

D/A コンバーター

M-32 DA / M-16 DA

MADI

MADI、ADAT 対応
32/16 チャンネル D/A コンバーター



ユーザーガイド

RME

目次

▶ 一般

1. はじめに	8
2. パッケージ内容	8
3. 仕様概要と特徴	8
4. はじめて使用するとき-クイックスタート	9
4.1 コントロール類-コネクタ-ディスプレイ	9
4.2 クイックスタート	10
5. アクセサリ	10
6. 免責事項および保証	11
7. 追補	11

▶ 操作と使用方法

8. フロントパネルの操作	14
8.1 ANALOG OUTPUT(アナログ出力)	14
8.2 MADI IN(MADIチャンネル選択)	14
8.3 MADI INPUT(MADI入力設定)	14
8.4 MADI OUTPUT(MADI出力設定)	14
8.5 ADAT SYNC(ADAT、同期)	14
8.6 CLOCK SECTION(クロックセクション)	15
8.7 METER(メーター)	16
8.8 REMOTE(リモート)	17
8.9 LOCK KEYS(キーロック)	17
9. リモート・コントロール	17
9.1 MIDI	17
9.2 MADI経由でのMIDIコントロール(MIDI over MADI)	18
9.3 リモートコントロール・ソフトウェア	18

▶ 入力と出力

10. アナログ出力	22
11. デジタル入出力	23
11.1 ADATオプティカル	23
11.2 MADI入力	23
11.3 MADI出力	23
12. ワードクロック	25
12.1 ワードクロック入出力	25
12.2 操作と技術背景	25
12.3 ケーブルとターミネーション(終端)	26
13. MIDI	27

▶ 仕様

14. 技術仕様	30
14.1 アナログ	30
14.2 デジタル入力	30
14.3 デジタル出力	31
14.4 デジタル	32

14.5	MIDI	32
14.6	一般	32
14.7	ファームウェア	32
14.8	MADIユーザービット一覧	33
14.9	コネクタ - ピン・アサイン	33
15.	技術背景	34
15.1	用語	34
15.2	LockとSyncCheck	35
15.3	レイテンシーとモニタリング	36
15.4	DS - Double Speed (ダブルスピード)	36
15.5	QS - Quad Speed (クワッドスピード)	37
15.6	MADIの基本	38
15.7	SteadyClock	39
16.	M-32 DAブロックダイアグラム	40
17.	M-16 DAブロックダイアグラム	41
18.	MシリーズのMIDIインプリメンテーション	42
18.1	SysExフォーマット基本	42
18.2	SysExフォーマット基本	42
18.3	一覧表	43
19.	フォーマットとチャンネル数	46
19.1	マルチチャンネル再生	47
19.2	マルチチャンネル録音	49
19.3	マルチチャンネル録音と再生	51
19.4	デジタルマルチコア	53
19.5	マルチ再生	54

▶ 重要:安全のしおり



警告!感電のおそれあり - 本体を開けないでください

ユニット内部には絶縁していないパーツが存在するため、触れないようにしてください。内部の点検・整備・修理は rme-audio.jp よりご依頼ください。



注意

- 本機はアースしてご使用ください。
- 破損した電源コードを使用しないでください。
- 本書の指示を超えない範囲で機器を操作してください。
- 同タイプのヒューズのみをご使用ください。



雨の中や湿気の多い場所に置かないでください。機器に水が入ったり、ぬらさないようにご注意ください。液体の入った容器を本体の上に置かないで下さい。プールや浴槽、ぬれた地下など、水の近くでこの製品を使用しないでください。結露しないよう適切な室温でご使用ください。すべて火災・感電の原因となる場合があります。



設置

動作中は本体表面が熱くなる場合があります。機器の換気を確実にしてください。直射日光を避けてください。また暖房機、ストーブ等異常に温度が高くなるものの近くに置かないでください。ラックマウントする際は本機と他製品との間の換気を確実にしてください。



メーカーに事前相談なく点検・修理した場合の保証は負いかねます。メーカー指定のアクセサリのみをご使用ください。



まず本書マニュアルをすべてよくお読みください。本製品の使用と操作に必要なすべての情報を記載しています。

ユーザーガイド



M-32 / 16 DA

▶ 一般

1. はじめに

M-32 DA と M-16 DA は、RME 独自の機能群を備えた DA コンバーターです。本製品は、非常に優れたアナログ回路設計と傑出した低レイテンシー型の DA コンバーターチップを結合し、SteadyClock テクノロジーと共に高品位な DA コンバージョンを実現します。

本製品の開発にあたって、RME の持つすべての経験と、多くのプロフェッショナルユーザーからの要望が取り入れられました。その結果、従来の RME 製品同様に、極めてコストパフォーマンスの高いユニークで卓越したハイエンドデバイスを実現しています。

M-32 DA と M-16 DA は、ほぼ同一の製品です。M-16 は 16 チャンネル仕様のため、ファンを必要としません (M-32 は 32 チャンネル)。本ユーザーガイドでは、より読み易くするために、ほとんどの場合 M-32 DA を例に説明しています。

2. パッケージ内容

RME Audio JP 製品ページの「[同梱物](#)」をご参照ください。

3. 仕様概要と特徴

M-32 DA は、フルリモートコントロール可能なリファレンス品質の 32 チャンネル・ハイエンド DA コンバーターです。標準の 2U/19 インチサイズの中には、多数の機能 - 例えば Intelligent Clock Control (ICC)、SyncCheck[®]、SteadyClock、3 段階のハードウェア・リファレンスレベル (最大 +24dBu)、MADI 入出力と ADAT 入力、192 kHz のサンプル・レート、MIDI および MADI 経由の MIDI リモートコントロール、シンブルなカスケードを実現するデジタルスルーモードが用意されています。

- 32 チャンネル DA コンバーター
- ダブルバランス出力ステージ
- ハードウェアベースの 3 つのリファレンスレベル
- 全 32 チャンネルで S/N 比 118 dBA
- 4 x ADAT 入力、16 チャンネル @ 96 kHz
- MADI 入出力 (全チャンネルにスルーモード搭載)
- ワードクロック入力/出力
- MIDI 入出力
- 32 チャンネル レベルメーター (チャンネルにつき 6LED)
- MIDI および MADI 経由で完全リモートコントロール可能
- 温度制御された低ノイズファン

4. はじめて使用するとき - クイックスタート

4.1 コントロール類 - コネクタ - ディスプレイ

M-32 DA のフロントパネルには、レベルメーター LED × 32、セレクトキー（選択ボタン）× 11、本体のステータスを詳細に表示する LED × 32 が装備されています。

アナログ出力のレベルは、**ANALOG OUTPUT** キーを押して変更します。

M-32 DA: MADI IN キーは、MADI 入力のチャンネル 1 ~ 32、または 33 ~ 64 を、アナログ・コンバーターヘルレーティングします。

M-16 DA: MADI IN キーは、MADI 入力のチャンネル 1 ~ 16、17 ~ 32、33 ~ 48、49 ~ 64、のいずれかを、アナログ・コンバーターヘルレーティングします。

パススルーやカスケードするための MADI 入力信号は、オプティカルまたはコアキシャルが利用できます。**INPUT** キーでソースを切り替えます。**STATE** の LED は、入力信号の現在の状況を示します（Lock / Sync、56 チャンネル / 64 チャンネルのモード、48K フレーム / 96K フレームのフォーマット）。

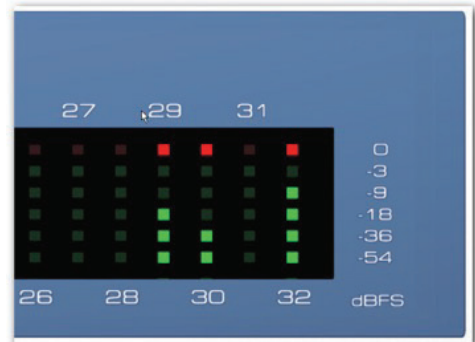
MADI 出力信号は **MADI OUTPUT** セクションで設定します。**FRAME** キーはフレームを 48K または 96K に、**FORMAT** キーはモードを 56 チャンネルまたは 64 チャンネルに切り替えます。

ADAT SYNC キーは DA コンバーターのソース信号を決定します：ADAT、MADI

DIGITAL INPUT LEVEL DISPLAY の 32 個のレベルメーターは、各チャンネルの入力レベルをデジタル値（dBFS）で表示します。

CLOCK SECTION では、現在のクロック・リファレンスや、周波数の乗数（DS - ダブルスピード、QS - クワドスピード）を選択できます。

METER PH はピークホールド機能を設定します。常にオン（ON）、または、3 秒後にオートリセットしてオフ（AR）を選択できます。



REMOTE では、MIDI リモートコントロール操作のソースを定義します（MADI または 5 ピン DIN 端子）。

MIDI INPUT は、5 ピン DIN 端子または MADI 入力から受信している MIDI データを示します。

LOCK KEYS はすべてのキー（ボタン）を操作不能にします。これにより、M-32 DA 上での不本意な操作ミスを防ぐことができます。

M-32 DA のリアパネルには、アナログ出力 × 32、電源、MIDI 入出力、ワードクロック入出力、MADI 入出力、ADAT 入力が装備されています。

アナログ出力：1/4 インチ TRS ジャックと 25 ピン D-sub コネクタ × 4 による、バランス・ライン出力 × 32 を備えます。

WORD CLOCK IN (BNC)：プッシュスイッチにより、内部ターミネーションをアクティブにできます（75 Ω）。

WORD CLOCK OUT (BNC)：標準的なワードクロック出力です。

ADAT OUTPUTS 1 - 4 (TOSLINK) : 標準的な ADAT オプティカル端子です。

MADI I/O OPTICAL : 標準的なオプティカル MADI 端子です。

MADI I/O COAXIAL (BNC) : 標準的なコアキシャル MADI 端子です。

MIDI I/O (5 ピン DIN) : 5 ピン DIN 端子の MIDI 入出力です。M-32 DA を遠隔操作する場合や、MADI 経由で MIDI データを送信する場合に使用します。



IEC 電源コネクタ : 特別に開発された内蔵型高パフォーマンス スイッチモード電源によって M シリーズは 100V ~ 240V の AC 電源で駆動します。さらに本電源部にはショート保護、統合されたラインフィルター、電圧変動に対する完全な制御、電源干渉の抑制などの機能が組み込まれています。

4.2 クイックスタート

すべてのケーブルを接続し、本体の電源をオンにしたら、CLOCK セクションで M-32 DA の設定を行ないます。クロックソースとサンプルレートを選択します。

アナログ信号を受信するモニタリング用機器を TRS ジャックまたは D-sub コネクタに接続します。ノイズを避けるために、出力レベルが十分になるように ANALOG OUTPUT キーで出力レベルを調整します。

M-32 DA のアナログのライン出力は、D-sub (オプションの XLR マルチコアケーブルを使用) および 1/4 インチ TRS ジャックが使用できます。それぞれが専用の出力ドライバーを備えていますので、同時に使用できます。

TRS ジャックの電子回路出力ステージは、サーボバランス設計です。これにより、レベルリファレンスを自動調整し、アンバランス (モノプラグ) とバランス (ステレオプラグ) を正しく扱うことができます。

D-sub コネクタの電子回路出力ステージはサーボバランスでは動作しません! アンバランスの機器を接続する際は、XLR 出力の「ピン 3」が接続されていないことをご確認ください。グラウンドへの接続は THD の値を高くする原因となります (歪みが大きくなる) !

M-32 DA はすべての現在の設定を自動保存し、電源がオンになると自動的に以前の設定を適用します。

5. アクセサリー

RME は M-32/16 DA 用にオプションを別途ご用意しております。詳細は rme-audio.jp の製品ページ > アクセサリー・セクションをご覧ください。

6. 免責事項および保証

RME 製品は出荷の前に、ひとつひとつ品質管理およびコンピューターでの完全なテストを行います。そのため、本マニュアル記述における通常のご使用での不具合に限ってのみ、十分な保証をいたします。

RME の修理サービスは、保証期間中はお買い上げの販売店にて受け付けております。お買い上げの製品に不具合がある場合は、ご購入された販売店までご連絡下さい。その場合、ご購入時のレシート等のご購入証明が必要です。また、本体のシリアル番号をご確認させていただく場合がございます。破損の恐れがありますので、お客様ご自身で製品を開梱しないでください。本機は不正開封防止用のシールで密封されており、そのシールが破損した場合、保証は無効となります。

正しく設置しなかったり、あるいは正しくお使いにならなかったために損傷した場合は保証の対象外となります。この場合の交換ならびに修理は有償となります。

株式会社ジェネレックジャパンはいかなる性質の損害賠償請求、特に間接損害の賠償請求は受けかねます。責任の範囲は M-32 DA / M-16 DA の価値に限らせていただきます。

7. 追補

RME ニュース、最新版ドライバー、製品に関する詳しい情報は弊社ウェブサイトにあります：
<https://rme-audio.jp/>

供給

Audio AG, Am Pfanderling 60, D-85778 Haimhausen, Tel. : (49) 08133 / 918170
株式会社ジェネレックジャパン 〒107-0052 東京都港区赤坂 2-22-21

製造

IMM Elektronik GmbH, Leipziger Strasse 32, D-09648 Mittweida, Germany

商標

全ての商標はその登録の有無に関わらずそれぞれの所有者に属します。RME Hammerfall、DIGICheck は RME Intelligent Audio Solutions の登録商標です。SteadyClock、SyncAlign、SyncCheck、ZLM、M-32 DA、M-16 DA は RME Intelligent Audio Solutions の商標です。Alesis と ADAT は Alesis Corp の登録商標です。ADAT optical は Alesis Corp の商標です。S/MUX の著作権は Sonorus の保有物です。Microsoft、Windows、2000/XP/Vista/7 は Microsoft Corp の商標または登録商標です。

Copyright © Matthias Carstens, 08/2009 Version 1.1

本ユーザーガイドの内容に誤りがないよう十分に校閲し、万全を期しておりますが、RME は誤りがまったくないことを保証いたしません。万一、本書に誤解を招くような、もしくは誤った情報があった場合でも、RME はその責任を負いかねます。RME Intelligent Audio Solutions の書面による許可なしに本書の一部でも貸与、複製、あるいは商業目的で使用することは禁止されております。RME はいつでも予告なく仕様を変更する権利を有します。

日本語ユーザーガイドについて

- 1. 本ユーザーガイドの著作権はすべて本製品の製造元および株式会社シンタックスジャパン、株式会社ジェネレックジャパンに帰属します。
- 2. 本ユーザーガイドの内容の一部、または全部を株式会社ジェネレックジャパンの書面による承諾なしに複写・転載、複製、送信、情報検索のために保存すること、および他の言語に翻訳することを禁じます。
- 3. 本ユーザーガイドに記載されている事柄は、将来予告なしに変更することがあります。
- 4. 本ユーザーガイドは、本製品の使用許諾契約書のもとでのみ使用することができます。
- 5. 本ユーザーガイドを使用した結果の影響については、一切責任を負いかねますのでご了承ください。
- 6. 本ユーザーガイドに記載されている会社名、製品名は、各社の商標および登録商標です。

CE / FCC規制への適合

CE

本機は試験の結果、電磁波両立性の相当法規に関する欧州理事会指示の定めるデジタル機器に関する基準 RL2004/108/EG と European Low Voltage Directive RL2006/95/EG に適合することが認定されています。

FCC

本機は試験の結果、FCC 規則第 15 章に定められたクラス B デジタル機器に関する規制要件に適合するものと認定されています。これらは、住宅に設置されることによって発生し得る有害な干渉を正当に規制するために定められています。本機は無線周波エネルギーを生じ、使用し、また外部に放射することもあるため、本書に従って正しく設置および使用しない場合、電波状況に悪影響を及ぼすおそれがあります。ただし、どの設置条件でも干渉が起きないという保証はありません。本機がラジオやテレビ受信の干渉の原因となっている（本機の電源をオン、オフすることで確認できる）場合には、下記の方法によって干渉に対処してください。

- 受信アンテナの設置場所や方向を変える。
- 機材から受信機への距離を大きくする。
- 別回路のコンセントに接続する。
- 取扱店または資格のあるラジオ・テレビ技術者に相談する。

