

IoT から始まる新しい価値創出 ソリューションの現状と展望

New Value-Creating Solutions Starting From IoT:
Current Status and Future Outlook

保川 幸雄 YASUKAWA, Yukio

安川 和行 YASUKAWA, Kazuyuki

福住 光記 FUKUZUMI, Mitsunori

① まえがき

(※1) IoT (Internet of Things) の一般的な意味は、あらゆるモノがインターネットに接続され、データが共有され可視化されることである。その本質は、収集したデータから新しい顧客価値を生み出し、これをもって社会に貢献することにある。現在では品質改善や効率化だけでなく、働き方改革などの社会課題に対する解決のキーテクノロジーとして種々のソリューションが発表され、今後ますます活用が広がると期待されている。

富士電機は、エネルギーと環境技術の革新を継続し、強いコンポーネントと高度な制御技術を駆使して、40年以上にわたって、電力の安定化・最適化、工場の生産性向上・省エネルギー（省エネ）、クリーンエネルギーの供給、食の安全・安心、などに貢献するソリューションを提供してきた。今日では、IoT の実用化による、より高度な顧客価値創出への取組みを加速している。

本稿では、このような IoT を活用した富士電機の新しい価値創出ソリューションへの取組みの現状と展望について述べる。

② IoT を活用した顧客価値創出技術の世界動向

世界規模での IoT およびそれを活用した価値創出に関する検討が活発に行われている。

本章ではこの中で、ドイツ、米国、日本における動向について述べる。

2.1 ドイツ

ドイツで2013年以降取り組まれている Industrie4.0 に関しては、コンセプトの適用先の模索

からそれによる価値創造へ、さらには他分野との協力や連携による価値向上へと、価値創出の観点では拡張方向に変化しており、コンセプトの成熟、普及は着々と進んでいる。

また、協力や連携という観点でいうと、ドイツ国内だけでなく、米国や中国などとの連携も進んでいる。日本とも2015年3月に協力を行うことで合意し、その後、共同文書を発行するなど具体的な活動につながってきている。

なお、標準化技術に関する検討も進められている。情報モデル、OPC-UA、AutomationMLなどに代表される既存かつ特定の標準化技術の活用提案が着々と進んでいる点も注目に値する。

2.2 米国

2014年に民間主導で設立された IIC (Industrial Internet Consortium) は、着々と会員数を増やし、富士電機をはじめ日本企業を含めた260社以上が参画している。

IICにおける主な二つの活動とその状況は次のとおりである。

(1) 技術・セキュリティのアーキテクチャ検討

会員外にも公開しているリファレンスアーキテクチャに関する議論を継続している。それ自身の成熟が進むとともに周辺の詳細技術の整理も進んでいる。中でもセキュリティに関する議論が活発化しており、他団体からも検討状況が注視されている。

(2) フィールド検証（テストベッド）

(※3) IICメンバーを中心としたエコシステムの形成およびアーキテクチャやコンセプトの実証や検証を行う。80社以上が参加し、活発にテストベッドの提案が行われ、2018年5月時点で29件が提案・承認されている。中には、上水道の運用効率化や改善を狙った

(※1) IoT

Internet of Things の略である。狭義には、あらゆるモノ（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) 顧客価値

製品やサービス、人財、イメージに対して顧客が適正と認める価値を指す。

“Intelligent Urban Water Supply” テストベッドのように、実証対象が製品化され、多数の事業者で実際に導入検証が行われるなど、単純な実証検証の枠を超えた取組みになっているものもある。また、2018 年 5 月時点で Industrie4.0 に参加する 38 団体とリエゾン締結が完了するなど、他団体とのつながりが拡大している。

2.3 日本

日本では、2017 年 3 月に経済産業省が目指すべき産業のあり方として、Connected Industries のコンセプトを提唱した。本コンセプトの具体化に向け、各団体による活動が継続しており、ロボット革命イニシアティブ協議会や、一般社団法人 インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブのように活動成果を公表する団体も現れている。

また、日本の強みである現場系での実績や経験を生かすために、インターネットや LAN を経由せずに、装置や機械の近くで高速に価値を創出する“エッジコンピューティング”の検討も進められている。2017 年以降は、“フィールドシステム”“Edgexcross コンソーシアム”といったエコシステムが形成されている。

