

EtherNet/IP™

光ファイバによる構造化 ケーブリングガイド

～IoT対応の高速・高信頼性ネットワークの実現～
<<初版>>

EtherNet/IP™

発行年月 2017年3月

発行者 ODVA TAG Japan

E-mail : ODVA-TAG.Japan@odva.org



Industrial Automation Infrastructures

IoT、スマート工場の理想と現実 － あなたの工場は準備できていますか？

2014年にシスコ社のコンサルティングサービス部門より発表された市場調査によると、実に86%もの製造業関連企業がInternet of Things (IoT:モノのインターネット)に積極投資を行っており、既に4兆ドルもの市場規模になっています。

ではなぜ今、工場でIoTなのでしょう？ それは、センサーやネットワーク、ストレージ、コンピュータといったIoTを実現するための主要なコンポーネントのコストが劇的に下がってきているという要因が第一にあります。新しいアーキテクチャモデルや技術の登場で導入が簡単になり、導入までの準備期間も大幅に短縮されています。

生産技術部門は、Overall Equipment Effectiveness（総合設備効率）を高め、製造設備より集まってくるさまざまなセンサーデータや稼働状態を解析し、より良い改善につながる有用な価値を見いだそうとしています。

目次

1. イーサネット技術を応用したEtherNet/IPの工場内活用とその課題
 2. 生産性に影響を与えるネットワークアーキテクチャ
 3. ゾーンアーキテクチャと光ファイババックボーン配線
 4. Industrial Zoneの概念図と実際のビルディングブロック配線イメージ
 5. Cell/Area Zoneの概念図と実際のビルディングブロック配線イメージ
 6. ゾーンアーキテクチャによる、ITとOTの責任分界と役割
 7. 光ファイバケーブルによる構造化配線導入の重要性
 8. 光ファイバケーブルの構造化配線と「将来性」「冗長性」「拡張性」
 9. 光ファイバケーブルのメリットとデメリット
 10. 光ファイバの種類
 11. ケーブルの種類
 12. 敷設時の注意事項
- 付録

1 イーサネット技術を応用した EtherNet/IPの工場内活用とその課題



イーサネットはIEEE 802.3規格で1980年代に国際標準化され、主にオフィスLANやITネットワークとして今や広く普及した技術となっていますが、工場内での利用は一部の情報系システムとの接続用途に限定されていました。イーサネット技術はIPパケット通信を用いているため、工場内のインバータや溶接装置などの高ノイズ環境下ではIPパケットが損失して通信エラーをおこすリスクがあり、また当初のイーサネットは通信速度が遅くリアルタイム制御を必要とする工場内では不向きと考えられていました。

しかし、現在は高ノイズ環境で使用でき、高速通信可能な産業用イーサネットスイッチやイーサネットケーブルが比較的安価に入手可能になっており産業用のイーサネット通信プロトコルが工場内の制御用に用いられるようになっていきます。

ODVAが提唱するEtherNet/IPは、2000年に仕様を制定して以来、様々なユーザ様の要求を入れながら、次第に仕様を拡張し、コントローラ間ネットワークからフィールドネットワーク、さらにはモーション制御までを一本のイーサネットで実現する非常に汎用性の高いネットワークを実現しています。

このように、製造現場のネットワークは、コンピュータ技術の進展に伴い、徐々にイーサネットに統一されようとしていますが、長い間、ベンダー固有のネットワークを使用していたことから、イーサネット技術に精通し、通信の信頼性向上やセキュリティ対策を行う管理・保守部門や人員が多くの工場で不足し、ネットワーク管理者が不在である状況が散見されます。

工場ネットワークにおける課題

クローズドネットワーク（閉じた世界）

- そもそもインターネットや上位システムとの接続を想定していない
- ネットワークトポロジから再構想が必要

ネットワーク帯域・信頼性・拡張性に乏しい設計

- 100Mbps帯域ではネットワークパフォーマンス不足に陥る懸念
- 産業用でないオフィス用デバイス機器（例：スイッチ）が使われ、信頼性に乏しい

ネットワーク管理者の不在

- セキュリティシステムがないか、弱い
- 都度配線でスパゲティ状態、配線系が不明瞭で接続先が分からない

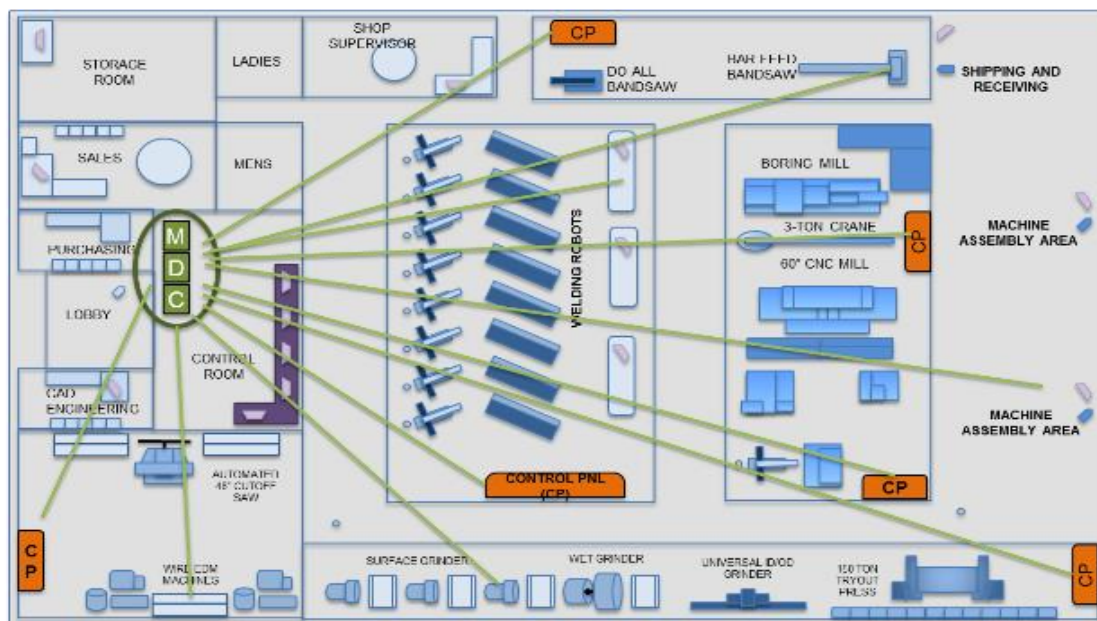
2 生産性に影響を与える ネットワークアーキテクチャ



生産性を測る指標の一つとしてOEE（Overall Equipment Effectiveness：総合設備効率）があり、生産設備の稼働効率を客観的に比較検討する指標とされています。OEEは稼働率×性能×品質の計算式で求められるため、稼働率を高める上で、ネットワークの信頼性や可用性（システムの壊れにくさ）が重要になります。ネットワークがダウンすることで生産効率が下がってしまったり、生産ラインが止まってしまふことで莫大な損失を被ることにもなります。

現在の一般的な工場内ネットワークは生産ラインや製造装置単位で閉じられたネットワークであることが多く、統合ネットワークという発想や設計が無く、そもそも外のネットワークと繋がらないことを前提としており、IoTやスマートファクトリー実現のボトルネックになっています。

ネットワーク配線の視点から見ると、配線が制御室に一点集中するスター型と呼ばれるアーキテクチャが多く採用されており、このスター型配線では制御盤までの配線距離が長くなり、個々の制御盤に都度配線する必要があるため、コストと工数が大きな課題でした。また、配線数が多いため、配線トラブルの特定や修繕に時間がかかり、ライン停止時間が長くなる傾向もありました。この工場内ネットワークの問題点を解決する手法として、ゾーンアーキテクチャが注目されています。



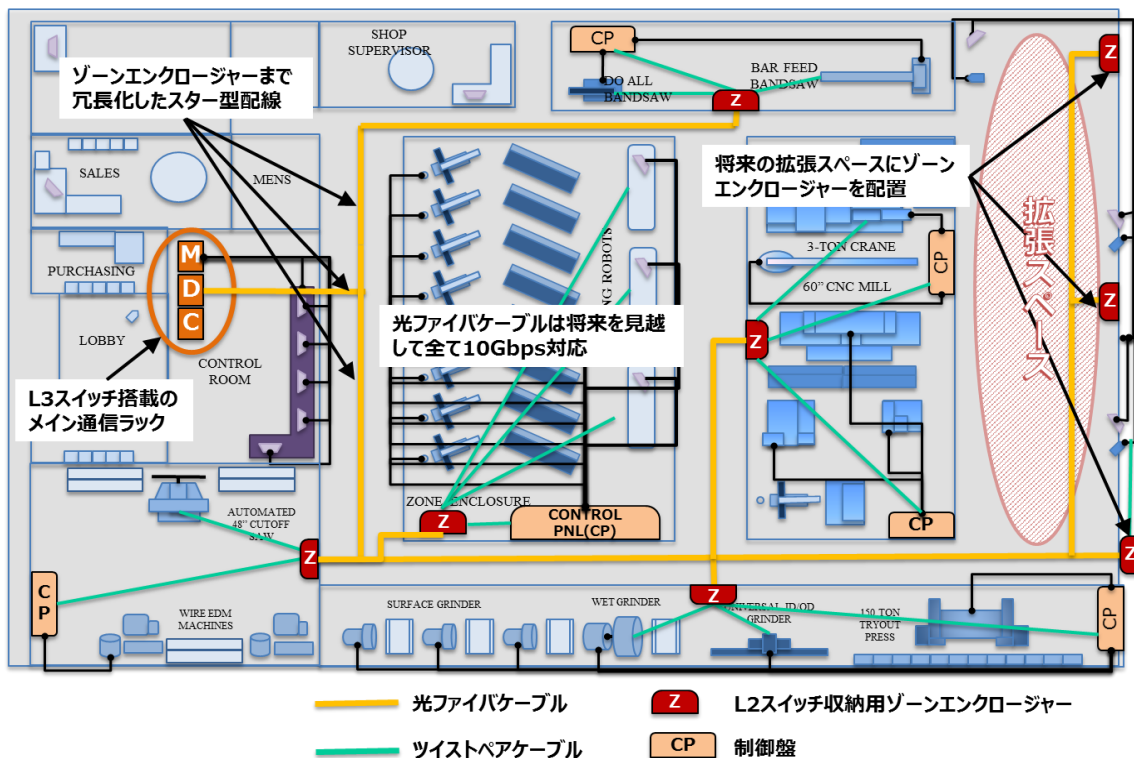
スター型アーキテクチャ

3 ゾーンアーキテクチャと光ファイバ バックボーン配線



次世代の工場内統合ネットワーク、スマートファクトリを実現するためには、既設の閉じたネットワークやスター型配線を改善、改良していくことが必要不可欠です。閉じたネットワークの場合、俗に島ハブと呼ばれる非管理型スイッチで構築されているケースが多く、信頼性やトラフィック・セグメント管理、セキュリティ対策面で問題があるため、耐ノイズ、耐水、耐じん等に優れた産業用管理型スイッチに更新していくことが求められます。また配線に関しても制御室からエンドデバイスもしくは制御室まで一本一本敷設するのではなく、基幹となるバックボーン配線として光ファイバケーブルを敷設することで長い距離を都度配線する必要がなくなり、コストと敷設時間の大幅な削減が可能になります。

このゾーンアーキテクチャの場合、ネットワーク配線を分散管理するゾーンエンクロージャ（下図にあるZの箇所）を支点に配線をまとめられるため、配線距離が短く、障害時に切り分けがゾーン単位で行えるため、障害の影響範囲を最小化でき、対応時間も短くできます。また配線数の削減、ネットワークトラフィックのセグメント化によるネットワーク耐障害性の向上、ネットワーク冗長性の機能の向上、将来の拡張コストの削減が実現できます。