RoHS

本製品は無鉛はんだを使用しており、RoHS 指令の要件を満たします。

ISO 9001

本製品は、ISO 9001 品質管理の下で製造されました。また、メーカー（IMM Elektronik GmbH）は ISO 14001（環境）と ISO 13485（医療機器）の公認です。

ユーザーガイド



M-32 / 16 DA

▶ **操作と使用方法**

8. フロントパネルの操作

8.1 ANALOG OUTPUT (アナログ出力)

OUTPUT エリアの select キーを押して、DA コンバーターのデジタルフルスケールレベル (0dBFS) を基準にしたアナログ出力レベルを変更します。+13dBu、+19dBu、+24dBu から選択できます。

アナログドメインで適応されるため、どの設定の場合も M-32 DA の S/N 比と歪み値のパフォーマンスは非常に高くなります。



8.2 MADI IN (MADI チャンネル選択)

M-32 DA : MADI IN キーは、MADI 入力のチャンネル 1 ~ 32 または 33 ~ 64 を、アナログ・コンバーターへルーティングします。

M-16 DA : MADI IN キーは、MADI 入力のチャンネル 1 ~ 16、17 ~ 32、33 ~ 48、49 ~ 64 のいずれかを、アナログ・コンバーターへルーティングします。

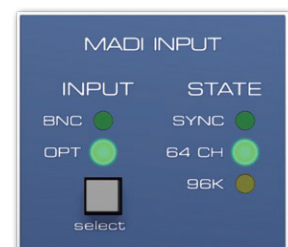


8.3 MADI INPUT (MADI 入力設定)

INPUT キーで入力をオプティカル (OPT) またはコアキシャル (BNC) に設定します。

STATE の表示は、エラーの回避やデジタル MADI フォーマットの扱いを容易にします。入力に有効な信号が検知されると同時に、SYNC LED が点灯し、同期できない入力信号の場合は SYNC LED が点滅します。

64 チャンネルおよび 96k フレームのフォーマットはそれぞれの LED で示されます。これらの LED が消灯している場合は、入力信号は 56 チャンネルおよび 48k フレームのフォーマットです。

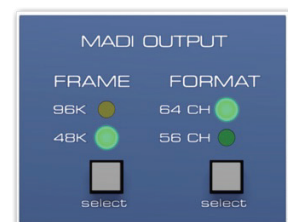


8.4 MADI OUTPUT (MADI 出力設定)

FRAME キーと FORMAT キーは、MADI 出力信号を以下のように設定します：

FRAME : 48k または 96k フレームを設定します。48k フレームは、シングル / ダブル / クワッドのスピードで使用できます。96k フレームは 64 kHz から 96 kHz の範囲 (ダブルスピード) に限定されます。

FORMAT : 56 チャンネル、または 64 チャンネルのフォーマットを選択します。



8.5 ADAT SYNC (ADAT、同期)

ADAT SYNC キーを使用して、DA コンバーターのソース信号を選択します (ADAT、MADI)。MADI が選択された場合は、4 つの ADAT SYNC の LED は消灯します。

各 ADAT 入力にそれぞれの SYNC LED が用意されています。有効な入力信号が適用されると、SyncCheck が自動的にアクティブになります。SyncCheck は選択されたクロック (内部、外部など) を参照し、入力クロックと比較します。同期していない入力は、対応する SYNC LED が点滅します。

ADAT 1 は常にクロック・リファレンスです。

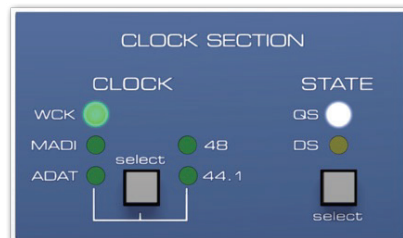


8.6 CLOCK SECTION (クロックセクション)

CLOCK SECTION では、本体のクロックのソースと周波数を設定します。CLOCK キーを数回押すと、外部クロック（ワードクロック、MADI、ADAT）、内部クロック（44.1 kHz または 48 kHz）の順でオプションを選択できます。STATE キーは内部の、さらには外部のサンプルレートを、基本サンプルレートの 2 倍（DS）、または 4 倍（QS）に設定します。

WCK、MADI、ADAT (スレーブモード)

対応する入力を、クロック・リファレンスとして動作するように設定します。クロックソースの信号が欠落している場合、または正しくない場合は、各 LED が点滅します。



44.1、48 (マスターモード)

内部クロックを有効にし、44.1 kHz もしくは 48 kHz のサンプルレートに設定します。

DS、QS

さらに DS LED が点灯している場合、サンプルレートは 88.2 または 96 kHz となります。QS が点灯している場合は 176.4 または 192 kHz です。

外部クロック（スレーブ）を使用している際にも、DS、QS を選択できます。同期ワードクロック 48 kHz を受信している時に M-32 DA を 192 kHz で動作させたい場合は、STATE キーを使用して DS または QS モードをアクティブにできます。この方法により、AD 変換とデジタル出力をシングルスピードまたはダブルスピード、あるいはクワッドスピードで動作させることが可能です。



内部クロックモードの場合、ソースのクロックレートは必ず M-32 DA と同期している必要があります。従って、外部デバイスは M-32 DA のワードクロック出力、または ADAT/MADI 出力から同期させる必要があります。

M-32 DA がマスターとなる場合、接続されたすべてのデバイスをスレーブモードに設定しなければなりません。エラーや非同期が原因で生じるクリックノイズやドロップアウトを避けるために、SyncCheck という特殊なプロセスが受信中のデータと M-32 DA の内部クロックを比較します。同期状況は、LED の点滅（エラー）もしくは常灯（問題なし）で示されます。

STATE キーは M-32 DA の周波数レンジをシングルスピード、ダブルスピード、クワッドスピードに設定します。これによりすべての出力の周波数レンジがシングルスピード、ダブルスピード、クワッドスピードに設定されます。

LED の点灯なし (シングルスピード)

すべての出力は 32 kHz ~ 48 kHz のレンジで信号を伝送します。

DS (ダブルスピード)

周波数レンジは 64 kHz ~ 96 kHz となります。ADAT と MADI は 48 kHz 未満に留まり、S/MUX フォーマットでデータを伝送します。従ってこのモードの場合、ADAT は 16 チャンネル（オプティカル出力ごとに 4 チャンネル）に制限されます。MADI OUTPUT が 96k フレームに設定されている場合は、MADI 出力も 96 kHz を使用しますが、やはり 32 チャンネルに制限されます。

QS (クワッドスピード)

周波数レンジは 176.4 kHz ~ 192 kHz となります。ADAT と MADI は 48 kHz 未満に留まり、S/MUX4 フォー

マットでデータを伝送します。従ってこのモードの場合、ADAT は 8 チャンネル（オプティカル出力ごとに 2 チャンネル）に制限されます。MADI は 16 チャンネルに制限されます。

Follow Clock（クロックに追従）

Follow Clock は CLOCK の STATE を自動的にシングルスピード、ダブルスピード、クワッドスピードのいずれかに設定するものです。

アクティブにするには：電源投入時にファームウェアのバージョンが表示されている最中に CLOCK の STATE キーを押してください。DS と QS の LED が点灯します。オフにする場合は、同じ手順を行います。両方の LED は消灯します。

Word：Follow Clock モードの場合は、M-32 DA は自動的にワード入力のクロックに追従します（3 つの周波数レンジのいずれであっても）。従って 96 kHz では DS LED が自動で点灯し、192 kHz では QS LED が自動で点灯します。STATE キーを使用して手動で設定する必要はありません。

MADI：48 kHz フレームのフォーマットの場合、現在のサンプルレートレンジを検知することはできません。従って Follow Clock がアクティブでもその効果はありません。MADI が 96 kHz フレームのフォーマットで存在する場合は、ダブルスピードへの変更が行なわれ、その場合には、STATE キーを使用して手動で設定する必要はありません。また、ユニットは MADI OUTPUT FRAME 96K の設定を記憶し、入力に 96k フレームを検知すると自動的にこれをアクティブにします。

ADAT：ADAT 信号にダブルスピードのフラグが含まれている場合に、ダブルスピードへの変更が行なわれます。その場合、STATE キーを使用して手動で設定する必要はありません。クワッドスピードのフラグは存在しないため、自動変更はされません。シングルスピードであるのにクロックソースが DS フラグを送信している場合は、Follow Clock をオフにする必要があります。

ワードクロック出力

ワードクロック出力は、192 kHz までの現在のサンプルレートに追従することも（Follow Sample Rate - サンプルレートに追従）、シングルスピードのレンジを保つことも可能です（Always Single Speed - 常にシングルスピード）。後者がデフォルト設定です。このオプションは MIDI リモートコントロールでのみ変更可能です。本体で直接設定することはできません。

注意：S/MUX テクノロジー（ADAT と MADI）を搭載する複数の機器同士で、ダブルスピードおよびクワッドスピードの周波数レンジで、信頼性のあるサンプル精度の同期を行うためには、すべての機器がシングルスピードのワードクロックで同期している必要があります。S/MUX 方式は、デバイスが受信する 2（DS）または 4（QS）のワードクロックのどちらの端が正しいのかを判断することはできません。

8.7 METER（メーター）

METER PH で、すべてのレベルメーターに対するピークホールド機能を設定します。常にオンにするか（ON）、または 3 秒後に自動リセットするか（AR）を選択します。

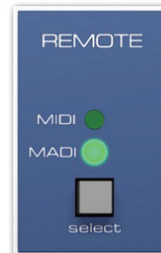
ON モードの時にリセットする（現在のピーク値を一旦消去する）には、PH キーを 1 回押します。モード自体は変更されません。



8.8 REMOTE (リモート)

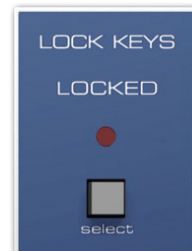
REMOTE は MIDI リモートコントロールのコマンドのソースを定義します。MIDI(DIN ジャック経由)、MADI 入力から選択します。

注意：MIDI リモートコントロールを行う際には、すべてのフロントパネルのコントロールをロックすることができます(キーロック)。このとき、REMOTE キーのみ有効となります。リモートがオフの場合(LED 消灯時)には、キーロックも無効となります。すなわち、ロック状態はいつでもユニット上で直接解除できます。



8.9 LOCK KEYS (キーロック)

LOCK KEYS はすべてのキーを無効にします。これによって M-32 DA での操作ミスを防ぎます。



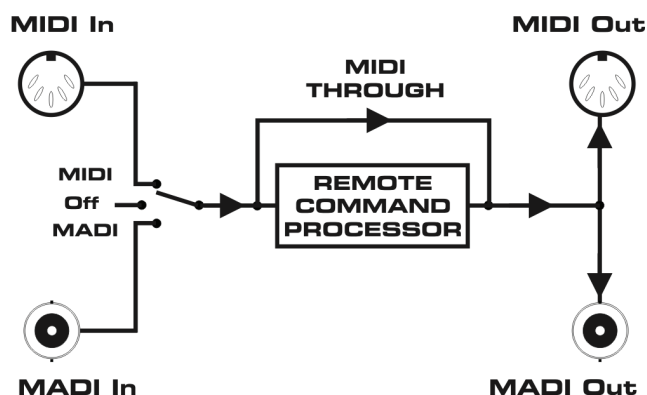
9. リモート・コントロール

9.1 MIDI

M-32 DA は MIDI 経由で完全な遠隔操作が可能です。遠隔操作は特殊な SysEX コマンドによって行います。また要求に応じてデバイスのステータスを報告します(全てのコントロールステータスとフロントパネル LED 等)。M-32 DA にはそれぞれ独自の ID を指定でき、一つの MIDI チャンネルで複数のデバイスの操作が可能です。MIDI インプリメンテーションの詳細は 19 章をご確認ください。

REMOTE キーで MIDI コントロールコマンドのソースを選択します(MIDI/MADI/ オフ)。「オフ」は安全のための機能で、MIDI 信号による不意の設定変更を防ぎます。

図は全ての I/O の MIDI データの流れを表しています。MIDI 入力信号は内部 Remote Command Processor (遠隔操作処理プロセッサ) と MIDI 出力の両方に伝送されます。この MIDI スルー機能により単純なシリアル MIDI 接続で複数の M-32 DA を接続できます。MADI 経由の遠隔操作でも同様に、シリアル MADI 接続によって、MIDI は自動的にデバイスからデバイスへと伝送されます。



9.2 MIDI 経由での MIDI コントロール (MIDI over MADI)

MADI は 64 オーディオチャンネルを 1 本のケーブルで長距離伝送できます。MIDI はどうでしょう？遠隔操作コマンドであれシーケンスデータであれ、1 本の MADI ラインだけでは実際には不十分でしょう。従って、RME は MIDI over MADI テクノロジー (MADI ラインによって MIDI データを送信する技術) を開発しました。MIDI 入力のデータは MADI 信号に含まれ、MADI 送信先の M シリーズコンバーター、ADI-8 QS、ADI-6432、ADI-642、ADI-648、Micstasy または HDSP MADI にアクセスすることができます。

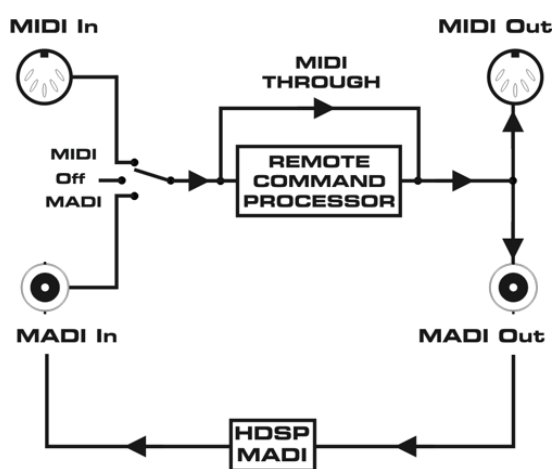
技術的には、各 MADI チャンネルにはそれぞれ追加ビットが存在し、様々な情報 (Channel Status) が含まれます。RME は通常未使用であるチャンネル 56 (96k フレームモードではチャンネル 28) の User bit を使用して MIDI データを送り、互換性を保証します。



M-32 DA は、他の RME MADI デバイスと異なり、外部信号のための双方向 MIDI-MADI コンバーターではありません (伝送は 1 方向のみとなるため)

右の図は HDSP MADI からの遠隔操作システムの信号フローを表しています。PC や Mac のソフトウェアからの MIDI コマンドを HDSP MADI の MADI Out から M-32 DA の MADI In へ送信し、受信した MIDI コマンドは MIDI Out と MADI Out の両方へ伝送されます。

また、リモートコントロールコマンド以外の MIDI データも伝送することができます。M-32 DA の DIN MIDI 出力に送られます。ただし MIDI の入力設定では MADI 経由の MIDI が有効ですので DIN 入力端子から入力された MIDI 信号は PC に戻すことはできません。逆に入力設定が MIDI の場合は、他方が有効になります。この場合 MIDI データは、MADI 出力からコンピュータへ伝送されますが、再びコンピュータから M-32 DA へは伝送されません。



9.3 リモートコントロール・ソフトウェア

Windows と Mac OS X 用のソフトウェア「MIDI Remote」を RME ウェブサイトから無償でダウンロードしていただけます。これによりシステム上の、どの MIDI ポートからでもマウスクリックひとつで複数代の M シリーズコンバーターの遠隔操作とステータス確認が可能です。さらに HDSP(e) MADI と組み合わせることにより M-32 DA を MADI 経由でダイレクトに制御することができます。リモートコントロールソフトはカードの仮想 MIDI ポートを使用し、MIDI データの送受信を MADI 経由で行います。

ソフトウェアダウンロード : <https://rme-audio.jp/product/rme/midi-remote/>

Windows/Mac OS X ソフトウェア MIDI Remote の簡単な説明

独自のマルチウィンドウ・コンセプトのソフトウェア「MIDI Remote」を利用して、複数台の M-32 DA およびその他对応機器の同時使用と構成を行えます。Functions メニューの M-32 DA は、本体のフロントからは設定できない項目なども制御でき、ゲイン・リダクションが個別のメーターに示され、すべてのチャンネル及びすべての機器に対して名称を付けることも可能です。

