



EtherCAT20周年記念「EtherCAT Technology Group 20年の歩み」
Martin Rostan インタビュー記事

活発なコミュニティに支えられた 高性能で将来性のあるテクノロジー

EtherCATが提供するのはいくつかの技術的なメリットだけではなく。過去20年間にわたり、プロトコルを公開しEtherCATの普及推進を目的に運営されてきたEtherCAT Technology Group (ETG) もまた多くのメリットを提供し続けています。本インタビュー記事ではETGのエグゼクティブディレクターであるMartin RostanがEtherCATのサクセスストーリーに隠された最も重要な点について説明します。



Martin Rostan,
EtherCAT Technology Group
エグゼクティブ・ディレクター

「EtherCATの技術やユーザーへのメリットも然ることながら、EtherCAT Technology Groupの非常に献身的なチームもEtherCATの成功に大きく貢献しています」

20周年を迎えるEtherCAT
- EtherCATは当時どのように始まったのでしょうか？

Martin Rostan: ベッコフは1989年には既に入出力モジュールとの高速通信を実現する光ファイバーベースのバスシステムLightbusを発表していました。Lightbusの通信速度は2.5Mbit/sで、既にオンザフライ処理の原理を使用していました。1990年代末には、さらに高速な通信速度を実現する次世代の光ファイバー技術の開発が検討され始めました。プロジェクト名はFLB (Fast Lightbus) でした。50Mbit/sの通信速度を想定しており、かなり高速になるはずでしたが我々はまだ何かが足りないと感じていました。そして、Lightbusの原理とイーサネットを組み合わせるというアイデアが生まれました。

オンザフライ処理の原則が特別である理由は何ですか？

Martin Rostan: 各サイクルで各ノードがテレグラムを送受信する代わりに、1本の長いテレグラムが全ノードを経由して送信され、ノードごとにオンザフライ処理されるため、ほとんど遅延が発生しません。各ノードは自分宛の出力プロセスデータを読み取り、入力データを同じテレグラムに挿入します。ネットワークノードは対象のプロセスデータがフレーム内のどこにあるか事前に知られているため、ノードのアドレス情報を持ち運ぶ必要がありません。したがって、ビットはビットのままであり、フレーム全体にはならないという訳です。まさにこれが最大効率を実現する手段です。通常、テレグラム全体の90%以上がプロセスデータとして使用されます。EtherCATは帯域幅を最も効率的に使用します。すなわち、同じフレームを入力データと出力データの両方に使用できるため、利用可能な帯域幅を2倍にすることもできます。これがEtherCATが高性能を達成できる理由です。

「Performance(性能)」についてお聞きます。EtherCATはよく最速のフィールドバスソリューションと呼ばれますが、高速性が重要な理由は何ですか？

Martin Rostan: 全ての制御エンジニアにとって、サイクルタイムの短縮が制御品質の向上を意味し、最終的に製品品質の向上につながることは明らかです。これはモーション制御に関連する製品を使用する全アプリケーションに当てはまり、さらには計測タスクにも当てはまります。PC制御コントローラーにより、演算能力がボトルネックになることはなくなりました。これにより、現在はバスシステムが制限要因になることがほとんどです。まさにこのような理由から、バスシステムの性能がますます重要になっています。ミリ秒以下のサイクルタイムを処理できる制御システムと、それに追いつけないバスシステムを組み合わせる人は何か間違ったことをしていると言わざるを得ません。いわゆる遷移条件を持つアプリケーションの場合、EtherCATによるサイクルタイムの短縮や応答時間の短縮がもたらす有効性はそこまで明らかではありません。それでも、コントローラーが次のプロセスに進む前に部品が到着したことや、目標位置に到達したことを確認するセンサー信号を数ミリ秒待つ場合にも、このような待ち時間を短縮することには価値があり、効率とスループットは確実に向上します。

