

富士電機 IoT プラットフォームの全体像

Overview of Fuji Electric IoT Platform

山田 隆雄 YAMADA, Takao

福住 光記 FUKUZUMI, Mitsunori

今、世界のあらゆる業種で IoT (Internet of Things) を活用したビジネス適用が進んでいる。富士電機は、さまざまな要素技術およびそれらを組み合わせるシステム化技術をベースとして、富士電機 IoT プラットフォームを開発した。本プラットフォームは、富士電機が強みを持つ現場サイドのエンジニアリング、現場で培ってきたアナリティクス・AI、ならびに他社も含めた多くのフィールド機器との接続技術を、容易かつ安全・安心に結合し、顧客価値創出ソリューションを実現するための共通基盤である。

There is a worldwide trend in many industries today to use the Internet of Things (IoT) for their businesses. Fuji Electric has developed the Fuji Electric IoT platform based on our various elemental technologies and system technology that combines them. This platform is the common foundation that can integrate field engineering, in which Fuji Electric excels, field-based data analytics, and multi-vendor connection technology for field devices to easily deliver customer-value creation solutions in a secure and safe manner.

1 まえがき

今、世界で、製造、流通、社会インフラなどをはじめとしたあらゆる業種において、IoT (Internet of Things) を活用したビジネス適用が進んでいる。IoT は、実世界のあらゆるモノからデータを取り出し、収集したデータからこれまでにない価値を生み出したり、新しいビジネスモデルを構築したりする手段を提供する。

IoT による多様なサービスを提供していくためには、多種多様なフィールド機器やセンサのデータを収集する技術、収集したデータを活用するためのデータの分析技術や解析技術、さらにはデータを安全に扱うための高度なセキュリティ技術を持つことが必要不可欠である。これらを実現す

るさまざまな要素技術およびそれらを組み合わせるシステム化技術をベースとして、富士電機 IoT プラットフォームを開発した。

2 富士電機 IoT システムの全体像

富士電機の IoT システムの全体像を図1に示す。富士電機は、社内工場において IoT 技術の適用効果を実証しつつ、そこで得られた知見を組み込みながら、顧客の課題解決に向けたソリューションを提供している。富士電機は、工場の設備、ライン、工場全体の省エネルギー（省エネ）、生産性向上、品質向上および予知保全など、また、店舗での省力化や作業員支援など、IoT 技術を活用することで、こ