プログラムには詳細な英語オンラインヘルプがあります (F 1)。初めての起動後に、まずは **Function** メニューから M-32 DA を選択します (F 4 キーからもアクセス可能)。

次に **Options - MIDI I/O Setup** にて MIDI 入出力を選択します。

Options - Start/Stop MIDI I/O で M-32 DA との通信を開始します。プログラムウィンドウの最上部に現在の状況が表示されます：選択 ID/ Online/ No Response/ Offline 等。

Save Workspace as コマンドはウィンドウなどを含むすべての設定をファイルとして保存します。これらは、いつでも再読み込み可能です。

Send Single Set of Data コマンドは M-32 DA のオフライン設定を可能にします。単発ですべての設定を送信します。

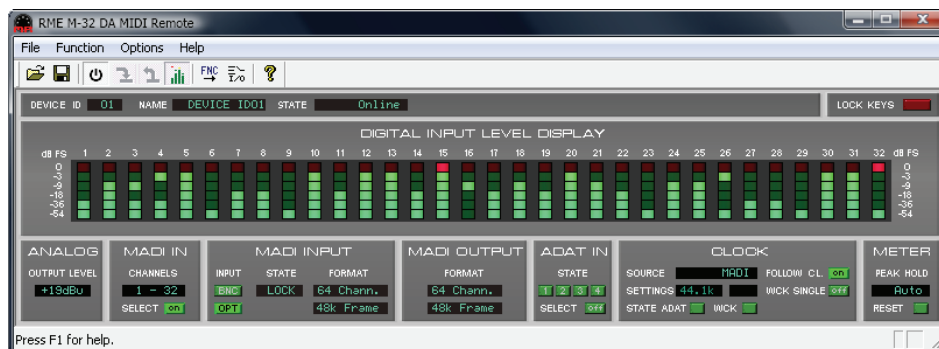
MIDI remote control により、M-32 DA のフロントパネルの操作をロックすることができます (**Lock Keys**)。唯一の例外は、LOCK KEYS キーで、これによりデバイス本体からいつでもコントローラーのロックを解除できます。

MIDI Remote ソフトウェアで、RME ADI-648、ADI-6432、ADI-642、Micstasy、ADI-8QS、MADI Bridge もコントロール可能です。

以下の機能は、MIDI Remote のみで設定できます。

- Word Clock Out を Follow Clock または Always Single Speed に設定

- Device ID の変更



ユーザーガイド



M-32 / 16 DA

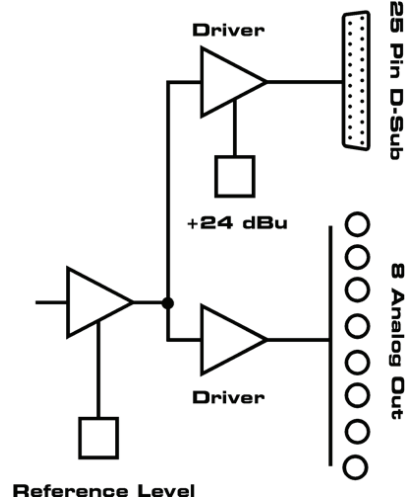
▶ 入力と出力


10. アナログ出力

M-32 DA のリアパネルには、32 系統のバランスライン出力が搭載され、1/4" TRS および 4 つの D-sub 25 ピンコネクタ経由で利用できます。それぞれが専用の出力ドライバーを備えていますので、同時に使用できます。

TRS ジャックの電子回路出力ステージは、サーボバランス設計です。これにより、レベルリファレンスを自動調整し、アンバランス（モノプラグ）とバランス（ステレオプラグ）を正しく扱うことができます。最大出力レベルは +21 dBu です。

+24 dBu を選択した場合、+19 dBu と +24 dBu の LED が同時に点灯します。これは、TRS ジャックが +19 dBu の設定のままで、D-sub コネクタ出力は +24 の設定で動作するためです。



 D-sub コネクタの電子回路出力ステージはサーボバランスでは動作しません! アンバランスの機器を接続する際は、XLR 出力の「ピン 3」が接続されていないことをご確認ください。グラウンドへの接続は THD の値を高くする原因となります (歪みが大きくなる) !

25 ピン D-Sub コネクタは、Tascam 社のピンアウト配列に従います (15.9 章参照)。希望に合った長さの Tascam ピンアウトの D-sub から XLR へのアナログ・ブレイクアウト・マルチコアケーブルは、最寄りの販売店でお買い求めください。

各アナログ出力には 6 セグメントのレベルメーターがあり、各チャンネルの出力信号およびオーバーロードを簡単にチェックできます。レベルデータは直接 DA コンバーターの前から取得します。赤い“オーバー”LED は、フルスケールレベルより 0.2dB 下のレベルに達した時に点灯します (-0.2dBFS)。

AD コンバーターを使用するときの重要事項のひとつは、ベストな動作レベルの範囲内でフル・ダイナミックレンジを保つことです。M-32 DA は、内部で最新の技術を用いた電子スイッチを使用し、これはオーディオパスにノイズや歪みを加えることなく機能します。ANALOG OUTPUT キーにより、32 チャンネルすべてを最も一般的に用いられるスタジオのレベルに完全に適合させることができます。それぞれの出力レベルは、接続されたアナログ機器との互換性を保ちつつ、最適な変換の結果を保証します。

M-32 DA は以下のレベルリファレンスを使用します :

リファレンス	0 dBFS	ヘッドルーム @+4 dB	その他の RME デバイス
+24	+24 dBu	20 dB	-
+19	+19 dBu	15 dB	LoGain
+13	+13 dBu	9 dB	+4 dBu

+24 dBu に設定することで M-32 DA は SMPTE と互換性を持ちます (+24 dBu @ 0 dBFS, +4 dBu、ヘッドルーム 20 dB)。

11. デジタル入出力

11.1 ADAT オプティカル

M-32 DA は 4 つの ADAT オプティカル入力を搭載します。48 kHz までのサンプルレートで使用する場合、入力は 32 チャンネルあります（ポートごとに 8 チャンネル）。それより高いサンプルレートは S/MUX で伝送されます。従ってチャンネル数はダブルスピードでは 16 チャンネル、クワッドスピードでは 8 チャンネルに減少します。

S/MUX としてエンコードされた信号の場合、現在の使用方法によっては、CLOCK SECTION (STATE) を手動で DS モードに切り替える必要があります。各ポートは 4 チャンネルのみのデータを伝送します。

S/MUX4 としてエンコードされた信号の場合、現在の使用方法によっては、CLOCK SECTION (STATE) を手動で QS モードに切り替える必要があります。各ポートは 2 チャンネルのみのデータを伝送します。

接続には標準的な TOSLINK ケーブルを使用できます。

11.2 MADI 入力

M-32 DA のリアパネルにオプティカル及びコアキシャル MADI 入力があります。

BNC 入力のグラウンドフリー設計は AES10-1991 に準拠しています。入力インピーダンスは 75 Ω です。約 180 mVpp からエラーなしで動作します。

オプティカル入力は AES10-1991 に準拠し、FDDI (ISO/IEC 9413-3) 適合のオプティカル・モジュールを使用しています。詳細な情報については 16.6 章「MADI の基本」をご参照ください。

M-32 DA は自動入力切替機能を備えます。現在の入力信号が無効になった場合、ユニットは直ちに他の入力に切り替えます。このモード（冗長モード）は、伝送ライン上のエラーに対する安全性を高める役割を果たします。入力の切替は約 1 秒以内に行なわれます。冗長モードが作動すると、ユニット上ではオリジナルの入力の LED が点滅し、現在有効な入力が点灯します。

MADI 入力は、変換のためのデータソースとなる一方、MADI のパススルー入力としても使用できます。1 台の M-32 DA または M-16 DA は MADI 入力の 64 チャンネルすべてを変換しないので、入力信号の残りのチャンネルは出力へ通過させます。M-32 DA または M-16 DA を追加で直列接続することにより、残りの信号を変換できます。1 台の M-32 DA と 1 台または 2 台の M-16 DA、あるいは 4 台までの M-16 DA など、様々な組み合わせで最大 64 チャンネルの変換が可能です。

また MADI は 2km までの長距離で使用できるため、これらのチャンネルを、いくつかの電氣的に分離した異なる場所で、使いやすく分かりやすいフロントパネルのチャンネル選択を利用して、変換することも可能です。

現在使用中の 16 または 32 チャンネルのブロックは、各ユニットのフロントパネルの MADI IN キーで設定します。

11.3 MADI 出力

M-32 DA のリアパネルにオプティカル及びコアキシャルの MADI 出力があります。

BNC 出力は AES10-1991 に準拠しています。出力のインピーダンスは 75 Ω です。出力電圧は、75 Ω でターミネーション（終端）された場合、600 mVpp となります。

オプティカル出力は AES10-1991 に準拠し、FDDI (ISO/IEC 9413-3) 適合のオプティカル・モジュールを使用しています。詳細な情報については 16.6 章「MADI の基本」をご参照ください。

コアキシャルとオプティカル出力は同時に動作し、同じデータを伝送します。

MADI 使用時での最大チャンネル数は、サンプルレートのレンジにより異なります。48 kHz までの場合 64 チャンネルの伝送が可能です。96 kHz までの場合は 32 チャンネル、192 kHz までの場合は 16 チャンネルとなります。つまり：

- 48 kHz までの場合、2 台の M-32 DA、または 4 台の M-16 DA をカスケード接続できます。
- 96 kHz までの場合、1 台の M-32 DA、または 2 台の M-16 DA で有効なチャンネルをすべて使用することになります。
- 192 kHz までの場合、1 台の M-16 DA で有効なチャンネルをすべて使用します。M-32 DA ではチャンネル 17 ~ 32 を使用できません。

12. ワードクロック

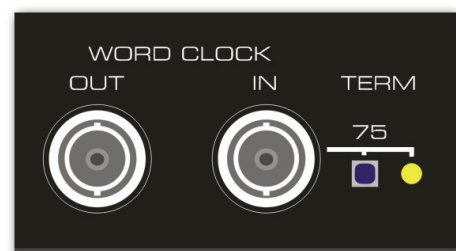
12.1 ワードクロック入出力

入力

M-32 DA のワードクロック入力は CLOCK SECTION にて WCK を選択するとアクティブになります。BNC 入力はシングル、ダブル、またはクワッドスピードに対応し、M-32 DA は自動的にスピードを検知します。有効な信号が検知されると WCK LED が点灯します。検知されない場合は点滅を続けます。

RME の Signal Adaptation Circuit によりワードクロックに変形、DC 混入、微弱、過大などの問題があっても正常な動作が可能です。自動信号センタリング機能により 300mV (0.3V) の入力レベルでも理論上使用可能です。さらにヒステリシスによって感度を 1.0V まで減らすため過大・過小入力、高周波障害でも誤作動を起こしません。

ワードクロック入力は高インピーダンス型（ターミネーションなし）で出荷されます。プッシュスイッチで内部ターミネーション（75 Ω）を有効化できます。このスイッチはバックパネル BNC 端子の隣にあります。細いペンなどを使って青いスイッチをロックポジションに切り替えます（黄色 LED が点灯します）。ターミネーションを解除するには再度スイッチを押します。



出力

M-32 DA のワードクロック出力は常に有効で、現在のサンプルレートをワードクロック信号として出力します。マスターモードではワードクロックは 44.1 または 48 kHz (DS X 2, QS X4) 固定となります。それ以外ではサンプルレートは現在有効なクロック入力と同一となります。使用中のクロックソースに問題が発生した場合は最後に有効だったサンプルレートが自動的に適用されます。

Always Single Speed オプション（常にシングルスピード）が有効な場合は、ワードクロックの出力レンジが常に 32kHz ~ 48 kHz 内に留まるようになります。よって、96 kHz および 192 kHz のサンプル・レートでは、出力ワードクロックは 48 kHz となります。

M-32 DA が受信したワードクロック信号はワードクロック出力を介して他のデバイスに分配できます。これにより通常の T 字アダプタが不要となり M-32 DA は信号をリフレッシュする機能を果たします。このような動作は次の理由から強く推奨されます：

- 入力と出力信号はフェーズロックされお互いの位相は (0°) です
- SteadyClock™ は入力信号からほぼ完全にジッターを取り除く
- 特筆した入力（感度 1Vpp、標準は 2.5Vpp、DC 除去、Signal Adaptation Circuit）と SteadyClock™ によって許容限度に近いワードクロック信号でも安定した動作を保証

低インピーダンスかつショート保護された出力により M-32 DA は 75 Ω に 4Vpp を配給します。オーバーターミネーション (2 x 75 Ω = 375 Ω) でも出力に 3.3Vpp 配給します。

12.2 操作と技術背景

ナログ機器同士だけを接続するシステムの場合、信号の同期は必要ありません。しかしデジタルオーディオの場合は違います。デジタル信号をやりとりするには、すべての機器が同じクロック（タイミング）で動いていなければ、信号は正しく処理されません。同じクロックが共有されていない場合、デジタル信号が、エラーを多

発したり、クリックノイズや、音の歪み、ノイズ、ドロップアウトを起こしたりする原因となります。

AES/EBU、SPDIF、ADAT、及び MADI 信号は、それぞれ信号自体にタイミングクロックを持ち、基本的にはワードクロックを追加する必要はありません。しかし、実際は複数の機器を同時に使用すると問題が発生する場合があります。たとえば、クロックのマスター機器を設定しないで、それぞれの機器をループで接続した場合、セルフクロックは機能しません。さらに、接続された機器同士は互いに同期していなければなりません。これは、再生に限られた機器 (例えば再生専用の CD プレーヤーなど) にとっては多くの場合不可能です (SPDIF 入力を持たず、セルフクロックをクロック・リファレンスとして使用できないため)。

デジタル中心のスタジオでは、マスターとなる同期ソースにすべてのデジタル機器を接続することによって同期を保っています。例えばミキシングデスクをマスターにし、リファレンス信号のワードクロックを他のすべての機器に送ります。しかしこの場合は、接続されているすべての機器がワードクロック入力または同期端子を装備し、スレーブとして設定されている必要があります (業務用 CD プレーヤーなどはワードクロック入力を装備している場合がある)。このような条件が満たされてはじめてすべての機器が同じクロックを共有でき、様々な組み合わせで使用できます。



デジタルシステム内では、マスターは 1 つだけに設定する必要があります！

しかしワードクロックには、同期を確かなものにする一方で、いくつかの不利な要素があります。ワードクロックは実際に必要とされるクロックの断片が集まってできています。例えば 44.1 kHz の SPDIF のワードクロックは (単純なスクエアウェーブ信号)、特別な PLL を用いて機器内部で 256 倍にされます (約 11.2MHz まで)。その後クォーツから発生させた信号はこの信号で置き換えられます。このクロックの再構築はジッターを増加させてしまう要素となるのです。ワードクロックが引き起こすジッターは、クォーツベースのクロックが引き起こすジッターよりも遥かに高くなります。

このような問題を解決するはずだったのが、ワードクロックの 256 倍の周波数を使用する Superclock と呼ばれるものです。これは内部クォーツの周波数と同じなので PLL 回路で周波数を増加させる必要が無く、クロックはそのまま使用できます。しかし実際のところ、この Superclock にはワードクロックよりさらに致命的な問題がありました。それは 11MHz もの方形波 (スクエアウェーブ) をそれぞれの機器に送らなければならないという事実であり、これは、反射、ケーブル品質、容量負荷など問題解決にはまさに高周波信号を扱う技術が必要になってしまうということです。44.1 kHz ではこれらの要素は無視できたかもしれませんが、11MHz ではそうはいきません。また、PLL はジッターを生じるだけでなく、障害を排除することが分かりました。低域の PLL が生成する信号は数 kHz 以上の追従性があり、周波数の変動に対してフィルターのように振る舞うのです。Superclock はフィルターなしで使用されるため、ジッターやノイズを抑制するような機能がありません。最終的に Superclock は一般的なスタンダードとして受け入れられませんでした。

