

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

Wave

技術誌

2017.11

Vol.22

【特集】エンベデッドソリューション





特集 エンベデッドソリューション

IoT構築を低コストかつ容易に実現する組込み接続基盤やセキュアなプラットフォームなど、当社の技術の強みを活かしたエンベデッドソリューションを紹介します。

Contents

エンベデッドソリューション

- 1 技術力と組織力を兼ね備えた業界No.1の集団目指す
取締役 エンベデッドシステム事業部長 渡邊 一正
- 2 IoTのコストを低減する
組込み機器向け接続基盤「NetNucleus Cloud Hub」
- 4 安全で容易なIoT構築を支援する
「TrustZone セキュアシステム」の取り組み
- 6 高速データ伝送路設計の取り組み

ソリューション紹介

- 8 在庫適正化と業務効率化を徹底追究した
「 ϕ -Conductor」で在庫管理の課題を解決
- 10 アナログ回路をICで効率的に学習できる
「analogram トレーニングキット」
- 12 Focus On
機能安全への取り組み
- 13 ひと (PERSON)
“点から面へ”の視点で、培った技術の拡散・継承を

●NetNucleus、NetNucleus Cloud Hub、analogramは、東芝情報システム株式会社の商標または登録商標です。●ARM、TrustZone、Cortex、mbedは、ARM Ltd.の登録商標です。● ϕ -Conductorは、株式会社フェアウェイソリューションズの登録商標です。●Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標です。●Microsoft、Windows、Excel、Azureは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。●AWSは、Amazon.com, Inc.またはその関連会社の米国その他の国における登録商標です。●GlobalPlatformは、GlobalPlatform, Inc.の登録商標です。●IPAは、独立行政法人情報処理推進機構の登録商標です。●NECAは、一般社団法人日本電気制御機器工業会の登録商標です。●その他記載されている会社名および製品名は、各社の商標または登録商標です。●本書から無断での一部または全部の複製・転写を禁じます。

技術力と組織力を兼ね備えた 業界No.1の集団目指す



取締役
エンベデッドシステム事業部長

渡邊 一正

Kazumasa Watanabe

当社のエンベデッド事業は、各種組込み機器向けにプラットフォーム領域（ミドルウェア・OS）からアプリケーション領域まで多彩なソリューションを提供しています。市場は常に変化しており、一昔前は、携帯電話やスマートフォン、テレビ、デジタルカメラなどのソフトウェアの需要が旺盛でしたが、最近では、進化の著しい自動車関連の比率が高くなっています。自動運転支援システムなどはIT技術なくしては成り立たず、当社にとっても大きなビジネスチャンスと捉えています。

豊富な経験と実績を持つ受託ビジネスでは、お客様から非常に高い評価をいただいています。単に要求どおりのものを提供するのではなく、お客様が気付かないところも積極的に提案する姿勢がこうした評価につながっていると自負しています。

一方、受託ビジネスは人数に依存する部分が多いため、いずれ限界が来るでしょう。この対策として、現在エンベデッド事業売上げの5%程度に留まっているIP(Intellectual Property/知的財産)ビジネスの比率を今後20～30%にまで拡大していきたいと、そのためには、従来のIP商品を拡張した高付加価値商品の開発や、当社が保有する優位性のある技術を使ったサービスの創出が重要だと思っています。これまで培ってきた画像認識やセキュリティ、通信などの技術を組み合わせた商品やサービスの提供などによって、今後のエンベデッド事業の成長を図っていく考えです。

600名の組込み技術者を擁する当社は、エンベデッド業界の中でも先端技術を駆使したトップクラスの技術力を有しています。また、どのチームでも高い技術と品質を提供でき、想定外の事態にも迅速に対応できる組織力も有しています。技術力と組織力を兼ね備え、その両輪をさらに前進・向上させていくことで、業界No.1を目指したい。また、そうした集団にすることで、ひとりひとりの士気も高めていきたい。それがお客様やパートナー企業からの信頼にも繋がっていると思っています。

IoTのコストを低減する 組み込み機器向け接続基盤「NetNucleus Cloud Hub」

IoTの導入・運用には、遠隔監視・制御やセキュリティなどにおけるさまざまな課題が付きものです。(株)東芝 研究開発センターでは、これらの課題を解決しながらコスト低減も実現するWebベースのクラウド基盤技術を研究しています。この技術を当社にて「NetNucleus Cloud Hub」^{ネットニュークリアス クラウド ハブ}として商品化しました。今後、パッケージの提供などにより、お客様のIoTのスムーズな運用実現の支援を加速していきます。

本格運用を妨げる数多くの課題

IoT(Internet of Things)という言葉の示す範囲は幅広いものがあります。さまざまなデバイスやセンサーがネットワークで繋がり、そのデータを収集して見える化する、またデバイスの制御やデータの分析を行うことなどもIoTサービスの範疇と言えるでしょう。

当社が商品化したIoTクラウド基盤「NetNucleus Cloud Hub」は、その中核となる部分、即ち、デバイスとクラウドを接続する基本機能を提供するものです。デバイスとクラウドを接続するだけであれば、現在では容易に実現できるようになっていると思われるかもしれませんが、本格的に運用しようとするれば、さまざまな問題や壁があり、実現はそれほど容易なものではありません。

一例として、計測機器のアフターサービスでの運用を考えてみましょう。計測機器メーカーのサービス要員がエンドユーザに納入した多数の計測機器の稼動ログや計測値をネット経由で監視し、問題が発生したときは必要に応じてメンテナンスのための制御を行うというケースを考えると、基本機能だけでも次のような点が問題として浮上してきます。

●遠隔監視・制御

エンドユーザのネットワーク網の中に配備された計測機器は容易に制御できない。通知や制御のリアルタイム性をいかに確保するか、といった問題に直面する。

●ユーザ・機器管理とセキュリティ

各々のサービス要員やエンドユーザがどの機器にどこまでアクセスできるのか、セキュリティや情報漏えいの問題を解決しなければ

ならない。

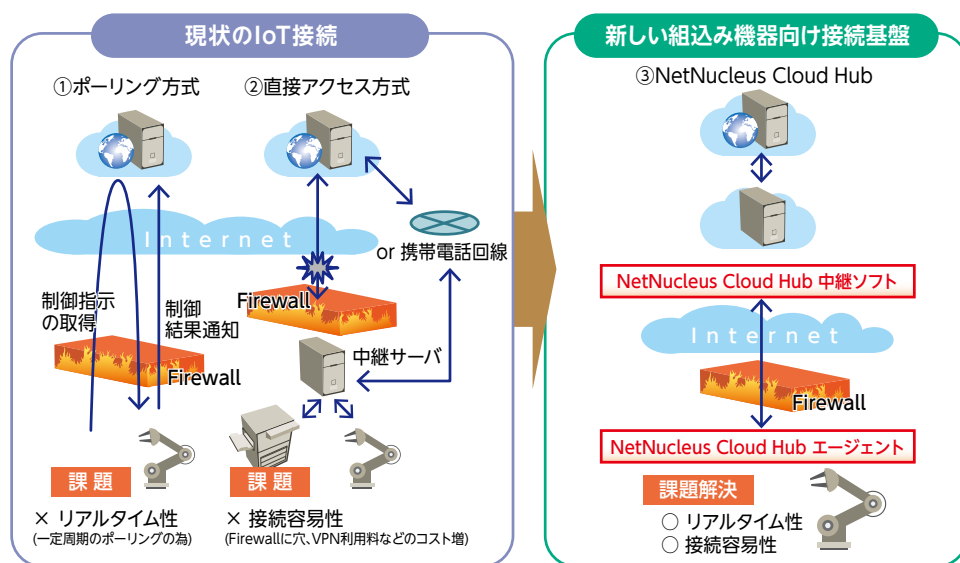
このほか、可用性とスケーラビリティの問題もあります。こうした問題を解決しながら、かつ開発コストやサービス運用・維持コスト、設置など導入コストをいかに抑えていくかといったことが要求されます。

