

カバーページ – 使用時に削除してください

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

EtherCAT イントロダクション：このスライドセットはEtherCAT技術のうち最重要な機能の概要を紹介することを目的としています。

**このファイルを他者に配布する場合はPPTフォーマットではなく、
かならずPDF化してください。**

これらのスライドセットを必要に応じて変更することを許可します。
例えば、スライドを削除したり、自社のEtherCAT製品情報を追加できます。

ただし、EtherCAT技術の紹介やプロモーション以外の目的でこれらのスライドやスライド内の一部 (例、図や写真) を使用することを禁止します

アニメーションはマイクロソフトPowerPoint 2003で作成しています。これ以前のバージョンでは正しく動作しない場合があります。日本語版スライドに関するコメントは info.jp@ethercat.org にご送付ください。

March 2016,
EtherCAT Technology Group



EtherCAT[®]

イーサネットフィールドバス



EtherCATは:

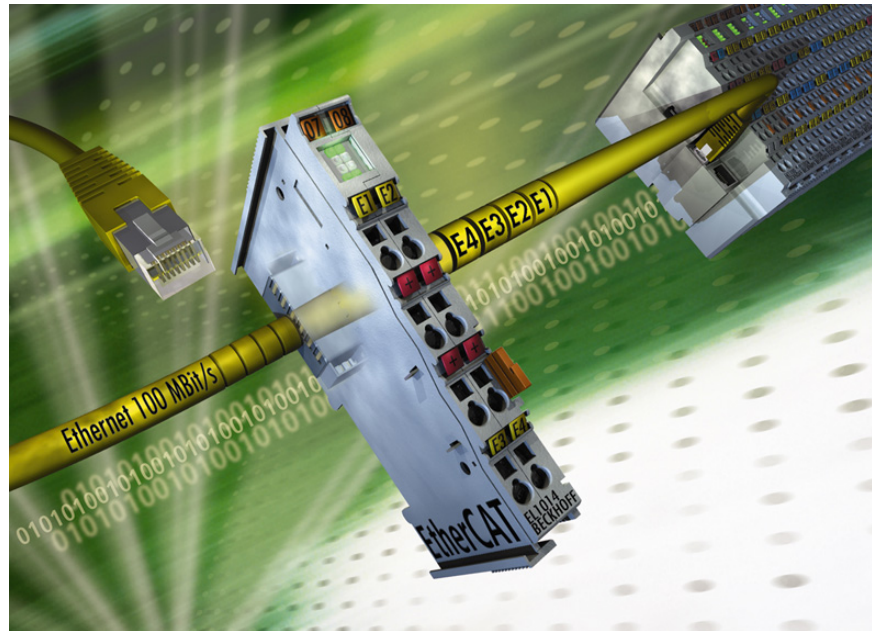
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- イーサネット...
 - コントローラレベルで最先端の技術
 - オフィスでよく使用される標準備品で構成
- フィールドバス...
 - より低コスト
 - 性能重視
 - 時間確定的(リアルタイム)な分散制御
- 組み合わせることによる相乗効果：
 - 標準部品の仕様により低コスト化
 - インターネット技術 (例、Webサーバ) へアクセス
 - インタフェースの削減
 - サイクルタイム <100 μ s以下のリアルタイム通信
 - 柔軟なトポロジ、自由に拡張可能

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- EtherCATはI/Oレベルまでリアルタイム
- センサ・アクチュエータなど下層のサブシステムが不要
- ゲートウェイによる遅延なし
- 入出力、センサ、アクチュエータ、ドライブ、表示器：
全てを1つのネットワークで実現!



EtherCATは:

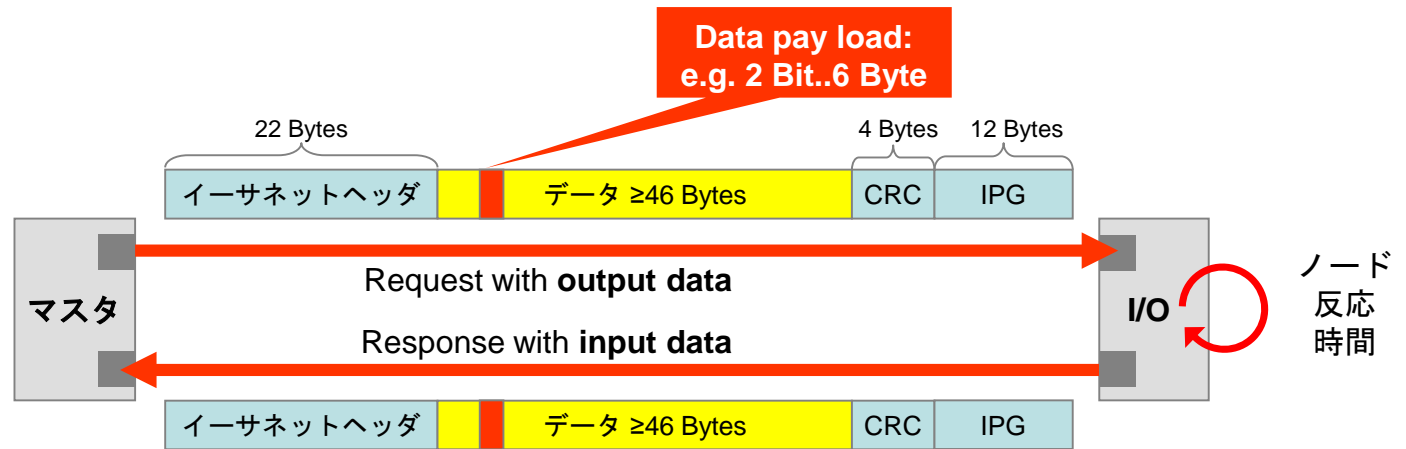
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 伝送レート：
 - 2 x 100 Mbit/s (ファーストイーサネット、全二重)
- I/O更新時間：
 - 256点デジタル I/O : 11 μ s
 - 100ノードに分散した**1000点デジタル I/O : 30 μ s = 0.03 ms**
 - 200点アナログI/O (16 bit) : 50 μ s, 20 kHz サンプルレート
 - **100 サーボ軸 (入出力 各 8 Byte) : 100 μ s = 0.1 ms**
 - 12000点デジタルI/O : 350 μ s

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- I/Oやドライブによるイーサネットの帯域使用 :
 - イーサネットフレーム ≥ 84 Bytes
 プリアンブル + IPG (パケット間ギャップ) を含む



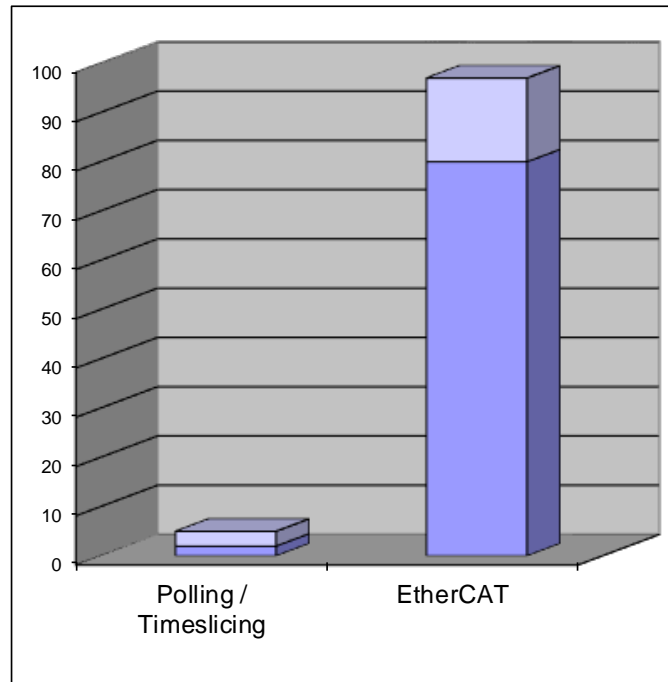
- ノードあたり 4 Byte 入力 + 4 Byte 出力の場合
 - ノードの反応時間 $0 \mu\text{s}$ 時、アプリケーションデータ率 **4.75%**
 - ノードの反応時間 $10 \mu\text{s}$ 時、アプリケーションデータ率 **1.9%**

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

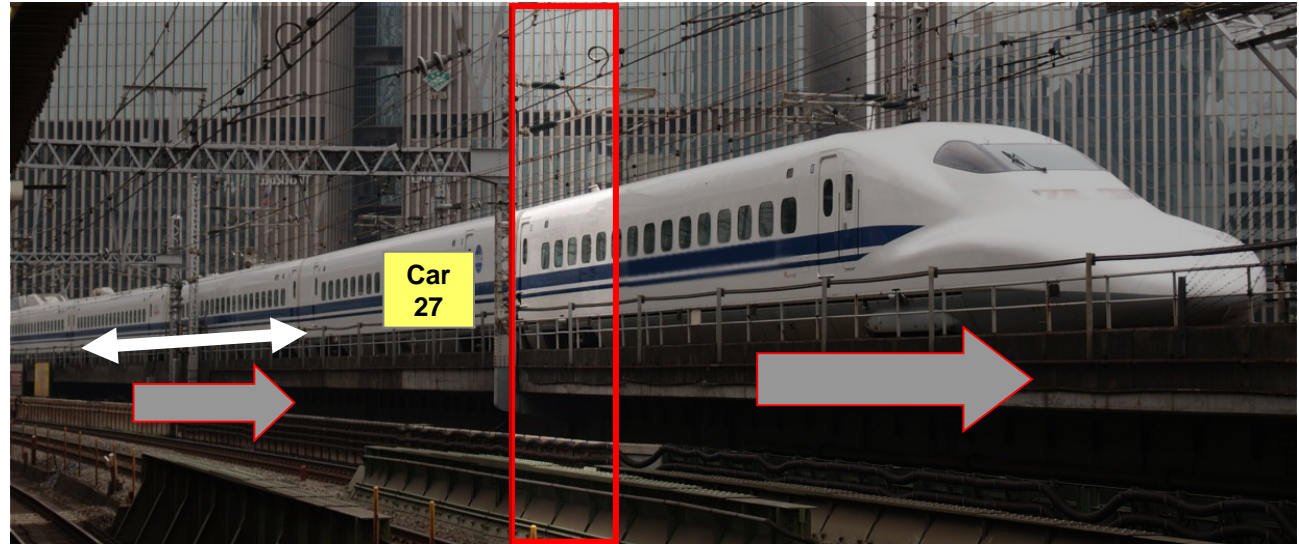
● 帯域使用率の比較 :

- ノードあたりプロセスデータ 4 Byte
 - ポーリング / タイムスライス: ~ 2..5 %
- ノードあたりプロセスデータ 2 Bit 以上
 - **EtherCAT: ~ 80..97 % (全二重, 2 x 100 MBit/s)**



EtherCATは:

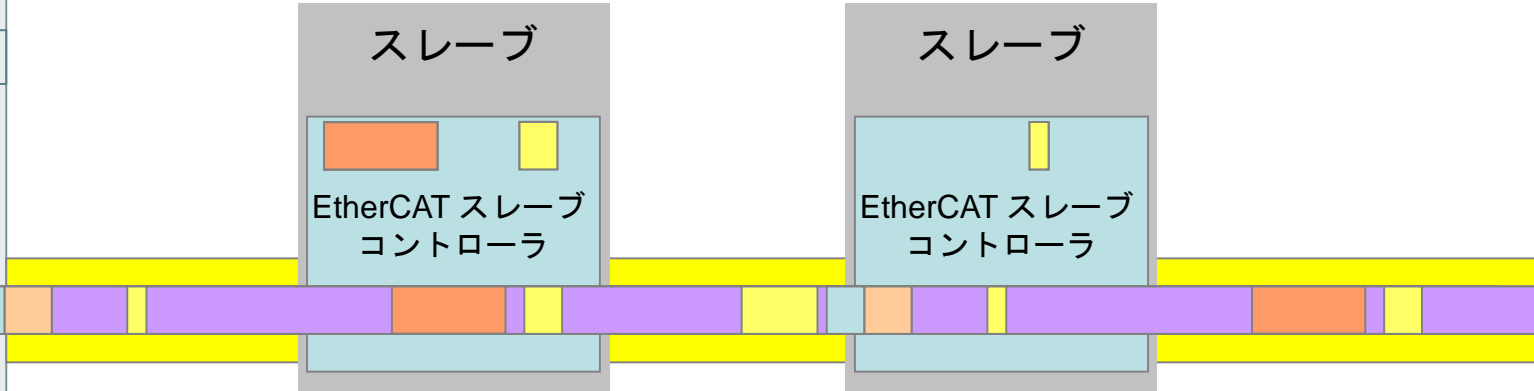
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



- 高速列車に例えると：
 - 「列車」(イーサネットフレーム)は停車しない
 - 「列車」を狭幅の窓からみても、全「列車」がみえる
 - 「車両」(データテレグラム)は可変長
 - 「人」(ビット)や「グループ」(Bytes)の「乗車」や「下車」が可能 – 列車内の複数グループも可

EtherCATは:

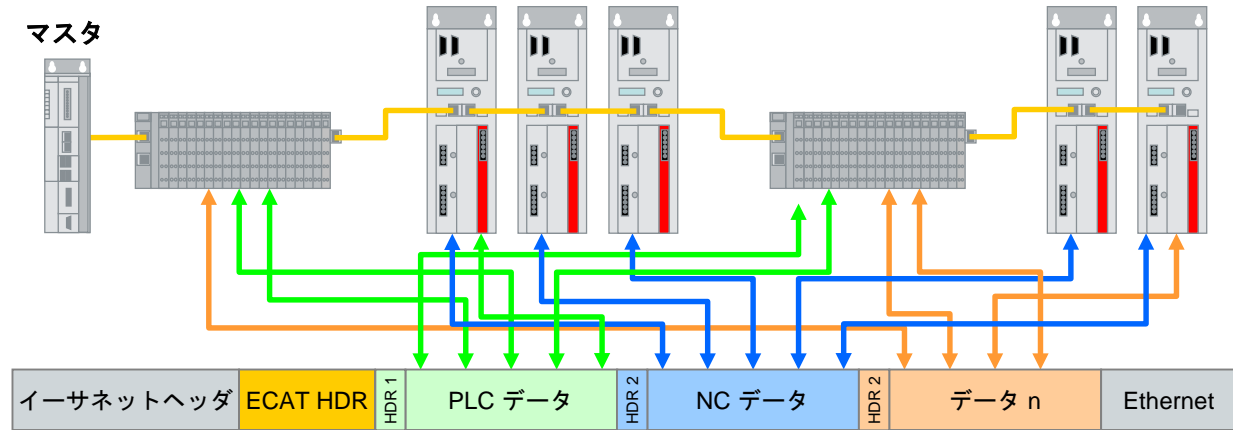
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



- プロセスデータをオン・ザ・フライでリード&ライト :
 - スレーブあたりのプロセスデータサイズはほぼ無制限 (1 Bit...60 Kbyte, 必要に応じ複数フレームを使用)
 - 通信サイクルごとにプロセスデータを構成
例 : モーション軸は短周期、I/Oは長めの周期でデータ更新
 - 非周期・イベントトリガ通信にも対応

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

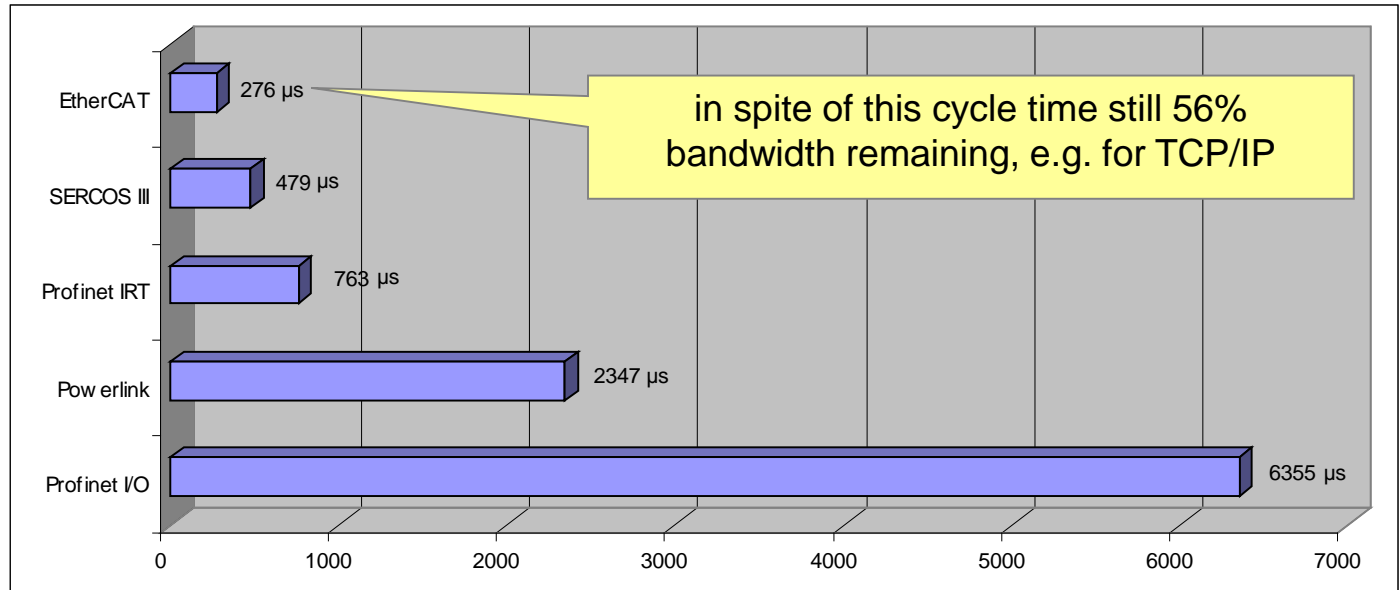


- 論理アドレス指定でプロトコルオーバーヘッドを最小化
 - 分散I/Oに最適化したテレグラム構成
 - 完全にハードウェアで通信を実行：
性能を最大化 (+予測可能)
 - EtherCATデバイスのみでネットワークを構成する場合、
スイッチングハブが不要
 - 充実した診断機能
 - イーサネット仕様との互換性を維持

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 40 軸 (各 20 Byte の入力および出力データ)
- 全560台のEtherCATターミナルからなる 50個の I/O ブロック
- 2000点デジタル + 200点アナログ I/O, ケーブル長 500 m
- **EtherCATのパフォーマンス: サイクルタイム = 276 μ s**
ネットワーク負荷 44 %
通信フレーム長 = 122 μ s

