

EtherCATの技術解説と最新動向

EtherCAT Technology Group

日本オフィス

Representative/Technologist

小幡正規



7/27 東京・8/24 名古屋
産業オープンネット展 2016

1. ETGメンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

1. ETGメンバー数
2. EtherCAT製品開発メーカー
3. 最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCATアプリケーション
6. EtherCAT Technology Group

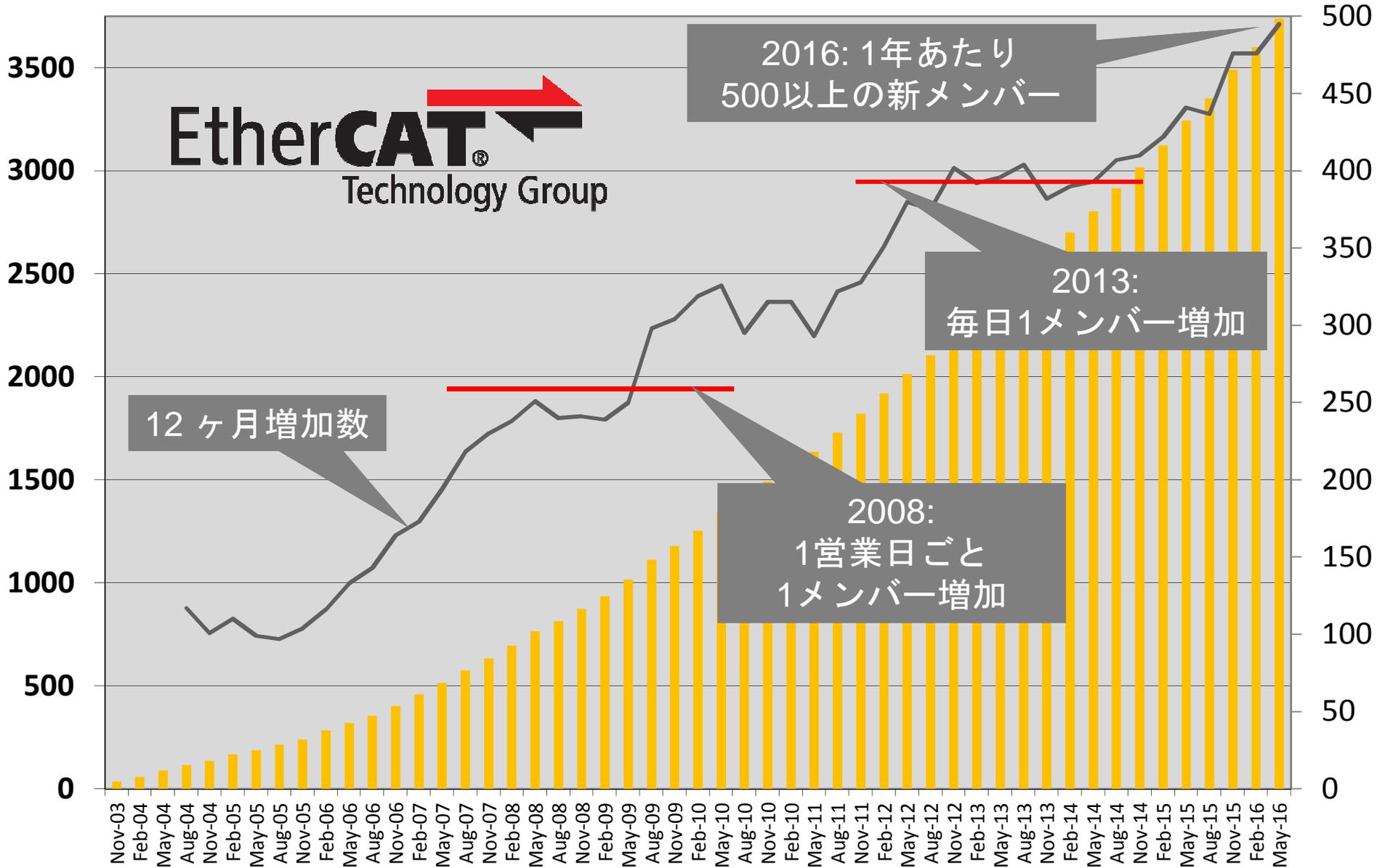
2016年8月22日現在

3850

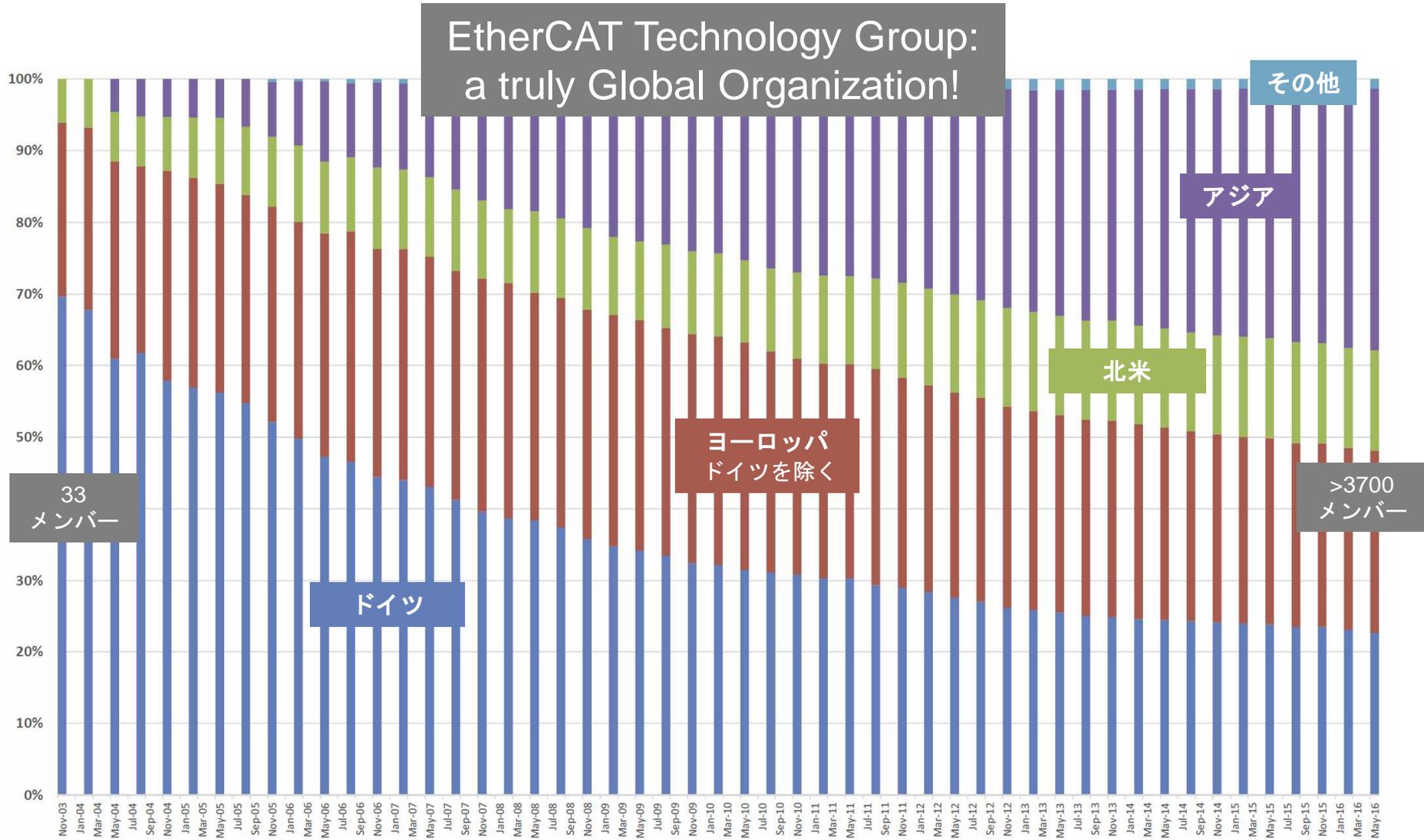
世界全エリアで普及するEtherCAT
6大陸 62カ国 をカバー



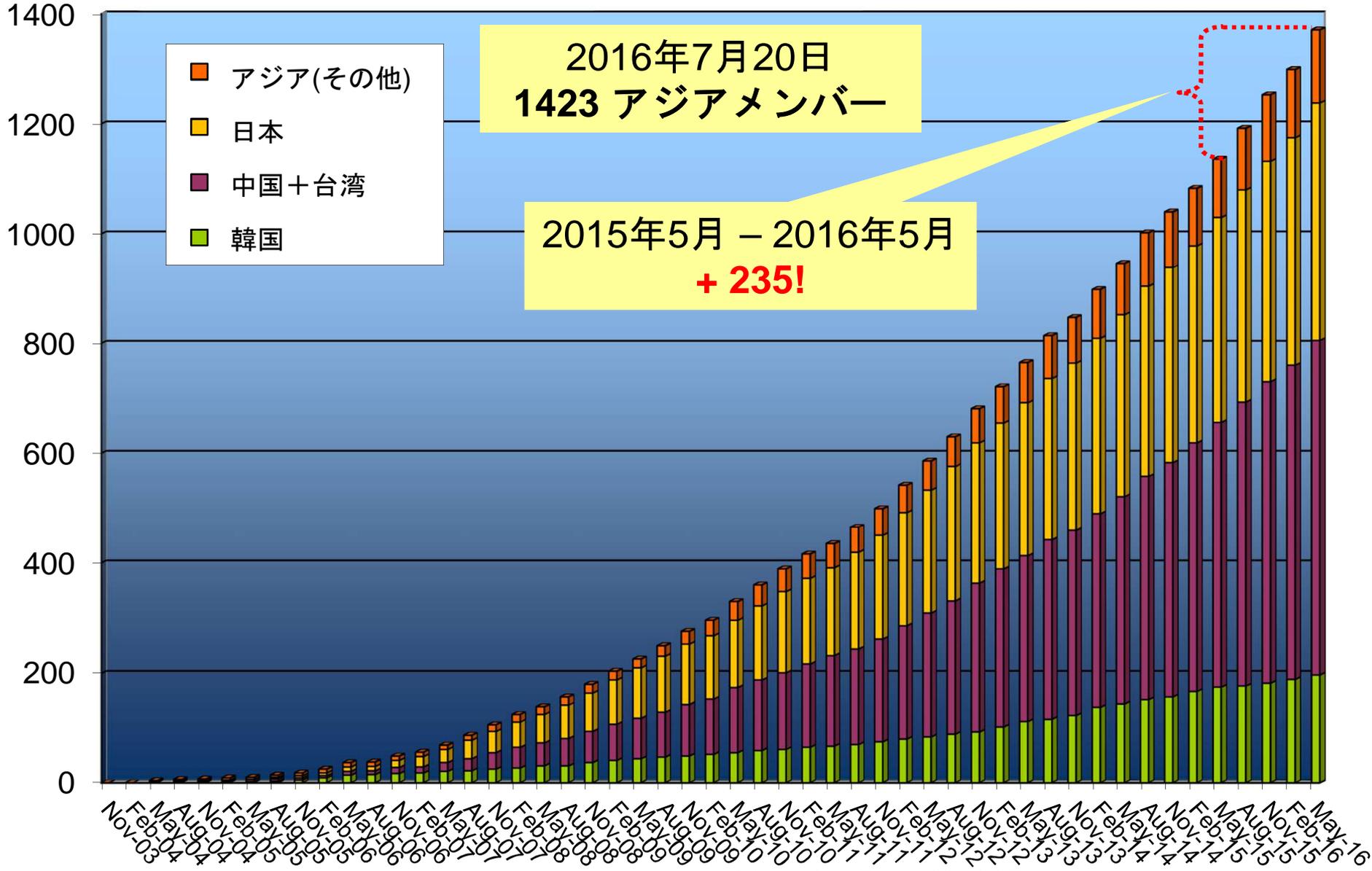
ETGメンバー：ワールドワイド

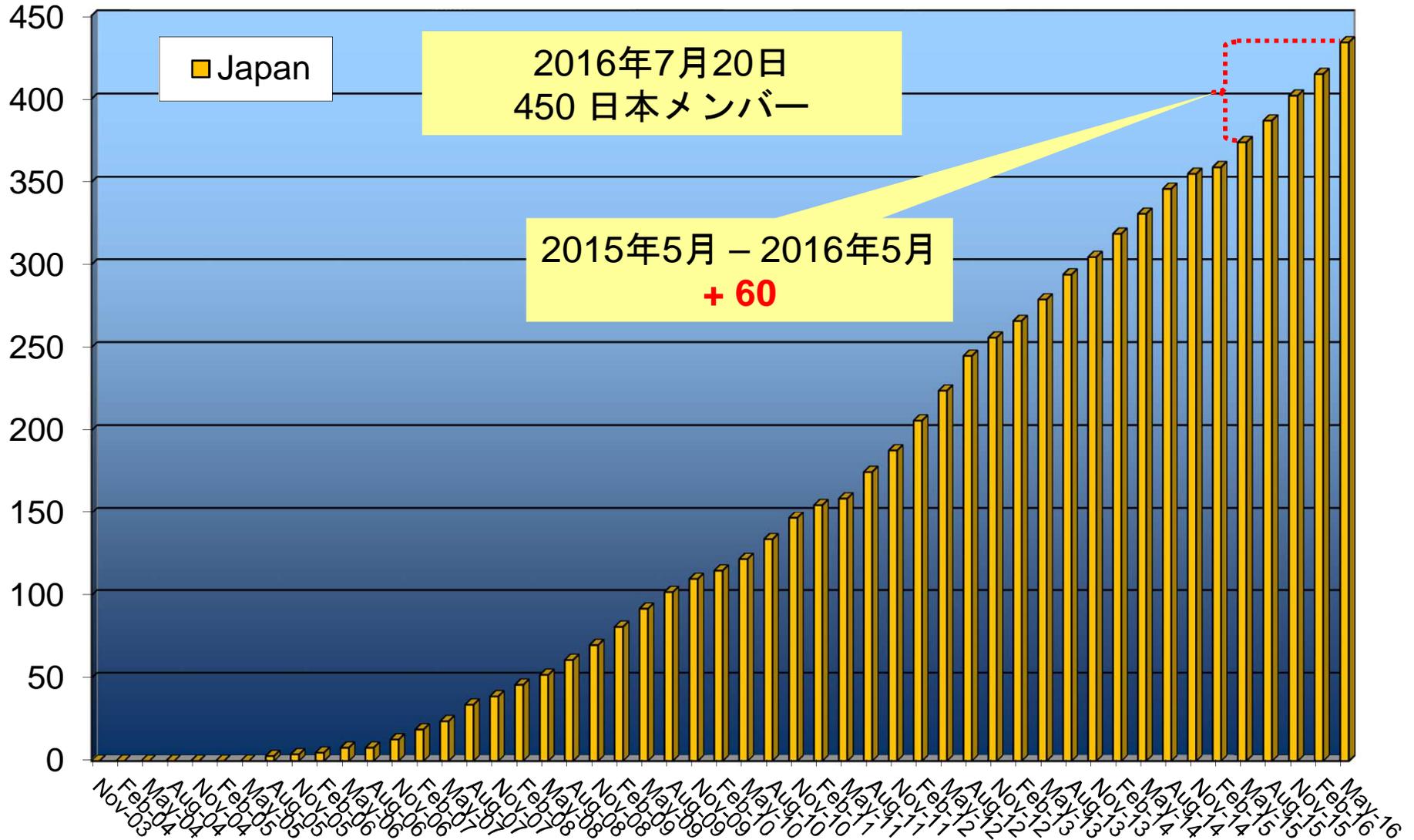
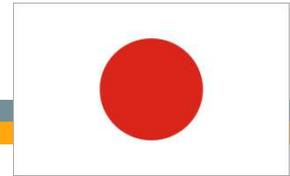


ETGメンバー：ワールドワイドー分布



ETGメンバー：アジア





1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

- スレーブコントローラのラインアップ
- ドライブメーカー数 (サーボ、ステッピングモータ等)
- マスターメーカー数 (PLC, PCベース制御システム等)
- I/Oデバイスメーカー数 (デジタル、アナログ)
- セーフティデバイスメーカー数 (安全PLC、安全I/O)

ASIC

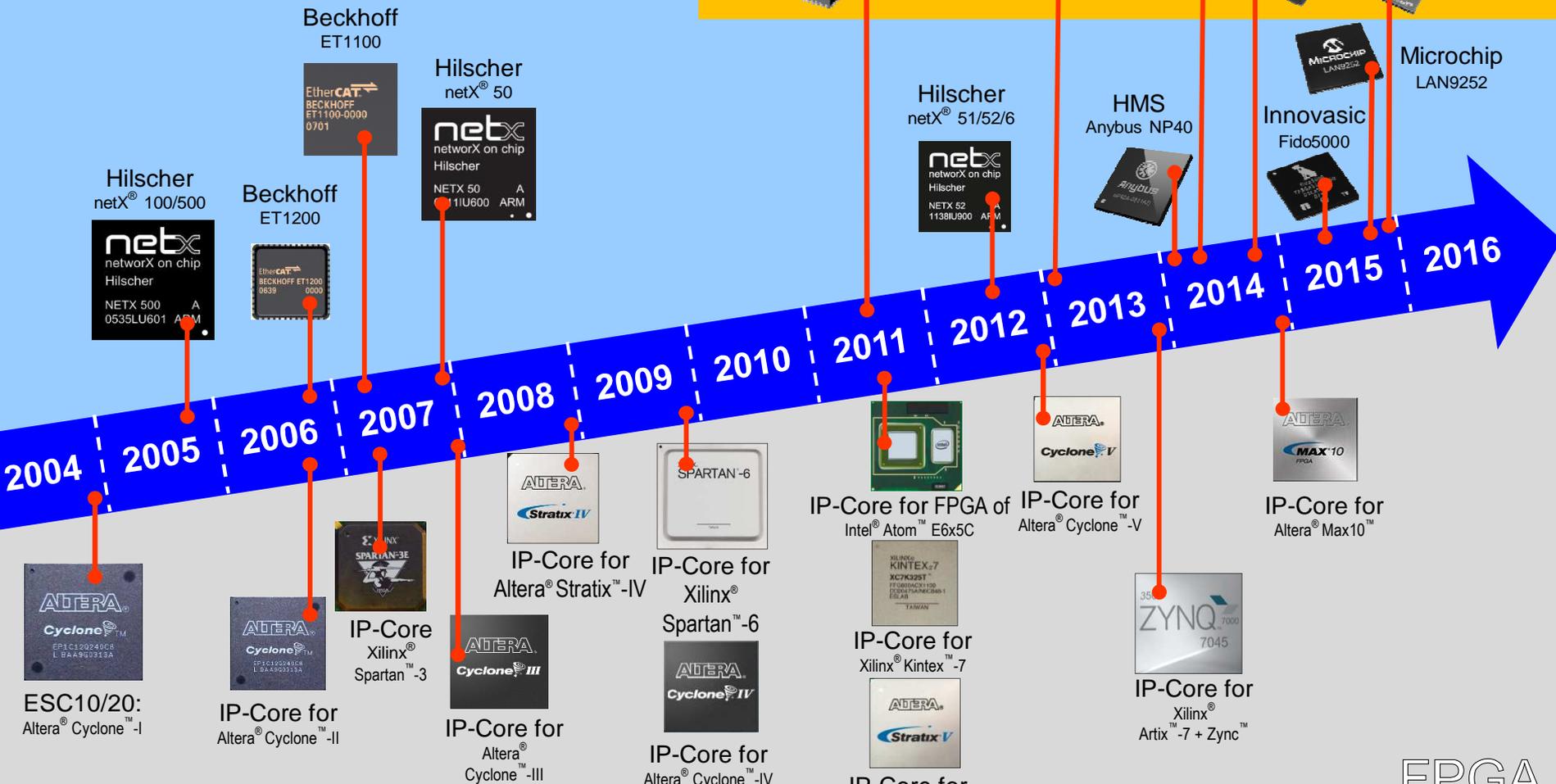
TI Sitara™
ARM® Cortex® A8
AM335x

Renesas
R-IN32M3-EC

Renesas
RZ/T1

TI Sitara™
ARM® Cortex® A9
AM435x

μC, μP
Infineon
ARM® Cortex®-M



FPGA



(Vendors that ship or have announced EtherCAT drives as of 05/2015. Not all products shipping yet.)

- ABB
- Ackermann
- ACS Motion Control
- ADDI-DATA
- Adlink
- Advantech
- AFT Fahrzeugtechnik
- Algo System
- Amoy Dynamics
- Anca Motion