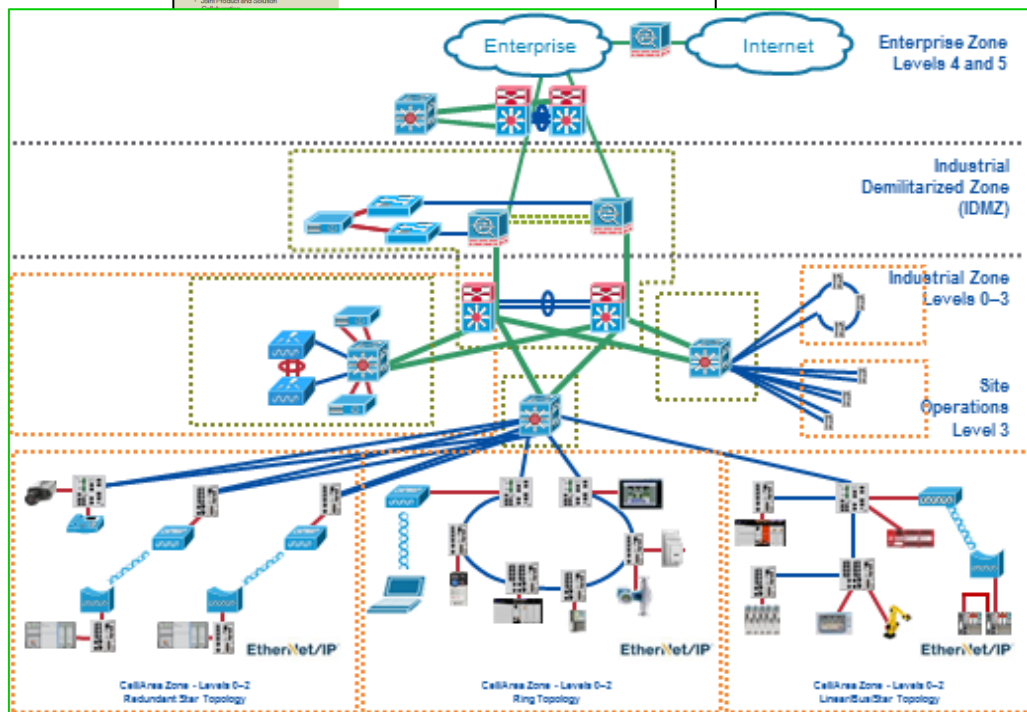
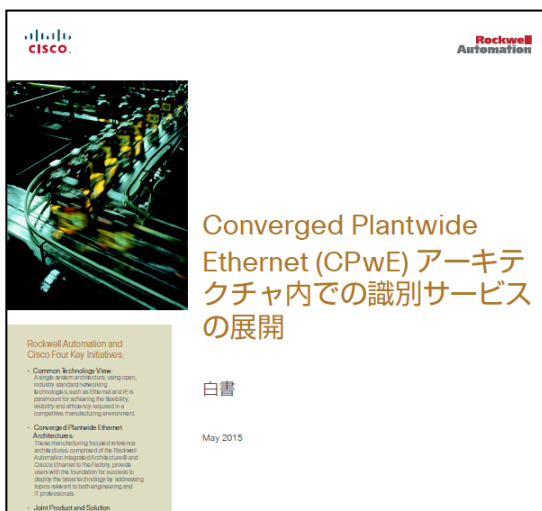


ゾーンアーキテクチャ

理想的なIoTネットワーク設計 — CPwE プラントワイドネットワーク



工場内統合ネットワークを構想する上で、ひな形となる理想的なネットワークアーキテクチャとして Converged Plant-wide Ethernet (CPwE) というコンセプトがあります。このコンセプトは、シスコ社、ロックウエル社、バンドウイト社が協同で普及推進しています。このCPwEリファレンスアーキテクチャに関する技術資料はシスコ社およびロックウエル社のホームページよりインターネット公開資料として誰でも入手可能です。

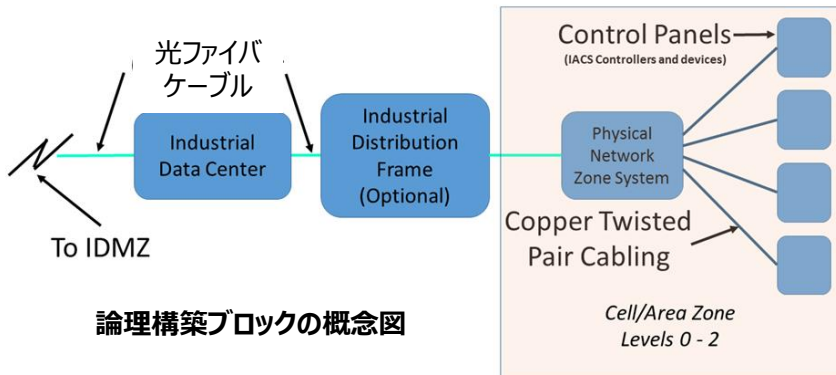


4 Industrial Zoneの概念図と 実際のビルディングブロック配線イメージ

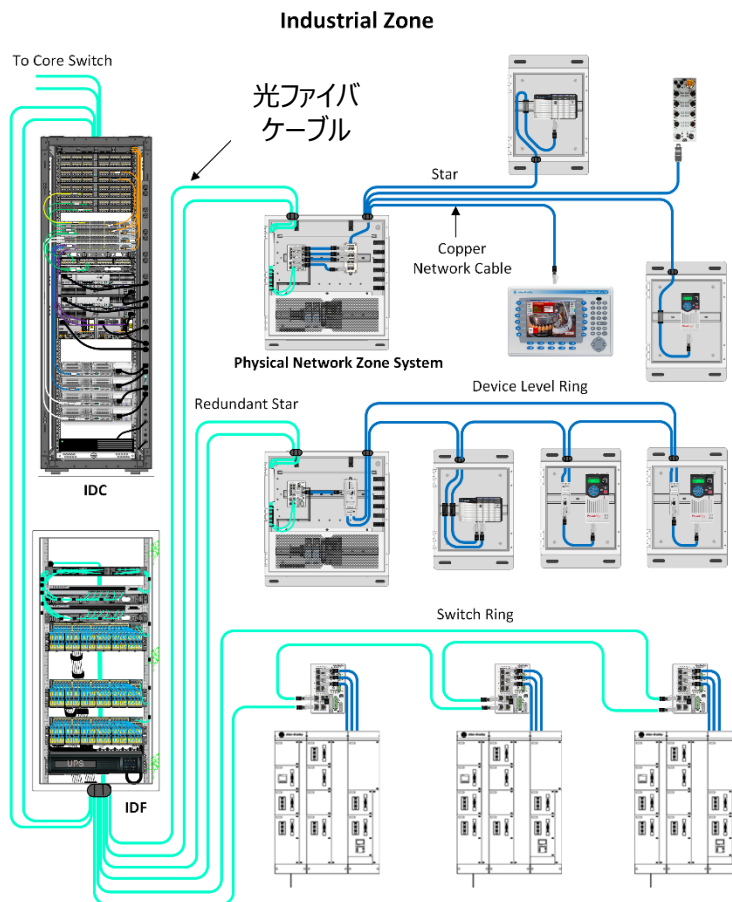


CPwE プラントワイドネットワークのバックボーンは、1 つ以上のセル/エリアゾーンを全体のプラントネットワークに収束させる配線レイヤー、IACS コントローラー、および末端の IACS デバイスへの接続から構成されます。

Industrial Automation and Control System(IACS):産業オートメーション&制御システム



論理構築ブロックの概念図

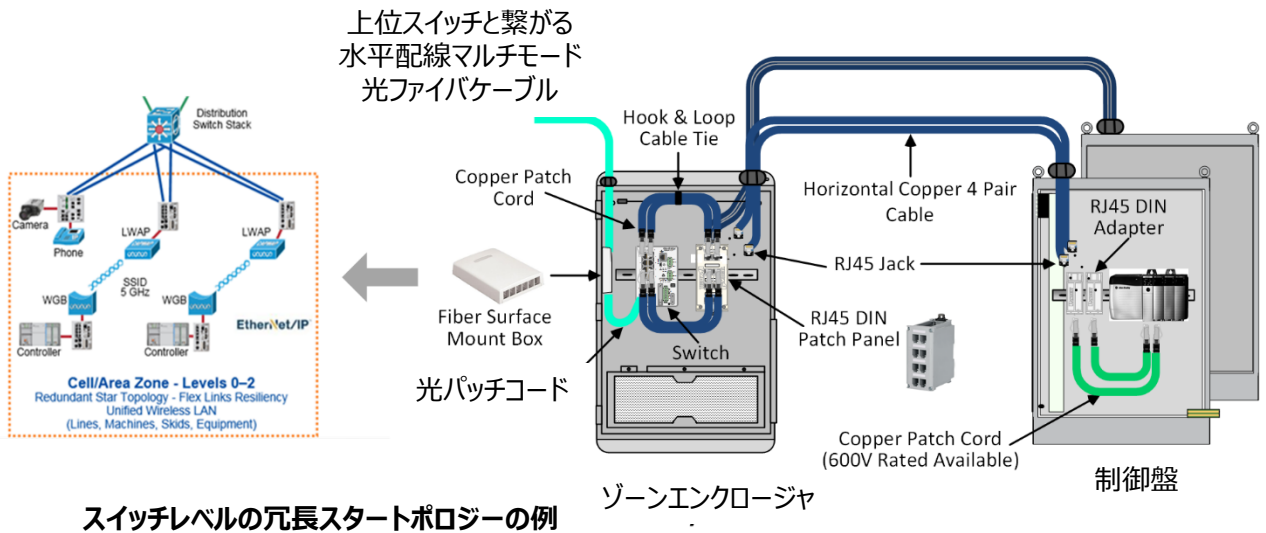
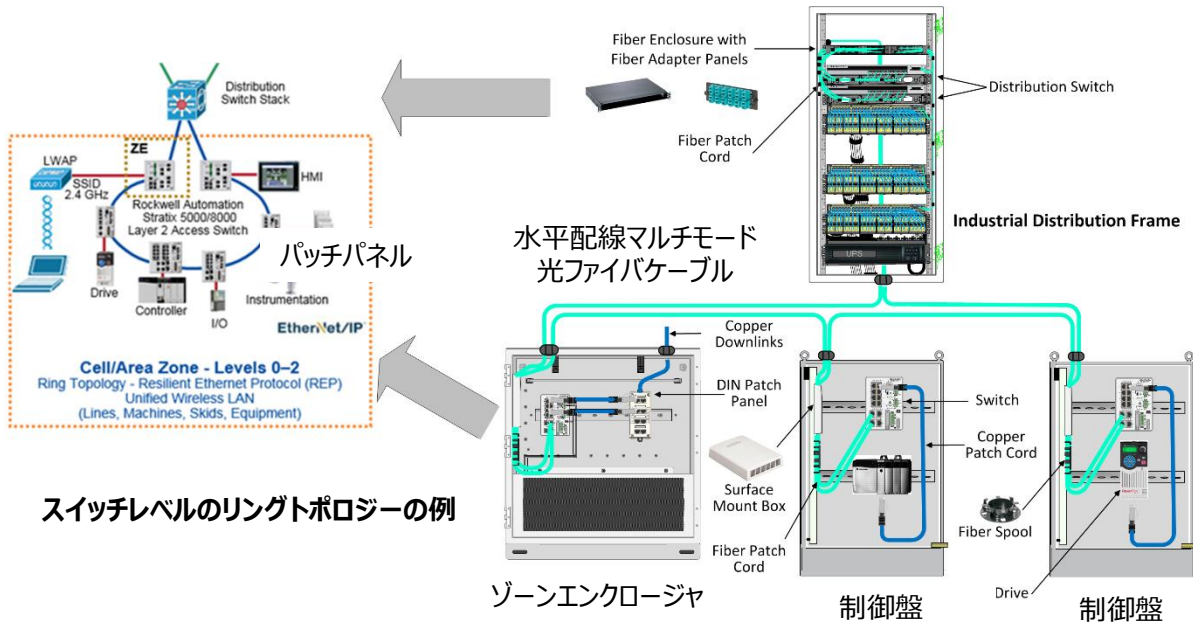


コアスイッチからレベル 0 までのブロック概念図の物理レイアウト

5 Cell/Area Zoneの概念図と実際のビルディングブロック配線イメージ



セル/エリアゾーンは、ゾーンエンクロージャや制御盤を介し、工場内での監視、管理、制御の対象となるマシン、機器間でネットワーク接続します。下図に、スイッチレベルのリングトポロジと冗長スタートポロジの例とその詳細な物理的接続を示します。