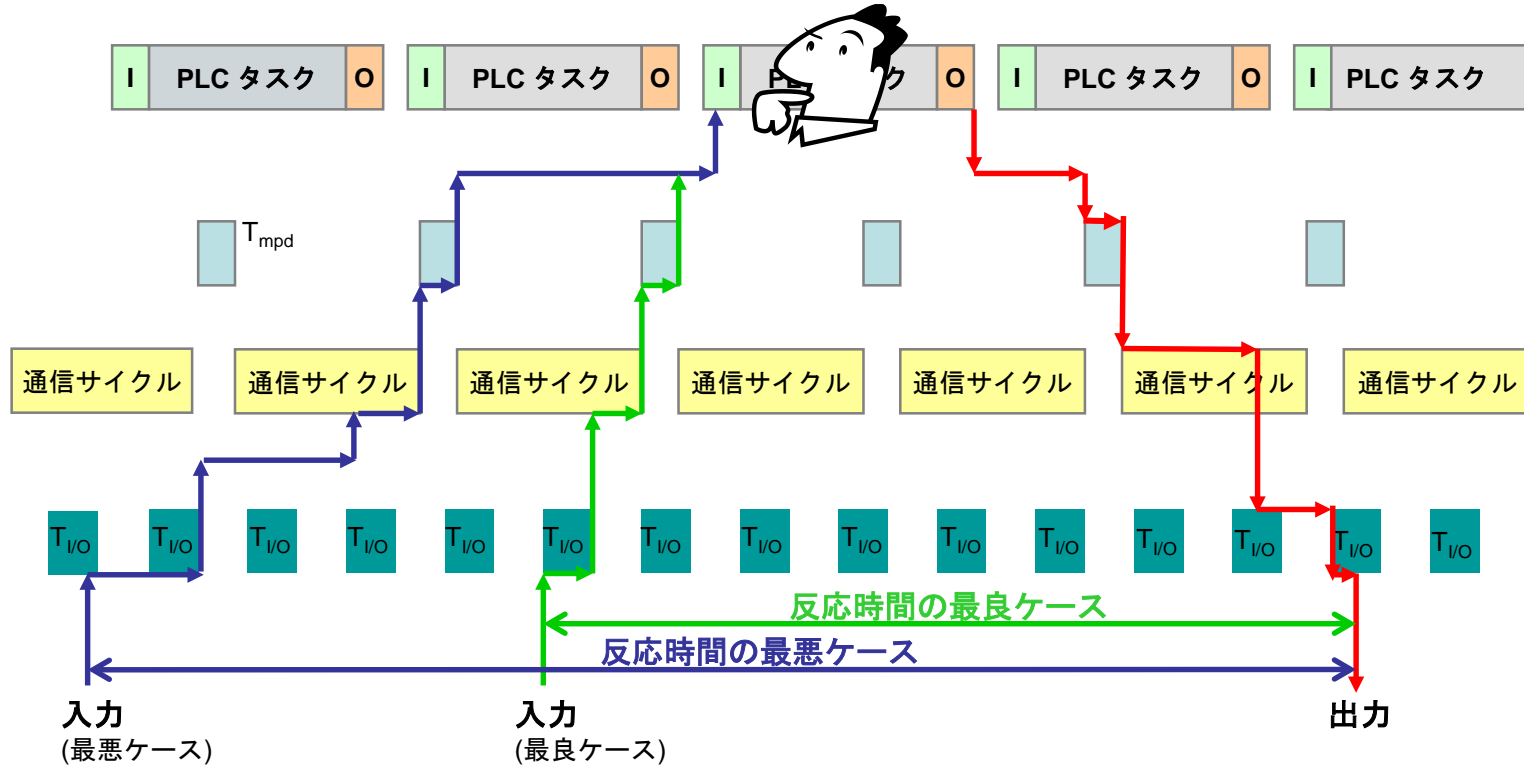


「遅い」制御システムに対するメリット

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 過去のフィールドバス I/O の反応時間：



T_{mpd} : マスタの処理遅延

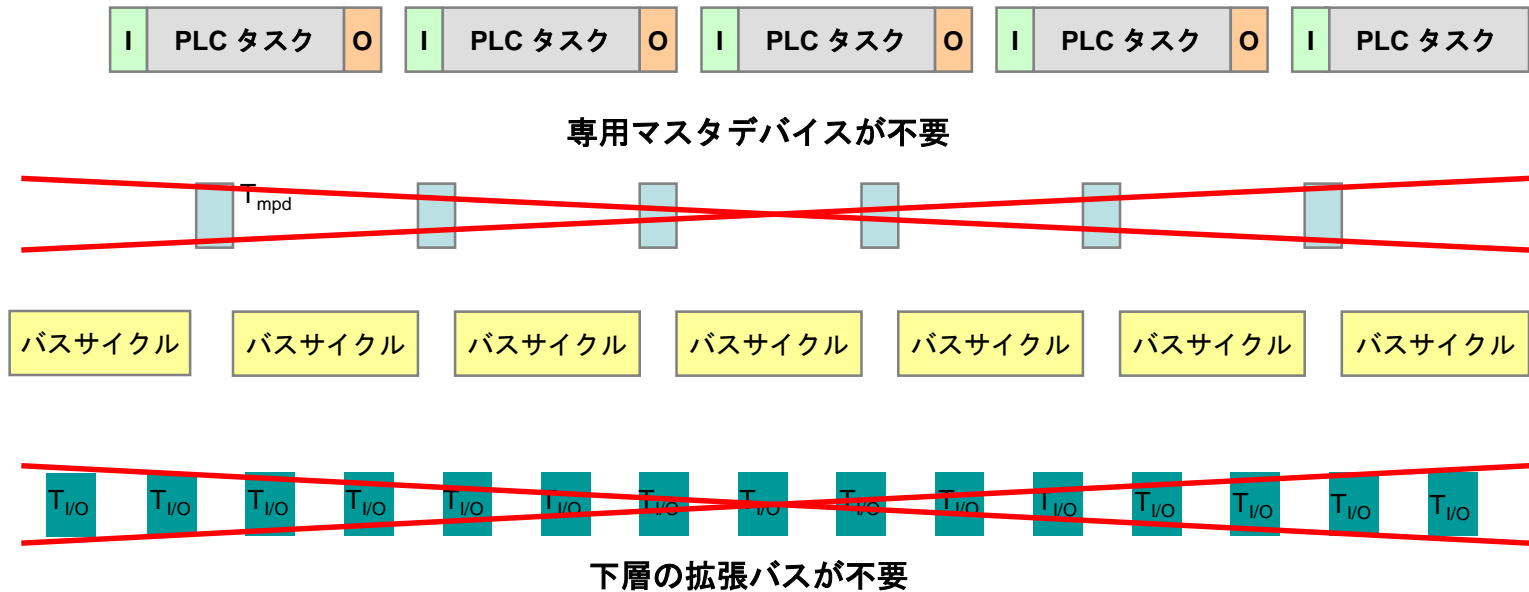
$T_{I/O}$: ローカル I/O 更新時間
(ローカルの拡張バス + ファームウェア)

「遅い」制御システムに対するメリット

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- EtherCATのシステムアーキテクチャ:

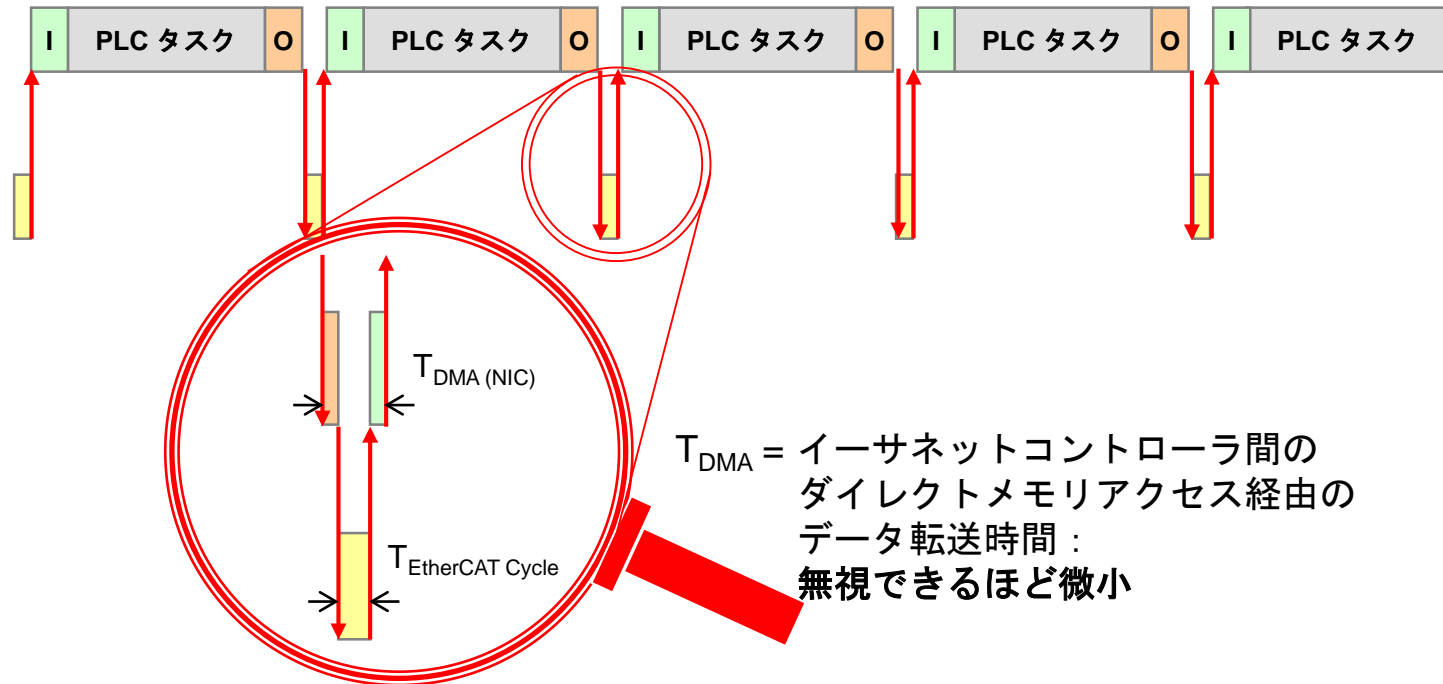


「遅い」制御システムに対するメリット

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- EtherCATのシステムアーキテクチャ:

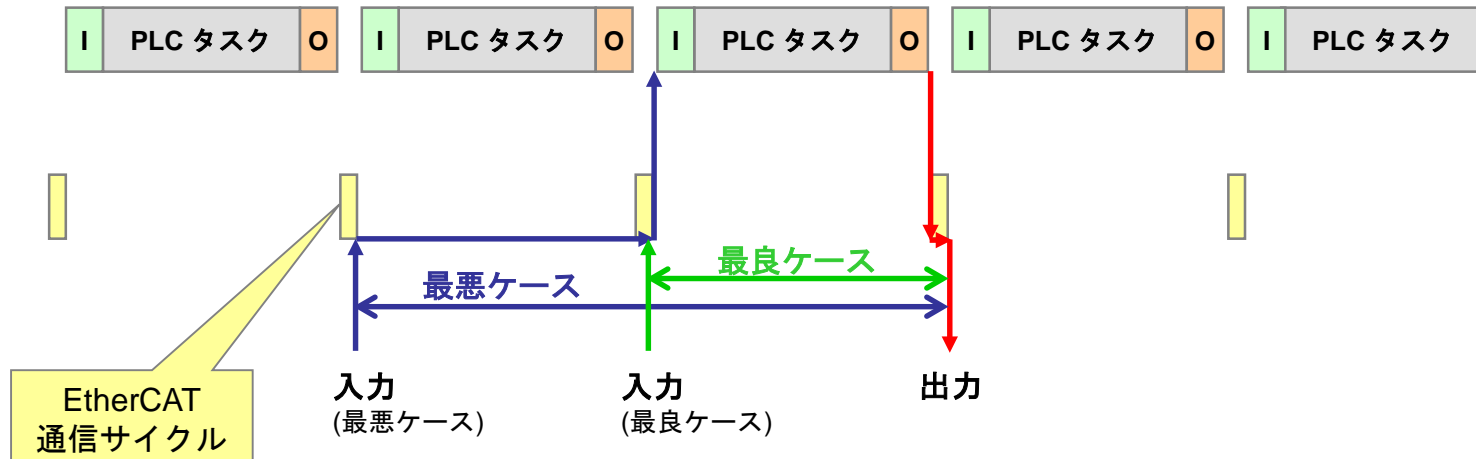


「遅い」制御システムに対するメリット

EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

• EtherCATの反応時間 :

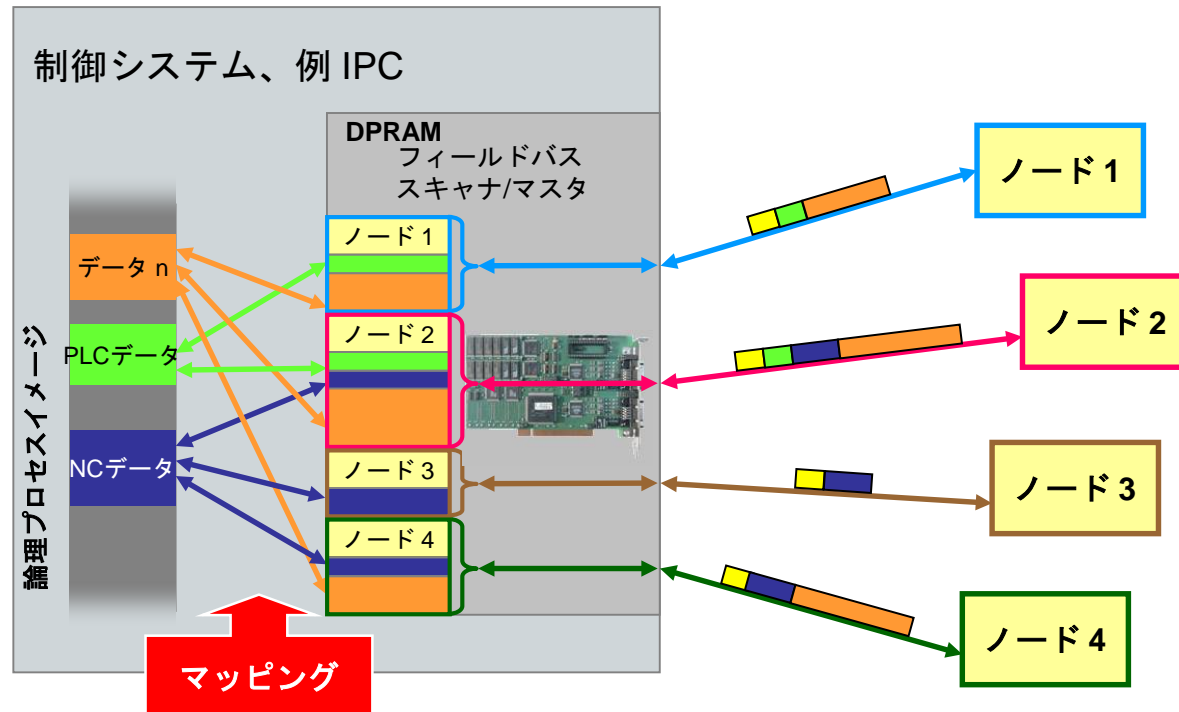


- コントローラの性能はそのままに反応時間を大幅に削減
- 下層のローカル I/O サイクルがなく、拡張バスの遅延なし
- プロトコルの大幅な単純化で専用マスタシステム (例、プラグインカード) が不要

EtherCATは:

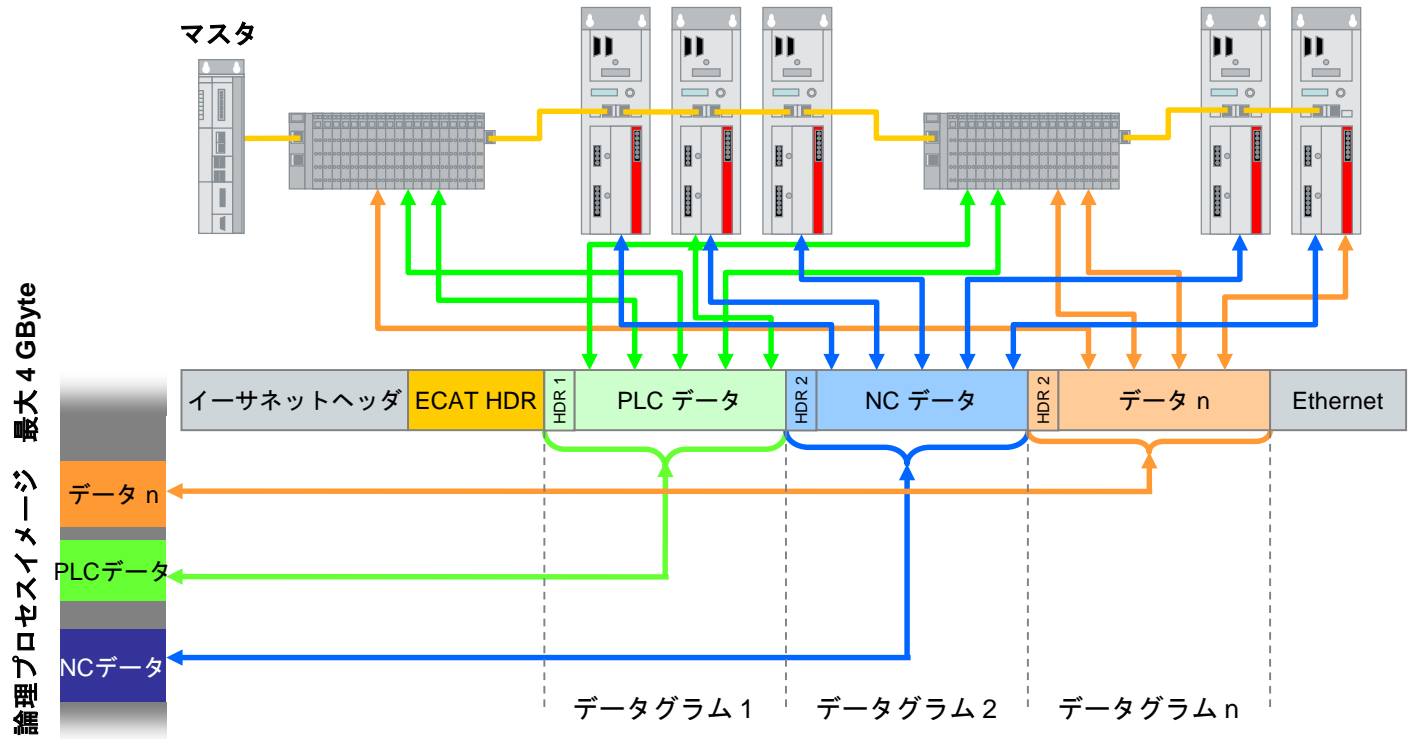
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 従来のフィールドバスシステムでは物理プロセスイメージを生成
- これを論理プロセスイメージにマッピング
 - プロセスデータの並び替えが必要 – たとえ1つのプロセスイメージ (例、NCデータだけ) でも必要



EtherCATは:

- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



- 制御システム側に負荷がなく、マスタのシンプル化が可能
- データをアプリケーションの要件に応じて送信：
超高速化、フレキシブル、高効率化

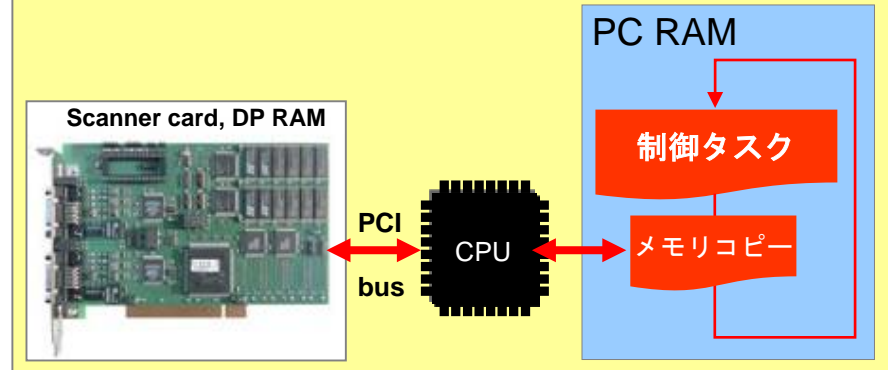
ダイレクトメモリアクセスによる時間削減

EtherCATは:

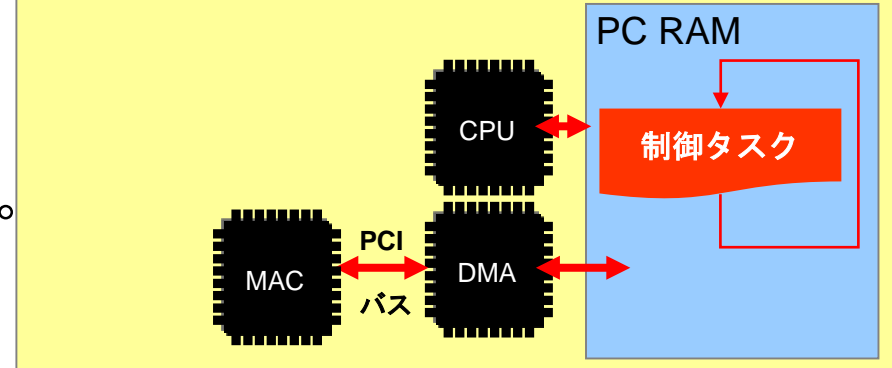
- 高速
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- フィールドバスカード：
データコピーに最大30%のCPU時間を消費
- EtherCAT:
MACはPCIバスマスタ、データはDMAによりPC RAMと直接交換。CPU負荷を低減し、処理性能を向上

