

IoT 新時代の計測・制御ソリューションの 現状と展望

Instrumentation and Control Solutions in the New Age of the IoT:
Current Status and Future Outlook

近藤 史郎 KONDO, Shiro

福住 光記 FUKUZUMI, Mitsunori

① まえがき

富士電機は、電力や交通などの社会インフラ、鉄鋼や化学、自動車、電気・電子などの産業用設備、ビルや店舗、自動販売機、車載機器などの民生分野において、最新の計測・制御技術を展開し、省力化や自動化、高効率化、高信頼化を実現する多くの先駆的な実績を挙げてきた。今日では、エネルギー・環境技術の革新を追求する研究開発を核に、安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献すべく取り組んでいる⁽¹⁾。

近年、IoT (Internet of Things) が大きく注目されており、産業界における計測・制御技術も変革期を迎えようとしている。本稿では、富士電機の IoT への取り組みと計測・制御ソリューションの現状と展望を述べる。

② IoT 時代を迎えた世界の動向

世界規模で IoT の検討が盛んである。さまざまな取組みを俯瞰 (ふかん) すると、対象範囲の違いなど差異はあるものの、安価に入手可能となった ICT (Information and Communication Technology) を用い、新しい価値を創出するという点において、本質的に同じである。

また、IoT として対象となる技術範囲が広大であり、一企業でその全てを構築し、提供することは非常に難しい状況にあることから、企業連携 (エコシステム)⁽²⁾ 形成の動きも活発化しており、世界中の多くの企業が相互に強みを生かせるパートナーを探索している。

本章ではそのような動向の中から、ドイツ、米国、日本における動きを整理する。

2.1 ドイツの動向

2011 年 11 月、ドイツ政府が戦略的施策として “High-Tech Strategy 2020 Action Plan (高度技術戦略の 2020 年に向けた実行計画)⁽²⁾” を発表して以来、第 4 次産業革命 “Industrie4.0” の実現に向けた取組みが本格化している。その内容は、標準化と規格化の推進、リファレンスアーキテクチャモデルの作成、顧客価値の実証プロジェクトに大別される。

Industrie4.0 の IEC 標準化活動は、2013 年 10 月にドイツの提案で開始された。しかし、検討範囲が非常に広く、既存規格との関係整備も含め 2020 年ごろに規格化され、市場に浸透するのにさらに 10 年ほど要するといわれている。一方、ドイツ政府機関の補助金で、It's OWL や Smart Factory KL など、複数企業間での装置の相互接続の実証プロジェクトが開始されており、効果の確認が進められている。

2.2 米国の動向

米国では、2014 年 3 月に GE など 5 社で IIC (Industrial Internet Consortium)⁽³⁾ が立ち上がった。富士電機をはじめ日本企業も含めて 240 社以上が参画している。IIC では主に二つの活動を行っている。

- (a) 技術・セキュリティのアーキテクチャ検討
- (b) フィールド検証

フィールド検証はテストベッドと呼ばれており、IIC がエコシステムの提案を募り、その実証の場を提供するものである。2016 年 4 月現在、20 のテストベッドが提案されており、延べ 40 社が参加している。さらにその数倍の企業が成り行きを注視している。

(* 1) IoT

Internet of Things の略である。狭義には、さまざまなモノ (物) がインターネットに接続され、相互に情報交換を行う仕組みを指すが、現在はその仕組みにより実現される、新たな価値を生み出すサービス全体を含む意味で用いられる。情報通信技術の革新に伴い、インターネット接続やデータの流通・管理が安価に実

現されるようになったことから出てきたコンセプトである。

(* 2) 企業連携 (エコシステム)

企業連携とは、共通の目的を達成するために、異なる製品や技術、サービスを提供する複数の企業が連携することにより構築される関係全体をいい、エコシス

テムと呼ぶこともある。IoT のようにさまざまな技術要素に基づく複雑なシステムを、低コストかつ早期に実現させるためにはエコシステムの構築が鍵となる場合がある。自然界における生物と、それを取り巻く環境が相互に作用しながら存続している生態系を意味するエコシステムという言葉は、経済や IT の分野で比喩的に用いられる。

表1 日本国内のIoT活動

設立	団体名	事務局	機能		
			規格	モデル化	実証
2015年4月	サイバーフィジカルシステム社会実装検討TF	一般社団法人 電子情報技術産業協会	○		○
2015年5月	IEC-APC_SG8 分科会 (国内委員会) : Smart Manufacturing IEC/TC65 (国内委員会) : SG8 戦略検討グループ	国際電気標準会議 活動推進会議 一般社団法人 日本電気計測器工業会	○		
	ロボット革命イニシアティブ協議会	一般社団法人 日本機械工業連合会	○		○
	第4次産業革命 検討WG	一般社団法人 日本電気制御機器工業会		○	
2015年6月	インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ (IVI)	一般社団法人 日本機械学会		○	○
2015年8月	スマートマニュファクチャリング特別委員会	一般社団法人 日本電機工業会		○	
2015年10月	IoT 推進コンソーシアム	三菱総合研究所		○	○