接続調停アーキテクチャの採用による 大規模化への対応

こうした課題を解決するソリューションに取り組んできた当社が、お客様に提供するのが今回のNetNucleus Cloud Hubです。

(1) 接続の容易性とリアルタイム性

工場、ビルなどで遠隔監視・制御の対象となる多くの機器はローカルネットワークの中にあり、FirewallやNAT(Network Address Translation)の配下にあるため直接外部からアクセスできない、といった問題があります。ローカルネットワークの入口に専用のゲートウェイを個別に設置していくのはコストもかかり、かつ困難な場合もあります。さらに、監視・制御のリアル



タイム性の確保も不可欠です。

こうした課題に対して、NetNucleus Cloud Hubでは、監視・制御メッセージを中継するメッセージブローカを活用しWebSocket^{注1}で接続します。機器側から接続を確立してそれを維持することがポイントで、機器とブローカ間のダイレクト通信路を利用するため、ローカルネットワークに入る必要がなく、専用ゲートウェイや特別なFirewall設定なしで、既存ネットワーク環境のままリアルタイムアクセスが実現できます(図-1)。

(2) スケーラビリティ

遠隔監視・制御が大規模化し、スケールアウトするときはどうでしょうか。WebSocketなどのPush型通信はスケールアウトが困難です。データを収集するだけの一般的なPull型は既存のロードバランサ(負荷分散装置)で対応できますが、データの制御までを行う場合はロードバランサに負荷が集中してしまうケースがあります。

そこで、ロードバランサを使用せず、クライアントに接続先ブローカを教える接続調停サーバを採用しました。制御対象デバイスは、まず接続調停サーバに接続すべきメッセージブローカを照会し、接続調停サーバは適切なメッセージブローカの識別子を返します。エージェントソフトが指示されたメッセージブローカと接続し、WebSocketを維持します。その後、メッセージブローカの中継により制御端末はクラウドと直接やりとりすることになり、ロードバランサを使用した場合のロードバランサへ常にデータが流れる負荷を軽減できます。メモリ4GBのメッセージブローカ1台で12万台以上の機器収容も可能となることが実証確認されています(図-2)。

(3) セキュリティ

IoTを運用する上で、適切なアクセス権限を持ったユーザがセキュアにアクセスできることは極めて重要です。お客様によって、Webサイトは自分で作りたい、あるいは当社に開発を任せたいというケースもあるでしょうし、スマホアプリでの表示・閲覧や高度な解析サービスへの要望もあるかもしれません。お客様ごとに多様な形態のデータが存在し、また、アクセス権の所有者とデータの利用者が異なるケースも当然あるため、すべてのユーザが単にユーザのID、パスワードで認証すればよいというわけにはいきません。IDとパスワードのみの場合、連携・共有するアプリケーションがユーザのパスワードを知ることができるリスクもあり、ID・パスワードだけに依存しない認証の方法も不可欠となってきました。

NetNucleus Cloud Hubでは、ID・パスワードを用いた認証方式に加え、アクセストークンを用いた外部認証連携機能を提供しています。ログインはクラウドIoT基盤上で行い、アプ

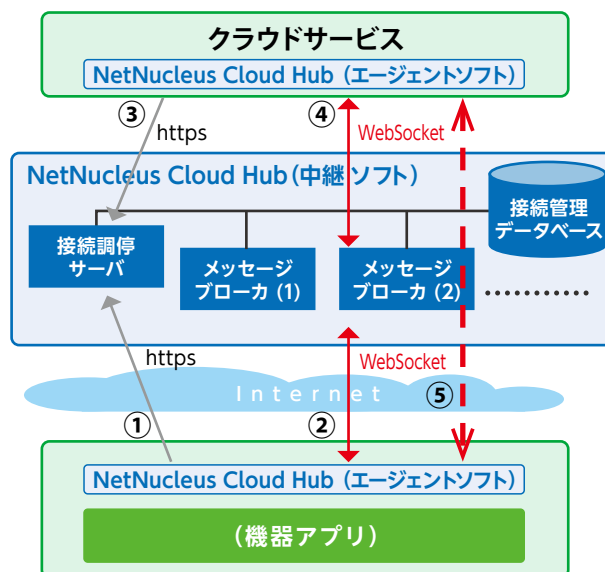


図-2 NetNucleus Cloud Hubの接続シーケンス

リケーションはユーザ認可の結果だけを受け取り、アクセストークン(クライアントがリソースオーナーに代わり認証済みリクエストを行うために使われる有効期間の短いトークン)をやりとりすることによって、サーバ上のデータにアクセスする仕組みです。アクセストークンを用いた認可方式に対応することで、多様な連携アプリとセキュアに連携することが可能となります。

パッケージの提供により 既存基盤への適用にも対応

このように、これまでスムーズなIoT化の妨げとなっていた数々の課題を解決できるソフトウェアパッケージとしてNetNucleus Cloud Hubの提供を2017年9月から開始しました。

クラウド側のソフトウェアはLinux/Windows対応の実行モジュールで、組込み機器側のソフトウェアは、Linux対応のC++ソースコードで提供します。AWSやMicrosoft Azure、オンプレミスなどにも適用可能で、既存の認証機能との連携も実現できます。また、このパッケージには、セキュリティパッチ版の提供、使い方に関するメールによる問い合わせ対応といったサポートも用意しています。

当社では本ソフトウェアパッケージを通じて、さまざまなプラットフォーム環境のお客様に対して、接続の容易性とリアルタイム性、セキュリティを確保しながらコストメリットのあるIoT運用実現に寄与していきたいと考えています。

(エンベデッドシステム事業部 山下 浩司)

注1) WebSocket : WebクライアントとWebサーバの間で双方向通信を実現する通信規格

安全で容易なIoT構築を支援する「TrustZone セキュアシステム」の取り組み

IoT機器の急増に伴い、これを狙った外部攻撃も増えています。いまやIoT機器への万全のセキュリティ対策は不可欠と言えるでしょう。当社は、ARM「TrustZone」を利用したIoT向けプラットフォーム「TrustZone セキュアシステム」の提供を開始しました。お客様が容易に重要なデータをより安全に管理できるよう、機能拡張などの環境の提供に向けて取り組みを進めています。

外部攻撃に脅かされるIoT機器

日常生活や産業のいたるところであらゆるモノがネットワークに繋がるIoT時代を迎えています。IHS Technologyの推定によれば、インターネットに繋がるIoTデバイスの数は、2020年までに約304億個にまで増大するとされています。一方で、2012年にはCarnaボットネットが世界中で約42万台のIoT機器にウイルスを感染させたり、2016年にはIoT機器を標的としたマルウェア「Mirai」によって世界で約50万台が被害を被ったりするなど、外部からのサイバー攻撃による被害は極めて深刻なものになってきました。

外部からの攻撃は、通信路を傍受して機密データを不正に入手したり、もしくはデータを改ざんしたりするものから、ルータやIPカメラ、ストレージなどネットワークに繋がった機器そのものを攻撃するものまで広範囲に及びますが、セキュリティの仕組みはまだ整っていないのが実状であり、IoT機器のセキュリティ対策は急務となっています。