フィールドバスカードによるPC制御



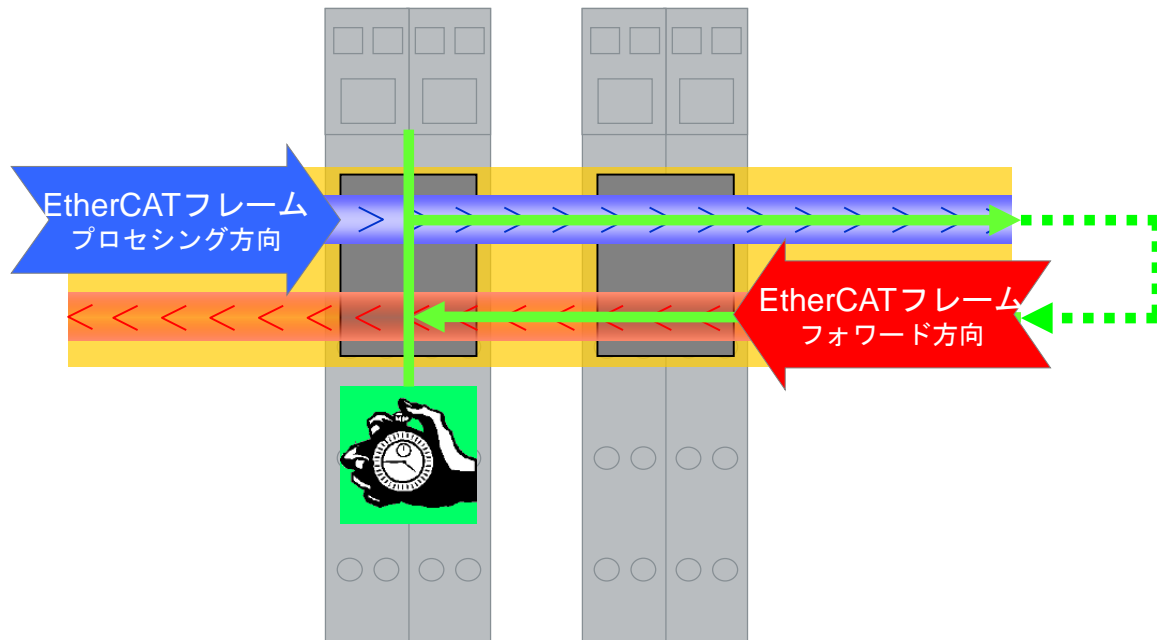
EtherCATによるPC制御



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

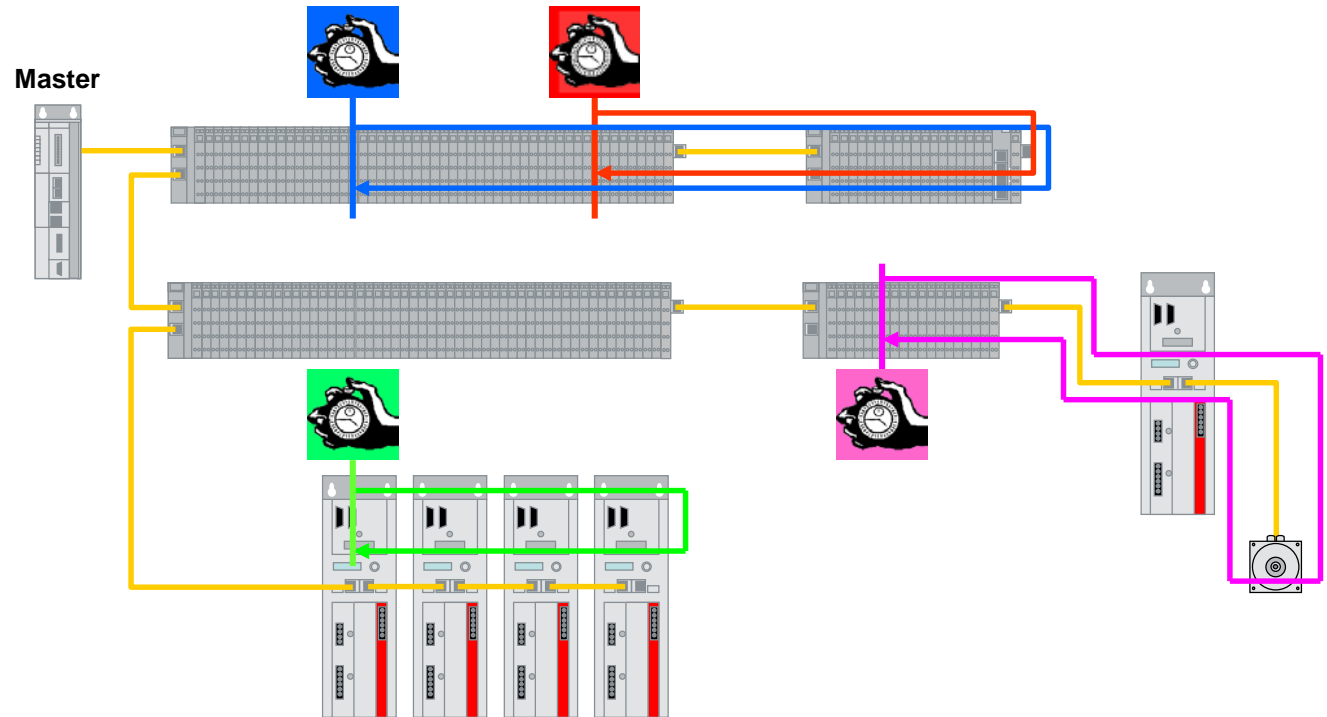
- EtherCAT ノードはフレームの送出から帰還までの時間差を計測



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

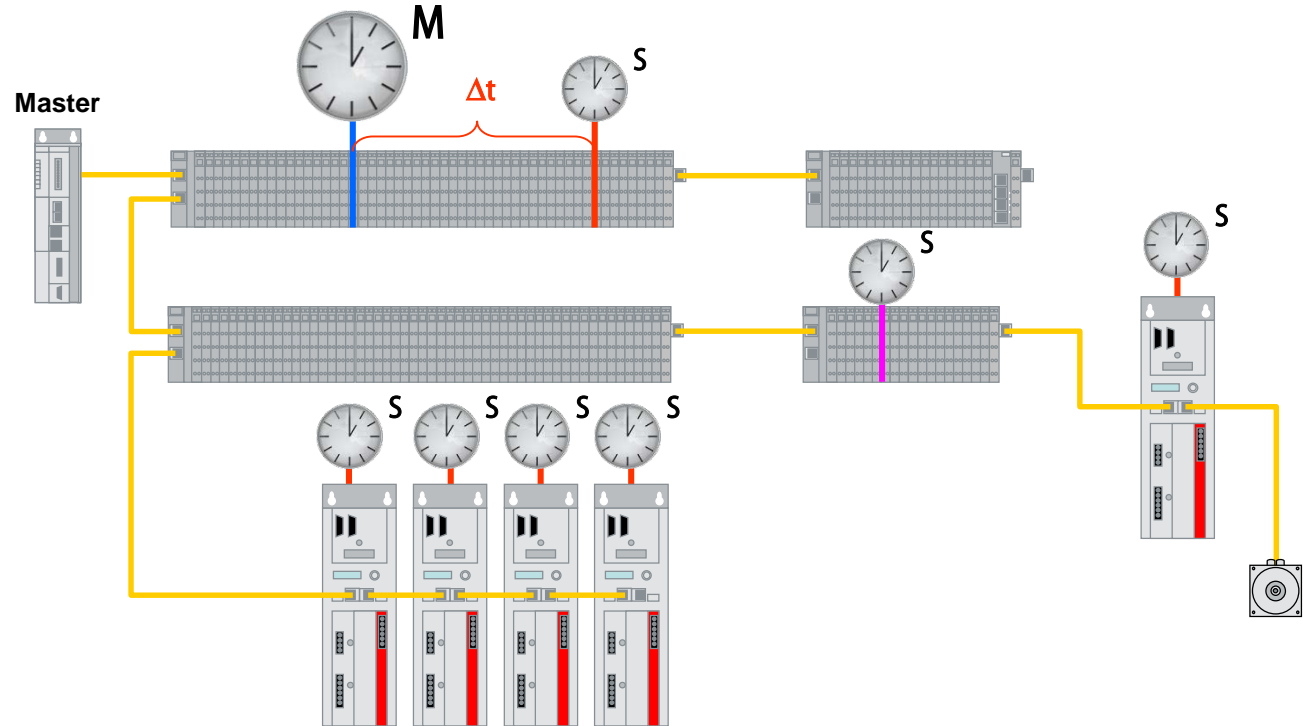
- EtherCAT ノードはフレームの送出から帰還までの時間差を計測



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

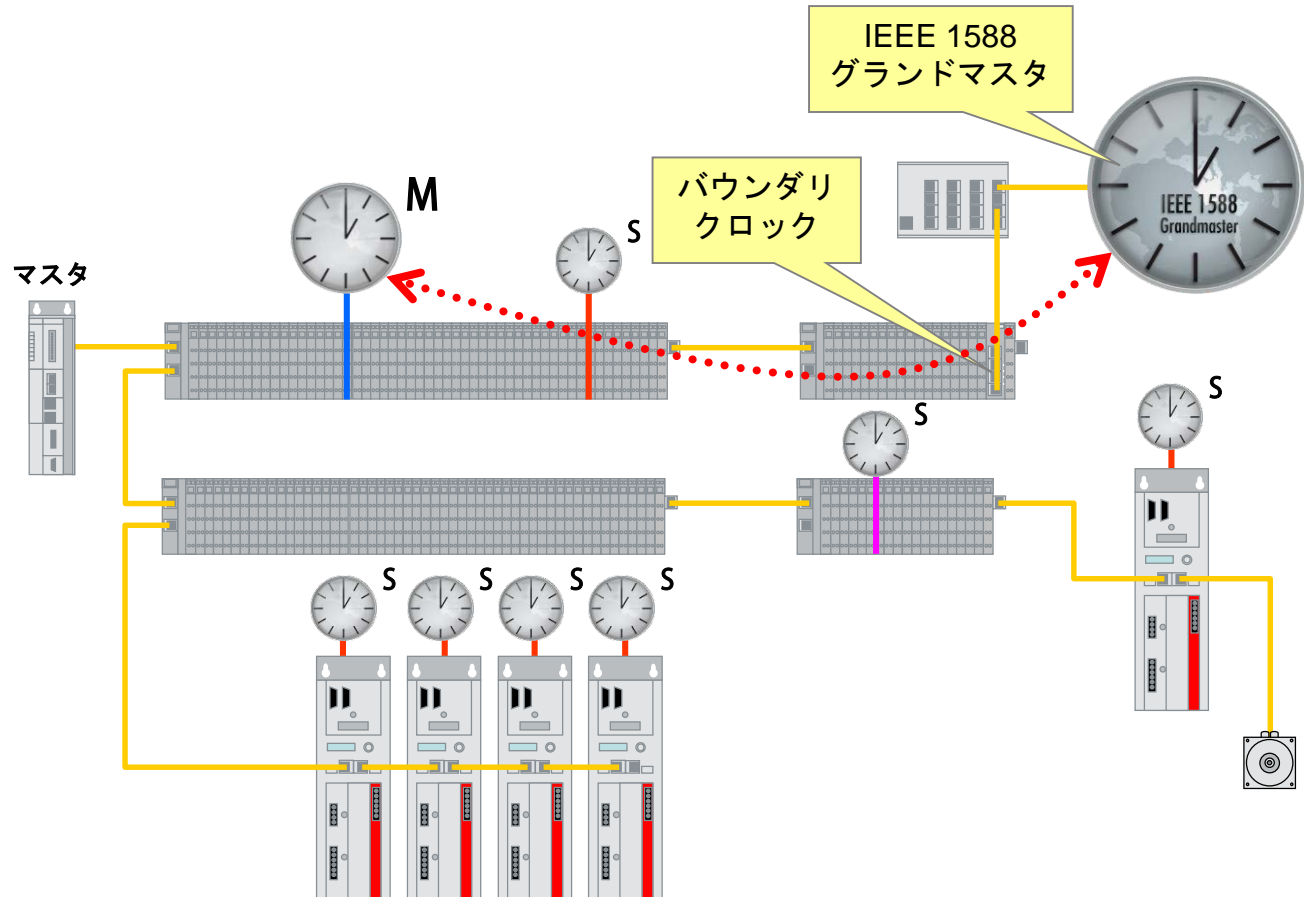
- ディストリビュートクロックの高機能な補正による高精度時刻同期 ($\ll 1 \mu\text{s}$!)



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

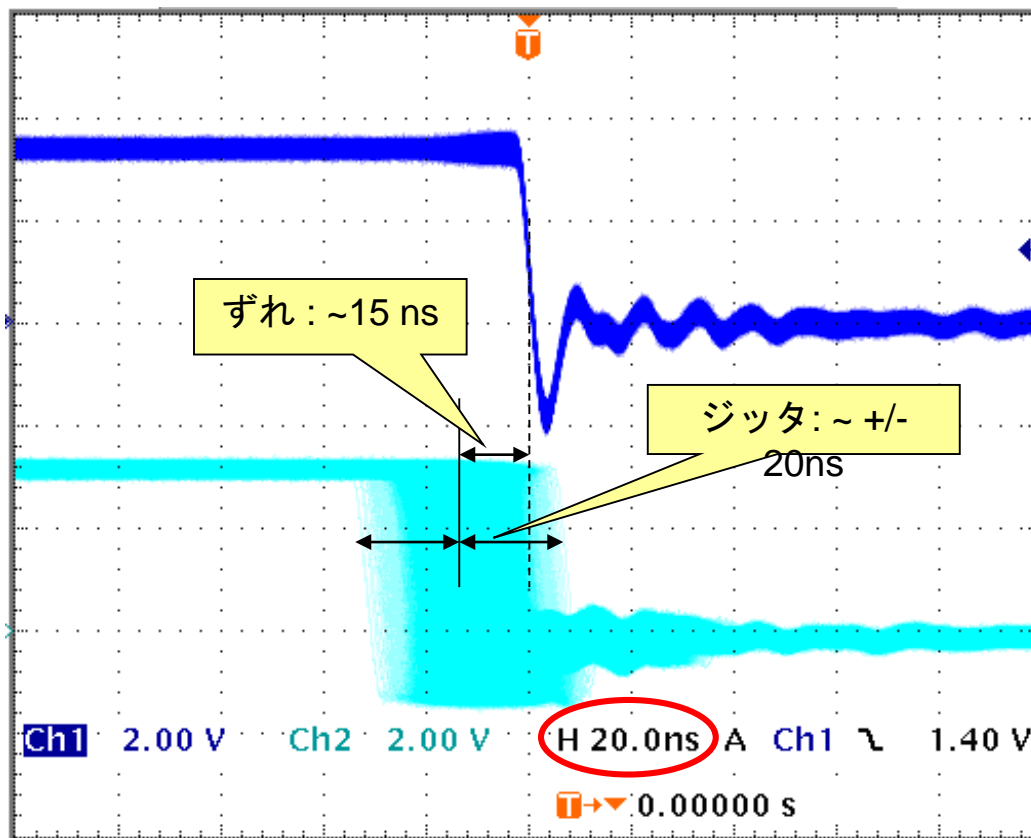
- 内蔵 IEEE 1588 バウンダリクロック付きスイッチポート



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 2台のデバイスで長時間波形計測
- デバイス間に別の300ノード、ケーブル長 120m

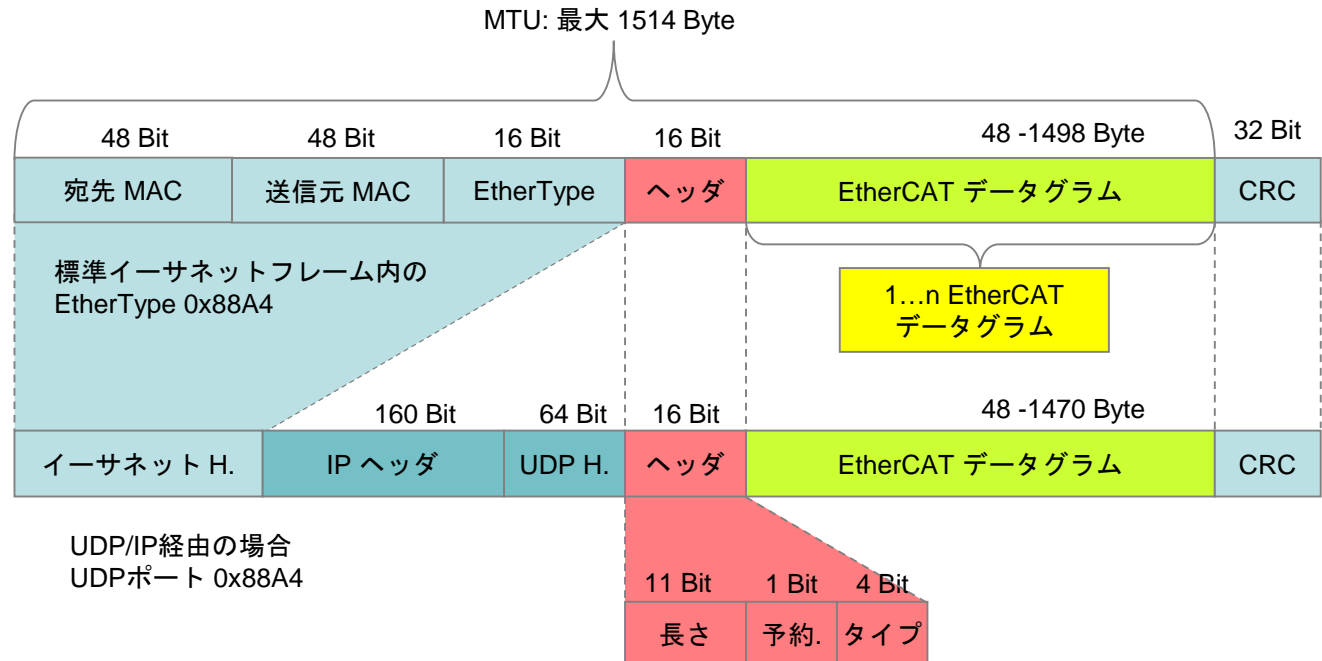


EtherCATは産業用イーサネット!

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- EtherCATは標準イーサネットフレームを使用：IEEE 802.3
- (IPルーティングが必要な場合) UDP/IP経由の通信を定義
- フレームの短縮化なし



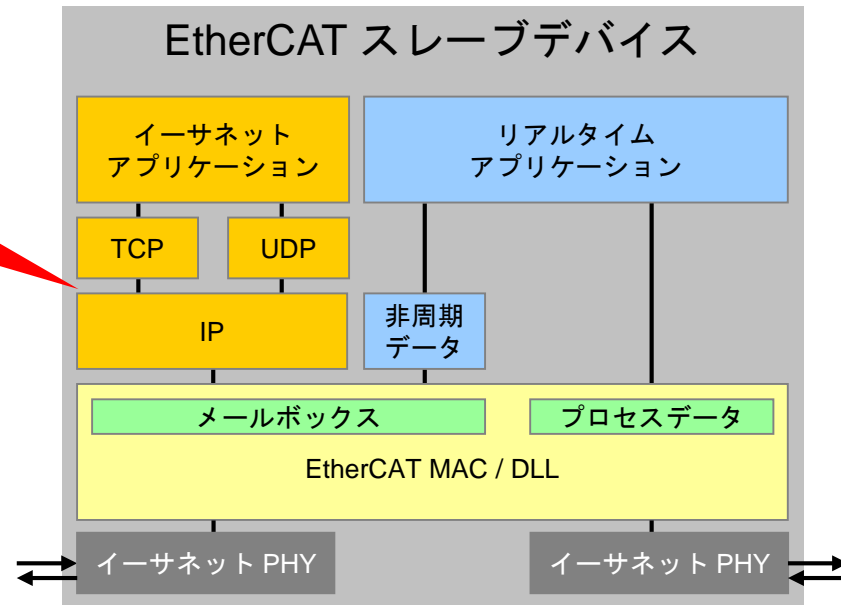
EtherCATは産業用イーサネット!

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- TCP/IPに対する完全な透過性
- 全てのインターネット技術 (HTTP, FTP, Webサーバ,...) をリアルタイム性の制限なく使用可能
- リアルタイム動作時にデバイスにTCP/IP等を使用してツールからアクセス可能

**標準
TCP/IP
スタック**

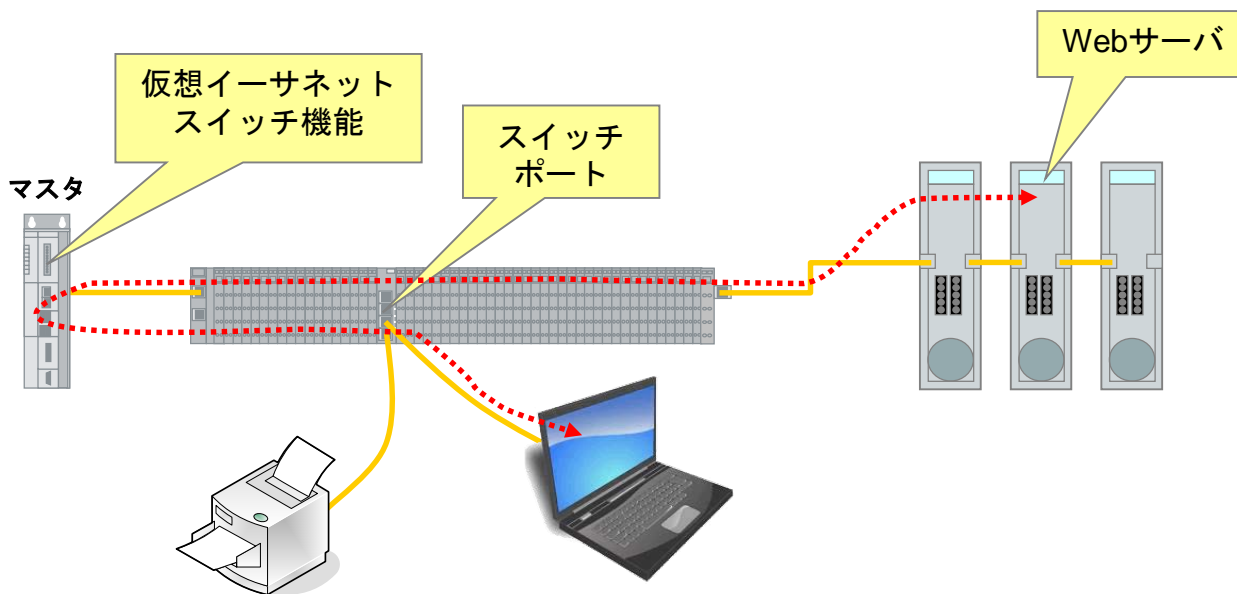


EtherCATは産業用イーサネット!