2.3 日本の動向

日本でも、2014年12月からIoTの活用検討が本格化し、2015年6月30日に閣議決定された『日本再興戦略』改訂2015 - 未来への投資・生産性改革 - で、重要施策の一つとして、IoTへの取組みが掲げられた。“データ駆動型社会”として、実世界とサイバー空間の相互連携があらゆる領域に適用され、大きな価値を生み出していく社会を目指している。これを契機に日本でも多くの団体が活動に着手し、IEC規格化、アーキテクチャのモデル化、顧客価値の実証を行っている(表1)。

③ IoTを活用した富士電機の計測・制御への取組み

②章で述べた世界の動向を踏まえ、富士電機の技術的な特長を生かした取組みについて紹介する。

3.1 富士電機のIoTソリューション

富士電機は、現場データのセンシングからゲートウェイ、ネットワーク接続技術、データ解析・予測技術、最適化技術、高度制御技術およびその実行基盤としての制御機器まで、一連の製品・技術を保有しており、IoTを活用した顧客価値を創出する各種ソリューションを用意している(図1)。

3.2 富士電機のIoTコンセプト

図2に富士電機のIoTコンセプトを示す。ここでは、IoTは単にIP網につながるモノだけを指すのではない。顧客フィールド(機械、設備、ライン、インフラなど)のあらゆる情報をデジタル化し、サイバー空間で新しい価値を創出するシステムの総称である。

富士電機ではこのIoTをプラットフォーム化し、エネルギー運用最適化ソリューションをはじめ、安定操業、生産性向上、品質改善、熟練技術継承、環境改

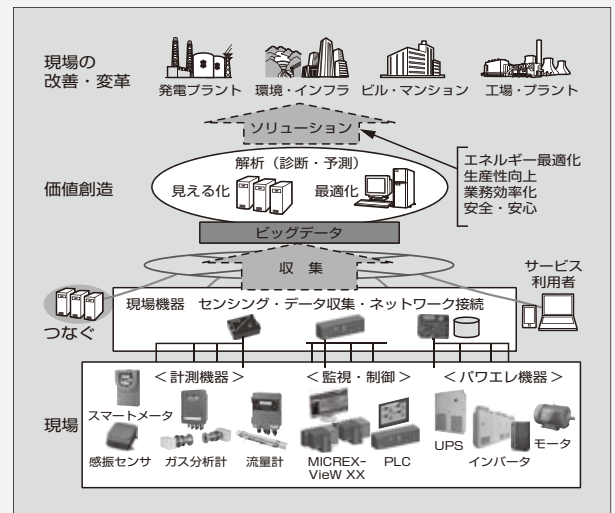


図1 富士電機のIoTソリューション

善などをソリューションメニューとして用意している。また、素材産業、組立加工産業、物流など、さまざまな分野に適用を拡大している。

3.3 データ収集技術

データ収集は、フィールドの情報をデジタル化してIP網に接続する部分に当たる、センシング技術とネットワーク接続技術の二つの技術から成る。

(1) センシング技術

富士電機は、工業計器において、圧力・差圧発信機、流量計、水位計、記録計、調節計などをラインアップしている。さらに、環境測定技術の開発や製品化にも取り組んでいる。例えば、放射線モニタリング技術では、40年以上にわたり、個人線量測定や放射線環境測定などにおいて特徴ある製品を提供している。無線対応の新型電子式個人線量計をリアルタイム遠隔監視システムと組み合わせることにより、管理者が作業者の被ばく線量をリアルタイムに把握でき、適切な指示を与えることで積極的な被ばく低減効果が期待できる(182ページ“新型電子式個人線量計によるリアルタ

