

フィールドネットワーク

【モーション用途】

種類と特徴

MECHATROLINK協会
マーケット部会

2012年7月

近年、さまざまな産業用イーサネット規格が世界中で策定され、推進されています。それぞれの規格は、ターゲットとしているFAシステムの用途やその機能・性能が異なっており、利用している標準イーサネット技術も異なります。このことは、機械・装置を設計するエンジニアにとって選択肢が増えた一方で、「どのネットワークが自社の機械・装置に最適なのか？」という悩みの種になっています。

MECHATROLINK協会マーケット部会では、このような悩みに応える為、様々なネットワークの中からモーション制御に最適なフィールドネットワークに絞り込み、それぞれの特徴を分り易く、簡潔にまとめました。

本書がフィールドネットワーク選定時のバイブルとしてお役に立てれば幸いです。

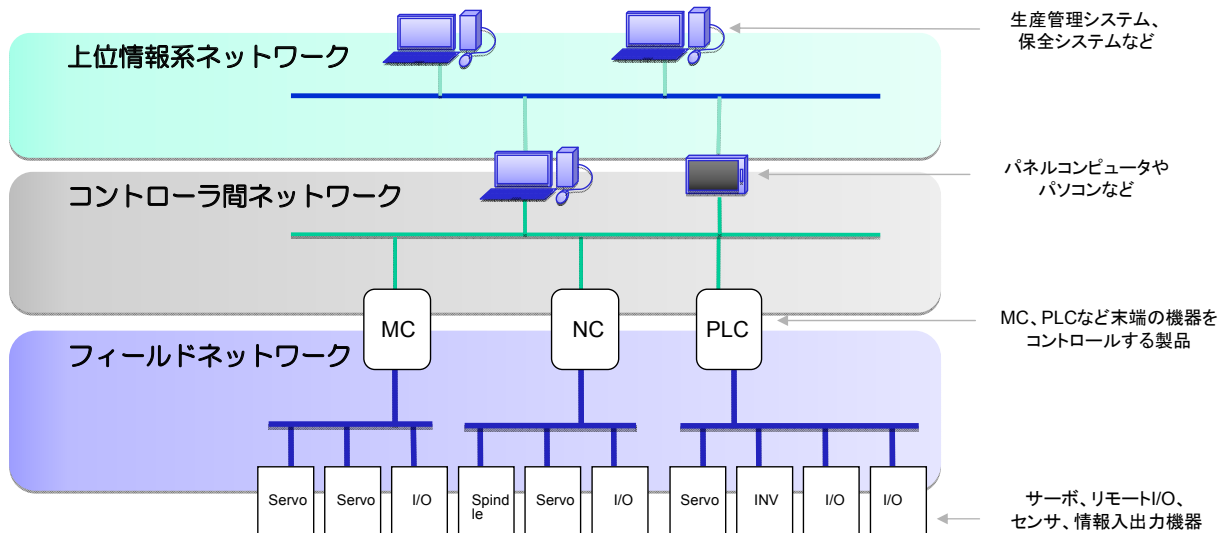
本書で取り上げているネットワーク

- * MECHATROLINK-III
- * EtherCAT
- * PROFINET IRT
- * POWERLINK
- * SSCNET III



■ ネットワークの位置づけ

フィールドネットワークは、ネットワークの階層の中で、一番下位に位置づけされます。フィールドネットワークの中でも、特にアクチュエータ制御や、IO制御など、システムを駆動したり制御情報を入力するための機器がつながるネットワークを、一般的にモーション・ネットワークと呼びます。モーション・ネットワークに必要な要件には、高速性、定周期性、同期性、低ジッター、多ノード接続、サイクリックと非サイクリック通信などが挙げられます。



MLC12C-040 P1

モーション・ネットワークの種類

■ アジアで普及しているモーション・ネットワーク

ネットワーク名	国内推進団体	備考
MECHATROLINK-III	MECHATROLINK協会	
EtherCAT	ETG日本オフィス	
PROFINET IRT	日本プロフィバス協会	
POWERLINK	日本には無し	推進団体はEPSG
SSCNET III	—	三菱電機オリジナル

