

CC-Link IE TSN対応FA製品群

FA Products for CC-Link IE TSN

原川 翼*
Tsubasa Harakawa
挺屋規宏*
Norihiro Tsuchiya
高橋雅也*
Masaya Takahashi

要 旨

近年、生産設備では、タクトタイムの短縮及び加工の微細化が進んでおり、高速かつ高精度な通信の必要性が増している。また、IoT(Internet of Things)の急速な普及によって、扱われるデータ量は増加し続けている。このような背景から、生産現場では高速・高精度な定周期通信を実現し、さらに制御通信と情報通信を融合するネットワークが求められている。

“CC-Link IE TSN”は、世界に先駆けてTSN(Time Sensitive Networking)技術に対応した産業用オープンネットワークとして、高速・高精度な定周期通信及び制御通信と情報通信の融合を実現した。三菱電機はその仕様策定に参画し、スマート工場の実現に必要なCC-Link IE TSN対

応FA製品群をいち早く品ぞろえした。

CC-Link IE TSNは、“高速通信によるタクトタイム短縮”“通信周期混在による生産性向上”と“制御通信と情報通信の融合による柔軟なIoTシステムの構築”を実現する。また、ベンダーによるCC-Link IE TSN対応機器開発が容易に行えるように、ソフトウェア開発キットを加えた。さらに、高精度な時刻情報を利用した正確な診断機能で装置トラブルを早期解決することで、生産現場のメンテナンスコストを削減する。

これらによって、上位のITシステムから生産現場のFAシステムまでシームレスに連携し、スマート工場の実現を可能にする。



CC-Link IE TSN対応FA製品群

当社は、“CC-Link IE TSN”に対応したFA製品群(シーケンサ、産業用パソコン、サーボンプ、表示器、インバータ、ロボットなど(安全機能対応含む))及びソフトウェア開発キットを品ぞろえした。これらのCC-Link IE TSN対応FA製品群を使用して構築したシステムでは、定時性を実現するTSN技術によって、同一幹線上で複数の異なるネットワークの混在を可能にし、高速・高精度な制御を実現する。

1. ま え が き

これまでの産業用ネットワークの歴史は、1：1通信であるRS232Cに始まり、1：多通信を実現するRS485、そしてより高速化を実現したEthernet^(注1)ベースへと変革を遂げてきた。しかし、現在主流のEthernetベース産業用ネットワークでは、モーション制御などの高速・高精度な制御通信を行うネットワークと、IP(Internet Protocol)通信による画像データ転送などの大容量な情報通信を行うネットワークを、別々に敷設する必要がある。

そこで、当社は制御通信と情報通信の融合を実現する新たな産業用オープンネットワークである“CC-Link IE TSN”の策定に参画した。このCC-Link IE TSNは2018年11月にCC-Link協会から発表された、世界に先駆けてTSN技術に対応したネットワークである。定時性が必要な制御通信と大容量通信が必要な情報通信の融合によって、生産現場のFAシステムからリアルタイムにデータを収集し、上位のITシステムへのシームレスな通信を実現する。

さらに、当社はCC-Link IE TSNに対応したFA製品群(シーケンサ、産業用パソコン、サーボアンプ、表示器、インバータ、ロボットなど(安全機能対応含む))及び開発キットもいち早く品ぞろえした。これらの製品群によって、FAとITをつなぐ連携技術を最大限に活用し、工場のスマート化に大きく貢献する。

本稿では、TSNとCC-Link IE TSNの特長及びそれぞれに対応したFA製品群に適用した技術について述べる。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

2. CC-Link IE TSNとは

2.1 TSNとは

TSNは、標準Ethernet規格を拡張した“Time Sensitive Networking”の略称であり、IEEE(Institute of Electric and Electronics Engineers)で制定されている規格である。この規格は、多くの産業用オープンネットワークでも対応を表明しており、これからの産業用オープンネットワークの中核を担う技術である。

TSNは、従来のEthernetベース産業用オープンネットワークと同じコネクタとケーブルでありながら、制御通信と情報通信の混在通信を同一幹線上で実現できる。

TSNは複数の規格から成り立っており、CC-Link IE TSNは時刻同期技術を定めるIEEE802.1ASとIEEE1588v2及び時分割制御技術を定めるIEEE802.1Qbvに基づいている。次に、これらの技術について述べる。