それは高度な技術的推論とも言えますが、ユーザーにも伝わるのでしょうか？

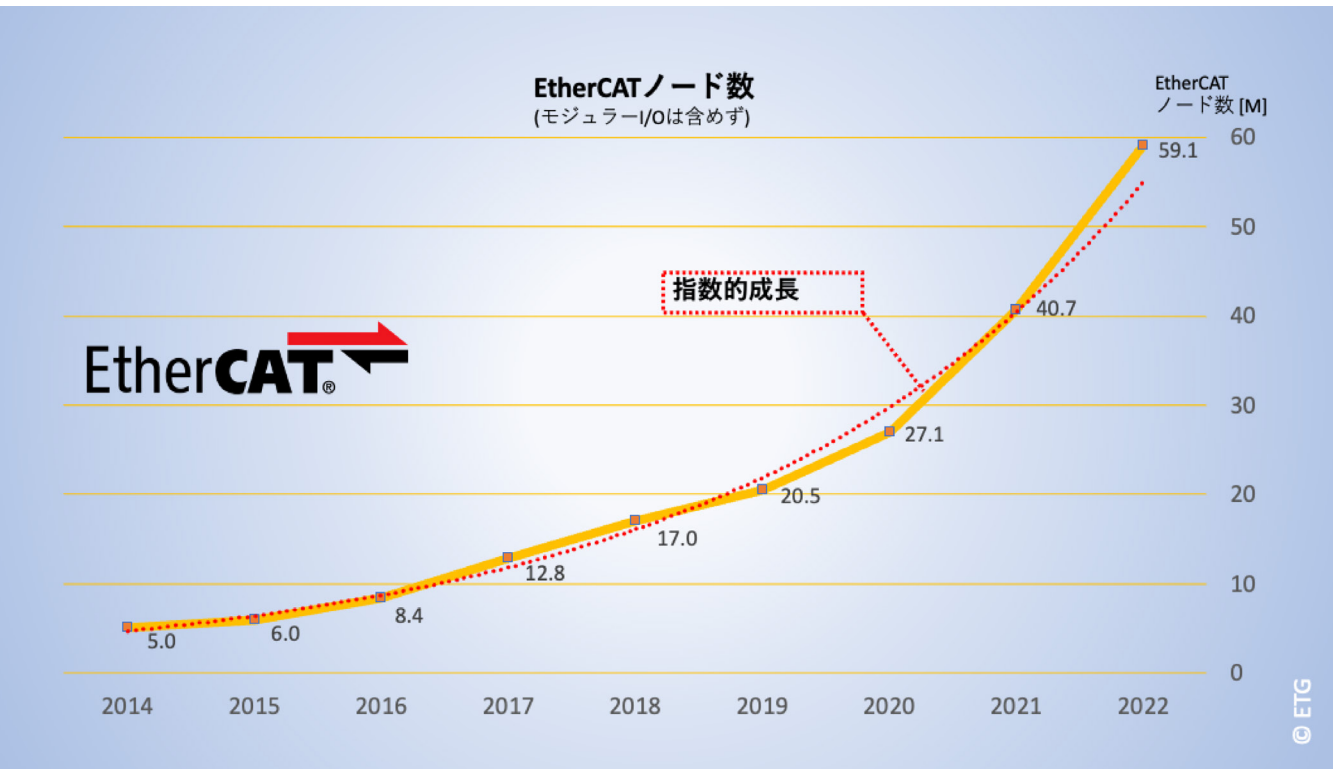
Martin Rostan: ほとんどのフィールドバス団体で行われる議論と比較して、EtherCATは技術的な議論により深く踏み込んでいるのは事実です。それが我々のアプローチです。説得力のある技術により、ユーザーの納得を勝ち取る方法です。それこそが、エンジニアに特別な喜びを与えてくれます。2003年4月のハノーバーメッセで初めてEtherCATを発表した当時、我々は大規模なユーザー団体ではありませんでしたし、ベッコフもまだ自動化業界の大手サプライヤーではありませんでした。そのような状況で、我々は新技術の特別な機能を説明し、EtherCATの優れた性能のメリットにいち早く気がついたユーザーを獲得していきました。

これらのユーザーとともにEtherCAT Technology Groupを設立したのですか？

Martin Rostan: その通りです。ETGの創設メンバー33社のうち、半数は自動化システムのメーカーではなくユーザーでした。これらの企業は業界を牽引するテクノロジーリーダーとして認識されていました。言い換えれば、説得力のある技術で納得を勝ち取ってきた企業でした。もちろんユーザーと共に始動することが「ニワトリ・タマゴ問題」を克服するのに役立ちました。