■ History

安川電機(日本)が開発したプロトコル仕様をMMA(MECHATROLINK Members Association)が推進団体となって2003年に公開されたMECHATROLINK-IIをベースに2007年11月にMECHATROLINK-IIIをリリース。
全世界で1000社以上、日本では約400社が参加している(2012年4月時点)。

■ Performance

- ◆ 31.25 μ s cycle time ~ 例) 500 μ / 19 nodes, 125 μ / 6 nodes
- ◆ <1 μ s synchronization
- ◆ Max 62 nodes
- ◆ 100m line length between nodes

■ Topology

Star, Daisy chain



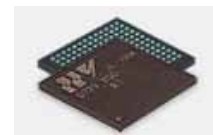
MLC12C-040 P3

MECHATROLINK-III ②

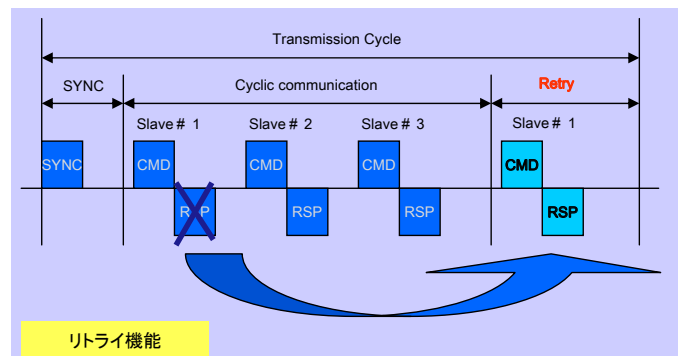


■ Features (Strengths)

- ◆ マスタ/スレーブは通信ASIC、FPGAを使用
同期制御はASICが自動で行い、ホストCPU側の負荷が非常に軽い
- ◆ ASICを使うため、開発が容易
- ◆ マスターにリトライ機能を標準搭載、特に制御性が求められるモーションでの信頼性が高い
- ◆ インダストリアルミニIOコネクタ採用で
ノイズ、振動、こじりに強く信頼性が高い
- ◆ 位置、速度、トルク制御をシームレスに
切り替え可能なサーボプロファイル
- ◆ 有料のプロトコルスタックや、
ライセンスなど一切必要としない
無償のサンプルコードを使用可能
- ◆ SEMI規格取得済、国際規格IEC 61158 とIEC 61784(申請中※) ※2012年3月末時点



通信ASIC



■ Weaknesses

- ◆ Star接続のために、MECHATROLINK-III専用HUBが必要

MLC12C-040 P4

■ History

Beckhoff(ドイツ)が開発したプロトコル仕様をETG(EtherCAT Technology Group)が推進団体となって2003年に公開。

全世界で約1800社、日本では170社が参加している。(2011年度)

■ Performance

- ◆ cycle timeはマスタCPU能力による
- ◆ <1 μ s synchronization
- ◆ MAX 65535 nodes
- ◆ 100m line length between nodes

■ Topology

Line , Star, Tree, Daisy chain, Ring(Redundancy)



■ Features (Strengths)

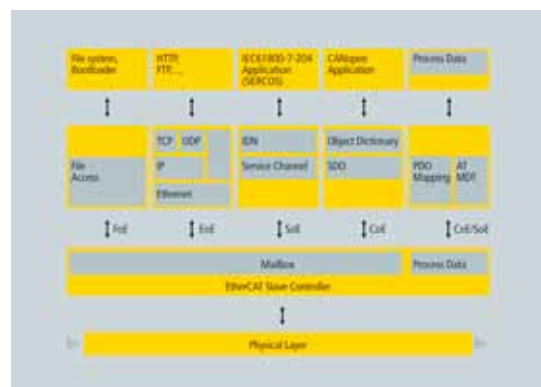
- ◆ マスタは専用チップを必要とせず、通常のLANチップで搭載可能
- ◆ ディストリビューテッド・クロックによるスレーブの同期処理が可能
- ◆ 活栓挿抜、ネットワークの2重化が可能