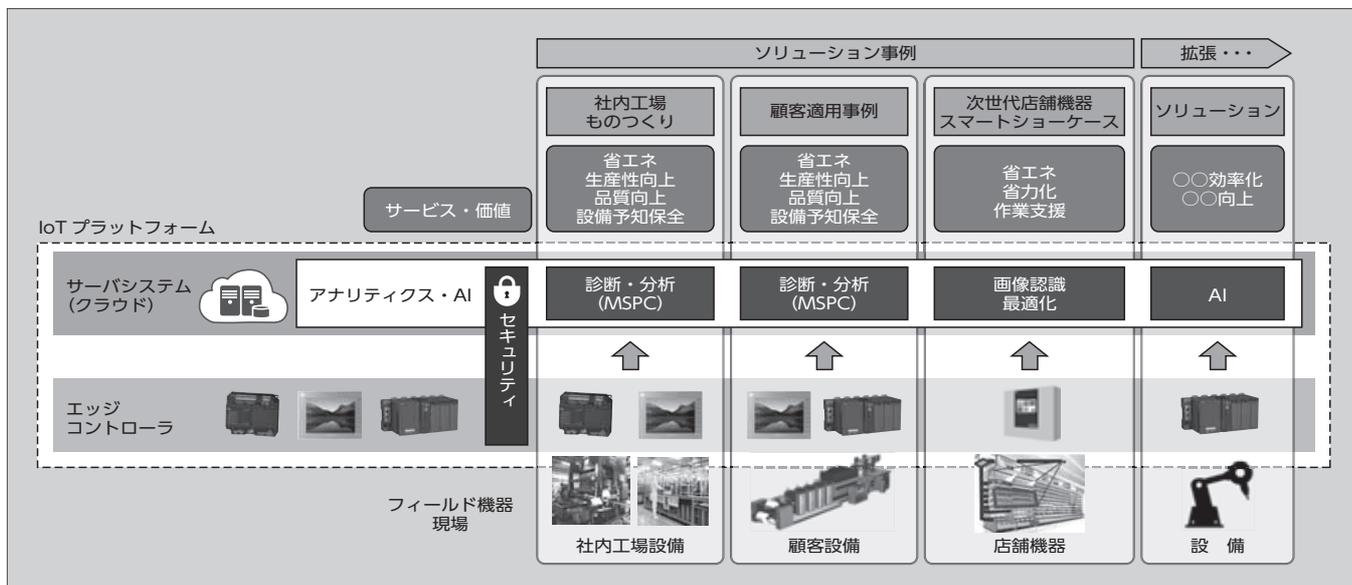


図1 富士電機 IoT システムの全体像

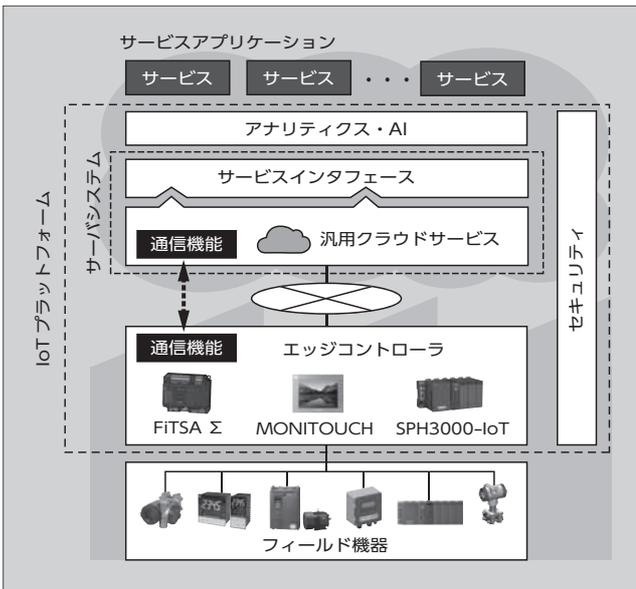


図2 IoTプラットフォーム

これまでになくより良いサービスと価値を顧客に提供する。本プラットフォームは、富士電機が強みを持つ現場サイドのエンジニアリング、現場で培ってきたアナリティクス・AI、ならびに他社も含めた多くのフィールド機器との接続技術を、容易かつ安全・安心に結合し、顧客価値創出ソリューションを実現するための共通基盤である。IoTプラットフォームの構成を図2に示す。

IoTプラットフォームは、現場データを収集するエッジコントローラ、サービスアプリケーションの実行環境を提供するサーバシステム、それらをつなぐ通信機能、システムの動作およびデータを保護するセキュリティ機能、ならびに収集したデータを分析・解析するアナリティクス・AIから構成される。

本プラットフォームのクラウドサービスにはオープンソースソフトウェアを、通信プロトコルとセキュリティには標準技術（デファクトスタンダード）を、エッジコントローラとアナリティクス・AIには富士電機独自の技術をそれぞれ適用し、サービスアプリケーションのポータビリティと差別化を実現している。

③ IoTプラットフォーム

3.1 サーバシステム

サーバシステムは、顧客が必要とするサービスを実現するサービスアプリケーションの実行環境を提供する。サーバシステムには、サービスアプリケーションの運用における高信頼性と高安定性の確保、運用費が低廉であること、さらには、新規サービス、顧客、機器などの追加に容易に対応できることなどが要求される。

そこで、サーバシステムは汎用クラウドサービスを核として構築した。クラウドサービスは、さまざまなベンダ（クラウドベンダ）が提供しており、顧客によっては特定のベンダを指定することがある。図2に示すように、汎用

クラウドサービス上にサービスインタフェースを介してサービスアプリケーションを実装する構成とした。このサービスインタフェースにより、さまざまなベンダが提供するクラウドサービスの機能差を吸収し、富士電機が提供するサービスアプリケーションを、ユーザが指定するクラウド環境上に容易に実装することができるマルチベンダ対応を実現している。