③ 富士電機の IoT と顧客価値創出への取組み

3.1 富士電機における IoT の位置付け

富士電機は、パワー半導体、センサをキーデバイス

と位置付け、これらを活用した高性能・高機能なコンポーネントをラインアップしている。さらに、これらコンポーネント群とエンジニアリング技術、サービス技術、高度な最適制御技術および各種ソリューション技術によって、発電、エネルギーソリューション、インダストリーソリューション、食品流通などの分野を通じて、安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献している。富士電機は、顧客フィールドのあらゆる情報をデジタル化し、サイバー空間で新しい顧客価値を創出するフレームワークである IoT システムを、図 1 に示すようにシステムソリューションの中核に位置付けている。

3.2 顧客価値と創出技術

富士電機では主に、個々の製造業における顧客価値を四つに分類し、エネルギー利用の最適化、設備運用の最適化、操業の最適化、人財活用の最適化としている（図 2）。

これらの価値を創出するための技術をアナリティクス・AI と呼び、認識技術、診断技術、予測技術、最適化技術の四つの技術から構成している。富士電機では、フィールドデータの収集から、アナリティクス・AI を用いた顧客価値創出までをワンストップで提供しており、垂直統合型のサービスと呼んでいる。

さらには、異なる業種の企業がおのおのの強みを連携させるエコシステムも、新しい価値を生み出す。

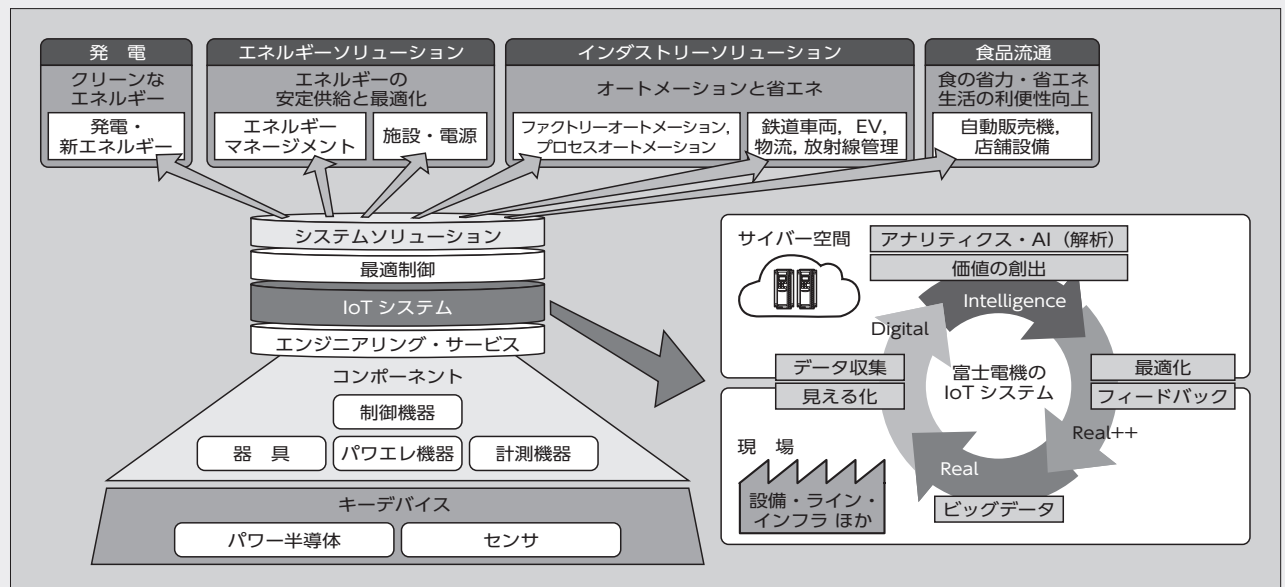


図 1 富士電機のシステムソリューションと IoT の位置付け

(※3) エコシステム

本来は、生物学における“生態系”を意味する言葉である。転じて経営・IT 分野では、複数の企業が商品

開発や事業活動などでパートナーシップを組み、互いの技術や資本を生かしながら、開発業者・代理店・販売店・宣伝媒体、さらには消費者や社会を巻き込み、

業界の枠や国境を超えて広く共存共栄していく仕組みをいう。

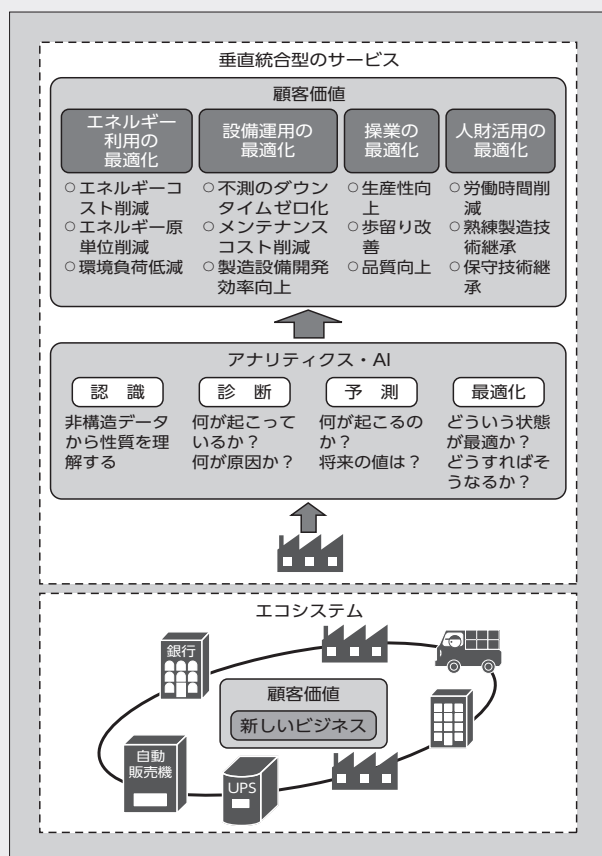


図2 顧客価値と創出技術

3.3 顧客価値創出ソリューション

3.2節で述べた顧客価値を創出するソリューションの開発事例を紹介する。

(1) エネルギー最適化ソリューション

