



## TECHNICAL BULLETIN

No:101

13th Apr 05(rev 14th Sep 06) rev5

---

### **オプティカル接続システムの仕様について** **(DiGiCo Optocore® システムおよび Soundtracs コンソール)**

以下は、固定設備や外部パッチシステムなどの外部オプティカルシステムを設計する際のガイドです。大部分は DiGiCo 製品に搭載されている Optocore システムに関係します。

オプティカルオプションを搭載した DiGiCo ツアーリングシステムおよびケーブルには、標準 HMA または Fibrecast ビーム拡張型軍用コネクタを備えたケーブルが付属します。

その他にも設備向けの DiGiCo ミキサーシステムは、発注時のオプションとして ST ソケットまたは OpticalCON (高耐久型 LC) コネクタを指定できます。コネクタの選択については以下の情報を参照してください。HMA コネクタは使いやすく非常に堅牢です。ST または LC コネクタは損失は低いものの、堅牢性の点で劣ります。

また、現在使用されている DiGiCo / Optocore システムには 2 つのバージョンが存在します。旧モデルの D シリーズミキサーおよび Digi ラックシステムには 1G が使用され、SD シリーズミキサーおよび SD ラックシステムには 2G が使用されています。

2G システムがより多くのデータ(96kHz オーディオ対応)を伝送できるのに対し、以前の 1G システムは低容量(48kHz オーディオのみ対応)ですが、長距離のケーブル引き伸ばしが可能です。

2013 年の生産中止以降、D シリーズ (1G) 機器の使用は大幅に減少しています。

**注意事項** : DiGiCo ソリューションライン (Purple Box など) および Soundtracs Studio システムは、Optocore ではなく、オプティカル MAD1 と呼ばれる別のデータ信号システムが採用されています。光伝送性能については、1G (D シリーズ) と同等か、若干優れている程度と考えることができます。

以下、1G システムに関して示す接続およびケーブルに関する情報は、オプティカルメディアの動作波長が異なることを除き、オプティカル MAD1 にも当てはまります (最後の項目を参照)。

なお、DiGiCo ソリューションラインおよび Soundtracs システムはミキサーの Optocore システムと互換性がないことに注意してください。「スタンドアローン」システムであり、DiGiCo ミキサーのオプティカルポートに直接接続することはできません。

#### **損失について**

光通信の距離制限、つまりシステムを構成する機器間の引き伸ばし可能なケーブルの長さは、主にコネクタ損失とケーブル損失という 2 つの要因によって決まります。ほとんどのシステムでは、これらは切り離して考えることができます。

つまり、たとえ低損失ケーブルをごく短く引き伸ばしたとしても、途中で多くのコネクタが介在すると動作せず、逆にコネクタが介在しなくてもケーブルが長すぎるとやはり動作しないということです。

## ケーブル損失

2G システムの場合、ノード間の最大ケーブル長は約 350m です。

1G システム（および DiGiCo ソリューションシリーズ）の場合、ケーブル内の信号の分散損失が少ないため約 700m です。

この場合の「ノード」とは DiGiCo のユニット内部の端子のことです。信号は各ユニットで中継（再増幅）されるため、そこから新たに引き伸ばすことができます。途中のパッシブ接続はノードとは見なされません。

システム内の各「区間」は別個に考えます。つまり、FOH ミキサーとラック間のケーブルは最大 350m まで引き伸ばすことができ、モニターミキサーと他の同じラック内の別の端子間のケーブルも同様に最大 350m まで引き伸ばすことができます。

これらの距離は、標準マルチモードシステムを使用する場合の最大可能値であり、介在するコネクタの数に左右されます。長距離シングルモードシステムを使用する場合については以下を参照してください。

## コネクタ損失

HMA 接続ケーブルの標準的な損失はコネクタ当たり 0.75 ~ 1.25dB です。他の箇所でも記載していますが、ケーブルコネクタおよびパネルコネクタは実質的に同じであり、したがってケーブルとパネル間の接続とケーブル同士の接続では同じ損失が発生します。