- AutomationX
- B&R
- Balluff
- Baumüller
- BBH
- Beckhoff
- Belden
- Berghof
- Brunner Elektronik
- Bosch Rexroth
- CEC
- Cosworth
- CREVIS
- CSM
- Deif
- DEWESoft
- Dina Elektronik
- dSPACE
- Eckelmann
- ectronic
- elobau
- esd
- Festo
- Foshan Shunde Gather
- Win Information Tech.
- Galil Motion Control
- Gantner

- GE Intelligent Platforms
- Gefran
- Gossenbacher
- HBM
- Helmholz
- Hitachi
- IDS
- Imc/Additive
- IPC DAS
- ISAC
- IXXAT
- Jäger Messtechnik
- Jetter
- Jumo
- KEB
- KEBA
- Keyence
- kk-electronic
- Knestel
- Kolektor Synatec
- Kollmorgen
- Kuhnke
- Lenze
- M-System
- MaVi
- Messung
- NEXCOM
- MicroControl
- Microinnovations/Eaton
- Mikrap
- MKS Instruments
- MKT Systemtechnik
- MSC
- MTT
- Murrelektronik
- M-System

- National Instruments
- NCT
- Omron
- Panasonic SUNX
- Parker Hannifin
- Pilz
- Phoenix Contact
- Power Instruments
- Prima Electro
- Renesas
- Schaeffler Engineering
- Schweitzer Engineering Laboratories / SEL
- Industrie Elektronik
- TETRA
- TexComputer
- TR Elektronik
- Turck
- UFG Elettronica
- Unidor
- Unitro
- VIPA
- Wachendorff
- WAGO
- Watlow
- Weidmüller
- Wenglor
- Wieland Electric

**EtherCAT
I/O製品
> 1000**



(Vendors that ship or have announced EtherCAT I/O devices as of 05/2015. Not all products shipping yet.)



