



技術的特長と最新動向

EtherCAT Technology Group

日本オフィス

Representative/Technologist

小幡正規

産業オープンネット展 2014

10 Years EtherCAT Technology Group

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



アジェンダ

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- FAへのイーサネットの適用: 利点 + 制限事項
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション事例

利点

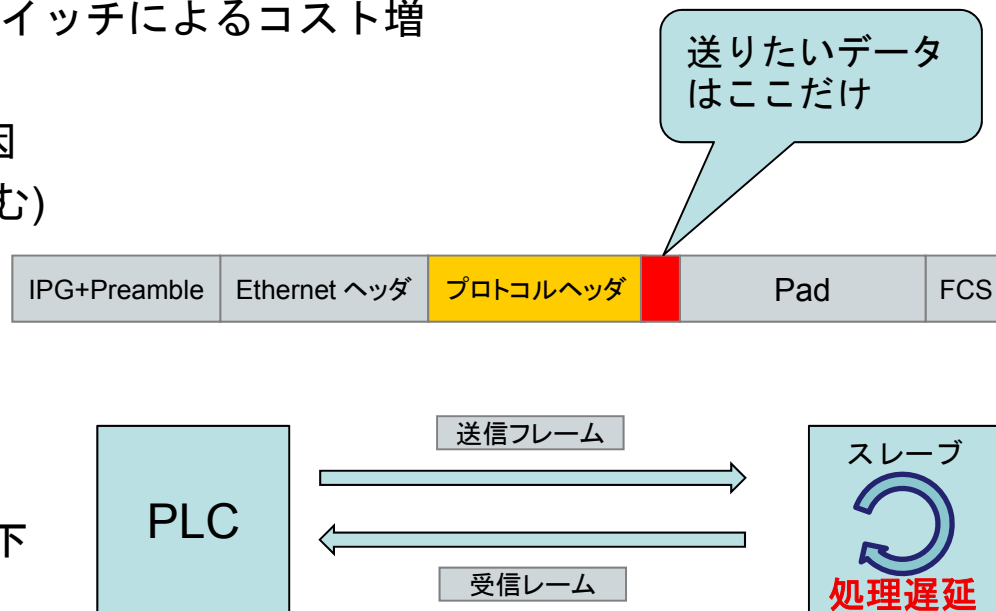
- 汎用HW/SWの利用と低コスト化
- インターネット技術への対応 (例、設定・診断のWebインタフェース)

標準イーサネット⇒リアルタイム化のアプローチ

- スイッチングハブを使ったフレーム衝突の回避
 - スイッチングハブによる遅延
- タイムスライス方式
 - デバイス開発の複雑化、専用スイッチによるコスト増

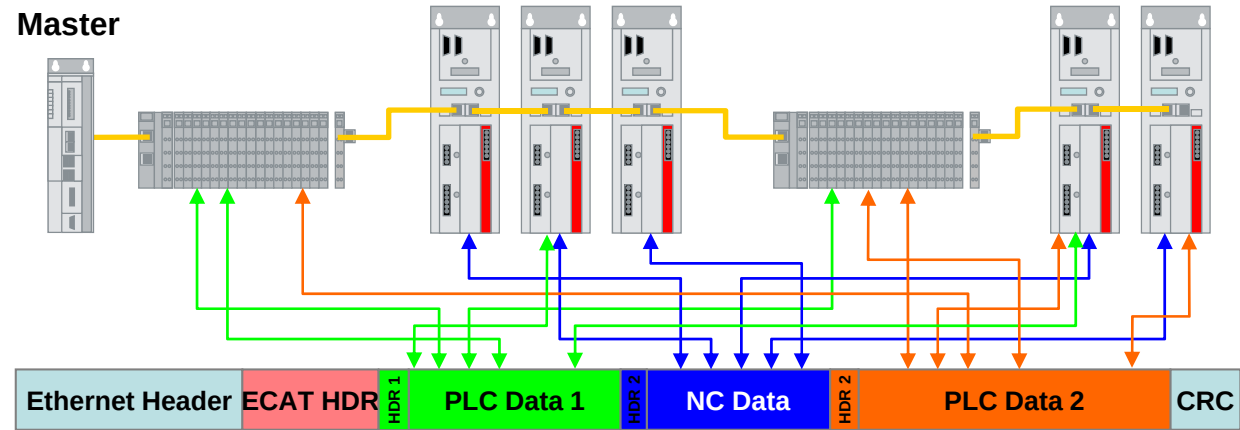
リアルタイム性能を低下させる根本的原因

- 最小フレームサイズ 84byte (IPGを含む)
 - 4byteのデータ送信でも
84byteのフレームを使用
有効データの帯域使用率:
 $4/84 \times 100 = 4.8(\%)$
- リクエスト⇒レスポンス時間
 - さらに有効データ帯域使用率が低下



動作原理: イーサネット „on the fly“

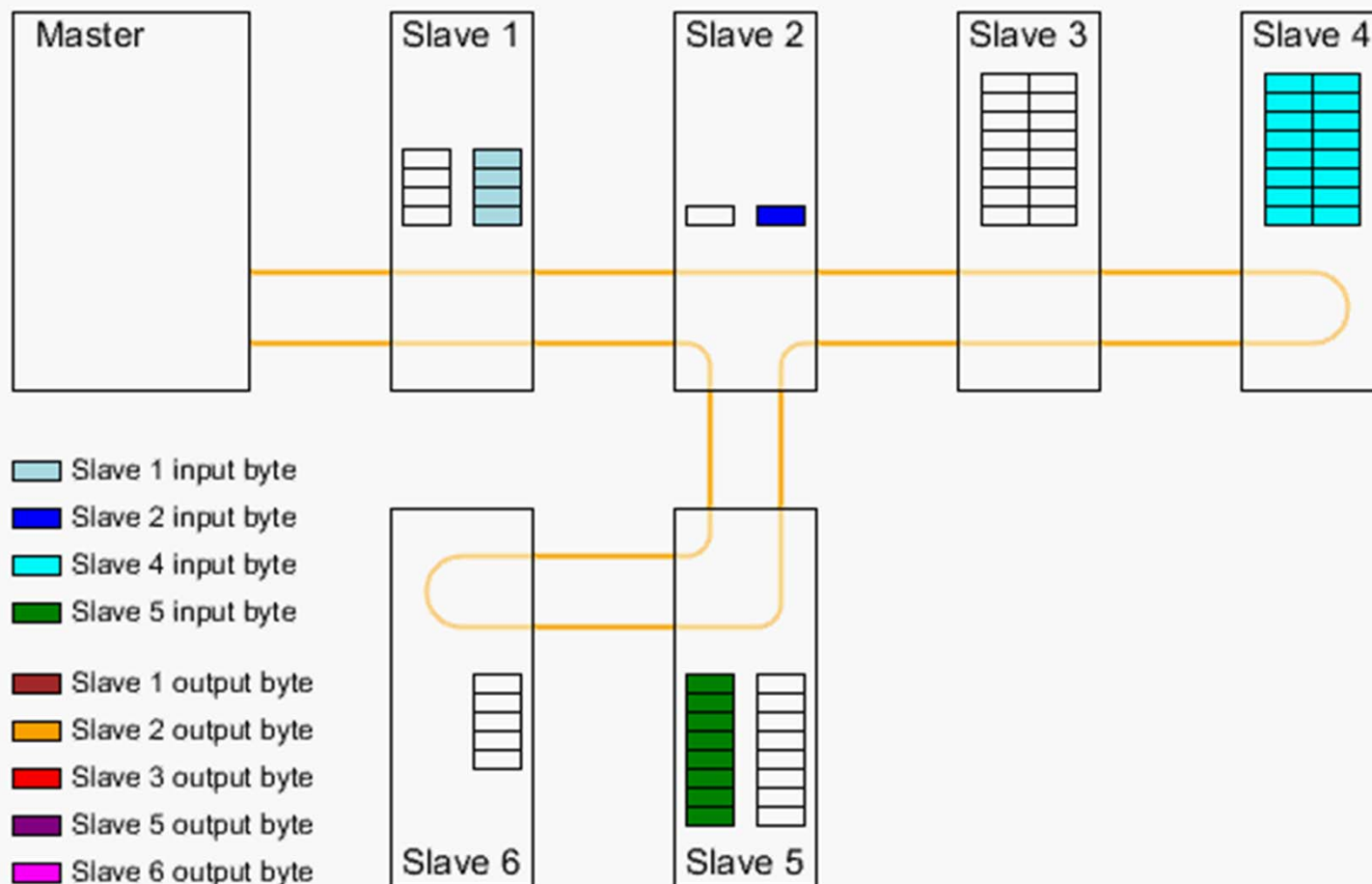
- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