この問題を最終的に解決できるのが M シリーズの SteadyClock テクノロジーです。最新かつ最速のデジタルテクノロジーとアナログフィルターテクノロジーを組み合わせることで、44.1 kHz の低速なワードクロックから 22MHz の低ジッターのクロック信号を生成する画期的な技術です。さらに入力信号に含まれるジッターは強く排除されますので、再増幅されたクロック信号は実際の使用においても、最も高い品質となるのです。

12.3 ケーブルとターミネーション (終端)

通常ワードクロック信号は、BNC の T 字アダプタによって分配されてデジタル同期のネットワークを組んでいます。そしてターミネーター (終端抵抗) によって終端されます。ネットワークを組む BNC ケーブルは汎用のものでお使いいただけます。T 字アダプタや BNC ケーブル、ターミネーターは一般の PC ショップや電器店でご購入いただけます。ケーブルは通常 50 Ω のコンポーネント信号を運びます。ワードクロックに用いられる 75 Ω のコンポーネント信号は、ビデオ用テクノロジー (RG59) の一部です。

ワードクロック信号は約 5V の矩形波で、少なくとも直流 500kHz 以上の周波数帯域が必要です。ワードクロック信号の電圧低下や反射による信号変質を防ぐために、ケーブルやターミネーターは 75 Ω のインピーダンスを持ったものを使用します。電圧低下や反射変質があると、同期のずれや、誤動作でのジッター発生、同期の失敗を招く原因となります。

残念なことに、現在市場に出回っているデジタル機器には（たとえそれが最新のデジタルミキサーであっても）十分といえるだけのワードクロック出力を持っていないものがあります。もしも、75 Ω のターミネーターを使用したときに、3V まで電圧が下がる出力を持った機器を使用する場合、次のようなことに気をつける必要があります。2.8V 以上でしか正常に動作しない機器であれば、長さ 3 m 以上のケーブルで接続しては、正確に動作しえないということです。よってワードクロックネットワークが、ケーブルがまったく終端されていない方が安定した同期が可能になるケースがあるのも、驚くべきことではありません（電圧がより高いため）。

チェーンのなかで信号を弱めないために、ワードクロックを供給する機器の出力は低インピーダンスタイプ、すべてのワードクロック入力が高インピーダンスタイプに設計されることが理想的ですが、次のような良くない例もあります。75 Ω の抵抗があらかじめデジタル機器に内蔵されており、これをオフにできない場合、ネットワークにかかる負担は、 $2 \times 75 \Omega$ となってしまう、このため、ユーザーは特殊なワードクロックジェネレーターの導入を強いられます。このような機器は一般的には大規模なスタジオで使用されます。

M-32 DA のワードクロック入力は、最大限フレキシブルに接続できるように高インピーダンス設計、また内部終端できるようになっています。終端が必要な場合（M-32 DA がチェーン接続の最後の場合等）背面のスイッチを押してください（第 12.1 章参照）。

M-32 DA がワードクロックを受信する機器のチェーンの中のひとつの場合は、次のような接続になります。BNC 端子に T 字アダプタを接続し、T 字アダプタの一方の端子にワードクロックが送られてくるケーブルを接続します。もう一方の端子に BNC ケーブルを接続し、チェーンの中の次の機器に接続します。このチェーンネットワークの中の最後の機器は、やはり終端する必要があります。T 字アダプタと 75 Ω のターミネーター（短い BNC プラグ）を用いて終端してください。もちろん、内部終端機能を持つ機器であれば、T 字アダプタとターミネーターは必要ありません。



M-32 DA の SteadyClock テクノロジーは非常に優秀なため、T 字アダプタ経由の入力信号を通す代わりに、本ユニットのワードクロック出力を使用することをお勧めします。SteadyClock は、入力信号をジッターから開放し、信号損失やドロップアウトの際には、最後に使用された適切なサンプルレートを保持します。

13. MIDI

M-32 DA には DIN 5 ピンの標準 MIDI 入出力が装備されています。MIDI 入出力は以下の用途で使用します：

- M-32 DA のリモートコントロール (9.1 章参照)
- MIDI データやリモートコントロールコマンドを MADI 経由で送信 (9.2 章参照)



ユーザーガイド



M-32 / 16 DA

▶ 仕様

14. 技術仕様

14.1 アナログ

ライン出力、TRS

- 最大出力レベル : +21 dBu
- 出力 : 6.3 mm TRS ジャック、サーボバランス型
- 出力インピーダンス : 75 Ω
- 出力レベル切り替え : +13 dBu, +19 dBu @ 0 dBFS

ライン出力、D-Sub

- 最大出力レベル : +27 dBu
- 出力 : D-sub 25 ピン、電子バランス型
- 出力インピーダンス : 150 Ω
- 出力レベル切り替え : +13 dBu, +19 dBu, +24 dBu @ 0 dBFS

DA変換

- 解像度 : 24 bit
- S/N 比 (SNR) @ +24 dBu、44.1 kHz: 115 dB RMS unweighted、118 dBA
- S/N 比 (SNR) @ +19 dBu: 115 dB RMS unweighted、118 dBA
- S/N 比 (SNR) @ +13 dBu: 115 dB RMS unweighted、118 dBA
- 周波数特性 @ 44.1 kHz、-0.5 dB: 5 Hz ~ 22 kHz
- 周波数特性 @ 96 kHz、-0.5 dB: 5 Hz ~ 34 kHz
- 周波数特性 @ 192 kHz、-1 dB: 5 Hz ~ 50 kHz
- THD: < -104 dB、< 0.00063 %
- THD+N: < -100 dB、< 0.001 %
- チャンネルセパレーション : > 110 dB

14.2 デジタル入力

ADATオプティカル

- 4 x TOSLINK、Alesis 規格に基づく
- 標準 : 32 チャンネル 24 ビット、48 kHz まで
- S/MUX: 16 チャンネル 24 ビット、96 kHz
- S/MUX4: 8 チャンネル 24 ビット、192 kHz
- Bitclock PLL により、バリピッチにおいても完全な同期
- 同期帯域 : 31.5 kHz ~ 50 kHz
- 入力信号同期時のジッター : < 1 ns
- ジッター制御 : > 30 dB (2.4 kHz)

ワードクロック

- BNC、非ターミネーション (10 k Ω)
- 内部ターミネーション用スイッチ 75 Ω
- 自動ダブル / クワッドスピード検知とシングルスピードへの変換
- SteadyClockTM により低ジッター同期を保証、バリスピード動作時を含む

- ネットワーク上の DC オフセットに影響されない
- Signal Adaptation Circuit : 自動信号センタリングとヒステリシスによる信号の再生成
- 過剰電圧保護
- レベル範囲 : 1.0 Vpp - 5.6 Vpp
- ロック範囲 : 27 kHz - 200 kHz
- 入力信号同期時のジッター : < 1 ns
- ジッター抑制 : > 30 dB (2.4 kHz)

MADI

- BNC コアキシャル、75 Ω , AES10-1991 に基づく
- 高感度入力部 (< 0.2 Vpp)
- オプティカル : FDDI duplex SC コネクタ
- 62.5/125 と 50/125 に対応
- 56 チャンネルと 64 チャンネルモード、96k フレームに対応
- シングルワイヤ : 最大 64 チャンネル 24 ビット 48 kHz
- ダブルワイヤ / 96k フレーム : 最大 32 チャンネル 24 ビット 96 kHz
- クワッドワイヤ : 最大 16 チャンネル 24 ビット 192 kHz
- ロック範囲 : 28 kHz - 54 kHz
- 入力信号に同期の際のジッター : < 1 ns
- ジッター抑制 : > 30 dB (2.4 kHz)

14.3 デジタル出力

MADI

- コアキシャル : BNC, 75 Ω , AES10-1991 に基づく
- 出力レベル : 600 mVpp
- ケーブル長 (コアキシャル) : 100 m まで
- オプティカル : FDDI duplex SC コネクタ経由
- 62.5/125 と 50/125 に対応
- ケーブル長 (オプティカル) : 2000 m まで
- 56 チャンネルおよび 64 チャンネルモード、96k フレームに対応
- シングルワイヤ : 24bit / 48 kHz 64 チャンネルまで
- ダブルワイヤ / 96k フレーム : 24bit / 96 kHz 32 チャンネルまで
- クワッドワイヤ : 24bit / 192 kHz 16 チャンネルまで

ワードクロック

- BNC
- 最大出力レベル : 5 Vpp
- 出力レベル @ 75 Ω : 4.0 Vpp
- インピーダンス : 10 Ω
- 周波数帯域 : 27 kHz - 200 kHz

14.4 デジタル

- クロック設定：内部クロック、ADAT 入力、MADI 入力、ワードクロック入力
- 低ジッター設計：< 1 ns PLL モード、全入力
- 内部クロック：800 ps ジッター、ランダム・スペクトラム拡散
- 外部クロックのジッター抑制値：> 30 dB (2.4 kHz)
- DA コンバート時のクロックジッター：ほぼゼロ
- 100ns 以上のジッターでも PLL によりドロップアウトゼロを保証
- 対応サンプルレート：28 kHz から 200 kHz

14.5 MIDI

- 16 チャンネル MIDI
- DIN 5 ピン端子
- オプトカップリング、グラウンドフリー入力

MADI

- 56 チャンネル (48k フレーム時) のユーザービットを使用し「不可視」送信

14.6 一般

- サイズ：(ラック耳含む) (WxHxD)：483 x 88 x 242 mm (19" x 3.46" x 9.5")
- サイズ：(ラック耳含まず) (WxHxD)：436 x 88 x 235 mm (17.2" x 3.46" x 9.3")
- 動作温度：+5° から +50° C
- 相対湿度：< 75%、結露なきこと

M-32 DA

- 電源部：内部スイッチング電源、100 - 240 V AC、60 W
- 通常時の電力消費量：23 W
- 最大電力消費量：< 30 ワット
- 重量：3 kg

M-16 DA

- 電源部：内部スイッチング電源、100 - 240 V AC、40 W
- 通常時の電力消費量：15 W
- 最大電力消費量：< 20 ワット
- 重量：2.5 kg

14.7 ファームウェア

M シリーズは内部にプログラム書き換え可能なロジックを使用しています。Flash-PROM という部品を再プログラムすることによりデバイスの機能と動作に変更を加えることができます。

ファームウェアバージョンは M シリーズ起動時にレベルメーターに約 1 秒間表示されます。

本マニュアル製作時の工場出荷リリースバージョンは Firmware 1.5 です。

14.8 MADi ユーザービット一覧

- RS-232 : チャンネル 1 ~ 9 (M シリーズによりパススルーされた)
- ADC : チャンネル 19
- MIDI : チャンネル 56 (48k) / 28 (96k)

14.9 コネクタ - ピン・アサイン

D-Sub アナログ出力

アナログ出力の D-Sub 25 ピンコネクタは、TASCAM 社の方式の配列にしています (下表参照) :

Chan.	1+	1-	2+	2-	3+	3-	4+	4-	5+	5-	6+	6-	7+	7-	8+	8-
D-Sub	24	12	10	23	21	9	7	20	18	6	4	17	15	3	1	14

GND はピン 2、5、8、11、16、19、22、25 に接続。ピン 13 は非接続。

出力回路はサーボバランスでは動作しません。アンバランスの機器を接続する際は、「ピン 3 (-)」が接続されていないことをご確認ください。

アナログ入出力TRS端子

アナログ入出力のステレオ 1/4" TRS 端子は標準規格に準じています :

Tip = + (ホット)

Ring = - (コールド)

Sleeve = GND

サーボバランス型の入出力回路は信号ロスなしにモノラル TS 端子 (アンバランス) の接続が可能です。TRS 端子で Ring をグラウンドに接続している場合と同様です。

15. 技術背景

15.1 用語

■ シングルスピード (Single Speed)

デジタルオーディオでオリジナルとして使用されるサンプル・レートです。典型的な使用例として 32 kHz (デジタルラジオ)、44.1 kHz (CD)、と 48 kHz (DAT) などが上げられます。

■ ダブルスピード (Double Speed)

より高い音質とオーディオプロセッシングの向上のために当初のサンプル・レートレンジを 2 倍速にする方法です。64 kHz は実際には使用されておらず、88.2 kHz もそのアドバンテージにも関わらず使用頻度はあまり高くありません。96 kHz は広く普及している形式です。時にはダブルファスト (Double Fast) とも呼ばれます。

■ クワッドスピード (Quad Speed)

次世代のハイエンドなオーディオ・クオリティーとプロセッシングと言われ、オリジナルのサンプル・レートレンジを 4 倍速する方法です。128 kHz は使用されず、176.4 kHz も稀にしか使用されません。DVD オーディオなどの 192 kHz が代表的な使用例です。

■ シングルワイヤ (Single Wire)

標準的なオーディオデータ伝送方式で、オーディオ信号のサンプル・レートとデジタル信号のレートが同一です。32 から 192 kHz まで使用されます。シングルワイドと呼ばれることもあります。

■ ダブルワイヤ (Double Wire)

1998 年以前には 48 kHz を超えるデータレートを送受信できる回路がありませんでした。そのため高サンプル・レート信号は偶数と奇数ビットを一本の AES ケーブルの L/R チャンネルに分けて伝送されました。こうすることにより 2 倍のデータレート、つまり 2 倍のサンプル・レートを得ることができました。ステレオ信号を伝送するには AES/EBU ポートが 2 系統必要です。

ダブルワイヤ方式は現在では業界基準となりましたが、デュアル AES、ダブルワイド、デュアルレーン、そしてワイドワイヤなどいくつか異なる名称で知られています。AES3 規格ではシングルチャンネル・ダブルサンプリング・フリーケンシーモード (Single Channel Double Sampling Frequency Mode) というあまり使われない名称で呼ばれています。ADAT オプティカル形式では S/MUX として知られています。

ダブルワイヤはシングルスピード信号だけではなく、ダブルスピードでも使用可能です。例えば Pro Tools HD の AES 送受信は最高 96 kHz で動作しますが、ダブルワイヤの場合 192 kHz にも対応しています。96 kHz を 4 チャンネル使用する代わりに 192 kHz で 2 チャンネルを使用します。

■ クワッドワイヤ (Quad Wire)

ブルワイヤと似ていますが、1 チャンネルの信号を 4 チャンネルに分けて伝送する方式です。これにより最高 192 kHz までの伝送が可能ですが、1 チャンネルを送信するには AES/EBU ポートが 2 系統必要です。クワッド AES と呼ばれます。

■ S/MUX

ADAT オプティカルは、ハードウェア上シングルスピードに限定されているため、96 kHz までのサンプル・レートにはダブルワイヤ方式が用いられます。この方法を S/MUX (サンプルマルチプレックス) と呼びます。ADAT ポートはこの方式で 4 チャンネルを伝送します。MADI は通常 48k フレームを使用しますが、96k フレー

ムによって最高 96 kHz の信号が伝送できます。

■ S/MUX4

クワッドワイヤ方式によって、ADAT オプティカル上で最高 192 kHz、2 チャンネルを伝送する方法です。MADI では通常 48k フレームを使用しますが、192k フレームによって最高 192 kHz の信号が伝送可能です。

ご注意：これら全ての方式のための変換はロスレスで行われます。サンプルは複数チャンネルに分けられ、後で元に戻されます。

15.2 Lock と SyncCheck

デジタル信号はキャリアデータとオーディオデータで構成されています。デジタル信号が入力された際、受信側はデータを正確に読み取るためキャリアクロックに同期しなければいけません。これを行うため、受信機器は PLL (Phase Locked Loop：位相固定ループ) を使用します。受信機で入力信号のサンプル・レートが計測されると即座にロックされます。Lock ステータスは周波数の小さな変化があっても維持されます。これは PLL が受信機器の周波数をトラッキングするからです。

ADAT または MADI 信号が M-32 DA に入力されると対応する SYNC LED が点滅してロック (有効な入力信号) していることを示します (この信号に同期している場合には点灯します、下記参照)。

しかし、ロックしている入力信号のクロックが、データを読み取る受信側のクロックに対して正しいとは限りません。例えば、内部で 44.1 kHz に基準クロックを設定する (クロックモード = マスター) 場合に、M-32 DA に、デジタルミキサーの MADI 出力を MADI 入力に接続したとします。MADI LED はすぐに点滅を始めますが、デジタルミキサー内部で生成したクロック信号は M-32 DA の内部サンプル・レートより少し高かったり低かったりします。結果：データの読み取りに失敗し、クリックノイズやドロップアウトを起こします。