2.1.1 時刻同期技術

時刻同期技術では、時刻のマスタノードとスレーブノードに分かれ、マスタノードの時刻にスレーブノードの時刻を合わせた後に、互いに同期フレームを送信し合い、その送信時刻と受信時刻から補正量を算出し、同期通信として定期的に同期フレームの送受信を行う。これによって、時刻のずれを常に補正し、高精度な同期を実現する。

2.1.2 時分割制御技術

時分割制御技術とは、決められた周期時間を複数の時間に分割し、その分割した時間ごとに、時間幅、その時間で行う通信及び通信の優先度を割り当てて通信する技術である。時分割通信を行うことで、通信の衝突を回避できるため、通信品質の向上につながる。また、通信負荷が高い場合でも、優先度の高い通信は割り当てられた時間で通信を行うため、定時性を保った通信を実現する。

2.2 CC-Link IE TSNの通信仕様

表1に、CC-Link IE TSNの通信仕様を示す。

CC-Link IE TSNは、1 Gbpsと100Mbpsの通信速度に対応しており、これまで100Mbpsで稼働してきた既存設備の機器を有効活用できる。

また、実装方式には専用通信LSIだけでなくソフトウェアでの実装も可能にしている。これによって、機器開発を容易にし、CC-Link IE TSN対応製品を充実することで機器選択の幅が広がり、最適なシステムの構築を実現する。

CC-Link IE TSNは、既に述べた時刻同期技術と時分割制御技術をベースに、産業用オープンネットワークにより適したプロトコルになっている。

従来は、制御通信と情報通信といった異なる特性を持つネットワークを別々に敷設する必要があった。しかし、CC-Link IE TSNで構築したシステムでは、同一幹線上で複数のネットワークの混在が可能になるため、省配線・省スペース化を図ることができる。これによって、配線レイアウトの自由度が増し、柔軟なIoTシステムの構築に貢献する(図1)。

表1. CC-Link IE TSNの通信仕様

項目	仕様
通信速度	1 Gbps/100Mbps
実装方式	専用通信LSI/ソフトウェア
通信方式	時分割方式
同期機能	IEEE802.1AS及びIEEE1588v2
トポロジ	ライン、スター、リング
1ネットワークの最大接続ノード数	64,770台
最大サイクリックサイズ	入出力合計で最大4 Gbit (4,294,967,296bit)