当社では、こうした喫緊の課題に対応できるソリューション開発の取り組みを進めてきました。現状のIoT機器におけるセキュ

リティ対策は、通信路の攻撃に対してはTLSなどの標準プロトコルの使用、機器の攻撃には機密データの暗号化などが挙げられますが、これらに共通する重要課題として暗号に使用する「秘密鍵」の保護の問題があります。セキュリティチップなどで秘密鍵を保護すれば、ハードウェアコストが増加します。また、ハードウェア固有のIDなどで秘密鍵を暗号化しても、一時的にRAM上に展開されるため100%安全とは言えません。このような課題をすべて解決する結論として当社が導き出したのが、ARM TrustZoneを使用したプラットフォームです。

IoTに最適な低電力チップ＋万全のセキュリティ

ARM TrustZoneは、ARMのプロセッサコアに搭載されるセキュリティ機能です。追加ハードウェアが不要で、通常プログラムからセキュアデータへのアクセスをハードウェアレベルで制御するため、ソフトウェアによる攻撃から守ることが可能です(図-1)。また、認証のためのセンサー(指紋などの生体センサー)や施錠など重要度が高いハードウェアの制御を不正なプログラムから隔離することにより、安全な環境を構築することが可能です。

当社ではIoT向けの新しい低消費電力チップであるARM Cortex-M23/M33(ARMv8-M)に着目し、そこに搭載されているセキュリティ機能(TrustZone)を容易に利用できるプラットフォーム(セキュアプラットフォーム)を提供します。セキュアプラットフォームでは、通常プログラムに対し、セキュア領域にアクセスするためのAPI(セキュアAPI)を提供することで、センサー操作、Crypto(暗号)といったセキュア機能を簡単に利用できるようになります。また当社は、APIをC言語で開発し、インタフェースをTrusted Execution Environment(TEE)^{注1}に準拠することで、よりお客様に使いやすいものとなるように心がけています。

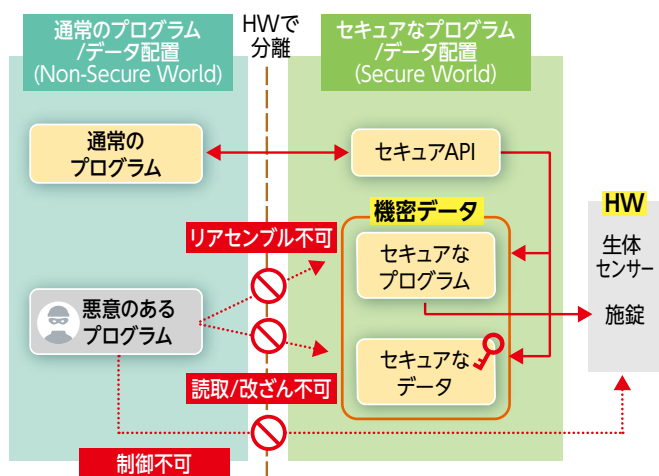


図-1 ARM TrustZoneの概要

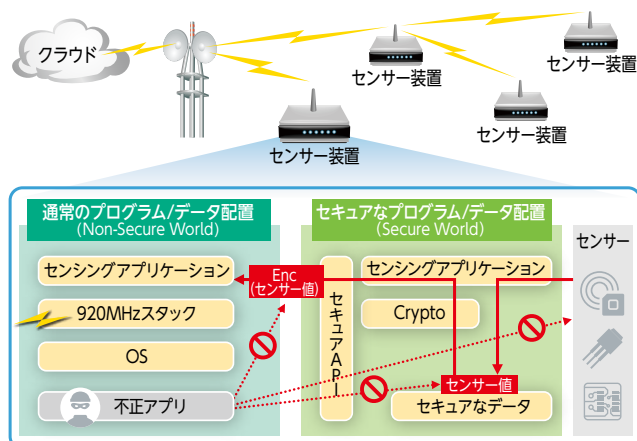


図-2 「TrustZoneセキュアシステム」を利用したセンサー装置を使ったソリューション例

当社はセキュアプラットフォームの提供だけではなく、それを利用したIoTセキュリティソリューションの開発も進めています。近年自然災害が各地で頻発しており、また橋梁、道路、トンネルやビルなど社会インフラの老朽化が深刻化しています。IoT機器(センサー装置)を用いることにより、社会インフラや自然環境の状態を広範囲に渡ってセンシングしデータを収集することで、災害予測や発生時の被害拡大防止に寄与することができます。しかし、これを実現するにはいくつもの障壁があります。まず、センサーが設置される場所の多くは、橋梁やトンネルの高所部分など、人が容易に立ち入ることができない場所です。そのような場所では、有線ネットワークの場合は通信線が劣化・破損する危険性もあります。さらに広い範囲の監視が不可欠であり、しかも異変を見逃さずキャッチできる確実なデータ収集が求められます。その上で、不正なデータや悪意のあるデータによる誤検知を防ぐ必要もあります。

こうした課題の解決策として、次のようなアプローチが考えられます。

(1) 設置やメンテナンスの手間の軽減・撤廃

センサー装置の無線化と電池駆動によるケーブルレス化がポイントとなります。通信線や電源線をなくすることで設置が容易となり、敷設ケーブルのメンテナンスから解放されます。できる限り省電力化を図ることで電池交換のメンテナンスを軽減することも重要です。

(2) 広範囲の安定的な監視

無線マルチホップネットワークの採用により、受信したデータをバケツリレー方式で中継しながら送信することが可能となります。安価な無線センサー装置を使って数kmに及ぶ広域での監視が実現できます。

(3) データの信頼性確保

センサー装置の認証とデータの完全性を確保することで、収集したデータから確実な統計情報を算出することが可能となります。

セキュアプラットフォーム×メッシュネットワーク

このような観点から、当社が取り組みを進めているのが、センサー装置をターゲットとしたプラットフォームです(図-2)。通信に関しては、IoT用途に最適な(株)東芝独自の920MHzプロトコルスタックを採用しました。このプロトコルスタックは、メッシュネットワークを自動形成するためネットワーク設定は不要です。また独自アルゴリズムにより、当社のシミュレーションでは電池のみで10年駆動を実現し、低消費電力かつ容易にIoT機器を使った監視システムを構築することが可能です。

もちろん、小さなセンサー機器あるいは無線のデータを盗聴や改ざんなど外部攻撃から守るため、暗号化および安全な場所への保持など万全なセキュリティの仕組みを導入しています。

当社は2017年9月から「TrustZone セキュアシステム」としてセキュアプラットフォーム、およびIoTセキュリティソリューションの提供を開始しました。IoTセキュリティソリューションは、センサー装置向けにセンシングするサンプルアプリケーションを付属しているため、すぐに利用いただけます(図-3)。

IoTの用途によってセンサーを選び、TrustZone セキュアシステムを導入するだけで、収集したデータを安全にかつ容易に送る仕組みを提供します。現在はサーバ連携なども進めているほか、多くのIoT機器の暗号鍵をいかに管理していくか、さらにはIoT機器以外への適用などにも取り組んでいるところです。お客様のセキュアIoT実現を支援できるよう、さらなる取り組みを進めていきます。

(エンベデッドシステム事業部 清水 豊、加藤 雪子)

注1) Trusted Execution Environment(TEE) : GlobalPlatform (<https://www.globalplatform.org/>) が策定したガイドラインです。