地球温暖化対策としてのCO₂排出量を削減するために、世界的なエネルギーの規制や規格の強化が進んでいる。その中で、企業のエネルギー運用効率の目標値はますます厳しいものになっている。高い目標を達成するためには、統一された管理手法の下で、企業が一体となって取り組む必要がある。エネルギーマネジメントの国際規格ISO 50006は、エネルギー管理の対象とする建屋、装置ごとにエネルギー管理ユニット(EMU)を定義し、EMUごとにエネルギー消費原単位^(※4)や運用効率などのエネルギーパフォーマンス指標^(※5)(EnPI)を定義することで、さまざまなエネルギー効率化管理（エネルギー消費原単位削減、エネルギー変換効率改善など）を、統一された手法で行うことを定

めている。富士電機は、本規格に準拠したエネルギーマネジメントシステムを開発した。エネルギー消費原単位の悪化の期間、目標との乖離（かいり）度合いなどを監視できるほか、従来、熟練技術者に依存していたエネルギーロス要因解析を、実績データとアナリティクス・AIで自動診断する（130ページ“国際規格に準拠したエネルギー運用効率の改善——アナリティクス・AIを活用したEMSアドオン機能——”参照）。

製鉄所で使用されるエネルギーは、購入エネルギーと、生産によって生じる副生エネルギーに分類される。生産状況に応じて、これらエネルギーの需要と供給をバランスさせ、無駄なエネルギーを削減することが、製鉄所のエネルギー管理で最も重要な課題である。この課題を解決するため、海外製鉄所向けに、低コストで導入・運用が可能な発電設備のエネルギー最適化パッケージ「EMS-Package LITE」を開発した。本システムでは、従来、専門家による数か月にわたる試行錯誤が必要だった需要予測モデルやプラントモデルの作成を自動化した。顧客のエネルギー管理オペレータは、所定のフォーマットのExcelシートに、製鉄所の発電設備情報（ボイラ・タービン台数、設備特性情報など）や、過去の運用実績データを入力する。このExcelシートをシステムにアップロードすると、アナリティクス・AIが、改善目的別に六つのモデル（購入電力コスト、受電コスト、放熱量、ボイラの燃料配分、タービンの蒸気配分、タービンの抽気配分）を自動生成し、改善余地を視覚化してモニタに表示する。さらに、改善するために必要な、発電設備の最適運用計画を自動生成する。発電設備のオペレータはこの計画に沿って最適運用を行うことで、エネルギー運用効率の目標値を達成することができる（135ページ“発電設備のエネルギー最適化パッケージ「EMS-Package LITE」”参照）。

