



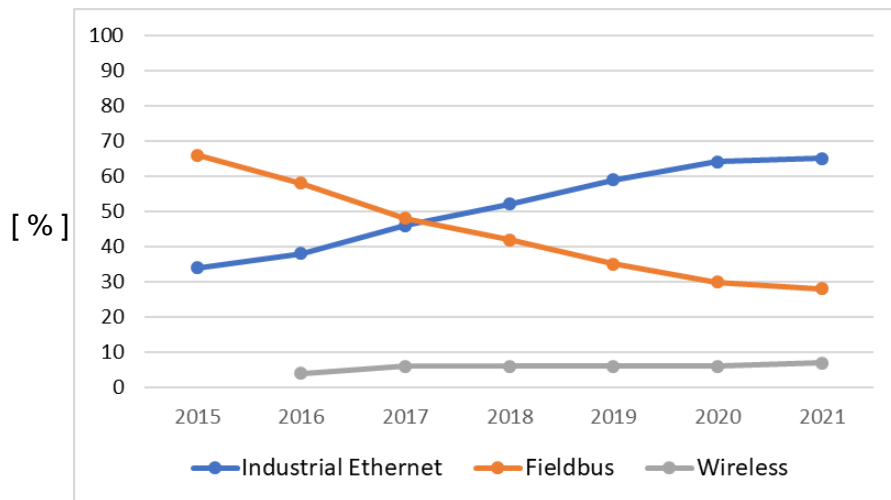
TI *Live!* TECH EXCHANGE

Japan Industrial Day

産業用イーサネットの現状と今後の展望
およびTIに対する期待

伸び続ける産業用イーサネット

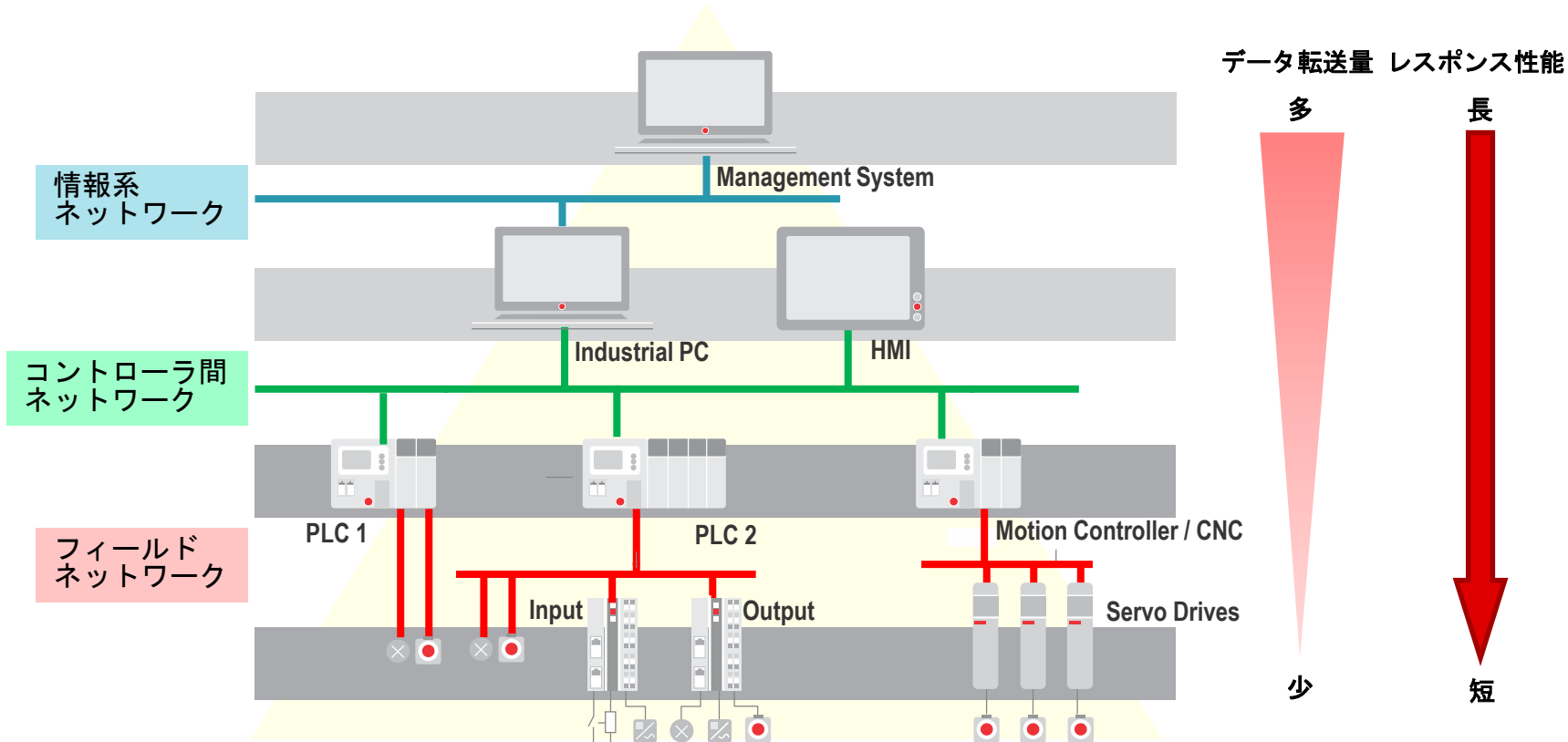
IIoT や Industry 4.0、スマート・ファクトリーなどにより、様々な機器がつながり、産業ネットワークが一段と広がっています。なかでも産業用Ethernetは年々伸びており、2018年にSerial ベースのフィールドバスをとうとう抜き、産業用ネットワークの65%を占めます。



