

日本ユニシスのIoTビジネス戦略

藤原雄介、杉山雅和

要約 ハードウェア・ソフトウェアの進歩により、様々なモノがネットワークに繋がることでその価値を増大するIoTと呼ばれる分野が急速に進展し、市場規模も拡大している。日本ユニシスはIoTビジネスに積極的かつ戦略的に取り組んでいる。日本ユニシスのIoT分野に対するビジネス戦略はビジネスエコシステムの形成であり、その実現を目的としてIoTビジネスプラットフォームを開発した。拡張性を持たせた設計により、ユーザーの多岐にわたる要望もスムーズに適用し、IoT案件の実現に貢献している。

1 はじめに

昨今、IoT（Internet of Things、モノのインターネット）と呼ばれる領域が注目を浴びている。その背景にはIoT実現のための金銭的・技術的な障壁が低くなってきたことがあり、国内の市場規模は2021年には19兆円を超えると予測されている^[1]。

IoTはICT業界における次なる成長分野と見なされているとともに、制御機器、センサーなどのハードウェア業界とのビジネスエコシステムの形成が求められる分野でもある。技術的な視点で言うと、IoTは、従来から存在するM2M（Machine to Machine、機器間接続）による、センサーや制御機器からの情報収集・遠隔制御を、現行の技術を活用して発展させたものと言える。具体的には、クラウドコンピューティングの特徴を活用し、より広域への展開、安価な機器の活用、ビッグデータの収集、蓄積、分析、B2C要素を加えたものと言える。そのため、M2Mや制御システムの世界と、クラウドやビッグデータの世界の両方の技術が必要となる。

日本ユニシス株式会社（以降、日本ユニシス）では、IoTを使ったICTシステム、ICTサービスを推進していくため、「IoTビジネスプラットフォーム」というシステム基盤を開発した。本稿では、まず2章において日本ユニシスのIoT戦略について概観し、続く3章では昨今のICT業界およびIoT境界を取り巻く情勢を整理することで、IoTビジネスプラットフォームに求められる要求や制約事項を整理する。そして4章にて、それらを解決するIoTビジネスプラットフォームの設計コンセプトについて解説する。

2 日本ユニシスのIoT戦略

M2Mから続くIoTのエコシステムの中での、日本ユニシスの立ち位置を整理する。日本ユニシスはメインフレームベンダーからシステムインテグレーターへと変遷し、様々な業種、業態で情報システムを構築してきた実績がある。そのため、日本ユニシスの目指すIoTとは、センサーからの情報収集、可視化・分析・予測にとどまらず、その集めた情報を業務システムと連携させる、業務の一環として組み込むところまで引き上げるといった、IoTシステム全体の構築をターゲットとしたものである。その対象はB2B市場であり、従来の業務システムで得たノウハウや実績を活かして価値を提供する。

IoTの分野では、独自のセンサー技術を持つがインターネットの世界との接続という点で課題を抱えるものづくりベンダーや、世界で類を見ない先進的なAI技術を持っているがシステムとして成立させるためのシステムエンジニアリングに課題を抱えるベンチャーなどが存在する。また、インターネット側、言い換えるとクラウド側については、ほとんどのリソースがビッグ3と呼ばれるメガクラウドベンダー（Amazon Web Services、Microsoft、Google）に集約されており、地球規模で基盤技術・適用技術のエコシステムが回っている状況である。彼らの知見をつなぎ、ビジネスのエコシステムとしてIoTシステム全体を設計し、技術のエコシステムを活用、またエコシステムの一員として貢献し、顧客や社会の課題を解決するシステムや情報サービスを提供していくのが、現在の日本ユニシスのIoT戦略である。この戦略は、20世紀に見られたような、ソフトウェアや要素技術を単体で販売していくモデルに比べて直感的ではないが、これからのICTビジネスの在り方としては標準的なものになるであろう。

3 IoTを取り巻く環境

IoTという用語の持つ意味合いは広く、また新しい考え方である。IoTの周辺領域も急速に変化を続けており、その動向に追従し対応し続ける必要がある。本章では現在のIoTを取り巻く環境について説明し、またIoTの実現に向けた課題を提示する。