「ニワトリ・タマゴ問題」とは何ですか？

Martin Rostan: それは、新技術を導入する際の課題のひとつです。ベンダーはユーザーが求めて初めてその技術を導入するのです。
(次頁に続く)



2022年には1,840万個のEtherCATチップが販売された。バスターミナルを除いたEtherCATノード総数は5,910万個に到達し、指数関数的な成長を遂げた。

(前頁より続き)
それに対応できるデバイスサプライヤーがいて初めて、ユーザーを獲得することができるのです、もう1つの課題は、当初コスト効率の良いEtherCATチップがなく、まだ高価だったFPGAを使わざるを得なかったことです。当時はまだEtherCATインターフェースは高価なものでした。しかし、2006年に最初のEtherCAT ASICが発売されてから、この問題はすぐに解決しました。これらのチップは13社のメーカーから入手可能で、EtherCATのインターフェースコストは古典的なフィールドバスシステムよりも安価です。他の産業用イーサネットより安価であることは言うまでもありません。また、EtherCATの場合、標準イーサネットポートはコントローラーに1つあれば十分です。これが技術の普及に大いに役立っています。

普及といえば、EtherCAT20周年を記念してETGから初めて数字による指標が発表されました。これらは既知の市場調査とは大きく異なっていました。その理由を教えてくださいませんか？

Martin Rostan: 正確に答えると、今回初めて数字を公表したことが理由です。2つの理由から数字の発表を避けていました。1つ目は、FPGAベースのデバイスが主流で数量が不明だったためです。EtherCATターミナルのようなモジュールデバイスを含めるか含めないかの問題がありました。50枚のターミナルを含むモジュールI/OステーションのEtherCATノードを50とカウントするのは誤解を招きます。実際には50のEtherCATノードが存在するとしてもです。しかし一方で、これらのバスターミナルは特殊なチップを使用しており、FPGAベースのデバイスのシェアは10%以下と想定しているため、数字のファジーさは問題にならないとみなせます。こうしてバスターミナルを除いたEtherCATデバイス約6,000万台を数えるに至りました。これは、市場におけるリーダーシップを意味します。

ETGは7,000社を超えるメンバー企業を擁する世界最大のフィールドバス協会でもあります。どのようにこれを達成しましたか？

Martin Rostan: EtherCATの技術やユーザーへのメリットも然ることながら、EtherCAT Technology Groupの非常に献身的なチームもEtherCATの成功に大きく貢献しています。技術チームは、テクニカルワーキンググループの調整、仕様書の作成、様々な標準化団体でEtherCAT代表を務めるだけでなく、何よりもメンバーの技術実装をサポートしています。技術サポートやワークショップだけでなく、世界各国で定期的開催される「プラグフェスト」と呼ばれるデバイスの相互運用性を確認するためのミーティングもサポートしています。ETGのメンバーは、我々の実装サポートの質を高く評価しています。また、我々のウェブサイトのメンバーエリアにある包括的な開発者フォーラムにも積極的に貢献しています。マーケティングチームも同様に、質の高い展示会ブースや技術セミナーの開催に注力しており、現在では50カ国以上で開催しています。当初は加盟企業1,000社さえ達成できると思っていませんでした。現在のところ、成長のスピードは衰えていません。毎年500社近くの新規加盟企業があります。

ETGは全てドイツにて組織されたものですか？

Martin Rostan: EtherCAT Technology Groupの本部はドイツのニュルンベルクにあります。中国、韓国、日本、米国にもオフィスがあります。アジアでは3,000社を超えるメンバー企業を擁し、EtherCATがアジアを牽引していることを示しています。アメリカでは1,000社以上のメンバーを擁し、ETGがアメリカで最大の会員数を誇るフィールドバス協会となっています。

Martin Rostan

“EtherCATの性能が注目されがちですが、特殊な機能原理にはそれ以上のメリットがあります。ネットワークノードの自動アドレス指定から、特別なハードウェア無しで高精度な同期が可能な点、特別な診断機能に至るまで幅広いメリットを提供します”