6 ゾーンアーキテクチャによる、ITとOTの責任分解と役割分担

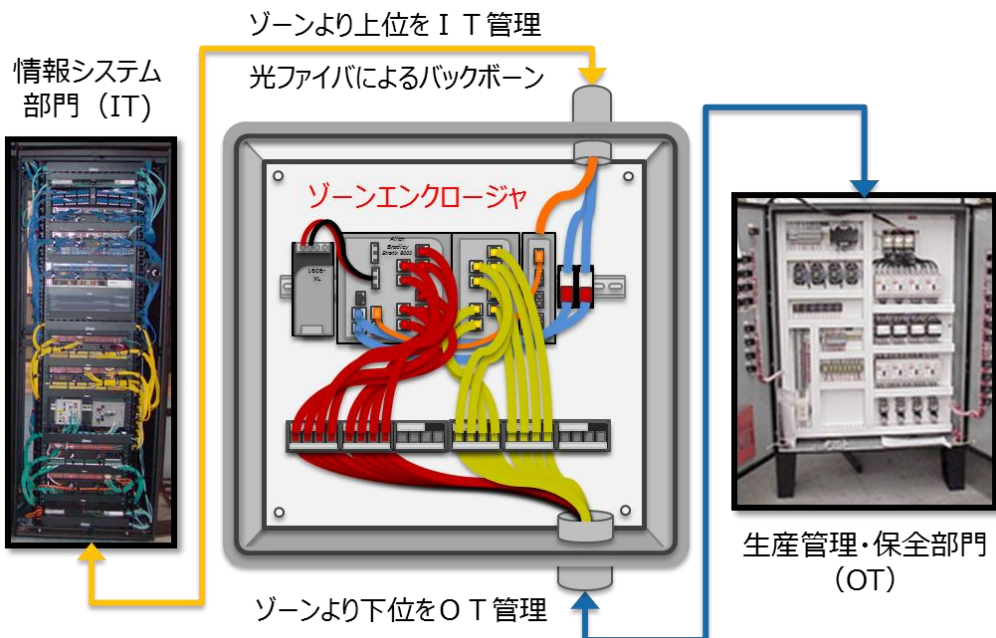


CPwEプラントワイドネットワークでの断線や、ネットワークスイッチの障害、セキュリティ問題等が発生した場合、設計や責任範囲が明確でないと複数の部門が結ばれている事から、思いのほか対処に時間が掛かることがあります。ゾーンアーキテクチャは、IT（Information Technology：情報システム部門）とOT（Operational Technology：生産管理・保全部門）との間での責任の所在と障害発生時の役割分担を明確にすることで制御とネットワークを分離し、管理と保全を明確かつ容易にすることを目的としています。

なぜCPwEプラントワイドネットワークが重要なのか？



ITとOTのデータが統合されることで、工場のスマート化、IoT化を促進



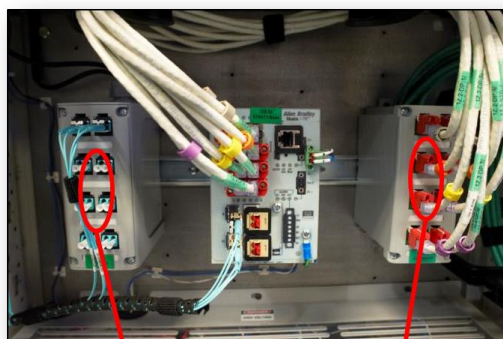
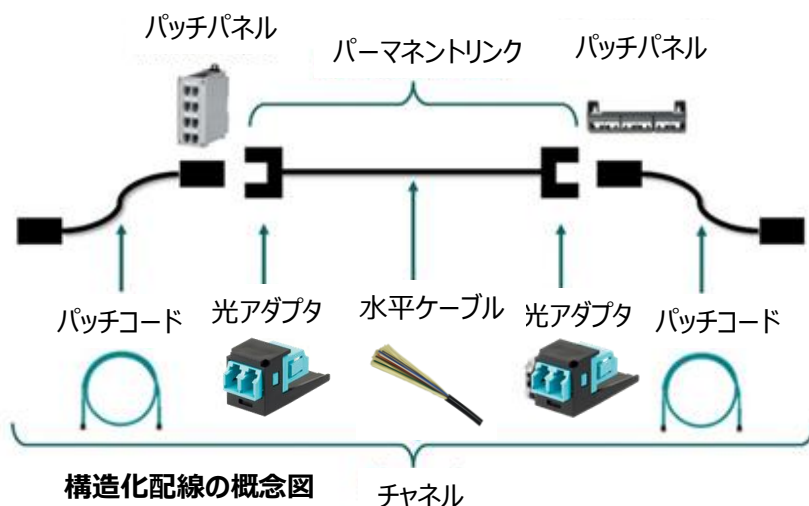
ITとOTをつなげるゾーンエンクロージャと責任分界のイメージ

7 光ファイバケーブルによる構造化配線導入の重要性



これまで産業用ネットワークは、プラグで成端された1本のケーブル（つまり、長いパッチコード）を使用したポイントツーポイント構成で構築されてきました。現在、堅牢性と継続可能性の高いインフラストラクチャとして構造化配線が注目されています。構造化配線により、製造業にとって重要な要素である拡張とトラブルシューティングが容易になるからです。ただし、どちらのアプローチにも良い点と悪い点があり、それは実装次第です。

ポイントツーポイントは、盤内や短距離のケーブル敷設、小規模なリングアプリケーションには理想的ですが、余長の処理や現場での配線取り回しが難しい場合があります。長いポイントツーポイントケーブルの場合、パッチパネルによる構造化配線のように簡単に拡張または再構成することはできません。



光ファイバ
モジュールで構成

銅線パッチ
モジュールで構成

構造化配線の構成例

一方、構造化配線は、トラブルシューティング、テスト、拡張が容易で、信頼性が高いため、接続エンクロージャー、マシン、テスト機器、カメラなど、距離が長く、重要性の高い経路に推奨される実装方法です。パッチコード、ジャック、水平配線を活用すれば、最適化されたネットワークチャンネルを構成できます。また、水平ケーブルは、プラグでの成端と比較してジャックでの成端が容易かつ迅速で信頼できます。ネットワーク配線を行って、拡張用の予備のネットワークチャンネルを作成しておけば、機器の追加時やネットワーク配線の障害時に別のチャンネルに接続することができます。

8 光ファイバケーブルの構造化配線と「将来性」「冗長性」「拡張性」



光ファイバケーブルリングの製品選定やフロアレイアウトを検討する際に、必ず考慮に入れなければならないのは「将来性」「冗長性」「拡張性」の3つです。その重要性について以下に列挙します。

①将来性

光ファイバケーブルの実稼動年数は平均15～20年であり、場合によってはそれ以上の長きに渡って使用されるケースも多々あります。一方、情報通信の進化は日進月歩であり、10年前には考えられなかったようなデータの大容量化やそれに伴う通信の高速化が進んでいます。このことを考慮した場合、「今必要な伝送速度に対応した光ファイバを選択すれば良い」という考え方ではなく、「将来の予期せぬデータの大容量化を見据え、より高速な通信にも対応可能な光ファイバ」を検討する必要があります。そうした先行投資を行うことにより、将来に渡ってもより安定的に光ファイバケーブルリングを運用することが可能になります。

②冗長性

光ファイバケーブルは通信の基幹となる重要なケーブルである一方、外的衝撃に非常に弱い性質を持っています。もし光ファイバケーブルに何らかの傷害が発生した場合、生産工程やデータ収集、情報管理などのあらゆる分野において大きな悪影響や損害を被る可能性があります。そうした事態に備えて、光ファイバによる接続を2重化し、持続可能性を高めていく必要があります。

未使用の光ファイバケーブル予備線はポート数の拡張や障害対応の際、必要になるので、設計に必ず盛り込んで頂きたい。予備線に光コネクタを取り付けた状態でパッチパネルに格納しておくことで、必要な際に直ぐに使うことができるようにしておくことが肝心です。

③拡張性

将来的に工場内のセンサーやカメラなどの端末の増設や、工場全体あるいは一部のレイアウトの変更・改善などが行われることを予め想定し、光ファイバケーブルには拡張性を持たせて然るべき場所に「現在の必要回線数+α」を敷設する必要があります。予め拡張性を考慮していない場合、突発的な拡張工事を行わざるを得ないケースや、特定の光ファイバケーブルにトラフィックが集中して通信速度が極端に低下してしまうなど、通信障害に発生するケースもあります。

9 光ファイバケーブルのメリットとデメリット



【メリット】

①高速、長距離配線

光ファイバは広帯域、低損失であるため、メタルケーブルよりはるかに多くの情報を長距離にわたり伝送できます。

メタルケーブルの場合、cat5は100Mbps、cat5eでは1Gbpsで最大100mの伝送ですが、一般的なシングルモードファイバであれば10Gbpsで10kmの伝送が可能です。

②耐ノイズ性に優れる

光ファイバは絶縁物であるため、モーター等からの電磁波の影響を受けません。電源線からの電磁誘導も受けなため、配線の自由度が増します。

③省スペース・軽量

光ファイバ心線1本の径は1mm以下であり、多心のケーブルでもメタルケーブルに比べて細径、軽量で、スペースの節約ができます。

【デメリット】

①破損しやすく、扱いが難しい

光ファイバは細いガラスでできており、衝撃や極度の曲げを加えると破断する為、施工、取扱いに注意が必要です。

しかし、最近では機械的強度や曲げに強く、メタルケーブルと同様に扱える製品もあります。

②曲げ、側圧により、通信が劣化する

光ファイバに、曲げ半径の小さな曲げが加わると、光が漏れ、信号が減衰するため、配線経路は最小曲げ半径を守って施工する必要があります。

また、ケーブルクランプ等により締め付けると、内部の光ファイバ心線が折れ曲がって信号が減衰し、さらには破断することがあるため注意が必要です。

③端末加工が難しい

光ファイバの接続やコネクタ加工は、専門知識と専用工具がいります。

④電力を伝搬できない

光ファイバは絶縁物のため、PoEのような電力の伝搬には使えません。

10 光ファイバの種類



光ファイバにはシングルモードとマルチモードがあり、その仕様詳細はシングルモードファイバがITU-T G.652, G.653, G.657などに、マルチモードファイバがIEC 60793-2-10に規定されています。

<光ファイバ種類と特徴>

品種			コア径	クラッド径	開口数	伝送損失	伝送帯域	使用波長
			μ m	μ m	(NA)	dB/km	MHz・km	μ m
石英系 ファイバ	シングル モード	SI型	8.6	125	-	0.4	-	1.31
			~9.2					1.55
	マルチ モード	GI型	50	125	0.20	1.0	200	0.85
			62.5		~0.28			~3.5

ギガビットイーサネット(IEEE802.3z)では1000BASE-SX、1000BASE-LX用に、10ギガビットイーサネット(IEEE802.3ae)では10GBASE-SR、10GBASE-LR、10GBASE-ER用に各種光ファイバを規定しています。イーサネット対応光ファイバはJIS X 5150及びISO/IEC 11801に制定されており、光ファイバの構造、対応波長などによりOS1, OS2, OM1, OM2, OM3, OM4など区分されています。

<規格と光ファイバ種類、伝送距離、対応波長>

規格名	ギガビット・イーサネット (IEEE 802.3z)				10ギガビット・イーサネット (IEEE 802.3ae)				
	1000BASE-SX		1000BASE-LX		10GBASE-SR	-	10GBASE-LR	10GBASE-ER	
伝送距離 (m)	275	550	550	5000	82	300	550	10000	40000
波長 (μ m)	0.85		1.30	1.31	0.85			1.31	1.55
ファイバ種類	マルチモード			シングルモード	マルチモード			シングルモード	
JIS X 5150	OM1	OM2	OM1 OM2	OS1 OS2	OM2	OM3	OM4	OS1 OS2	OS1 OS2
IEC 60793 -2-10	A1b	A1a.1	A1b A1a.1	-	A1a.1	A1a.2	A1a.2	-	-
ITU-T	-	-	-	G.652.B G.652.D G.657.A1	-	-	-	G.652.B G.652.D G.657.A1	G.652.B G.652.D G.657.A1
推奨(*) 光ファイバ	G62	EB1G	G62 EB1G	SM SMLWP SMEB/LWP	EB1G	G50EX	G50EE	SM SMLWP SMEB/LWP	SM SMLWP SMEB/LWP