(2) 労働時間削減ソリューション

国内のコンビニエンスストアでは、少子高齢化に伴う人手不足や人件費高騰が進んでいる。社会インフラとしての性格が強く多様なサービスを担っているため、海外のように直ちに無人化することはできないものの、現行作業の改善による省力化が求められている。富士電機は、将来の無人化店舗を想定しながら、売り場を省力化するスマートショーケースの要素技術を開発している。コンビニエンスストアでは、一般におむすび

(※4) エネルギー消費原単位

単位量の製品を生産するために必要な電力、ガス、油などのエネルギー消費量の総量のことである。エネルギー効率を表すので、省エネの進捗状況を見る指標として使用されている。

(※5) エネルギーパフォーマンス指標 (EnPI)

エネルギー使用量やエネルギーの使途（用途）、エネルギー効率に関連する測定可能な結果を総称して、エネルギーパフォーマンス（エネルギー性能）と呼ぶ。具体的には、エネルギー使用量、ピーク電力、用途別

エネルギー消費量、各種のエネルギー効率などである。これらについて、組織が定めた定量的な値（または尺度）をエネルギーパフォーマンス指標（EnPI: Energy Performance Indicator）と呼ぶ。エネルギー性能を計測する物差しに相当し、組織の判断で目的ごとにいくつでも使用できる。

やサンドイッチ、弁当などの商品が縦列に並んで陳列される。このように陳列された商品の状態を常時監視し、先頭商品が購入されてなくなった時の商品前出しや補充作業、鮮度チェック作業など、店員の作業量が多い。スマートショーケースは、これらの作業の省力化のため陳列商品の名称、個数、状態を自動検出する。カメラを用いた画像認識技術による商品の識別技術と、棚面にマトリックス状に配置された、投影型静電容量方式のタッチパネルからなるパネルセンサを使った商品位置認識技術から構成される。特に、パネルセンサで検出した商品の底面形状から、個数や位置を認識する。おむすびやサンドイッチなどのように底面形状に個体差があるものは、アナリティクス・AI でノイズ成分を除去して認識精度を高めている（153 ページ“店舗作業の省力化に貢献するスマートショーケース”参照）。

(3) エコシステムソリューション

富士電機は、大型ディスプレイで商品画像などを表示するデジタルサイネージ自動販売機をラインアップしている。本デジタルサイネージ自動販売機は、販売する商品や背景などの画像情報をインターネット経由でダウンロードする仕組みを備えており、建屋内や街頭に設置された画像表示端末とみなせば、さまざまなビジネスに応用できる。そこで、広告配信機能を開発し、広告配信ビジネスとしての可能性を実証した。本ビジネスは、デジタルサイネージ自動販売機と広告配信システムを提供する富士電機、広告代理店、広告主、自動販売機オペレータ、ロケーションオーナー（鉄道会社、スーパーマーケット、病院など）、および消費者から構成されるエコシステムである。デジタルサイネージ自動販売機にカメラを搭載し、単に広告を配信表示するだけでなく、消費者の人数、年齢、性別、視線、時刻などの市場情報を収集する機能を設けた。実証試験の結果、これらの市場情報は、広告代理店にとっては、広告対象者の反応が推定できるので広告主を募る際に有効であることが分かった。また、自動販売機オペレータにとっては、データに基づいた売れ行き予測、ロケーションごとの適切な商品配置計画に有効であることが分かった。自動販売機を核にしたエコシステムで、新しい価値が創出されている（148 ページ“自動販売機を活用した新しい情報サービスソリューション”参照）。