突合せ(直接)接合の SC、ST、または LC コネクタの損失は通常 0.25 ~ 0.75dB です(これはコネクタの摩耗に伴って増加します)。

パネルコネクタは SC / ST / LC ケーブルの「バレル」であるため、それ自体には損失はありませんが、ケーブルはそれぞれ 2 個のコネクタで構成されていることに注意してください。

上記の場合、ケーブル間の各コネクタ同士の接合は 1 つの損失と見なされます。システム設計で損失を計算する際は、ウォールボックスなどの中に隠れているものも含め、すべての接合を計算に入れることが重要です。

## 標準ケーブルを使用する場合

(DiGiCo D シリーズのように) 1G を使用する一般的なミキサーシステムの場合、使用するケーブルの最大長は通常、介在するコネクタ数によって制限されます。一般に、コネクタ損失はケーブル損失を上回ります。

2G システムの場合、使用するケーブルの最大長が大きな問題になることがあります。

ミキサー間またはミキサーとラック間の最大許容コネクタ損失は約 6dB です。

HMA 接続ケーブルの標準的な損失はコネクタ当たり 2 ~ 2.5dB です。

したがって、1G システムの場合、2 本の 150m ケーブルを直列に接続して (300m にして) も動作するはずですが、通常は 3 本の 150m を直列に接続して (450m にして) も動作しますが、コネクタ損失によってシステム性能が制限されます。

上記の 1G の例の場合、ケーブル損失に基づく許容最大長はコネクタ損失に基づく許容最大長より長くなります。2G システムの場合、2 本の 150m ケーブル (300m) では安定稼働しますが、3 本では最大許容ケーブル長を大幅に超えることとなります。

なお、ケーブルは 2 コアでツインレンズコネクタ（送信と受信）を備えていますが、損失は両方とも同じであるため、この点を考慮に入れる必要はありません。

## カスタムケーブルを使用する場合

Optocore に使用する外部ケーブルは 50 $\mu$ m マルチモードで、50 / 125 ケーブルを使用します。

設備ケーブルにはいくつかの「OM」カテゴリがあります。OM2 は標準型の 50 $\mu$ m コアで、Optocore に適しています。OM3 は（主に 10 ギガビットでの改善のみを目的とした）強化型の 50 $\mu$ m コアで、必須ではありませんが使用することができ、2 ギガビットでもケーブル損失がわずかに低下する場合があります。OM1 は標準型の 62.5 $\mu$ m コアで、使用してはなりません。OM4 は OM3 よりもさらに高性能ですが、必要ありません。

「プレナム」定格ケーブルは、特に米国の防火性能規格に準拠した設備ケーブルです。防火性能が必要とされる場合のケーブルの選定については、現地の関係当局にお問い合わせください。

上記のように、ノード（つまりミキサーやラック）間の最大ケーブル長は、（SD シリーズコンソールに使用されている）Optocore 2G の場合は 350m です。この制限はケーブル内の分散損失によるもので、使用するコネクタを減らしても変わりません。

オプティカルトランシーバーの制限（いわゆるパワーバジェット）によるノード間の最大許容コネクタ損失は 7.5dB です。システム設計者はこの値に従って設計する必要があります。これは、部品の劣化と併せて、オプティカルトランシーバーの性能に関するあらゆる許容限界を考慮した最悪の条件を前提とした値です。

送信および受信回路の損失が最も少なくなる最善の条件について言えば、パワーバジェット（許容可能損失）が 16dB であることから、通常の性能であれば 10dB の損失が許容可能ということになります。通常の設計では必ず、最悪の条件に合わせて上記の 7.5dB を念頭に置く必要があります。

上記の数値には、オプティカルトランシーバーの 10 年間の予想される経年劣化に伴う損失が考慮されています。新品のシステムはこのマージンで上記を上回る性能を発揮します。