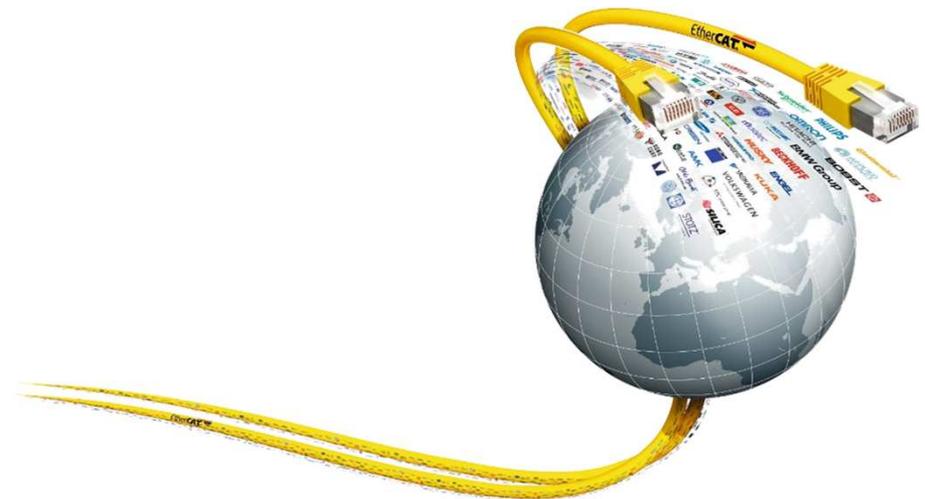
Safety over
EtherCAT®



1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

EtherCAT Technology Groupの最新動向

- EtherCAT敷設ガイドラインをリリース
- トヨタ自動車がEtherCATを採用
- EtherCAT PのETG仕様化



- ETG.1600 EtherCAT敷設ガイドライン
- EtherCATの基礎
 - ネットワークの適切な敷設に役立つEtherCATの通信方式の基礎の説明
- プランニング
 - 敷設のプランニングに関連する国際規格とその内容の紹介
- 敷設
 - 具体的な敷設方法
- 試運転
 - 動作確認とネットワーク診断



- Hannover Messe 2016 (April 26, 2016)
- トヨタ自動車 工程改善部長 大倉守彦氏

• EtherCATを新工場で採用

- オープン性
- 高速性
- 同期性能
- 省配線
- 生産システムのIoT化

• 要望

- 高品質・高コストパフォーマンスの製品を全世界で速やかに供給
- ETGの技術サポートとコミュニティの成長

• EtherCAT Pへの期待



プレスリリース

EtherCAT®
Technology Group

ETG02016 2016年4月26日(ページ1/2)

トヨタ自動車 EtherCAT を採用

トヨタ自動車株式会社はこの度、様々な産業用イーサネット技術の中から EtherCAT を選定し、世界各場の新工場で導入を進めます。これはハノーフアームッセ 2016 にて EtherCAT Technology Group (ETG) のプレス向けのブリーフィングにてトヨタ自動車の工程改善部長 大倉守彦氏によって発表されました。

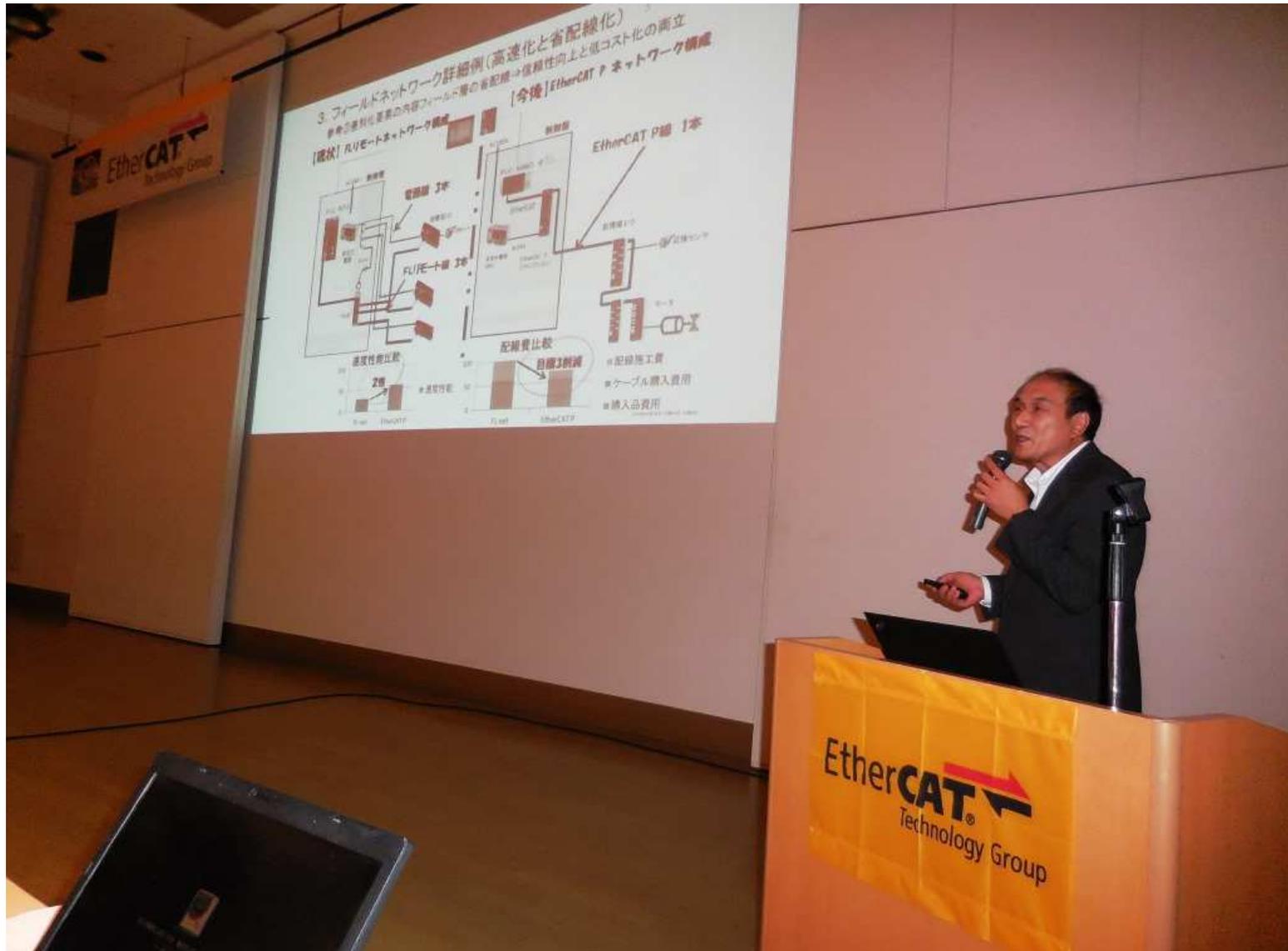
大倉氏はこのように説明します。「トヨタが今後、新たに稼働させていく新工場にて EtherCAT を最大限に活用することをお知らせできることを、私は大変嬉しく思います。これまでに私たちは、様々な産業用イーサネット技術を評価・検証してきました。その中で EtherCAT はオープンな技術である事に加え、高速で同期性能が高く、省配線の特長を持ちます。これらは私たちの生産システムを IoT のコンセプトに基づいて、さらに進化させていくためのニーズに合致するとの結論に至りました。」

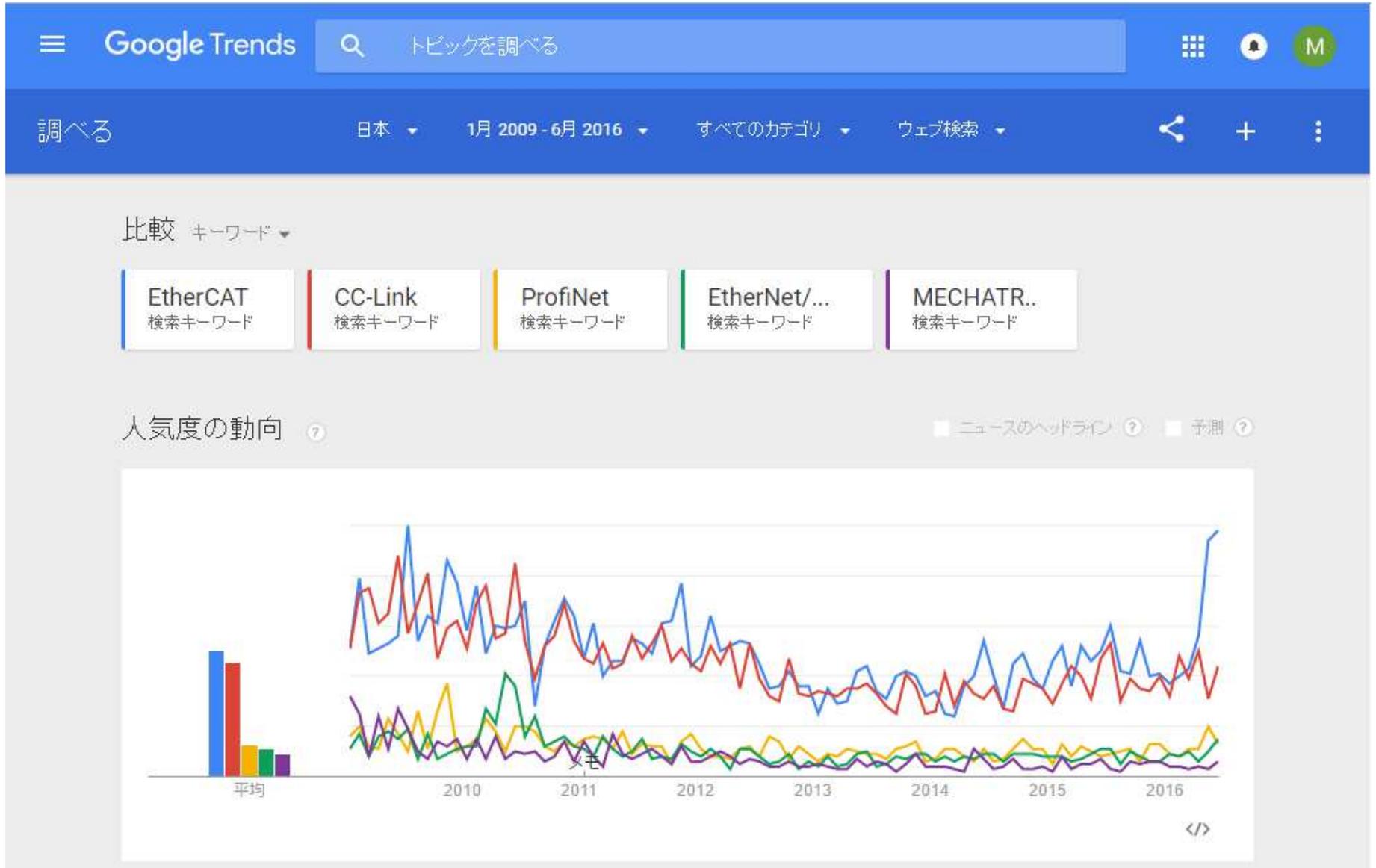
EtherCAT は新しく IoT を展開するトヨタ自動車の戦略の要としても位置付けられています。「工場での IoT の活用を推進していくためには、サプライヤー様より EtherCAT 対応機器などを速やかに調達できることが不可欠です。サプライヤー様には品質とコストパフォーマンスの高い EtherCAT 対応機器を豊富に供給していただけることを改めてお願いいたします。地元の投資先候補には 2016 年 3 月にこうしたご案内を致し上げていますが、このハノーフアームッセでは世界の他の国々のサプライヤー様にも同様のご案内をさせていただきました。」