データ・ソース HMS Networks様 統計より

産業用ネットワーク市場シェア動向



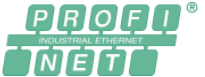

工場内階層ネットワークでの要求



パネル・ディスカッション

産業用イーサネットの今後の展望

TI が提供する認証済み産業用プロトコル・スタック

プロトコル	最小サイクル時間	適合試験 / 認証	サポート対象の主な機能
 EtherCAT	31.25us	ETG.7000.2	CiA402, CAN over EtherCAT (CoE), Servo Drive Profile (SoE), Ethernet over EtherCAT (EoE), File Access over EtherCAT (FoE), Distributed Clocks
 EtherNet/IP	1ms	CT18.1	Address Conflict Detection (ACD), Quality of Service (QoS), Device Level Ring (DLR), Precision Time Protocol (PTP)
 PROFINET	250μs (IRT) 1ms (RT)	2.4.2	Conformance Class A, B (RT), and C (IRT), Precision Time Control Protocol (PTCP), Media Redundancy Protocol (MRP)
 IO-Link	すべての通信クラスをサポート	1.1.2	Up to 8 channel IO Link Master per ICSS, IO-Link standard-compliant with Standardized Master Interface (SMI)

各プロトコルで使用できる機能セットの詳細については、Industrial Communications Toolkitをご覧ください
SDK 8.01 release [EtherNet/IP](#) [EtherCAT](#) [PROFINET](#) [IO Link](#)

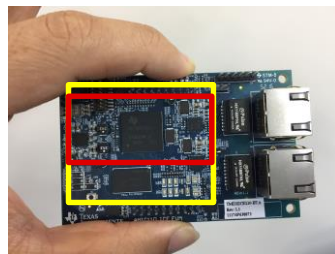
Sitara Hardware and Software for CC-Link IE TSN

- Linux: Endpoint and switch with 802.1Qbv (EST)
 - sockets and qdisc configured using iproute2 / tc , 802.1AS 2011 with linuxptp /ptp4l
- freeRTOS (R5)
 - Endpoint
 - cut through switch, 802.1AS ptp , and 802.1Qbv (EST)
- Two Ethernet switch solutions on Sitara devices
 - Use the same low level driver interface, VLAN based priority by default
 - Common Port Switch (CPSW)
 - Industrial Communications Subsystem (ICSS)
 - Also used to implement legacy and custom industrial protocols
 - Required if also EtherType based EST/ Qbv timeslot is needed

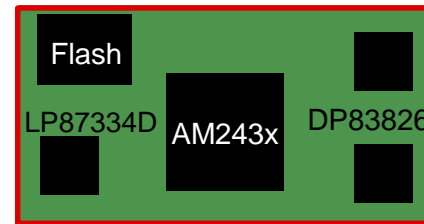
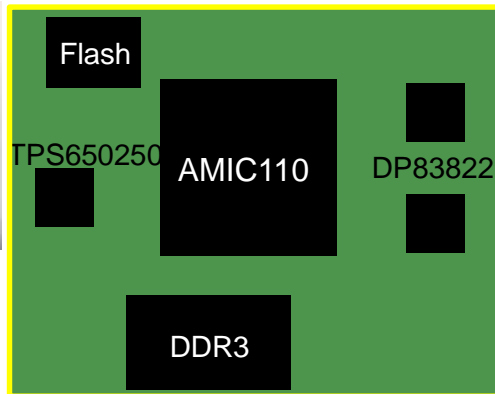
TSN Industrial Features