お祝いすべきことが盛り沢山ですが、特殊なEtherCATアプリケーションもその1つですね？

Martin Rostan: もちろん、いくつかのEtherCATアプリケーションは特にやりがいがあります。セイラーである私にとってAmerica's Cupのハイテクヨットはその1つです。全てのヨットがEtherCATを使用しています。また、航空宇宙エンジニアとして、EtherCATの宇宙での活躍には心が踊ります。EtherCATは既に国際宇宙ステーションで使用されており、ルナ・ゲートウェイ宇宙ステーションのロボットアームにも採用されました。また、EtherCATはトラクターにも搭載され、ノーベル物理学賞を受賞した実験にも役立っています。

これらのアプリケーションにEtherCATが選ばれたのは、非常に高速だからという理由只是因为ですか？

Martin Rostan: EtherCATの性能は重要ですが、特殊な機能原理にはそれ以上のメリットがあります。例えば、起動時にネットワークノードを自動的にアドレス指定できるため、コミッショニングが大幅に簡素化されます。コントローラーに特別なハードウェアがない場合にも、ノードを高精度で同期させることが可能です。EtherCATユーザーはITノウハウや特殊なスイッチを必要としません。スイッチの購入、設置、設定は不要で、カスケード接続されたスイッチの制限を受けることもありません。そのため、ノード数にほぼ制限のないライン型トポロジを構成できます。また、ライン冗長化のために分岐やツリー型、リング型トポロジを構成することもでき、特別な冗長ノードを必要としません。さらに、EtherCATチップには高度な診断機能を組み込んでおり、ビットエラーやコネクタの緩みを確認に検出し、その位置を特定できます。これらにより、多くの時間と費用が節約できます。

他の産業用通信システムはEtherCATのサクセスストーリーにどのように反応していますか？

Martin Rostan: 競合他社はギガビットやTSNの技術によって我々の性能の優位性に追いつこうと試みています。しかし、計算ができる人であればEtherCATの機能原理にはギガビットでも勝てないことにすぐに気付くでしょう。現実的なシナリオで比較した場合、EtherCATは100Mbit/sでも優れた性能を発揮し続けます。さらに帯域幅を必要とするアプリケーションには、EtherCAT Gテクノロジーによる拡張が可能です。しかし、より堅牢な100Mbit/s技術は、EtherCAT Gに置き換えることはなく、補完されるだけです。15年後でも95%のEtherCATデバイスは100Mbit/sを使用していると予想しています。これはEtherCATの安定性を維持するものです。我々は常にEtherCATを強化してきましたが、変更したことはありません。

EtherCATの次の20年をどのように見えていますか？

Martin Rostan: 私は20年前、10年後にはEtherCATが市場でナンバー2になると大胆な予測をしました。さらに10年後である今日、我々はその先を行っています。それを変えるような展開は見当たりません。EtherCAT Gは、より広い帯域幅が必要なアプリケーション向けに技術を強化し、EtherCATの将来性を高めています。また、EtherCAT Technology Groupのメンバー数の伸びを見ると終息には程遠い状況であることは明らかです。

インタビュアー：ベッコフオートメーション エディトリアルマネジメント
PR担当 Stefan Ziegler

詳細情報:
www.ethercat.org

EtherCAT20周年記念「EtherCAT開発 20年の歩み」
Thomas Rettig インタビュー記事

成功の要因: 圧倒的な技術・ 使いやすさ・投資の安全性



ベッコフが開発したEtherCAT技術の
20年にわたるサクセスストーリーは現在
も進行中で、高性能リアルタイムイーサ
ネット通信の標準として世界的な地位を確
立しています。

Thomas Rettig, Beckhoff Automation
制御システムアーキテクチャー・シニアマネージメント 兼
ETG・EtherCATテクノロジーエキスパート

“ベッコフが他のフィールドバスや通信システム
で培ってきた豊富な経験を生かして、20年前に
安定したプロトコル開発の土壌が整いました”



EtherCATの20年にわたるサクセスストーリーの背景にあるものは、単に技術性能だけではなく、技術障壁を生じることのない継続的な開発や、ユーザーフレンドリーな操作性、理想的な診断機能もまた長きにわたる成功に貢献しています。Beckhoffの制御システムアーキテクチャー・シニアマネージメントであり、ETGのEtherCATテクノロジーエキスパートでもあるThomas Rettigは、本インタビュー記事でEtherCAT開発20年の歴史を振り返り、貴重な洞察と見解を共有しました。