また、大倉氏は、トヨタ自動車が ETG の活動にも積極的に参画する準備があることも強調しました。「ETG への期待は、当社が業界における EtherCAT の先進的なユーザーとなるよう、十分なサポートを提供していただくことです。EtherCAT の技術コミュニティを成長させ、更なる支持者を増やしていくことで、新しい技術の採用が当社でも促進されることを確信しています。」

なお、EtherCAT の採用は、この技術の新たな拡張となる EtherCAT P を要した意思決定となりました。「新技術である EtherCAT P に対しても私たちが大きく注目している事を付け加えたいと思います。通信と電力を単一のケーブルに統合するコンセプトはトヨタの『リニア生産方式 (TPS)』の考え方にピタリと合致します。端的に、ケーブルは一本でも少ない方がよいことです。この新しい規格は ETG の恒産として広められるための準備が現在進められていますが、これを当社およびコミュニティが速やかに普及できるようになく、EtherCAT と EtherCAT P の開発元であるベックオートメーションに積極的に協力していきたいと考えています。」

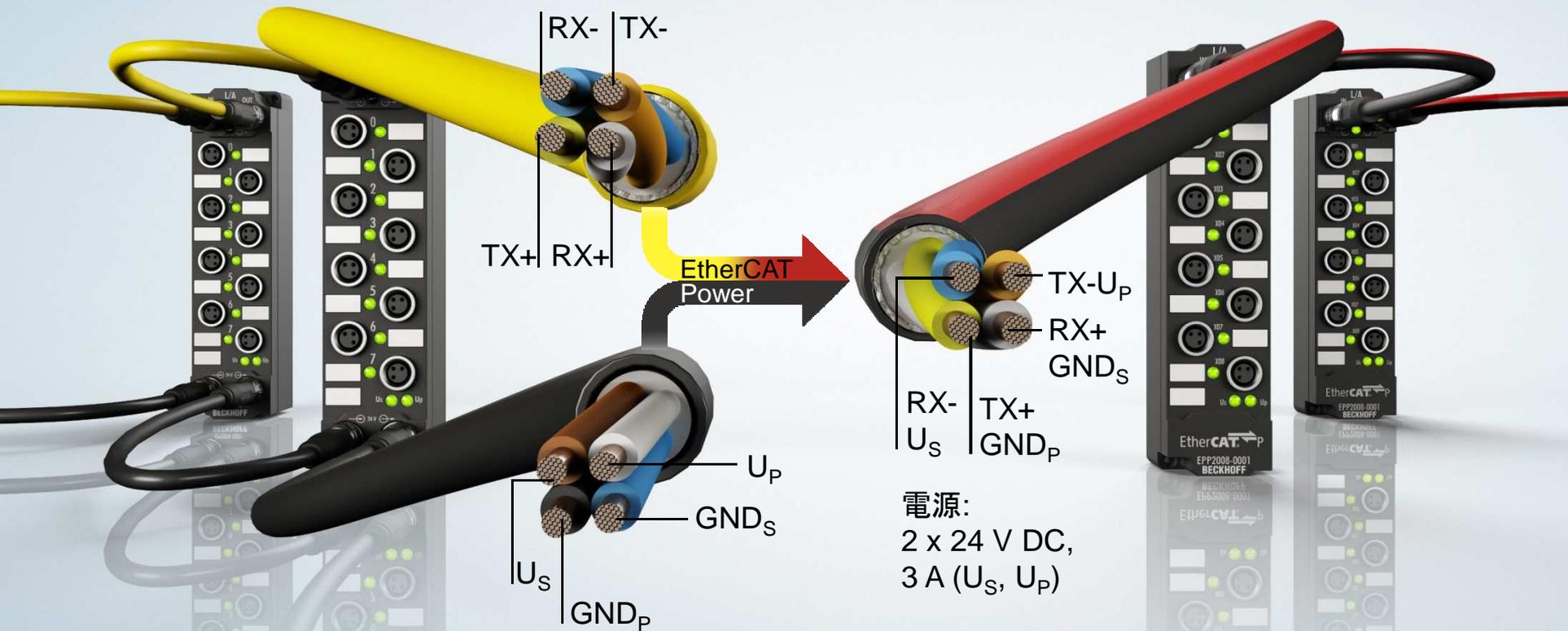
ETG のエグゼクティブ・ディレクターのマーティン・ロスタン氏はこのようにコメントしています。「トヨタが EtherCAT と EtherCAT P を標準として採用するという決断は決して誇





EtherCAT[®]

EtherCAT[®] P

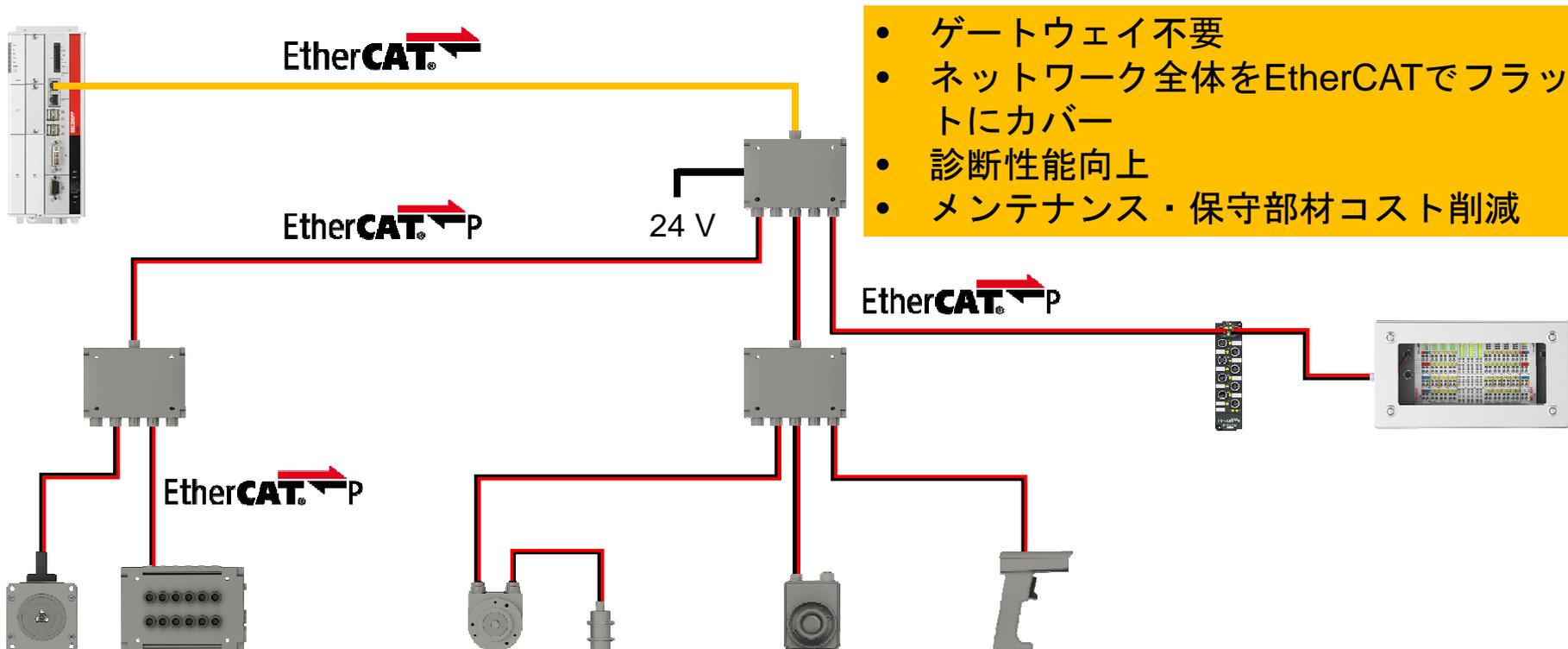


EtherCATと電源ケーブル

EtherCAT P

センサ・アクチュエータ接続の最適ソリューション

EtherCAT マスタ



EtherCAT P ...

アクチュエータ

- AC/DCモータ
- バルブ

センサ

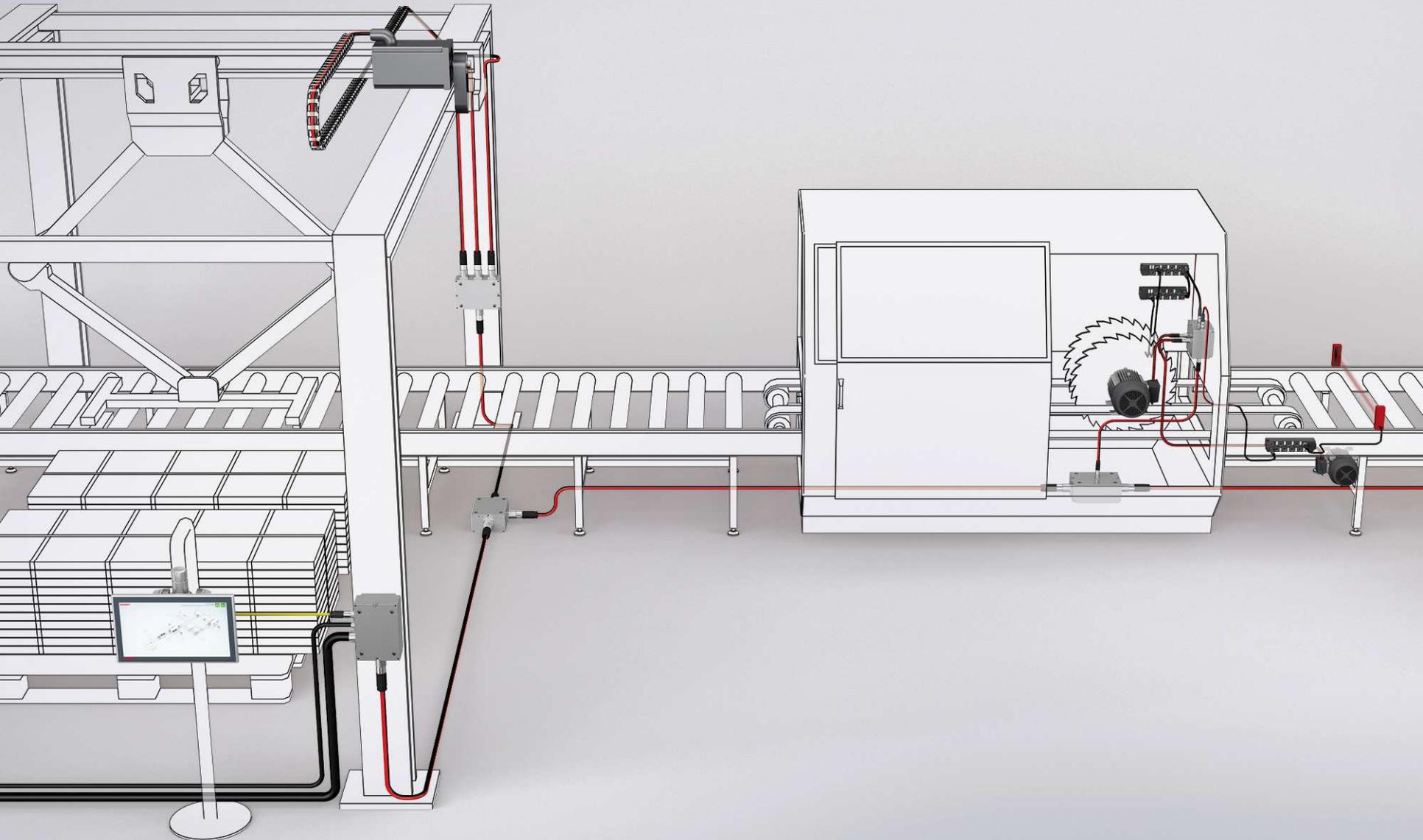
- 近接スイッチ
- エンコーダ

ビジョン

- カメラ
- バーコードリーダー

I/Oシステム

- IP67
- IP20



- ベッコフオートメーションが開発し製品発表 (2015年11月)
- ベータテスタによる性能評価と改善をほぼ完了
- M8/24VDC版を先行、続いて大電流容量版をリリース