複数の入力を使用している際もロックしているだけでは不十分です。上記の問題は M-32 DA を内部クロックから MADI に設定することによって解決できます (リファレンスクロックはデジタルミキサーによって供給されるクロックになります)。しかし他の非同期デバイスが接続されている場合、こちらのサンプル・レートとの若干の差異が再び生じ、クリックやドロップアウトが発生します。

これらの問題を明らかにするため M シリーズは SyncCheck® を備えています。この機能はすべてのクロックが同一か確認します。互いに同期していない場合非同期入力の LED が点滅します。全体が同期している場合 (完全な同期)、現在のクロックソースの LED のみが点灯し、他の入力 LED は消えたままとなります。上記の例の場合、ミキサーに接続した直後から MADI LED が点滅を始めます。

このように SyncCheck® によってすべてのデジタル機器の正確な設定を素早く把握することが可能です。これによりデジタル中心のスタジオで最も重要な課題の一つが簡単に解決できるようになるのです。

15.3 レイテンシーとモニタリング

ゼロレイテンシーモニタリング (Zero Latency Monitoring) は 1998 年に RME が DIGI96 シリーズではじめて採用しました。これはコンピュータへの入力信号を直接出力へパススルーさせる機能です。以来そのアイデアは現在のハードディスクレコーディングの最も重要な機能の 1 つになりました。2000 年には 2 つの画期的な Tech Info 「低レイテンシーの背景」「モニタリング、ZLM、ASIO、バッファサイズとジッター」を提唱し、これらは今日もその有効性を保ち続けています。Tech Info は RME ウェブサイト (英語) で参照することができます。

ゼロは本当に数値上ゼロですか

技術的観点から真のゼロはありません。通常のアナログパスでさえ入力と出力の間のディレイと等しいととれる位相エラーがあるのです。しかしある値以下の遅延は実質的にゼロであると言っても良いでしょう。アナログ信号のルーティングやミキシング、そして弊社の意見では RME の Zero Latency Monitoring はこれに当てはまるものと考えます。レイテンシーとはインターフェイスの入力から出力までのデジタルオーディオデータの経路を指します。RME のレシーバーからトランスミッターを経由して出力されるまでに約 3 サンプルの遅れを生じます。これは 44.1 kHz で約 $68 \mu s$ (0.000068s)、192 kHz で $15 \mu s$ に相当します。

オーバーサンプリング

デジタルインターフェイスでの遅延はすべて無視することができる一方、アナログ入出力では重度なディレイが発生します。最新のチップは多くの問題を含むアナログフィルターの影響を極力避けるため、基本のサンプル・レートに 64 または 128 倍のオーバーサンプリングを行い、デジタルフィルターをかけます。これにより約 40 サンプル、1ms 相当のレイテンシーが発生します。よって再生音を DA と AD に通し (ループバック) 再録音した場合、新しく録音されたトラックでは約 2ms のオフセットが生じます。

M-32 DA のデジタル>アナログ変換の正確なレイテンシーは以下のとおりです：

サンプル・レート	44.1	48	88.2	96	176.4	192
DA (29 × 1/fs) ms	0.65	0.6	0.33	0.3	0.16	0.15

15.4 DS - Double Speed (ダブルスピード)

ダブルスピードがアクティブな場合、M-32 DA は、2 倍のサンプル・レートで動作します。内部クロックは 44.1 kHz が 88.2 kHz に、48 kHz が 96 kHz に変わります。内部処理の解像度は 24bit のまま変わりません。

48 kHz を超えるサンプル・レートは少し前までは珍しく、現在も CD フォーマットが 44.1 kHz であることも影響し一般的に広く普及していません。1998 年までは 48 kHz を超えるサンプル・レートに対応した送受信回路はありませんでした。そのため 1 本の AES/EBU ケーブルで 2 チャンネルではなく、1 チャンネルを送受信する方法が採用され、本来左右であるはずのチャンネルに奇数サンプルと偶数サンプルを分離して送受信しました。こうして 2 倍のデータ量、つまり 2 倍のサンプル・レートを得られました。もちろんステレオ信号を送受信するためには 2 系統の AES/EBU 端子が必要でした。

業務用スタジオで使用されているこの接続方法は Double Wire (ダブルワイヤー) と呼ばれ、ADAT フォーマットに関連して S/MUX (Sample Multiplexing) としても知られています。

1998 年 2 月に Crystal 社は業界初の 2 倍のサンプル・レートでも使用できるシングルワイヤー (1 本のケーブルを使用する) の送受信機を発表しました。これで 96 kHz 信号 2 系統を 1 本の AES/EBU 端子で送ることができるようになりました。

しかしダブルワイヤーはまだ健在です。まずデジタルテープデッキなど 48 kHz 以上のサンプル・レートを扱え

ない機器がまだ数多く存在していることが掲げられます。また ADAT や TDIF といった一般的なインターフェイスもいまだにこの技術を使用しています。

ADAT インターフェイスは、ハードウェア上の制限から 48 kHz 以上のサンプル・レートを扱うことができません。このため、M-32 DA はダブルスピードモード時に自動的に S/MUX (Sample Multi-plexing) を使います。2 つのチャンネルの信号を、下の表のような形で 1 つのチャンネルに結合します：

ADAT 端子	1	1	1	1	2	2	2	2
DS 信号	1/2	3/4	5/6	7/8	1/2	3/4	5/6	7/8
アナログ出力	1	2	3	4	5	6	7	8

2 倍のサンプル・レートの信号処理は通常のサンプル・レート下 (シングルスピード) で行われるため、ADAT 出力は 44.1 kHz または 48 kHz で出力されます。

15.5 QS - Quad Speed (クワッドスピード)

ADAT フォーマットでのダブル S/MUX (S/MUX4) は、1 つのオプティカル出力につき 2 チャンネルのみとなります。この方式を採用している機器は少数です。

クワッドスピードモードでは M-32 DA は自動的に S/MUX (Sample Multiplexing) を使用します。4 つのチャンネルの信号を、下の表のような形で 1 つのチャンネルに結合します：

ADAT 端子	1	1	2	2	3	3	4	4
QS 信号	1/2/3/4	5/6/7/8	1/2/3/4	5/6/7/8	1/2/3/4	5/6/7/8	1/2/3/4	5/6/7/8
アナログ出力	1	2	3	4	5	6	7	8

4 倍のサンプリング周波数の信号処理は通常のサンプリング周波数下 (シングルスピード) で行われるため、ADAT 出力は 44.1 kHz または 48 kHz で出力されます。

15.6 MAD I の基本

MADI とはシリアル Multichannel Audio Digital Interface の略で、1989 年いくつかのメーカーの希望により既に現在の AES3 標準の拡張規格として規格化されていました。フォーマットは AES/EBU としても知られ、バランスのバイフェーズ信号を用い、2チャンネルの制限がありました。簡単に言うと MADI はこの AES/EBU 信号をシリアルに 28 個有しています。つまり次々にサンプルレートは $\pm 12.5\%$ も拡張できるのです。限界値は 100Mbit/s のデータレートです。

ほとんどの場合正確なサンプリング周波数が用いられるので、64 チャンネルモードが 2001 年公式に導入されました。これにより最大サンプルレートは 48kHz + ca. 1% となり、100Mbit/s の最大データレートを越えることなく 32 チャンネル 96kHz に対応しました。ポートの有効なデータレートは追加のコーディングにより 125Mbit/s になりました。

古い機器は 56 チャンネルフォーマットのみ認識し生成できます。より新しい機器はほとんどの場合 64 チャンネルフォーマットで動作しますが、56 以上のオーディオチャンネルは使用できません。残りはミキサー設定などのコントロールコマンドで消費されてしまいます。RME ユニットのより良い方法として互換性 100% の 64 チャンネルの MADI 信号を維持したまま、16MIDI チャンネルの不可視送信と RS232 データストリームを追加しました。

MADI 信号の送信にはネットワーク技術で実績があり汎用性のある方法が適用されました。ほとんどの人は 75 Ω の BNC プラグを持つアンバランス（同軸）ケーブルについてご存知でしょう。このケーブルはそれほど高価ではなく、入手も簡単です。オプティカルインターフェイスはその完全な直流絶縁によってより有効な伝送手段と言えますが、多くのユーザーにとっては、業務用ネットワークで使用され、巨大なキャビネットの中を配線されているファイバーオプティカルを使用することは不思議なことだと思われる。従って「MADI オプティカル」に関する説明が少々必要でしょう。

- 使用されるケーブルはコンピューターネットワークテクノロジーでは標準品です。その上あまり高価ではありませんが、すべてのコンピューターショップでご購入頂けるわけではありません。
- ケーブルは直径たった 50 または 62.5 μm のファイバー線を含み、125 μm のコーティングがされています。こちらはネットワークケーブル 62.5/125 または 50/125 と呼ばれ、前者は大抵の場合青色で後者はオレンジ色です。これらは明確にラベル表示されていないケースもよくありますが全てグラスファイバーです。プラスチックファイバーケーブル（POF、Plastic Optical Fibre）はこのような小径では製造できません。
- 端子も SC と呼ばれる工業標準規格のものが用いられています。ST コネクタと混同しないでください。ST は BNC コネクタと似ており回して取り付けます。かつて用いられた端子（MIC/R）は必要以上に大きく現在ではもう使われません。
- ケーブルは二重型（デュプレックス：2本のケーブルが一つにまとめられています）もしくは一重型（シングルプレックス：1本のケーブル）です。M シリーズのオプティカル・モジュールは両タイプ対応です。
- 伝送は最大ケーブル長約 2km まで可能なマルチモードファイバーを使用しています。シングルモードではより長い距離で使用可能ですが、こちらは完全に異なるファイバー（8 μm ）を使用します。またオプティカル信号は使用する光の波長（1300nm）のため人間の目には見えません。

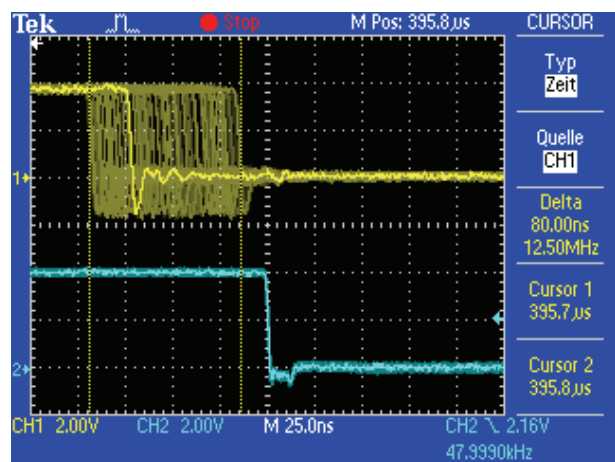
15.7 SteadyClock

M シリーズの SteadyClock 技術はすべてのクロックモードで優れたパフォーマンスを保証します。非常に高性能のジッター抑制効果によりすべてのクロック信号がクリーンに再構成された後リファレンスクロックとしてワードクロック出力に供給します。

理論上クロックセクションは通常、外部同期のためのアナログ PLL と内部同期のためのいくつかの水晶発振器から構成されます。SteadyClock™はデジタルオーディオの周波数とは異なる周波数の水晶発振器を 1 器だけ使用します。最新の回路設計（例えば高速デジタルシンセサイザーなど）、デジタル PLL 回路、100MHz サンプルレート、そしてアナログフィルターを駆使し、RME は FPGA 回路技術のなかで全く新しいローコストクロック技術を開発しました。このクロックの能力は業務用機器に要求される以上のものとなりました。その顕著な機能性にも関わらず、SteadyClock™の動作は他の方式と比較しても早いと言えます。入力信号にコマ何秒の早さで同期するだけではなく、極端なバリピッチの変更にも正確に追従し、28kHz から 200kHz の広範囲のクロック信号に直接ロックすることができます。

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 信号内のエンベデッドクロックは、12.5 MHz の時間差によって約 80 ns のジッターが発生します。それ以外の信号フォーマットのジッター値は 10 ns 未満で、2 ns 未満であると理想的とされています。

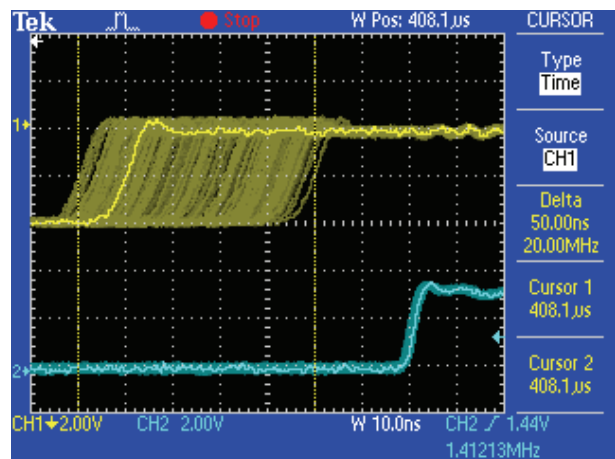
右の図は約 80 ns のジッター（グラフ上部のライン）が乗った MADI 入力信号です。SteadyClock は、このひどいジッターさえも、2 ns 未満までに抑制しています（グラフ下部のライン）。



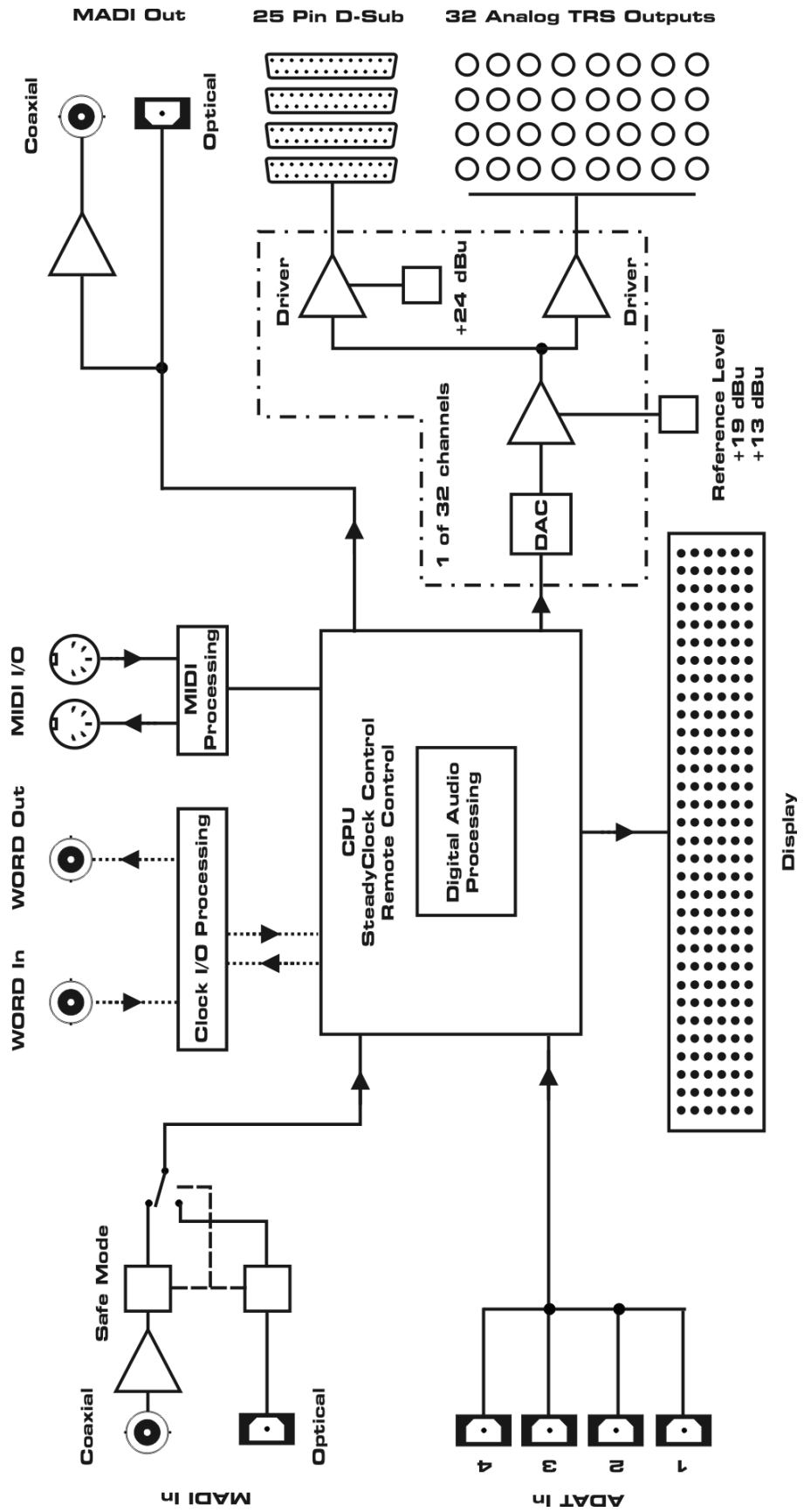
M-32 DA の他の入力ソース、ワードクロックや ADAT ではこのような高いジッター値を見ることはないでしょう。もしあったとしても SteadyClock はいつでも瞬時に対応できます。