**EtherCAT開発20年の歴史を振り返って聞かせてください。
ベッコフでEtherCAT開発の分野に携わってどのくらいになりま
すか？特にどんな分野に注力してきましたか？**

Thomas Rettig： 2002年にベッコフに入社し、当初はハードウェア開発者としてFPGA/ASICの開発に取り組みました。当時の役割は、Fast Lightbusとして知られていた新しい産業用バスシステムを定義、実装することでした。しかし、EtherCATが技術的優位性と、オープンなプロトコルの恩恵を受けて急速に市場の標準としての地位を確立したため、2008年頃からベッコフおよびETGメンバー向けの技術管理、実装サポート、トレーニングに重点を置くようになりました。2015年からはEtherCAT技術のプロダクトマネージャーとしてEtherCATスレーブコントローラーASICやIPコア、ソフトウェアツール、評価ボードなどのEtherCAT開発製品を担当しています。また、制御アーキテクチャーにおける新技術を検討し評価しています。これには、イーサネット物理層に関するIEEEの進展や、5Gモバイル通信規格の特性と可能なアプリケーションの検証などが含まれます。

**これまで長年にわたり、EtherCATのコアエレメントであることが
証明された技術的な特徴は何ですか？**

Thomas Rettig： 最初に挙げたいのは、EtherCAT技術の基本原則の1つであるオンザフライ方式のテレグラム処理能力です。これはイーサネットの高帯域幅を効果的に利用するための唯一の方法です。システム内の多くのデバイスから発する膨大な数の小さな情報ユニットに対し、必要なテレグラムは通常1つだけです（EtherCATネットワークでは65,000を超えるデバイスに対応可能）。その中心にあるのがフィールドバスメモリ管理ユニット(FMMU)で、ベッコフがEtherCATの重要な機能の1つとして開発したものです。このユニットはEtherCATネットワークを単一の4GBアドレス空間に変換します。このアドレス空間内で各デバイスからのデータマッピングとその後の処理が行われます。これは、ネットワーク起動時のコンフィグレーションプロセスの一環としてして実行されます。その後、EtherCATマスターがデバイスのEtherCATスレーブコントローラーに詳細を直接書き込みます。これによりコピー作業のためのソフトウェアが不要となり、マスターの演算性能を最大で30%節約できます。EtherCATのもう1つの中心的な特徴はディストリビュート