- 論理アドレスによるプロトコルオーバーヘッドの最小化
 - 分散I/Oに最適なテレグラム構造
 - 通信機能の完全なハードウェア化 :
最高 (+ 推定可能な) 性能を発揮
 - ネットワークスイッチ不要
 - 優れた診断機能
 - イーサネット仕様IEEE802.3との互換性の維持

動作原理: イーサネット „on the fly“

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



- 高効率：通常、1サイクルに1つのイーサネットフレーム
- 最大性能を引き出す理想的な帯域使用方法

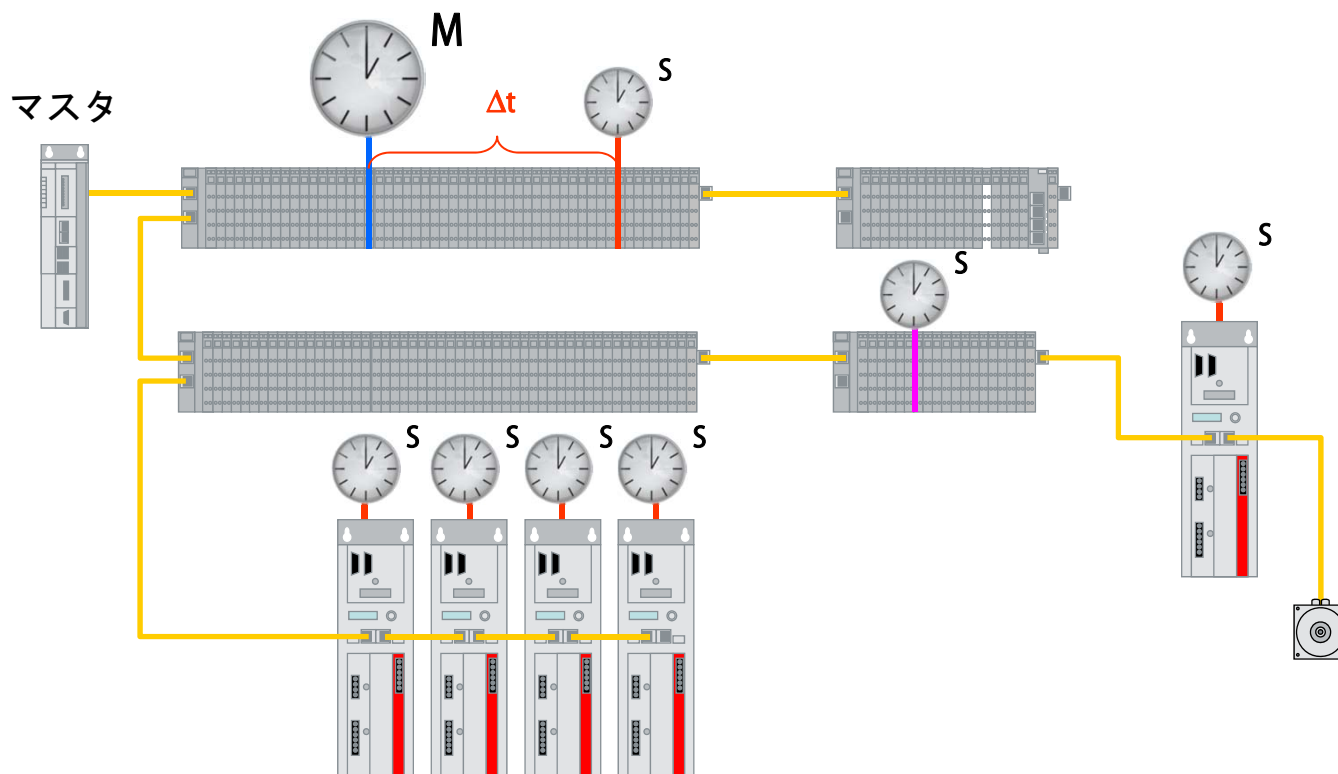
- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- 伝送レート:
 - 100 Mbit/s (ファーストイーサネット、全二重)
- I/O更新時間:
 - 256点 デジタルI/O : 11 μ s
 - **100分散ノードの1000点 デジタル I/O : 30 μ s = 0.03 ms**
 - 200点 アナログ I/O (16 bit) : 50 μ s, 20 kHz サンプルレート
 - **100 サーボ軸 (各8 Byte In + Out) : 100 μ s = 0.1 ms**
 - 12000点 デジタル I/O : 350 μ s