右の画面には非常に高ジッターの信号（約 50ns、上のライン）が表示されています。SteadyClock は非常にきれいに信号を再構成します。フィルター後のクロックのジッターは 2ns 以下になっています（下のライン）。

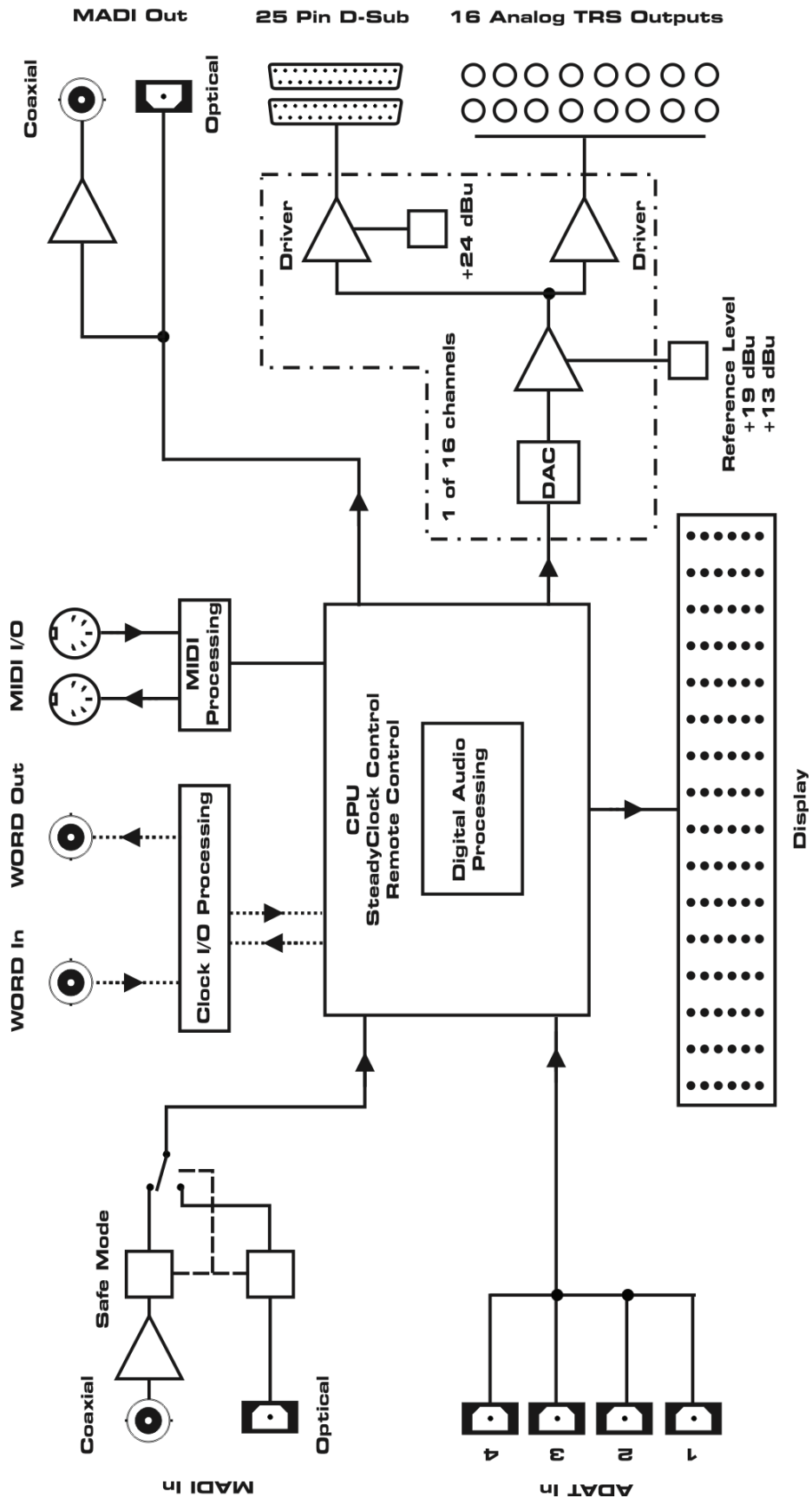
ジッターフリーになった信号はいかなる用途でもリファレンスクロックとして問題なく使用することができます。SteadyClock によって処理された信号はデバイス内部で使用されるだけでなく、ユニットのワードクロック出力へも分配される他、MADI、ADAT デジタル出力のエンベデッドクロックとしても使用されます。



16. M-32 DA ブロックダイアグラム



17. M-16 DA ブロックダイアグラム



18. M シリーズの MIDI インプリメンテーション

18.1 SysEx フォーマット基本

値	名前
F0h	SysEx ヘッダー (SysEx header)
00h 20h 0Dh	MIDITEMP 製造者 ID (Manufacturer ID)
32h	Model ID (M-Series) (Model ID)
00h..7Eh, 7Fh	Bank number/Device ID (7Fh = broadcast, all Ids)
mm	メッセージタイプ (Message Type)
nn	パラメーターナンバー (一覧表参照) (Parameter number)
oo	データバイト (Data byte)
F7h	EOX

バンクナンバー / デバイス ID (Bank number/Device ID)

下のニブルはデバイス ID (0..7)、上のニブルはバンクナンバー (0..7) です。例：25h はバンク2、デバイス5を意味します。7Fh は全デバイスの全てのバンクを意味します。

18.2 SysEx フォーマット基本

値	名前
10h	値リクエスト (Request Value)
20h	値設定 (Set Value)
30h	値レスポンス (Value Response)

リクエスト値 (Request Value)

形式：F0 00 20 0D 32 (bank no. / dev ID) 10 F7

このストリングはレベルメーターデータを含む全ての値レスポンスデータバイトのダンプを開始します。

値設定 (Set Value)

パラメーターの番号を設定します。

nn / oo の書式で自由に繰り返せます。

レスポンス値 (Value Response)

デバイスはこの値リクエスト要求を受けると全ての値レスポンスデータバイトのストリングを送信します。メッセージタイプは 30h に設定されます

18.3 一覧表

No.	No.	名称	値設定	レスポンス値	データバイト
00h	0	設定バイト 1	x	x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
01h	1	設定バイト 2	x	x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
02h	2	設定バイト 3	x	x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
03h	3	情報バイト 1		x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
04h	4	情報バイト 2		x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
05h	5	情報バイト 3		x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
06h	6	情報バイト 4		x	16 進数によるバイト値 (以下参照)
07h	7	レベル ch 01		x	(以下参照)
08h	8	レベル ch 02		x	(以下参照)
09h	9	レベル ch 03		x	(以下参照)
0Ah	10	レベル ch 04		x	(以下参照)
0Bh	11	レベル ch 05		x	(以下参照)
0Ch	12	レベル ch 06		x	(以下参照)
0Dh	13	レベル ch 07		x	(以下参照)
0Eh	14	レベル ch 08		x	(以下参照)
0Fh	15	レベル ch 09		x	(以下参照)
10h	16	レベル ch 10		x	(以下参照)
11h	17	レベル ch 11		x	(以下参照)
12h	18	レベル ch 12		x	(以下参照)
13h	19	レベル ch 13		x	(以下参照)
14h	20	レベル ch 14		x	(以下参照)
15h	21	レベル ch 15		x	(以下参照)
16h	22	レベル ch 16		x	(以下参照)
17h	23	レベル ch 17		x	(以下参照)
18h	24	レベル ch 18		x	(以下参照)
19h	25	レベル ch 19		x	(以下参照)
1Ah	26	レベル ch 20		x	(以下参照)
1Bh	27	レベル ch 21		x	(以下参照)
1Ch	28	レベル ch 22		x	(以下参照)
1Dh	29	レベル ch 23		x	(以下参照)
1Eh	30	レベル ch 24		x	(以下参照)
1Fh	31	レベル ch 25		x	(以下参照)
20h	32	レベル ch 26		x	(以下参照)
21h	33	レベル ch 27		x	(以下参照)
22h	34	レベル ch 28		x	(以下参照)
23h	35	レベル ch 29		x	(以下参照)
24h	36	レベル ch 30		x	(以下参照)
25h	37	レベル ch 31		x	(以下参照)
26h	38	レベル ch 32		x	(以下参照)
27h	39	(未使用)		x	
28h	40	(未使用)		x	
29h	41	(未使用)		x	
30h	42	(未使用)		x	
31h	43	デバイス ID 設定	x		(レスポンスはヘッダに表示)

No.	No.	名称	値設定	レスポンス値	データバイト
00h	0	設定バイト 1	MSB / 7		0
			6		MADI 入力 : 0 = BNC、1 = オプティカル
			5		MADI フレーム : 0 = 48k、1 = 96k
			4		MADI フォーマット : 0 = 56ch、1 = 64ch
			3	MSB / 1	MADI チャンネル : 0 = 1ff、1 = 16ff
			2	LSB / 0	2 = 32ff、3 = 48ff
			1		0
		LSB / 0			入力 MADI / ADAT : 0 = MADI、1 = ADAT
01h	1	設定バイト 2	MSB / 7		0
			6	MSB / 2	クロック選択 : 0 = 内部 44.1、1 = 内部 48、2 = WCK
			5	1	クロック選択 : 3 = MADI、4 = ADAT
			4	LSB / 0	クロック選択
			3		クロック出力 : 0 = Fs、1 = 常にシングルスピード
			2		Follow Clock : 0 = オフ、1 = オン
			1	MSB / 1	CLOCK STATE : 0 = シングルスピード、1 = ダブルスピード、2 = クワドスピード
		LSB / 0	LSB / 0	CLOCK STATE	
02h	2	設定バイト 3	MSB / 7		0
			6	MSB / 1	アナログレベル : 0 = +13、1 = +19、2 = +24
			5	LSB / 0	アナログレベル
			4		リミッター : 0 = オフ、1 = オン
			3	MSB / 1	ピークホールド : 0 = オフ、1 = オートリセット
			2	LSB / 0	ピークホールド : 2 = 手動、 3 = リセット (tx のみ)
			1		0
		LSB / 0		キーのロック : 0 = ロック解除、1 = ロック	
03h	3	情報バイト 1	MSB / 7		0
			6		MADI 入力 オーバーライド
			5		MADI ロック
			4		MADI 同期
			3		MADI 入力 96k フレーム
			2		MADI 入力 64ch
			1		モデルサブタイプ : 0 = M-16、1 = M-32
		LSB / 0		モデルのサブタイプ : 0 = AD、1 = DA	
04h	4	情報バイト 2	MSB / 7		0
			6		WCK ロック
			5		WCK 入力 192k
			4		WCK 入力 96k
			3		0
			2		0
			1		ADAT リファレンス (AD) または ADAT 1 (DA) 同期 : 0 = 同期なし、1 = 同期
		LSB / 0		ADAT リファレンス (AD) または ADAT 1 (DA) ロック : 0 = ロックなし、1 = ロック	

No.	No.	名称	値設定	レスポンス値	データバイト
05h	5	情報バイト 3	MSB / 7		0
			6		0
			5		ADAT 2 同期: 0 = 同期なし、1 = 同期、0 = ロックなし、1 = ロック
			4		ADAT 2 ロック:
			3		ADAT 3 同期: 0 = 同期なし、1 = 同期
			2		ADAT 3 ロック: 0 = ロックなし、1 = ロック
			1		ADAT 4 同期: 0 = 同期なし、1 = 同期
			LSB / 0		ADAT 4 ロック: 0 = ロックなし、1 = ロック
06h	6	情報バイト 4	MSB / 7		0
			6		0
			5		0
			4		0
			3		0
			2		0
			1	MSB / 1	MIDI リモート: 0 = off、1 = DIN、2 = MADI
			LSB / 0	LSB / 0	MIDI リモート

レベルのステップ	AD	000	-00
		001	-42
		010	-18
		011	-9
		100	-3
		101	Over
	DA	000	-00
		001	-54
		010	-36
		011	-18
		100	-9
		101	-3
		110	0

リミッター・リダクション	000	< -1
	001	> -1
	010	> -3
	011	> -6
	100	> -9
	101	> -12
	110	> -15
	111	> -18

19. フォーマットとチャンネル数

M シリーズのコンバーターを使用すれば、Windows や Mac をベースとしたレコーディングやプレイバックが簡単に実現できます。データ伝送には ADAT オプティカルと MADI フォーマットを使用できます。RME はこのことに特化したコンピュータ・インターフェイスをいくつか用意しています：

- HDSPe RayDAT: ADAT フォーマットの 4 系統のオプティカル入出力を備えた PCI Express カード（入出力とも 32 チャンネル）。さらに SPDIF 入出力（RCA）と AES/EBU 入出力（XLR）を 1 系統ずつ装備。内蔵ミキサーにより、すべての入出力を自由にルーティング、ミキシング可能。
- HDSPe MADI: MADI フォーマットのコアキシャル及びオプティカル入出力（それぞれ 64 チャンネル）を備えた PCI Express カード。さらにモニター用アナログステレオ出力を装備。内蔵ミキサーにより、すべての入出力を自由にルーティング、ミキシング可能。PCI カードのバージョンもごさいます（HDSP MADI）。
- HDSPe MADIface: MADI フォーマットのコアキシャル及びオプティカル入出力（それぞれ 64 チャンネル）を備えたノートパソコン用 PCI Express カード。内蔵ミキサーにより、すべての入出力を自由にルーティング、ミキシング可能。

	ADAT - HDSPe RayDAT	MADI - HDSPe MADI
概要	<ul style="list-style-type: none"> - ADAT は一般的に普及しているフォーマットですので、他の様々なデバイスを HDSPe RayDAT に接続できます。 - チャンネル数は少ないですが、コストパフォーマンスに優れています。 - 32 チャンネル以上使用する場合、2 台目の HDSPe RayDAT が必要となります。 	<ul style="list-style-type: none"> - プロユースに特化したインターフェイスのため、汎用的ではありません。 - チャンネル数が多く、コストパフォーマンスにも優れています。 - 64 チャンネル以上使用する場合、2 台目の HDSPe MADI が必要となります。
比較	<ul style="list-style-type: none"> - 短いケーブル（10 m 未満） - 一本のケーブルにつき 8 チャンネル - コネクタをロック不可 - 直列接続不可 - 48 kHz、32 チャンネル入出力の場合、コンピュータへ接続するのに必要なケーブル本数は 8 	<ul style="list-style-type: none"> - 非常に長いケーブル（最大 2 km） - 一本のケーブルにつき 64 チャンネル - コネクタをロック可能 - 直列接続可能 - 48 kHz、64 チャンネル入出力の場合、コンピュータへ接続するのに必要なケーブル本数は 2