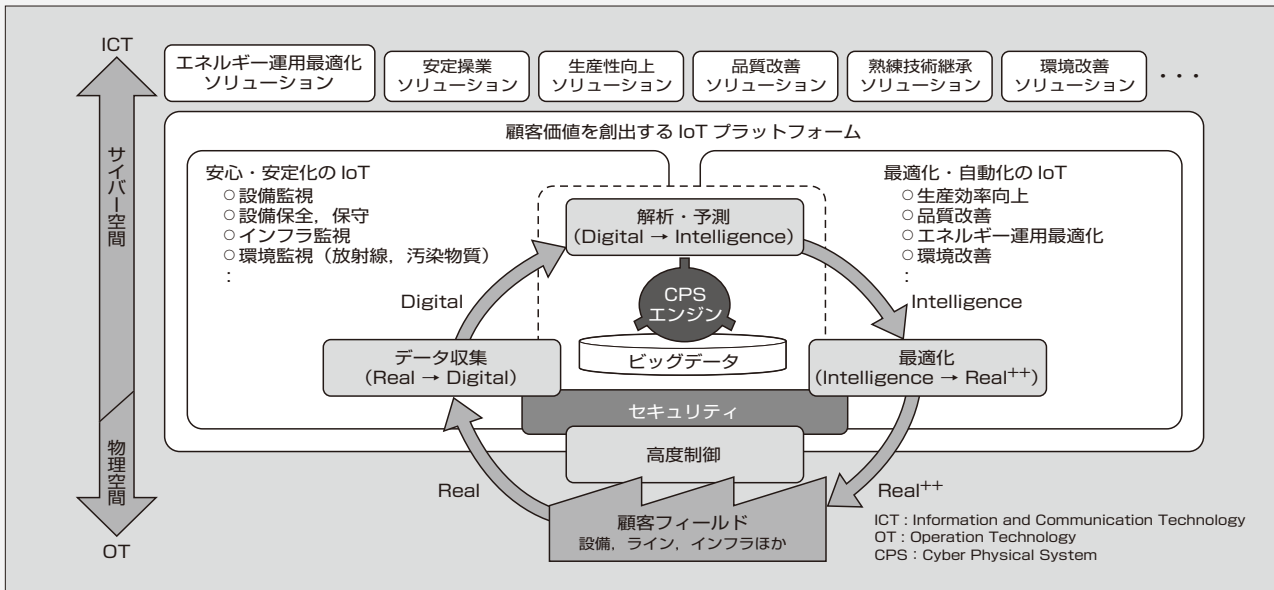


図2 富士電機のIoT コンセプト

「遠隔監視システム」参照)。また、PM2.5を測定する世界初のエアロゾル^(※3)分析計を2015年に製品化し、さらに、PM2.5の発生源を推定するソリューションを開発した(177ページ「エアロゾル複合分析計」を用いたPM2.5発生源推定ソリューション」参照)。

(2) ネットワーク接続技術

今後、IoTの浸透とともに、フィールドデバイスや機械、設備などはIoT化し、自律してネットワークに接続していくものと思われる。しかしながら、既設のデバイスや、コスト面でネットワーク化が困難なデバイスについても、サイバー空間と接続する手段を設けるべきである。富士電機では、図3に示すようにフィールドデバイスのIP網への接続について、三つのタイプに分けて製品化している。

(a) I群：直接型

自律してIP網に接続するタイプである。スマートメータ、モニタリングポスト、IT連携自動販売機、高機能インバータ、中・大容量無停電電源装置(UPS)、監視制御システム(186ページ「進化する監視制御システム「MICREX-VieW XX(ダブルエックス)」」および193ページ「統合EMSと容易に連携可能な設備監視システム「MICREX-VieW PARTNER」」参照)などが該当する。今後、富士電機の主要な製品に関しては、直接型に進化させていく。

(b) II群：ゲートウェイ接続型

IP網への接続機能がない既設のデバイス(コン

トローラ、インバータ、計測機器などの汎用機器や、分析計など)を自社・他社を問わず、個々の製品のローカル通信機能を利用して、IP網に接続するタイプである。富士電機のゲートウェイ製品としては、