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

Distributed Clocks (DC)機能とは？

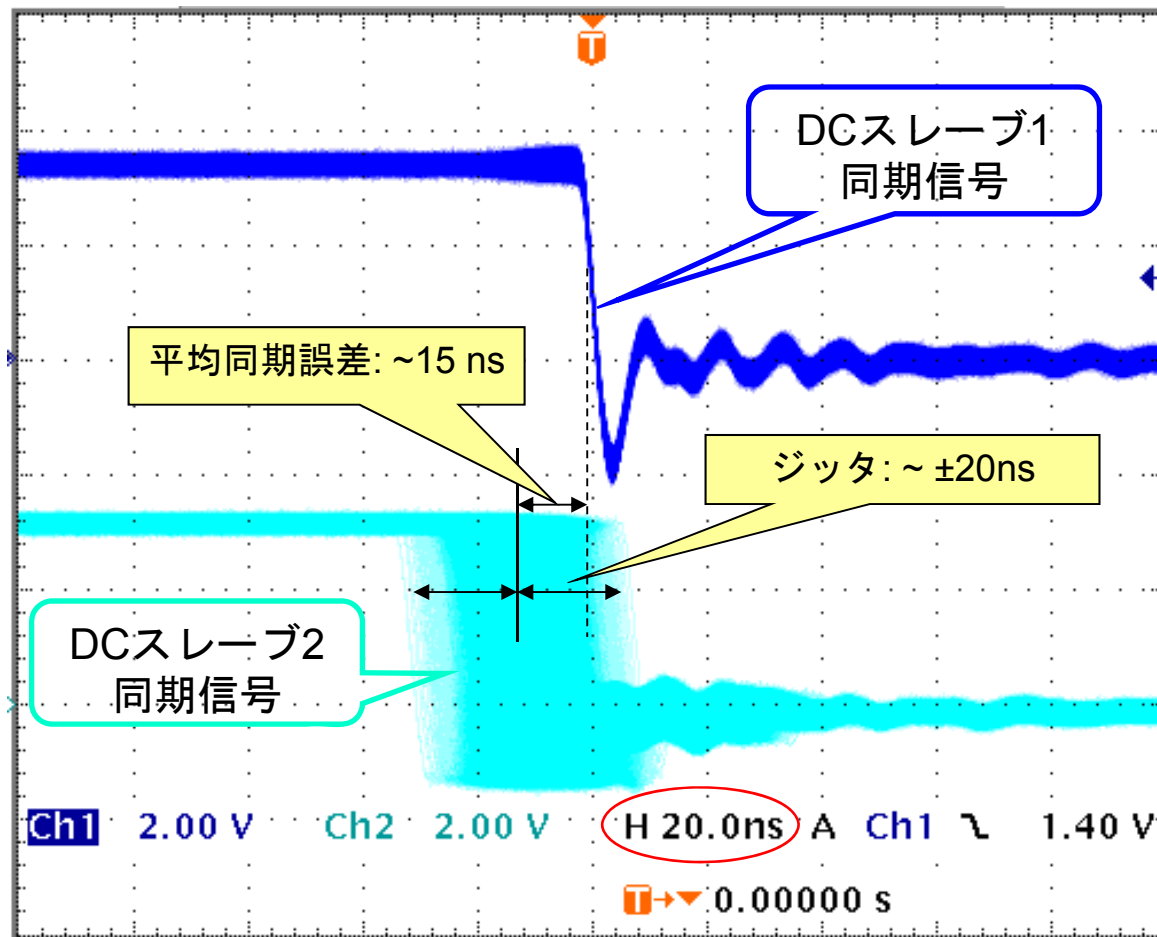
- 高精度時刻同期機能
- マスタから見て最初のDC対応スレーブがクロックマスタ
- 後部のDC対応スレーブがクロックマスタの時計に高精度に時刻同期
- 1μ秒以下の同期精度を実現



Distributed Clocks (DC)機能

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

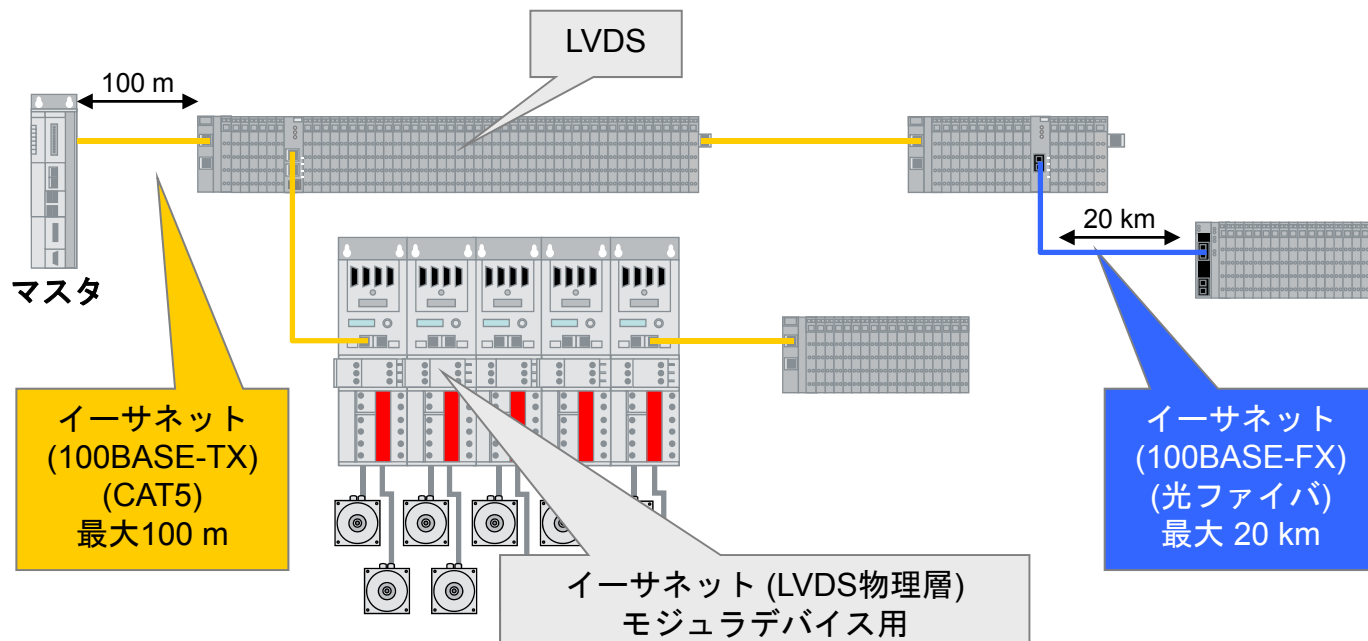
- 2台のDCスレーブの同期信号タイミングを比較
- DCスレーブ間：スレーブ300台、ケーブル総延長120m



EtherCATワイヤリングは非常に柔軟

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- EtherCATはイーサネットに準拠:
 - 100BASE-TX (2ノード間で最大100 m)
 - 100BASE-FX (2ノード間で最大20 km (single mode fibre))
 - LVDS (モジュラデバイス用)