(4) ものづくりソリューション

富士電機は、自社のものづくりにおいてデジタル化や IoT システムの活用により品質向上と原価低減に取り組んでいる（143 ページ“IoT を活用したものづくり改革”参照）。

(a) 生産準備のデジタル化

製品設計情報をデジタル化することで、3D-CAD

などのシミュレーションが可能となる。この結果、実機検証が前提であった、工程設計における製造性検証、生産ラインの最適レイアウト設計、ならびに自動化設備のソフトウェア検証などが、コンピュータでシミュレーションを行うことができるようになり、製造ライン立ち上げ期間が大きく短縮される。

(b) アナリティクス・AI による品質向上・省人化

半導体センサの製造工程においては、過去の製造実績データをアナリティクス・AI による診断機能を使って分析することで、歩留り不良原因を特定することができた。プレス工程においては、同じく診断機能でプレス機の諸データを常時監視し、不良発生（かす上がり）の予兆を検出することで、品質改善とともに監視要員の削減を図っていく。

(c) 熟練技術の継承

溶接作業は熟練技術者の高い技能に依存することが多い。そこで、各種センシング技術で溶接作業の出来栄をデジタル化し、技能教育に役立てている。また、画像認識も加えたセンシング技術で、難易度の高い溶接作業のロボットを開発し、品質の向上に取り組んでいる。

(5) IoT プラットフォーム

IoT システムをさまざまなソリューションに適用していくためには、フィールドからのデータ収集技術、データの分析・解析技術、ならびにデータを安全に扱うための高度なセキュリティ技術などを集約した技術基盤が不可欠である。このような技術基盤として、IoT プラットフォームを開発した。図 3 にその範囲と構造を破線で示す。オープンソースサービスなどのオープン技術と富士電機独自の技術を組み合わせて、開発期間の短縮、アプリケーションのポータビリティ、および差別化を実現した（157 ページ“富士電機 IoT プラットフォームの全体像”参照）。

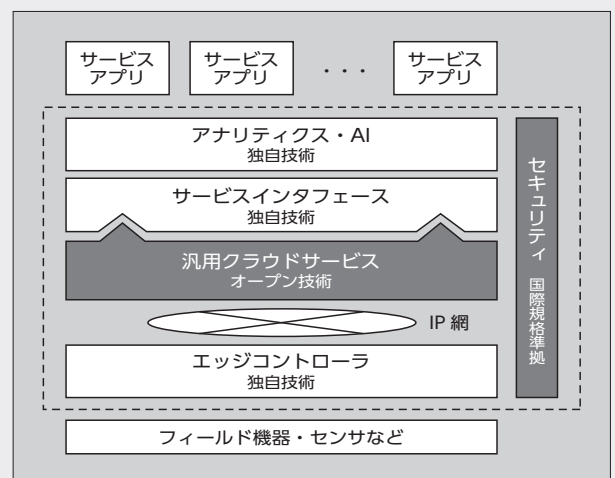


図3 IoTプラットフォームの構造

4 今後の展望

4.1 アナリティクス・AI の技術拡充

機械学習をベースにした解析・推論技術は、データの質・量と解析結果の根拠を軸に、図4のように分類できる。特に産業用途では、安全性や信頼性の面から、データの質と推論根拠の明示が重要視されている。富士電機は以前からこの領域にフォーカスしており、今後も特徴ある技術開発、ならびに専門のデータサイエンティストでなくとも実用可能なツール開発を継続していく。

4.2 フィールド側での価値創出

エッジコントローラの一般的な目的は、フィールド機器などをセキュアにサイバー空間に接続することである。さらには、IP 網のトラフィックの軽減のために、収集データを一次加工したり画像データと同期させたりするなど、コンテキストデータ化と呼ばれるフィールド側でのデータ価値を高めることも要求される。富士電機は、「OnePackEdge（ワンパッケージ）システム」を開発し、要求に応じている（139 ページ「OnePackEdge システム」によるデータ価値の創出参照）。産業や発電分野では、診断や分析などの価値創出にミリ秒単位のレスポンス性能が求められる場合が多い。これらの要求には、IP 網・サイバー空間経由では応えられない。そこで、OnePackEdge システムにアナリティクス・AI を搭載するなど、フィールド側での価値創出の要求に応じていく。