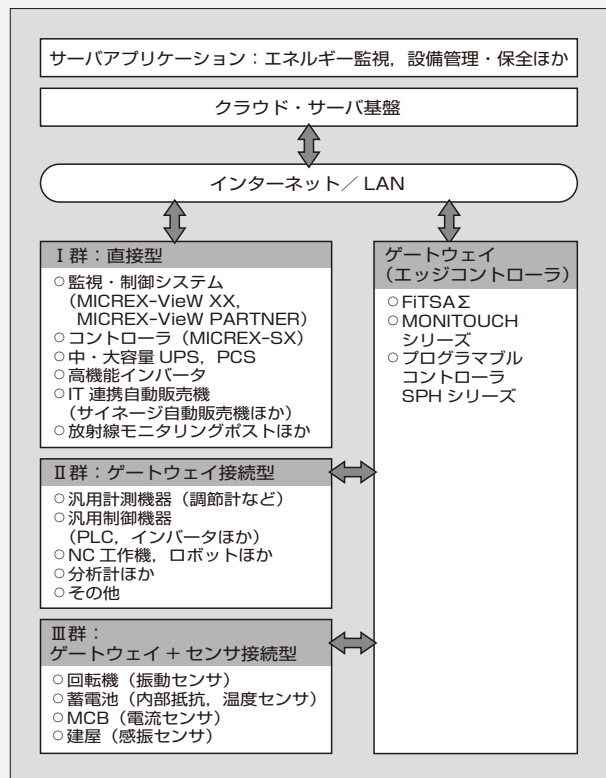


図3 IP網接続の三つのタイプ

(※3) エアロゾル

一般に、気体中に微小な液体または固体の粒子が分散した状態のことである。エアロゾル粒子の直径、形状、

電気的・化学的特性はさまざまである。特に、直径2.5 μm以下の固体粒子はPM2.5と呼ばれている。人の健康に影響を及ぼすことが懸念されており、社会問題の

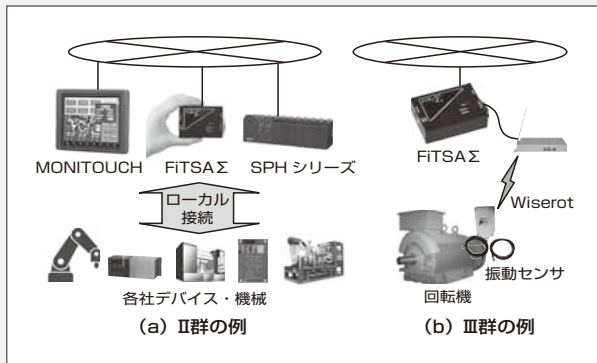


図4 ネットワーク接続技術（Ⅱ群，Ⅲ群）

「MONITOUCH」「FITSAΣ」およびプログラマブルコントローラ「SPH シリーズ」をラインアップしている。これらのゲートウェイ製品は、PLC、インバータ、NC 加工機、ロボット、計測機器など 500 種類以上の他社製品と接続が可能であり、フィールドデバイスの IoT 化に大きく貢献する（図 4 (a)）。

(c) Ⅲ群：ゲートウェイ + センサ接続型

回転機やブレーカ、建物など、そもそもローカル通信機能もインテリジェンスもないモノを接続するタイプである。ゲートウェイに振動センサや温度センサ、電流センサなどを接続し、センサ経由で対象の状態をデジタル化する。図 4 (b) に無線式回転機振動監視システム「Wiserot」の接続例を示す。

3.4 CPS エンジン

富士電機では、エネルギーの最適利用や、設備の安定稼働、生産性・品質向上などのさまざまなソリューションを提供するための技術として、解析技術、診断・予測技術、最適化技術、高度制御技術など、数多くの技術を保有している。富士電機では、これらを CPS (Cyber Physical System) エンジンと呼び、IoT プラットフォームのコア技術に位置付けている。この CPS エンジンは、富士電機が長年、計測・制御の分野で培ってきたフィールド技術と、これを支える数理応用技術から構成されている。ここでは、数理応用技術について述べる。

(1) 診断・予測技術

プロセスの異常診断を行う場合、まず目的に応じた

センサや計測システムの選定を行い、温度、圧力、振動、張力などさまざまなデータの収集を行う。こうして得られた全てのデータに対して相関関係を抽出し、正常か異常かの診断に有効なデータセットを求める。これらのデータセットから診断モデルを生成・評価する。このプロセスを繰り返すことで、診断モデルを学習・成長させていく。

こうした一連の診断モデル生成技術を核にして、富士電機では独自開発のコア技術として、構造化ニューラルネットワーク技術やバッチプロセス向けの多変数統計的プロセス管理技術 (MSPC)、アンサンブル予測に基づく予兆検出技術などを保有している(198 ページ “IoT ソリューションを支える数理応用技術” 参照)。

(2) 最適化技術

一例として、エネルギー管理システム (EMS : Energy Management System) を例に説明する。EMS では、エネルギー消費の見える化、無駄の発見、エネルギー供給設備の最適運用などを行う。どのようなデータを、どのような手段で測定し、どのような指標で省エネルギー効果を評価していくか、などに種々のノウハウが必要である。また、供給設備の最適運用を行うためには、供給設備のモデル化が必要で、そのためには、設備の特性や動きの理解が必要である。

富士電機では、線形計画法などの数理計画法をはじめ、非線形の最適化問題に適したメタヒューリスティクス^{(*)4}最適化技術として粒子群最適化法 (PSO : Particle Swarm Optimization)^{(*)5}や最新の最適化技術である差分進化法 (DE : Differential Evolution)^{(*)6}などを実用化している。

(3) 高度制御技術

高度制御技術は、対象を把握した上で制御対象をモデル化することが重要であり、このモデルを活用して各種の制御技術が成り立っている。例えば、対象の時定数に応じた適切な制御周期の選定や、入力間の干渉の有無、外乱の特性、次数、ゲインなどの対象の特性を総合的に考慮した制御手法の選定が不可欠である。さらに、制御系のパラメータ調整にもノウハウが必要である。

富士電機では、PID 制御技術^{(*)7}や多変数系のモデル予測制御技術、制御対象の特性変化による制御性能劣化

(*) 4) メタヒューリスティクス

一般的に有効とされている経験的知識 (経験則) のことをヒューリスティクス (heuristics) と呼ぶ。メタヒューリスティクス (meta-heuristics) とは、最適な答えを導き出すために生物のふるまいや物理現象を模倣するとよいという経験的知識によって、特定の問題に限定されず、汎用的に対応できるように設計された最適化アルゴリズムの総称である。解の初期値から値を修正しながら探索し、実用的な時間でより良い解を求める。