(*) は昭和電線ケーブルシステム(株) 光ファイバカタログ 参照
http://www.swcc.co.jp/cs/products/catalog/pdf/h_fiber.pdf

11 ケーブルの種類

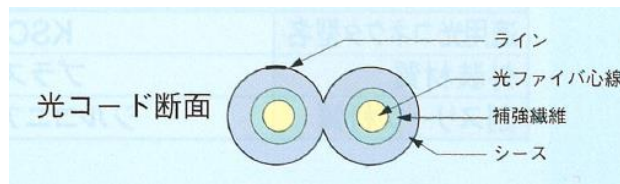
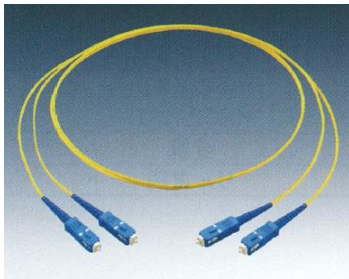


光ファイバケーブルには盤内配線専用のコードと言う形状のものや屋内配線用ケーブルや屋外配線用ケーブルの他、使用環境要求から様々な種類のコード、ケーブルがあります。

- ・光ファイバコード：1芯または2芯の盤内・機器内配線専用です。コード被覆外径は約2.8mmや約2.0mmなどのようにコネクタ加工がし易い寸法に仕上げています。
- ・光ファイバケーブル：イーサネット対応ケーブルとしては2芯、4芯、6芯などのものが主流で、延線敷設用テンションメンバには鋼線(メタリック)またはFRP(ノンメタリック)などの種類があります。また使用環境要求により無誘導タイプ、耐水、耐衝撃などの処方を講じたケーブル類もあります。

- * 無誘導仕様：ケーブル中に金属物を一切使用しない光ファイバケーブル
- * 耐水仕様：金属テープとP E (LAP)シースにより耐水性を有する光ファイバケーブル
- * 耐衝撃仕様：光ファイバケーブルの上に介在物や鉄線がい装、防食層を施したケーブル

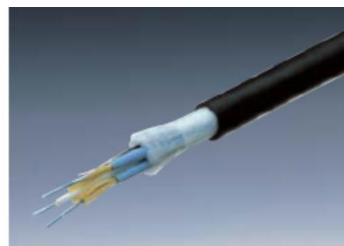
<2芯光ファイバパッチコード例>



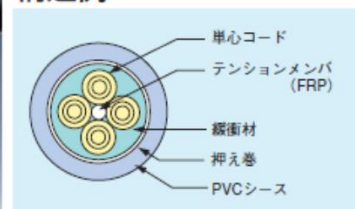
<コード集合型光ファイバケーブル>

ノンメタリックタイプ

- ・標準外径2mmの細径単心コードを採用
- ・FRPテンションメンバ品は無金属のため、絶縁性に優れ、無誘導

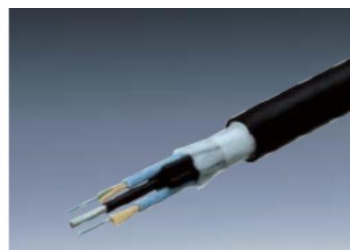


構造例

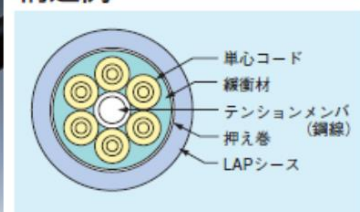


メタリックタイプ

- ・標準外径2mmの細径単心コードを採用
- ・鋼線テンションメンバとLAPシースの組合せにより建屋間の布設に最適



構造例



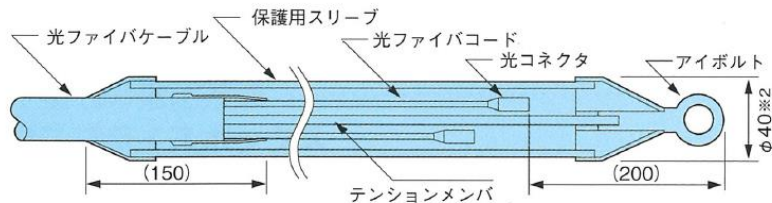
12 敷設時の注意事項



光ファイバケーブルを敷設する時は下記の様なことを注意しなければなりません。

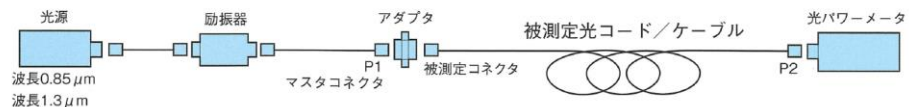
- ・許容張力：ケーブルに定められている使用張力値を厳守する。
 - ・許容曲げ半径：ケーブル構造や材料により許容値は異なります。
 - 敷設時はケーブル外径の20倍以上の曲げ半径
 - 固定時はケーブル外径の10倍以上の曲げ半径
- にて取り扱い下さい。

光コネクタ付きケーブルの敷設には下記のような保護構造を要した端末ケーブルにて行なうことをお勧めします。



- ・ケーブルの捩じれ：細い外径で把状の荷姿の場合、敷設取り出し時にケーブル捩じれを起こさないように撚り返しをしながら敷設する。
- ・側圧における特記：ケーブルの踏み抜きやケーブル上への工具落下などには注意する。
- ・接続余長の確保：引き回しを含め、コネクタ加工部取り付けなどの作業余長を確保すると良い。
- ・ケーブル端末加工時：光ファイバの人体へのガラス突き刺さりには十分注意して下さい。
- ・成端後には光損失を測定：端末加工（融着接続、メカニカルプライス、コネクタ接続）による接続ロスの確認を行なう。

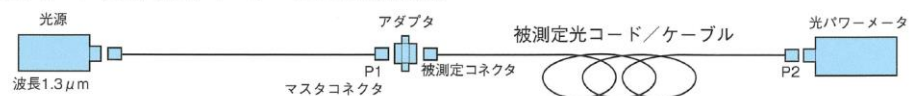
マルチモード (GI) 型コード・ケーブルの総合損失



$$\text{総合損失 (dB)} = P1 \text{ (dBm)} - P2 \text{ (dBm)}$$

(マルチモードファイバの損失測定は必ず励振器を入れて測定してください。)

シングルモード (SM) 型コード・ケーブルの総合損失



$$\text{総合損失 (dB)} = P1 \text{ (dBm)} - P2 \text{ (dBm)}$$

付録 適切な製品選定方法（1）



どのような光ファイバケーブル製品を選択すべきか？それはお客様の目的や、お客様が現在置かれているさまざまな環境条件に左右されることになります。例えば、お客様の目的として、「工場内センサーの増加に伴い、データ量が肥大化して通信が遅延するようになったため、各センサーまでより高速なネットワークを導入したい」という観点で光ファイバケーブルの導入を検討する場合、実際には「配線ルートはどう確保するか？」「屋内や屋外への配線にどう対処するか？」「接続する機器の仕様はどうなっているか？」など、各工場が置かれた環境をしっかりと踏まえ、それに対応した最適の製品を選ぶ必要があります。

製品選定のポイント

上記のような内容を踏まえて、光ファイバケーブル製品選定の際には特に以下の点に注意が必要です。

①伝送速度

光ファイバの規格は多岐に渡っており、100メガビット/秒(100Mbps)から100ギガビット/秒(100Gbps)対応のものまでさまざまです。の中で、現在新規導入する上で主流となっているのは、1～10ギガビット(1～10Gbps)対応の光ファイバです。

②ケーブル長

一般的に短～中距離伝送にはマルチモード、長距離伝送にはシングルモード光ファイバを使用しますが、光ファイバのグレードと伝送速度、伝送距離には相関関係がありますので注意が必要です。例えば、OM2マルチモード光ファイバを例に挙げた場合、1000BASE-SX(最大1Gbps)の伝送を行う場合、ケーブルの制限長は550mまでですが、10GBASE-SR(最大10Gbps)の伝送を行う場合、ケーブルの制限長は82mまでとなります。つまり、希望する伝送速度と伝送距離に応じた適切な光ファイバを選択する必要があります。

③回線数

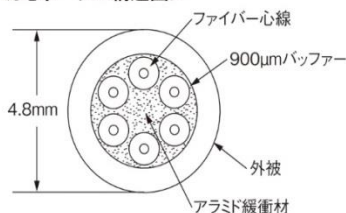
光ファイバケーブルは一般的に、1本で1～24芯からそれ以上のものまで、お客様の用途に応じて幅広い芯数に対応しています。必要な回線数はもちろん、光ファイバケーブルの敷設方法も考慮のうえ選択してください。

付録 適切な製品選定方法（2）

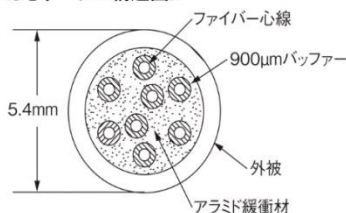


<多芯光ファイバケーブルの例>

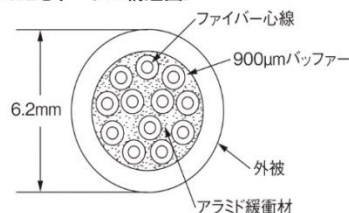
<6心ケーブル構造図>



<8心ケーブル構造図>



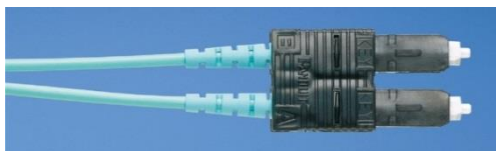
<12心ケーブル構造図>



④コネクタ仕様

光コネクタの形状は、従来のSC型、ST型、FC型などに加え、SFF(Small Form Factor)と呼ばれる小型化されたLC型、MT-RJ型などさまざま、これらはマルチモード及びシングルモード光ファイバの双方に使用されます。現在の主流はSC型からLC型に移行しつつありますが、光コネクタを選定する場合は、接続する機器のコネクタ仕様と、光コネクタのこれからの汎用性やトレンドを踏まえて検討する必要があります。

<SCコネクタ>



<LCコネクタ>



⑤耐環境性能

光ファイバケーブルの導入を検討する場合は、ケーブルが実際に敷設される環境を十分考慮する必要があります。光ファイバケーブルに求められる環境性能の一例としては、耐UV性、耐油性、耐水性、耐湿性、耐熱性、難燃性などが挙げられます。光ファイバケーブルの実稼動年数は平均15～20年であることから、その間にケーブルが劣化し、伝送性能や通信に悪影響を与えてしまうような事態をささなければなりません。



付録 適切な製品選定方法（3）

⑥配線ルーティング材料

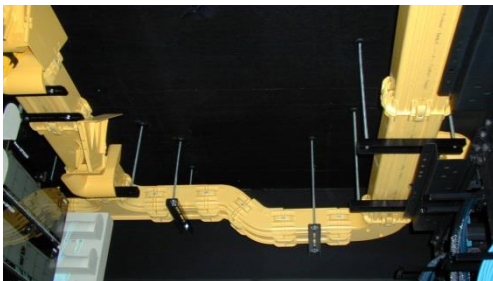
光ファイバケーブルは通信の基幹となる重要なケーブルである一方、踏み付けによる強い圧力や極端な曲げなど、外的衝撃に非常に弱い性質を持っています。こうした理由から、光ファイバケーブルを敷設する場合には配線ルートをしっかり確保し、また配線ルーティング材料を使用して、その中に光ファイバケーブルを通線・保護することが望ましいと言えます。配線ルーティング材料として代表的なものとしては、ケーブルラック、ケーブルダクト、配線用モール、配管などが挙げられます。これらの配線ルーティング材料を選択する際に重要な事としては、