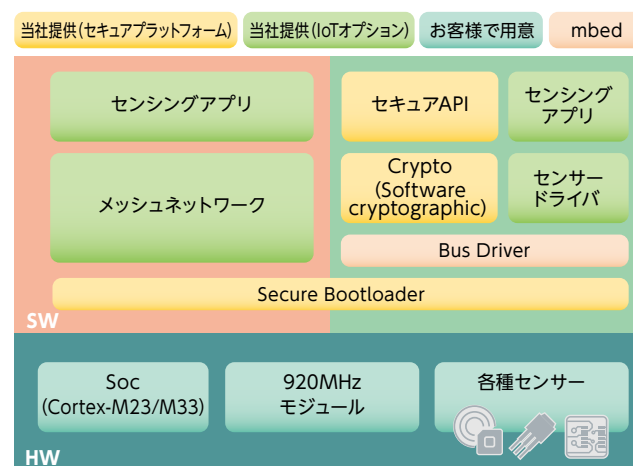


図-3 当社が提供する機能

高速データ伝送路設計の取り組み

現在はスマートフォンやタブレットなど、あらゆる電子機器で取り扱うデータの大容量化・高速化が進み、プリント基板設計にもそれに対応した技術が求められています。当社はこれまで蓄積してきたプリント基板の電子回路設計のノウハウを活かし、基板材質による影響も考慮して高速データ伝送路の検証や開発を実施しています。今後の10Gbpsを超える高速データ伝送時代に向けて、さらなる取り組みを進めています。

スマートフォンなど 高速データ伝送路設計が不可欠の時代に

「電子機器の処理速度は年々高速化するもの」と感じている人は多いと思います。実際に電子機器の取り扱うデータの大容量化、データ伝送の高速化はとどまるところを知りません。CPUの高速化に呼応するようにメモリや周辺デバイスも高速に動作することが求められてきました。プリント基板上のデータ伝送速度は、約20年前は数十Kbpsでしたが、現在は数Gbpsと驚くほど高速になりました。スマートフォンでは、CPUとその周辺のカメラやメモリ、パネルディスプレイなどの間は高速データ伝送路設計の技術を活かすことで、高速データ伝送を実現しています(図-1)。これにより、カメラで大きなサイズの連写撮影が可能になったり、写真データなどを高速で呼び出して開くことができたり、高精細な画面で表示が可能になったりしました。このように、さまざまな電子機器を高速に動作させるために必要となる高速データ伝送路設計も、時代に対応したものが求められています。

高速データ伝送路の課題

プリント基板上の高速データ伝送には差動伝送技術が用いられています。差動伝送は2本の信号線を用いて伝送する方式

で、2本の信号の電位差でデータを送ります。差動伝送は外部からのノイズに強く、データの伝送速度を高速にしやすい特徴がありますが、プリント基板上で信号の通り道となる伝送路を十分に解析して設計をしないと、2本の信号の電位差が無くなってしまいます。これは伝送損失と呼ばれるもので、伝送損失の影響が大きいと、高速で正しくデータを伝送できなくなります。

伝送損失を最小限に抑えるには、伝送路はまっすぐな一本道が理想的です。しかし電子機器をコンパクトに仕上げる目的などで伝送路に制約が生じ、伝送路を曲げたり、別な層に移動したりするためにVia^{※1}を配置したりしなければならない状況があります。実際にスマートフォンやデジタルカメラといった小型の電子機器はプリント基板が小さいわりに扱う信号数が多いため、プリント基板内の信号の密度が高く、高速データ伝送路を理想的な形で設計することが困難です。

一般的な伝送損失のイメージは図-2のようになります。緑の矢印が伝送路に伝送する入力信号です。伝送路を通過してきた信号が青い矢印になります。この緑の矢印と青い矢印の形が全く同じであることが理想的ですが、実際は伝送路に抵抗成分が存在し青い矢印は減衰してしまいます。これを挿入損失と呼び、その減衰量は伝送路の長さや伝送する信号の周波数によって変化します。また伝送路には赤い矢印で示すような信号を反射させる成分が存在します。信号は電気エネルギー

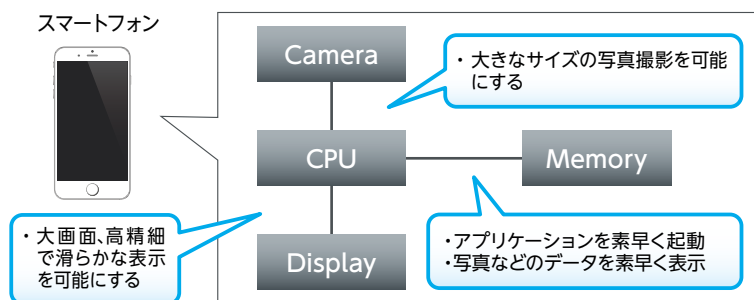


図-1 高速データ伝送路の活用例

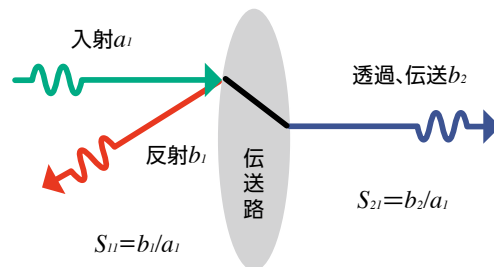
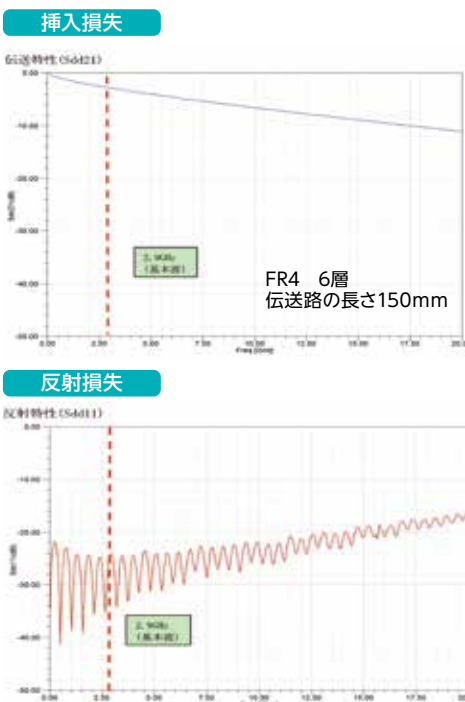


図-2 伝送路の損失低減、反射低減

として波となって伝わるので、Viaなどの伝送路上の障害物にぶつかって反射します。これを反射損失と呼びます。

当社は高速データ伝送路設計技術を習得するために、10種類以上の伝送路試験モデルの作成をして電磁界解析を行いました。試験モデルの内容は、抵抗成分を示すインピーダンスを変化させる、伝送路に障害物となるViaを設ける、伝送路を表層や内部の層で設計するなど、伝送路設計の仕方です。どうすれば挿入損失や反射損失が小さくなるのかを検証するものです。

