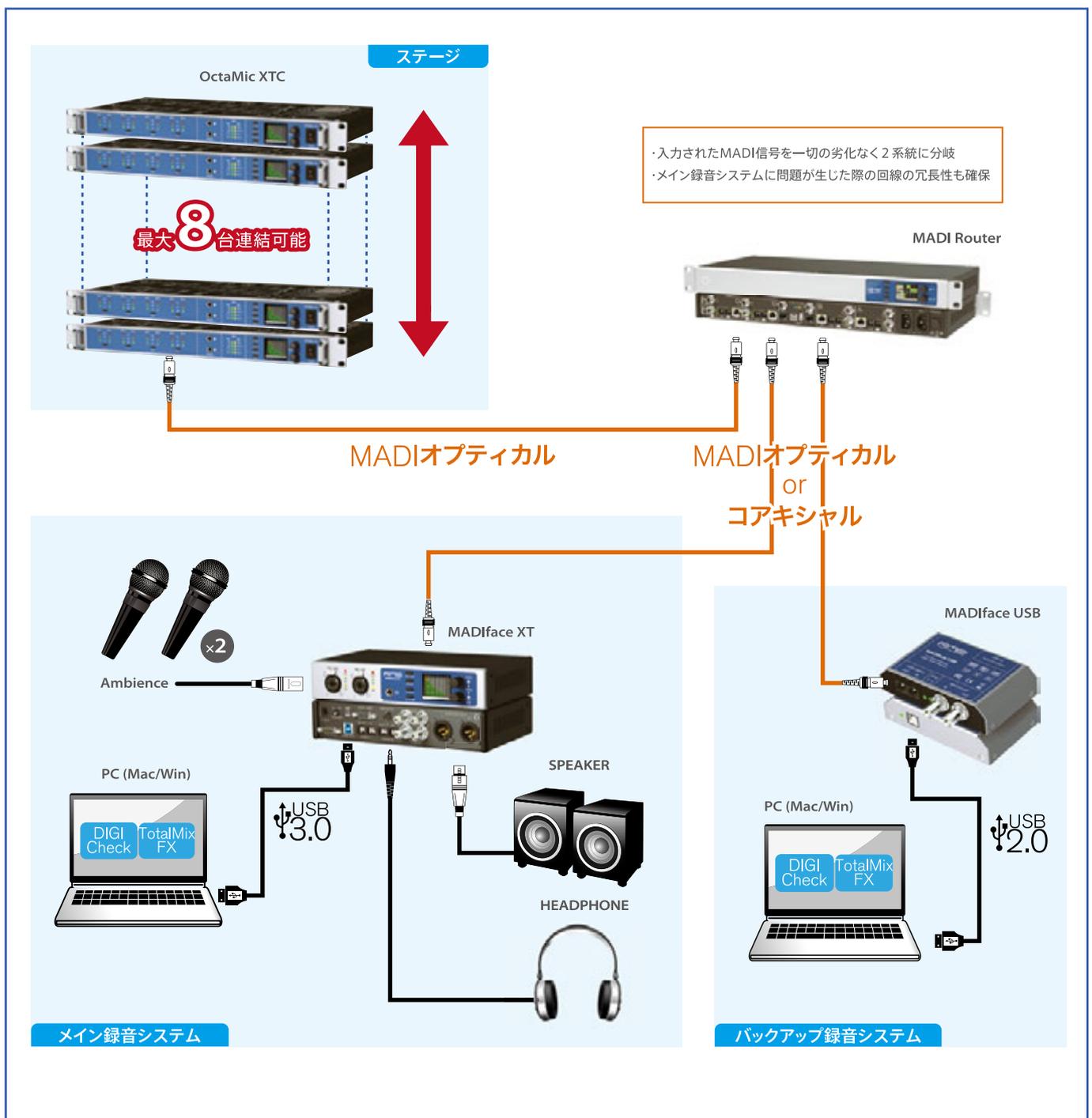


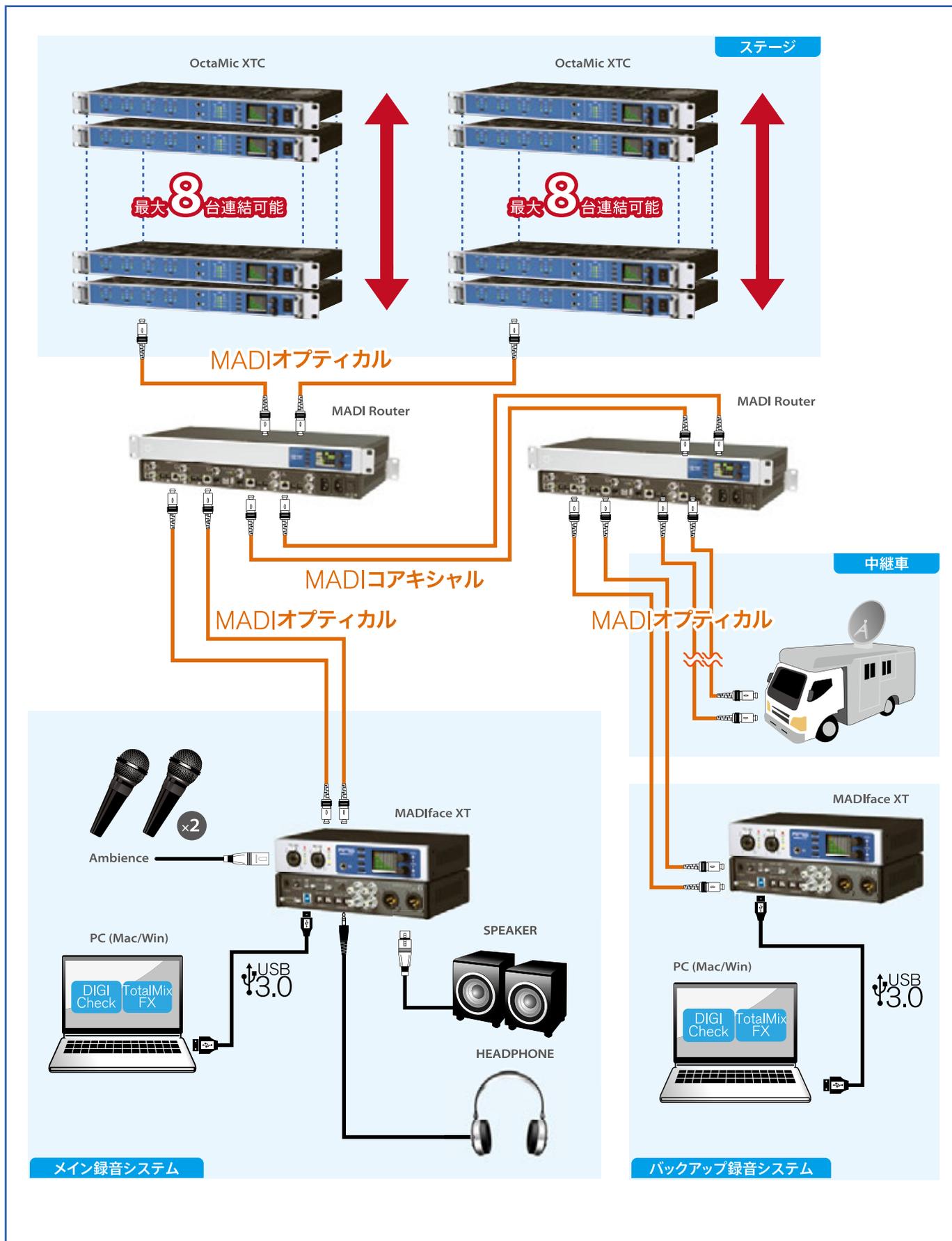
MADI Routerは、その名前の通り、接続された任意のデバイスのMADIチャンネルを個別に別のデバイスの任意のチャンネルへルーティングすることができるMADI信号のためのルーターです。もちろんそれだけではありません。MADI信号を一切の劣化なく複数のMADIポートへと分岐したり、オプティカルをコアキシャルにフォーマット変換したりといった、MADIに関するさまざまな作業をこれ1台で簡単に行うことが可能です。