<1>光ファイバケーブルの曲げ半径を十分確保出来るものであること

<2>光ファイバケーブルの将来的な増設に対応可能であること

などの点に留意してください。

<例：光ファイバケーブル敷設用のファイバランナー>



付録 施工後の性能試験方法（1）



1. 光ファイバ認証試験の規格

施工された光ファイバケーブルの性能を試験するため、規格はケーブリング規格とネットワーク規格に広く分類することができます。前者はケーブリングの物理的な品質に、後者はケーブルを使って走らせるアプリケーションに焦点をおいています。

①ケーブリング規格

建物のネットワークにある施工済ファイバケーブリングを認証する2つの主要な規格団体があります。ISO/IECはISO/IEC11801規格を、EIA/TIAはTIA568C.3規格を主張しています。ファイバのTier1認証では導入したリンクの挿入損失の試験とリンク長の測定が含まれており、施工された工場に適合しているかを確認します。建物のネットワークにあるファイバケーブリングの可否の決定的な判断基準を決定させる条件は、TIA568C3規格やISO11801規格から由来し、ISO14763-3規格として知られているファイバの明確な補助文章で定義づけられています。同様に、TIA規格の試験方法論は、シングルモードファイバ用のTIA526-7文書とマルチモードファイバ用のTIA526-14Aで定義づけられています。

②ネットワーク規格

ネットワーク規格はアプリケーションの明確な規格です。イーサネットのIEEE規格と、ファイバチャネルのようなストレージエリアネットワークのANSI規格から引用され、ネットワークの規格にある損失リミットの仕様はケーブリングの規格にある根拠とは違います。ネットワーク規格では、接続点とスプライスの数、リンク長は規定されていません。どのようなネットワークの構成であっても、エンドーエンド間の損失により可否判定が行われます。

③ファイバの敷設配置

光ファイバケーブルは、バックボーンネットワーク、ロングホールネットワークのような、より長いケーブルリンクで使用されることが多くありましたが、100m以内のストラクチャードケーブリングに分類されるエンタープライズネットワーク、データセンターあるいはビル内配線でも使用されています。LANケーブル認証測定器は後者の測定で使用されます。

付録 施工後の性能試験方法（2）



④ネットワークの種類

ネットワークの性質と配置は、光ファイバケーブルが使用されるアプリケーションによります。広く使われているアプリケーションはイーサネットとファイバチャネルです。

1) イーサネット

メタル配線でもファイバケーブルでも最も広く使われているアプリケーションです。規格はIEEE802.3で定義されています。規格は年毎に進展し、リンクスピードが変わっているイーサネットの違うアプリケーションも定義づけられています。定義づける基本的な特性は、プロトコルが衝突を制御する方法です。公式化されている最新規格は、40G/100G規格でIEEE802.3baです。

2) ファイバチャネル

ストレージエリアネットワークで主に使用されているプロトコルです。この規格はANSIで展開されており、ほとんど点から点へプロトコル建築に基づいています。より双方向のネットワークアプリケーションをサポートする代わりに、相当な転送データ量をサポートするように設計されています。

付録 施工後の性能試験方法（3）



2. 光ファイバ試験

①前提

Tier1認証は重要な試験で、ケーブル敷設時に実施が必要です。ネットワークの開通前に、敷設された設備を検証することに対する効果とコストについて、さまざまな研究がされてきました。試験の考え方から、ファイバリンクの配置はパーマネント・リンクとチャンネルに区別できます。

パーマネント・リンクは、その名の通り、リンク構築の観点で、導入後にほとんど変更がない、例えばリンクに加えたり外したりする追加パッチコードがないという意味です。ネットワーク使用中にリンクの一部が交換されることもありません。物理的なインフラが同じまなので、パーマネント・リンクをテスト認証すると、時間の経過と共に劣化する可能性があるものはございません。

チャンネル試験は、端末から端末（エンドーエンド間）の試験で、バックボーンケーブルからネットワーク設備にみられる損失に対する見解を供給します。パッチコードとクロスコネクタのような移設可能なケーブルすべてを考慮します。使用しているリンク形態の変化に伴い、結果も変わります。

②伝送路での挿入損失測定について

光源にはマルチモードとシングルモードの2種類があります。測定するファイバに接続する両端のパッチコードでもロスが発生しますので、セットリファレンスを行って、このロスをゼロにしてください。

③セットリファレンス

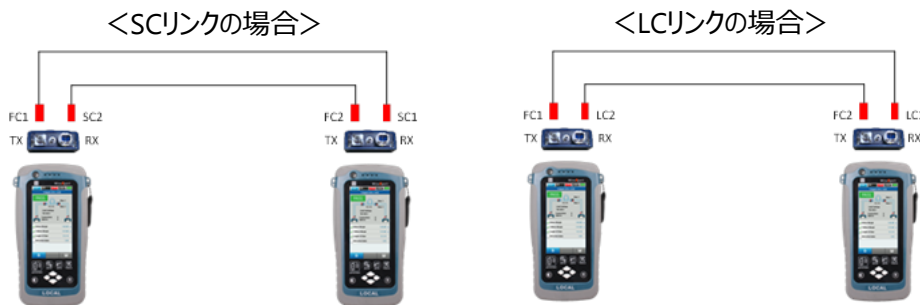
リファレンスを行うことによって測定するファイバのみの損失測定が行えます。TIA 568C.3もしくはISO14783-3では、1ジャンパー、2ジャンパー、3ジャンパーの3種類のリファレンス方法が規定されております。リファレンスを行う時は、必ず測定器に付属されているリファレンスコードを使用してください。

付録 施工後の性能試験方法（４）



1) 1ジャンパー法

実際に存在する2つのコネクタは含まれていませんので、測定時には2つのコネクタで発生するロスを規格に基づき計算し測定結果を表示します。

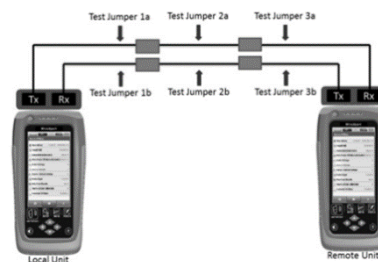


2) 2ジャンパー法

現場であまり使われていない手法です。

3) 3ジャンパー法

規定された設定で最も厳しい手法です。リファレンスの構成が実際のリンク構成と同じになっているため、測定時にコネクタロスの規格値を追加で計算することなく合否判定を行います。リンク試験では最も正確な手法になりますが、コネクタにより規格値を満たしているリンクを誤って不良と判定してしまうこともあります。



④セトリファレンス

セトリファレンスがNGの場合、コネクタの劣化、光ファイバ自体の損傷の可能性があります。そのため、不良となった測定コードの特定とその交換を実施し、再度、基準値設定から実施します。その後、測定を実施します。損失測定の計算式は次の通りです。

リンク減衰量 = ケーブル減衰量 + コネクタ挿入損失 + 融着挿入損失

・ケーブル減衰量 (dB) = 減衰量 (dB/km) × ケーブル長 (km)

・コネクタ挿入損失 (dB) = コネクタ数 × コネクタ損失 (dB)

・融着挿入損失 (dB) = 融着接続数 × 融着損失 (dB)

ODVA (ODVA, Inc.)とは、



ODVAは、1995年に国際的な非営利団体として設立され、ODVA技術に適合した製品を製造・販売する世界のトップ・オートメーション企業からなる会員によって運営されています。
ODVAのミッションは、オープンで相互運用可能な情報通信技術を産業オートメーションの分野で推進し、ODVA会員企業、技術適用企業、推進パートナーと従業員に価値を提供することです。

ODVAの拠点・コンフォーマンステストセンタ

ODVAは、CIP(Common Industrial Protocol) 技術を使った各種ネットワーク(EtherNet/IP、DeviceNet、CompoNet、CIP Safety、CIP Motionなど) をグローバルにサポートする体制をとっています。
アメリカに本部を置き、ヨーロッパ（中東・アフリカ）、中国、韓国、そして日本の地域グループで皆様のビジネスを支えています。
コンフォーマンステストセンタは、アメリカ、ヨーロッパ、中国、そして日本にあり、各国で同様のサービスが受けられます。



国内での主な業務

- EtherNet/IP、DeviceNet、CompoNetのコンフォーマンステストをテュフラインランドジャパン株式会社で実施しています。
- EtherNet/IP、DeviceNet、CompoNetなどODVAのネットワークに関する技術相談・情報提供窓口
- 展示会などでの普及活動
- 各種セミナーの実施
- ODVA入会に関する相談窓口
- WEB、ブログ、インターネット配信サービス（PlusInfo）による情報提供活動

ODVA連絡先

ODVA本部HP : <http://www.odva.org/>

ODVA TAG Japan HP : <http://odvatagjapan.iinaa.net/>

ODVA TAG Japan E-mailアドレス : ODVA-TAG.Japan@odva.org

ODVA TAG Japan 電話番号 : 080-6118-6094

昭和電線ケーブルシステム株式会社 光ファイバケーブル & 関連製品紹介 (1 / 4)

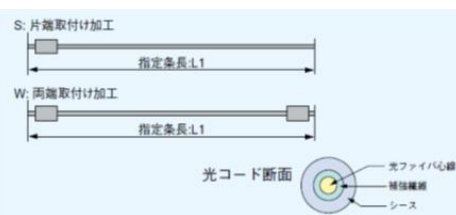
～ 昭和電線には使用用途・布設環境に応じた豊富な製品があります ～

光コネクタ付コード

機器内配線、盤内配線に最適な光コネクタ付コードです。
使用する機器やイーサネット規格に対応した製品を選定できます。

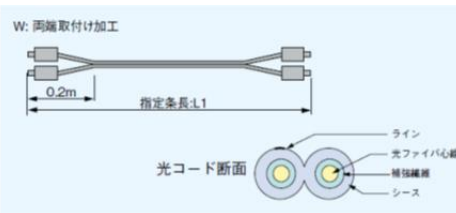
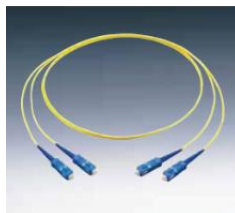
単心コード

- 光ファイバ心線に補強繊維を縦添えし、シースを施したコードです。
- 標準外径は2mmです。
- 環境配慮 (EM) 形の仕様もあります。



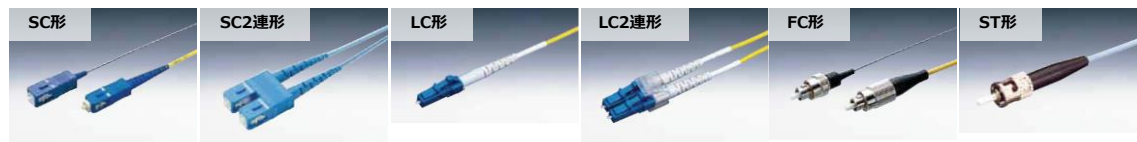
2心コード

- 単心コードを2本横並びにした構造です。
- それぞれのコードは容易に分離可能です。
- 環境配慮 (EM) 形の仕様もあります。



光コネクタ

SC形、LC形、FC形、ST形、MT-RJ形など、さまざまな種類の光コネクタに取り付け可能です。
ご使用の機器に対応した光コネクタを選定ください。



光ファイバ

マルチモード光ファイバ、シングルモード光ファイバなど、各種光ファイバをラインナップしています。
ご使用のイーサネット規格に対応した光ファイバを選定ください。

規格名	ギガビット・イーサネット (IEEE802.3z)				10ギガビット・イーサネット (IEEE802.3ae)				
	1000BASE-SX		1000BASE-LX		10GBASE-SR		—	10GBASE-LR	10GBASE-ER
伝送距離 (m)	275	550	550	5000	82	300	550	10000	40000
波長 (μm)	0.85		1.30	1.31	0.85			1.31	1.55
推奨光ファイバ	G62	EB1G	G62 EB1G	SM SMLWP SMEB/LWP	EB1G	G50EX	G50EE	SM SMLWP SMEB/LWP	SMLWP SMEB/LWP



昭和電線ケーブルシステム株式会社

産業電線営業部 第二営業グループ
〒105-6012 東京都港区虎ノ門4-3-1 (城山トラストタワー)
TEL: 03-5404-6973 FAX: 03-3436-2592
e-mail: scs@cs.swcc.co.jp
URL: <http://www.swcc.co.jp>
製品URL: <http://www.swcc.co.jp/cs/products/index.html>