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- あらゆるイーサネットデバイスをスイッチポートに接続可能
- 標準ブラウザからWebサーバにアクセス

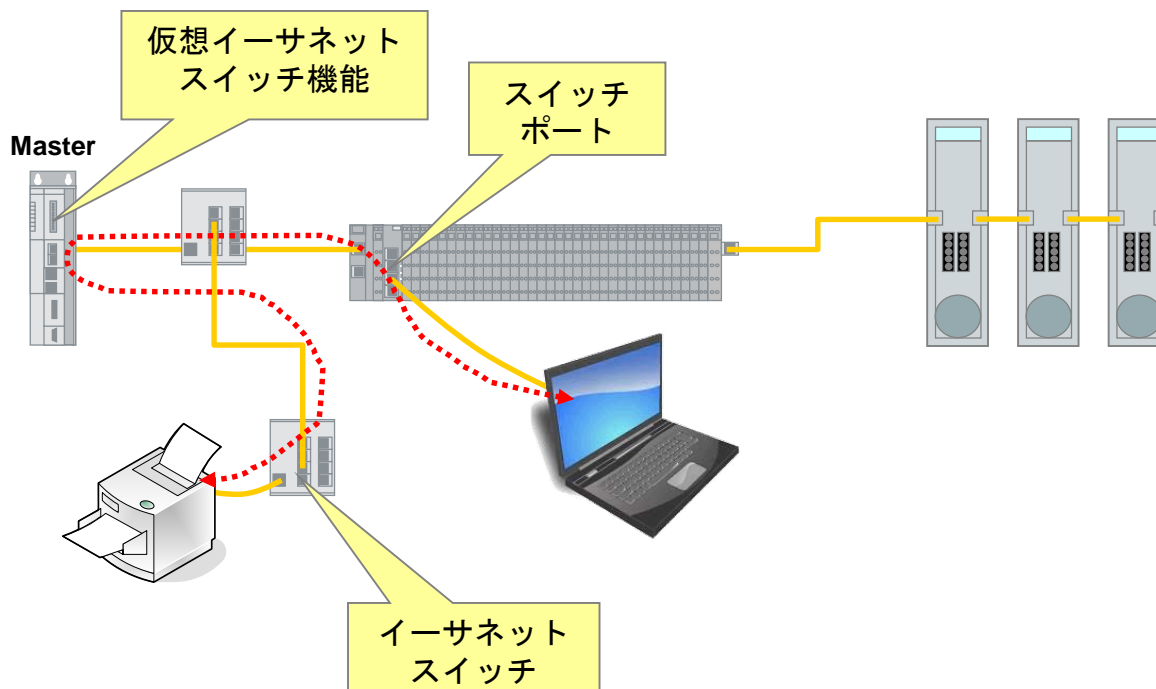


EtherCATは産業用イーサネット!

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 仮想イーサネットスイッチがイーサネットフレームをルーティング
- セグメントの内側と外側のいずれからも可能

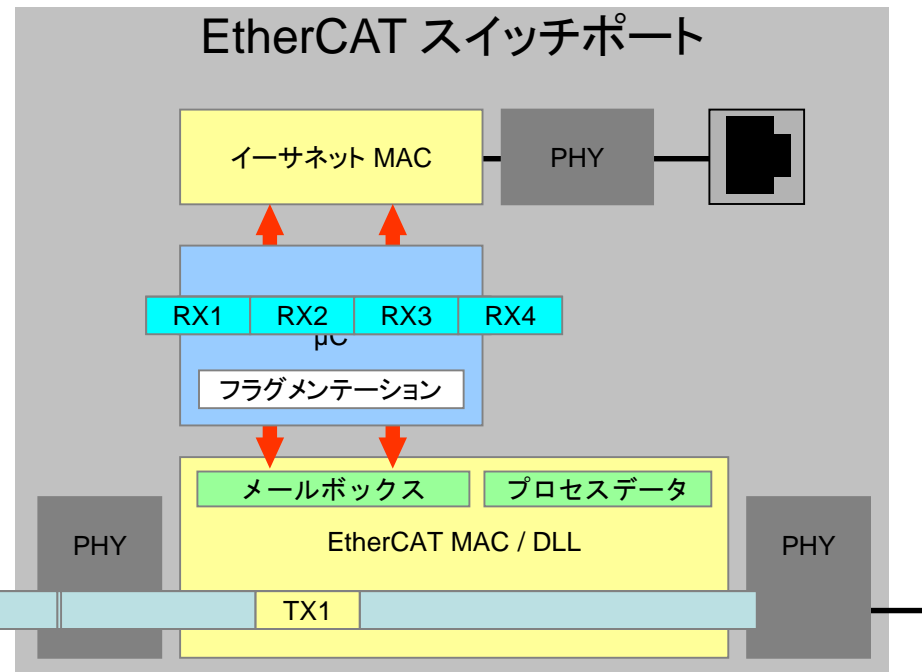


スイッチポート：イーサネットプロトコル

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

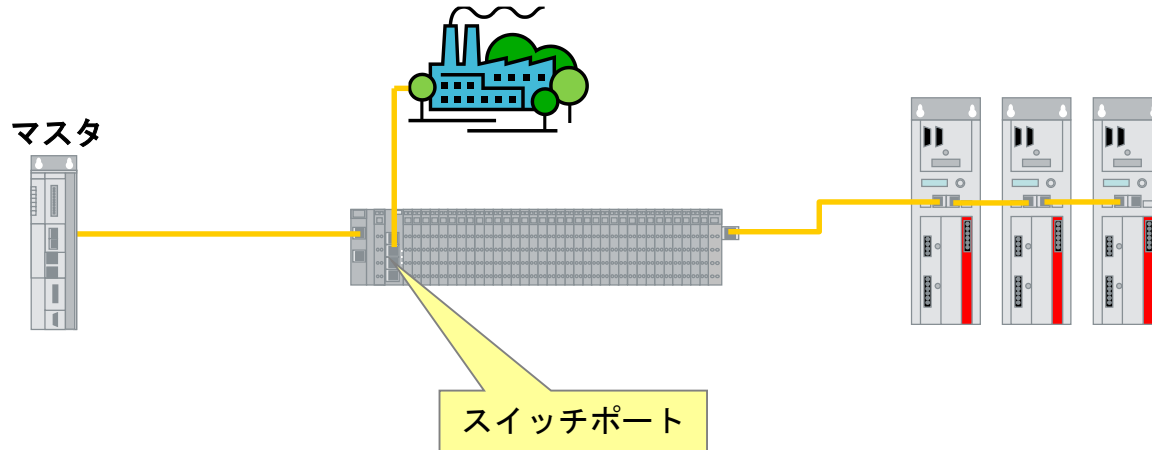
- イーサネットデバイスやネットワークとのインタフェース
- イーサネットフレームを分割し、EtherCATプロトコルに挿入
 - ‘Ethernet over EtherCAT



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

• スイッチポート経由...

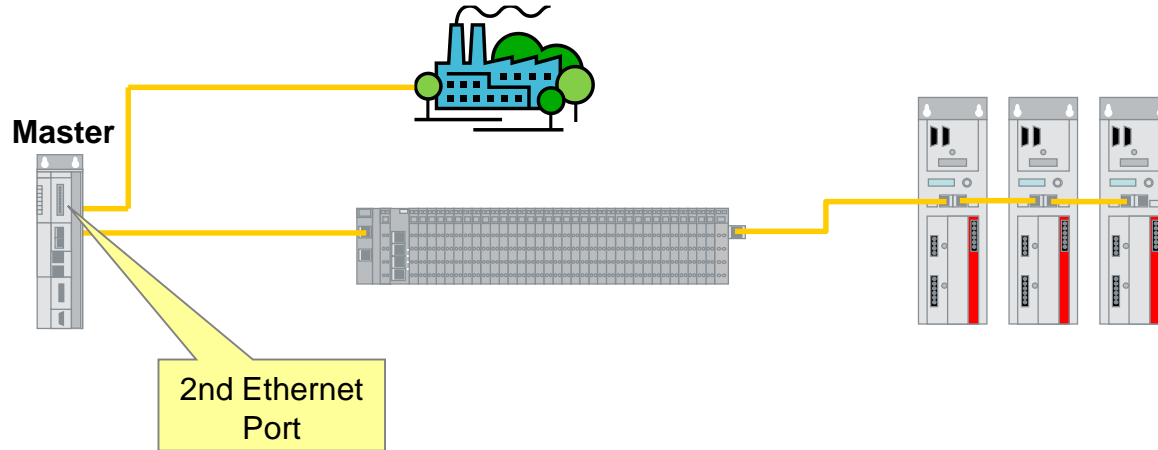


- + あらゆるイーサネットプロトコルに対応
- + (IPC/コントローラに)たった1個のイーサネットポート
だけ必要
- + EtherCATの性能には影響なし

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

• イーサネットポート経由...

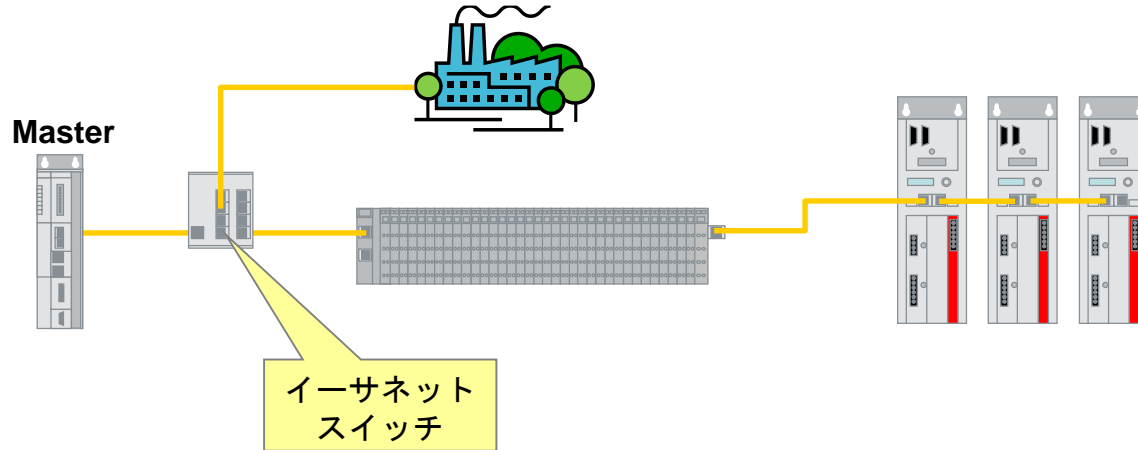


- + あらゆるイーサネットプロトコルに対応
- + (IPC/コントローラに)たった1個のイーサネットポート
だけ必要
- しかし：(IPC/コントローラに)第2のイーサネットポート
が必要

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

• スイッチ経由...

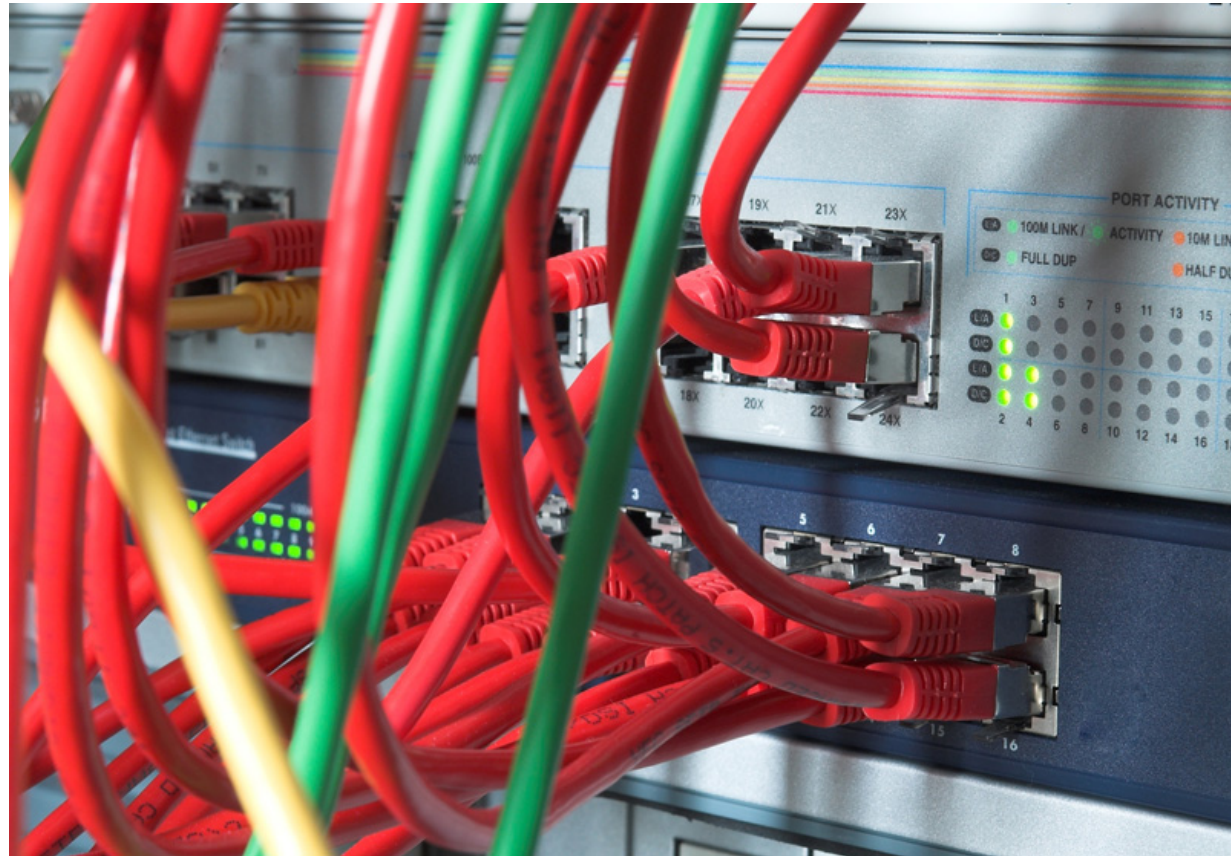


- + あらゆるイーサネットプロトコルに対応
- + (IPC/コントローラに)たった1個のイーサネットポート
だけ必要
- しかし：スイッチの遅延(とイーサネット通信量)により
性能に制限あり

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

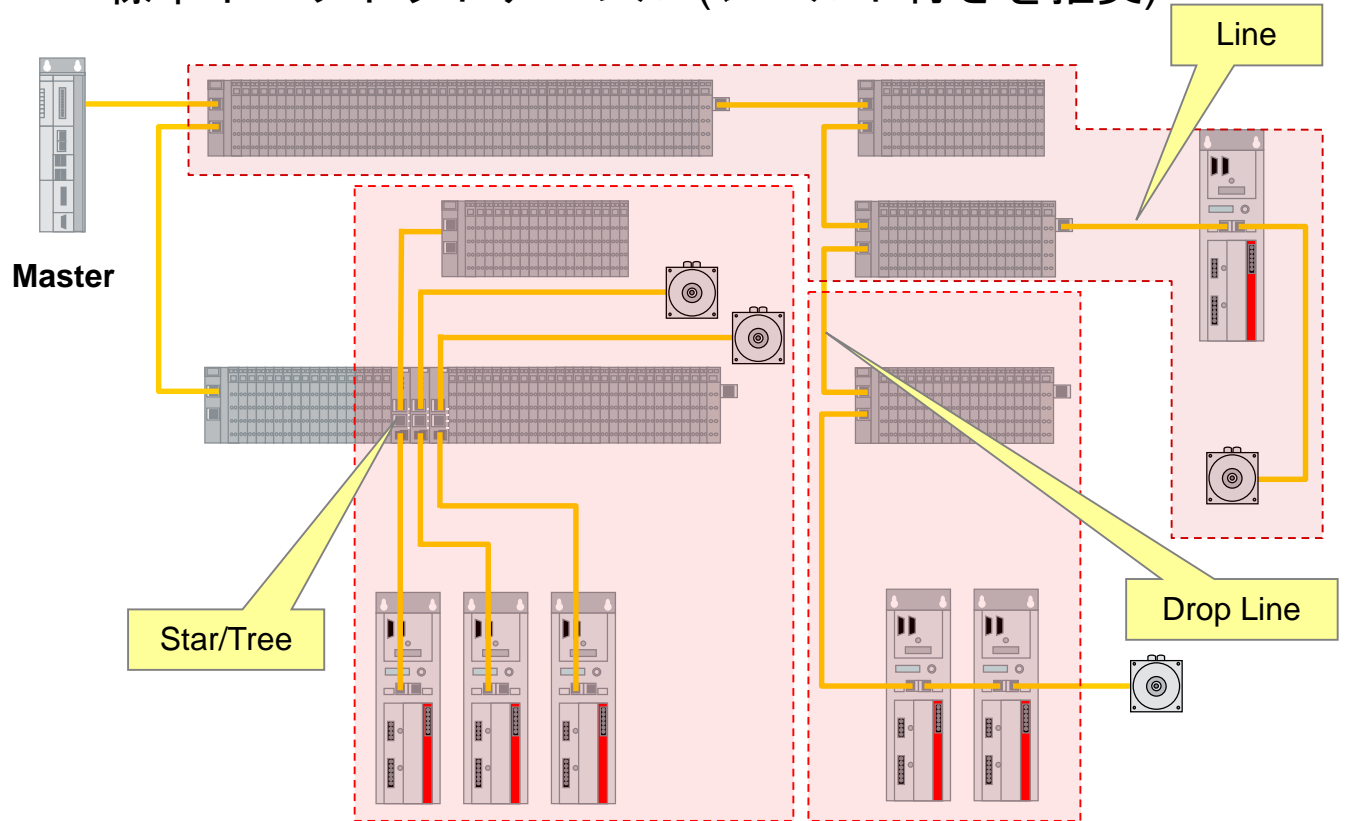
- 標準イーサネットトポロジ：スター型



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- フレキシブルなツリー構造 – 拡張は自由自在
 - トポロジの選択肢：ライン、スター、ツリー、デージーチェーン + 支線 の自由な組み合わせ
 - 1つのEtherCATセグメント内に最大 65,535ノードを接続可
 - 標準イーサネットケーブル (シールド付きを推奨)



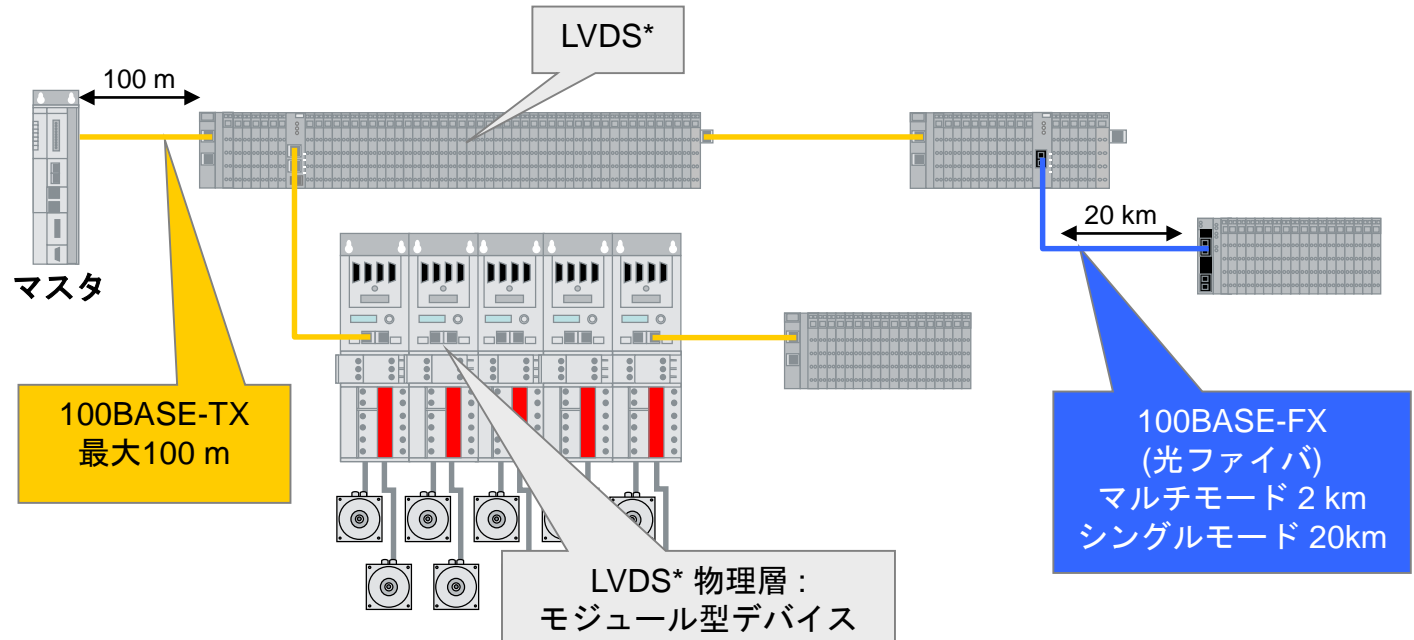
EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓

- フレキシブル

- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- EtherCATで使用しているイーサネット物理層：
 - 100BASE-TX (ノード間最大 100 m)
 - 100BASE-FX (ノード間最大 20 km ; シングルモード)
 - LVDS (モジュール型デバイス)



- 物理層の種類は場所ごとに自由に選択可能

*LVDS: Low Voltage Differential Signaling (ANSI/TIA/EIA-644準拠)
IEEE 802.3ae (10Gigabit Ethernet) でも使用

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



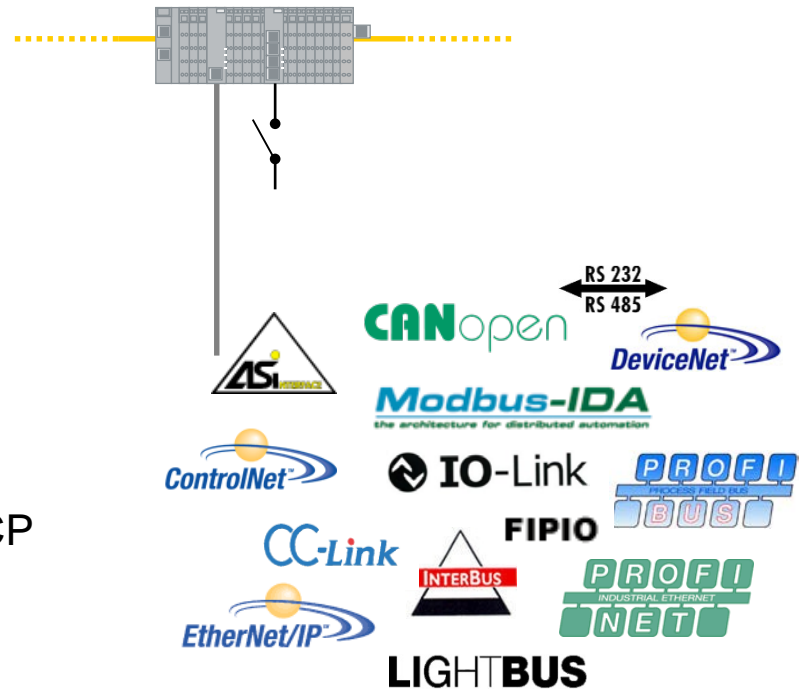
**10,056
EtherCAT ノード**

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- システムリソースの最小化
- 過去のフィールドバスからEtherCATにスムーズに移行
- 既存フィールドバスデバイスをシームレスに統合：

- AS-Interface
- CANopen
- CC-Link
- ControlNet
- DeviceNet
- Ethernet/IP
- FIPIO
- Interbus
- IO-Link
- Lightbus
- LonWorks
- Modbus Plus, RTU, TCP
- PROFIBUS
- PROFINET IO
- ...