(*) 5) 粒子群最適化法

PSO (Particle Swarm Optimization) とも表記する。メタヒューリスティクスによる最適化手法の一つである。生物の群れの中で、ある個体が良い場所 (解) を見つけると仲間も集まってきて周辺を探索したり、各個体が過去に探索した良い場所を覚えていて、そこに戻ったりする仕組みがある。これをアルゴリズム化することによって、最適値に到達する可能性を高めている。

(*) 6) 差分進化法

DE (Differential Evolution) とも表記する。メタヒューリスティクスによる最適化手法の一つである。生物 (遺伝子) の進化の仕組みを模倣し、複数の解候補同士が突然変異や交差で相互作用を行いながら新しい解候補を生成して最適解を探索する。突然変異において解の差分を用いることから差分進化と呼ばれる。さまざまな種類の非線形最適化問題に対して、高速に最適値に近い解を求めることが可能である。

を監視する制御性能監視技術、およびパラメータ自動調整技術を基礎技術として保有している。この高度制御技術の一例として、ボイラ燃料費削減に寄与する超薄空気燃焼制御などを開発し、製品化した（3.6節(6)参照）。

3.5 クラウド構造とセキュリティ

(1) クラウド構造

富士電機では、CPS エンジンやその応用サービスアプリケーションといったサービス群を、IoT プラットフォームのコア技術として注力している。

表2に示すクラウドサービスの一般的な機能階層において富士電機のサービス群は、SaaSに位置付けられる。現状、多くのクラウドベンダがクラウドサービス層（PaaS および IaaS）を製品化しており、ほぼ同等の機能を提供している。しかしながら、SaaSとのインターフェースはクラウドベンダごとに異なる。さらに、グローバル展開を行う上で、次の点を考慮して選定している。

- (a) 顧客に近い地域にサーバがあるか
- (b) 開発環境・サポートが充実しているか
- (c) コスト
- (d) フィールドとの接続性

(2) セキュリティ

2010年6月に、標的攻撃を行うマルウェアであるStuxnetが発見され、制御システムに対するサイバー攻撃、標的型攻撃が注目された。これを受けて、制御システムのセキュリティ対策研究や標準化活動が産官学を問わず急速に進められてきた。

IoTの普及に伴い、さまざまなフィールドデバイスがIP網を介して今まで以上に制御システムに接続されるようになり、データ収集、分析、価値化が行われるようになる。クラウド環境の普及により新たなセキュリティリスクの出現が予想されるため、従来の侵入検知技術や防御技術をさらに向上させるとともに、

表2 クラウドサービスの機能階層

機能階層		説明
SaaS	Software as a Service	アプリケーションサービスをインターネット経由で利用できる
PaaS	Platform as a Service	SaaSの実行環境としてのミドルウェアとOSを指す
IaaS	Infrastructure as a Service	SaaS, PaaSの実行環境（ハードウェア、仮想サーバなど）をインターネット上のサービスとして提供する

制御機器間のデータの真正性や完全性を保証する技術開発にも取り組んでいる。

制御システムのセキュリティ対策としては、これまでIEC 62443やCSMS（Cyber Security Management System）への対応が進められてきた。IoTのセキュリティ対策においてもそれらの規格を中心に国際標準化への対応が進められており、ガイドラインも策定されている。

富士電機は、経済産業大臣認可法人 技術研究組合 制御システムセキュリティセンター（CSSC）⁽⁵⁾に設立当初から参画しており、サイバーセキュリティに関する研究開発、国際標準化、普及啓発、人材育成などさまざまな分野で、産官学一体となったセキュリティ対策の構築に参加している。

3.6 ソリューション

(1) クラウド型総合設備管理サービス

図2のIoTコンセプトを核に、顧客設備のライフサイクルマネジメントを行うクラウド型総合設備管理システムを開発し、2015年にサービスの提供を開始した。本サービスは、EMSサービス、稼働監視サービス、保全サービスを一体化したクラウドサービスである。設備の導入から更新（廃棄）までのライフサイクルにおける各種情報（設備の稼働・運転状態や保全・点検記録、エネルギー利用状態や環境状態など）を収集し、それらを基にCPSエンジンによる診断・最適化を行い、設備コンディション（エネルギー効率、故障・不具合予兆、設備劣化など）を総合的に管理する。さらに、歩留まり改善、品質管理、製造条件決定など、生産効率の最大化も行う（図5）。

(2) 物流ソリューションへの取組み

近年、ネットショップにおける即日配達、ジャスト・イン・タイムサービスなど、物流サービスが高度化し、車両輸送の依存度が高まっている。物流センターには、在庫型（DC型）と通過型（TC型）などがある。DC型については、既に車両運行などの多くの運用効率化パッケージ製品が各社から販売されている。しかし、現在、主流となりつつあるTC型については、輸送時間の制約や周辺の渋滞回避などの条件が複雑で、既存の効率化パッケージ製品による運用が極めて困難である。このため運用管理が経験者に属人化しているのが現状である。富士電機では、主に大規模TC型物流センター向けに、センター内の車両誘導を最適化するシステムを開発し、運用熟練者への属人