3.1 IoTのエコシステム

IoTのエコシステムにおいては、クラウドやWeb系のシステムを構築してきたICTベンダーと、M2Mや制御系のシステムを構築してきたOTベンダー（OT=Operational Technology）の協業が不可欠である。1章で述べたように、IoTはM2Mの技術をベースとしており、M2Mの分野では、制御系システムのベンダー、各種センサーデバイスメーカーが長年にわたり技術を開発・蓄積してきた。そのため、ICTベンダーがIoTの分野でビジネスを行う上で、ICTベンダーの知見を活かすことはもちろん、OTベンダーの知見も活かし、いかに協働していくかが重要となる。すなわち、制御システムや機械に関してはOTベンダーの知見を活かし、そこからのクラウドへの接続、クラウド側の各種ソフトウェアにICTベンダーの知見を活かす。そして、システム全体の整合性はICTベンダーが取りまとめ、機器の運用や管理はOTベンダーが取りまとめていくという役割分担で、エコシステムが形成される。

OTとICTとの連携によるエコシステムの形成について考察し、IoTシステムを構築するには、ICTのエコシステムについての理解と、OT側の現状と課題を洗い出す必要がある。次節よりそれらについて説明する。

3.2 ICTのエコシステム

昨今のICT業界のエコシステムのうち、IoTに関わる部分、具体的にはクラウドサービスの現状とIoT実施における課題について振り返る。

2006年のAWS（Amazon Web Services、当時はAmazon EC2とAmazon S3のみ）のサービス開始^[2]、2010年のAzure（Microsoft Azure、当時の名称はWindows Azure）のサービス開始^[3]を経て、クラウドコンピューティングは一般的なものとなった。2017年現在、業界の首位であるAWSと、それを追撃するAzure、独自の思想ながらも存在感を示すGCP（Google Cloud Platform）というトップ3による競争が続いている^[4]。ユーザーからのフィードバック

を貪欲に反映し続け、互いに足りない機能を補完しあう3社は、毎週のように新機能をリリースしている。たとえば、Azure の IoT 機能に限っても、月1回以上のペースでクラウドサービスの機能がリリースされている^[5]。こうした状況から、各 ICT ベンダーやアプリケーション開発者はクラウドサービスを使用することで IoT におけるベストプラクティスを容易に利用することができ、その余剰リソースをサービスの差別化や独自性の創出に注ぐことができる。こうしてクラウドサービスの利用が増えることで、クラウドサービスの上にエコシステムを形成し、ユーザーからのフィードバックをもとにクラウドサービスに機能が追加されたり、ユーザーグループで情報の共有や開発の推進がなされてクラウドサービスの普及が進んだりするなど、クラウドベンダーとユーザー双方にとって利益のある好循環が生まれている。

このようにクラウドサービスを取り巻くエコシステムが形成され活用の幅が広がる一方、そのエコシステムに入り込めなかったり進展のスピードに追い付けなかったりすると、ビジネス面でも技術面でも大きく遅れをとることになる。そのため IoT システムを提供する ICT ベンダーは常にその動向をキャッチアップし、クラウドサービスを適切に利用・連携できる力が求められる。

3.3 OT 側の現状

OT の世界は、頻繁なリリースと改善を繰り返す ICT、特にクラウドサービスに関わる界限とは異なり、インターネットなどの外部ネットワークから遮断した状態で、長期に安定して運用を続けるという文化がある。OT の世界でも、クラウドなどの新技術に対する機運は高まっているが、特に実際のシステム運用にあたって、これまでの慣習や文化から形成されたプロセスや考え方を一朝一夕で変えることはできない。一方で、IoT は ICT と OT との連携、具体的にはクラウドコンピューティングの技術を使用したデータの収集や活用が目的となる。したがって、IoT システムを構築する上では、特にセキュリティと運用の面から、どのように ICT と OT のギャップを解消するのか、あるいは緩衝するのが重要となる。

また、OT の世界でも、機器間の通信を円滑に行えるよう、多くの業界標準が策定されている。たとえば、様々な機器の情報を集約し、経営情報システムなどの ICT の世界との接続で使用される OPC-UA (OPC Unified Architecture)、制御する側とされる側の機器の接続で用いられる Modbus、ビル管理システムの標準プロトコルである BACnet などである。それら業界標準の通信手順や通信形式に準拠することで、OT の世界でも様々な機器同士の相互運用が可能になっており、各種機器メーカーは業界標準に準拠する新製品を市場投入している。

しかしながら、ICT の世界での相互運用の仕組み、たとえば SOAP などがそうであったように、各社の実装差異により、標ぼうされていた相互運用が簡単に果たせない場合も多い。そのため、実際に OT と ICT との橋渡しを行い、システム全体を設計・構築していく役割が求められている。