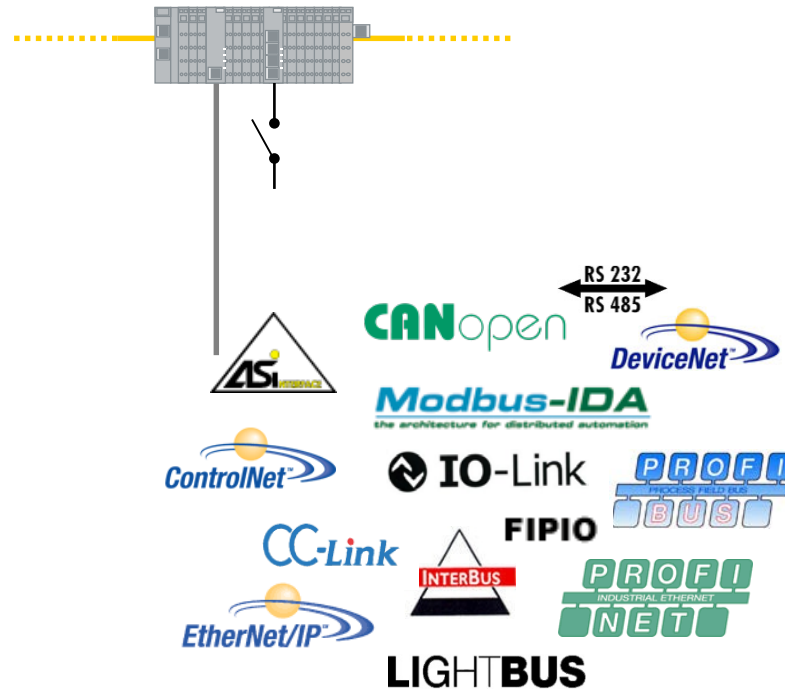
- 低コストフィールドバスでシステム拡張性を最大化

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

● **更新時間:**

- プロセスイメージ更新時間
PCIバス経由 (入力・出力データ各500 Bytes): **400 μs**
- プロセスイメージ更新時間
EtherCAT経由 (入力・出力データ各1,500 Bytes): **150 μs**



EtherCAT : PCI拡張バスが不要

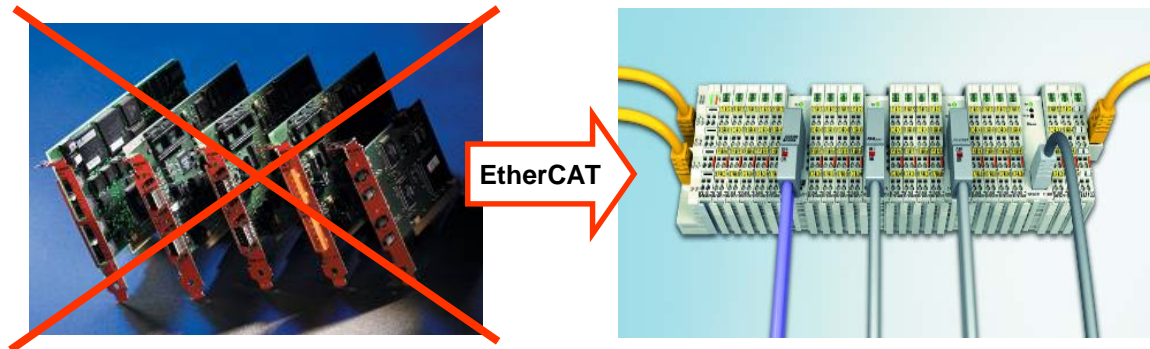
EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓

- フレキシブル

- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 制御システム (IPC or PLC) に拡張スロットはもはや不要
- 拡張スロットを使用せずに拡張性を最大化





EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- **トポロジ :**
 - 設定と実際のトポロジを自動的に比較
- **診断 :**
 - 障害箇所を正確に特定して診断
- **ネットワーク設計 :**
 - 性能は以下のパラメータに非依存 :
 - スレーブ実装
 - トポロジ (スイッチングハブ不使用)
- **アドレス指定**
 - スイッチなどによるアドレス設定が不要
 - アドレスはマスタが自動割付け
 - アドレスの固定化が可能
 - ノードの追加がなければアドレス変更なし





EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

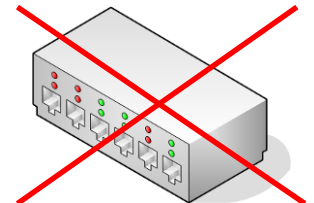
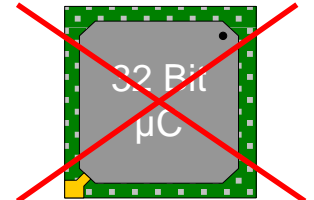
- 実装 / ツール :
 - 標準のネットワークモニタ
例、MS Network Monitor や Wireshark : 無償
 - パーサソフトウェア : 無償
- ネットワーク設計の省力化 :
 - 設定が簡単
 - デフォルト設定で動作、ネットワークチューニング不要
- 診断機能の改善 :
 - 早期の障害回復でダウンタイムを短縮
- 早期立ち上げ :
 - アドレス設定が不要



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- マスタ :
 - 専用インタフェースカードが不要
 - オンボードイーサネットポートを使用
- スレーブ:
 - 低コストのスレーブコントローラ
 - FPGA or ASIC
 - シンプルデバイス : マイコン不要
 - 高性能マイコンが不要
- ネットワークインフラ :
 - スイッチングハブが不要
 - 標準イーサネットケーブル+コネクタ



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

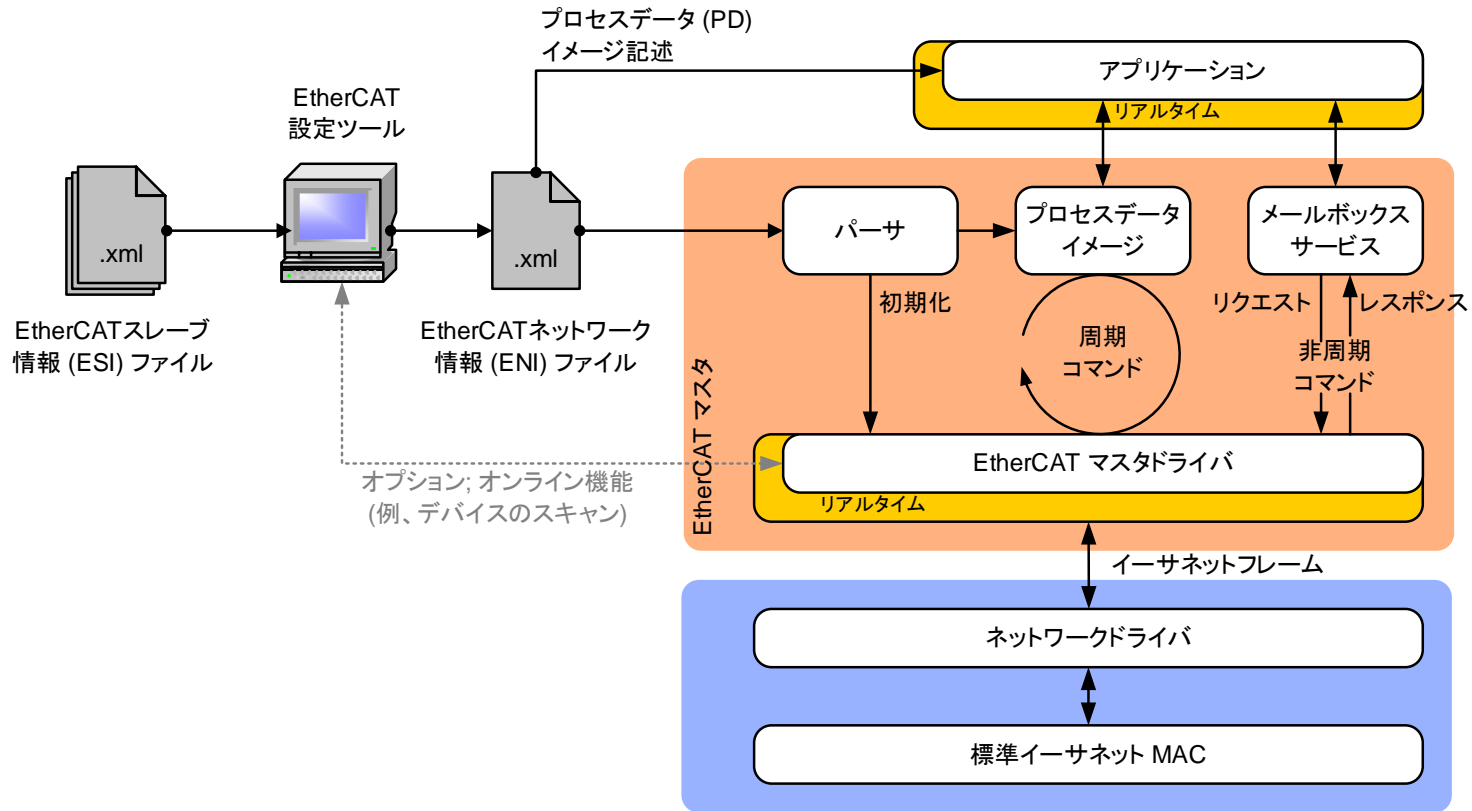
- スレーブ実装：
 - 処理速度が重要な機能は全てASICやFPGAに実装
 - ESCがハードウェアでリアルタイムプロトコルを処理
 - 通信ステートマシンを内蔵
 - ネットワーク性能は影響を受けない
 - スレーブのマイコンの性能
 - プロトコルスタック
 - マイコンの有無にかかわらず使用可能
 - 内蔵DPRAM (1...8kByte)
 - ディストリビュートクロック機能
 - 時刻に対する超高精度の割り込み信号

EtherCATは実装が簡単：マスタ

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- マスタ実装：
 - 例、マスタサンプルコード (ソース)
 - EtherCAT 設定ツール
 - XMLデータフォーマットのESIとENI

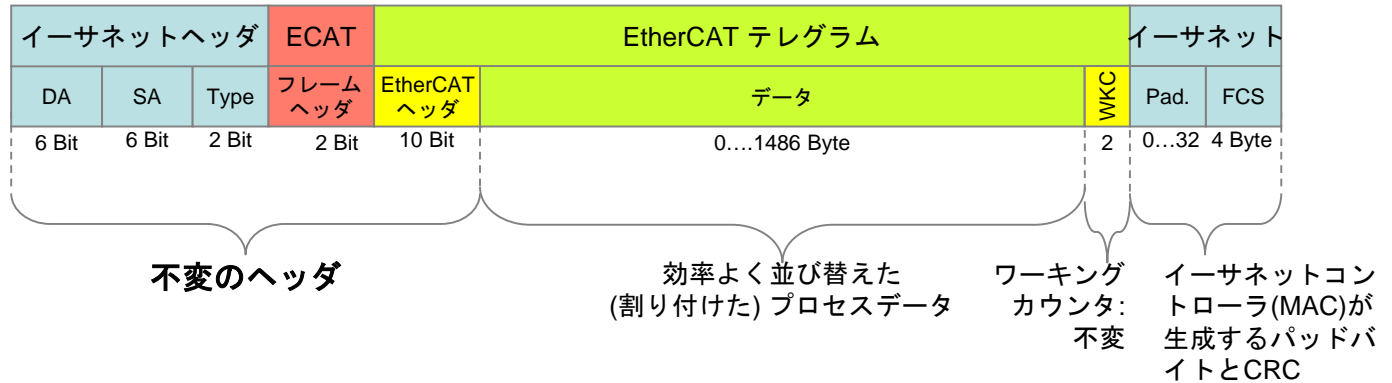


EtherCATは実装が簡単：マスタ

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 例：1つのプロセスイメージだけのマスタ
 - 典型的な例、1 コントロールタスクの小型コントローラ
 - 最大 1488 Byte プロセスデータサイズ
 - プロセスデータ通信のヘッダは不変



- 最低限の工数でマスタを実装可能
- 通信専用の別プロセッサが不要 (例、プラグインカード)
- 過去のフィールドバスシステムより仕組みが簡単
- 競合する産業用イーサネット方式よりかなり単純...

EtherCATは:

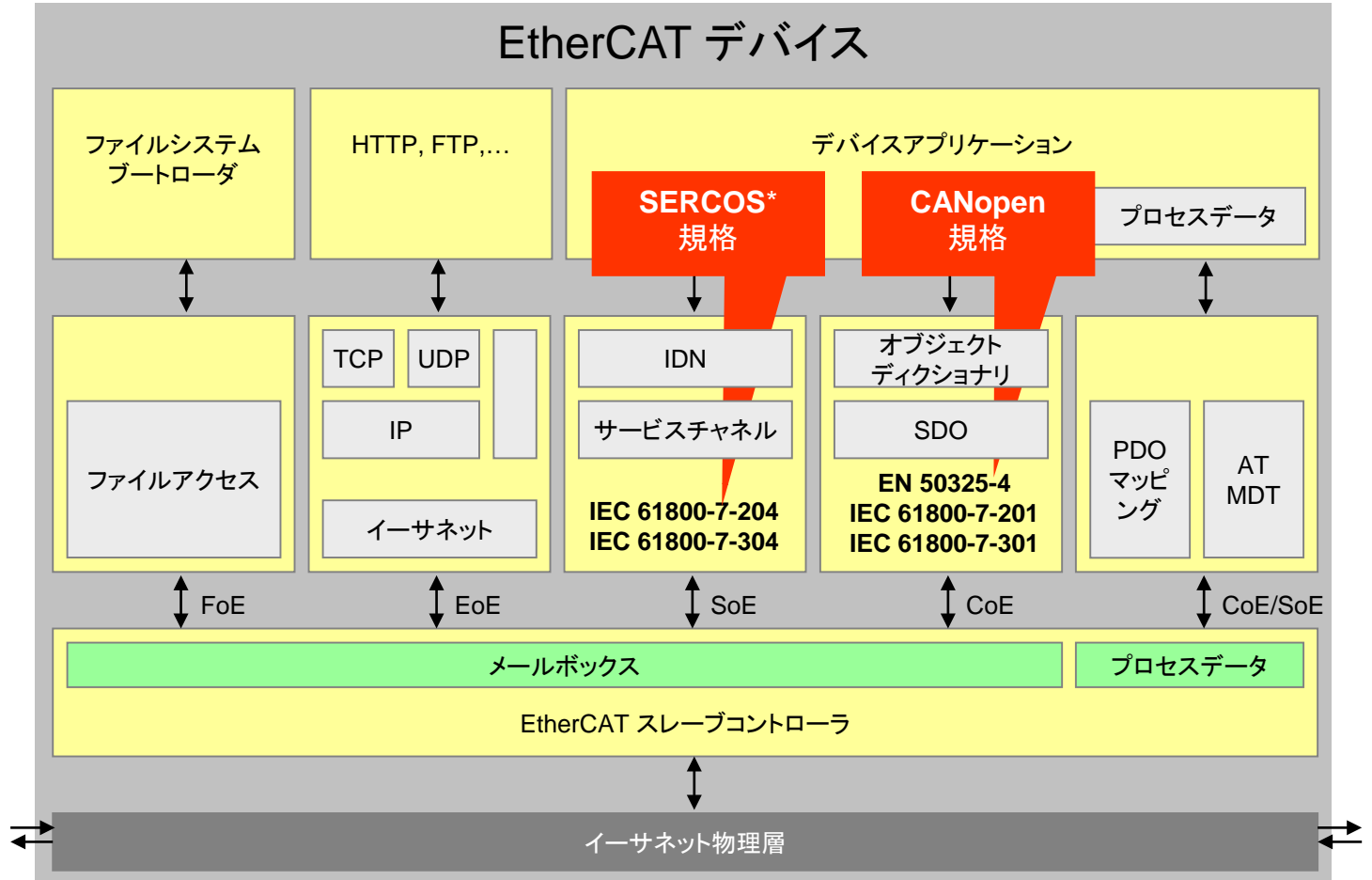
- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
-
- 実績が豊富
 - オープン
 - コンフォーマンス
 - セーフティ
 - リダンダンシ
 - 万能

- 2003年以来の実績
- 多数のアプリケーション事例
- 豊富なEtherCAT製品による幅広い製品レンジ



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

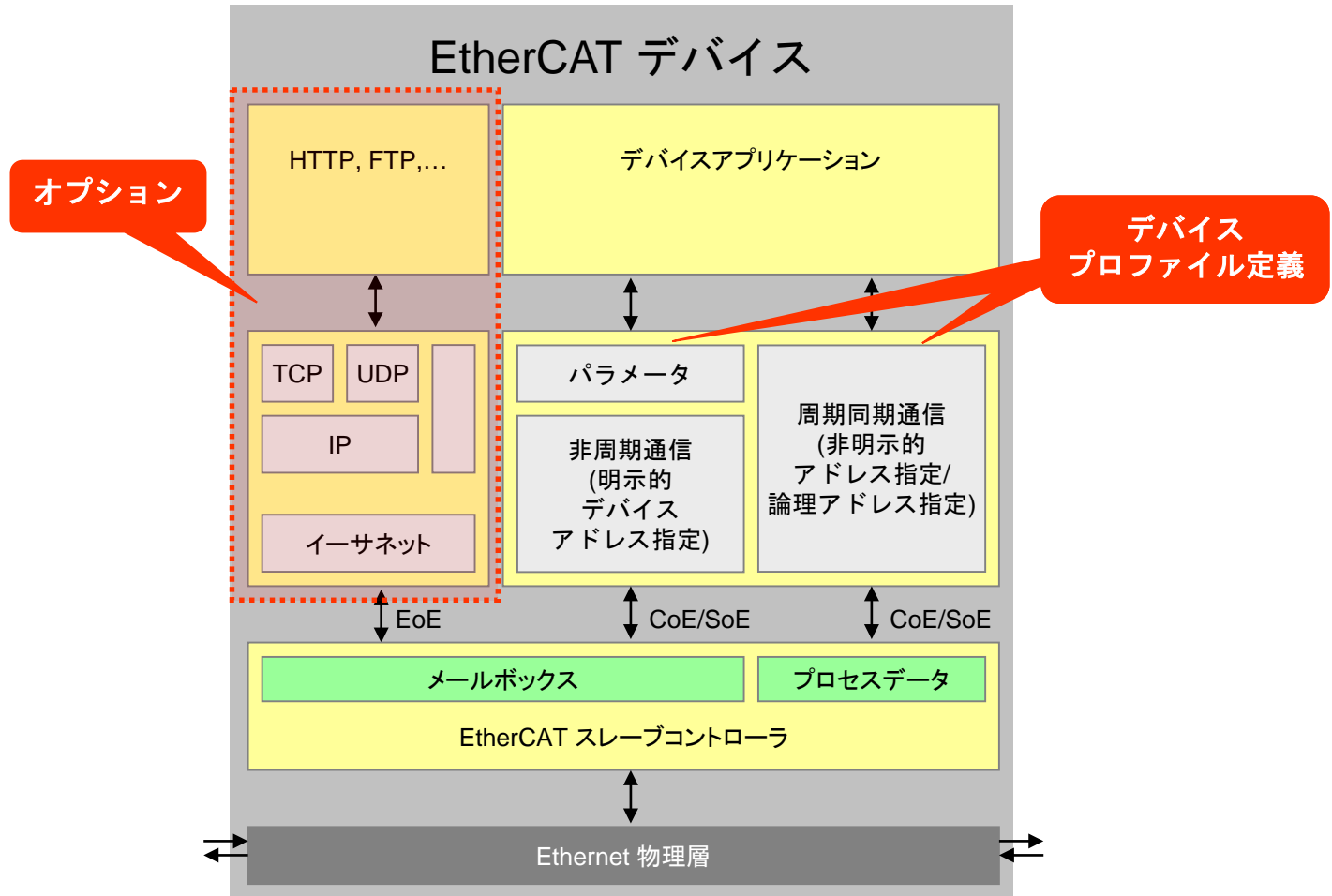


*SERCOS interface™ is a trademark by SI e.V.