また、エッジコントローラとのデータ送受信を行う通信機能では、標準プロトコルであるMQTT（Message Queue Telemetry Transport）を採用し、他社のクラウドサービスにも容易に接続可能とした。さらに、通信すべきエッジコントローラを特定し、通信の安全性を確保するための認証機能などを持っている。

加えて、サービスアプリケーションが正常に動作しているかを監視するため、サーバシステムの運用管理を行っている。この運用管理では、ユーザやサービスアプリケーションの登録・追加・変更管理や異常状態検知のためのパフォーマンス監視、リソース監視、ネットワーク監視およびログ監視などを行い、異常検出時にはシステム運用者に通知する機能を提供する（161ページ“汎用クラウドサービスを利用したサーバシステム”参照）。

3.2 エッジコントローラ⁽¹⁾

エッジコントローラは、現場のデータを収集し、上位のサーバシステムに送信するなどのゲートウェイ機能の役割を担っている。そのため、フィールド機器のデータを収集するインタフェースのほか、サーバシステムとの通信機能やセキュリティ機能を持っている。

富士電機は、これまで多くのプラント監視や工場のライン制御などを手がけており、現場のデータを収集し、それらのデータを活用して、プラントの監視制御や工場のライン制御・設備管理などのソリューションを提供してきた。このような実績を積み重ねる中で培った現場におけるデータ収集のノウハウを生かし、現場側のIoT化のニーズに応えるために、用途とコストに合わせたエッジコントローラを開発している。

表1に示す富士電機が提供するエッジコントローラは、PLCやインバータ、NC加工機、ロボットなど、数百種類のフィールド機器と接続が可能であり、用途に応じた機器を選択することで現場のIoT化に大きく貢献する。

これらのエッジコントローラは、従来のデータ収集端末としての機能だけではなく、上位ネットワークの負荷低減やセキュリティなどの面から現場の生データをそのままサーバに上げずに、エッジコントローラでデータの一次処

表1 富士電機のエッジコントローラと特徴

機種	特徴
FITSAΣ	小型、高い汎用性、機器接続性
MONITOUCH V9-IoT	現場でのリアルタイム画面表示、機器接続性
SPH3000-IoT	PLCの特長を生かした高速リアルタイム処理