- ETG技術委員会で仕様化提案 (2016年3月) ⇒ 全会一致で賛成
 - ベッコフの製品仕様を元にETGの技術仕様を作成
 - ドラフト初版の仕様書を2016年秋の技術委員会会議で評価

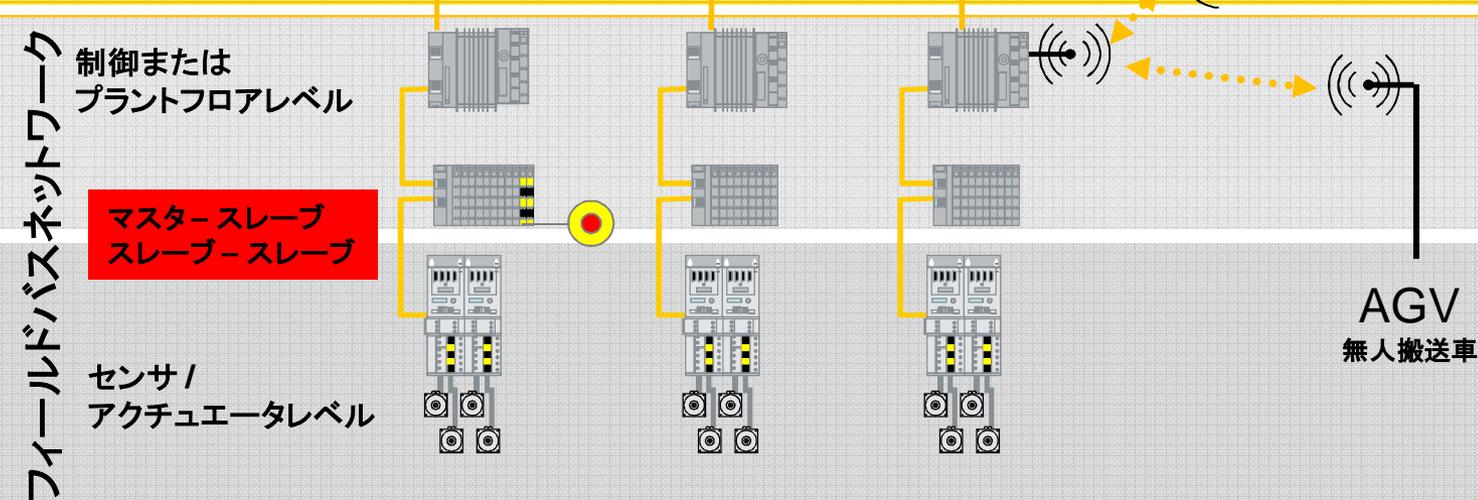
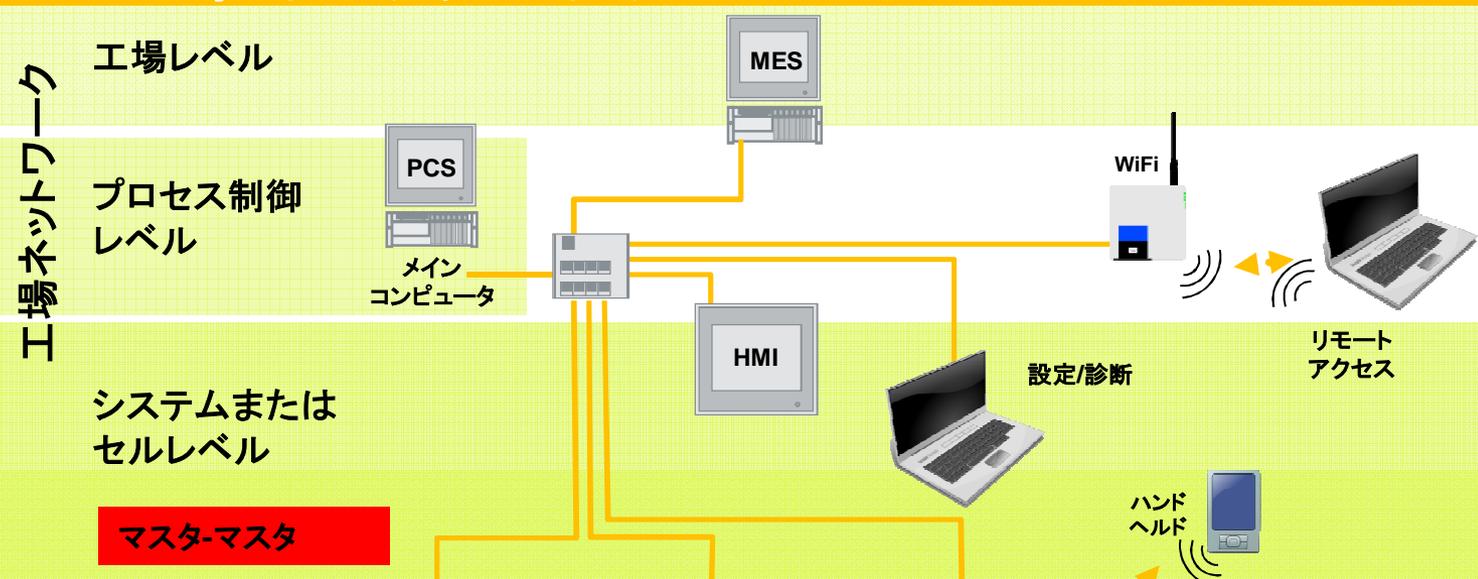
- EtherCAT Pと専用コネクタの使用権をライセンス化
 - ライセンス使用料は**無償** ⇒ 仕様適合性確保が目的
 - EtherCAT P対応コンフォーマンステストの拡張予定

- 同時リリース
 - EtherCAT P仕様ドラフト版 (9/28 技術委員会会議)
 - ベッコフ版EtherCAT Pアプリケーションノート

EtherCATネットワークの構成

1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

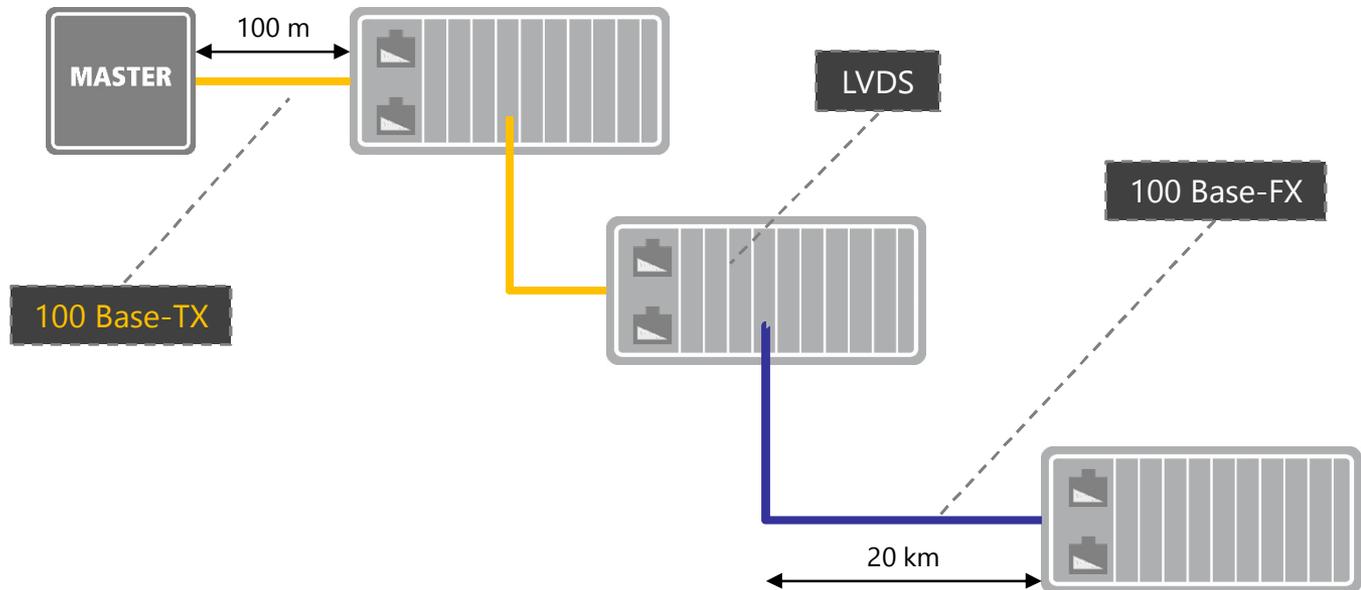
EtherCATオートメーションプロトコル



EtherCAT デバイスプロトコル (オンザフライ処理)

1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

- EtherCATで使用できるイーサネット信号の種類
 - 100BASE-TX (ノード間 最大100m)
 - 100BASE-FX (ノード間 最大20km)
 - LVDS (モジュラデバイス用)
- セグメント内で自由に種類を選択



1. ETGメンバー数

2. EtherCAT製品
開発メーカー

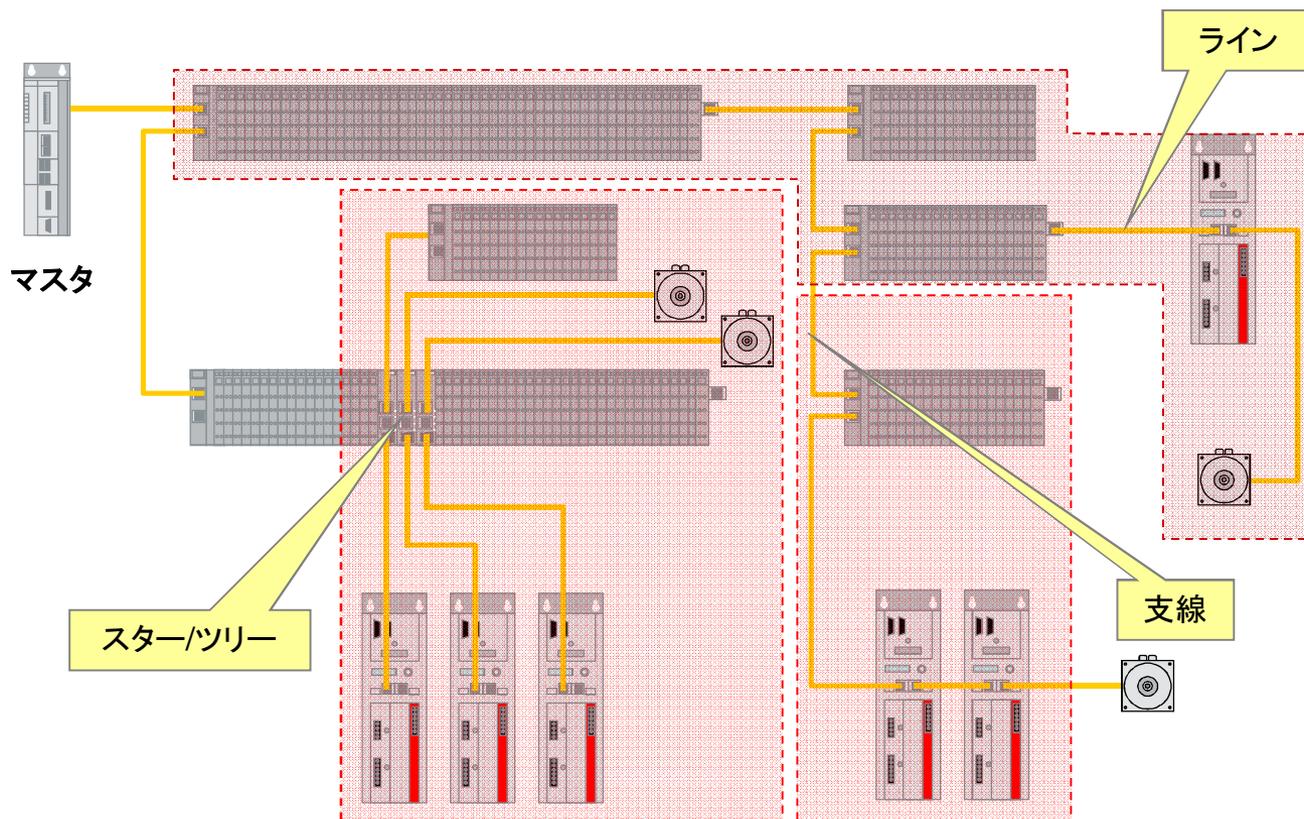
3. ETG最新動向

4. EtherCAT技術解説

5. EtherCAT
アプリケーション

6. EtherCAT
Technology Group

- ライン、スター・ツリー、支線分岐など柔軟なトポロジ
– 分岐スレーブ (ジャンクションボックス)
- 同一ネットワーク内で銅線、光ファイバを混在
- ネットワーク内の最大ノード数: 65,535台