「ノード」はパネルコネクタではなく、DiGiCo ユニットのインターフェース基板上的 SC または LC コネクタであることに注意してください。一般に、背面パネルまでの内部ケーブルで端子当たり 0.5 ~ 1dB の損失が発生します。

したがって、総合損失が 6dB 程度の外部システムであれば許容限度内に収まるはずですが。

Optocore のリダンダント運用を確保するために未使用ノード（ミキサーまたはラック）を「ループアウト」すると、オプティカル回路に 2 個のコネクタが追加されるため、それに付随する損失が発生します。一般に、この「ループアウト」を利用したシステム設計は避けてください。

また、オプティカルパッチベイを使用すると、パッチ当たり 4 つ（パネル内にローカル内部終端がある場合はそれ以上）のコネクタが追加されるため、それに付随する損失が発生します。

HMA コネクタはオス・メス両有ですが、標準システムに使用される SC / LC / ST コネクタは違うことに注意してください。ケーブルコネクタは、他のケーブルと「直列」に接続するのではなく、対応するパネルコネクタのみと接続します。インライン「バレル」接続（バック・トゥ・バックコネクタ）が利用可能ですが、1 個のパネルコネクタと同等以上の損失が発生します。

コンピューター業界の光データ通信標準ケーブルは 62.5 / 125 $\mu$ m マルチモードであることに注意しなければなりません。ほとんどの「市販」オプティカルケーブルはこの規格に準拠しているため使用できません。これを Optocore に使用すると損失が大幅に増加し、安定稼働のための最大距離および（実際に損失が発生する）コネクタの最大数が通常は半分以下に低下します（保証の限りではありません）。

## オプティカルコネクタの選択

DiGiCo ミキサーには、標準 HMA または Fibrecast ビーム拡張型軍用コネクタを備えた標準外部ケーブルが付属します (2m、5m、100m、または 150m)。

DiGiCo および Soundtracs ミキサーは、発注時のオプションとして、ST ソケット (BNC コネクタに似たツイストロック式バヨネット型オプティカルコネクタ) または Neutrik OpticalCON Duo (高耐久型 LC) コネクタを指定できます。

ビーム拡張型 HMA コネクタは「非接触」コネクタで、極めて頑丈に加工されたメタルシェル内部に装着された光学面がまったく摩耗しません。加えて、コネクタレンズ表面の汚れに非常に強く、頻繁に抜き差しを行う一般的なライブツアーリングシステムに推奨され、使用されています。間違いなく最も堅牢で、長期的な信頼性が高く、ツアーリング用途に適したコネクタで、世界の主要なツアーリングレンタル会社で 10 年以上にわたって DiGiCo システムに使用されています。

ST および LC (OpticalCON ブランドのコネクタを含め) は突合せ接合型で、対になるコネクタの端面を直接接触させることによって接続します。研磨されたコネクタ端面が徐々に摩耗し、それに付随する挿入損失が増加するため、寿命に限界があります。

このタイプのコネクタは、ファイバー自体のサイズで接続することから、汚れにも非常に敏感です。

ST コネクタおよび標準 LC コネクタはあまり堅牢ではないため、例えば不定期の保守作業のときにしか抜き差しを行わない場合のように、定期的に抜き差しを行わない場合の低コストの接続方法として推奨されます。ST コネクタの方が若干堅牢で扱いやすく、ケーブル保持の点で優れています。それに対し、標準 LC コネクタは一般に「デュプレックス」ペアで使用され、逆接続によるミスを防止できるという利点があります。

標準 LC コネクタを設備に使用しなければならない場合、DiGiCo システムを発注する際に、標準 LC コネクタにも対応した Neutrik (NC) を指定する必要があります。

Neutrik OpticalCON は、実際には XLR 型のシェルに LC プラグを内蔵したもので、非常に堅牢です。ケーブルシェルおよびパネルソケットは小さなスプリングによる開閉式ダストカバーを備えており、汚れに伴う問題の防止にいくらか役立ちます。このコネクタは、長期劇場公演や半固定設備など、あまり頻繁に抜き差しせず、一般的なツアーリングシステムに比べて環境からの保護を必要としない用途に適していることが証明されています。