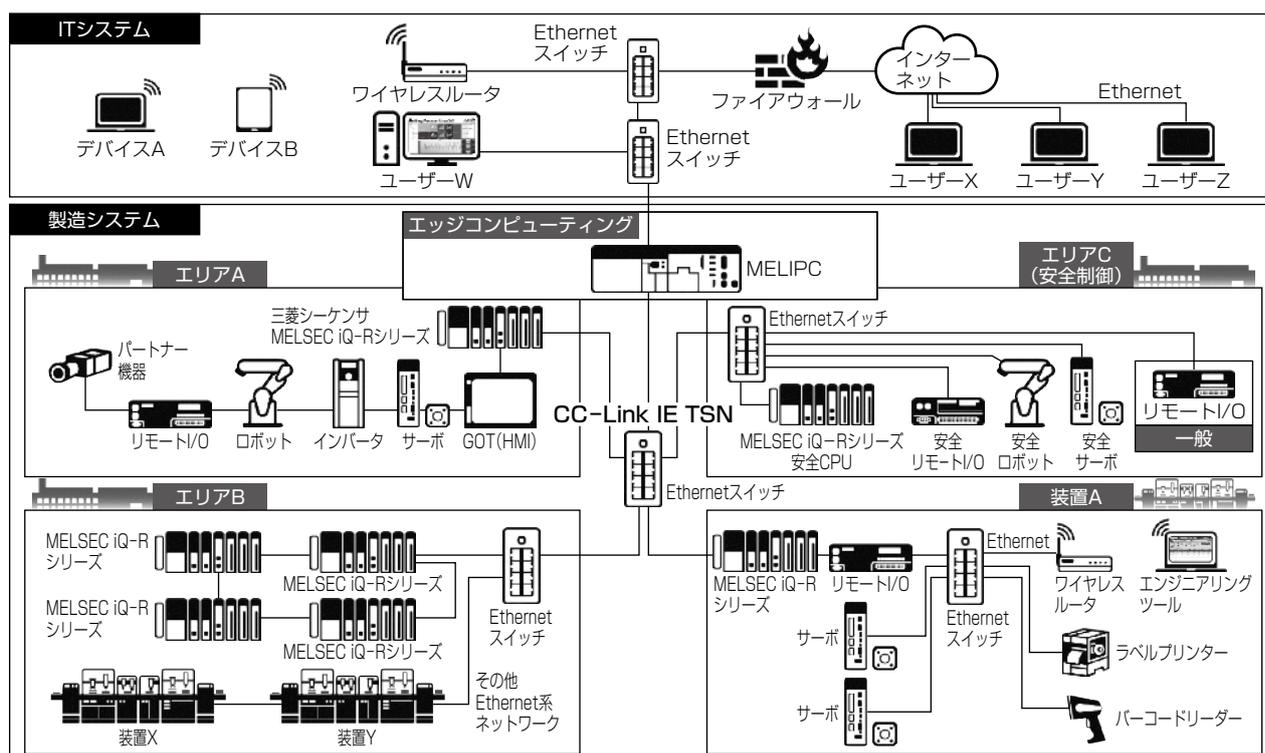


図1. CC-Link IE TSNを使用したシステム構成例

3. CC-Link IE TSNの特長

これからの産業用オープンネットワークに求められる要件として、生産性向上や柔軟なIoTシステムの構築に加え、様々なタイプの機器との接続、生産現場のメンテナンスコストの削減などが挙げられる。これらの要件を満足させるため、CC-Link IE TSNは次に述べる特長的な機能を実現している。

3.1 生産性向上と柔軟なIoTシステムの構築の実現

制御通信と情報通信を融合するCC-Link IE TSNでは、次に述べる特長によって生産性の向上と柔軟なIoTシステムの構築を実現する。

3.1.1 高速通信の実現によるタクトタイム短縮

従来は、一方の要求に対して他方の応答を待つトークンパッシング方式を採用していたが、CC-Link IE TSNでは高速通信を実現するために、他方の応答を待たずに互いに送信し合う時分割方式を採用した(図2)。この方式は、先に述べた時刻同期技術と時分割制御技術を活用することで実現できる。これによって、従来方式に比べて最短通信周期を1/16に短縮した。そのため、通信データの更新が高速になり、タクトタイム短縮に貢献する。

3.1.2 通信周期混在による生産性向上

従来は、定時性を保つための通信周期はネットワーク

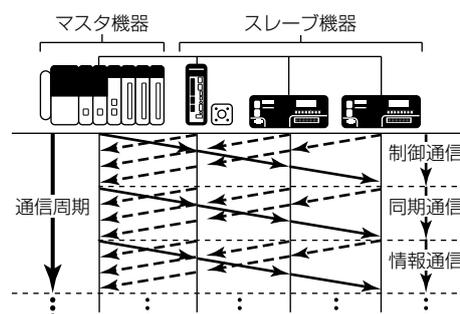


図2. 高速通信の実現方式(時分割方式)

全体で一つであったが、CC-Link IE TSNでは定時性を保ったまま複数の通信周期で運用できる。これによって、高速応答が必要な機器は毎周期通信を行い、高速応答が不要な機器はより遅い周期で通信を行ってネットワークの通信帯域を効率良く使用し、通信負荷を低減する。そのため、高速応答が必要な機器の通信周期を短縮でき、機器の応答性改善を実現し、設備の生産性向上に貢献する(図3)。

3.1.3 制御通信と情報通信の融合による敷設コスト削減

時刻同期技術と時分割制御技術を用いて、全てのノードが分割された時間と割り当てられた通信の設定を共有し、高精度な同期を実現することによって、ある時間は定時性が必要な制御通信を行い、またある時間は大容量の情報通信を行う。これを周期的に繰り返すことで、1本のEthernetケーブル上で、従来は分けて敷設していた制御通信と情報通信のネットワークを、一つのネットワークに統合可能になるため、敷設コストを大幅に削減する。