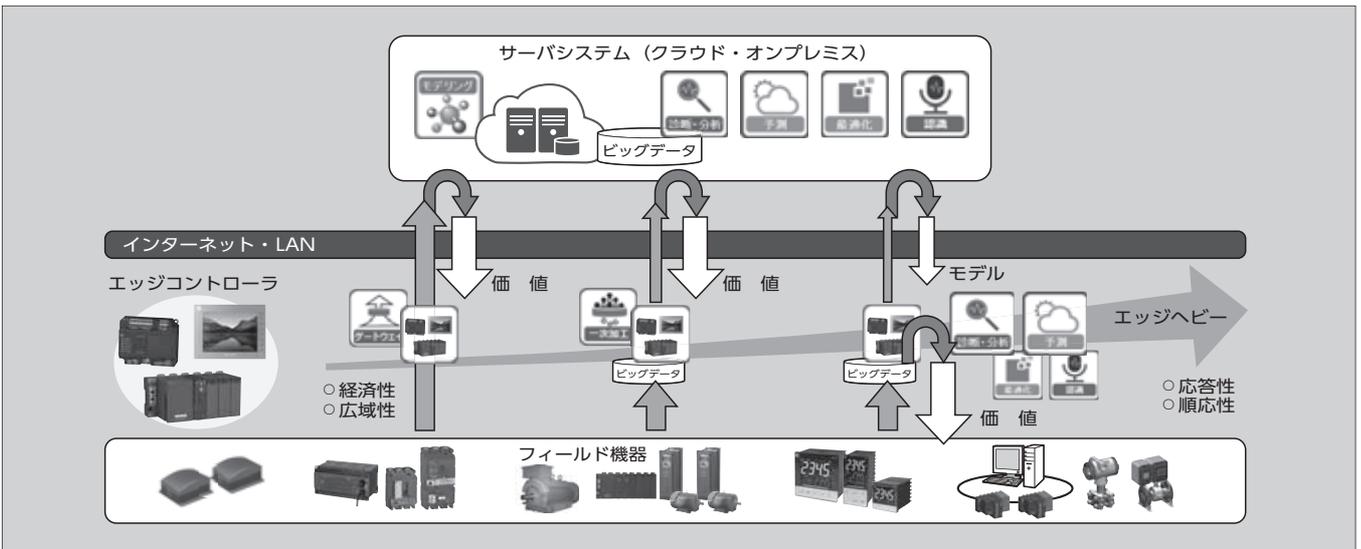


図3 エッジヘビー化への対応

理を行う機能を持っている。さらに、従来、サーバシステムでのみ実行されてきた、データ解析・予測および最適化などの高度な処理の中で、リアルタイム性が必要なものを、エッジコントローラ側で機能分担をすること（エッジヘビーと呼ぶ）も可能であり、リアルタイム応答を必要とする分野へのソリューション提供を実現する。図3にエッジヘビー化への対応を示す（165ページ“現場機器とサイバー空間との接続を実現するエッジコントローラ”参照）。

3.3 セキュリティ

IoTによって全てのモノがネットワークに接続されることで、新たなリスクがモノやその利用者に生じることとなった。

システムへの不正侵入などによりサービスが妨害されたり、IoT機器やシステムに保存されている個人のデータや工場の生産情報などの重要な情報の改ざんや漏えいが引き起こされたりする危険性がある。さらに、現場機器の制御にまで攻撃の影響が及んだ場合、生命が危険にさらされる場面さえも想定される。

利用者が安心してIoTのフィールド機器やシステムおよびサービスを利用できる環境を構築する必要がある。そこで、富士電機は、国際標準規格であるISO/IEC27017:2015⁽²⁾やIoTセキュリティガイドライン⁽³⁾に基づき、IoTシステムのセキュリティポリシーを新たに策定した。このセキュリティポリシーを軸に、図4に示すように、組織的および人的な管理運用体制と、技術的および物理的なメカニズムによる対策によってリスクの低減、重要情報の保護を図っている。

(1) 管理運用体制面におけるセキュリティ対策

組織的対策として、富士電機は、情報セキュリティに関するリスクを体系的に分類し、管理推進する体制を構築している。また、富士電機グループ内で発生する情報セキュリティインシデントへの対応および予防を担うFe-CSIRT (Computer Security Incident Response Team)

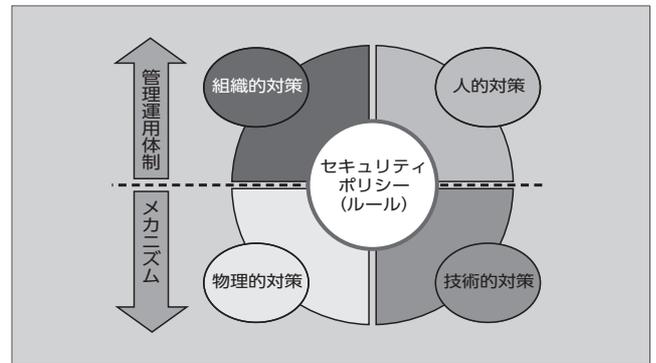


図4 セキュリティの考え方

に、IoTとしてのシステムの監視体制やインシデントへの対応体制を構築している。

人的対策としては、富士電機の従業員へのセキュリティに対する教育および訓練により意識向上を図り、セキュリティの強化を行っている。

(2) メカニズム面におけるセキュリティ対策

物理的対策として、入退室管理や施錠などによるIoT機器の物理的保護と情報資産の盗難防止を実施している。

技術的対策としては、サーバシステム、エッジコントローラおよび通信それぞれにおいて、不正使用や外部からの不正アクセスなどによる情報漏えいや、サービスの妨害に対応するための高度なセキュリティ技術を適用している（175ページ“IoTシステムのセキュリティ”参照）。

3.4 アナリティクス・AI

アナリティクス・AIは、統計、機械学習、数理応用、および人工知能技術を活用し、診断・予測・最適化・認識を行う技術の総称であり、本プラットフォームのコア技術に位置付けられている。具体的には、プラントや設備、生産ラインなどから稼働データを学習し、目的に応じたモデルを生成し、このモデルを用いて、エネルギーの最適利用、設備の安定稼働、生産性・品質向上、労働生産性向上など

