グランドマスタークロックGM200 FAQ集（TSN）

目次

IEEE1588-2008・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
TSN
産業オートメーション用TSN定義プロファイル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
定義されている仕様
ネットワーク時刻同期(802.1AS-2019)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
PTP
Sync-E・・ 5
TSNが理想とする遅延・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
TSNはどこに組み込まれるか
TSNスイッチの要件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
トラフィックのスケジューリング(802.1Qbv)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
フレームの割込み(802.1Qbu)・超優先転送(802.3br)
複製と廃棄(802.1CB)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
ネットワーク時刻同期(802.1AS-2019)
TSNトラフィックの特性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
TSNシステムの主要なコンポーネント・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q１：IEEE1588-2008とは何ですか

A１：金融や通信システムなどにおいて使用する高精度時刻同期のプロトコルを定義したIEEE標準規格です

Q２：TSNとは何ですか

A２：Time Sensitive Networkingの略です。イーサネットをベースにしながら、時間の同期性を保証し、リアルタイム性を確保できるようにしたネットワーク規格の集合体です。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q3：産業オートメーション用TSN定義プロファイルはどれですか

A3：2021年7月に産業用オートメーション用TSNプロファイルを定義するIEC/IEEE60802規格が発行され、IEC/IEEE60802とCC-Link TSN両方共に802.1AS 同期を採用しています。GM200はその両方で使用可能です。

Q4：定義されている仕様はどれですか

A4：IEEE1588-2008の規格に順じ、特別なプロファイルを定義したのが、IEEE 802.1AS-2019 Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applicationsです。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q5：ネットワーク時刻同期（802.1AS-2019）とは何ですか

A5：ネットワーク内で、高精度な時刻を持つデバイスをグランドマスターに指定し、グランドマスターは、周期的に自身の持つタイムスタンプ情報をネットワークにマルチキャスト配信します。スレーブはマスターから配信された時刻に対して、グランドマスターから自身までのネットワーク遅延時間値で補正し、全ノードが同じ時刻を共有した結果、誤差1μ秒以下の高精度同期の実現します。

Q6：PTPとは何ですか

A6：Precision Time Protocol の略です。コンピュータネットワーク全体でクロックを同期させるために使用される通信プロトコルです。Local Area Networkにおいてマイクロ秒以下の精度のクロック同期を達成し、測定や制御システムにも使用できるようにします。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q7：Sync-Eとは何ですか

A7：イーサネット物理層を介してクロック信号の伝送を容易にし周波数同期する方式で、ITU-Tの規格です。同期を行う伝送路のすべての装置がSync-Eに対応していることが必要です。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q8：TSNが理想とする遅延はいくらですか

A8：最低1ホップ当たり4μ秒未満（ショートメッセージの場合は1Gビット/秒）を維持することを目指しています。また、代替パスと複数のクロックパスを瞬時に切り替えるたり、複数の同時ストリームを用いてシームレスな冗長性を提供することによって、ネットワークの堅ろう性を高めています。さらに、大規模な実装に対する拡張性を実現すべく、設定や帯域幅予約に必要な管理トラフィックを低減します。

Q9：TSNはどこに組み込まれますか

A9：データリンク層（レイヤ2）に組み込まれます（基本的にはどこでも可）。既存ハード設備などがそのまま利用でき、物理層などはそのままに、時刻同期や優先的に通すデータを制御する機能などを加えることで、リアルタイム性を確保しています。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q10：TSNスイッチの要件は何ですか

A10：次の5つです。

①Flow Control
　トラフィックのスケジューリング（802.1Qbv）
　フレームの割り込み（802.1Qbu）
　超優先転送（802.3br）

②Replication複製と廃棄（802.1CB）

③Synchronization（Slave mode）
　ネットワーク時刻同期（802.1AS-2019：gPTP）

④Flow Management

⑤Configuration（for network）

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q１１：トラフィックのスケジューリング（802.1Qbv）

A１１：特定のTSNイーサネットフレームをスケジュール通りに送信しながら、TSN以外のイーサネットフレームはTSNフレームに関するベストエフォートに応じて送信されるためにするための手段を定義しています。

Q１２：フレームの割込み（802.1Qbu）・超優先転送（802.3br）

A１２：フレーム割り込み（802.1Qbu）と関連物理層規格であるインタースパーシング・エクスプレス・トラフィック（802.3br）を定めています。エクスプレストラフィックだけが割り込み可能で、エクスプレストラフィックに対して遅延が保証されます。リアルタイム動作のための妥協をせず、最大限の帯域幅を確保します。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q13：複製と廃棄（802.1CB）

A13：送信者がフレームを選択的に複製し、宛先で複製を廃棄することにより、冗長性を確保します。

Q14：ネットワーク時刻同期（802.1AS-2019）

A14：ネットワーク内で、高精度な時刻を持つデバイスをグランドマスターに指定し、グランドマスターは、周期的に自身の持つタイムスタンプ情報をネットワークにマルチキャスト配信します。スレーブはマスターから配信された時刻に対して、グランドマスターから自身までのネットワーク遅延時間値で補正し、全ノードが同じ時刻を共有した結果、誤差1μ秒以下の高精度同期の実現します。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q15：TSNトラフィックの特性

A15：製造業では、以下の通信があります
①垂直通信：
自動化制御装置と工場レベルのシステムおよびアプリケーションとの間
②水平通信：
自動化装置と制御装置との間（コントローラ間及びコントローラとフィールド間の装置（別称入力および出力または入出力））

TSNは②製造装置間で非常に重要な水平通信を提供します

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.

Q16：TSNシステムの主要なコンポーネント

A16：次の5つが挙げられます。

①ブリッジ（別名イーサネットスイッチ）

TSNフローのイーサネットフレームをスケジュールにしたがって、送受信できる特別なブリッジになっています

②TSNフロー

エンドデバイス間のタイムクリティカルな通信を表す用語。各フローには厳密な時間要件があり、ネットワーキングデバイスはそれにしたがいます。各TSNフローはネットワークデバイスによって一意に識別されます。

③エンドデバイス

確定的通信を必要とするアプリケーション。別名：トーカー及びリスナー

④CNC（セントラルネットワークコントローラ）

確定的通信を必要とするアプリケーションに対して、プロキシネットワーク（TSNブリッジとそれらの相互接続）の役割を果たします。CNCはスケジュールを定義し、すべてのTSNフレームはそれにしたがって送信されます。CNCアプリケーションは、TSNブリッジのベンダーによって提供されます。

⑤CUC（一元的ユーザー設定）

CNCおよびエンドデバイスと通信するアプリケーション。制御アプリケーションとエンドデバイス。確定的通信（TSNフロー）のため、各フローに個別の要件でCNCに要求を行います。CUCはベンダーによって異なるアプリケーションです。通常、TSNエンドデバイスのベンダーはそれらのエンドデバイスのためのCUCを提供しています。

COPYRIGHT © 2022 HARADA CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
No reproduction or republication without written permission.