昭和電線ケーブルシステム株式会社 光ファイバケーブル & 関連製品紹介 (2 / 4)

～ 昭和電線には使用用途・布設環境に応じた豊富な製品があります ～

構内配線用コード集合型光ケーブル

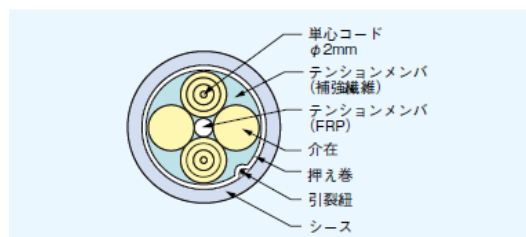
構内配線に最適なコード集合型光ケーブルです。高強度、低摩擦を特徴とした Slickケーブル®、細径、軽量で曲げやすいケーブルがあります。

Slickケーブル®

- ・ 高強度特性に優れ、側圧が加わった場合でも伝送損失増加が生じ難くなっています。
- ・ シース材に低摩擦材料を使用しており、多条布設後に引き抜き布設替え工事が容易です。
- ・ 難燃仕様となっており、JIS C 3665-1 一条垂直試験を満足します。



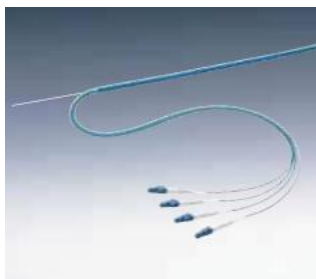
構造例



屋内用細径光ケーブル

- ・ ケーブル外径を細径化しています。
- ・ ケーブル質量を軽量化しています。
- ・ ケーブル許容曲げ半径が小さく、柔らかいため、布設時の取扱いが容易です。
- ・ 難燃仕様となっており、JIS C 3005 傾斜試験を満足します。

(※) 特徴は、次頁のコード集合型光ケーブルとの比較



構造例



昭和電線ケーブルシステム株式会社

産業電線営業部 第二営業グループ
〒105-6012 東京都港区虎ノ門4-3-1 (城山トラストタワー)
TEL: 03-5404-6973 FAX: 03-3436-2592
e-mail: scs@cs.swcc.co.jp
URL: <http://www.swcc.co.jp>
製品URL: <http://www.swcc.co.jp/cs/products/index.html>

昭和電線ケーブルシステム株式会社 光ファイバケーブル & 関連製品紹介 (3 / 4)

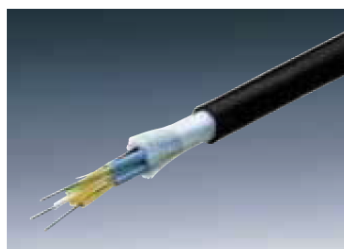
～ 昭和電線には使用用途・布設環境に応じた豊富な製品があります ～

コード集合型光ケーブル

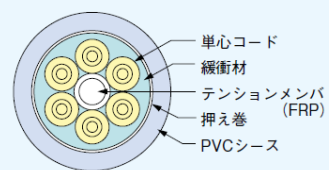
建屋間の布設や建屋内の長い配線に最適なコード集合型光ケーブルです。
端末に光コネクタ加工を施した製品提供が可能で、布設工事が容易となります。

ノンメトリックタイプ

- 標準外径2mmの細径単心コードを採用しています。
- テンションメンバにFRPを使用しており、ケーブルに金属を使用していないため、絶縁性に優れ、無誘導です。



構造例

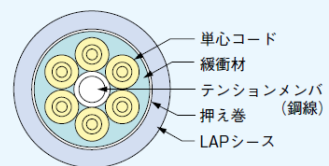


メトリックタイプ

- 標準外径2mmの細径単心コードを採用しています。
- テンションメンバに鋼線を使用し、外被にLAPシースを施しているため、屋外用として使用でき、機械強度、防水・防湿性に優れています。

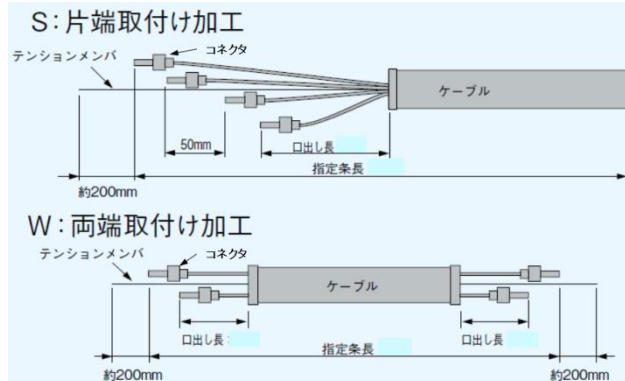


構造例



光コネクタ加工品

- コード集合型光ケーブルの片端、両端に光コネクタを取り付けることで、融着接続作業などの現地での工事を省略することができます。
- SC形、LC形、FC形、ST形、MT-RJ形など、さまざまな種類の光コネクタに取り付け可能です。



昭和電線ケーブルシステム株式会社

産業電線営業部 第二営業グループ
〒105-6012 東京都港区虎ノ門4-3-1 (城山トラストタワー)
TEL: 03-5404-6973 FAX: 03-3436-2592
e-mail: scs@cs.swcc.co.jp
URL: <http://www.swcc.co.jp>
製品URL: <http://www.swcc.co.jp/cs/products/index.html>

昭和電線ケーブルシステム株式会社 光ファイバケーブル & 関連製品紹介 (4 / 4)

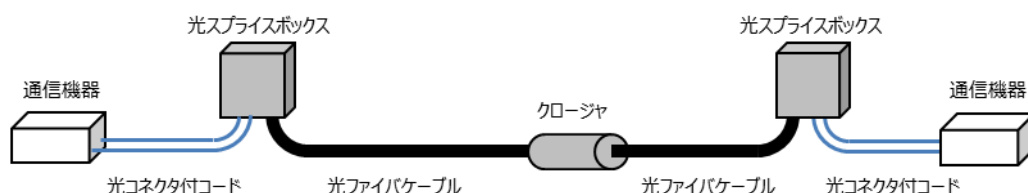
～ 昭和電線には使用用途・布設環境に応じた豊富な製品があります ～

汎用光ファイバケーブルと付属品

建屋間の布設や建屋内の長い配線では、布設環境によって層型ケーブルやテープスロット型ケーブルを使用するなど、さまざまな線路構成に対応しています。

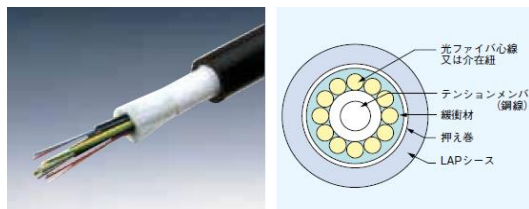
線路構成例

長距離配線の場合では、汎用光ファイバケーブルを布設し、機器の手前で光コネクタ付コードと接続する配線することがあります。又、複数の光ケーブルを直線接続する場合があります。この場合には、コード集合型光ケーブルではなく、層型ケーブル、テープスロット型ケーブルなどが使用されます。



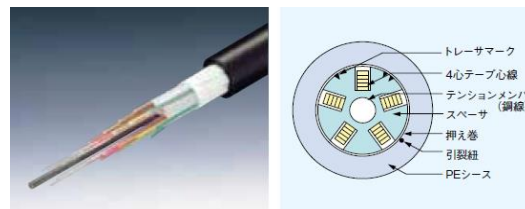
層型ケーブル

- ・最も汎用性の高いケーブルです。
- ・細径、軽量ながら機械的強度に優れています。
- ・12心まで対応可能です。



テープスロット型ケーブル

- ・高密度実装型のケーブルです。
- ・多心ケーブルの細径、軽量化が可能です。
- ・4心から300心まで対応可能です。

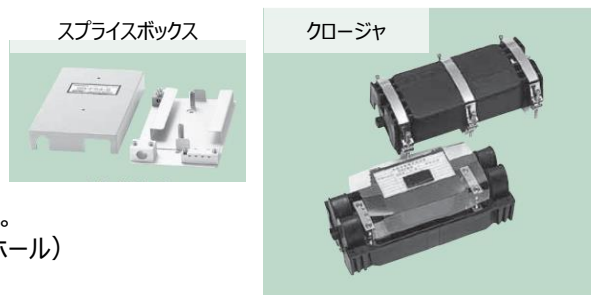


光スプライスボックス

- ・光ファイバケーブルに片端光コネクタ付コードを融着接続する場合に使用します。
- ・壁掛け型や、ラック収納型などがあります。

クロージャ

- ・光ファイバケーブル同士を接続する場合に使用します。
- ・気密性・防水性を有しており、架空や地下（ハンドホール）などで使用されます。



昭和電線ケーブルシステム株式会社

産業電線営業部 第二営業グループ
〒105-6012 東京都港区虎ノ門4-3-1 (城山トラストタワー)
TEL: 03-5404-6973 FAX: 03-3436-2592
e-mail: scs@cs.swcc.co.jp
URL: <http://www.swcc.co.jp>
製品URL: <http://www.swcc.co.jp/cs/products/index.html>

JMACSのIETPシリーズは、EMI対策が必要とされるFA分野に最適な、シールド付き(2重シールド)の産業用イーサネットケーブルです。



■ケーブルの特長

- ISO/IEC11801(Cat.5)、TIA/EIA-568-C.2(Cat.5e)の特性に準拠。
(ギガビットイーサネット(1000BASE-T)に対応)
- アルミ箔貼付けPETテープと高密度編組の2重シールドにより耐ノイズ性に優れ、通信の伝送品質が安定します。
- FA分野での用途を考慮し、シース(外被)には、難燃性と耐油・耐熱性能に優れた鉛フリーのビニル混合物を使用しています。(RoHS指令対応)
- レンガマークを印字していますので、条長管理が容易です。
- UL規格対応 : c (UL) UL444 CM

■ケーブルの仕様

型番	IETP - SB	IETP26 - SB	IETP - SBSF
導体サイズ・対数	24AWG (0.5 mm) ×4P	26AWG×4P	26AWG×4P
シースの材質/色	耐油・耐熱ビニル/空色		耐油・耐熱ビニル/青色
ケーブルの外径 約 (mm)	6.5	6.0	6.5
概算質量 (kg /km)	55	45	50
用途	固定配線/一般用	固定配線/パッチコード	可動配線/パッチコード
伝送可能距離 (at 20 °C) ※	100m	70m	50m

※26AWG×4Pの伝送可能距離は、Cat.5eの減衰量規格からの算出値です。

※IETP-SBSF(可動配線)は、ケーブルベアなどの低速可動部の配線にご使用いただけます。

産業用イーサネット 取り扱いコネクタ

工場内のさまざまな環境に応じたコネクタを取りそろえております。
タイプ選定に際しては、弊社営業部までお問い合わせください。



可動部対応 イーサネットケーブル

RX-IETP-SB RX-PNET/C

EtherNet/IP™

産業用イーサネットケーブルのハイグレードタイプとして、
ロボットやケーブルベアなどの移動屈曲部への配線を可能にした
ロボット／可動部用の産業用イーサネットケーブルです。



■ケーブルの特長

- 導体素線に銅合金極細線を、絶縁体には耐熱性と耐摩耗性に優れた高性能樹脂を使用することで、耐屈曲性に優れています。
- シースには、柔軟で「耐油性、耐熱性、難燃性」に優れた鉛フリーの非移行性ビニルを使用しています。(RoHS指令対応)
- 標準外径4.0mm (32AWG×4P)
細径化により、曲げ半径を小さくでき、配線スペースを抑えられます。
- 表面印字には、レングスマークを印字していますので、条長管理が容易です。
- UL、c-UL規格対応
(AWM 20276, CSA-C22.2 No.210)