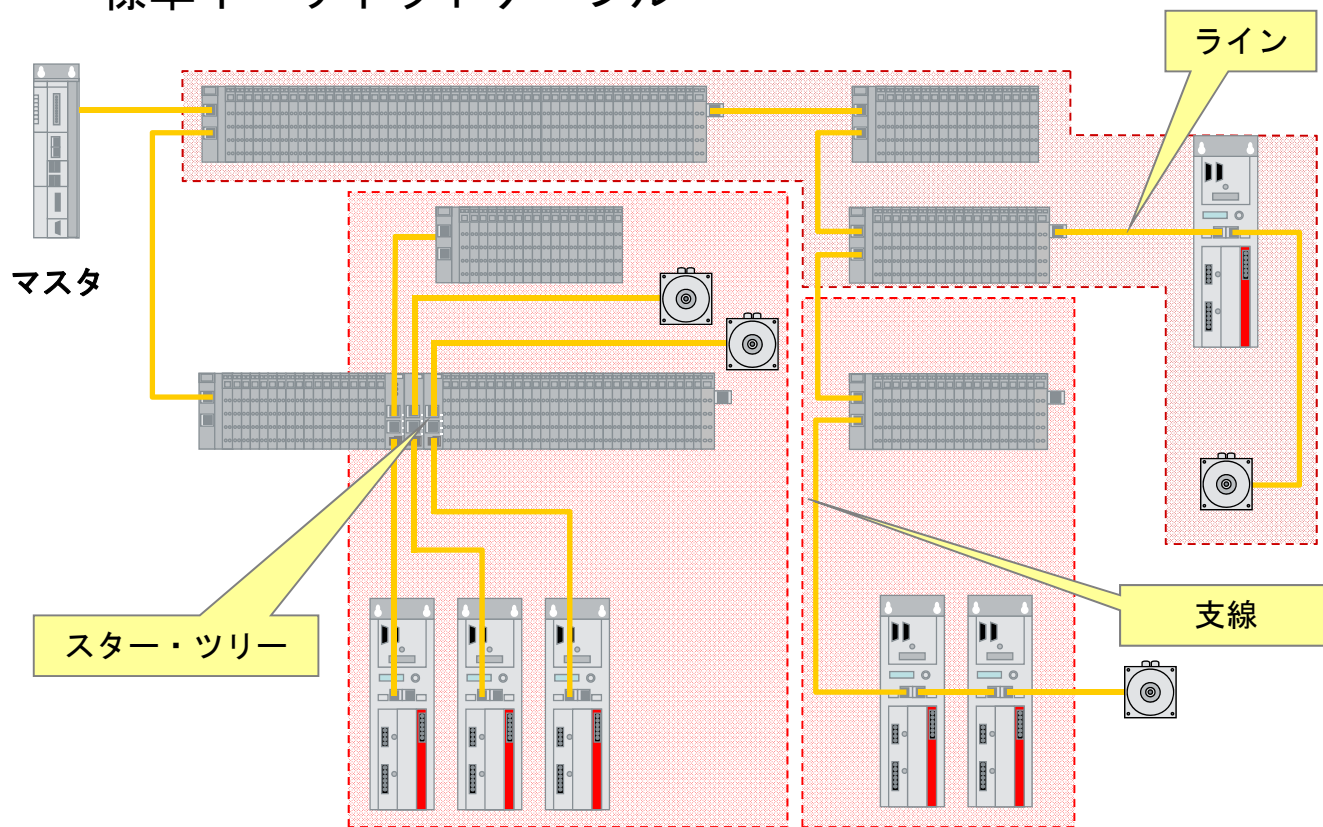


- ネットワーク内で物理層の選択は自由自在

EtherCATネットワーク構成は非常に柔軟

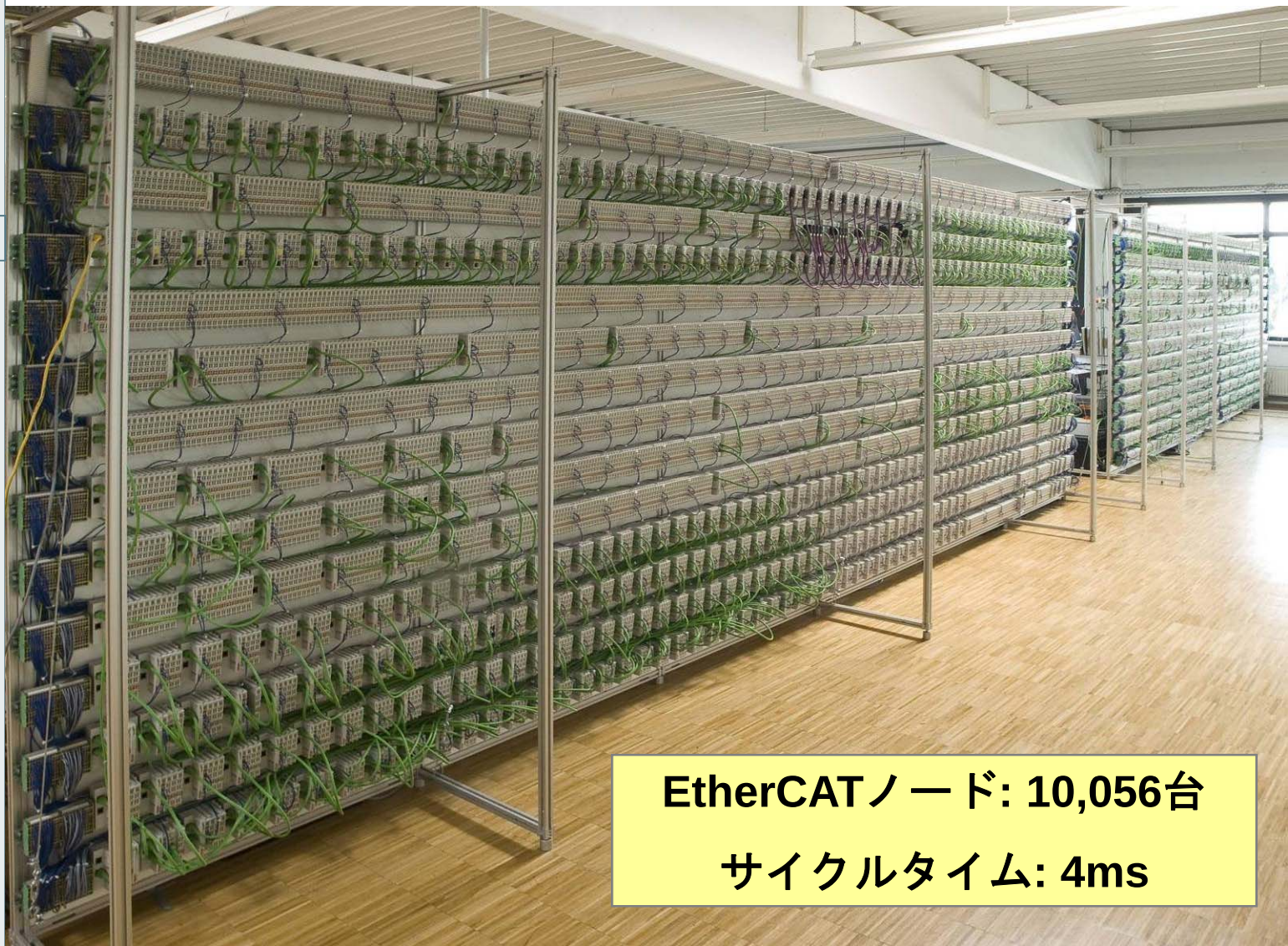
- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- 柔軟なトポロジ：拡張性の自由度＝高
 - トポロジの種類：ライン、スター、ツリー、デージーチェーン＋支線を自由に組み合わせてケーブリング
 - 1つのEtherCATセグメントで最大65,535ノード
 - 標準イーサネットケーブル