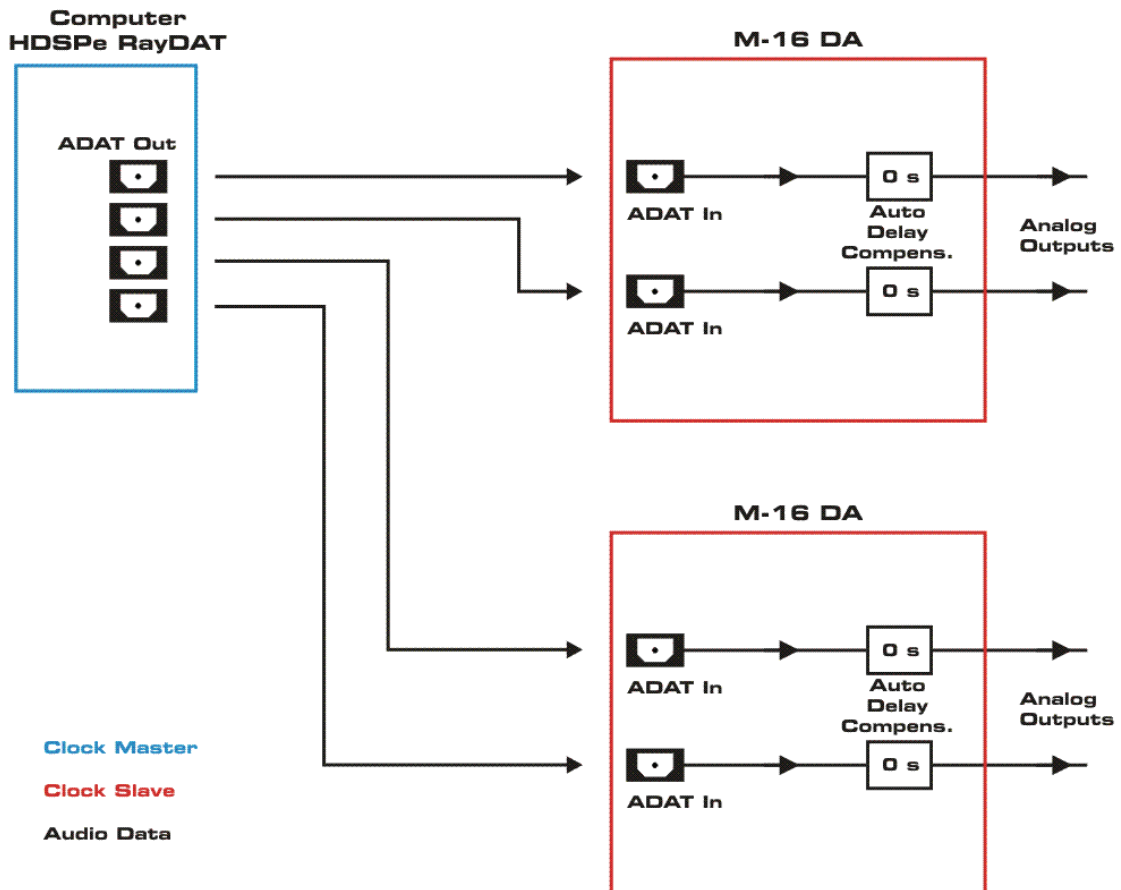
M シリーズは、ADAT または MADI を使用して様々な用途で活用できます。4 種類のコンバーターはいずれも自由に組み合わせ可能ですので、希望の用途や予算に合わせたセットアップを構築することができます。

以下の章では、典型的なセットアップをいくつか例示し、また、推奨されるケーブリングについて説明します。

19.1 マルチチャンネル再生

M-16 DA と M-32 DA は自由に組み合わせて使用できます。従って、16、32、48、64（またはその倍数）の異なるオーディオ信号をコンピュータで再生することができます。

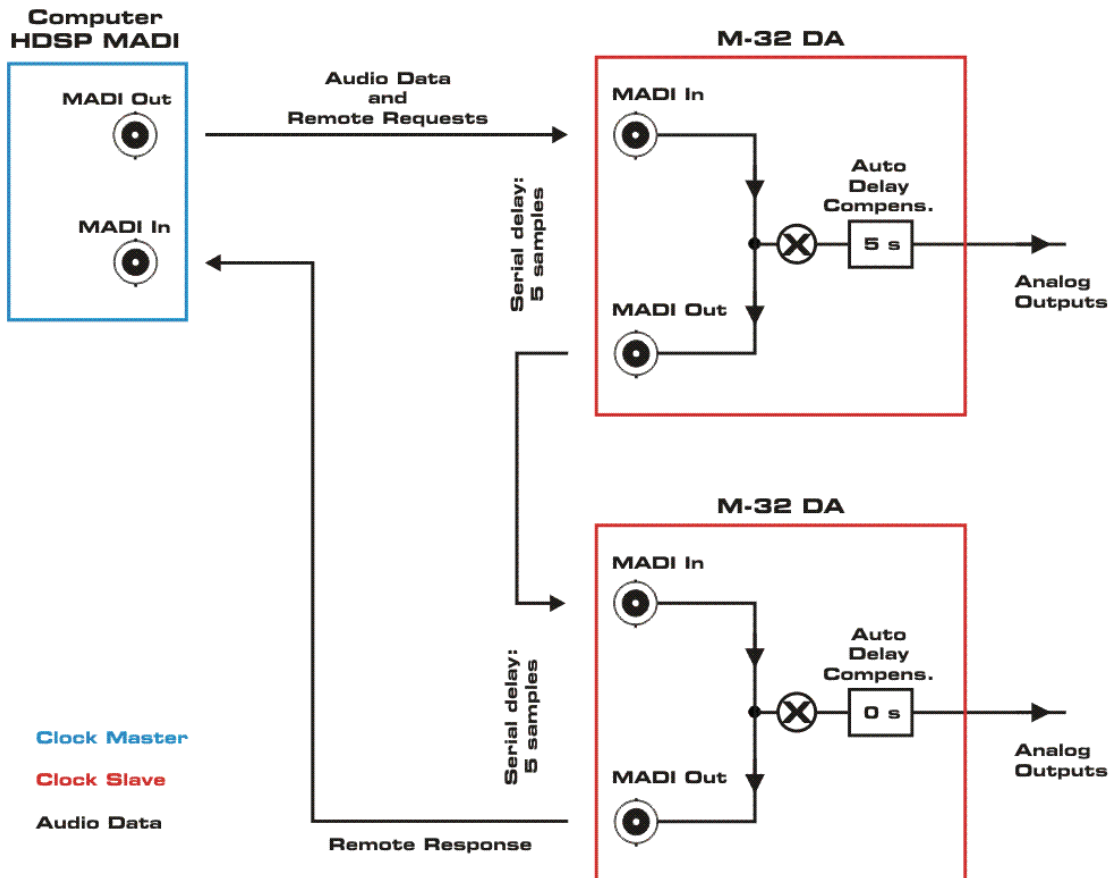
HDSPe RayDAT を使用する場合、コンバーターは ADAT オプティカル経由でカードに接続されます。推奨セットアップは、カードのクロックモードをマスターで動作させ、すべてのコンバーターを ADAT 信号に同期（スレーブ）させます。下のセットアップの場合、2 台の M-16 DA で 32 チャンネルまでが可能です。RayDAT はすべての信号を全 4 ポートで完璧に同期して再生するため、ユニット間で再生がサンプル単位で自動的に同期します。RayDAT とコンバーターの間に、ワードクロックでの接続を追加する必要はありません。



HDSPe MADI を使用する場合、コンバーターとカードは直列で接続されます。RME はオプティカルの MADI ケーブルの使用を推奨します。これらはユニット間の電気的分離に役立ち、また、あらゆる電磁波の干渉の影響を受けません。

カードのクロックモードをマスターにし、すべてのコンバーターを MADI 信号に同期（スレーブ）させることを推奨します。下のセットアップの場合、4 台の M-16 DA で 64 チャンネルまでが可能です。

複数台のコンバーターは直列で接続していても、自動的にディレイ補正機能を有効にするので、すべてのユニット間で再生がサンプル単位で同期します。HDSPe MADI とコンバーターの間には、ワードクロックでの接続を追加する必要はありません。



19.2 マルチチャンネル録音

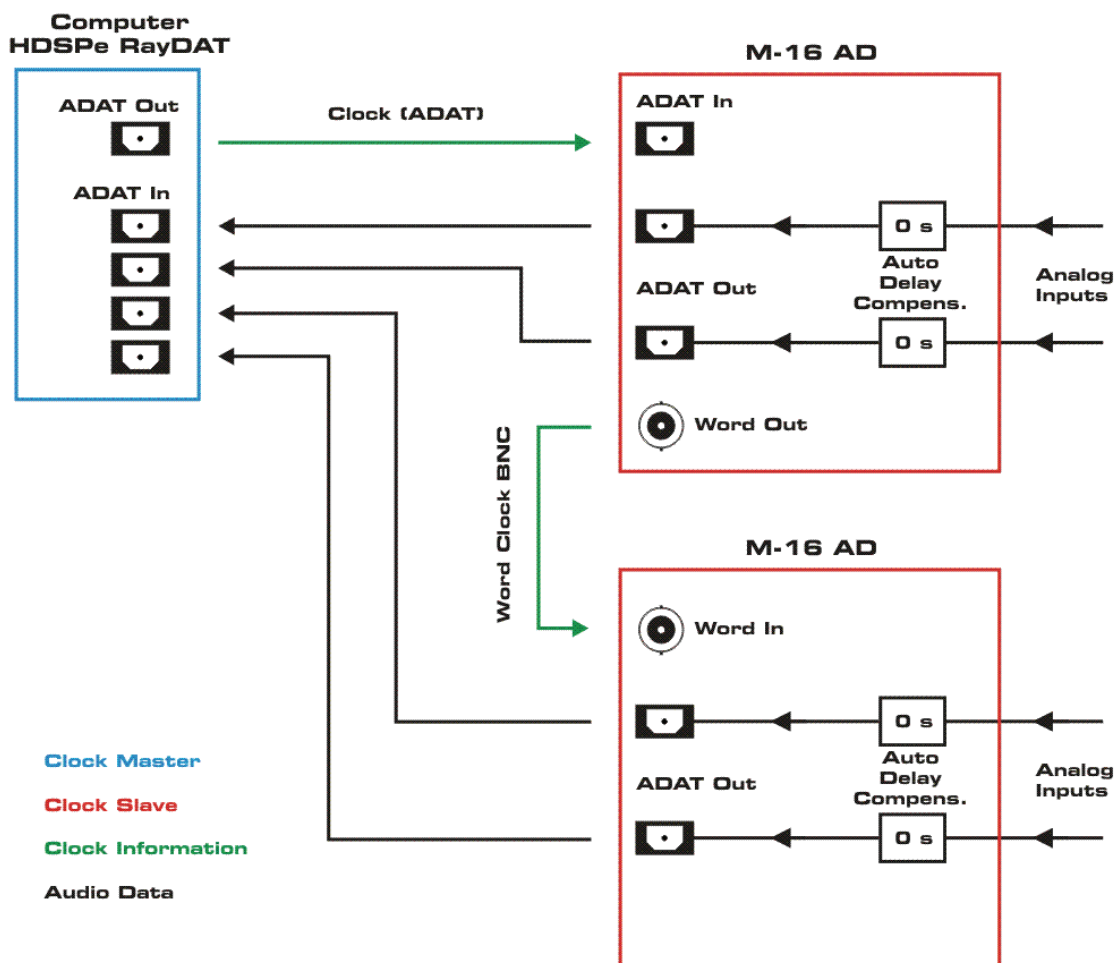
M-16 AD と M-32 AD は自由に組み合わせて使用できます。従って、16、32、48、64（またはその倍数）の異なるオーディオ信号をコンピュータで録音することができます。

HDSPe RayDAT を使用する場合、コンバーターは ADAT オプティカル経由でカードに接続されます。下のセットアップの場合、2 台の M-16 AD で 32 チャンネルまでが可能です。

クロックについては、色々な設定が可能です。推奨セットアップはカードのクロックモードをマスターにして、すべてのコンバーターをスレーブで動作させます。

1 台の M-16 AD : RayDAT の未使用の ADAT 出力をクロックソースにすることができます。また、RayDAT のワードクロック・モジュールがある場合、そのワードクロック信号をコンバーターのクロックソースとして使用することができます。

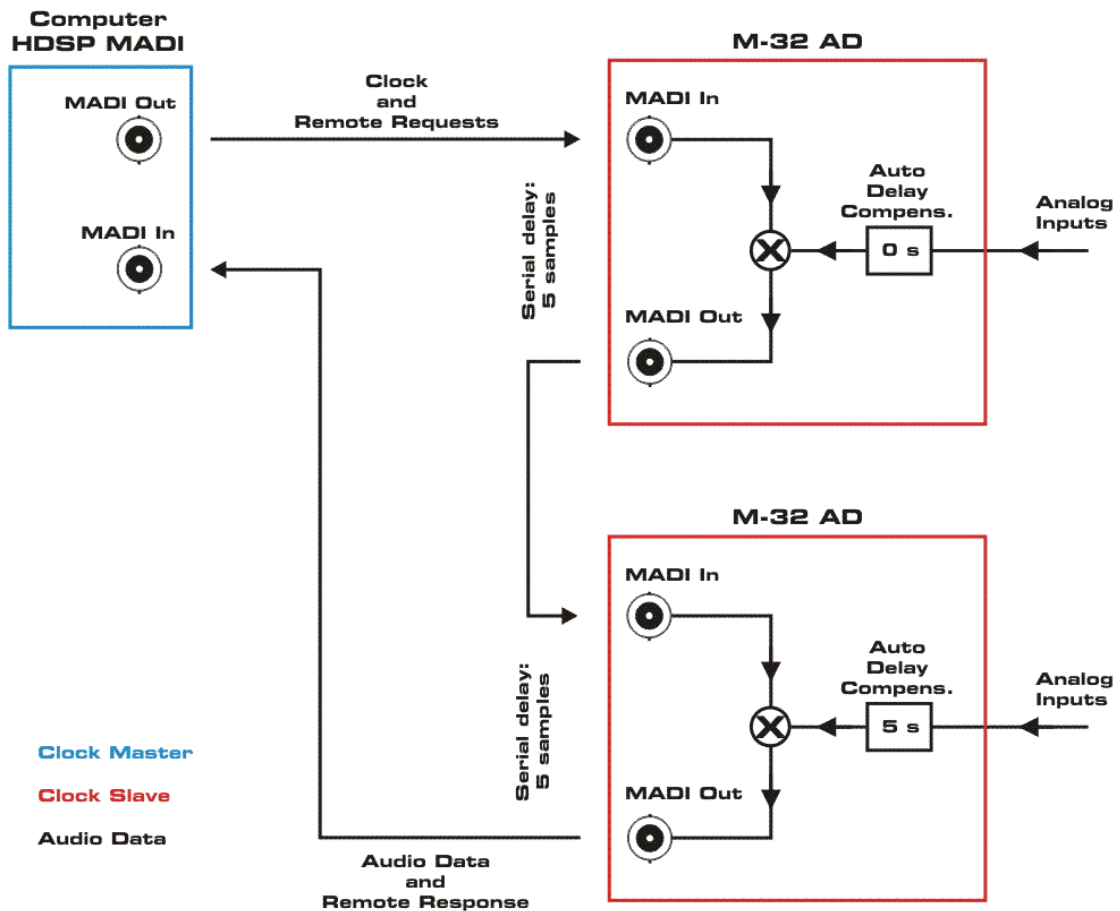
2 台の M-16 AD : 上記同様、最初のコンバーターは未使用の RayDAT ADAT 出力をクロックソースとして使用できます。最初のコンバーターのワード出力を 2 台目のコンバーターのワード入力に接続します（2 台目のコンバーターのクロックソースはワードに設定します）。RayDAT の WCM がある場合も同様です。カードからコンバーターへのワードクロックのラインは 1 本だけが必要です。



HDSPe MADI を使用する場合、コンバーターとカードは直列で接続されます。RME はオプティカルの MADI ケーブルの使用を推奨します。これらはユニット間の電気的分離に役立ち、また、あらゆる電磁波の干渉の影響を受けません。

カードのクロックモードをマスターにし、すべてのコンバーターを MADI 信号に同期（スレーブ）させることを推奨します。下のセットアップの場合、4 台の M-16 AD で 64 チャンネルまでが可能です。