## シングルモードケーブルの使用による距離の延長

DiGiCo 製品に採用されている Optocore® システムは、シングルモード (SM) 仕様の指定が可能です。シングルモード仕様は受注構成/受注生産で、割増料金が必要です。

運用可能なケーブル長は、ニーズに応じて数 km (場合によっては 10km 以上) まで延長できます。通常は標準のマルチモードシステムで大半の用途に対応できますが、具体的なシステム要件については、ヒビノインターサウンド株式会社にご相談ください。

また、DiGiCo ソリューションライン (Purple Box など) もシングルモード仕様の指定が可能です。光伝送性能については、Optocore SM システムと同等と考えることができます。

## シングルモードシステムの性能

マルチモードシステムに関する上記の見解および計算は、ケーブル損失（分散損失）が大幅に少ないことを除き、シングルモードにも概して当てはまります。ただし、ほとんどのプロ用音響システムではケーブル損失は非常に低く、実質的に無視できます。

パワーバジェット計算はマルチモードの場合とおおむね同じで、外部接続の許容損失は 6dB です。

マルチモードコネクタに関する上記のコネクタ損失は、正しいシングルモード用のコネクタを使用したシングルモードシステムにも同様に当てはまります。つまり、たとえケーブル長が（ケーブル損失に基づく）許容最大長よりも大幅に短くても、途中に多くのコネクタが介在すると動作しません。

## 標準／カスタムシングルモードケーブルおよびコネクタ

シングルモード用のケーブルは製品として用意されていません。マルチモードケーブル製品に相当するシングルモードケーブルは特注にて供給可能です。

Optocore SM に使用する外部ケーブルは 9 $\mu$ m シングルモードで、9 / 125 ケーブルを使用します。

ノード間に 2km 以上ケーブルを引き伸ばす予定がある場合、システムの指定・発注前に具体的な要件について販売店およびヒビノインターサウンド株式会社と話し合う必要があります。

シングルモード仕様の DiGiCo ミキサーは、シングルモード用の HMA / Fibrecast ビーム拡張型軍用コネクタか、ST ソケット（BNC コネクタに似たツイストロック式バヨネット型オプチカルコネクタ）または Neutrik OpticalCON Duo（高耐久型 LC）コネクタを指定できます。マルチモードタイプのコネクタの性能に関する考慮事項は、シングルモードタイプにも当てはまります。

シングルモード仕様のミキサーおよびラックは、シングルモード仕様であることを示す黄色または青色のカラーがコネクタ部分に付いています。

## オプチカルシステムのテスト

カスタムシステムの場合、システムを稼働する前に性能証明（実際のケーブル損失およびコネクタ損失の確認）を行うことを強くお勧めします。これは、特に DiGiCo、販売店、またはヒビノインターサウンド株式会社とは無関係の請負業者がケーブルを設置する場合や関係当事者の利害関係が絡む場合に言えます。

故障発見および性能証明のための光学試験システムは存在しますが、得てして非常に高価です。推奨システムについては、販売店またはヒビノインターサウンド株式会社にお問い合わせください。

## システムの動作波長

上記の 3 システムは以下の波長で動作します。これは通常、ケーブル損失計算には関連しませんが、使用するテスト機器に影響します。

Optocore 1G / 2G システム、マルチモード（標準）：850nm

Optocore 1G / 2G システム、シングルモード（オプション）：1310nm

オプチカル MADI（Purple Box）マルチモード（標準）およびシングルモード（オプション）：1310nm



ヒビノインターサウンド株式会社

〒105-0022 東京都港区海岸2-7-70 TEL: 03-5419-1560 FAX: 03-5419-1563

E-mail: [info@hibino-intersound.co.jp](mailto:info@hibino-intersound.co.jp) <https://www.hibino-intersound.co.jp/>