超大規模EtherCATシステムのテスト

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



EtherCATノード: 10,056台
サイクルタイム: 4ms



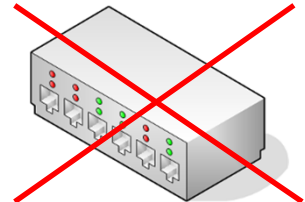
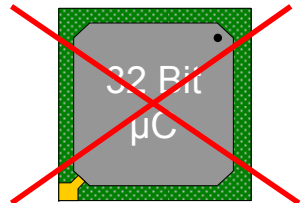
- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

エンジニアリング:

- ネットワーク設計工数を最小化:
 - 設定作業の簡単化、デフォルト設定でOK、チューニング不要
- 診断機能向上:
 - 迅速なエラー対応によるダウンタイムの最小化
- 設定作業工数の短縮:
 - アドレス設定が不要

デバイス開発・インストール:

- マスタ:
 - 専用I/Fカードが不要
 - オンボードイーサネットポートでOK
- スレーブ:
 - 低コストスレーブコントローラ
 - シンプルデバイス: μ Cが不要
 - 高速な μ Cが不要
- ネットワークインフラ:
 - スイッチ・ハブ不要
 - 標準イーサネットケーブル + コネクタ



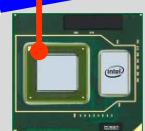
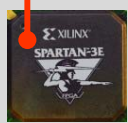
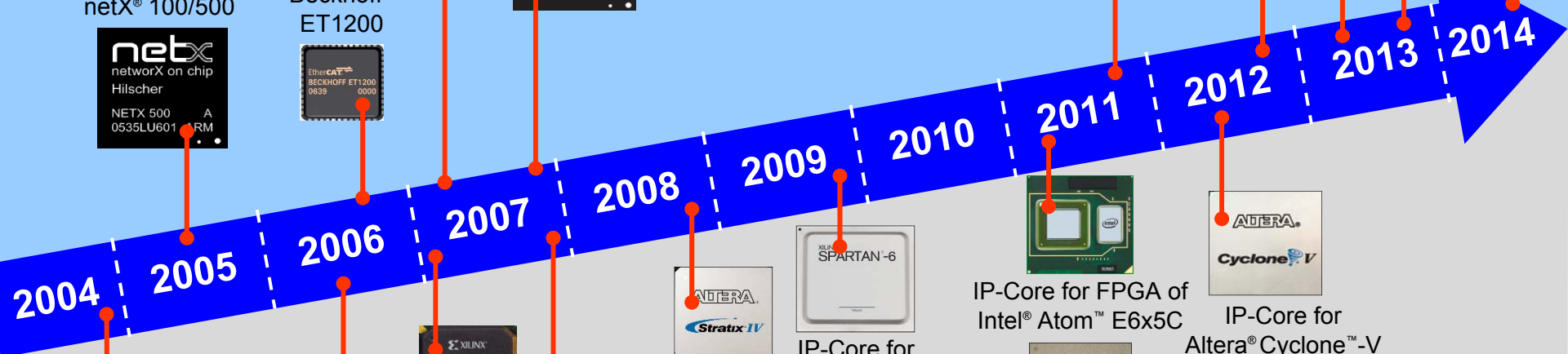
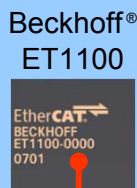
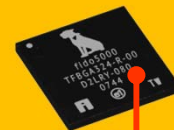
ASIC

μC, μP

TI's Sitara[™]
μP family

Renesas
R-IN32M3-EC

Innovasic
fido5000 REM



ESC10/20:
Altera[®] Cyclone[™] -I

IP-Core for
Altera[®]
Cyclone[™] -II

IP-Core
Xilinx[®]
Spartan[™] -3

IP-Core for
Altera[®]
Cyclone[™] -III

IP-Core for
Altera[®]
Stratix[™] -IV

IP-Core for
Xilinx[®]
Spartan[™] -6

IP-Core for
Altera[®]
Cyclone[™] -IV

IP-Core for FPGA of
Intel[®] Atom[™] E6x5C

IP-Core for Xilinx[®] Kintex[™] -7

IP-Core for Altera[®] Stratix[™] -V

IP-Core for
Altera[®] Cyclone[™] -V

IP-Core for
Xilinx[®]
Artix[™] -7 + Zynq[™]

FPGA

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



- 設立：2003年11月
- タスク：EtherCAT技術のサポート、拡張、広報
- 世界最大のフィールドバス団体
- 56カ国6大陸からの2865* 以上のメンバ企業：
 - デバイスメーカ
 - エンドユーザ
 - 開発サポートメーカ
- 誰でもメンバ加入が可能

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- プロトコルを完全に開示:
 - EtherCATはIEC, ISO および SEMI規格 (IEC 61158, IEC 61784, ISO 15745, SEMI E54.20)