但し、マスタ側の対応が必要

※対応していないマスタもある class A/class Bによる

■ Weaknesses

- ◆ リトライ機能がない
- ◆ CANopenの場合ACサーボはCiA402準拠であるが、メーカーにより実装コマンドが異なる
- ◆ マスタ側はソフト制御の為、高周期で使用する場合は高速CPUが必要
- ◆ システム開発には高いスキルが必要
- ◆ スレーブ側のチップがBeckhoffチップしかなく入手性が悪い ※現在TIがチップ開発中
- ◆ 機能追加が頻繁にあり、仕様変更が多い



History

SIEMENS社およびユーザグループで開発されたIndustrial Ethernet。

PROFINET V2 (SRT:ソフトウェアリアルタイム通信)としてPROFIBUS相当のリアルタイム性。

PROFINET V3 (IRT:モーションコントロール用)として開発されたネットワーク。

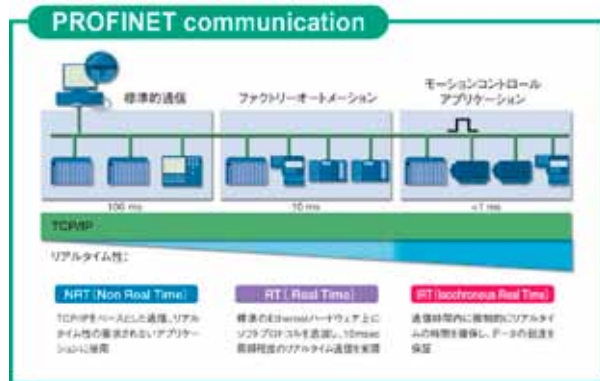
参加企業 1,400社(内国内 87社)。 2011/7現在

Performance

- ◆ 250 μ s cycle time ~
 - ◆ 250 μ s / 35nodes data : 6MB/sec
 - ◆ 1msec / 150nodes data : 6MB/sec
 - ◆ 1msec / 70nodes data : 9MB/sec
- ◆ <1 μ s jitter
- ◆ 100m line length between nodes

Topology

- ◆ Line,ring,star



Features (Strengths)

- ◆ Ethernet TCP/ IP 標準にフルコンパチブル
- ◆ あらゆるオートメーション市場に対応できるリアルタイム性
 - ◆ NRTはリアルタイム性を求めないアプリケーション向け
 - ◆ RTはFA用途用のソリューション向け
 - ◆ IRTはモーションコントロールのハイエンド向け
- ◆ RTとIRTはIEEE 802.3にフルコンパチブル、TCP/IPの電文長を完全サポート
- ◆ 一般ネットワークとの接続も可能(工場内のシームレス連携も実現)
- ◆ 無線LANで使用可能
- ◆ PROFINET は、国際規格IEC 61158 とIEC 61784、SEMI規格、中国GB

Weaknesses

- ◆ 日本国内の参加企業が少ない
- ◆ 開発ツール(含ドライバー)が高価
- ◆ FAでの普及が弱い(PAと比較して)



History

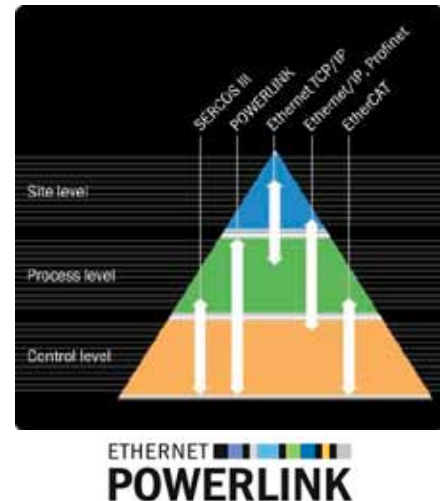
B & R社(オーストリア)が開発したプロトコル仕様(Ver.1)をEPSC(Ethernet Powerlink Standardization Group)が推進団体となって2003年に公開(Ver.2)した。
2006年11月には最新のVer.3(Gigabit)が発表されているが、まだ対応製品はない。
EPSCの会員数は約150社。(2012.4 HPより)