一般的な EtherCAT デバイスのアーキテクチャ

EtherCATは:

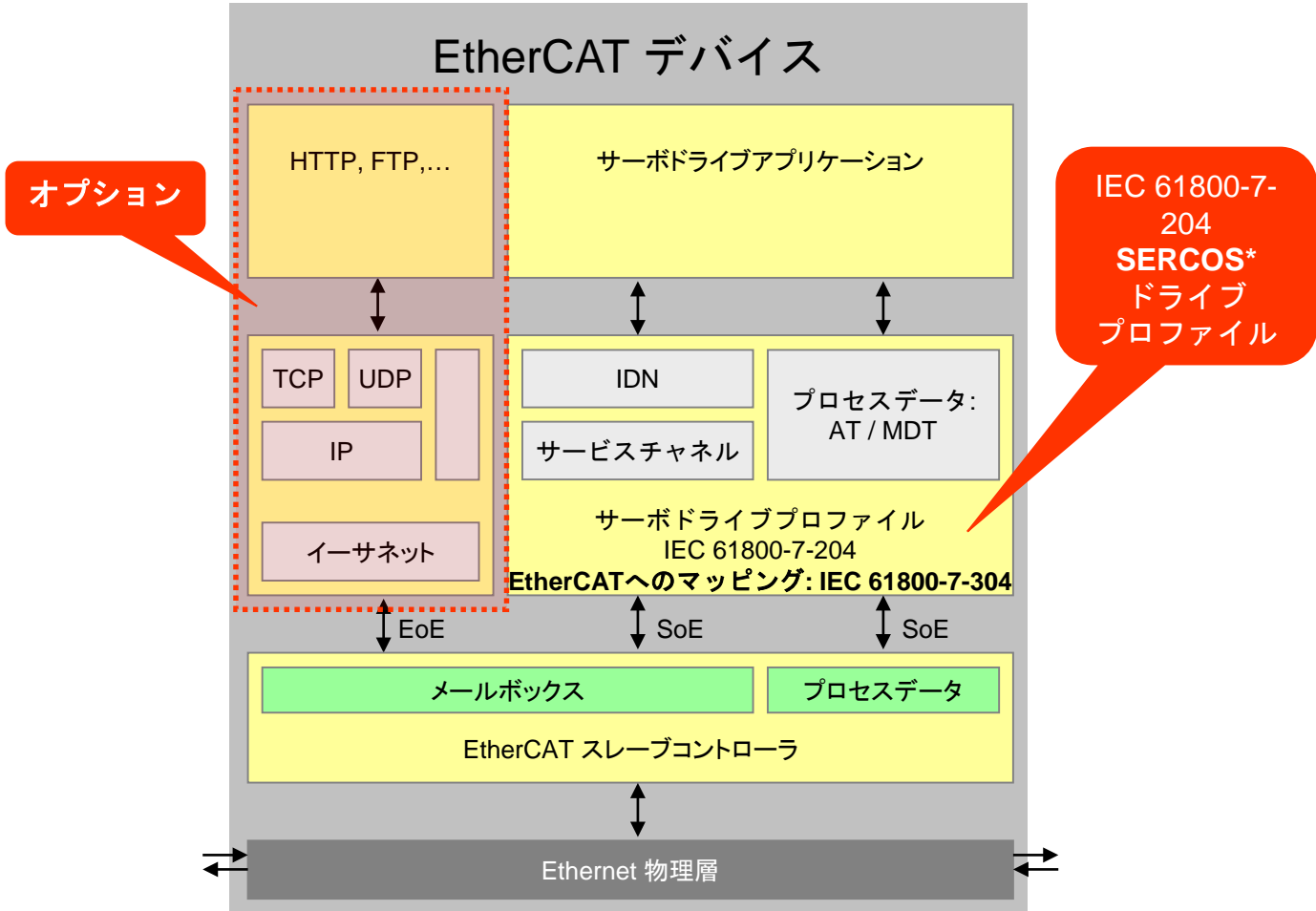
- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



IEC 61491 EtherCAT サーボドライブの アーキテクチャ

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

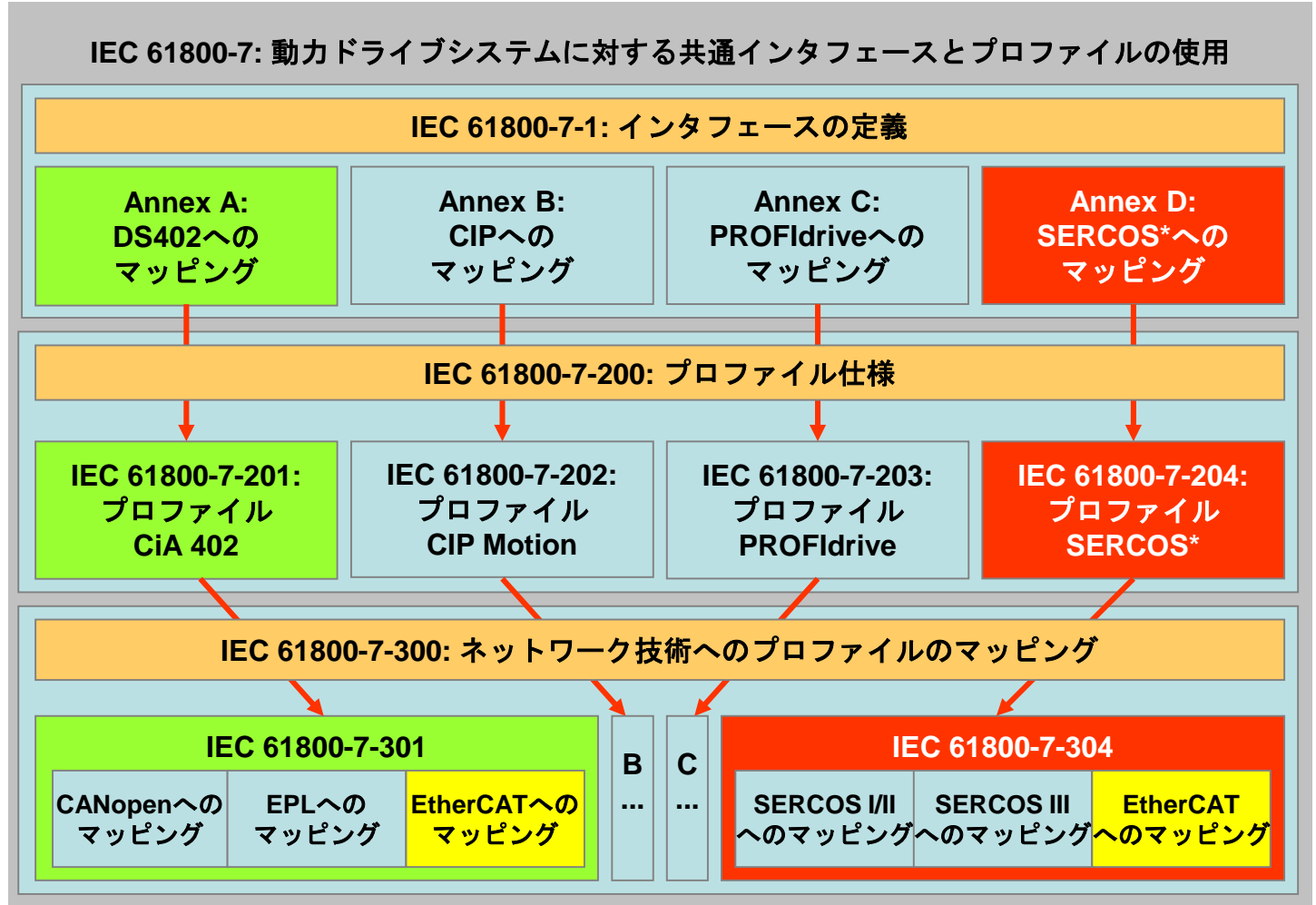


*SERCOS interface™ is a trademark by SI e.V.

IEC 61800-7 におけるEtherCATの位置づけ

EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
-
- オープン
 - コンフォーマンス
 - セーフティ
 - リダンダンシ
 - 万能



*SERCOS interface™ is a trademark by SI e.V.

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



- 設立 : 2003年11月
- タスク : EtherCATのサポート、普及活動
- 産業用イーサネットの世界最大の団体
- 6大陸60カ国から 3565* 社以上のメンバ :
 - デバイスメーカー
 - エンドユーザ
 - 開発サポートメーカー
- メンバシップは法人単位で誰にもオープン

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- プロトコル仕様を完全に開示 :
 - EtherCATは IEC, ISO および SEMI 規格 (IEC 61158, IEC 61784, ISO 15745, SEMI E54.20)



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия



- 複数社からスレーブコントローラを供給
- スレーブコントローラが相互運用性を提供
- ETG は相互運用性テスト („Plug Fests“)、ワークショップおよびセミナーを開催
- コンフォーマンステスト + 合格認定証

EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
 - セーフティ
 - リダンダンシ
 - 万能

● 各種RTOSに対してマスタスタックが対応*,
オープン・シェアードソース

- eCos
- FreeRTOS™
- INTEGRITY®
- INtime®
- Linux (with RT-Preempt)
- Microware® OS-9
- MQX™
- On Time RTOS-32
- Oracle® Solaris (SunOS)
- PikeOS
- Proconos OS
- QNX®
- RMOS
- ROS (Robot Operating System)
- RTKernel
- RTLinux
- RTX
- RTX-C
- RTAI-Linux
- SCALE-RT
- TKernel
- VxWin® + CeWin®+ RTOS32Win®+LxWin
- VxWorks®
- Windows® CE
- Windows® Embedded with IntervalZero RTX
- Windows® XP/XPE with CoDeSys SP RTE
- Windows® XPE/WES7/WES8 with TwinCAT RT-Extension
- Windows® NT/2000/XP/Vista/7/8 with TwinCAT RT-Extension
- XOberon
- XENOMAI Linux
- µC/OS-II™
- µITRON



EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
-
- オープン
-
- コンフォーマンス
 - セーフティ
 - リダンダンシ
 - 万能



Thomas Rettig,
GER



Martin Rostan,
GER



Joseph P. Stubbs,
USA



Dr. Karl Weber,
GER



Key Yoo,
KOR



Dr. Guido
Beckmann, GER



Andrea Bock,
GER



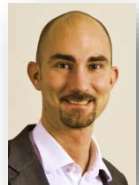
Geng Cheng,
CHN



Bin (Beryl) Fan,
CHN



Prof. Dr. Yong-Seon
Moon, KOR



Alessandro Figini,
GER



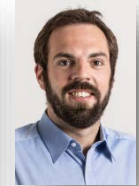
Dr. YanQiang Liu,
CHN



Burkart Lingner,
GER



Florian Häfele,
GER



Florian Hammel,
GER



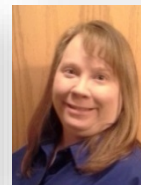
Fengjiao (Jojo) Fu
CHN



Oliver Fels,
GER



Masanori Obata,
JPN



Michele Beers,
USA



Christiane Heubusch,
GER



Rainer Hoffmann,
GER



Makiko Hori,
JPN



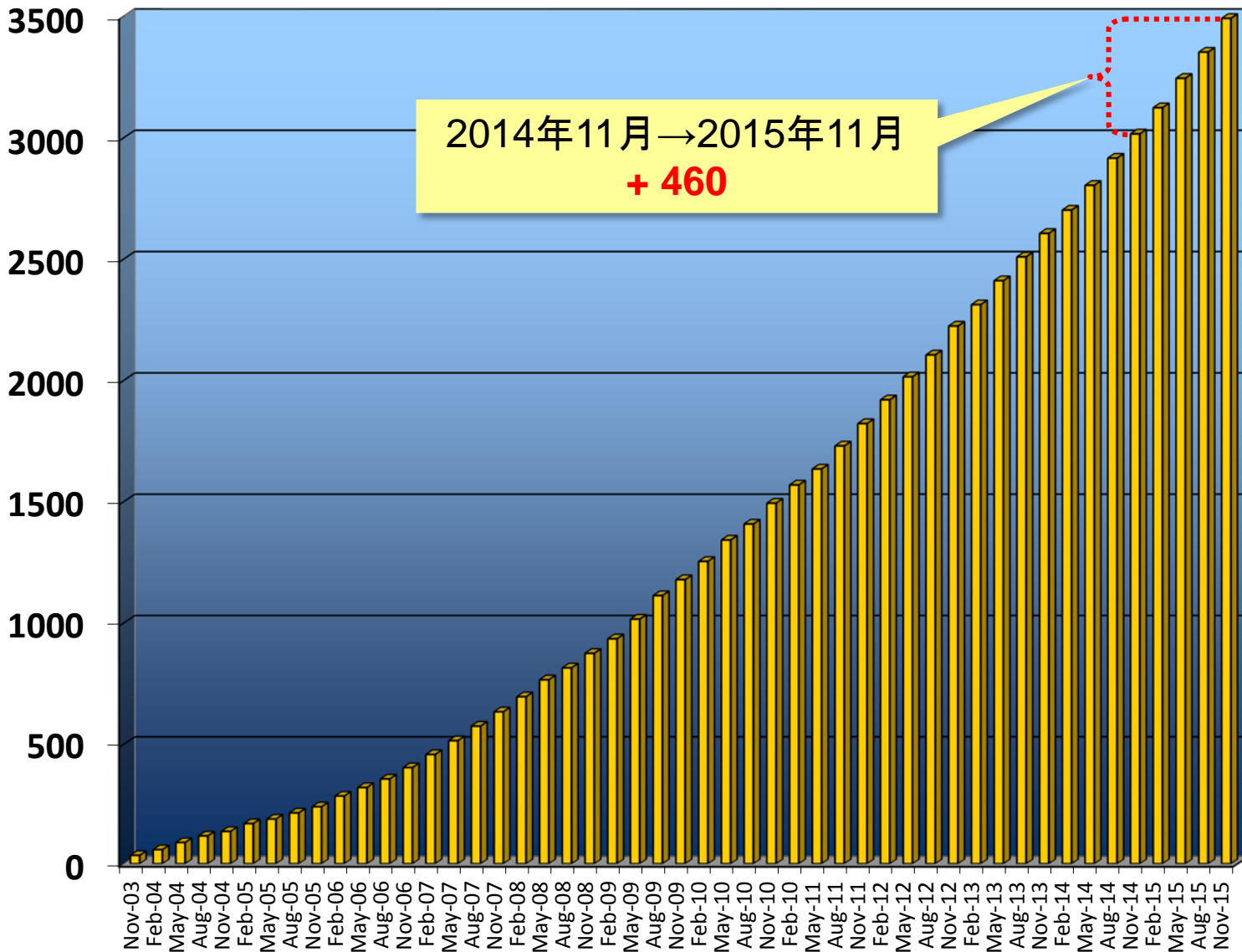
Liliane Hügel,
GER

ETG メンバーの推移

2016年2月3日現在: **3565** メンバー

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



6大陸・60*カ国をカバー

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



どれだけのメンバがEtherCATの開発に関心をもっているのか？

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン
- コンフォーマンス
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 指標：実装キットの販売数
- 現在までにベッコフ単体が販売したキット数：1500 (78% スレーブキット、22%(!) マスタキット)
- + これ以外にも以下の様な多数のメーカーがスレーブ実装キットやマスタスタックを販売vendors*

Slave

- Beck IPC
- Deutschmann
- EBV Elektronik
- Hilscher
- HMS anybus
- IXXAT Automation
- koenig-pa
- port
- Nagano OKI
- Red one technologies
- Soft Servo Systems
- STMicroelectronics
- Terasic Technologies
- TESSERA
- Xilinx
- ...

Master

- acontis
- esd
- igH
- IXXAT Automation
- Kithara
- Koenig-pa
- MicroSys Electronics
- Profimatics
- Sybera
- ...

* EtherCAT製品ガイドに製品を掲載しているメーカーだけをリスト化
www.ethercat.org/products

EtherCAT: 豊富な製品ラインアップ

EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
-
- オープン
 - コンフォーマンス
 - セーフティ
 - リダンダンシ
 - 万能

I/O, コントローラ, HMI, サーボドライブ, インバータ,
センサ, スレーブ + マスタ開発キット,
コントロールパネル, 油圧バルブ,
空気圧バルブ, ロボット,
セーフティ



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- **パフォーマンス**
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能



- 通信技術の普及にはパフォーマンスと相互運用性が重要
 - 仕様の適合性はEtherCAT技術を実装するあらゆるメーカーの義務
 - この目的のために**EtherCATパフォーマンステストツール (CTT)** を使用
 - CTTのテストケースをETGコミュニティ内のパフォーマンスTWGが策定
 - **EtherCATパフォーマンステストは公式EtherCATテストセンタ (ETC)** が実施し、合格によりETGが公式にパフォーマンス合格証明書を発行

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

Safety over EtherCAT®

- Safety over EtherCAT (FSoE) は Safety over EtherCAT デバイス間の安全プロセスデータを通信するための安全通信層を規定
- FSoEはEtherCAT Technology Group (ETG) が定めたオープン技術
- 通信プロトコルは IEC 61508 に準拠
 - 安全度水準 SIL 3 に適合
 - 残存故障率 $R(p) < 10^{-9}$
- プロトコルは第三者の認証機関 TÜV で認証済み

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

Safety over EtherCAT®

- FSoE フレームは周期PDOにマッピング
 - 最小 FSoE フレーム長 : 6 Byte
 - 最大 FSoE フレーム長 : スレーブデバイスの安全プロセスデータ数による
 - プロトコルは安全I/Oだけでなく機能安全モーション制御にも対応
- FSoE マスタとFSoEスレーブ間で相互に確認ありの通信を実行
- 安全デバイスパラメータはFSoEコネクションのブート時にマスタからスレーブにダウンロード
- FSoEの認証済み製品は2005年に販売開始

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

Safety over EtherCAT®

- FSoE仕様には以下の項目に対する制限無し：
 - 通信層とインタフェース
通信層は安全基準内に含まれない：ブラックチャネル
(未解決のビットエラー率の仮定： $p = 10^{-2}$)
 - 通信速度
 - 安全プロセスデータ長
(安全プロセスデータの長さは任意)
- 非安全ゲートウェイ、フィールドバスシステム、バックボーンによるルーティングが可能

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

Safety over EtherCAT[®]