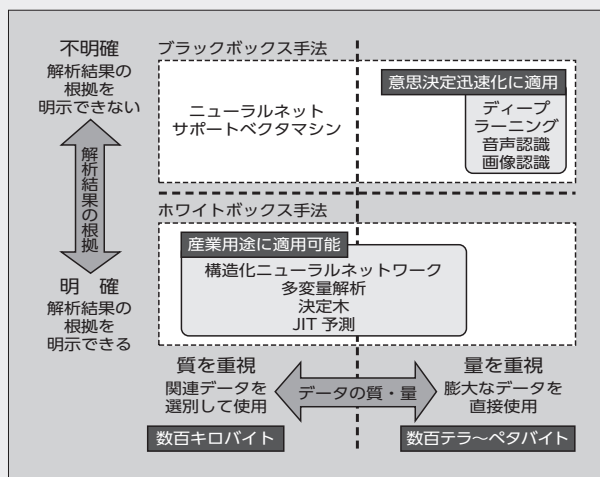


図4 機械学習の分類

4.3 IoT の先にあるもの

モノをサイバー空間につなげる IoT 技術は、今後、モノ同士が自律的につながる形に進化していく。モノの定義は、人財や業務などのアクティビティを包含し、サービスに拡張される。サービス同士がつながるためには、経路としてのネットワーク、ネットワークとのインタフェース（OPC-UA など）、サービス同士の共通言語としての情報モデル、さらにはその記述法（AutomationML など）が共通化される必要がある。既に IEC と ISO は連携して Smart Manufacturing に関する標準化作業を進めている。サービス同士のインタフェースが標準化されると、例えば、製造業者が受注に応じて、最適な他社の製造設備を随時選択し製造委託することが現実になる。同時に、さまざまなサービスを企業間でシェアすることが現実になる。これは、今必要なイノベーションを外部から調達し、自社システムに容易に組み込むことが現実になることを意味する。

IoT の先には、オープンイノベーションがある。

5 あとがき

世界レベルで具体化が進んでいる IoT による価値創出を俯瞰（ふかん）しながら、富士電機の新しい価値創出ソリューション、およびその技術面について現状と展望を述べた。

今後とも、世界の標準化動向を注視しながら、富士電機独自の技術開発にも注力し、顧客価値の創出に努めていく所存である。

参考文献

- 近藤史郎, 福住光記. IoT新時代の計測・制御ソリューションの現状と展望. 富士電機技報. 2016, vol.89, no.3, p.138-145.
- "Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems". National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce. <https://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8107>, (accessed 2018-07-20).
- 小田信二. Smart Manufacturingの国際標準化活動に見る技術動向. 計測と制御. 2018, 第57巻, 第1号, p.19-23.
- "PLATFORM INDUSTRIE4.0 working paper

(※6) サービス

さまざまな業務アプリケーションまたはその機能の一部をコンポーネント化し、これらに必要に応じて選択、結合して新たなアプリケーションシステムを設

計する手法を、サービス指向アーキテクチャ（SOA：Service Oriented Architecture）と呼ぶ。このコンポーネント化した単位をサービスと呼ぶ。オブジェクト指向におけるオブジェクトの概念を包含するが、

サービスをネットワーク上で連携できるなど、オブジェクトに比べて、より疎結合な点が特徴である。

Aspects of Research Roadmap in Application Scenarios". Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/aspects-of-the-research-roadmap.pdf?__blob=publicationFile&v=10, (accessed 2018-07-20).

- (5) “平成28年度製造基盤技術実態等調査（第4次産業革命における「知」のシステム化対応の実態調査）報告書”. 特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合. http://www.trafst.jp/archive/IRsys_Report_20170331.pdf, (参照 2018-07-20).



保川 幸雄

IoT システム，研究開発のデジタル化推進および富士電機のイノベーション創出活動全般に従事。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長。



安川 和行

IoT プラットフォーム構築，IoT 活用ビジネス開拓推進に従事。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。