3.4 OT 側の課題

IoT、特に B2B 向け IoT の実現に際して考えられる OT 側の課題を以下に挙げる。

1) 多種類の通信モジュールの開発

センサーからのデータ収集は様々なセンサーから多様な通信プロトコルで行うことにな

る。センサーごと、プロトコルごとに通信モジュールを開発することは多大な手間であり IoT 案件の立ち上げを阻害する要因となる。

2) 膨大な量のデータの保存

工場での設備監視を例にすると、たとえば 10 か所の工場にそれぞれ 100 の設備があり、それぞれの設備に 10 個のセンサーを設置したとする。各センサーが 1 秒ごとにデータを送信したとすると、1 日で 864,000,000 件の件数となる。仮に 1 件の送信データサイズを 100Byte とすると、1 日で 86.4GB ものデータ量となる。設備状態の分析や機器の異常検知のための学習データとして利用することを考えると、収集したデータは全て保存することが望ましい。しかしながら、保存先をオンプレミスのデータベースサーバのような形で OT ベンダーに設置するとして、その電源やネットワークを含め十分なファシリティを用意できる OT ベンダーは限られる。またそのような膨大なデータ量に対してストレージの拡張容易性も求められるが、多数の拠点が存在することを考えると、低コストで実現することは難しい。

3) デバイスの管理とメンテナンスの煩雑さ

IoT システムの運用中には、設置したデバイスの状態の把握や設定の変更が必要になることがある。しかし、2) で述べたようにデバイスが設置される場所は工場などの遠隔地であるケースが多い。そうした場合、都度現地に赴いてデバイスに接続しメンテナンスをすることは現実的ではない。またデバイスが多数になるとその管理も煩雑になるため、中央で一覧・一括して行えることが望ましい。

4) ネットワーク品質の確保と維持が困難

IoT の現場は工場や屋外など様々な場所が想定される。しかしそのような環境ではセンサーから頻繁に送られてくるデータを逐次クラウド環境などに送信するのに十分なネットワーク環境を確保することは難しい。

このように IoT 案件は、PoC (Proof of Concept : 概念実証) はもとより実運用を考えるとその実現に様々な課題を抱えている。その課題を解決し、IoT の導入を容易にすることを目的として、日本ユニシスは「IoT ビジネスプラットフォーム」を開発した。次章では IoT ビジネスプラットフォームのコンセプトとアーキテクチャ、そして課題を解決するために提供する機能について説明する。

4 IoT ビジネスプラットフォーム

本章では前章で整理した IoT の周辺環境をもとに、どのようなコンセプトで IoT ビジネスプラットフォームを設計し、どのように課題を解決するシステム基盤として開発したかについて述べる。

4.1 コンセプトとスコープ

2 章で述べたように、日本ユニシスが目指す IoT は、様々な業界を巻き込んだエコシステムとしての、トータルな IoT システムである。したがって、それらの業界の変化をタイムリー

に取り込み、つなぐ部分に焦点をあて、組み合わせを定義することでプラットフォームとした。これにより、クラウドの進化に追随し、最新の技術やベストプラクティスを取り込みやすい構造としている。

また、IoTビジネスプラットフォームは、集中管理や各種クラウドサービスと連携するためのクラウド側と、プロトコルの多様性やデータ量の課題に対する解を提供するフィールド側で構成されている。ここで、フィールドとは、クラウドに接続するIoT機器の設置場所という意味合いである（ICTに対比する文脈での「OT」のように、クラウドに対比して「フィールド」という）。以降、クラウド側とフィールド側それぞれについて解説する。

4.2 アーキテクチャ

IoTビジネスプラットフォームは大別してフィールド側アプリケーションとクラウド側アプリケーションの2層からなる。本節ではそれぞれのアーキテクチャについて紹介する。

4.2.1 フィールド側アプリケーションアーキテクチャ

フィールド側アプリケーションは主にセンサーやカメラといったデバイスや産業機器からデータを受け取り、クラウド側アプリケーションへ送信する機能を提供する。またクラウド側アプリケーションから指定されたコマンドを実行するなどの管理用機能も有する。フィールド側アプリケーションアーキテクチャを図1に示す。