Feature	TSN (ICSS-G)	TSN (CPSW)
802.1Q	✓	✓
[TSN] 802.1AS time synchronization	802.1AS-2011 (example SW), 802.1AS-2020 (AS-Rev)	802.1AS-2011 (example SW), 802.1AS-2020 (AS-Rev)
[TSN] number of queues	8 gates –One per priority queue	8 gates –One per priority queue
[TSN] 802.1Qbv (TAS) / EST : number of schedule entries	8 / 16	64 / 128
[TSN] 802.3br & 802.1Qbu Frame Preemption / IET	✓	✓
Cut-through switching + bridge delay	< 1.2us	< 1.5us

現行システムからの システムコスト削減、小型化、高性能・高機能化



AMIC110 ICEボード



- 高性能・高機能PRU-ICSSG (Gb TSN対応可)
- 小型パッケージ(AM243x: 11x11mm, DP83826(10/100M): 5x5mm)
- DDRレス
- 各種産業通信プロトコルのファームウェア、スタックをバンドル

Gb Ethernet は必要か？ 今後、Gbが主流になるのか？

- PCなどでは、Gbイーサネットが主流となっておりますが、産業用イーサネットでは、まだそれほど使われていないようです。今後、Gbに移行していくのでしょうか？
 - 各プロトコルでのGbの対応状況・予定
 - どういった分野・アプリケーションでGbが必要になるか？
 - もしくは、アプリケーションによっては、今後もそこまでのスピードは不要か？

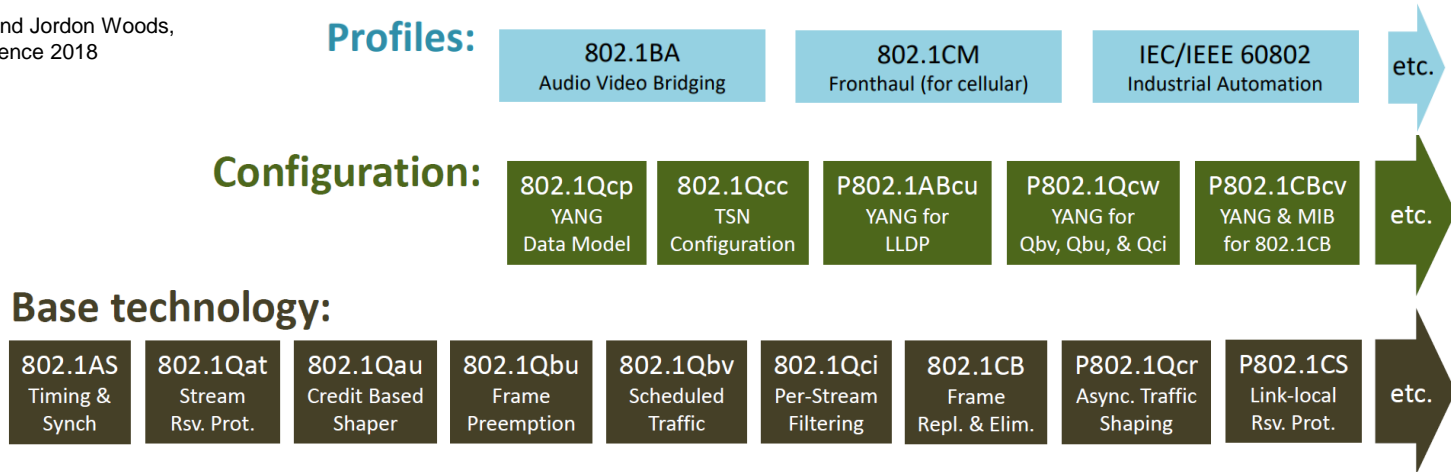
TSN (Time Sensitive Networking)

TSN (Time Sensitive Networking)とは

- イーサネットを介して、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機能・規格のツールセット
- IEEE802.1 TSN Task Groupは、IEEE 802ネットワークを介して確定的 (deterministic)なサービスを提供するよう設立されています
 - 保証されたパケット転送
 - 低パケット損失
 - 制限された低遅延
 - 低パケット遅延変動