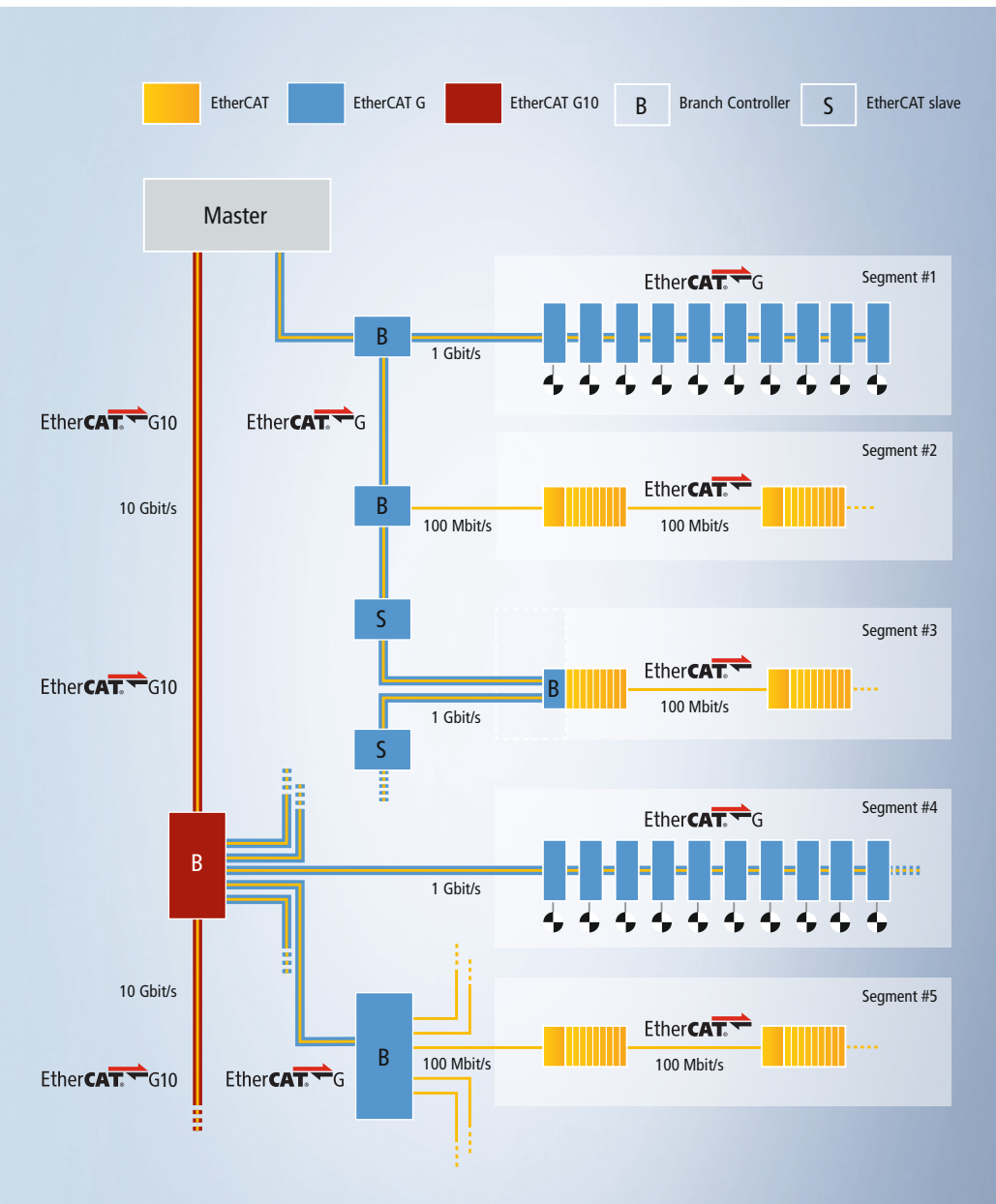
クロックです。これは、通信システムに「定義された自動同期するシステム時間」をもたらしました。これに加えて、柔軟性が高く、自由に選択できるネットワークトポロジーのメリットが挙げられます。スイッチを必要としないため、待ち時間が極めて短くなります。しかも、ネットワークが長大な回線であろうと、分岐したツリー構造であろうと、通信性能にはほとんど影響しません。

**20年のEtherCAT開発におけるハイライトは、他にどのような
ものがありますか？**

Thomas Rettig： Safety over EtherCAT (FSoE)プロトコルを用いた機能安全通信の統合はEtherCATシステムにおいて賢明かつ必要な拡張だったと言えます。さらに、統合型のアプローチ、無駄のないプロトコル、安全なロジック、安全なアクチュエーターにより、システムコストを抑えながらライトグリッドやレーザースキャナーのような安全センサーをネットワークにシームレスに統合することができます。標準コントローラーはFSoEデータコンテナをコピーするだけでよいため、安全目的のために拡張する必要はありません。「ブラック・チャンネル」の一部として、安全とは無関係な標準通信レイヤーの一部を形成します。モーションアプリケーションでは、CiA402ドライブプロファイルを短いサイクルタイムの同期や、EtherCATの高度な機能に適應させることで、接続されたドライブの制御品質において大きなメリットが得られます。もう1つの重要な開発マイルストーンは、EtherCAT Pワンケーブルソリューションの導入です。このソリューションは、データ通信と2つの独立した24V DC電源を標準4芯イーサネットケーブルに統合します。この技術はベッコフのハイブリッドコネクタ技術によってさらに拡張され、EtherCAT Pと同じケーブル芯で、さらに高い電圧および電流を供給できるようになりました。

**エンジニアリングの観点から注目すべきEtherCAT機能は何
ですか？**

Thomas Rettig： アドレス割り当てなど、ネットワークとトポロジーの自動スキャンは、ユーザーの立場からすると大きなメリットです。ネットワークを構築する際、接続されている各デバイスを簡単に識別することができます。また、各デバイスの実装（次頁に続く）