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

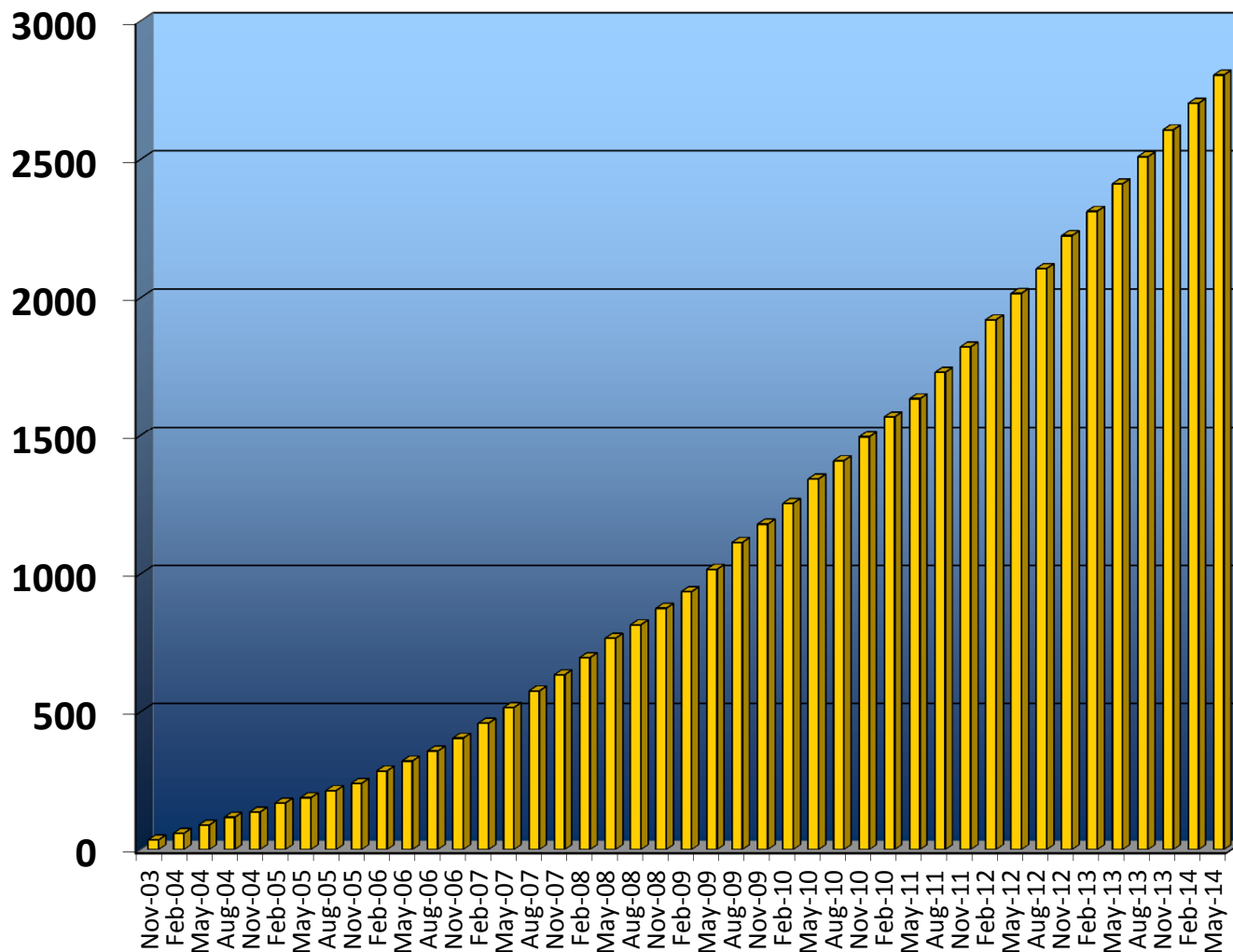


- 複数の供給元からスレーブコントローラを販売
- スレーブコントローラで相互運用性を提供
- ETGが相互運用性テスト (Plug Fest)、ワークショップやセミナーを開催
- コンフォーマンステスト + 合格認定証