RME  
64チャンネル

## MADI Routerを活用したシステム構成例

### メイン録音システム+バックアップ





## ▶ デジタル/アナログ・マルチケーブルとしてのMADI

MADIを使えば、たった1本のケーブルで64チャンネルのデジタル信号を伝送することができます。そして、ケーブル内部を流れるデジタル信号は、世界中でデジタル・オーディオ伝送のスタンダードとして使われている、AES/EBUと同じものです。

アナログ・マルチケーブルをMADIケーブルに差し替えると、以下のようなメリットがあります。

- 電磁気からの干渉を受けない
- オプティカル・ケーブルは電源ケーブル等と平行して配線可能
- クロストーク、ハム、電位差がない
- 長距離伝送時にも音質に影響を与えない
- 重量が大幅に軽い

ケーブルの種類は、75 Ωの同軸ケーブル(標準のBNCケーブル)、または、オプティカル・ファイバー・ケーブル(光ケーブル)です。

また、DanteなどIPプロトコルを使用した伝送とは異なり、面倒な設定等は一切ありませんので、取り扱いも非常に簡単です。ケーブルを抜いても、挿し直すだけで直に音がでます。まるで従来のアナログ・ケーブルのように扱うことができますので、決してミスの許されないミッション・クリティカルなプロの現場にはまさに最適な選択といえます。

MADIケーブルの両端に各種コンバーターを接続するだけで、従来のアナログ・マルチケーブルやデジタル・ケーブルをMADIケーブルに簡単に差し替えることができます。



## デジタル・マルチケーブルとしての使用例

### デジタル ⇄ デジタル

MADIケーブルにて接続するだけで軽量でスマートなデジタル・マルチケーブルとしてお使い頂けます。

ADI-642



AES/EBU接続の機器



MADI

ADI-648



ADAT接続の機器

すべてのMADI接続は、光学ケーブルで2000m、  
コアクシタルケーブルで100mまで引き回し可能

M-32 AD (64chまで使用する場合 2台をカスケード接続)



M-32 AD





MADI

M-32 DA (64chまで使用する場合 2台をカスケード接続)



M-32 DA



### アナログ ⇄ アナログ



## MADI の費用対効果

### アナログ・マルチ・ケーブルとの比較

64ch、20mをXLRのマルチ・ケーブルで接続した場合



《16chアナログマルチケーブルを使用した場合》

費用	約92万円 (23万円×4)	重量	約144kg (36kg × 4)
----	-------------------	----	----------------------

- ケーブルが太いため取り回しが悪い
- 経年劣化による音質への影響

同じ条件でMADI光学ケーブルを使用した場合



費用	約5千円	重量	約300g
----	------	----	-------

- ケーブルが柔軟で細いためあらゆる条件下でも簡単に取り回しが可能
- 経年劣化による音質への影響がなく、電磁波や湿気の影響も受けない

### オーディオ・インターフェイス

#### MADifaceXT



MADI搭載

MADI  
×3

接続方法

USB  
3.0

合計入出力  
チャンネル数

196  
in / 198  
out

#### HDSPe MADI FX



MADI搭載

MADI  
×3

接続方法

PCIe

合計入出力  
チャンネル数

194  
in / 196  
out

#### Fireface UFX+



MADI搭載

MADI  
×1

接続方法

Thunderbolt

合計入出力  
チャンネル数

94  
in / 94  
out

USB  
3.0

#### MADiface Pro



MADI搭載

MADI  
×1

接続方法

USB  
2.0

合計入出力  
チャンネル数

68  
in / 68  
out

#### MADiface USB



MADI搭載

MADI  
×1

接続方法

USB  
2.0

合計入出力  
チャンネル数

64  
in / 64  
out

# HDSPe MADI



MADI搭載 接続方法 合計入出力チャンネル数

MADI ×1 PCIe 64 in / 64 out

## 入出力端子

※1: ADAT入出力はS/PDIF入出力としても利用可  
 ※2: 1系統のADAT入出力はS/PDIF入出力としても利用可  
 ※3: ブレークアウトケーブル経由x1, MADIケーブル経由x3