(* 7) PID 制御

温度制御などに代表されるフィードバック制御の一種で、プロセス測定値（PV：Process Variable）を目標値（SV：Set Variable）に速やかに近づけるため

に、PVとSVの差である偏差を基に、操作量（MV：Manipulative Variable）を調整する制御である。MVは、現在の偏差に比例して操作量を変化させるP（Proportional）動作、過去の偏差の累積値により操

作量を変化させるI（Integral）動作、偏差の変化率により操作量を変化させるD（Differential）動作の組合せて決定される。

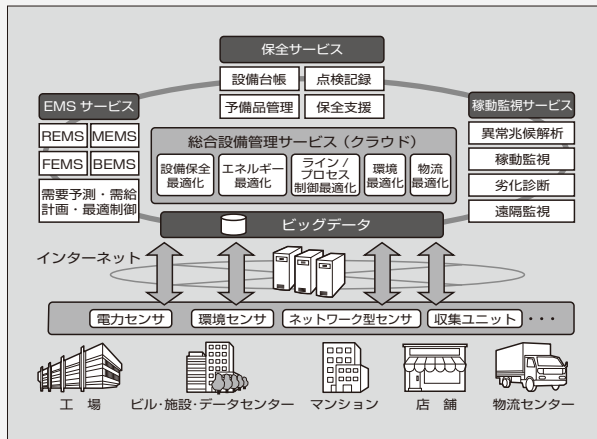


図5 クラウド型総合設備管理サービス

化を改善するソリューションの提案を行っている。用途や設置環境ごとに最適なセンサを配置し、車両・荷物・作業員に関する情報(位置, ルートなど)を収集し, CPS エンジンで物量予測を行うものである。今後はシステムのクラウド化を図り, 中小規模物流センターへの提案を行っていく(158 ページ“物流センター効率化ソリューション”参照)。

(3) 植物工場ソリューションへの取り組み

改正「農地法」の施行により, 農業への参入条件が大きく緩和され, 他業種からの参入が活発化している。特に, 周年生産ができる植物工場への新規参入が増加している。富士電機が共同出資した苦東ファーム株式会社は, 農林水産省の次世代施設園芸導入加速化支援事業に採択され, 2014 年からイチゴの生産を行っている。富士電機は, 生産プロセスデータから収穫量や栽培障害の発生などを正確に予測するシステムを導入し, 植物工場の普遍的課題である収益改善に取り組んでいる。この予測システムでは, 環境データや農作業データなどを入力し, 機械学習をベースとして予測を行う。これにより, 事前の実験や数式化の作業が不要となり, 速やかに予測運用を開始できる。既に収穫量については, 1 日単位での短周期収穫予測が必要とされるイチゴ栽培において, ある条件下で日々の収穫量の予測誤差を±15% 以内とするなどの一定の成果が出ており, 今後, いっそうの精度向上を図っていく(163 ページ“計測・制御技術を活用した植物工場ソリューション”参照)。

(4) プラント操業最適化ソリューションへの取り組み

富士電機は, 鉄鋼, 化学, 石油・ガスパイプライン,

清掃工場などのプラント・設備に計測・制御技術を適用したソリューションを提供してきた。近年では, 安定操業や生産性・品質向上, エネルギーコスト削減に新たな手法のソリューションを提案するとともに, 熟練技術の継承などのソリューションにも取り組んでいる。

鉄鋼プラントでは, 高速ドライブ制御システムからネットワーク経由でドライブや電動機の状態をミリ秒精度で収集・解析するシステムである DMC (Drive Master Controller) および「f (s) NISDAS」により, 安定操業や品質向上に貢献している。

化学などの連続プロセスプラントでは, 熟練技術継承ソリューションとして, プラントシミュレータ^(*)を提案するとともに, 熟練者に代わって HMI システムが操作員を故障原因画面へ誘導する“ナビゲーション機能”を開発した。また, プラントの稼働情報や操作履歴などのビッグデータから, プロセスの異常予兆を自動で検知したり, 最適な操作ガイダンスを自動で生成したりして異常回避をサポートする“運転支援システム”に取り組んでいる(146 ページ“鉄鋼プラント向け操業最適化ソリューション”および 153 ページ“プラントを最適に運用する計測・制御システムソリューション”参照)。