ETGメンバーシップ数の伸び

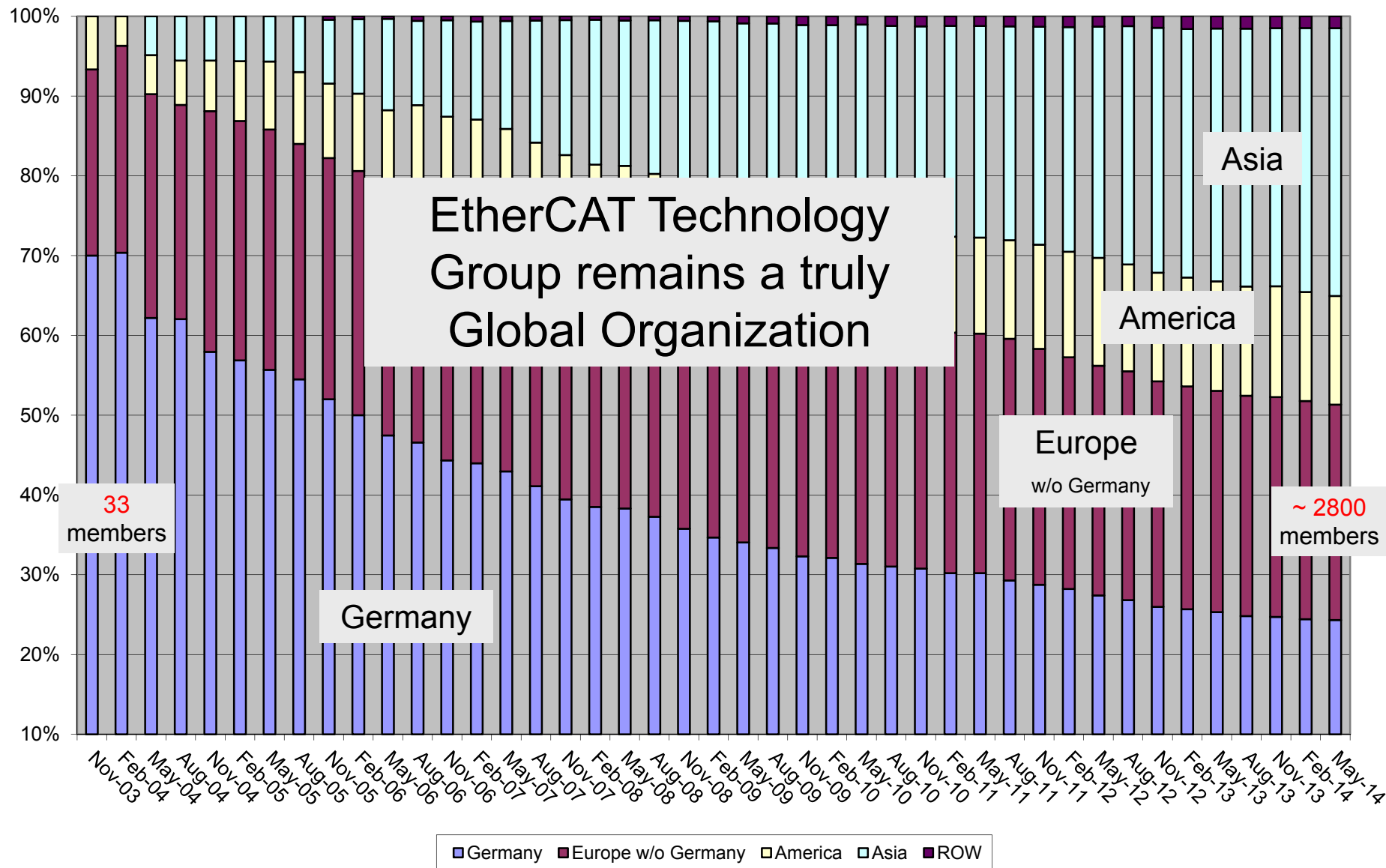
2014年7月1日現在: 2865 メンバ

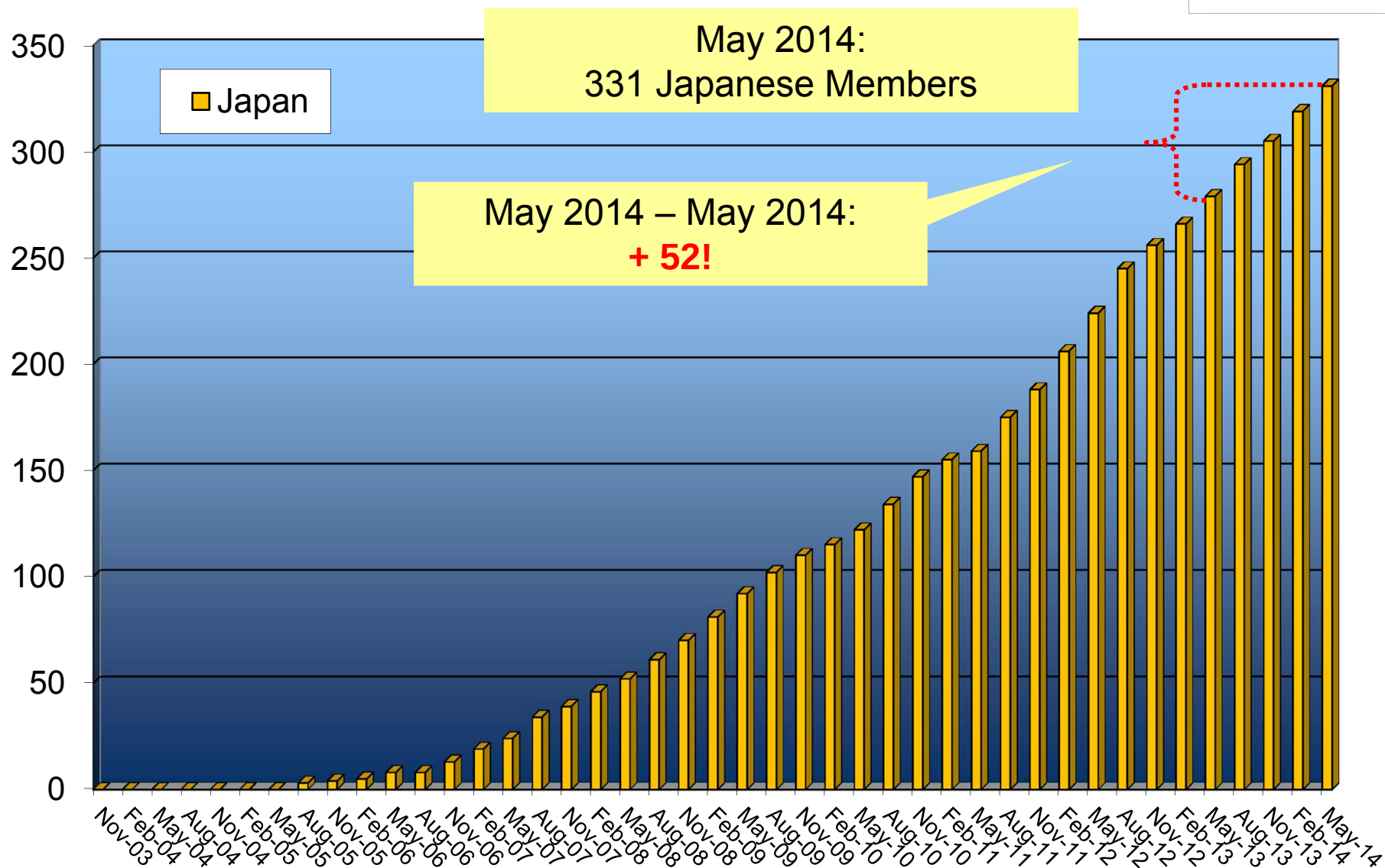
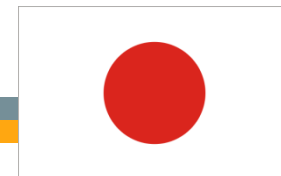
10 years
and growing stronger





ETG メンバシップの地域別構成





- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



(Vendors that ship or have announced EtherCAT drives as of 06/2014. Not all products shipping yet.)

- | | | |
|----------------------------|--------------------------|---|
| • ABB | • Gefran | • Omron |
| • Ackermann | • Grossenbacher | • Panasonic SUNX |
| • ACS Motion Control | • HBM | • Pilz |
| • Addi-Data | • Helmholz | • Phoenix Contact |
| • Adlink | • IDS | • Power Instruments |
| • AFT Fahrzeugtechnik | • Imc/Additive | • Prima Electro |
| • Algo System | • IXXAT | • Schaeffler Engineering |
| • Amoy Dynamics | • Jäger Messtechnik | • Schweitzer Engineering Laboratories / SEL |
| • Anca | • Jetter | • SERAD |
| • AutomationX | • Jumo | • SEW Eurodrive |
| • B&R | • KEB | • SIPRO |
| • Balluff | • KEBA | • Shanghai Xinhua |
| • Baumüller | • Keyence | • SHF |
| • BBH | • kk-electronic | • SMC |
| • Beckhoff | • Knestel | • SOFTLINK |
| • Belden | • Kolektor Synatec | • Sontheim |
| • Berghof | • Kollmorgen | • Industrie Elektronik |
| • Brunner Elektronik | • Kuhnke | • TETRA |
| • Bosch Rexroth | • Lenze | • TexComputer |
| • CEC | • M-System | • TR Elektronik |
| • Cosworth | • MaVi | • Turck |
| • CREVIS | • Messung | • UFG Elettronica |
| • CSM | • MicroControl | • Unidor |
| • Deif | • Microinnovations/Eaton | • Unitro |
| • Dina Elektronik | • Mikrap | • VIPA |
| • dSPACE | • MKS Instruments | • Wachendorff |
| • Eckelmann | • MKT Systemtechnik | • WAGO |
| • esd | • MSC | • Watlow |
| • Festo | • MTT | • Weidmüller |
| • Gantner | • Murrelektronik | • Wenglor |
| • GE Intelligent Platforms | • M-System | |
| | • National Instruments | |



(Vendors that ship or have announced EtherCAT I/O devices as of 06/2014. Not all products shipping yet.)