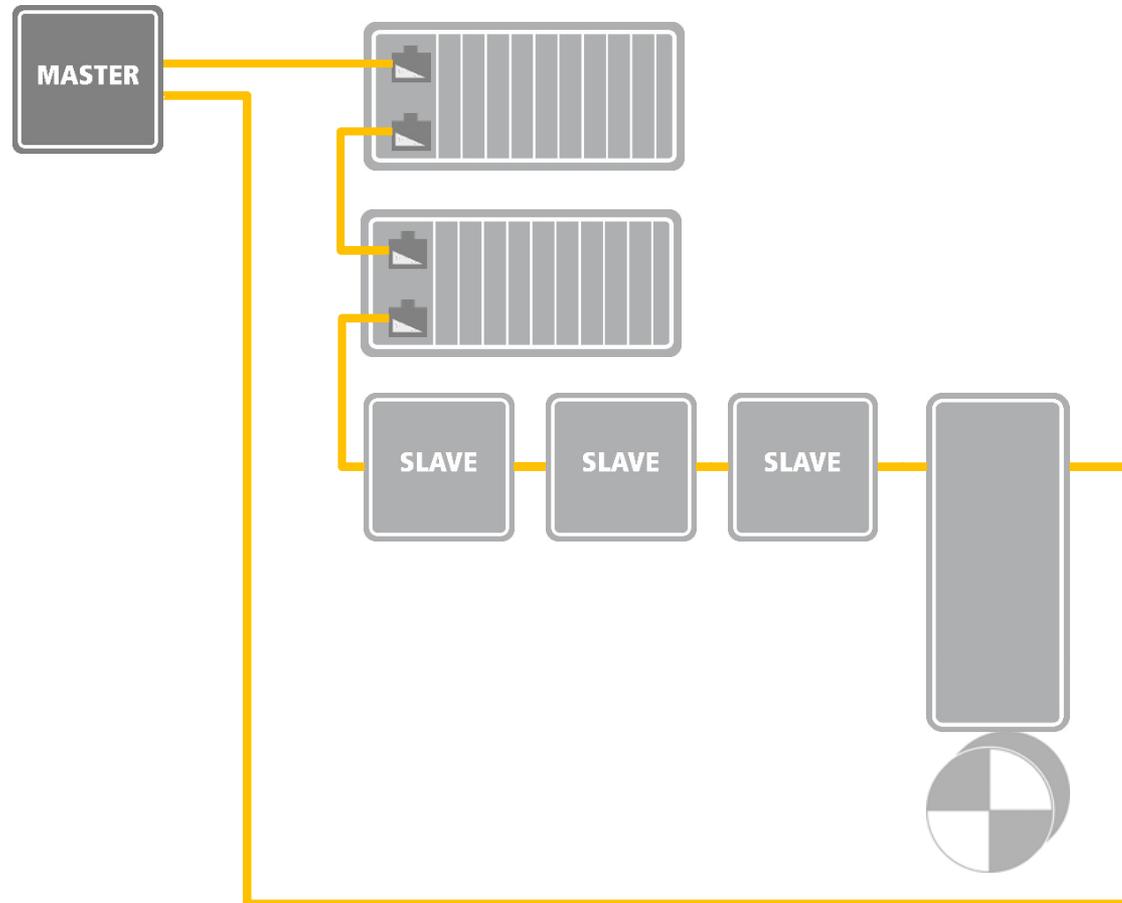
ケーブル冗長性

1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向

4. EtherCAT技術解説

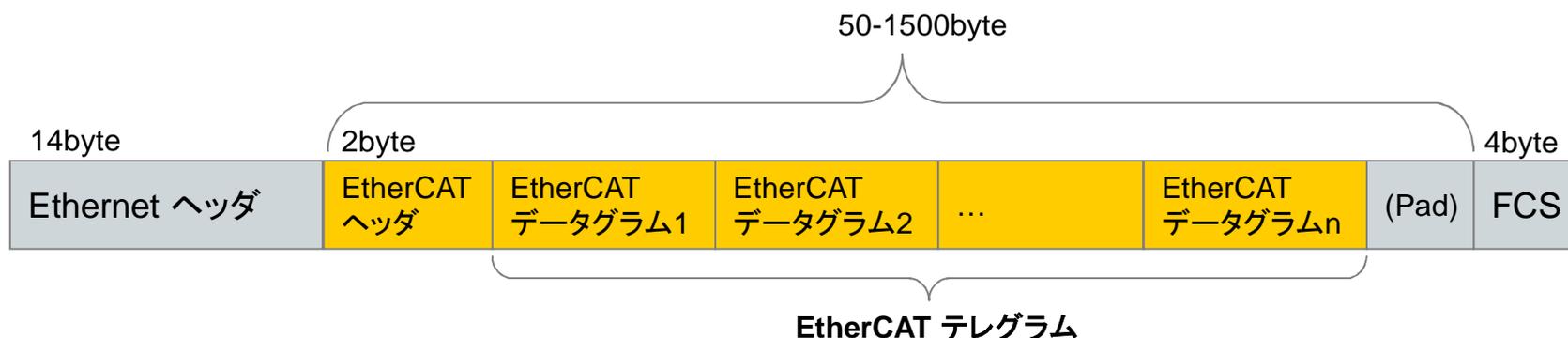
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

- 通信経路の冗長性(1箇所での切断に対応)
- EtherCATマスタに2個のマスタポート
- ケーブル1本追加

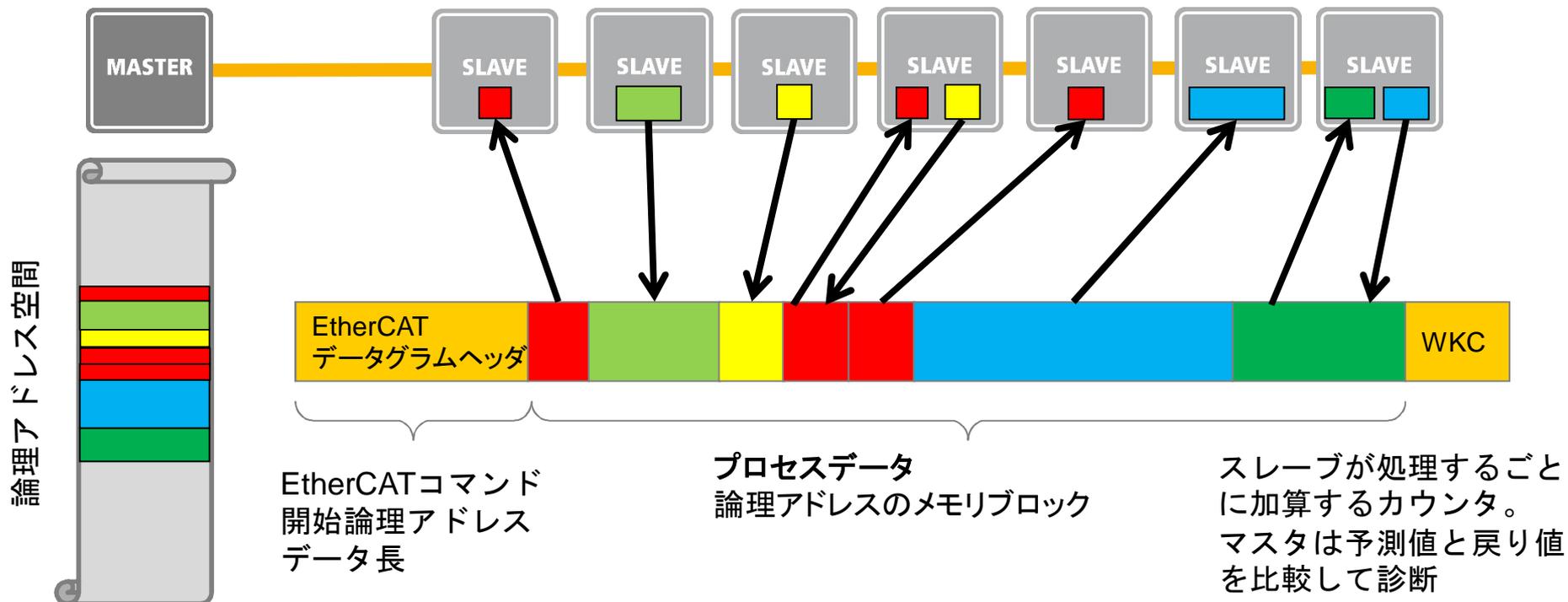


フレーム処理：オン・ザ・フライ

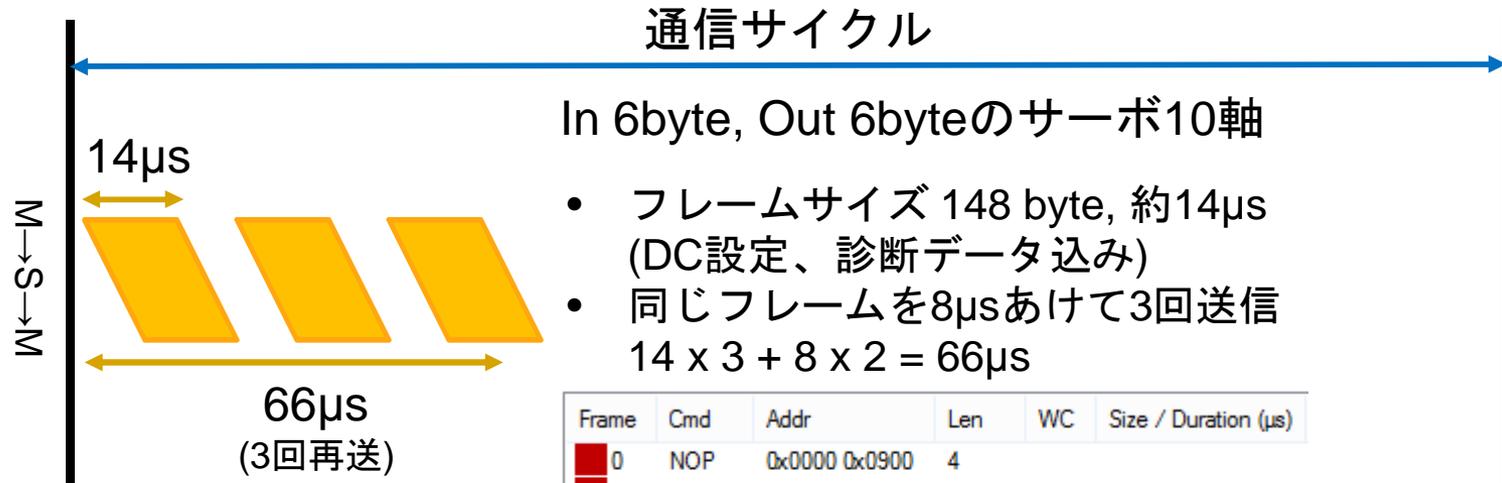
- 標準Ethernetフレーム (IEEE802.3) 準拠
- 1つのフレームでマスタが全スレーブのIN/OUTデータを通信
 - 最大フレーム長 1518byte, 超える場合は複数フレームに分割
 - 最小フレーム長 64byteに満たないときだけPad Byteを挿入
- 1つのEthernetフレームで複数のEtherCATデータグラムを送信