■ケーブルの仕様

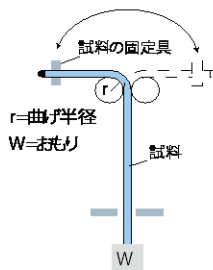
極細径

型番	RX-IETP-SB	RX-IETP-SB	RX-PNET/C	RX-PNET/C
導体サイズ×対数	27AWG×4P	32AWG×4P	22AWG×2P	27AWG×2P
シースの材質	耐油・耐熱ビニル			
ケーブルシース色(標準)	青	青	青	青
ケーブルの外径(mm)	6.5	4.0	7.0	4.5
概算質量(kg/km)	50	25	65	30
伝送可能距離(at 20°C)	30m	10m	50m	30m

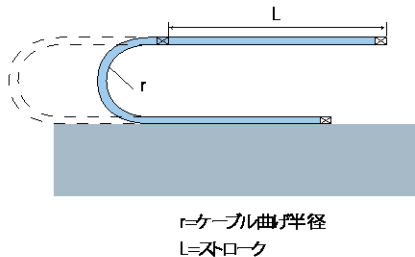
※32AWG×4Pは、コネクタを取り付けた製品が標準となります。

耐屈曲性 1,000万回以上をクリア (当社試験) ※試験条件で回数が異なりますので、詳細は、お問い合わせ下さい。

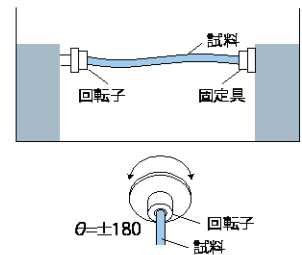
左右90度折り返し試験



ケーブルベア試験



捻回試験



JMACS株式会社

〒553-0003 大阪市福島区福島7丁目20番1号
TEL 06-4796-0080 FAX 06-4796-0090
URL : <http://www.jmacs-j.co.jp/>

難燃高強度光ケーブル HS-FR

EtherNet/IP™

過酷な環境下にも耐える強靱さがネットワークに大きな安心を届けます。
 JMACSのHSシリーズは、難燃・高強度を実現した製品です。
 取り扱いが容易で、施工時の省力化が図れます。



■ケーブルの特長

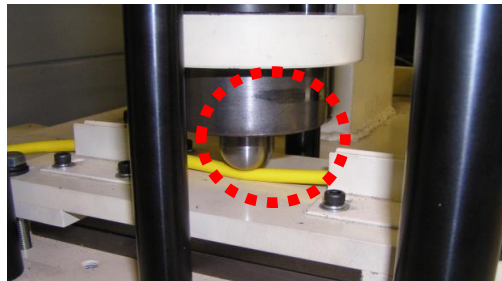
JMACSの高強度光ケーブルは、外被にポリウレタンを使用し、以下の特長を有しています。

- 鋼帯等の特殊な外装を施さずに、側圧、衝撃に強く、耐磨耗性に優れています。
- 機械的強度を保持しつつ、細径及び軽量化を実現し、かつ柔軟性も考慮しました。
- 材料の特性により、幅広い温度範囲(-55~85℃)で使用できます。
- IEC60332-1(JISC3665-1) 一条垂直試験に適合する難燃性を有しています。

★耐側圧 4400N/cm



★衝撃(荷重3kg,高さ150mm)2000回



★許容張力2,200N



※上記数値は社内試験時における条件で、保証値ではありません

■機械特性

項目	特性
耐側圧性 (N/cm) ※	2100
耐衝撃性 (impacts) ※	1500

※参考値であって、保証値ではありません。

■伝送特性

			SM	GI	GI(10G)
伝送損失 (dB/km)	波長 850nm	最大値	—	3.0	3.0
	波長 1310nm	最大値	0.5	1.0	1.0
	波長 1550nm	最大値	0.5	—	—
伝送帯域 (MHz・km)	波長 850nm	最小値	—	600	1500
	波長 1310nm	最小値	—	600	500



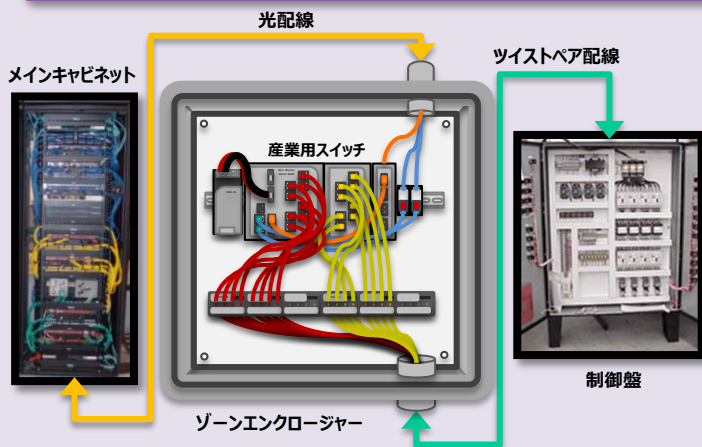
JMACS株式会社

〒553-0003 大阪市福島区福島7丁目20番1号
 TEL 06-4796-0080 FAX 06-4796-0090
 URL : <http://www.jmacs-j.co.jp/>

パンドウイトコーポレーション 事前構成型ゾーンエンクロージャ

これまで工場内にIoTネットワークを敷設するには環境調査を行ったうえで、ゾーンエンクロージャを個別に設計する必要がありました。
パンドウイトの事前構成型（Preconfigured）ゾーンエンクロージャはほとんどの工場で使用できるようIP66防水防塵仕様になっており、また配線管理システムを標準装備しているため設計及び施工コストと膨大な導入時間を削減できます。

ゾーンを用いたネットワークケーブリングの構築



ゾーンエンクロージャ

- 産業スイッチ用の中間配線盤
 - ☞ UL Type4/12, IP66対応
- 優れた配線管理性
 - ☞ ツイストペア & 光ケーブルの両方を収容
- パッチ配線による配線切り替え
 - ☞ 増設や接続変更への高い柔軟性

■ ゾーンエンクロージャ

製品型番	明細	販売単位
Z11C-S	ゾーンエンクロージャ (W305 x H457 x D247mm) <同梱品> DINレール(241mm) x 1, サイド用L字リング x 4, 余長スプール x 1, DINレール用Mini-comアダプタ x 2	1 (式)
Z22C-SS	ゾーンエンクロージャ (W610 x H711 x D297mm) <同梱品> DINレール(444mm) x 2, サイド用L字リング x 10, 余長スプール x 1, ケーブルサポートバー x 1, 電源部カバー x 1, グラウンドバー x 1, DINレールCopper用8ポートパッチパネル x 1, Cat6シールドジャック x 8, Cat6STPパッチコード1m x 8, ファイバー用マウントボックス x 1, LCアダプタモジュール x 6, LCデュプレックスパッチコード1m x 2,	1 (式)
Z23C-SS	ゾーンエンクロージャ (W610 x H1016 x D297mm) <同梱品> DINレール(444mm) x 3, サイド用L字リング x 9, 余長スプール x 1, ケーブルサポートバー x 1, 電源部カバー x 1, グラウンドバー x 1, 19インチラック用48ポートパッチパネル x 1, Cat6シールドジャック x 16, Cat6STPパッチコード1m x 16, ファイバー用マウントボックス x 1, LCアダプタモジュール x 6, LCデュプレックスパッチコード1m x 4	1 (式)



PANDUIT
infrastructure for a connected world

国内問合せ先：

パンドウイトコーポレーション日本支社

〒108-0075 東京都港区港南2-13-31 品川NSSビル

Tel:03-6863-6060 Fax:03-6863-6100

E-mail:jpn-toiawase@panduit.com

http://www.panduit.co.jp

パンドウイトコーポレーション 産業用光ファイバケーブル

産業用DCF光ファイバケーブル

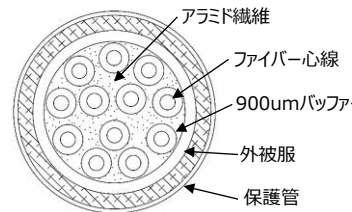
- 樹脂製の保護管に内包することにより、耐衝撃性と高い柔軟性を実現
- ライザー仕様の保護管は難燃テストUL2024に準拠
- 現場での光コネクタ成端に最適
- Telcordia GR-409-CORE, IEC60332-3C, IEC61034-2準拠



FSAD512

製品型番	心数	外径 (mm)	曲げ半径 (mm)		主な仕様	販売単位
			施工時	使用時		
F■AD▲02	2	10	200	100	■使用環境 保存温度範囲: -40 ~ 70℃ 使用温度範囲: -20 ~ 70℃ ■引張強度 施工時: 最大1,320Nまで 使用時: 最大396Nまで ■保護管カラー OM2(橙), OM3,4(薄青), OS1(黄)	1,000m
F■AD▲04	4	10	200	100		
F■AD▲06	6	10	200	100		
F■AD▲08	8	10	200	100		
F■AD▲12	12	10	200	100		

■記号: O(OM3, OM4), S(OM2, OS1) ▲ファイバタイプ: 5(OM2), X(OM3), Z(OM4), 9(OS2)



産業用光ファイバケーブル

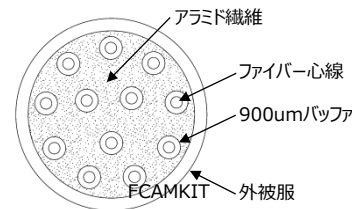
- 高密度アラミド繊維による高い防水性能
- 高い可とう性と引張強度により施工性を向上
- 現場での光コネクタ成端に最適
- Telcordia GR-409-CORE, IEC60332-1, IEC60332-3-24準拠



FLKRX12

製品型番	心数	外径 (mm)	曲げ半径 (mm)		主な仕様	販売単位
			施工時	使用時		
FLK□▲04	4	5.3	106	53	■使用環境 保存温度範囲: -40 ~ 70℃ 使用温度範囲: -20 ~ 70℃ ■引張強度 施工時: 最大660Nまで 使用時: 最大198Nまで	1,000m
FLK□▲06	6	5.3	106	53		
FLK□▲08	8	5.8	116	58		
FLK□▲12	12	6.6	132	66		

□難燃性: R(ライザー), L(LSZH) ▲ファイバタイプ: 5(OM2), X(OM3), Z(OM4), 9(OS2)



■ 研磨済み光コネクタ成端工具 可視光源キット

製品型番	明細	販売単位
FPPKIT-CVY	■梱包品 可視光源(LC/SC/STクレードル付)、可視光源接続用光コード	1本



※ジャケットストリッパーやバッファーストリッパー、ファイバークッターなど、光コネクタ成端に必要な工具をすでにお持ちの場合は、こちらの可視光源キットをご購入頂くとOpti-Cam™ 研磨済み光コネクタの成端が可能になる場合がございます。詳細につきましては、弊社営業窓口までお問い合わせください。

PANDUIT®
infrastructure for a connected world

国内問合せ先:
パンドウイトコーポレーション日本支社
〒108-0075 東京都港区港南2-13-31 品川INSSEL
Tel:03-6863-6060 Fax:03-6863-6100
E-mail:jpn-toiawase@panduit.com
http://www.panduit.co.jp

パンドウイトコーポレーション 光ファイバコネクタ

OptiCam™ 研磨済み光コネクタ

- ▶ 研磨済みコネクタの採用により、現場でのコネクタ成端時間を大幅に短縮
- ▶ 可視光源を使用し、成端時に接続状況を目視で確認可能
- ▶ カム方式の採用により、2回まで再成端可能
- ▶ TIA/EIA-604-FOCIS3, FOCIS10準拠

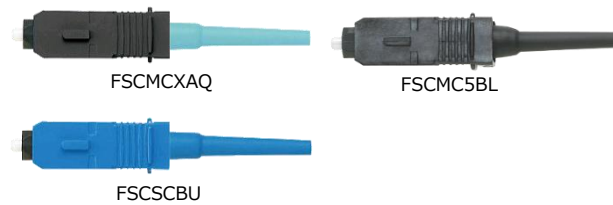
■ 研磨済みLCコネクタ (900umバッファ用ブーツ付き)

製品型番	グレード	コネクタ仕様	ブーツ色	販売単位
FLCSMCXAQY	OM3/OM4	シンプルックス	アクア	1個
FLCSMC5BLY	OM2		ブラック	
FLCSSCBUY	OS1/OS2		ブルー	