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション



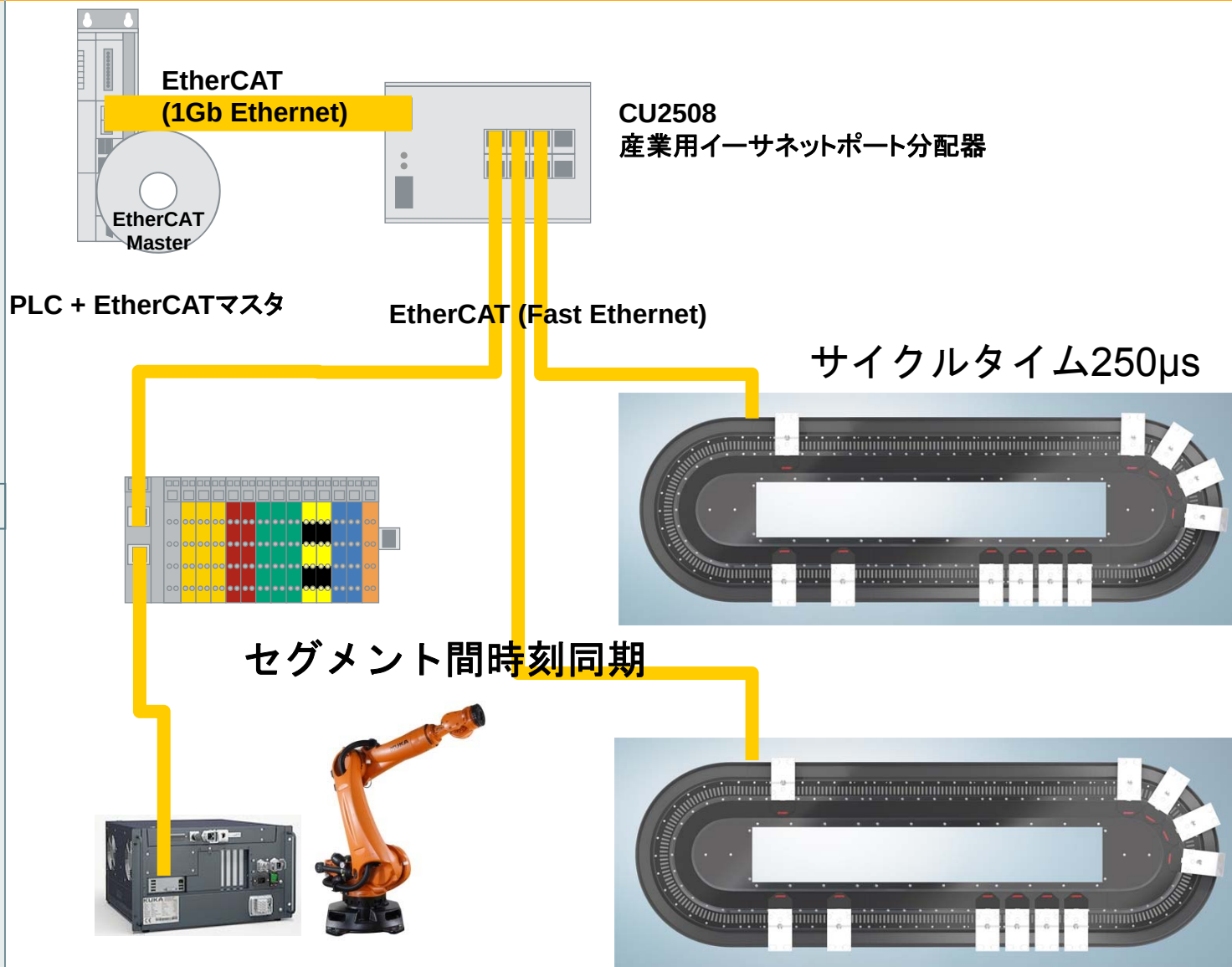
2014年 今後の開催イベント

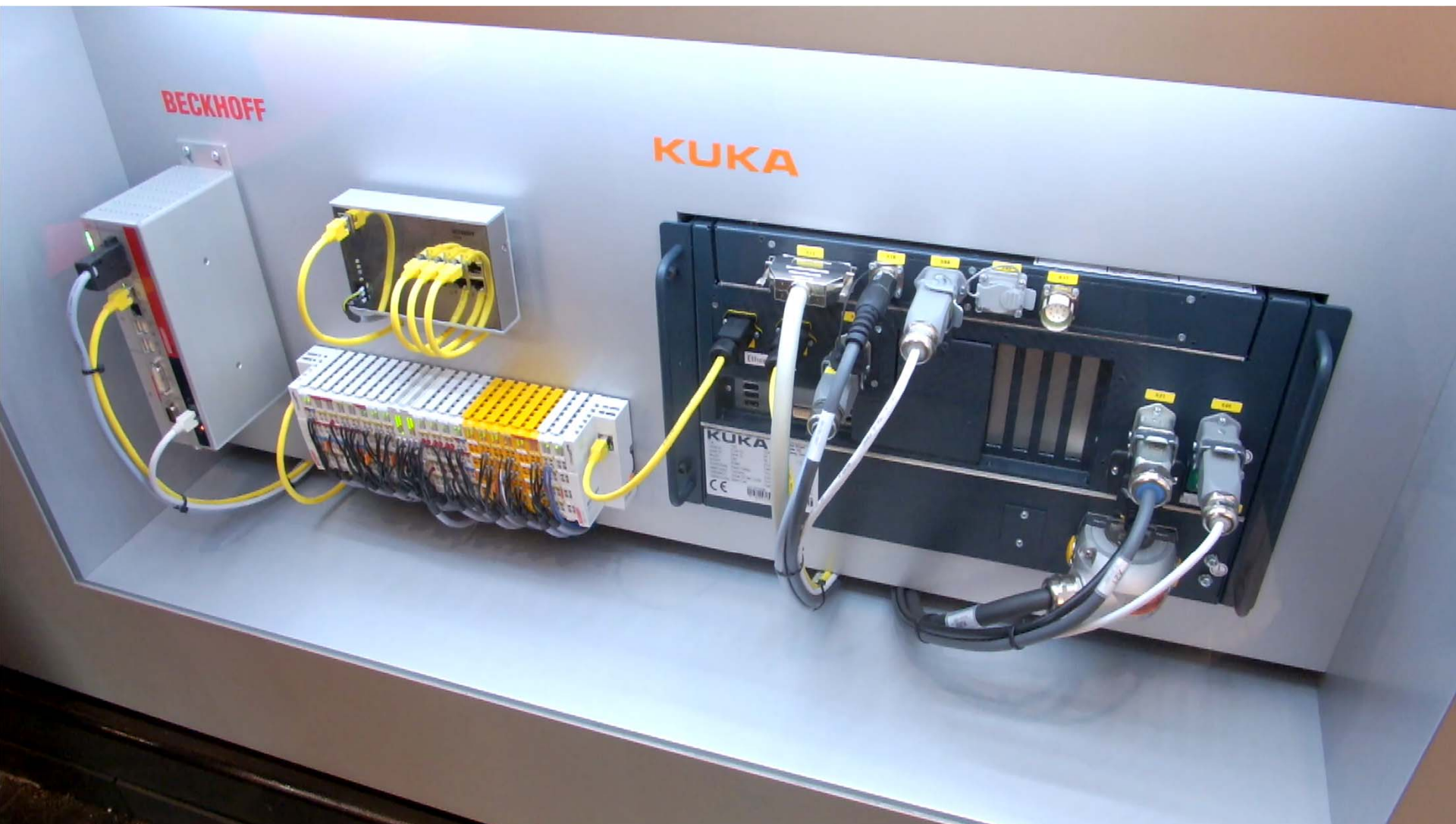
- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- 7/3 **ETG日本メンバーミーティング @ 横浜**
- 7/23-25 テクノフロンティア2014 @ 東京ビッグサイト + 出展社 세미나(7/24)
- 8/28 **EtherCATスレーブ開発サポート 세미나 @ 東京**
- 9/10 **EtherCAT技術アップデート @ 横浜**
- 9/11-12 **EtherCAT Plug Fest @ 横浜**
- 9/19 **EtherCAT開発者基礎トレーニング @ 横浜**
- 10/xx EtherCAT採用 세미나 @ 名古屋
- 11/14 **EtherCAT開発者基礎トレーニング @ 横浜**
- 12/3-5 SEMICON Japan 2014 @ 東京ビッグサイト + 出展社 세미나
- 2/xx EtherCAT採用 세미나 @ 兵庫

赤字: ETGメンバー対象イベント

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション





まとめ：EtherCATの利点

- FAへのイーサネットの適用
- EtherCATの動作原理
- EtherCATの特長
 - 超高速・超高性能
 - トポロジの柔軟性
 - 低コスト
- EtherCAT Technology Group
- EtherCAT製品の状況 + 市場の動向
- アプリケーション

- 高性能
 - EtherCATは最高速の産業用イーサネット技術
- 柔軟なトポロジ
 - 大規模な分散アプリケーションにも最適
- 使い方が簡単
 - 設定やメンテナンスが容易
- 低コスト
 - 実装やインフラ費用が低コスト
- 機能安全
 - セーフティ通信の統合
- 製品の多様性
 - 豊富なEtherCAT製品のラインアップ
- 豊富な実績
 - 性能向上