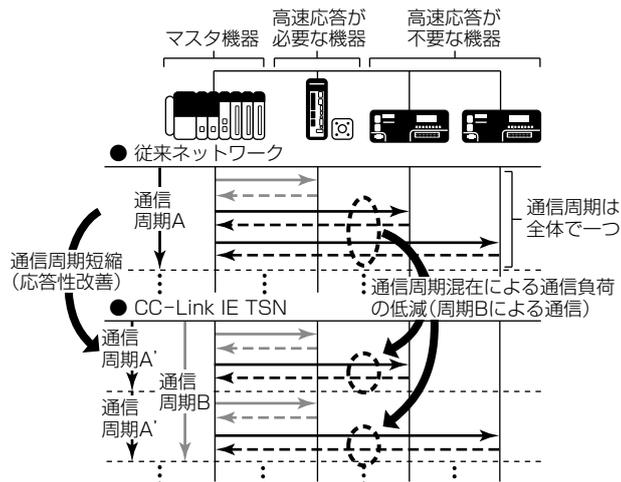


図3. 通信周期の混在

3.2 ソフトウェア開発キットの提供

CC-Link IE TSNでは、専用通信LSIに加え、ソフトウェア開発キット(Software Development Kit: SDK)を提供する。従来は、プロトコル仕様上、専用通信LSIによるハードウェア実装が必須であったが、CC-Link IE TSNでは汎用マイコンとソフトウェア実装だけの機器開発も想定されている。任意のリアルタイムOS・TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)スタック用にインタフェースを変更して組み合わせることで、低コスト(専用通信LSI不要・短期開発)かつ容易にCC-Link IE TSN対応機器を開発可能である。そのため、ベンダーによる機器開発が活発になることによって、CC-Link IE TSN対応機器の増加を見込む。

3.3 メンテナンスコストの削減

CC-Link IE TSNでは、メンテナンスの面でもユーザーに対して新たなメリットを提供する。

3.3.1 診断機能によるダウンタイムを短縮

CC-Link IE TSNでは、既に述べた時刻同期技術によって、同一ネットワーク内にある機器が同期した時刻を持っており、エラーなどのログデータを発生時刻とともに記録している。これを用いることで、システム内で複数のエラーが連鎖的に発生するような複雑な状況でも、発生順を明らかにし、原因の早期特定が容易になる。また、ネットワーク内のログデータは、専用のエンジニアリングツールの診断機能で、機器の状態などと共に閲覧できる。

3.3.2 SNMP対応ツールで一括診断

CC-Link IE TSN対応機器はSNMP(Simple Network Management Protocol)に対応している。SNMPは、ネットワーク監視や機器管理に用いられる一般的な通信プロト

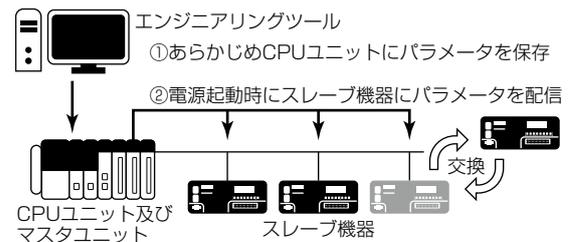


図4. スレーブ機器の簡単交換



図5. スプリングクランプ端子台タイプのリモートユニット

コルであり、クライアントソフトウェアなども世間に広く出回っている。そのため、専用のエンジニアリングツールを導入しなくても、使い慣れた既存の機器管理ツールで、工場のシステムなどの診断を可能にしている。

3.3.3 スレーブ機器の簡単交換

工場内に分散配置されたスレーブ機器を交換するときのパラメータの再設定や制御機器との再配線にかかる工数を削減するために、CC-Link IE TSNでは、あらかじめスレーブ機器のパラメータをCPUユニットに保存し、電源起動時にCPUユニットからマスタユニットを介して各スレーブ機器に対してパラメータを配信する。これによって、パラメータの再設定作業が不要になるため、スレーブ機器の交換時のパラメータ設定工数を削減できる(図4)。

また、リモートI/Oユニット及びアナログユニットでは、省工数・省配線を可能にするロックレバー式スプリングクランプ端子台タイプを品ぞろえした(図5)。

4. むすび

CC-Link IE TSNの開発背景、特長、及びそれに対応したFA製品群に適用した技術について述べた。

CC-Link IE TSNは、Ethernet上で時分割通信するTSNの技術を採用し、Ethernet機器の活用を容易にするとともに、高速・高精度通信を実現するネットワークになったことによって、FA分野での一般制御及びモーション制御の性能・機能の向上を実現する。

今後も常に変化し続ける市場やユーザーニーズを的確に把握し、魅力ある製品づくりを推進する。

参考文献

- (1) “CC-Link IE TSN”対応FA製品, 三菱電機技報, 94, No.1, 17 (2020)