- 論理アドレスに各スレーブのプロセスデータを割付
 - マスタがビット単位でデータを割付
 - マスタはデータの論理アドレスをスレーブに通知
- プロセスデータのメモリブロックを送受信
 - スレーブはデータグラムヘッダのアドレス情報で自身のデータだけアクセス



EtherCAT



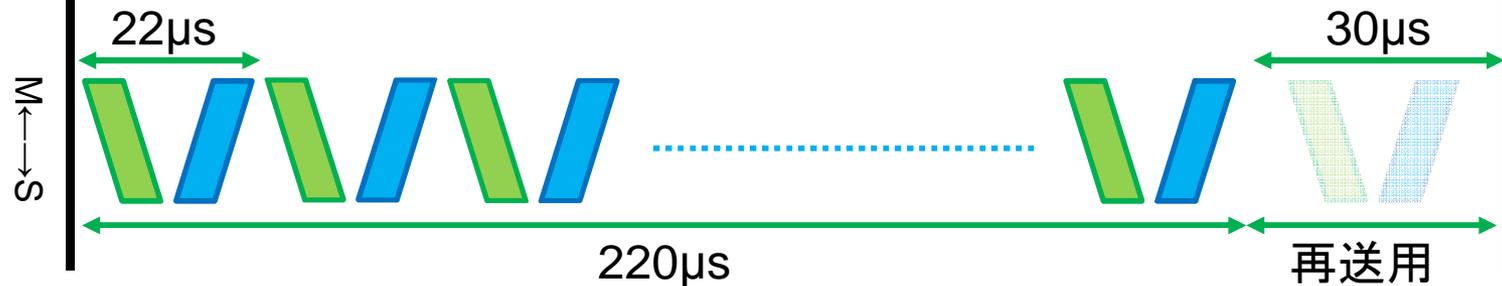
Frame Repeat Count:

Gap between Frames (µs):

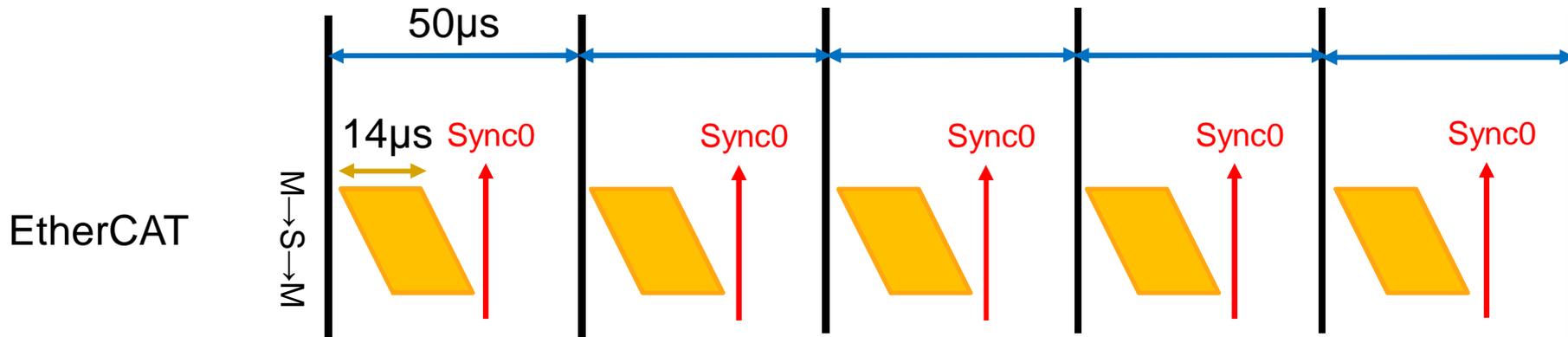
Frame	Cmd	Addr	Len	WC	Size / Duration (µs)
0	NOP	0x0000 0x0900	4		
0	ARMW	0xffff 0x0910	4		
0	LRD	0x09000000	2		
0	LRW	0x01000000	60	30	
0	BRD	0x0000 0x0130	2	11	148 / 13.76

ポーリング
方式の産業用
イーサネットの例

- マスタがポーリング (Out) し、スレーブがレスポンス (In)
- 最小イーサネットフレーム送信時間 約7µs
- 反応時間を1µs, スレーブ10台の平均伝送遅延を3µsと仮定、
 $7+1+3+7+3+1=22\mu\text{s}$ ←ポーリングは受信完了までの伝送遅延が影響
- さらに再送用の時間を冗長的に確保



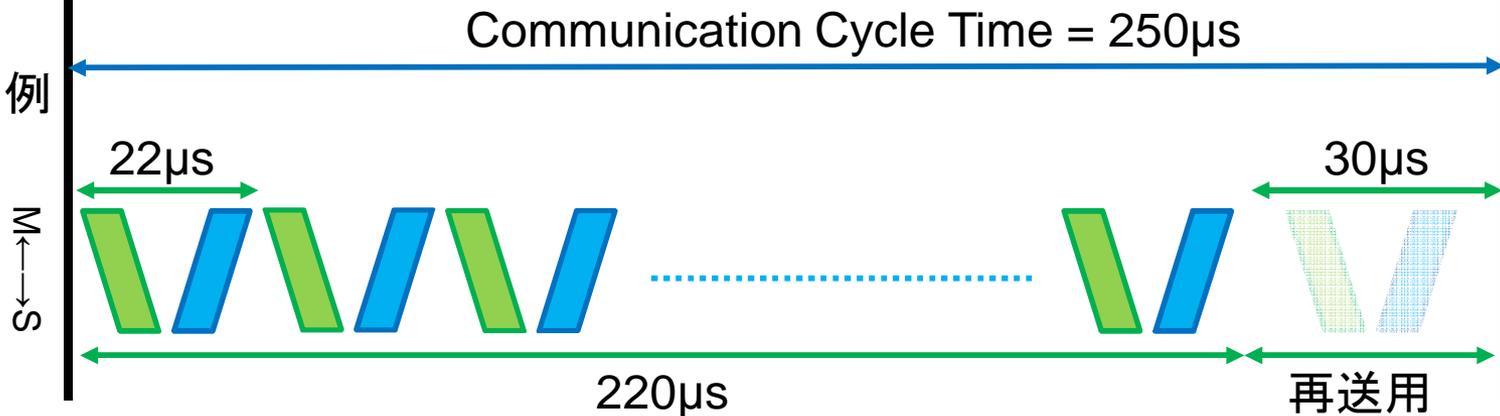
通信帯域の効率 – EtherCATの優位性



EtherCATは高速化可能 (例 50µs)