IEEE802標準イーサネットから802.1 TSNへの拡張

Source: János Farkas and Jordon Woods,
TSN/A Conference 2018



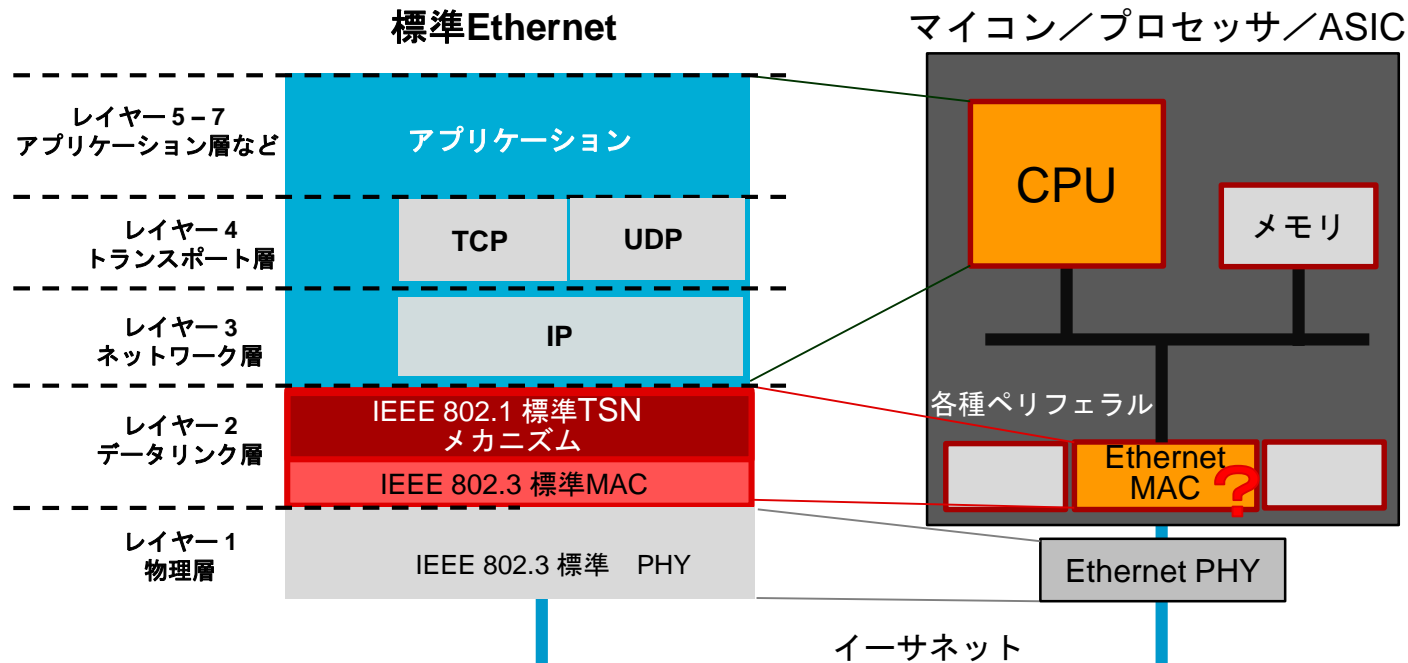
- Time Synchronization
 - Timing and Synchronization (802.1 ASrev)
- Bounded Low Latency
 - Credit based shaper (802.1Qat)
 - Frame preemption (802.3br, 802.1Qbu)
 - Scheduled Traffic (802.1Qbv)
 - Cyclic Queuing and Forwarding (802.1Qav)
 - Asynchronous Traffic Shaping (P802.1Qcr)
- Ultra reliability
 - Frame Replication and Elimination (802.1CB)
 - Path Control and Reservation (802.1Qca)
 - Per-Stream Filtering and Policing (802.1Qci)
- Dedicated resources & API
 - Stream Reservation Protocol
 - TSN configuration (P802.1Qcc)
 - Link-local Registration Protocol