①インピーダンス 差動 100Ω 表層 マイクロストリップライン



②インピーダンス 差動 100Ω 両端にViaを配置し3層のストリップライン

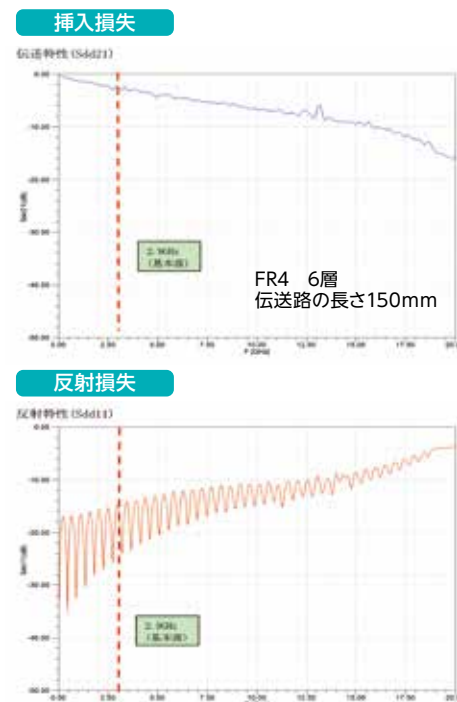


図-3 挿入損失と反射損失の電磁界解析結果

伝送路設計の取り組み

例えば、図-3はFR4^{注2}のプリント基板材質を使用した2つの試験モデルの挿入損失と反射損失の電磁界解析結果です。①はインピーダンスを差動100Ωで表層に伝送路を設計した場合です。②はインピーダンスを同じにして、両端にViaを配置し内層の3層で伝送路を設計した場合です。伝送路は共に直線の形ですが、2つの損失を示すグラフが変わります。グラフの横軸は信号の周波数を表し、縦軸はその周波数時の損失を表しています。挿入損失はグラフが上のほうに、また反射損失はグラフが下のほうに位置していると損失が小さいことを示します。この例の場合は①のほうが損失は小さく、信号の周波数が高くなるほど、その差は顕著に現れており、①の設計の仕方が高速データ伝送に有効であることが分かります。

そのほかにも伝送路の長さを変更した場合やViaを増やした場合など、さまざまな設計パターンの試験モデルを一つ一つ注意しながら解析することにより、当社は技術の蓄積を行っています。高速データ伝送路の解析は時間を要する作業ですが、お客様の品質や開発期間などの要求に応えるために、独自の高速データ伝送路設計を活かした設計によってプリント基板を短期間で提供できるように日々努めています。

10Gbps超の時代に応える技術への挑戦

プリント基板の伝送路は幅0.1mm程度の銅箔でできています。日本女性の髪の毛の太さが平均約0.08mmといわれているので、伝送路は髪の毛と同じくらいです。こんな細いところに数Gbpsのデータを伝送させようと考えた技術者はとんでもないと思います。しかし、この技術はさまざまな電子機器に活用され、私たちは快適な生活を送ることができています。今後、市場ではより高速なデータ伝送が要求されており、10Gbpsを超えるでしょう。当社は、電子機器のデータ伝送速度をより高速にするために、また快適な情報社会を実現するために、幅広い用途で使用されているFR4のプリント基板材質を活用して、より高速な伝送路設計の技術を調査しています。また10Gbpsを超える高速データ伝送に有効とされるFR5のプリント基板材質も活用し、検証や開発を行っています。これからも私たちは高速データ伝送路の技術に挑戦しつづけます。そしてこの技術を活かし、より高速な伝送が求められる社会に貢献していきます。

(エンベデッドシステム事業部 金田 尚哲)

注1) Via: 多層のプリント基板の各層を接続するために開けた穴

注2) FR: Flame Retardantの略で基板の材料のこと (FR1からFR6まである)

在庫適正化と業務効率化を徹底追究した「φ-Conductor」で在庫管理の課題を解決

在庫に関する業務革新は無理・限界だと考えていませんか。当社は、企業が抱える在庫管理の課題に対し、業務革新に導く解決策として、在庫適正化・販売物流業務支援ソリューション「φ-Conductor」を提供しています。これと連携する当社独自の「部品表管理システム かんたん！ BOM」も用意しており、当社の技術力を活かしながら製造業・流通業のお客様の課題解決に取り組んでいきます。

顧客満足や収益にも影響する在庫管理のムリ・ムラ・ムダ

在庫管理は、商品を製造・流通する企業にとって業務効率化はもとより企業の収益をも左右する重要な業務です。在庫が不足すれば販売機会を逸することになり、過剰な在庫を抱えるとスペースやコストの無駄になるばかりか管理も煩雑化します。適正な在庫管理を行うために多くの企業で在庫管理パッケージなどが導入されていますが、それでもExcelでの管理や属人的な作業に依存し続けるケースは少なくないようです。このほかにも、予定在庫異常を早期に検知し処置したい、在庫の補充必要量の精度を高めたい、複数拠点の在庫を一元管理したい、部門間でのデータ共有・やり取りを迅速にしたい、など要望や課題は多くあります。在庫管理および関連業務を標準化し、デッドストック(不良在庫)や在庫切れを解消して顧客サービスを向上し、販売物流業務全体の効率化と低コスト化を図りたい。これは、在庫管理業務に対する課題を抱えるすべての企業にとっての切実な願いではないでしょうか。

こうしたニーズに応えるため、当社は、在庫適正化と業務効率化を徹底追究し、「事務処理の合理化ではなく業務を革新する」というコンセプトで開発された(株)フェアウェイソリューションズの「φ-Conductor」(ファイ・コンダクター)を中核としたソリューションを提供しています。

φ-Conductorは、純国産で日本の商習慣に合わせた機能を備えた在庫適正化・販売物流業務支援ソリューションです。従来の事務処理、結果処理(守りのシステム)ではなく、顧客サービスを充実させて営業競争力を強化したい、提供するサービスの水準を落とすことなく

徹底した合理化を図りたい、顧客ニーズに即応する生産体制が組みたいといった、今必要な業務を支援してくれるシステムを求めている企業に攻めのシステムを提供するもので、「Organized」、「Optimized」、「Operation」の3つの軸を開発のコンセプトに据えています。

「自動手配」と「自動補充計算」機能

φ-Conductorは、販売物流管理業務から在庫計画、生産計画、監視・調整・分析まで、必要な業務機能が論理的に整理され、人間の判断を支援するシミュレーション機能や自動引当・手配業務などの実行機能により業務革新を推進するシステムです。特に販売物流管理のプロセスに焦点を当て、従来は人間が行ってきた非定型の業務部分をカバーします。

φ-Conductorには、受注手配(Order Fulfillment)領域での「自動手配」、および在庫補充(Replenishment)プロセスにおける「自動補充計算」という代表的な2つの特長があり、それぞれ、在庫適正化と作業効率向上を実現する重要な機能となっています(図-1)。

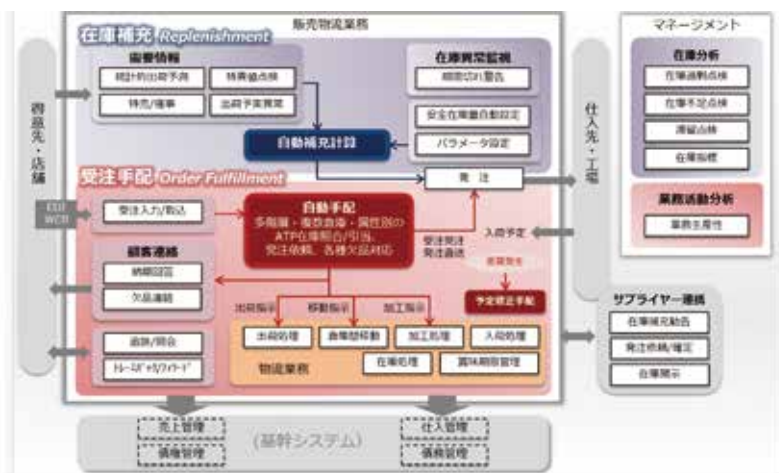


図-1 φ-Conductor システム構成

(1) 自動手配

受注情報に基づいて在庫照合・引当、出荷指示の自動処理などを実行します。例えば、商品の受注があり手元に在庫が不足している場合、仕入れ先に連絡して直送させる、納期がより後ろのオーダーがあればその商品を先に割り当てる、あるいは2カ所の倉庫にある商品のどちらから配送したら早いのか、といった従来は人間が経験則で処理していた最適な納品方法を自動的に判断して手配指示を作成し、納品までの最適プランをシミュレーションして指示を実行します。経験豊富な担当者が不在・休暇時でも適切に対応できます。