(5) 設備保全への取り組み

高度化する生産設備やユーティリティ設備を長期にわたって安定稼働させるために, 保全活動の重要性が増している。富士電機は, 設備のライフサイクル全般にわたる各種サービスをクラウド型総合設備管理サービスに集約しており, その中で, 設備保全サービスをクラウド上で展開している。設備保全サービスでは, 設備の導入から更新までのライフサイクルにわたる一連の保全活動(保全計画策定, 設備の劣化防止・診断・復旧活動)の PDCA サイクルを円滑に回すことをサポートする。また, IoT 対応のセンサ類を適用した, 回転機振動診断, UPS 蓄電池劣化診断, サーバ・ネットワーク・コントローラの稼働監視などの設備診断を行っている。さらに, プラント制御システム向けのフィールド情報収集エッジ端末や, ウェアラブル端末による作業支援, 学習支援などを行っている(167 ページ“設備の安定稼働を支援するサービスソリューション”参照)。

(6) ボイラ燃焼ソリューション

ボイラ燃焼ソリューションは, 富士電機が提供する

(*) 8 植物工場

内部環境をコントロールした閉鎖的または半閉鎖的な空間において, 植物を計画的に生産するシステムである。ビル内など閉鎖環境で太陽光を使わずに環境を制御して周年・計画生産を行う完全人工光型と, 温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として, 雨天・

曇天時の補光や夏季の高温抑制などにより周年・計画生産を行う太陽光利用型の 2 種類がある。

(*) 9 プラントシミュレータ

制御対象である設備や機械の挙動を個々に模擬できるようにモデル化し, これらを実プラントに即して組み

合わせ, パソコン上で仮想プラントを構築できるようにしたものである。さまざまな条件におけるプラントの挙動を実現できるので, 事務所の試験調整や運転員の訓練に利用することができる。

高度制御ソリューションの一つである。従来のボイラ制御装置にソフトウェアパッケージを追加することで燃焼効率を改善し、約1%のボイラ燃料費を削減する。

ボイラ設備の効率改善は、現在、機械的な手法による限界の近くまで達している。全く新しいアプローチにより開発された本ソフトウェアパッケージでさらに高効率化を進めることが可能となった。

ボイラは、燃料と空気の燃焼による熱エネルギーによって蒸気や温水を作るものであるが、注入する空気量が多いと、燃焼に使用されない過剰分は排出され、このとき熱損失を生む。富士電機は、環境に影響を与える一酸化炭素(CO)の発生量を抑制しながら、極限まで減らした空気量(超希薄空気)で燃焼を制御する技術を開発し、ボイラ燃焼の熱損失を最小化することに世界で初めて成功した。この技術には、独自開発の最適燃焼ソフトウェア・制御ロジックや高速測定が可能なレーザ方式CO分析計を適用している(172ページ“燃料費を削減するボイラ燃焼ソリューション”参照)。

4 今後の展望

4.1 エコシステムへの展開

富士電機は、計測・制御技術を核に、フィールド側に強みを発揮してきた。クラウド型総合設備管理サービスは、富士電機のフィールド側の強みとIoTを融合させた、垂直型のソリューションシステムである。一方で、エコシステムの動きが世界中で活発化している。自社の強みと他社の強みを連携させて、全く新しい顧客価値を創造する。このような動向を常に注視し、特徴あるセンサや最新のIT連携自動販売機などを皮切りに、新しい価値創出に取り組んでいく(図6)。

4.2 IoTプラットフォーム

それぞれの領域におけるIoT時代に適したプラットフォームとして、データ収集技術、CPSエンジンについて述べてきた。これらは、垂直統合システムまたはエコシステムのいずれの場合でも、より簡単に、より素早く顧客価値の仮説立案を行い、その検証を行うことで、より具体的な顧客価値を生み出すサイクルを回していく必要がある。そのために、スモールスタート・クイックスタート^(*)とスパイラルアップできるIoTプラットフォームの強化を図る。具体的には、次に示す技術に取り組んでいく。