Performance

- ◆ 100 μ s Cycle time 例)24軸 250 μ s
- ◆ 0.05 μ s Synchronization
- ◆ 240 Nodes
- ◆ 100m Between node / 2km Line length

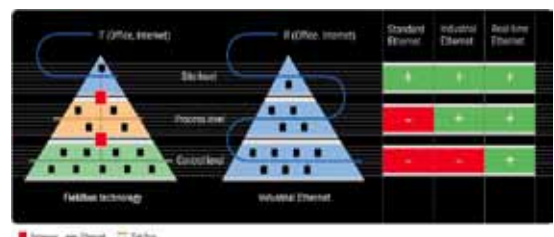
Topology

Star, Tree, Daisy chain, Ring (Redundancy)



Features (Strengths)

- ◆ POWERLINKはリアルタイムイーサネット対応FPGAを使用:エンジニアリングコストが低い点などが多くの用途で利点
- ◆ オープンソース(ライセンスフリー)であるため、ユーザー同士、開発者同士でサポート可能
また最新技術サポートなどの更に高いレベルでのサポートをEPSCから提供
- ◆ 上位層(Application, Device Profile)はCANopenと互換性があり(下図参照)、CANopenとの親和性が高く、CiA(推進団体)との連携も強い
- ◆ POWERLINK は国際規格IEC 61158、IEC 61784, 中国GB



Weaknesses

- ◆ 標準のHUBが使えない (リピータHUBの使用を推奨)
- ◆ 日本に推進団体がないので(2012.3現在)、技術サポートに不安がある

■ History

三菱電機(日本)が開発・展開しているネットワーク。モーション用として位置づけられている。

1994年に「SSCNET」が発表され、その後、SSCNET IIを経て2004年に「SSCNET III」がリリースされた。

■ Performance

- ◆ 440 μ s / 880 μ s cycle time
- ◆ synchronization spec unknown
- ◆ Max 8 nodes / 440 μ s , Max 16 nodes / 880 μ s
- ◆ optical
- ◆ POF(plastic) : 20m line length between nodes
HPCF(glass) : 50m line length between nodes

■ Topology

Daisy chain

■ Features (Strengths)





- ◆ 通信を光通信とすることで、メタルに比べ伝送路上のノイズの影響を受けにくい
- ◆ 通信は専用ASICが行う

■ Weaknesses

- ◆ 制御周期が8 nodes / 440 μ s , 16 nodes / 880 μ s であり、最大制御軸数が他ネットワークに比べて少ない
- ◆ オープンな技術ではなく詳細が不明。SSCNETパートナーになれば開発は可能だが、基本的には三菱電機オリジナル

■ 比較表

+: 優, 0: 平均, -: 劣

項目	 MECHATROLINK III	 EtherCAT	 PROFINET	 ETHERNET POWERLINK	SSCNET III
モーション性能	++	0 (CPU/パワー依存)	+	+	0 (ノード数少)
製品ラインナップ	+	++	+	-	-
システム開発の容易性	++ (各種ツール)	- (スキル要)	0 (高コスト)	0 (和文ツールなし)	- (非オープン)
技術サポート	++ (MMA)	0 (ベンダー依存)	+	-	+
Safety	0 (Concept only)	+	++ (ProfiSafe)	++ (openSAFETY)	-
耐ノイズ性	++ (リトライ有)	0 (Ring、リトライ無)	0 (Ring、リトライ無)	0 (Ring他、リトライ無)	+
Hot Plugging	+	0 (事前設定必要)	+	+	- (不可)
相互接続性	+	0	-	0	0

MECHATROLINK-III

ケーブルと開発ツール

MLC12C-040 P14

ケーブル及びコネクタ

■ MECHATROLINK-IIIケーブル

◆ 特長

- ・MECHATROLINK-IIIが採用しているIndustrial mini IO (IMI) コネクタはノイズ、振動、ケーブルのねじりへの耐性が高い
- ・耐油性、柔軟性に優れたシースを使用
- ・小型マシンに実装しやすい