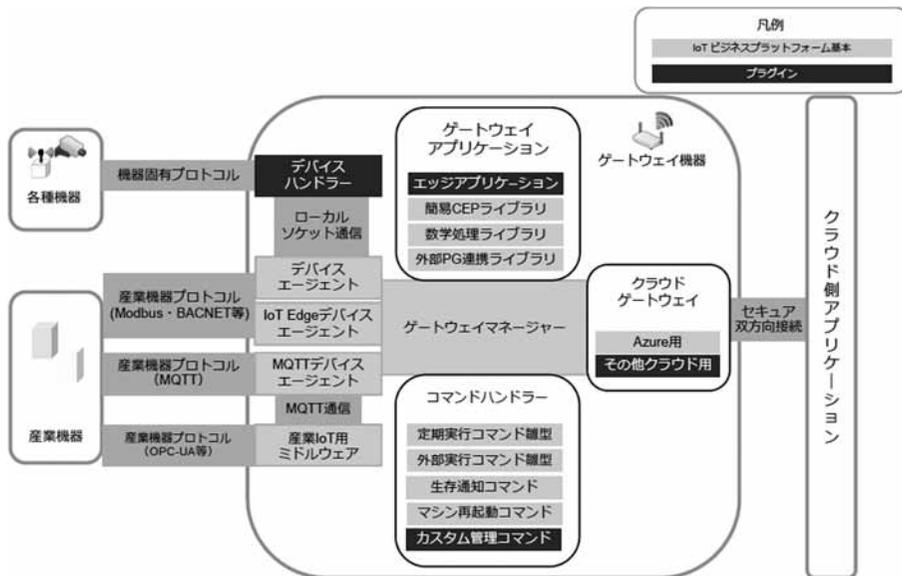


図1 フィールド側アプリケーションアーキテクチャ

フィールド側アプリケーションは、デバイスと通信するデバイスハンドラーやエージェントなどを総称したデバイス連携、デバイスから送信されたデータを処理するゲートウェイアプリケーション、エッジコンピューターでコマンドを実行するためのコマンドハンドラー、クラウド側アプリケーションと通信するためのクラウドゲートウェイ、そしてそれらを管理するゲートウェイマネージャーからなる。これらの構成要素のうち、前章で述べた課題解決につながる

機能であるデバイス連携、ゲートウェイアプリケーション、コマンドハンドラーの機能の概要をそれぞれ表1、表2、表3に記す。

表1 デバイス連携の機能一覧

機能名	機能概要
デバイスハンドラー/デバイスエージェント	TCP/IP プロトコルを用いて任意のデバイスと通信することができる。
IoT Edge デバイスエージェント	Azure の機能をフィールド側で実現する Azure IoT Edge と連携する。Modbus による通信ができる。
MQTT デバイスエージェント	MQTT プロトコルをサポートする任意の IoT デバイスと通信することができる。
産業 IoT 用ミドルウェア	産業 IoT を対象とする 3rd パーティー製のミドルウェアと連携する。OPC-UA による通信ができる。

表2 ゲートウェイアプリケーションの機能一覧

機能名	機能概要
エッジアプリケーション	デバイスから送信されたデータを加工する処理を C# または Java で記述することができる。
簡易 CEP ライブラリ	デバイスから送信されたデータの合成・変換・フィルタリング・時系列処理（ウィンドウ処理）を宣言的に記述することができる。
数学処理ライブラリ	数学・統計処理を自ら実装することなく、外部ライブラリを使用することができる。

表3 コマンドハンドラーの機能一覧

機能名	機能概要
定期実行コマンド雛形	あらかじめ定めたプログラムを定期的に行うための雛型である。
外部実行コマンド雛形	あらかじめ定めた OS コマンドを任意のタイミングで行うための雛型である。
生存通知コマンド	機器とクラウド側との接続が有効であることを確認するために定期的に通信を行う。
マシン再起動コマンド	クラウド側から選択した機器を再起動する。

表1に示したデバイス連携機能では、IoTに使われる主要なプロトコルでの通信方法を事前に確立することで、案件に応じて使用される様々なデバイスとの通信に対応することができる。また表2のゲートウェイアプリケーションを用いることで、フィールド側にて容易にデータの加工や集計ができる。そうして送信データ量を少なくすることで低帯域のネットワーク環境においても送信遅延を低減できる。遠隔地に配置したデバイスの状況を確認するにはコマンドハンドラーを利用する。

このようにいくつかの組み込みの機能を提供することに加え、IoT ビジネスプラットフォームでは実際の IoT 案件に対して迅速・柔軟にカスタマイズできることを重要視しており、こ