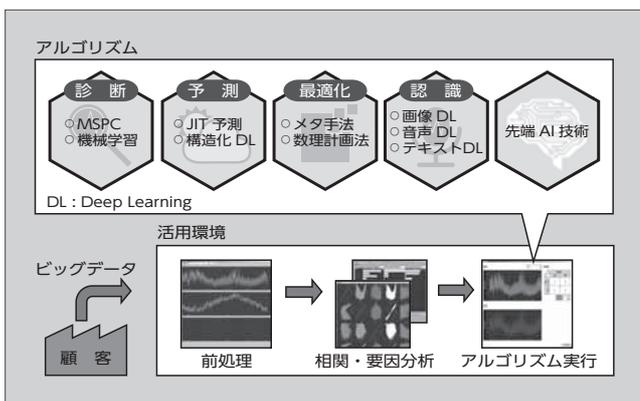


図5 アナリティクス・AI

の顧客価値を導き出すことが多い。産業分野や流通分野では、対象となる機器、設備およびシステム、さらにそれらの用途ごとに、その構成、目標値、入力パラメータ、制御応答特性および使用環境などが異なること、収集できる学習データ量が制約されること、AIにおいて一般的であるブラックボックス的推論が信頼性確保の面から敬遠されがちなこと、などの固有の課題がある。

富士電機は、このような課題を解決するために、20年以上にわたってアナリティクス・AIの開発を継続しており、多くの技術を保有している。図5に示すアナリティクス・AIの富士電機の代表的な四つの技術について次に述べる。

(1) 診断

多くの適用実績を持つMSPC (Multivariate Statistical Process Control)に加え、機械学習を用いた技術の一つにKernel-PCA (Principal Component Analysis)がある。これを活用した、非線形モデルによる異常診断や余寿命推定などのソリューションを持ち、工場内の各種設備、太陽光発電、変圧器および建物などの診断や要因分析に適用している。

(2) 予測

JIT (Just in Time) 予測や多層ニューラルネットワーク技術 (ディープラーニング) を用いた需要予測や予兆検出などのソリューションを持ち、プラント、工場、電力需要のほか、作物の収穫量などの予測に適用している。

(3) 最適化

エネルギープラント最適運転や最適発電計画などのソリューションがあり、FEMS (Factory Energy Management System), BEMS (Building and Energy Management System), CEMS (Cluster Energy Management System) などの各種EMSやプラント、データセンターのエネルギーコストの最適化、電力会社の発電計画などに適用している。

(4) 認識

音声認識および画像認識などのディープラーニングを活用したソリューションがあり、スマートショーケースの商品認識、植物工場および製造現場における保全作業に適用している。

一般にアナリティクス・AIの適用プロセスの80%は、前処理といわれている。この前処理には、学習データのクレンジングやモデリングに代表される作業が占めており、解析技術者が時間をかけ、試行錯誤するところとなっている。この前処理プロセスの効率向上を図るため、クレンジングやモデリングを自動化するツールを開発した。

本ツールにより、入力データの欠損値や異常値の除去、置換えや補完などのクレンジング処理の効率化、可視化機能による診断可否の判断の効率化、過学習防止機能による診断・予測の精度向上などが図られた。引き続きアナリティクス・AIの活用に向け、データ解析作業の短縮化、効率化に向けた開発を行う (169ページ“価値創出のコアとなるアナリティクス・AI”参照)。

4 あとがき

富士電機 IoT プラットフォームの全体像について述べた。富士電機のIoTプラットフォームは、IoTの広がりを見据え、富士電機が持っていないソリューションサービスやアナリティクス・AIなどを持つ他社とも連携し、新たな顧客サービスの提供ができるようさらなる機能拡張を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 佐藤厚志. “産業分野におけるIoTへの取り組みと事例”. スマートグリッド. 大河出版, 2018, 1月号. p.13-17.
- (2) ISO/IEC27017:2015.
- (3) IoTセキュリティガイドラインVer1.0. IoT推進コンソーシアム・総務省・経済産業省. 2016.



山田 隆雄

IoTプラットフォームの企画・開発に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部イノベーション創出センターIoTプロジェクト室。計測自動制御学会会員。



福住 光記

制御システムの開発・企画に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部イノベーション創出センターIoTプロジェクト室主幹。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。