TSNを実現するための構成

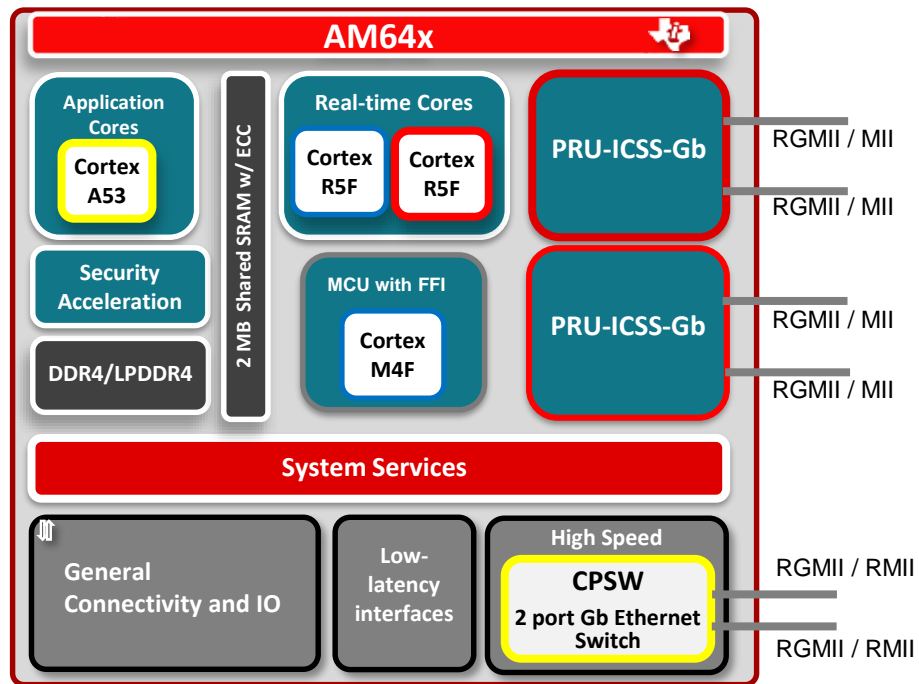
TSNは、従来の標準イーサネットから、レイヤー2 データリンク層を拡張いたします。

従来の標準Ethernet MACではTSNをサポートできません。

ご使用・ご検討中のマイコン/プロセッサ/ASICがTSN対応か否かの確認を。。。



Sitara AM243x / AM64xx上での2通りのTSN実装方法



PRU-ICSSG※1を利用したTSN ※3

- 各種産業通信プロトコルに対応
 - PROFINET over TSN
- Cortex-R5F上のFreeRTOS上に実装
- プログラマブルなRISCプロセッサによりハードウェアの再設計なしで仕様変更・追加に対応

CPSW ※2を利用したTSN

- 標準的なイーサネット・TSNに対応
- Cortex-A53上のLinux上に実装
- TSN向けにハードウェア改良したGb Ethernet MAC

※1 PRU-ICSSG : Programmable Real-time Unit-Industrial Communication SubSystem

※2 CPSW : Common Platform Ethernet Switch (汎用Ethernet MACモジュール)

※3 2018年からPROFINET over TSNデモをハノーバーメッセなどで展示。

14

オンライン・トレーニング - AM64xによるTSNデモおよび詳細解説 -

- The key features supported on Sitara AM64x Linux (iproute2 package) are:
 - Integrated switching including cut-through
 - Timing over packet (802.1AS-2011, IEEE1588, gPTP)
 - Preemption (IET, 802.1Qbu/802.3br) with Linux packet scheduler
 - Time aware shaper (EST, 802.1Qbv) with Linux packet scheduler
- Quality of service (QoS) including TSN works by preventing interference from lower priority traffic

<https://training.ti.com/jp/time-sensitive-networking-using-linux-am64x-processors>

TEXAS INSTRUMENTS ログイン/登録

TI training & videos > Applications & designs Live training Products Tools & software

demo demonstrations Sitara processors On demand webinars Time sensitive networking using Linux on AM64x processors

Application demonstrations

(4)
B)
Applications (31)

Time sensitive networking using Linux on AM64x processors



説明

2021年 6月 30日

In this webinar we'll focus on the AM64x Time Sensitive Networking (TSN) capabilities that enable a deterministic networking across a line topology of several nodes. The built-in cut-through switch with IEEE802.1D, 802.1Q, capabilities will be software standard Linux.