これらの機能を必要に応じて実装・活用し、IoTで想定される様々なデバイスとの通信やエッジコンピュータの管理、クラウド側との通信が実現できる。

4.2.2 クラウド側アプリケーションアーキテクチャ

クラウド側アプリケーションは、主にフィールド側アプリケーションから送信されるデータのキューイング、ストリーム処理を始めとしたCEP（Complex Event Processing）またはESP（Event Stream Processing）と呼ばれる処理や蓄積を行うデータ処理機能と、フィールドに配置するデバイスの認証や死活監視を行うデバイス管理機能からなる。そのアプリケーションアーキテクチャを図2に示す。

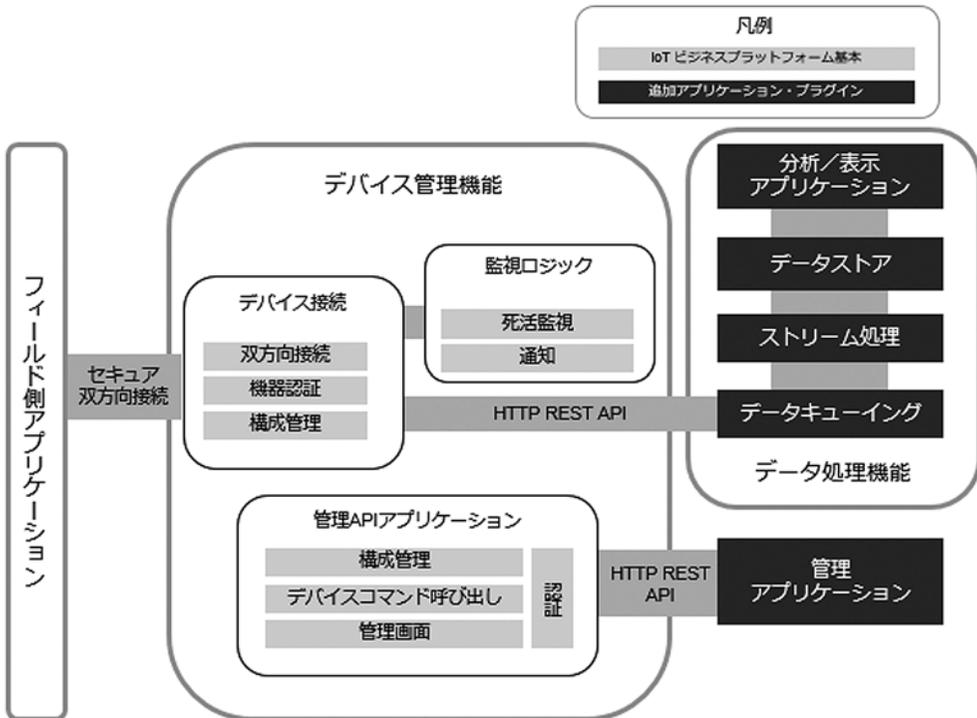


図2 クラウド側アプリケーションアーキテクチャ

データ処理機能はクラウドサービスを利用して実装している。そのアーキテクチャはどのクラウドベンダーのIoT関連サービスを利用するかにより変わるため詳細は割愛し、本項ではデバイス管理の機能を紹介する。

昨今、センサーやデバイスの低価格化やIoT関連クラウドサービスの台頭により、PoCを含めてIoTに関する取り組みを始めることの障壁は低くなった。しかし、3.4節で述べたように大規模環境での実運用を想定すると考慮すべき点は多くある。たとえば、IoTの現場では複数の拠点・工場にある監視対象機器ごとにセンサーを取り付けてデータを収集するため、多数のセンサーやデバイスのステータスや設置先、ゲートウェイとの対応関係などを管理し可視化することが求められる。2章で述べたように日本ユニシスはIoTに関してB2Bを中心として実運用までを見据えたプラットフォームの提供を掲げているため、システム全体として必要と

考えられる機能を実装し、デバイス管理機能として提供する。

デバイス管理機能はユーザー制御、死活監視、通知、構成管理、デバイス制御の5機能からなる。各機能の概要を表4に示す。また、構成管理とデバイス制御機能の詳細な機能一覧をそれぞれ表5、表6に示す。

表4 デバイス管理の機能一覧

機能名	機能概要
ユーザー制御	デバイス管理機能を利用するユーザーの認証および権限制御を行う。
死活監視	登録されているデバイスとの接続が有効かどうかを、データ送信の有無とコマンドハンドラーの生存通知コマンドの結果をもとに確認する。デバイスとの接続が途切れた場合には通知機能を介してユーザーに通知する。
通知	死活監視機能など他の機能からメッセージを受け取り、指定したメールアドレスに送信する。
構成管理	登録した機器とのみ通信を許可するための構成情報を管理する。
デバイス制御	フィールド側に設置した機器の状態をクラウド側から取得・制御する。