ブランチコンセプトにより、EtherCAT、EtherCAT G、EtherCAT G10 セグメントを混在した構成で動作可能で、システム全体で最大の通信効率を実現できます。

(前頁より続き)

ポートや接続ポートに関する追加情報により、ネットワークポロジを確立できます。他のバスシステムを備えた大規模な設備では、全てのデバイスのIPアドレスを設定、確認するのに1週間かかったとお客様から報告されています。一方、EtherCATではワンクリックで全てが完了しました。EtherCATマスターへのデータ保存方法にもメリットがあります。システムが起動するたびアプリケーション固有の設定パラメーターがマスターからデバイスに書き込まれます。これにより、デバイスの交換が発生した場合、交換後のデバイスが同じ種類であるかどうかをシステムが検出し、起動時に自動的に正しく設定されるため、プロセスが大幅に簡素化されます。

EtherCATのどのような特性が診断能力を高めるのでしょうか？

Thomas Rettig： EtherCATはハードウェアとソフトウェアの両方で優れた診断機能を提供します。これにより、全てのサイクルで正確なエラー特定が可能となり、特定のデバイスやケーブルにトラブルシューティングを絞り込むことができます。ワーキングカウンターやロストフレームカウンターのようなテレグラム固有の周期エラーメッセージがあり、テレグラム内のデータの整合性だけでなく、テレグラム自体のデータの完全性をモニタリングするのに役立ちます。後のエラー原因解析のため、ロストリンクカウンターがポートでリンクが失われた回数を示します。RXエラーカウンターはポートでテレグラム構造のエラーが検出された回数を示します。このカウンターは、デバイスのEtherCATスレーブコントローラーのハードウェアレジスタで使用できます。マスター側の誤った設定やEtherCATマスターとの同期が失われた場合など、更なるエラーはデバイスのファームウェアに記録されます。その結果、デバイスのEtherCATステートマシンにエラー発生が示されます。これらのエラーはステータス情報を通じてマスターに即座に報告されます。更なるエラー分析のため、診断履歴オブジェクトを経由してエラーの詳細を読み取ることもできます。

100%下位互換の基本プロトコルを維持しながら常に拡張し続けるEtherCATですが、20年間ここまでの一貫性を達成できたのは何故ですか？

Thomas Rettig： ベッコフでは他のフィールドバスや通信システムで培ってきた豊富な経験を生かして、非常に安定したプロトコルを開発するための土壌は、最初から整っていました。プロトコル設計における将来を見据えた配慮により、後方互換の拡張にも対応可能です。また、ハードウェアとソフトウェアの実装をスマートに分けたことで、プロトコルを変更することなく拡張機能を導入できるようになりました。

EtherCATのようなコア技術を使用する場合、将来性の確保は極めて重要です。EtherCATがこれを維持するための重要な要素は何ですか？

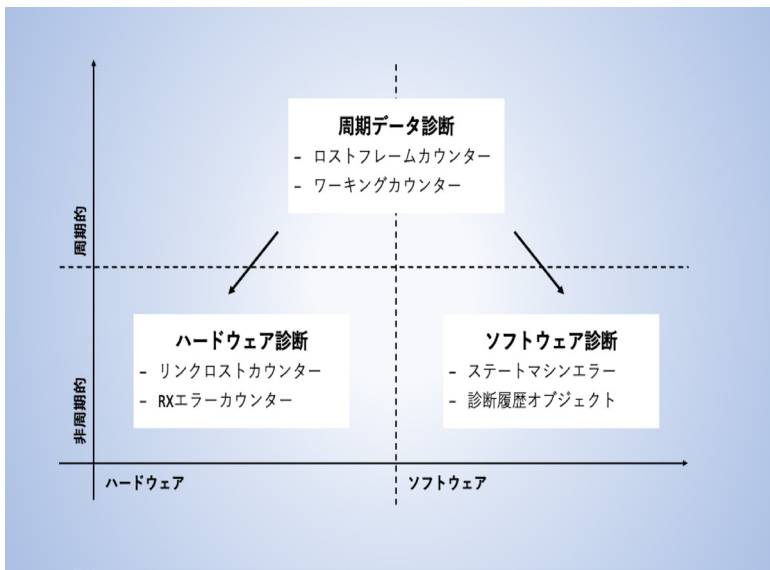
Thomas Rettig： EtherCAT Gでは、完全下位互換技術の拡張がすでに視野に入っています。これは、既存の様々なデバイスを時代遅れにすることなく、将来のハイエンド要件に対応するためのものです。その結果、100Mbit/sをベースとしたEtherCAT技術は導入から20年が経過した現在でも全てのユースケースの99%に十分な性能を提供しており高い投資の安全性を確保できています。EtherCATは他の1Gbit/s通信システムと比較しても、市場で最も高速な産業用イーサネット技術です。さらに、EtherCATスレーブコントローラーのチップメーカーはベッコフ以外にも12社あり、幅広い選択肢を提供しています。これらの名高いメーカーの多くは、EtherCATが産業オートメーションにおいて最も重要な技術の1つであることを早くから認識していました。また、ベッコフが最新の半導体技術をベースとし、より危機に強い地域で生産される新たなEtherCATスレーブコントローラーASIC(100Mbit/s)を間もなく発売することも注目に値します。これは、EtherCAT誕生から20年を経た現在でも、ベッコフがこのコア技術に多大な投資を継続し、自社と顧客の双方に最大限の供給を確保していることを示しています。