この機能は、納品起点から物流プロセスの時間計算を行い、入荷予定も含めたその時刻での納品可能な引当可能在庫を計算して割当・配分や手配を行う仕組みをシステムで標準化することにより業務を最適な形で支援します。

このように、φ-Conductorでは、受注に対して実在庫を引き当てるだけでなく、輸送時間や調達リードタイムを考慮して、時間軸上の引当可能量をリアルタイムに計算します。「引当の最適化」により、在庫を無駄に多く持つことなく、受注への対応力を最大化するのが狙いです。

(2) 自動補充計算

在庫の補充計算は、在庫の消費スピードや推奨発注をシミュレーションし、グラフにより可視化して、「今後どの時点で在庫がどれだけ必要になるのか」という需要予測に反映させ、発注入荷リードタイムやカレンダーを考慮して必要量を算出する機能です（最小在庫発注方式）。

催事・キャンペーンなどの特需や顧客からの受注の予測など、さまざまな形態の需要情報をカバーします。また、予測と実績との乖離や特異値の発見時には異常アラートを発することで、早期発見・早期対応の支援を実現していきます。

東芝グループのある工場の事例では、製造装置の間接材の在庫をERPで発注点管理しており、欠品やデッドストックが多いという悩みを抱えていましたが、φ-Conductorの導入により、在庫消費スピードを統計的に分析し、在庫が約6割削減できました。また、発注業務の標準化により、発注に関わっていた人員を資材担当者に集中でき、従来よりも一桁少ない要員で1日数時間作業するだけになり、省力化も実現しています。

φ-Conductorは導入サイト数が約1,400という実績を持っています（2016年3月時点）。食品加工などコンシューマ商材を扱う企業が半分近くを占めていますが、当社は、これまでの経験と高い技術力を活かし、製造業の領域へ積極的に販売していく考えです。

販売物流管理業務を広くカバーするφ-Conductorのほかにも、同社の「φ-Pilot」という「従来Excelで行っている需給調整業務をシステム化」した機能モジュールも用意して

います。統計出荷の予測、生産必要量の計算、予定在庫バランス異常のアラート、出荷予定異常の点検・可視化といった各機能を必要に応じて組み合わせて搭載したり、既存のERPなどに自由に組み込んだりすることが可能です。

また、同社の在庫分析ツール「Stock Analyzer」の利用により、お客様の在庫実績データにて在庫変動の可視化（シミュレーション）を行い、現在の発注条件や業務課題を把握し、在庫削減効果を推算することが可能になります（図-2）。



図-2 φ-Conductorとφ-Pilotがカバーする領域

製造業向けに 独自の部品表管理システムを提供

製造業では、製品の構成品である部品・原材料の調達・製造、材料費の計算、販売価格の見積など、部品・原材料の管理が不可欠となります。当社では、部品表（BOM）を管理するシステム「部品表管理システム かんたん! BOM」を開発しました。短時間・低コストで導入できるため、システムの初期導入コストを抑えることができます。また、資材管理や受発注管理といった既存のシステムとの連携も可能です。

当社では、本システムとφ-Conductor、φ-Pilotとの連携により生まれる、複数の BOM 情報の一元管理や製造の際の必要量の迅速・正確な算出といったメリットを訴求しながら、製造業のお客様に対し、さらなる在庫適正化と業務効率化の提案を進めていきます（図-3）。

（SIソリューション事業部 浅見 善弘）

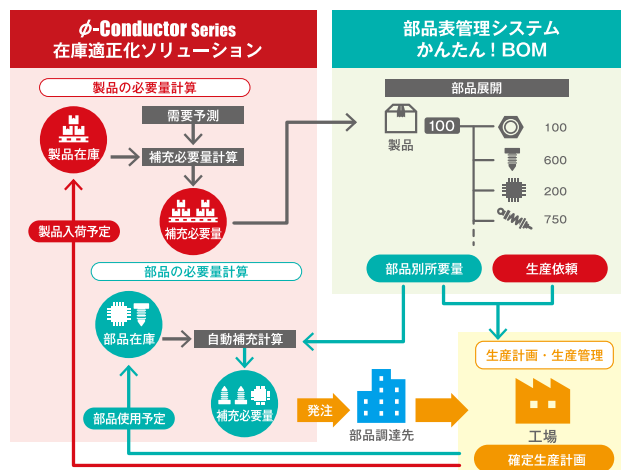


図-3 「部品表管理システム かんたん! BOM」の連携イメージ

アナログ回路をICで効率的に学習できる 「analogram トレーニングキット」

当社は、プログラマブルアナログデバイスanalogramを用いて、アナログ回路の学習が行える「analogram トレーニングキット」の販売を開始しました。専用テキストを参照しながらアナログ回路が作成でき、基板やボード上でのハンダ付けや配線実装を行わず、PC上の専用ソフトウェアを使用して回路の作成を効率的に行うことが可能です。今後は、学習カリキュラムの拡充など、学習キットとしての価値向上に努めていきます。

analogramによる効率的な 学習環境を実現

「analogram」は、IC内部に搭載されたオペアンプやコンパレータなどのコンポーネントを、お客様が自由に構成・プログラムできる、当社が独自開発したプログラマブル・アナログデバイス(IC)です。当社では、このanalogramと専用テキストを使用して、アナログ回路の効率的な学習が行える「analogram トレーニングキット」を2017年4月から販売しています。

従来のアナログ回路の学習方法は、基板上に回路を作成し、回路動作を確認します。回路を構成するには、ハンダ実装や配線を1本ずつ実装していました。アナログ特性を学習するときは、回路シミュレーションで検証した回路データを基にICの製造を行い、IC特性の確認を行います。このとき、回路シミュレーションで設定した値と、製造したICの測定値が一致しないことがあり、シミュレーション値を再確認していました。このように、学校の講義や授業・企業研修などで実施するアナログ回路の学習は、多くの時間とコストを要し、効率が課題となっていました。

トレーニングキットでは、analogramの特長を活かし、GUI上で設計した回路図を実際のIC上に実現することができるため、ICの製造を必要とせず、机上での理論値やシミュレーション値との特性の差異を考慮した学習を短時間で実現することができます。

ア編)、回路書き込み評価ボード、回路図作成および書き込み用ツール(PCソフト)の評価キット一式と、トレーニングキット専用テキストで構成されています。

トレーニングキットでは、GUI上でアナログコアを自由に配置し、オリジナルのアナログICを作成します。アナログコアには、コンパレータ×4、オペアンプ×4、20kΩの抵抗×20などの基本素子が揃っています(表-1)。

回路図作成および書き込み用ツールは、アナログコアを配置し、回路を構成するために自社開発した専用のソフトウェアです。直感的に分かり易くシンプルなGUIを採用し、誰でも容易に回路設計を行うことができます。

トレーニングキットは、回路設計手順(1)から(4)までの操作をボタン1つで行えます。

【回路設計手順】

(1) 回路図を設計

GUI上でアナログコアをドラッグ&ドロップし回路を設計します。

(2) DRC (Design Rule Check)

(1)で作成した回路図がデザインルールに違反していないかを検証します。エラー検出時には、GUI上に赤色の印とメッセージが表示され、エラー箇所を確認することができます。