- 高時間分解能 -> 高精度制御
- 更新データを高速サイクルで配信
- 再送はもはや不要

ポーリング方式の産業用イーサネットの例



1. ETG メンバー数

2. EtherCAT製品
開発メーカー

3. ETG最新動向

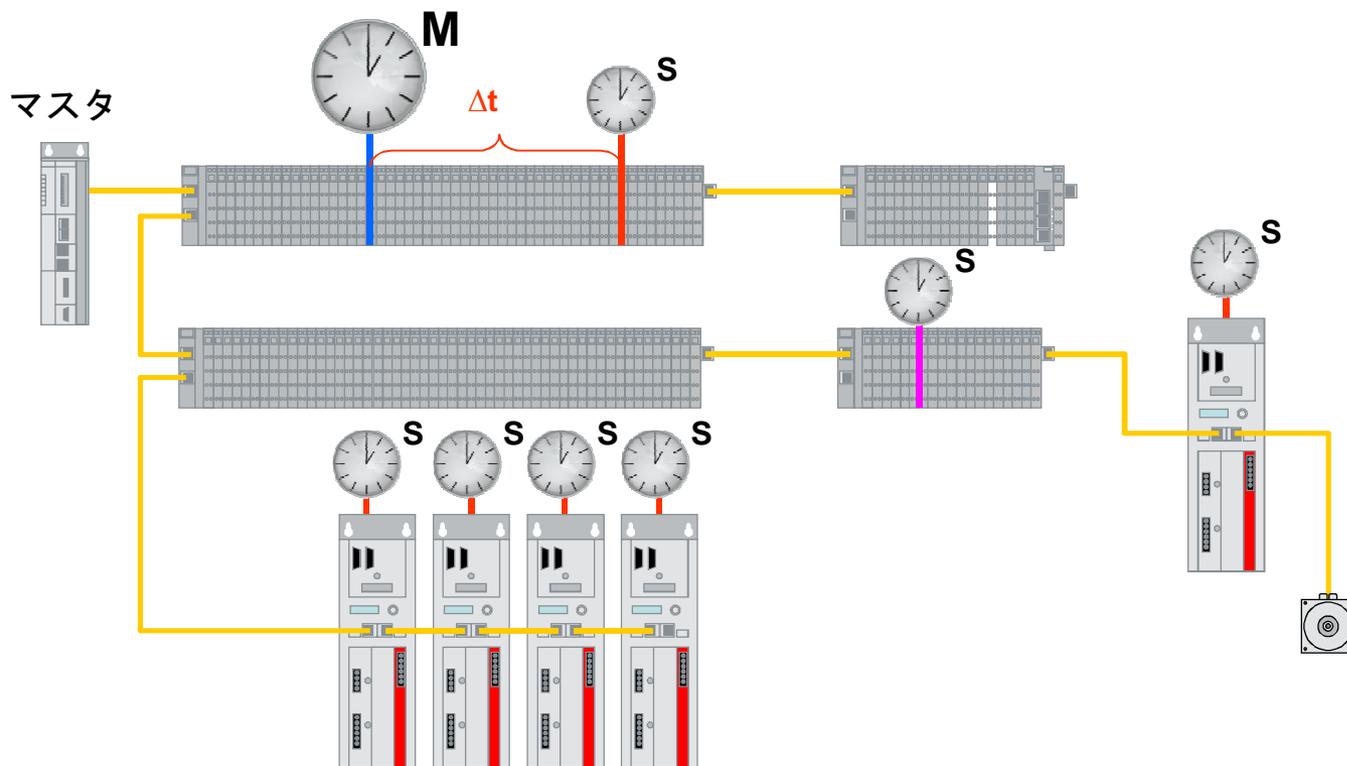
4. EtherCAT技術解説

5. EtherCAT
アプリケーション

6. EtherCAT
Technology Group

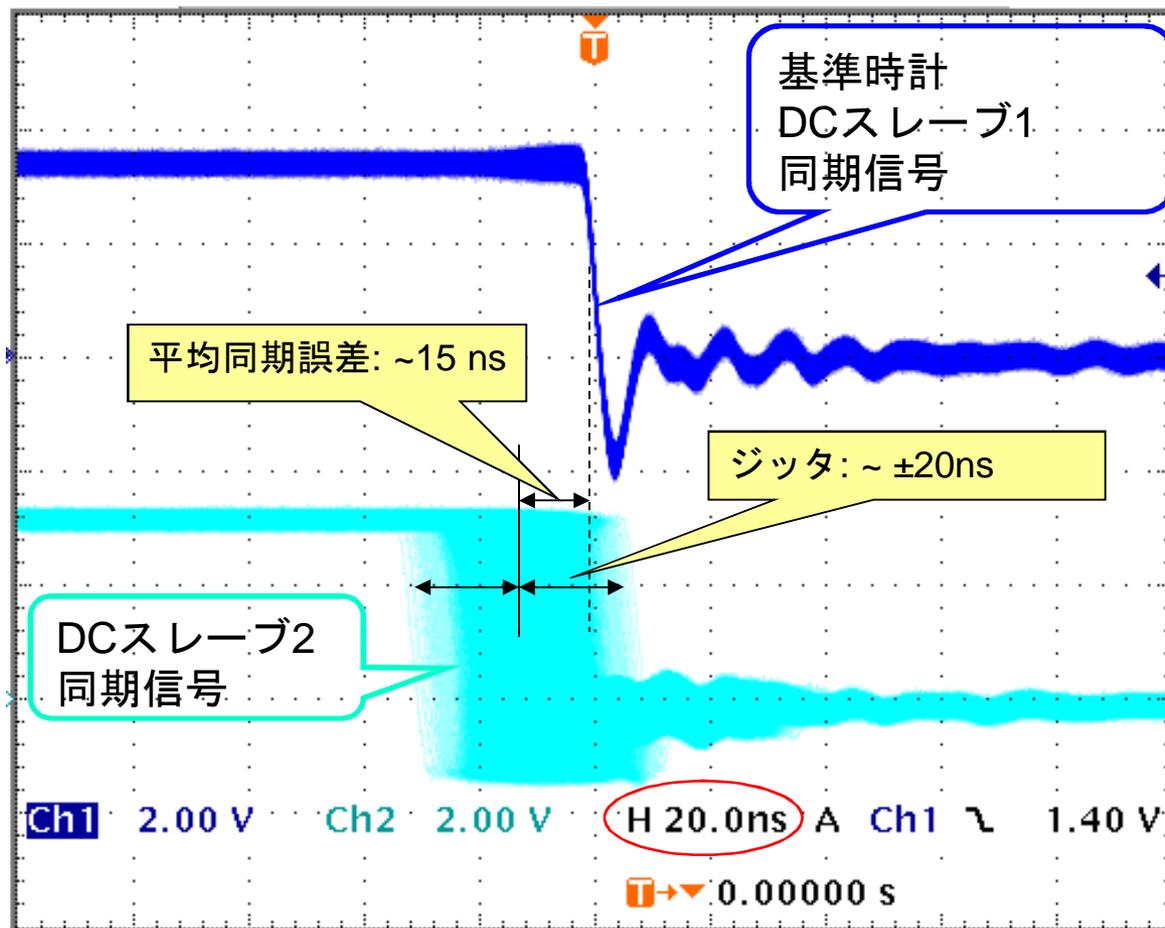
Distributed Clocks (DC)機能とは？

- 高精度時刻同期機能
- マスタから見て最初のDC対応スレーブがクロックマスタ
- 後部のDC対応スレーブがクロックマスタの時計に高精度に時刻同期
- 1μ秒以下の同期精度を実現



1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

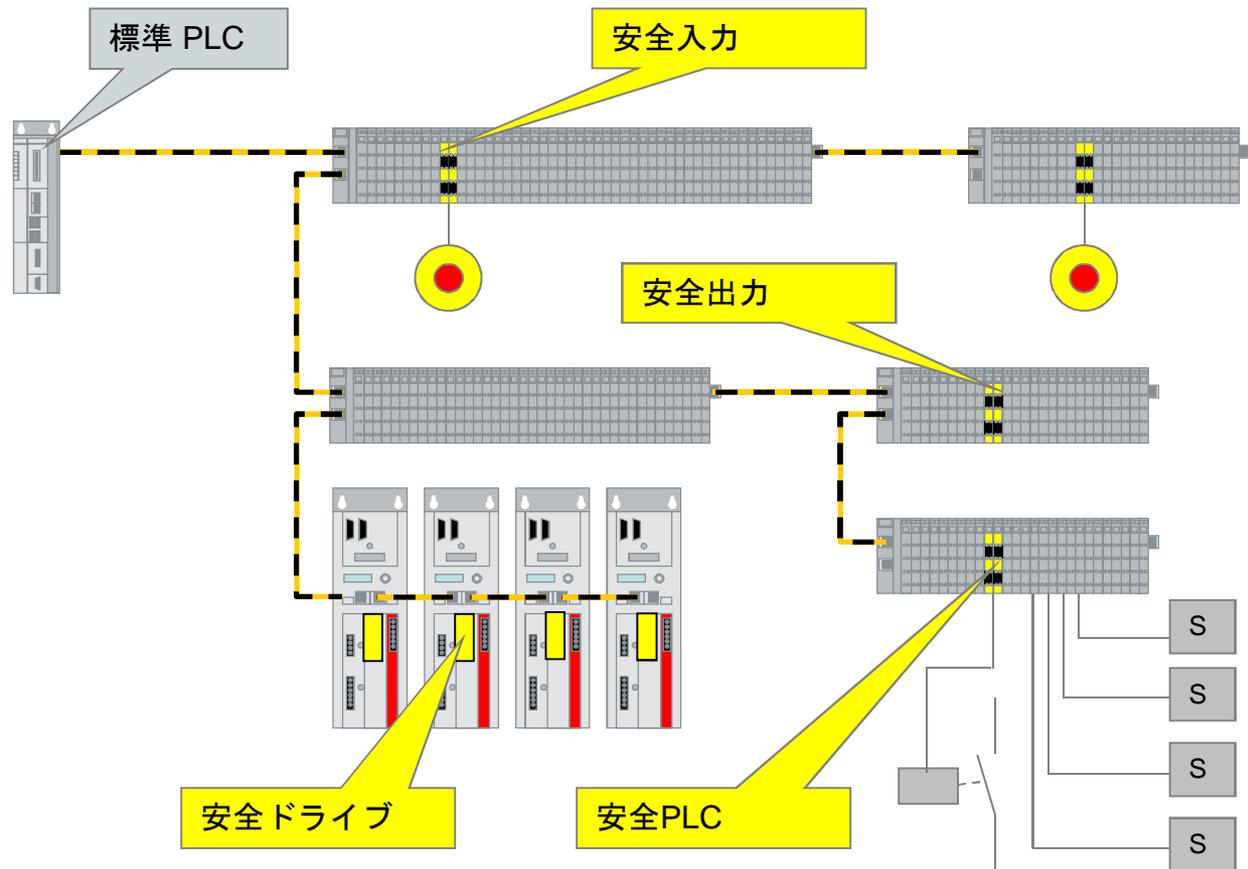
- 2台のDCスレーブの同期信号タイミングを比較
- DCスレーブ間：スレーブ300台、ケーブル総延長120m



Safety over EtherCAT (FSoE)

1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group

- 分散安全ロジック
- 標準PLCが安全メッセージをルーティング



三菱重エプラスチックテクノロジー (MHIPT): EtherCATベース射出成形機 MEIII



Takashi Takii, Head of Engineering, MHIPT:

„With EtherCAT we have improved the **repeat accuracy** of the machine operation substantially. Furthermore, by using EtherCAT as an **open standard** we can support sensors and servo drives as requested by our customers much more flexibly. “

Browser address bar: monoist.atmarket.co.jp/mn/articles/1602/17/news010.html

MONOist logo and navigation: ロボット, 組み込み開発, FA, 医療機器, オートモーティブ, メカ設計, 製造マネジメント, 実装設計, 中小製造業, キャリア

Article breadcrumb: MONOist > 「つながる工場」へ: 射成形機にもオープンアーキ...

Article title: **射成形機にもオープンアーキテクチャ採用の波、工場に柔軟性をもたらすPC制御技術**

Article text: 射成形機専門メーカーである三菱重工プラスチックテクノロジーは、次世代射成形機の開発に当たりオープンアーキテクチャ採用へと大きく舵を切った。工場用機械として、柔軟性と品質のバランスが求められる中、同社はどういうことを考え、決断を下したのだろうか。

Article metadata: 2016年02月22日 10時00分 更新

Sidebar advertisement: **BECKHOFF**

Sidebar article: 注目記事: PC制御の高速性と柔軟性でモノづくりに革新を！—— 革新的な搬送システムも投入

1. ETG メンバー数
2. EtherCAT製品
開発メーカー
3. ETG最新動向
4. EtherCAT技術解説
5. EtherCAT
アプリケーション
6. EtherCAT
Technology Group



- 設立：2003年11月
- 業務内容：EtherCATの技術サポート、仕様拡張、広報
- 世界最大のフィールドバス団体
- 62カ国6大陸からの3835* のメンバ企業：
 - デバイスメーカ
 - エンドユーザ
 - 開発サポートメーカー
 - システムインテグレータ
- 誰でもメンバ加入が可能 (法人単位)

* 2016年7月20日現在



Thomas Rettig,
GER



Martin Rostan,
GER



Joseph P. Stubbs,
USA



Dr. Karl Weber,
GER



Key Yoo,
KOR



Dr. Guido
Beckmann, GER



Anna Budde,
GER



Geng Cheng,
CHN



Bin (Beryl) Fan,
CHN



Prof Dr. Yong-Seon
Moon, KOR



Alessandro Figini,
GER



Olive Kang,
KOR



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



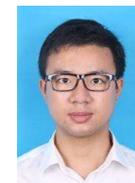
Christiane Heubusch,
GER



Rainer Hoffmann,
GER



Makiko Miura,
JPN



Joy Ye,
CHN



Liliane Hügel,
GER

セミナー	EtherCAT開発者基礎トレーニング	3月11日	横浜
展示会	テクノフロンティア2016	4月20-22日	千葉
セミナー	スレーブ開発サポートセミナー	6月24日	京都
イベント	メンバーミーティング	7月22日	横浜
展示会	産業オープンネット展	7月27日 8月24日	東京 名古屋
イベント	EtherCAT Plug Fest	9月15.16日	横浜
セミナー	Safety over EtherCAT技術セミナー	9月14日	横浜
セミナー	EtherCAT技術アップデート	9月14日	横浜
セミナー	スレーブ開発サポートセミナー	10月12日	東京
セミナー	マスター開発サポートセミナー	10月13日	東京
セミナー	採用セミナー	11月	中部地区
展示会	SEMICON Japan 2016	12月14-16日	東京

赤：メンバー向けイベント

イベント情報：https://www.ethercat.org/jp/events_2016.htm

Thank You

EtherCAT Technology Group

日本オフィス

横浜市中区桜木町1-1-8

日石横浜ビル18F

Phone: 045-650-1610

一般問合せ: info.jp@ethercat.org

技術サポート: support.jp@ethercat.org