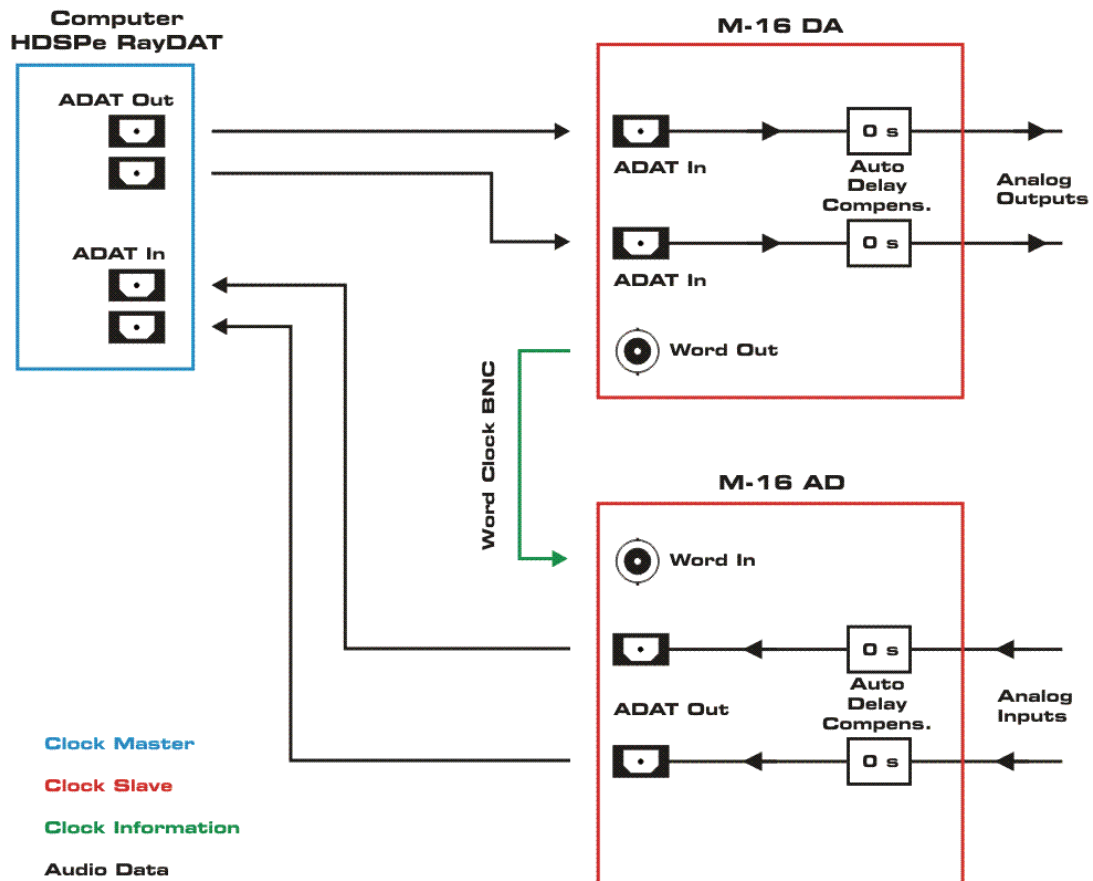
複数台のコンバーターは直列で接続していても、自動的にディレイ補正機能を有効にするので、すべてのユニット間で録音がサンプル単位で同期します。HDSPe MADI とコンバーターの間には、ワードクロックでの接続を追加する必要はありません。



19.3 マルチチャンネル録音と再生

Mシリーズのコンバーターは自由に組み合わせて使用できます。従って、16、32、48、64（またはその倍数）の異なるオーディオ信号をコンピュータで再生／録音することができます。録音と再生のチャンネル数は同じでなくても構いません。

HDSPe RayDAT を使用する場合、DA コンバーターは単純に ADAT 入力を經由して再生信号に同期します。AD コンバーターは DA コンバーターのワード出力によって同期します。WCM は必要ありません。また、ADAT ポートを犠牲にする必要もありません。同時に最大 32 チャンネルの録音と再生が可能です。RayDAT とコンバーターの間、ワードクロックでの接続を追加する必要はありません。



HDSPe MADI を使用する場合、コンバーターとカードは直列で接続されます。RME はオプティカルの MADI ケーブルの使用を推奨します。これらはユニット間の電気的分離に役立ち、また、あらゆる電磁波の干渉の影響を受けません。

カードのクロックモードをマスターにし、すべてのコンバーターを MADI 信号に同期（スレーブ）させることを推奨します。下のセットアップの場合、4 台の M-16 AD で最大 64 チャンネルの録音、4 台の M-16 DA で最大 64 チャンネルの再生が可能です。

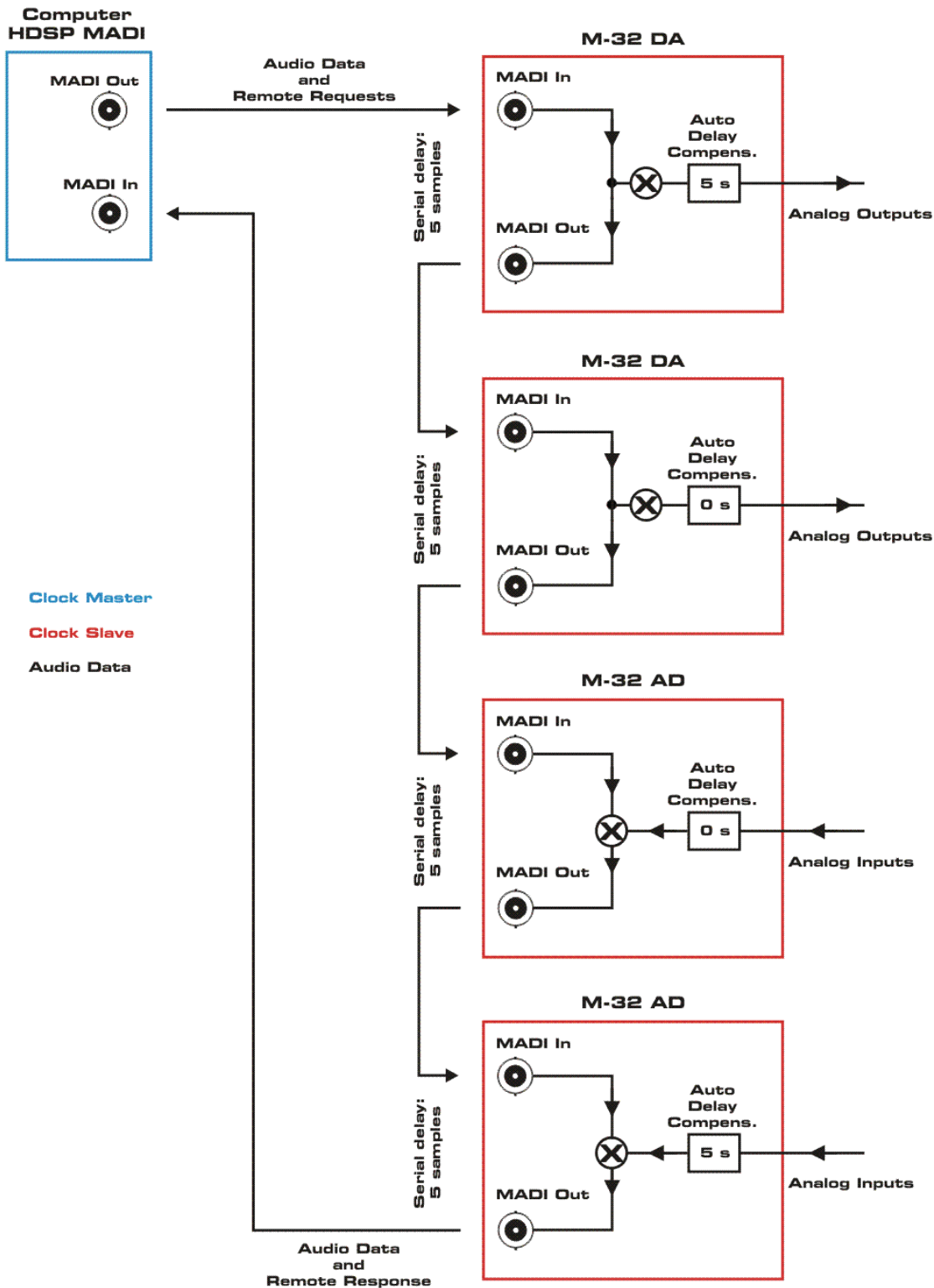
複数台のコンバーターは直列で接続していても、自動的にディレイ補正機能を有効にするので、すべてのユニット間で再生がサンプル単位で同期します。HDSPe MADI とコンバーターの間、ワードクロックでの接続を追加する必要はありません。

注意：ディレイ補正は、AD と DA コンバーターで別個に動作します。そのため、AD と DA コンバーターが整理された方法で直列に接続された場合にのみ機能します。2 台の AD の間に DA を接続すると（またはその逆）、同一のユニットを正しく認識できなくなり、結果としてディレイ補正が有効にならなくなります。

正しい配線

直列で接続する場合、ラックでの正しいセットアップ方法は、「AD コンバーターが上で DA コンバーターが下」ではなく、その反対です。AD コンバーターを上側の位置に残す場合は、ラック内で下から上へ配線することに慣れる必要があります。

このことは、以下の図で示す AD/DA ブレイクアウトや、また次章のマルチコアにおいても同様です。カードの MADI 出力の次には DA コンバーターが続く必要があります。全 64 チャンネルを使用するとすぐに分かりますが、違った順番では、いくつかのチャンネルがラック内の他のユニットからのデータによって上書きされてしまいます。



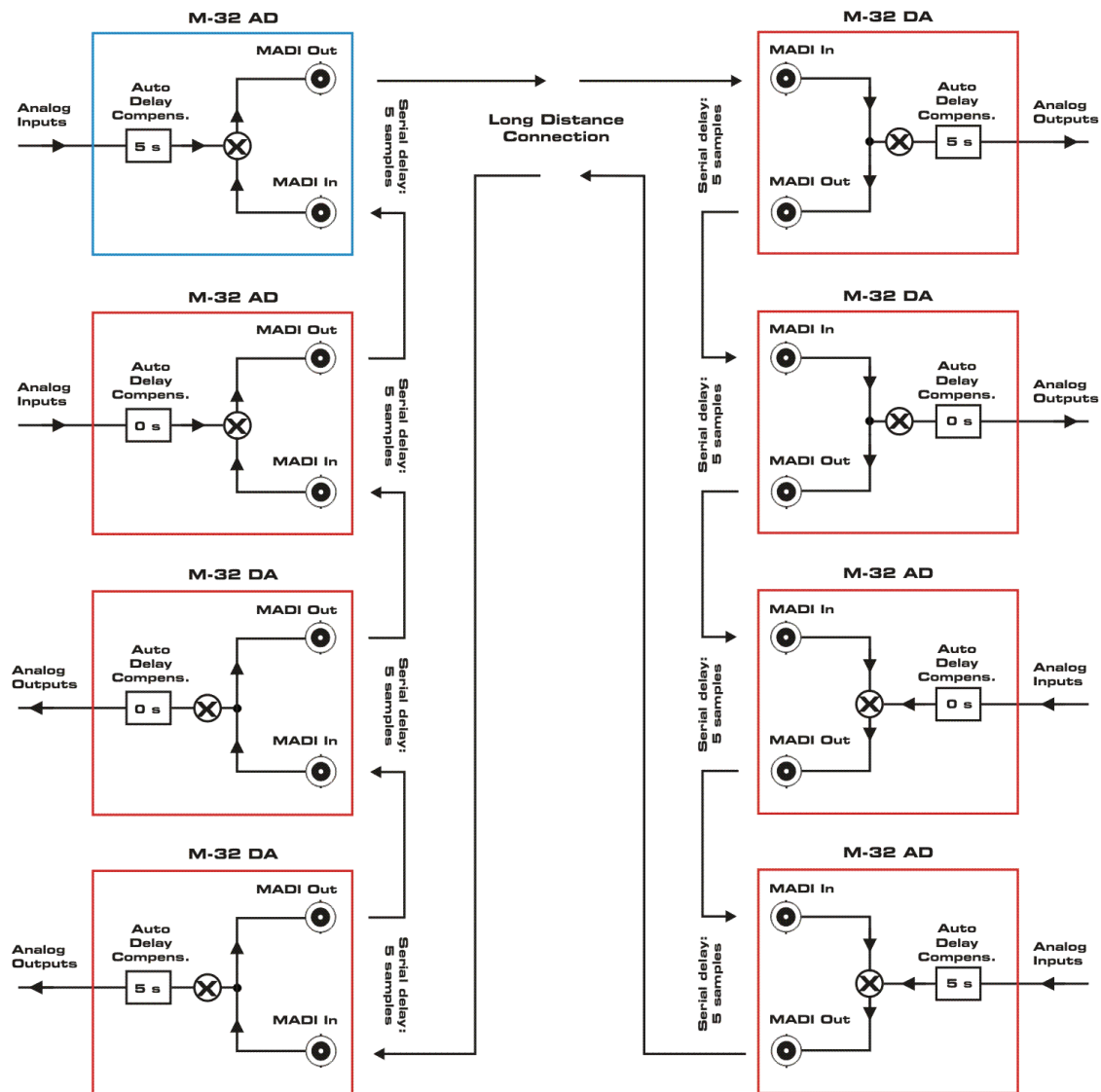
19.4 デジタルマルチコア

オプティカルの MADI ケーブルを使用すると、M シリーズのコンバーターはアナログのマルチコアケーブルの代用として最適です。これにはいくつかの利点があります：

- 大きくて重いケーブルドラムが必要ない
- 1本のデュプレックス・ケーブルで双方向、最大 64 チャンネルが可能
- セットアップの自由度の高さ
- MIDI 信号の伝送も内包

ステージと FOH のチャンネル数が異なっても構いません。例えば、16 チャンネルをステージに送り、ステージからは 64 チャンネルを FOH に戻すことが可能です。

マルチコアは、全コンバーターのリング状の MADI 接続によって構成されます。このチェーンの中では、1つのユニットがその内部クロックで動作し、他のすべてのユニットがそれぞれ受信する MADI 信号に同期します。



複数台のコンバーターは直列で接続していても、自動的にディレイ補正機能を有効にするので、すべてのユニット間で再生がサンプル単位で同期します。

注意：ディレイ補正は、AD と DA コンバーターで別個に動作します。そのため、AD と DA コンバーターが整理された方法で直列に接続された場合にのみ機能します。2 台の AD の間に DA を接続すると(またはその逆)、同一のユニットを正しく認識できなくなり、結果としてディレイ補正が有効にならなくなります。

正しい配線

直列で接続する場合、ラックでの正しいセットアップ方法は、「AD コンバーターが上で DA コンバーターが下」ではなく、その反対です。AD コンバーターを上側の位置に残す場合は、ラック内で下から上へ配線することに慣れる必要があります。このことは、本章のマルチコアや、前章の AD/DA ブレイクアウトにおいても同様です。

一方の AD コンバーターの次には他方の DA コンバーターが続く必要があります。全 64 チャンネルを使用することで簡単に分かりますが、違った順番では、いくつかのチャンネルがラック内の他のユニットからのデータによって上書きされてしまいます。

19.5 マルチ再生

DA コンバーターの MADI 入力は、変換のためのデータソースとなる一方、MADI のパススルー入力としても使用できます。1 台の M-32 DA または M-16 DA は MADI 入力の 64 チャンネルすべてを変換しないので、入力信号の残りのチャンネルは出力へ通過させます。M-32 DA または M-16 DA を追加で直列接続することにより、残りの信号を変換できます。1 台の M-32 DA と 1 台または 2 台の M-16 DA、あるいは 4 台までの M-16 DA など、様々な組み合わせで最大 64 チャンネルの変換が可能です。

AD とは異なり、DA の場合は完全なパススルーを行います。受信するデータは使用されますが、他のものに置き換わることはありません。

従って、また MADI は長距離で使用できるため、いくつかの電氣的に分離した異なる場所で、使いやすく分かりやすいフロントパネルのチャンネル選択を利用して、これらのチャンネルを変換することも可能です。

各ユニットのフロントパネルの MADI IN キーを使用して、変換する 16 または 32 チャンネルのブロックをそれぞれ選択することができます。

RME