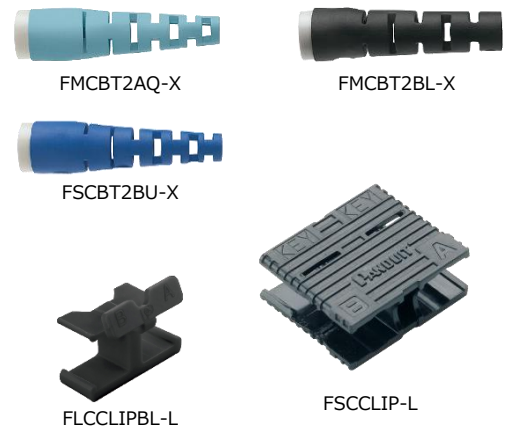
■ 研磨済みSCコネクタ (900umバッファ用ブーツ付き)

製品型番	グレード	コネクタ仕様	ブーツ色	販売単位
FSCMCXAQ	OM3/OM4	シンプルックス	アクア	1個
FSCMC5BL	OM2		ブラック	
FSCSCBU	OS1/OS2		ブルー	



■ 研磨済み光コネクタ用アクセサリ

製品型番	仕様	色	販売単位
FMCBT2AQ-X	1.6~2.0mmジャケット用 ファイバブーツ	アクア	10個
FMCBT2BL-X		ブラック	
FSCBT2BU-X		ブルー	
FMCBT3AQ-X	3.0mmジャケット用 ファイバブーツ	アクア	10個
FMCBT3BL-X		ブラック	
FSCBT3BU-X		ブルー	
FLCCLIPBL-L	LCデュプレックスクリップ	ブラック	50個
FSCCLIP-L	SCデュプレックスクリップ	ブラック	



OptiCam™ 研磨済み光コネクタ専用 成端工具

■ 研磨済み光コネクタ成端工具 フルキット

製品型番	明細	販売単位
FCAMKIT	<ul style="list-style-type: none"> ■ 主な梱包品 ジャケットストリッパー、バッファーストリッパー、ファイバークッター、アラミド繊維用ハサミ、可視光源(LC/SC/STクレードル付)、可視光源接続用光コード、アルコールボトル、安全メガネ、工具ケース 	1本



※光ファイバの清掃に必要なアルコールは販売しておりません。純度90%以上の工業用イソプロピルアルコールを別途ご用意ください。

PANDUIT®
infrastructure for a connected world

国内問合せ先：

パンドウイトコーポレーション日本支社

〒108-0075 東京都港区港南2-13-31 品川MSSビル

Tel:03-6863-6060 Fax:03-6863-6100

E-mail:jpn-toiawase@panduit.com

http://www.panduit.co.jp

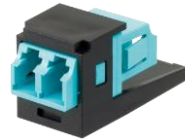
パンドウイトコーポレーション 光ファイバコネクタ

Mini-Com™ 光ファイバ アダプタモジュール

- ミニコムパッチパネルと組み合わせて使用
- OS1/OS2及びOM4光ファイバにはジルコニア製スリーブを推奨
(それ以外はりん青銅製)
- ファイバタイプ別に規格推奨色でラインナップ

■ LC デュプレックスアダプタモジュール

製品型番	グレード	コネクタ仕様	アダプタ色	販売単位
CMDSAQLCZBL	OM4	デュプレックス	アクア	1個
CMDSAQLCBL	OM3		ブラック	
CMDSBLLCBL	OM2		ブルー	
CMDSLZCZBL	OS2			



CMDSAQLCBL



CMDSBLLCBL

■ SC デュプレックスアダプタモジュール

製品型番	グレード	コネクタ仕様	アダプタ色	販売単位
CMDAQSCZBL	OM4	デュプレックス	アクア	1個
CMDAQSCBL	OM3		ブラック	
CMDBLSCBL	OM2		ブルー	
CMDBUSCZBL	OS2			



CMDAQSCBL



CMDBLSCBL

■ SC シンプルックスアダプタモジュール

製品型番	グレード	コネクタ仕様	アダプタ色	販売単位
CMSAQSCZBL	OM4	シンプルックス	アクア	1個
CMSAQSCBL	OM3		ブラック	
CMSBLSCBL	OM2		ブルー	
CMSBUSCZBL	OS2			



CMSAQSCBL



CMSBLSCBL

DINレールマウントパッチパネル

- 標準的な35mmサイズのDINレールにマウント可能
- ジャックは別売 (全てのミニコムジャックを装着可能)

製品型番	製品名	仕様	販売単位
FDME8RG	DINレールマウントパッチパネル	8ポートタイプ, Fiber用 適応ケーブル外径 φ6.4~18mm	1個
CADIN1IG	DINレールマウントアダプタ	1ポートタイプ	1個



FDME8RG



CADIN1IG

PANDUIT
infrastructure for a connected world

国内問合せ先：

パンドウイトコーポレーション日本支社

〒108-0075 東京都港区港南2-13-31 品川MSSビル

Tel:03-6863-6060 Fax:03-6863-6100

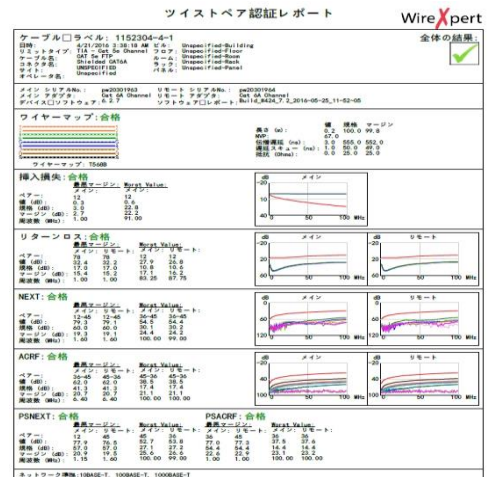
E-mail:jpn-toiawase@panduit.com

http://www.panduit.co.jp

LAN/ファイバケーブルテストの決定版です。 【ワイヤーエキスパート WX-500R】

- ケーブル認証試験をサポート
 - ・TIA 568-C2, Cat3、5e、6、6A
 - ・ISO/IEC 11801, EN50173 Class D、E、EA
 - ・パッチコード
- 測定周波数1~500MHz
- 自動試験時間はCat6Aで11秒以内
- ローカル・リモート両ユニットにタッチパネルを搭載。試験開始、データ保存が可能。
- 内蔵メモリ1Gb（試験結果4,000件保存可能）。
- 測定確度TIA レベルⅢeに準拠（ETL認定済）。
- 各種アダプタでご要望の試験が可能
 - ・ファイバ試験用（シングルモード、マルチモード（EF適合））
 - ・パッチコード用（Cat5e、Cat6、Cat6A）
- 2セット使用でエイリアン・クロストーク測定が可能。（別途ソフトインストール必要）

WireXpert by Softing Singapore Pte Ltd



仕様

試験パラメータ

- ・測定周波数レンジ 1~500MHz
- ・測定精度 レベルⅢe

試験規格

- ・TIA-568-C.2, Cat5~6A
- ・ISO/IEC11801, EN50173, ClassD, E, EA
- ・JIS X5150:2014
- ・パッチコード

試験項目

- ・挿入損失
- ・NEXT (近端漏話減衰量) / PSNEXT
- ・ACR-F/PSACR-F
- ・ACR-N/PSACR-N (※ISO/IEC規格を選択で測定可)
- ・リターンロス/ループ抵抗
- ・ワイヤマップ (シールド含む)
- ・ケーブル長/伝播遅延/遅延時間差

メモリ (内部) 内部フラッシュメモリ500Mb
(外部) USBフラッシュドライブ
1GB標準添付、最大32GBに対応)

電源 充電式リチウムイオンバッテリー (連続8時間使用)
ACアダプタ (100~240VAC)

寸法 232×126×86.7mm

重量 1.2kg (ユニット)

校正期限 1年

構成品

- ・ワイヤーエキスパートWX-500R本体 1セット
- ・ローカルユニット 1台
- ・リモートユニット1台
- ・チャンネルアダプタ 2個
- ・パーマネントリンクアダプタ 2個
- ・ACアダプタ 2個
- ・USBメモリ 1個
- ・トークヘッドセット 2個
- ・ソフトキャリングケース 1個
- ・取扱説明書



安全に関するご注意

- ご使用前に「取扱説明書」をよくお読みのうえ、正しくお使い下さい。

その他付記事項

- 仕様及び外観は製品改良のためお断りなく変更する場合がありますのでご了承下さい。
- このカタログの内容についてのお問い合わせは、当社 (下記) におたずね下さい。

関連キット

- ・光ファイバテストキット：シングルモード
(波長1310nm/1550nm) 用：製品番号
WX_AD_SM2



- ・光ファイバテストキット：マルチモード (EF適合)
(波長850nm/1300nm) 用：製品番号
WX_AD_EF_MM2



- ・MPO/MTPテストキット：マルチモード
(波長830~860nm) 用 製品番号
WX_AD_MM_MPO_KIT



取扱い元



原田産業株式会社 情報通信チーム

〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号 東京海上日動ビル新館

Tel: (03)3213-8391

詳細はWEBをご覧ください <http://infocom-psiberdata.haradacorp.co.jp/>

「EtherNet/IP光ファイバによる構造化ケーブルリングガイド」
page 36 © 2017 ODVA, Inc. All rights reserved.

エンサークルド・フラックスに対応したマルチモードファイバ用アダプタです

【光ファイバテストキット】 (マルチモード：EF適合)

- IEC-61280-4-1 EF規格・IEC-14763-3に適合
- 安定したマルチモード試験がワイヤーエキスパートWX-4500で可能。
- リモートユニット・ローカルユニットに光源
及びパワーメーター機能をもったアダプタを接続
- 交換可能なSC・LC・STアダプタ
- 自動試験時間は6秒以内
- トラブルシューティングに使える
可視光源 (Visual Fault Locator)を内蔵
- 測定の再現性を改善



WireXpert by Softing Singapore Pte Ltd



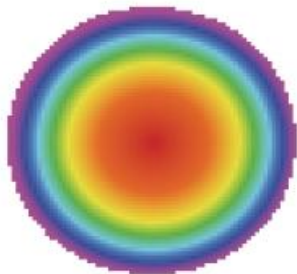
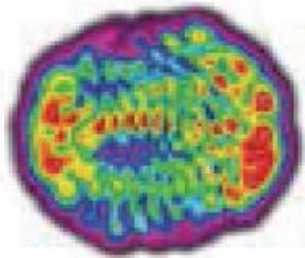


写真) EF適合の光源



EF不適合の光源

仕様

○光ファイバテストキット：マルチモード（EF適応）

製品番号WX_AD_EF_MM2

波長：850/1300nm

コネクタタイプ：FC、SC

試験規格 ISO61280-4-1

試験パラメータ

ダイナミックレンジ：12dB

出力値：-16~-20dBm

受光感度：-40dBm

VFL波長 650nm

パワー 0dBm



構成品

- ・エンサークルドフラックス適合マルチモードアダプタ (850/1300nm) —2ヶ
- ・リファレンスコード単心50 (FC-SC 2m) —2本
- ・リファレンスコード単心50 (SC-SC 2m) —2本
- ・クリーニングキット
- ・取扱説明書
- ・クイックガイド



安全に関するご注意

- ご使用前に「取扱説明書」をよくお読みのうえ、正しくお使い下さい。

その他付記事項

- 仕様及び外観は製品改良のためお断りなく変更する場合がありますのでご了承下さい。
- このカタログの内容についてのお問い合わせは、当社(下記)におたずね下さい。

関連キット

- ・ワイヤーエキスパートWX-4500
Cat5e,6,6a,7,8(ドラフト) に対応



- ・光ファイバテストキット：シングルモード (波長1310nm/1550nm) 用：
製品番号 WX_AD_SM2



- ・MPO/MTPテストキット (マルチモード) (波長830~860nm) 用：
製品番号WX_AD_MM_MPO_KIT



取扱い元



原田産業株式会社 情報通信チーム

〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号 東京海上日動ビル新館

Tel: (03)3213-8391

詳細はWEBをご覧ください <http://infocom-psiberdata.haradacorp.co.jp/>

「EtherNet/IP光ファイバによる構造化ケーブルリングガイド」
page 38 © 2017 ODVA, Inc. All rights reserved.