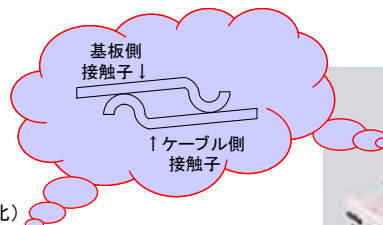


IMIコネクタ採用

■ IMIコネクタ

◆ 特長

- ・体積比でRJ-45コネクタの約1/4の省スペース化を実現(基板側コネクタ: 同一メーカー比)
- ・2つのロール面による2点接点方式を採用した優れた接続信頼性
- ・金属パーツで単一ロック構造を採用しロック強度・堅牢性を確保、振動や衝撃といった過酷な条件下においてもネットワークの可用性を向上



優れた接続信頼性とロック強度、堅牢性を確保

MLC12C-040 P15

■ MECHATROLINK-III 専用通信LSI 【株式会社 安川電機 製】

◆ ホストCPUとの組み合わせでMECHATROLINK-III対応製品が容易に開発可能

▶ マスタ/スレーブ用 JL-100A/JL-101A

▶ スレーブ用 JL-102A/JL-103A



※ドライバソフトウェア(ソースコード)は、協会ホームページからダウンロードできます。

■ MECHATROLINK-III FPGA用 MasterIPコア 【東京エレクトロデバイス株式会社 製】

◆ Xilinx社FPGA向け本IPコアを採用することにより、
ボード上の部品点数、開発コスト、及び開発期間の
大幅な削減が可能



■ MECHATROLINK-III サンプルキット 【安川コントロール株式会社 製】

◆ MECHATROLINK-III対応製品の試作開発向けサンプルキット

▶ サンプルキット内容

(5セットまで試作可能)

・MECHATROLINK-III 通信LSI	5個
・Ethernet PHY	5個
・パルストランス	10個
・フィルタ	40個
・コネクタ	10個

▶ マスタ/スレーブ用

▶ スレーブ専用



■ MECHATROLINK-III スターターキット 【スカイリンク株式会社 製】

◆スレーブ製品開発向けシステムツール

- WindowsソフトウェアとPCIボードで構成
- スレーブ機器開発メーカー向けC1マスターとして使用可能



■ MECHATROLINK-III アナライザ 【スカイリンク株式会社 製】

◆MECHATROLINK-III 専用の通信アナライザ

- WindowsソフトウェアとPCIボード or PCMCIAカードで構成
- 全ての通信フレームを解析可能
- 合計18段のフィルタ設定が可能
- プレトリガ、アフタートリガなどトリガ機能が充実
- ユーザ独自コマンドの定義が可能



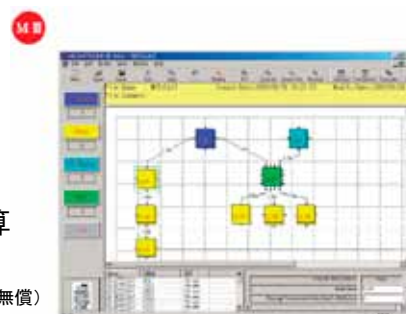
MLC12C-040 P18

■ MECHATROLINK-III Utility ソフトウェア 【MECHATROLINK協会】

◆伝送周期自動計算ツール

構成するマスタ、スレーブ、Hubを図で配置、
通信データ長、ケーブル長、リトライ回数などの
パラメータを設定することで必要な伝送周期を自動計算

※本ソフトウェアは、協会ホームページからダウンロードできます。(無償)



■ MECHATROLINK-III サンプルアプリケーション 【MECHATROLINK協会】

◆ソフトウェア開発用サンプルソースコードをC言語で提供

- C1マスタ及びスレーブの初期化処理、コマンド処理サンプル
- C1マスタ用サンプル: 標準サーボプロファイルコマンド使用
- スレーブ用サンプル: 標準I/Oプロファイルコマンド使用

※本ソフトウェア(ソースコード)は、協会ホームページからダウンロードできます。(無償)



MLC12C-040 P19