(a) 小規模からの容易なシステム構築技術

(*) 10) スモールスタート・クイックスタート

効果が期待できる部分を局所的に選び(スモール

スタート)、自社の豊富なIoT商材を適用してアプリケーション開発から効果検証までを短期間で実施する(クイックスタート)ことをいう。解決したい課題に対し

て、解決手法や効果が不明である場合に有効である。

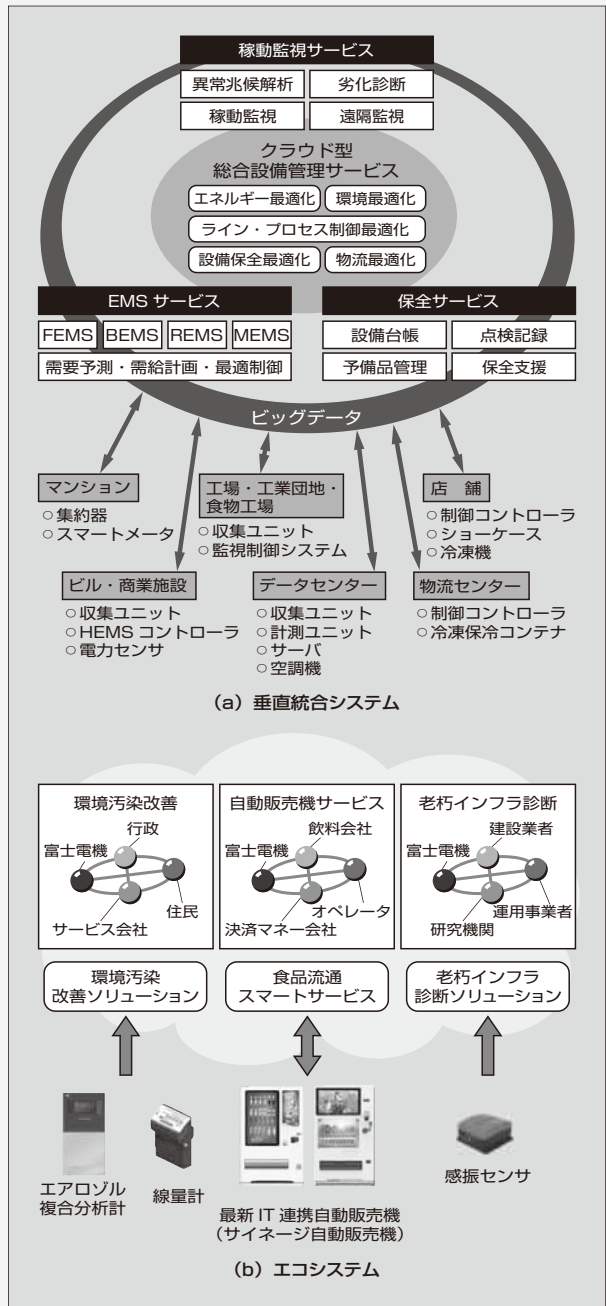


図6 垂直統合システムとエコシステム

- (b) サービスのモジュール化・資産化とメニューの拡充開発
- (c) クラウド上のデータ・サービスの連携技術

4.3 CPSエンジン

富士電機では、特徴あるCPSエンジンをコア技術として開発を進めている。今後、新たな顧客価値の創出を目指して、CPSエンジンの体系化や充実を図って

いく予定である。また、CPS エンジンを活用して事業展開を進めていくために、CPS エンジンの利用技術者の教育や拡充にも注力していく。

4.4 エッジコントローラの強化

IoT を活用したシステムやサービスの多様化に伴い、収集するフィールドデータは増大・多様化し、通信トラフィック・コストの増加、リアルタイム応答性の低下などを招く。このような課題を解決するために、フィールドとサイバー空間の間で、機能分担がますます必要になってくる。

富士電機では、高機能なゲートウェイとして、産業向けエッジコントローラの強化に注力している。エッジコントローラには、データ処理（収集、加工、蓄積）および各種フィールドデバイスとの通信プロトコルなどが基本機能として求められる。また、モデル予測制御や最適化など、CPS エンジンを実行する機能も要求される。これらは、新規作成と更新が可能なアプリケーションと位置付けられ、エンジニアリング支援機能も同時に必要である。富士電機は、マルチコア汎用マイコン、リアルタイム OS、Linux などの汎用 OS、組み込みセキュリティといったオープン技術を利用する技術と、プログラマブルコントローラで培ったリアルタイム制御技術、エンジニアリング支援技術をベースにしてエッジコントローラを構築するとともに、フィールドデバイスに求められる低コスト、高耐環境性、高信頼性、高速性といった課題を解決する。

5 あとがき

IoT の世界的動向を踏まえ、富士電機の計測・制御ソリューションについて現状と展望を述べた。

今後とも、富士電機の産業ソリューションの核となる計測・制御技術の拡大・拡充に努めるとともに、IoT によって垂直統合システムとエコシステムの両面

による新しい顧客価値の創出に努めていく所存である。

参考文献

- (1) 近藤史郎ほか. ソリューションを支える計測・制御技術の現状と展望. 富士電機技報. 2014, vol.87, no.1, p.4-8.
- (2) Germany Trade & Invest. “GTAI-Smart Solutions for a changing world”. High-Tech Strategy 2020 Action Plan (高度技術戦略の2020年に向けた実行計画). http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Smarter-business/smart-solutions-changing-world_t=hightech-strategy-2020-action-plan_did=575914.html. (参照 2016-09-14).
- (3) Industrial Internet Consortium. “Industrial Internet Consortium”. Industrial Internet Consortium official website. <http://www.iiconsortium.org/>. (参照 2016-09-14).
- (4) 内閣官房内閣広報室. “「日本再興戦略」改訂2015-未来への投資・生産性改革-”. 首相官邸. p.10-11, p.29. <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf>. (参照 2016-09-14).
- (5) 技術研究組合 制御システムセキュリティセンター (CSSC). “設立の背景と目的”. 技術研究組合 制御システムセキュリティセンター (CSSC). <http://www.css-center.or.jp/ja/aboutus/purpose.html>. (参照 2016-09-14).



近藤 史郎

制御システム、通信システムの研究開発に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部副本部長兼 IoT プロジェクト室長。



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 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。