製品名	MADI	ADAT	AES/EBU	S/PDIF	Analog	Head-phone	Micpre-amp	MIDI	Word-clock
MADiface XT	オプティカルx2、コアキシャルx1		1		2in/2out	1	2	4 <sup>(※3)</sup>	1
HDSPe MADI FX	オプティカルx2、コアキシャルx1		1		ヘッドフォンと兼用	1		4 <sup>(※3)</sup>	1
Fireface UFX+	1(オプティカル or コアキシャル)	2	1	1 (ADATと共用)	8in/8out	2	4	2	1
MADiface Pro	1(オプティカル or コアキシャル)				2in/2out	1	2	1	
MADiface USB	1(オプティカル or コアキシャル)								
HDSPe MADI	1(オプティカル or コアキシャル)				ヘッドフォンと兼用	1		2	1

## マイクプリ

### OctaMic XTC



MADI搭載 マイクプリアンプ

MADI ×1 8ch

### Micstasy M



MADI搭載 マイクプリアンプ

MADI ×1 8ch

### DMC-842 M



MADI搭載 マイクプリアンプ

MADI ×1 8ch

## 入出力端子

製品名	Mic pre-amp	MADI	ADAT	AES/EBU	Analog Out	Head-phone	MIDI Remote	Word-clock
OctaMic XTC	8	1(オプティカルのみ)	1in/2out	4		2	あり	1
Micstasy M	8	1(オプティカル or コアキシャル)	2out	4	8		あり	1
DMC-842 M	8 (Digital)	1(オプティカル or コアキシャル)	2out	4	8		あり	1

### ルーター／デジタル・コンバーター

#### MADI Router



MADI搭載

機能

MADI  
×12

MADI  
ルーティング

MADI  
端子変換

#### ADI-6432 / 6432R ※ADI-6432RはAC電源が二重化されている点以外はADI-6432と同じ仕様です。



MADI搭載

機能

MADI  
×1

AES/EBU  
MADI

#### ADI-6432R BNC



MADI搭載

機能

MADI  
×1

AES/EBU  
MADI

#### ADI-642



MADI搭載

機能

MADI  
×1

AES/EBU  
MADI

ルーティング

### 入出力端子

製品名	MADI	ADAT	AES/EBU	S/PDIF	Analog	MIDI Remote	Word-clock
MADI Router	オプティカルx4、コアキシャルx4、ツイスト・ペアx4					なし	1
ADI-6432 (R)	オプティカルx1、コアキシャルx1		32			あり	1
ADI-6432R BNC	オプティカルx1、コアキシャルx1		32			あり	1
ADI-642	オプティカルx1、コアキシャルx1		4			あり	1

## ADI-648



MADI搭載

機能

MADI  
×1

ADAT  
↕  
MADI

## AD/DAコンバーター

## ADI-8 QS M



MADI搭載

機能

MADI  
×1

MADI  
↕  
Analog

AES/EBU  
↕  
Analog

ADAT  
↕  
Analog

## M-32 AD / M-16 AD



MADI搭載

機能

MADI  
×1

Analog  
↕  
MADI

Analog  
↕  
ADAT

## M-32 DA / M-16 DA



MADI搭載

機能

MADI  
×1

MADI  
↕  
Analog

ADAT  
↕  
Analog

## 入出力端子

製品名	MADI	ADAT	AES/EBU	S/PDIF	Analog	MIDI Remote	Word-clock
ADI-648	オプティカル×1、コアキシャル×1	8				あり	1
ADI-8QS M	オプティカル×1、コアキシャル×1	2	4		8in/8out	あり	1
M-32 AD/M-16 AD	オプティカル×1、コアキシャル×1	4 out			32in (16in)	あり	1
M-32 DA/M-16 DA	オプティカル×1、コアキシャル×1	4 in			32out (16out)	あり	1

**RME**



**Designed in Germany**

[synthax.jp/madi](http://synthax.jp/madi)