(3) 接続情報ファイルを作成

(1)で作成した回路をanalogramで実現するため、各コンポーネントの接続情報ファイル(ネットリスト)を

表-1 analogram (デバイス) の仕様

製品仕様 (主要項目)		
搭載素子 (個数)	コンパレータ	4
	オペアンプ	4
	LDO(2.5V)	1
	基準電圧源	1
	基準電流源	1
	ロジック回路	IV:2、NAND:3、NOR:3
	基本素子	PMOS:6、NMOS:6、コンデンサ [10pF]:2 抵抗 [20kΩ]:20

IC本体、PCソフト、専用テキストで構成

analogram トレーニングキットは、analogram(IC本体、製品仕様書)、ユーザーズガイド(ソフトウェア編、ハードウェア

作成します。

(4) 作成した回路をanalogramへ書き込む

(3) のネットリストをUSB経由でanalogramへ転送します。

analogramは、レジスタとOTP ROM (One Time Programmable Read Only Memory) を搭載し、OTP ROMにデータを書き込むまでは、何度でも回路の書き換えが可能です。そのため、異なるアナログ回路を繰り返し学習することができます。回路を確定するときは、ネットリストをOTP ROMへ転送します。

テキストには、基本的な電子回路27種(アナログ回路22種、デジタル回路5種)を掲載しています(表-2)。また、各回路の「解説」や「回路図」、設計した回路の「入出力波形」の結果、一般的な「計算式(回路式)」も掲載しています(図-1)。

テキストの回路を学習するときは、最初にGUI上に回路を設計し、IC上に回路を実現します。そしてIC上で構成した回路の入出力波形とテキストに記載の入出力波形を見比べながら学習することができます。また、その回路の解説と回路式を参照することで、動作原理などの理解を深めることができます(図-2)。

表-2 専用テキスト掲載内容

用語	内 容	構 成
	オペアンプのバーチャルショート	導出
アナログ回路 (計9種)	反転増幅回路	回路解説、回路図、入出力波形図、コンパイル時間、回路計算式
	非反転増幅回路	
	加算回路	
	減算回路	
	ボルテージフォロフ	
	コンパレータ	
	AD変換回路	
	DA変換回路	
	パラン回路	
デジタル回路 (計5種)	NOT回路	回路解説、回路図、出力波形図、コンパイル時間、ロジック図、真理値表
	NAND回路	
	AND回路	
	OR回路	
	NOR回路	
付録 (計13種) ※回路図のみ	方形波発生器、シリーズレギュレータ、スミストリガー回路、パルス幅変調回路、クロック検出回路、サンプルホールド回路、ポンプ回路、インスツルメンテーションアンプ、ノッチフィルタ回路、電圧制御発信回路、弛張発信回路、定電圧ロックアウト回路、シャントレギュレータ回路	

より効率的な学習を支援する取り組みを

2016年に文部科学省が「2020年に日本の小学校でのプログラミング教育を必修化する」と発表しました。アナログ回路の技術は、今後の成長分野であるIoT分野には欠かせない重要な技術です。

analogramトレーニングキットは、さまざまなアナログ回

1. 反転増幅回路 (コンパイル所要時間: 約 1 秒)

<回路解説>

反転増幅回路は、オペアンプの側に入力A、+側へLDOの電圧を抵抗分割した値を入力し増幅を行い、出力を得ます。図-1 は反転増幅回路の回路図を示しています。出力側は抵抗(RES1)を介して-入力側(Node1)へ負帰還をかけていることが分かります。さらに、+入力にはLDO(2.5V)の抵抗分割で得た値 1.25V が接続されているため、バーチャルショートにより-入力側(Node1)も同電位であると分かります。この時 Node1 ではオペアンプの入力インピーダンスが高いのでオペアンプ内部に電流が流れこみません。するとキルヒホッフの法則に従い、-の入力電圧と RES2 で計算できる電流値と出力電圧と負帰還の RES1 で計算できる電流値は等しくなるはずです。そのため出力には、入力電圧に RES1/RES2 を掛けた値が出力されることが分かります。ただし、出力側の電流は、電圧に対して逆方向に流れているため、出力は負の値となります。このように、与えた入力電圧に対して出力の電圧値が反転していることから、反転増幅回路と呼ばれています。

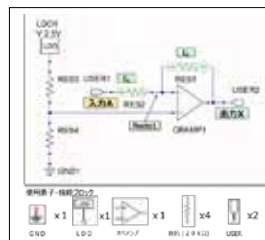


図-1 回路図

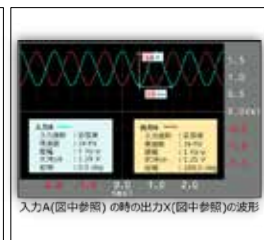


図-2 入出力波形

<計算式>

図-1 の反転増幅回路の計算を以下に示します。この回路図では LDO(2.5V)の抵抗分割で得た値 1.25V がバーチャルショートにより、Node1 も同電位となります。また、入力 A から Node1 に流れる電流がすべて RES1 に流れると考えると、電流 I_x の式は以下のように表すことができます。

$$I_x = I_A$$

ここで、 I_A 、 I_x それぞれの電流式は、以下のように表すことができます。

図-1 専用テキストのページイメージ



図-2 「analogramトレーニングキット」の学習イメージ

路を構成し学習することができ、専用のテキストやGUIを用いた学習の効率性、オリジナルのICが作製できる柔軟性を兼ね備えている商品です。これらの特長により、アナログ回路の学習をサポートします。

また、現在ではアナログ特性の確認には高価な測定器(オシロスコープ)が必要ですが、今後は安価なUSBタイプのオシロスコープと本キットのセット販売を予定しています。大学講義や企業研修などへ広く活用できるよう、学習カリキュラムの開発やテキストボリュームの拡充も図っていきます。

本キットは、11月の「Embedded Technology 2017」に出展します。今後、LSI分野の展示会、教育分野の専門展への出展や顧客訪問を通じ、お客様へ積極的に紹介していきます。

(LSIソリューション事業部 吉澤 剣人)

機能安全への取り組み

機能的に工夫して安全を確保

「機能安全」とは、安全な製品開発のために有効と考えられる管理や手法適用を定めたものです。

機能安全の分かりやすい説明として、日本電気制御機器工業会（NECA）の技術委員会の報告書で記されている踏切の例がよく使われます。列車と車両などとの事故の危険性がある踏切で安全を確保するためには、立体交差にすれば踏切上で両者が接触・衝突する可能性は排除できるという「本質安全」の考え方があります。これに対し、踏切に警報機や遮断機を設置する、といった安全機能の導入により許容できるレベルの安全を確保することを機能安全と呼んでいます。

1990年代末にヨーロッパなどで策定され、10年余り前から日本でも注目されるようになった機能安全規格ですが、国際規格であるIEC 61508を

ベースとしており、製品カテゴリごとの安全規格があります（図-1）。自動車分野向けには2011年11月にISO 26262がリリースされました。ISO 26262はPart1～10に分かれ、マネジメントからハードウェアを含めたエンジニアリング、構成管理などのサポートプロセスなど、広範囲の安全に関わる要求が規定されています。

車載メーカーでは初期段階の規格対応はすでに一巡し、発展期に入っています。IPA（独立行政法人 情報処理推進機構）や車載に関わる団体の一つである一般社団法人JASPAR（Japan Automotive Software Platform and Architecture）では安全分析（STAMP/STPA）、安全設計のデザインパターンなどの新たな取り組みや、セキュリティを含めた開発プロセスの検討を行っています。当社もこれらの団体に参加し発展に寄与するとともに、得られた成果を社内標準プロセスなどにフィードバックし活用しています。