3 Time network AM64x 56:47

4 Move control 35:03

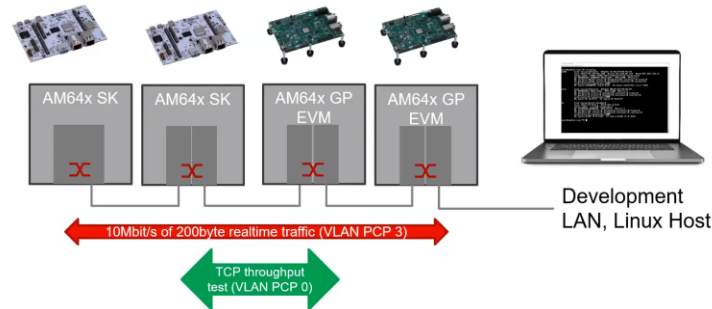
関連コース/イベント

05:22 Jacinto™ Camera analytic

A Perfect 10... TMS320 first 10... 03:46

Now check your account! Migrati

AM64x: Integrated Switch



TEXAS INSTRUMENTS

15

TSNへの対応

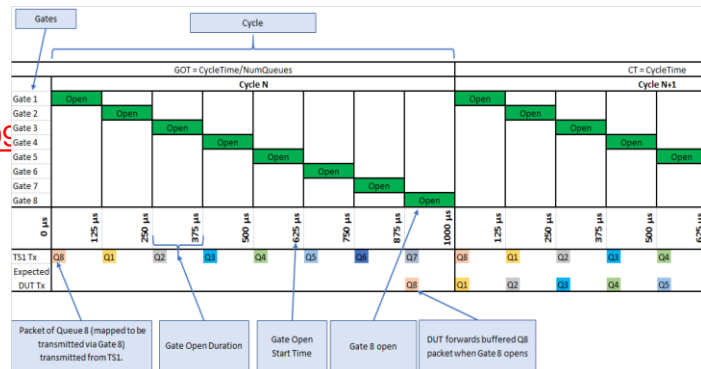
- 各プロトコルでどのようにTSN対応されるのか？
- IEEE802.1AS, Qbv...など、どの仕様に対応されるか？

TSNの導入時期

- TSNを積極的に導入しようとするすでに開発をされている機器メーカー様もいらっしゃる一方、TSNをいつごろ導入しようか。。。市場動向や他社製品動向を見てから検討しようか。。。と考えられているメーカー様も多くいらっしゃいます。
 - 前述頂いたTSNソリューションのスケジュール
 - TSN対応製品はいつごろ市場に出てきそうか？
 - もしくはすでにどのくらい出ているか？ どのような製品で？

Sitara プロセッサでの TSN サポート

- TSN (Time Sensitive Networking) とは、IEEE802.1Q-2018 リアルタイム・イーサネット機能に関する総括的な用語です
 - 詳細な背景情報については、[ホワイト・ペーパー \(英語\)](#) をご覧ください
 - TSNは今後、様々なアプリケーション(産業用、オーディオとビデオ、車載) で、利用が拡大することが予想
 - TIのSitara と Jacinto の複数プロセッサでTSNをサポート
- Sitara AM64x は、市場で初めて 1Gbit/s TSN を採用
 - **Timing over packet**(パケットの時刻同期) (802.1AS-2020、IEEE1588)
 - **Time aware shaper**(時間認識シェーピング機能) (EST, 802.1Qbv)
 - プリエンプション (IET、802.1Qbu/802.3br)
 - カットスルーを含めた統合型スイッチング機能
 - 詳細な資料 [Linux SDK 8.0 TSN Documentation \(英語\)](#) とサンプル <https://e2e.ti.com/support/processors-group/processors/f/processors-forum/1009191/sitara-processors-including-am64x> (英語)
- 今後登場予定のソフトウェア・サポート
 - PROFINET over TSN
 - CC Link IE TSN



SPE (Single Pair Ethernet) / APL (Advanced Physical Layer)

シングルペアーサネット(SPE)

- 従来の8芯・4ペアケーブルの $\frac{1}{4}$ となる2芯・シングル・ペアケーブルで電力とデータの伝送を可能にします。これにより、複雑性とコストを大幅に削減し、様々な利点を生み出します。