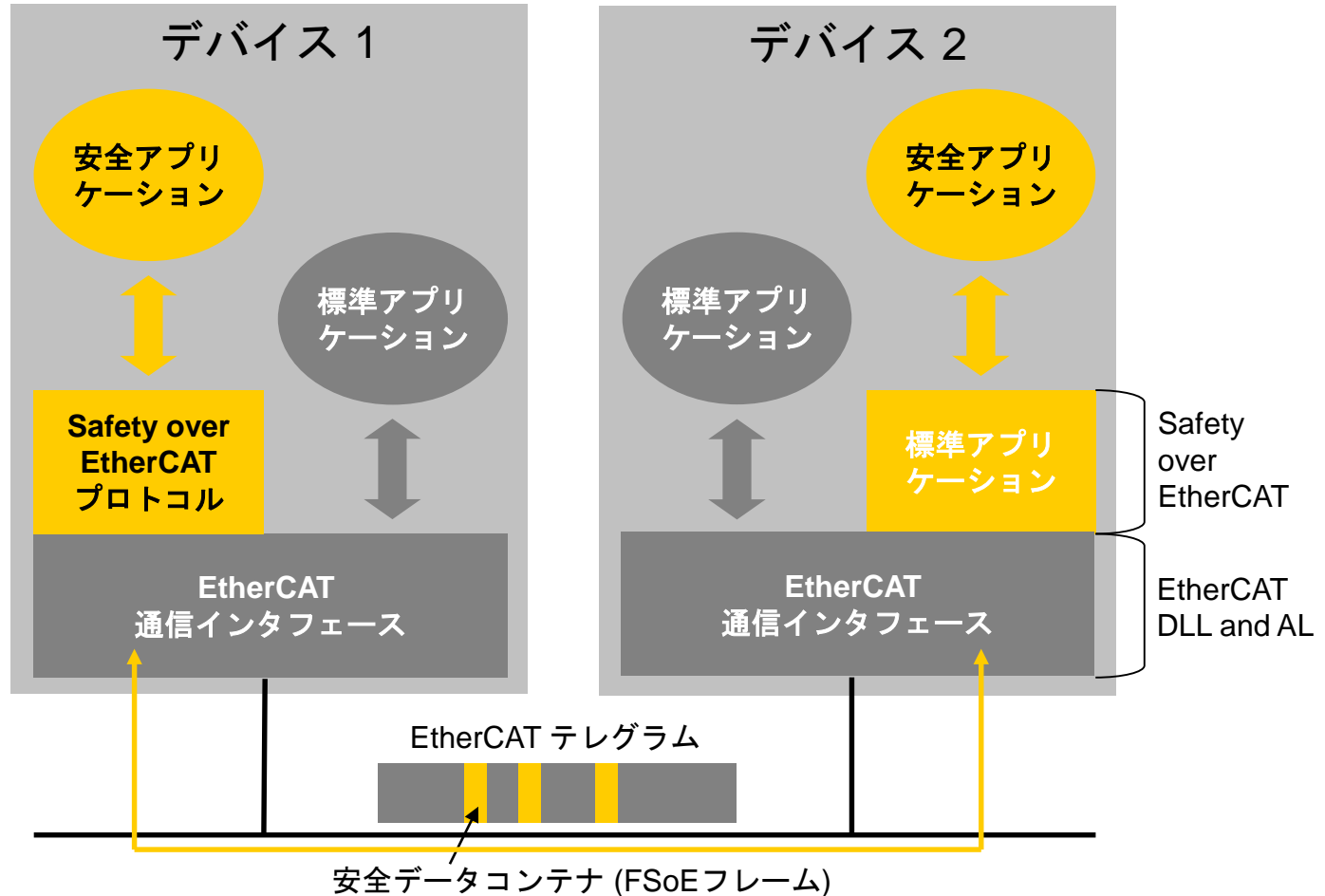
- 非安全ゲートウェイ経由のルーティングが可能
- フィールドバスシステム経由のルーティングが可能
- 1つの安全技術で (ほとんど) 全てのバスシステムに対応



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

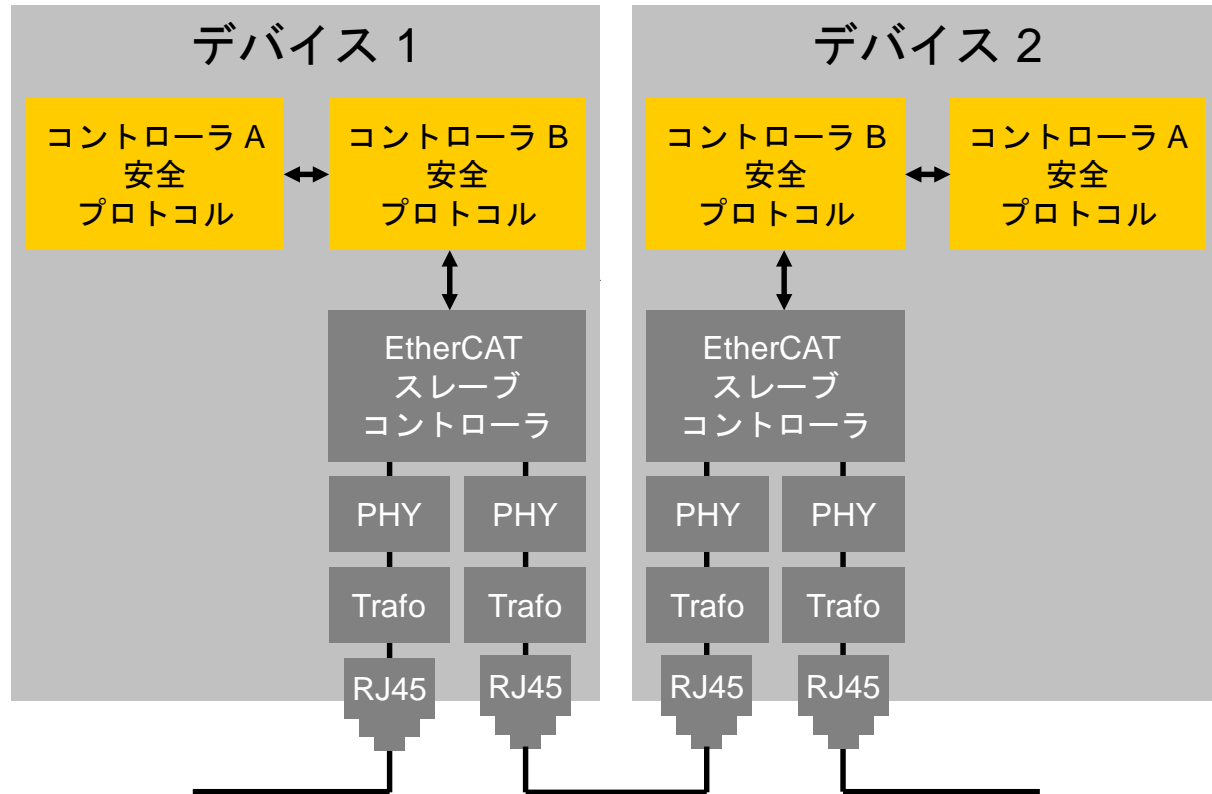
- ブラックチャネルアプローチ
 - 安全データと標準I/Oデータを同一バスに共存



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

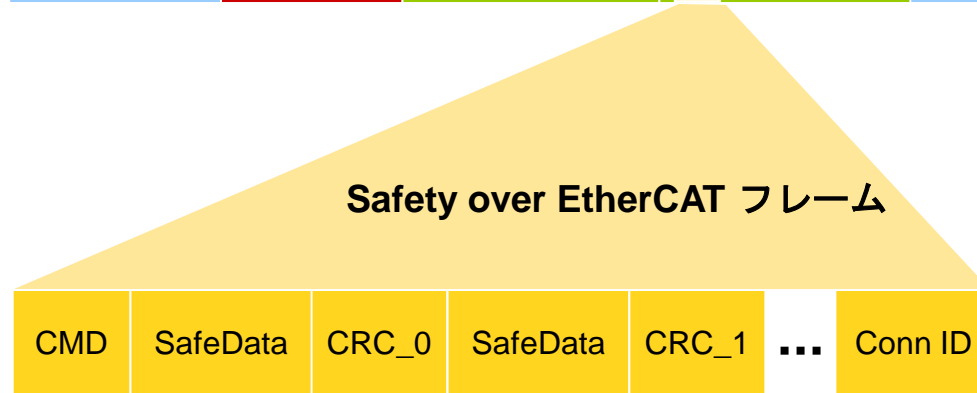
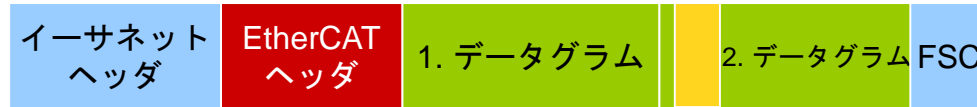
- 1チャンネル通信システム
 - IEC 61784-3 Annex A 準拠 モデル A



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

• イーサネットフレーム



– Safety over EtherCAT フレーム

- FSoEフレームをデバイスのプロセスデータ内にマッピング
- 最後のフレームから少なくとも1ビットの変更があると新しいFSoEフレームを受信したと認識
- 2 ByteのSafeDataごとに2 ByteのCRCを計算して付加
- 任意の長さのSafeDataを送信可能

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

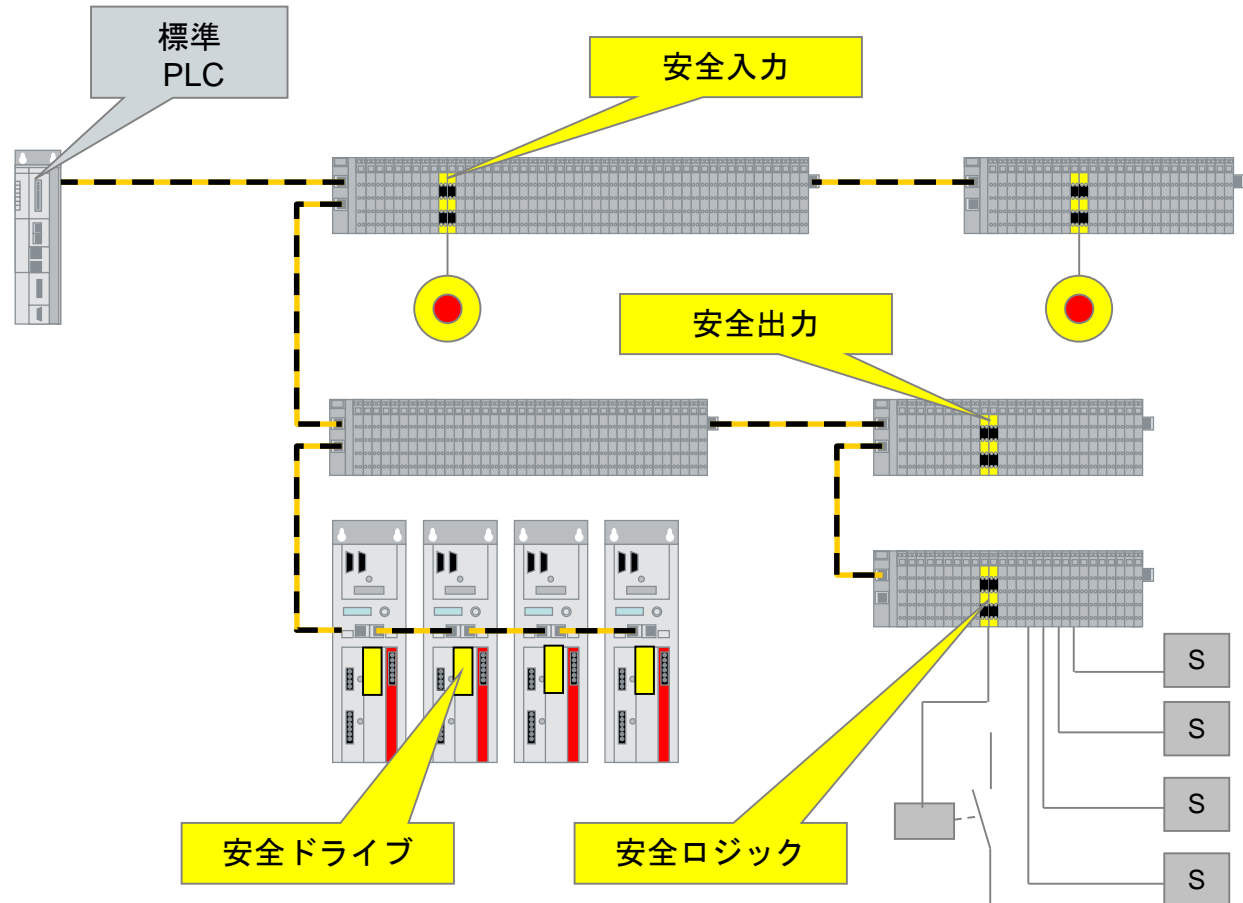
エラー	基準	シーケンス番号	予測時間 (Watchdog)	コネクション認証	CRC 計算
予期しない繰り返し		☑			☑
フレームのロスト		☑	☑		☑
フレームの挿入		☑			☑
不正なシーケンス番号		☑			☑
フレームの破損					☑
許容できない遅延			☑		
なりすまし			☑		☑
スイッチ内の継続的なメモリエラー		☑			☑
セグメント間の不正なフォワード				☑	

Safety over EtherCAT: 敷設の例

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 分散安全ロジック
- 標準 PLC が安全メッセージをルーティグ



EtherCATは:

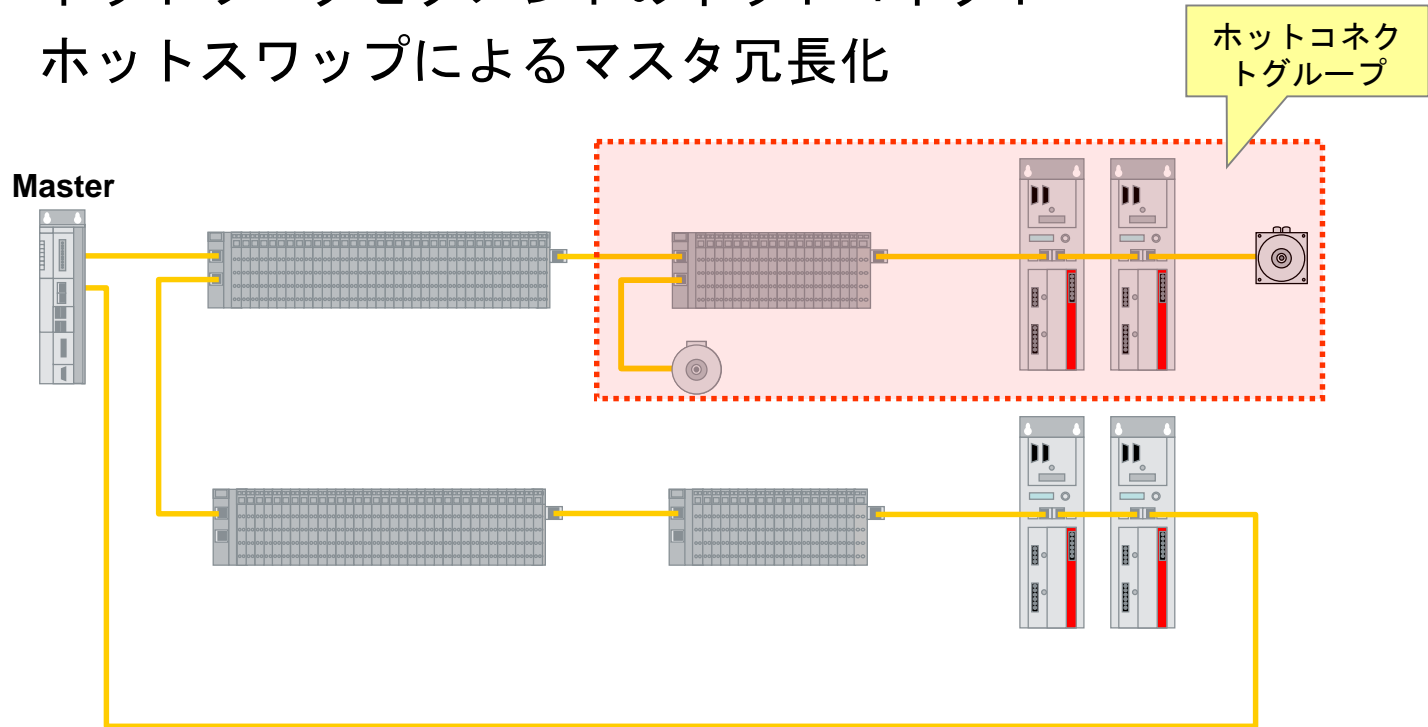
- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ
- リダンダンシ
- 万能

- 制御ネットワークとの統合：
 - 安全および標準通信を1チャンネルで実現
- フィールドバスの種類とインタフェースを削減
- 安全と非安全I/Oの設定、診断、メンテナンスを1つのツールで集中管理
- 安全アプリケーションのEtherCAT化でメリット増大：
 - 反応時間の短縮
 - ノード数はほぼ無制限
 - 大規模ネットワークへの拡張が可能
 - ケーブル冗長化を適用可能
 - ホットコネクトによる高い柔軟性

EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
-
- リダンダンシ
 - 万能

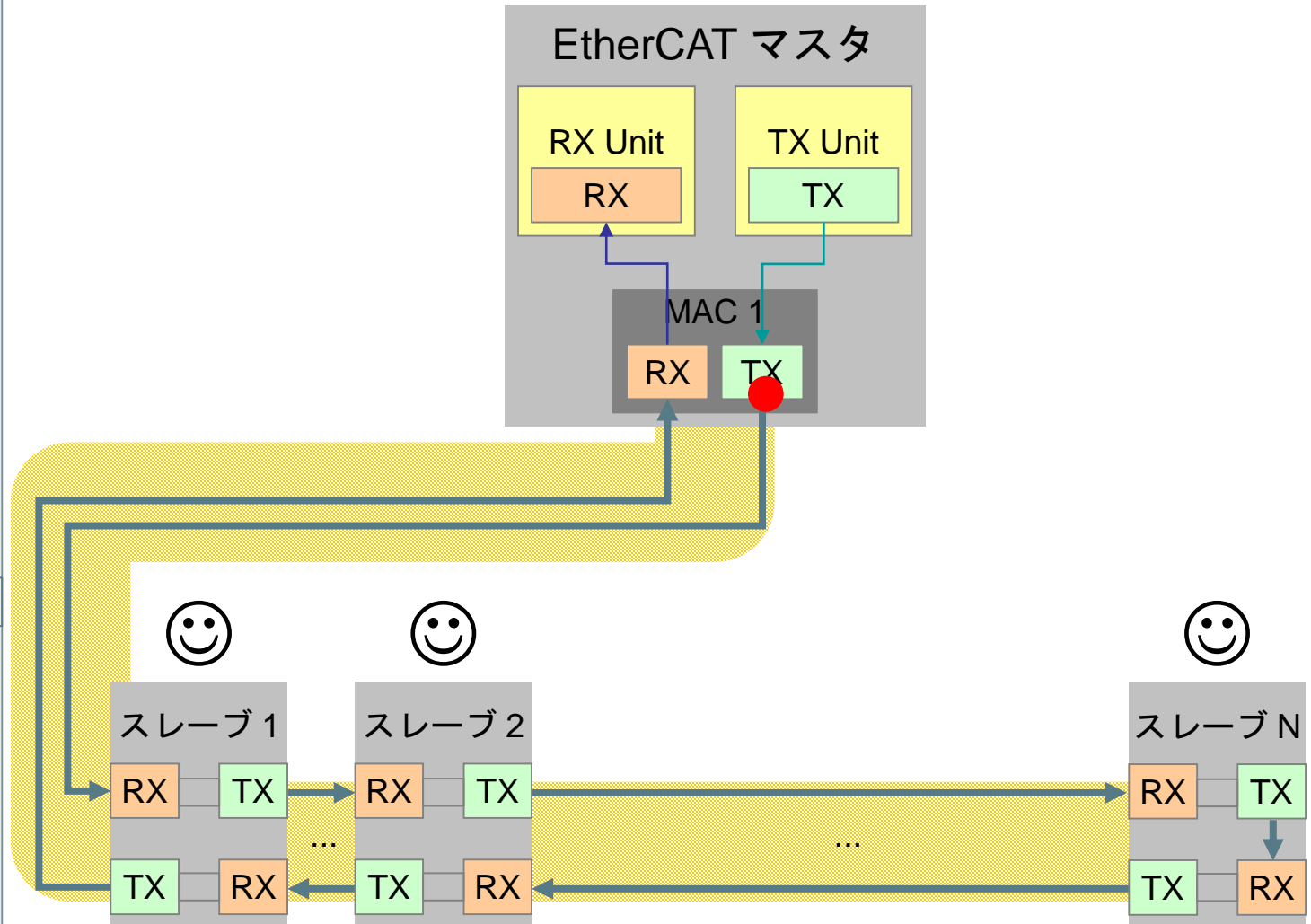
- ケーブル冗長性
 - マスタ側に第2のイーサネットポートだけが必要
- デバイスのホットスワップ
- ネットワークセグメントのホットコネクト
- ホットスワップによるマスタ冗長化



冗長化なし：正常動作

EtherCATは:

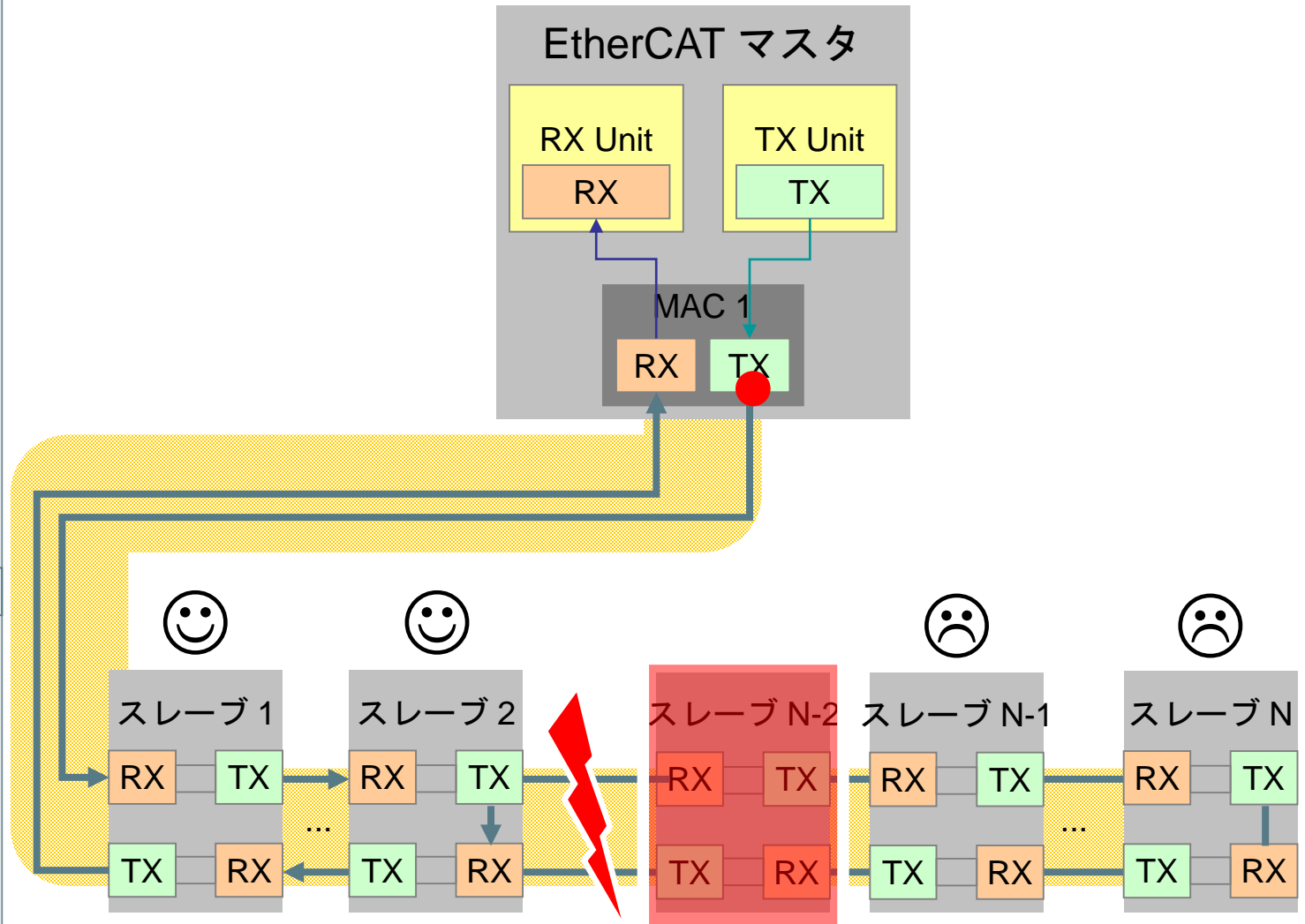
- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
- リダンダンシ
- 万能



冗長化なし：ノードまたはケーブル障害

EtherCATは:

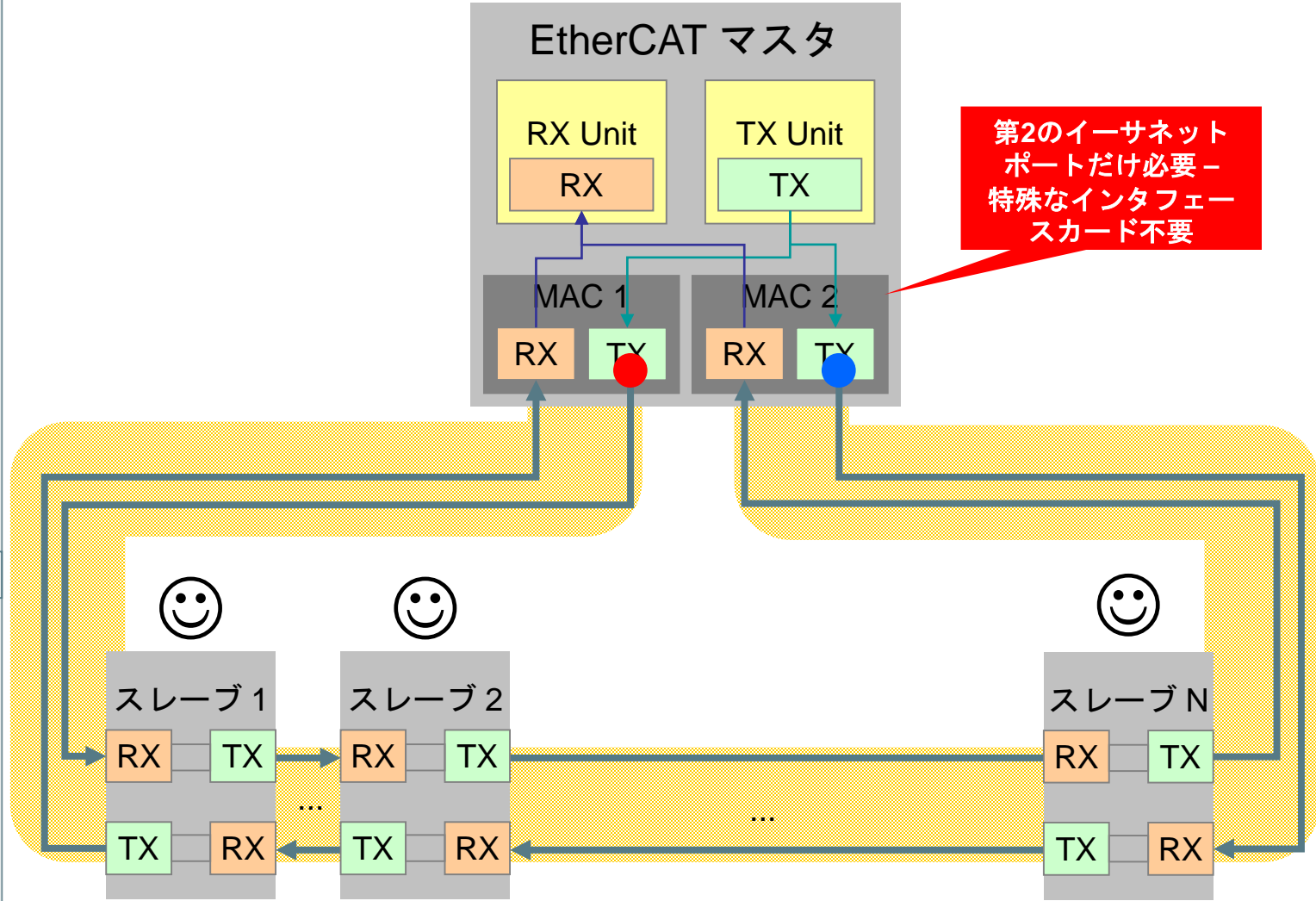
- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
- リダンダンシ
- 万能



冗長化あり：正常動作

EtherCATは:

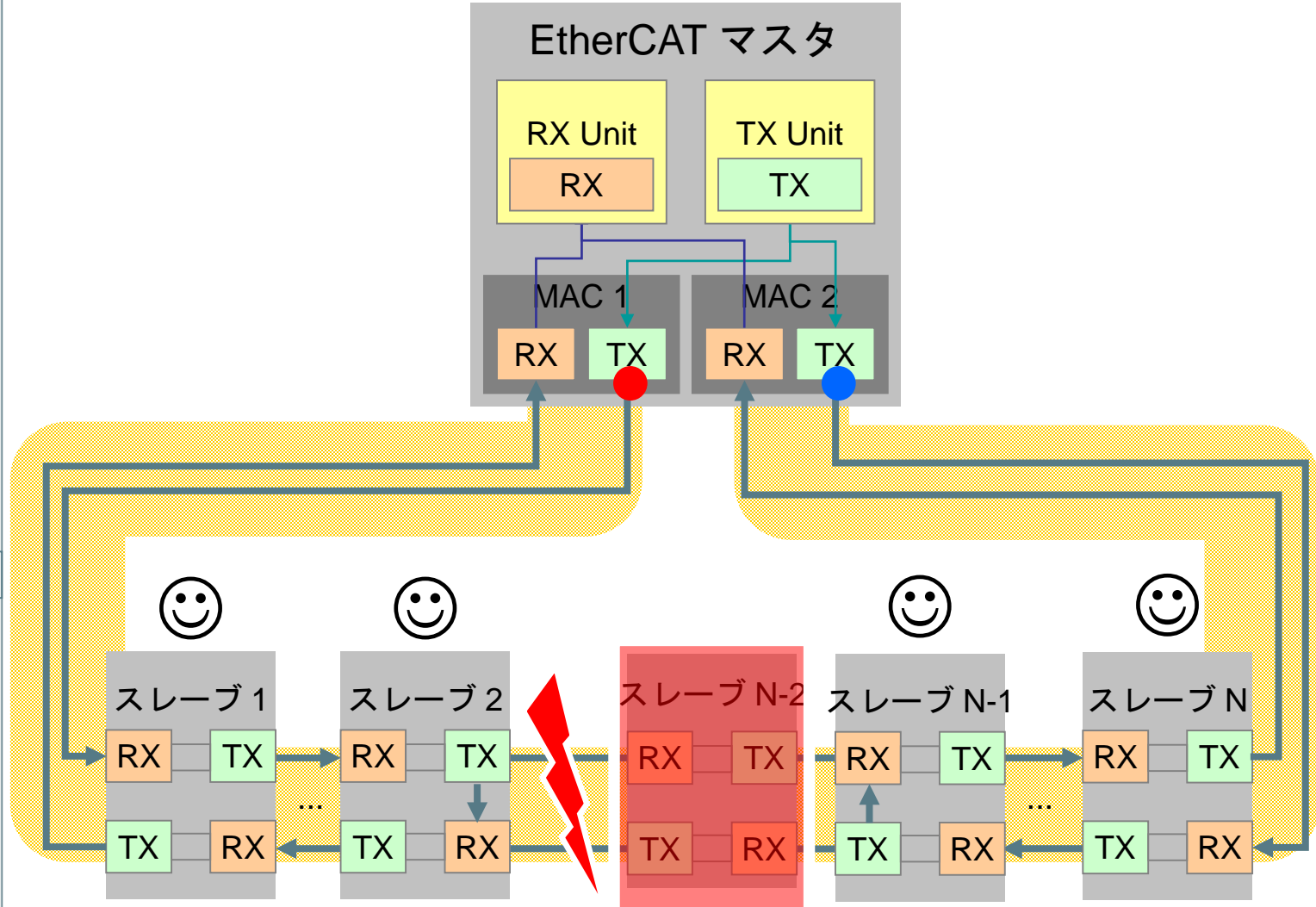
- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
- リダンダンシ
- 万能



冗長化あり：ノードまたはケーブル障害

EtherCATは:

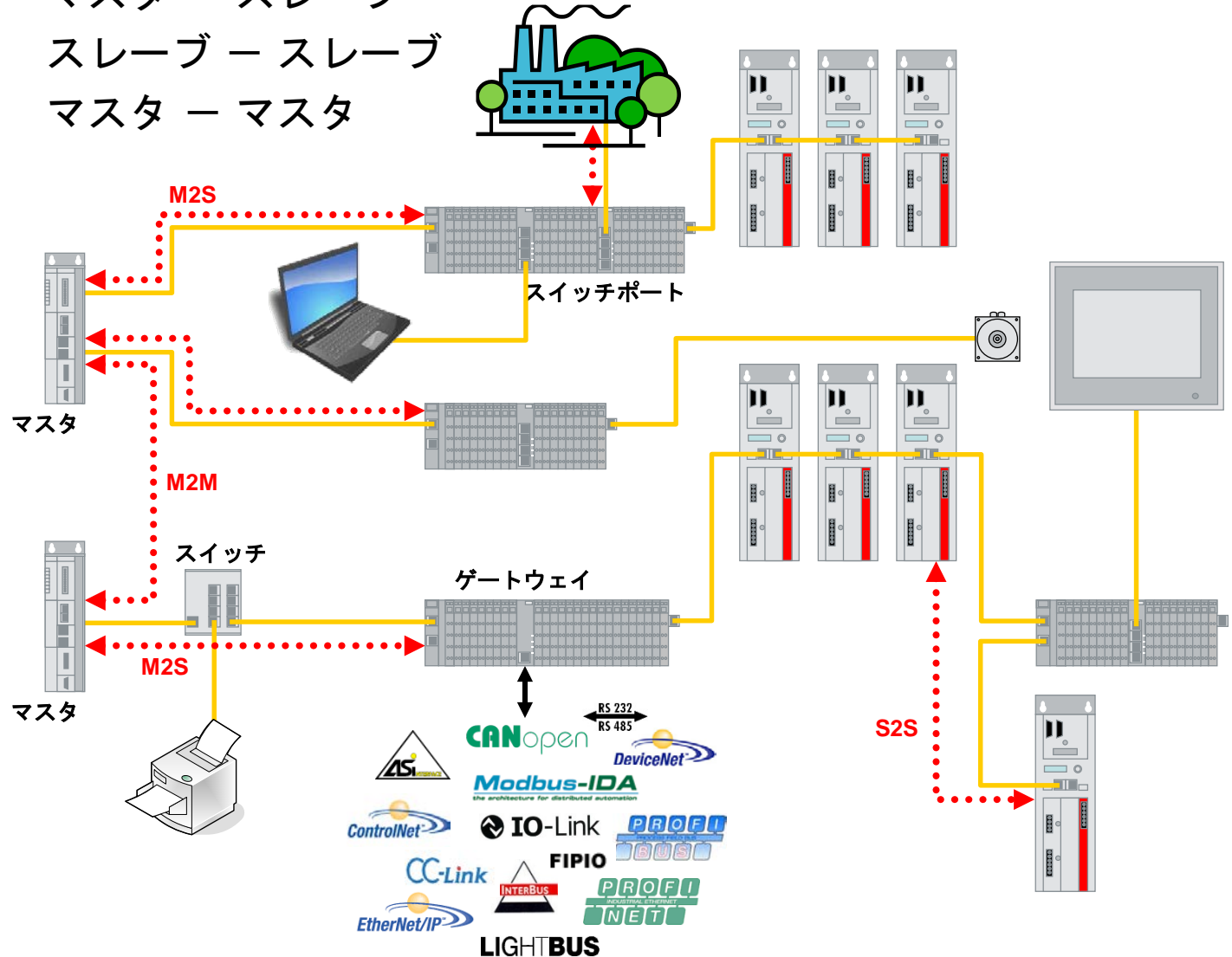
- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
- リダンダンシ
- 万能



EtherCATは:

- 高速 ✓
 - 優れた時刻同期 ✓
 - 産業用イーサネット ✓
 - フレキシブル ✓
 - 設定が簡単 ✓
 - 低コスト ✓
 - 敷設が簡単 ✓
 - 実績が豊富 ✓
 - オープン ✓
 - コンフォーマンス ✓
 - セーフティ ✓
 - リダンダンシ ✓
- 万能

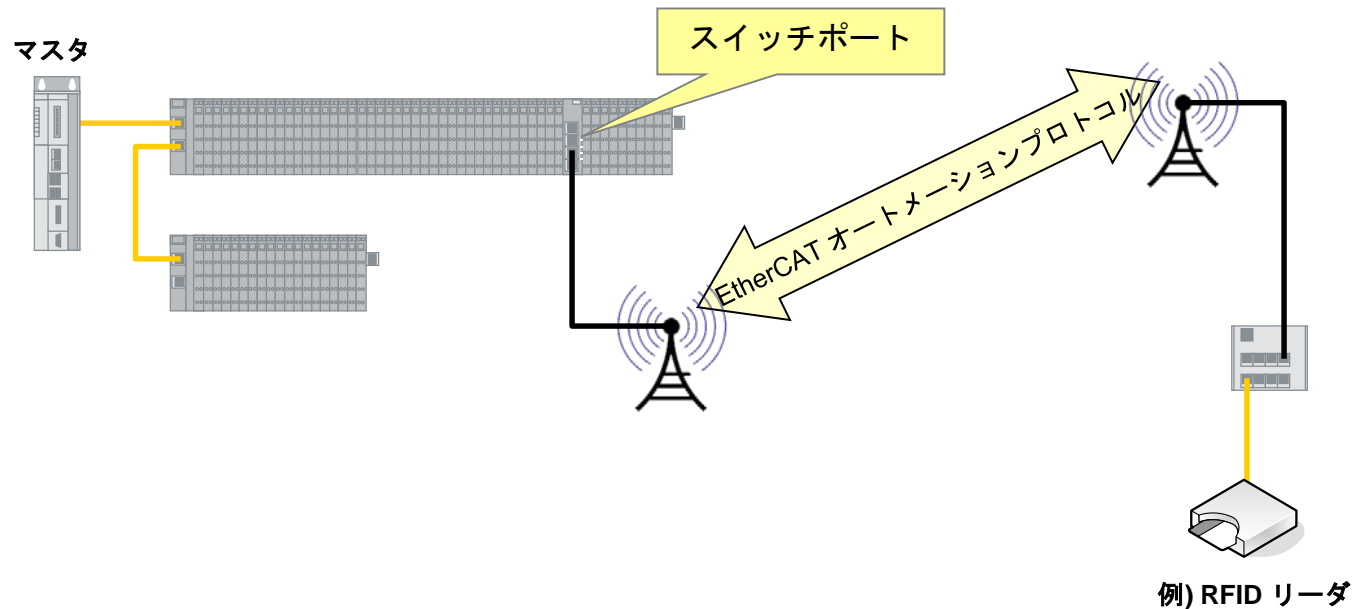
- マスタ – スレーブ
- スレーブ – スレーブ
- マスタ – マスタ



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ ✓
- リダンダンシ ✓
- 万能

- ワイヤレスデバイスをスイッチポート経由で接続可能
- ワイヤレスセグメントはEtherCAT通信の速度に影響しない
- プロトコル：EtherCAT
 - プッシュ and/or ポーリング型プロセスデータ交換
- ワイヤレスのセグメントはマスタデバイスから透過的



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ ✓
- リダンダンシ ✓
- 万能

- 高性能
 - EtherCATは最速の産業用イーサネット
- 柔軟なトポロジ
 - 小規模ネットワークから大規模な分散ネットワークまで対応
- 簡単
 - 設定とメンテナンスが容易
- 低コスト
 - 実装 & 敷設が低コスト
- 機能安全
 - 安全通信の統合
- 豊富な製品
 - EtherCAT製品ラインアップの豊富さ

EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ ✓
- リダンダンシ ✓
- 万能

● **高速性を要求するアプリケーション例 :**

- 包装機
- 高速プレス
- 射出成形機
- 木材加工機
- マシニングセンタ (CNC)
- 試験装置
- ロボット
- ...

● **大規模かつ分散したアプリケーション例 :**

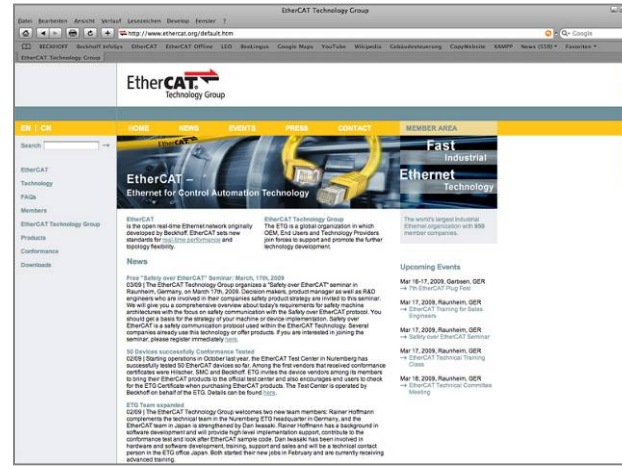
- マテリアルハンドリング
- 倉庫
- データロギング
- ...



EtherCATは:

- 高速 ✓
- 優れた時刻同期 ✓
- 産業用イーサネット ✓
- フレキシブル ✓
- 設定が簡単 ✓
- 低コスト ✓
- 敷設が簡単 ✓
- 実績が豊富 ✓
- オープン ✓
- コンフォーマンス ✓
- セーフティ ✓
- リダンダンシ ✓
- 万能 ✓

Please visit
www.ethercat.org
for more information



EtherCAT Technology Group
ETG 本部
Ostendstr. 196
90482 Nuremberg, Germany
Phone: +49 911 54056 20
info@ethercat.org

EtherCAT Technology Group
日本オフィス
〒231-0062 神奈川県横浜市中区
桜木町1-1-8 日石横浜ビル18F
Phone: 045 650 1610
Info.jp@ethercat.org