将来性の確保には継続的な開発やイノベーションも含まれますが、EtherCAT開発元が現在、取り組んでいる主なトピックを教えてください。

Thomas Rettig： まず、新しいEtherCATスレーブコントローラーASICについて改めて言及させてください。これに加えて、FPGA向けIPコア製品群の拡充も進めており、来年にはEtherCAT G向けIPコア投入も予定しています。誰もが知る通り、部品不足による遅延を経て、EtherCAT Gブランチコントローラーの技術がEtherCAT Gカブラ「EK1400」として実装される目処が立ちました。試作品フェーズは、遅くとも2024年のハノーバーメッセまでに開始予定です。

ブランチコントローラーのコンセプトの背景には一体何があるのでしょうか？

Thomas Rettig： 既存技術との後方互換を維持するためEtherCAT Gデバイスは100Mbit/sデバイスと同じセグメントで動作すると100Mbit/sの速度に戻ります。これは互換確保の観点からは有益ですが、1Gbit/sという潜在的な高速性を十分に活用できないため必ずしも理想的とは言えません。ブランチコントローラーの導入により、通信速度の異なるEtherCATセグメントを一緒に動作させることができます。これを実現するため、EtherCAT Gセグメントに接続したブランチコントローラーはEtherCATまたはEtherCAT Gセグメントを接続するためのブランチポート(ジャンクション)を提供します。EtherCAT GカブラまたはEK1400ブランチコントローラーは、EtherCAT Gネットワークから100Mbit/sセグメントへのブランチポートを提供し、標準EtherCATターミナル、ドライブ、センサーなどの全てをEtherCAT Gネットワークに統合できます。また、ブランチコンセプトは、大規模なネットワークにおける伝搬遅延時間を最小化できるという点でもう1つの重要な効率上のメリットを生み出します。これは、ブランチセグメントのテレグラムが、ブランチコントローラーからマスターに直接戻り、他の全ての接続セグメントを迂回するためです。その結果、ブランチポートは並列に動作すると同時に、それぞれのテレグラムを送信できます。ほとんどのアプリケーションにおいて、このネットワークセグメントの並列動作は単



EtherCAT診断機能の分類

に通信帯域幅を増大させるよりも高い性能向上をもたらします。このブランチコンセプトにより、EtherCAT Gネットワークの性能が向上します。アプリケーションにより異なりますが、通常の通信時間に対して2〜7倍高速になります。さらに、全帯域幅が10倍に増大します。EtherCAT G10では、最大100倍の帯域幅が利用可能です。

インタビュー：ベッコフオートメーション エディトリアルマネジメント
PR担当 Stefan Ziegler

Thomas Rettig

“ EtherCAT誕生から20年を経た現在でも、ベッコフはコア技術であるEtherCATの開発に多大な投資を続けており、自社と顧客の双方に最大限の供給および投資の安全性を確保しています”

詳細情報:

www.beckhoff.com/ethercat