ISO 26262は、2018年には2nd Editionに更新される予定です。半導体の要求の充実、大型車や二輪車といった乗用車以

外への適用拡大、自動運転などの時代を見据えた安全要求の見直しなどが盛り込まれる見込みです。

車載機器ビジネスの実績に安全をプラス

当社では車載関連の開発を長年行ってきましたが、ここ数年、機能安全に関わる開発が急増してきました。機能安全ではハザードやリスクに関して安全分析を行います。既に保有する製品知識や経験だけでは十分とは言えず、機能安全に対する正しい知識が必要となります。そのため数年前から機能安全教育を行い、現在までに200名を超える技術者を育成してきました。

受託開発ではお客様の開発プロセスの適応を求められることが多くありますが、各社・部署毎に考え方や粒度が異なります。本教育により、開発メンバー全体が同じ知識ベースでお客様のさまざまな要求に応えられ、安全・品質向上を実現できることが当社の強みとなります。また、事業部幹部・営業を含めた教育も実施し、機能安全開発の難しさや組織の役割を理解し開発に取り組んでいます（図-2）。

（エンベデッドシステム事業部 市川 一夫）



図-1 IEC 61508から派生した個別の安全規格

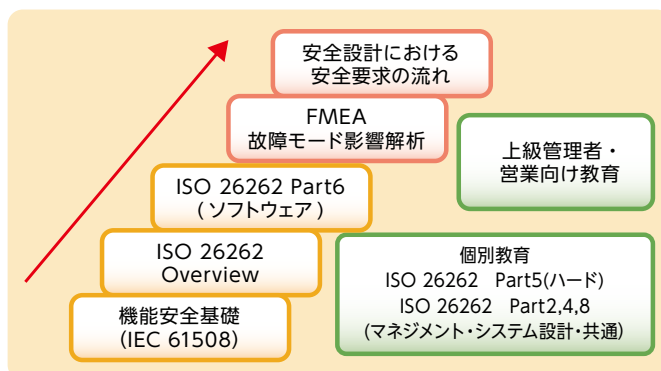


図-2 機能安全教育コース



PERSON

[人]

LSIソリューション事業部
ソリューション第三部 第2担当 参事
細山 智久



“点から面へ”の視点で、培った技術の拡散・継承を

培ったスキルとそれを活かす機会がミート

入社以来17年間、東芝（現東芝メモリ）で半導体製品の評価業務に携わっています。

最初の10年間は、アナログやミックスドシグナル分野の評価を行いました。折しも、PCI-Expressの技術が台頭してきた時期で、高速SerDes（シリアル・パラレル相互変換回路）技術の評価手法を身に付けるために、米国へ武者修行に行く機会も得て、評価技術者としての技術を磨いてきました。その後2010年からは、培ってきた技術をメモリコントローラ開発へ活かすことができ、これまでにe-MMC（組み込み用マルチメディアカード）やSDカード、UFS（Universal Flash Storage）などの評価を経て、現在は次世代のメモリデバイス開発業務に従事しています。

一口に評価といっても実際には仕様設計工程の段階から幅広く開発に参画しています。評価する回路を設計段階から理解することで発生した問題に対して柔軟な対応ができるようになり、誰よりも早く解決策を導き出せると自負しています。

現在、20人規模のプロジェクトチームでマネージャを担当していますが、私のプロジェクトには評価技術者のほか、アーキテクチャ設計や回路検証を担当する技術者を擁しています。それぞれのメンバーが複数の製品開発を横断して仕事を進めているため、情報共有が容易にできることが強みで、開発中にバグやエラーが発生したときには解析を求められるケースがあります。技術力だけでなく提案力・説得力も必要となる仕事ですが、問題を解決できたときはチーム全体の大きな喜びとなります。

情報とノウハウを共有しながら後進育成を

数年前から、毎週のように技術の共有機会としてワーキンググループを開催しています。私たちの仕事では、幅広い知識を

持つこと、点ではなく面で捉えてスキルと視野を広げていくことが大切だと考えており、情報や事例などを共有していくことでメンバー全員が育っていければと願っています。今は、製品開発を進める上で発生した課題やトラブルに即応できる評価のスペシャリスト軍団（「LSI救急隊」と命名）を立ち上げたいという目標も持っています。それを実現するには、1つの技術だけに秀でているだけではなく“隣の技術”を知り、それを数珠つなぎで拡散していくことが大切です。今後もワーキンググループを通じて技術拡散できるようにプロジェクトの技術活動を継続していきます。

私のライフワークに、幼少より続けているセーリングがあります。現在も自分たちのチームで活動を続け、J24クラス世界選手権にも日本代表として出場し、海外遠征もしています。海では命に関わるリスクと向き合うことになりますが、私の座右の銘は「準備8割」。事前に多くの準備を行うことで、リスクを回避します。アナログとロジックの境界の評価は高いスキルだけでなく多くの準備が必要となり、このあたりもセーリングから学ぶことが少なくありません。もう1つ、セーリングから学んだのは、チーム作りの大切さです。一人ひとりの技術向上も欠かせませんが、やはり団体競技のため全員の相互作用、相乗効果でこそ、力を発揮できます。今後も、セーリングから学んだことをプロジェクトチーム運営にも活かしながら、チームの士気を鼓舞し、目標を明確に定め、事前に準備してきたことを活かして製品開発をリードしていきたいと考えています。



本人所属チームのレースの様子（写真の左から2番目が本人）
World Championship 2015 Germany Boltenhagenにて

Vol.22 2017年11月1日発行



発行人：長田 茂
発行：東芝情報システム株式会社
〒210-8540 川崎市川崎区日進町1番地53（興和川崎東口ビル）
連絡先：技術マーケティング部
E-mail wave@tjsys.co.jp URL <https://www.tjsys.co.jp/>



本技術誌は、適切に管理された森林からの原料を含む「FSC認証紙」と、「植物油インキ」を使用しています。



難読化による アプリケーション保護

難読化でアプリケーション
および機密情報の保護

Hello
abcdefg.....



○×▽
fxQ◆.....



高信頼の セキュリティライブラリ

外部との通信は
安全なプロトコルで保護



ハードウェアセキュリティ による情報保護

ARM® TrustZone® による
機密情報の保護



- 米国の政府機関(NIST)で認証(FIPS140-2)された暗号ライブラリの提供 (GUARD FIPS Security Toolkit 旧製品名: SafeZone)
- 脆弱性がなく、最新の暗号プロトコルに対応した高速なTLSライブラリの提供 (GUARD FIPS Security Toolkit 旧製品名: MatrixSSL)
- 難読化によりアプリケーションの改ざんおよび解析防止機能の提供 (Core/WhiteBox 旧製品名: MatrixSSE)
- ハードウェアセキュリティ (SecureWorld) 機能による高信頼プラットフォームの提供
- 世界的に実績のあるインサイドセキュア社のセキュリティ製品により安心して利用可能



※GUARD FIPS Security Toolkit, Core/WhiteBoxはインサイドセキュア社の商品です。ARMおよびTrustZoneは、ARM Limited (またはその子会社) のEUまたはその他の国における登録商標です。

東芝情報システム株式会社

エンベデッドシステム事業部

〒210-8540 川崎市川崎区日進町1番地53 (興和川崎東口ビル)
TEL: 044-246-8320 (ダイヤルイン) FAX: 044-246-8134
E-mail: esg_sales@tjsys.co.jp <https://www.tjsys.co.jp/>