シングル・ペア Ethernet 各カテゴリ仕様要求

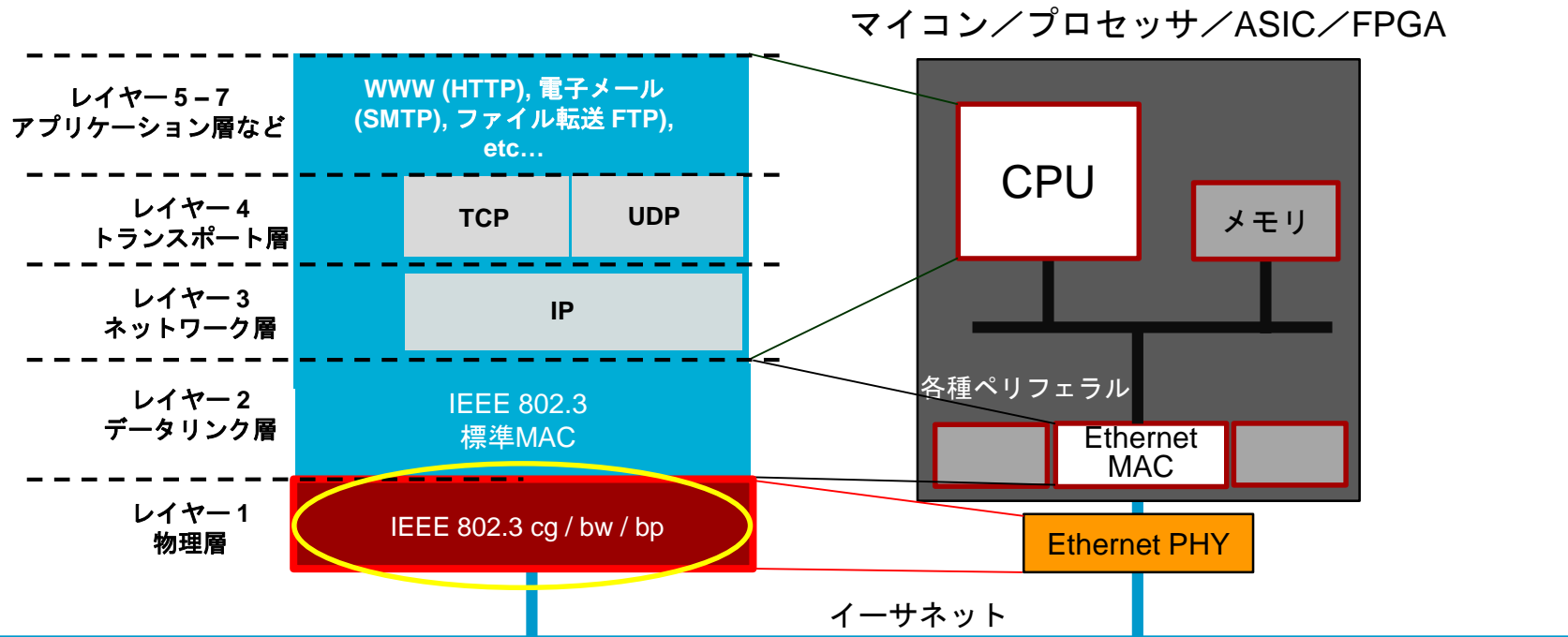
Standards	IEEE 802.3cg 10BASE-T1L	IEEE 802.3bw 100BASE-T1	IEEE 802.3bp 1000BASE-T1
Bandwidth	10 Mbps	100 Mbps	1000 Mbps
Cable reach specification	1,000 m (2.4 V p2p); 200 m (1 V p2p)	50 m	15 m
Power dissipation	<110 mW	<220 mW	<600 mW
Communication	Full duplex	Full duplex	Full duplex
Media Access Control interface	Media Independent Interface (MII), Reduced Media Independent Interface (RMII)	MII, RMII, Serial Gigabit Media Independent Interface (SGMII), Reduced Gigabit Media Independent Interface (RGMII)	RGMII, SGMII
Available TI PHYs	DP83TD510	DP83TC811	DP83TG720

10BASE-T1Lの特長

- 長距離伝送(1,000m)が可能
- プロトコル変換やその他の中間調整が不要になり、オペレータとエッジ・ノードの間の高速でシームレスなデータ伝送が可能
- 最大52Wまでの電力重畳が可能
- 予防保全とシステムの健全性、安全性、処理能力の強化に必要な大容量データ伝送を支えます。

- ファクトリ・オートメーション、プロセス・オートメーションを始め、ビルディング・オートメーションなどへの応用が期待され、RS485, CAN, フィールドバス, HARTからの置き換えとして注目されています。

標準Ethernet プロトコル階層上での802.3 cg/bw/bp



SPE / APL への対応

- 各協会・団体様にて、SPE/APLへの対応のプラン、構想などはございますでしょうか？