表5 構成管理の機能一覧

機能名	機能概要
機器追加・削除・変更	機器構成情報の追加・削除・変更を行う API および Web 画面を提供する。
機器情報一覧表示	登録されている機器の階層構造を一覧表示する API および Web 画面を提供する。

表6 デバイス制御の機能一覧

機能名	機能概要
データ送信開始・停止	クラウド側からフィールドの機器に対してデータ送信の開始・停止指示を行う API および Web 画面を提供する。
機器設定変更	クラウド側からフィールドの機器に対して設定情報を変更する API および Web 画面を提供する。
ログ収集	フィールド側アプリケーションの動作ログをクラウド上のストレージへ定期的またはオンデマンドでアップロードする。

簡単には訪れることができない環境にデバイスを設置したり、設置したデバイスが多数になっても、デバイス管理機能はクラウド側からデバイスを監視・管理することができる。これらの機能を組み合わせることで、B2BにおけるIoTシステムとして必要な機能を補完し、ユーザーのIoTへの取り組みを促進する。そうして様々なユーザーがIoTビジネスプラットフォームを利用することでエコシステムを形成し、フィードバックをもとに機能の拡充や、適用事例の蓄積から得た知見をもとにIoTシステム全体のコーディネートをすることで、ユーザーによりよい価値を提供することができる。

4.3 連携

IoTビジネスプラットフォームは前節で述べたように外部デバイスやWebサービスと連携することができ、ニーズに合わせて柔軟に拡張することができる。本節ではフィールド側、クラウド側でそれぞれの連携先として考えられるケースや例を挙げる。

1) フィールド側でのデバイスとの連携

IoTビジネスプラットフォームはその性質上、様々なセンサー機器や産業機器と接続しデータの取得やデバイスの管理を行う。IoTビジネスプラットフォームは4.2.1項表1のように業界標準の各プロトコルに対応するモジュールを備えているため、IoTで使用される多種多様なデバイスと接続することができる。たとえばデバイスとのMQTTでの通信には、MQTTデバイスエージェントを用いる。なお、標準機能では満たせない要件がある場合には、個別にカスタマイズすることも可能である。

2) フィールド側での機械学習ツールとの連携

IoTの現場では、機械学習技術などを用いてデータの予測をリアルタイムに行いたいといったニーズがある。しかしIoTを実際に適用する工場や屋外など、多くの環境ではネットワークの帯域が貧弱であり、十分な計算リソースを持ったクラウドなどにデータを送信して機械学習による予測結果を取得する、といった方法ではリアルタイム性を損ねる可能性がある。IoTビジネスプラットフォームでは機械学習機能を提供する産業IoT用ミドルウェアとの連携やプラグインによる外部ライブラリ、自作ロジックの適用により、フィールド側で機械学習を適用することで、リアルタイム性を維持している。

3) クラウド側でのビッグデータサービスとの連携

3.4節で述べたようにセンサーから送信されるデータ量は膨大になるが、それをフィールド側で保存するには様々な課題がある。IoTビジネスプラットフォームではクラウドベンダーの提供するビッグデータストレージサービスにデータを保存している。ログや一時ファイルといったデータであればAzure BlobストレージやAmazon S3、センサーからの出力のような逐次データであればAzure Cosmos DBやAmazon DynamoDBといったNoSQLストレージサービス、整形後の構造化データはAzure SQL DatabaseやAmazon RDS、Amazon AuroraといったRDBMSサービスを利用することで、拡張容易性や高可用性といった恩恵をすぐに受けることができる。また、保存したデータを分析する際には、Azure Data LakeやAmazon Redshiftといったデータウェアハウスサービスを利用することで容易に分析環境が得られる。

4) クラウド側でのBIツールとの連携

IoTを適用している現場では、センサーから送られる情報を可視化することで状況を把握し、現状の整理や意思決定に役立てたいというケースが多くある。送信されるデータをリアルタイムに表示する画面や、蓄積したデータを可視化するアプリケーションを作成することでその要求は実現できる。しかし、そのような場合BI (Business Intelligence) ツールを利用することで、より効率的かつ高機能な画面の作成が期待できる。そのためIoTビジネス

プラットフォームでは Power BI や Tableau といった製品を用いて可視化することも想定している。

5) クラウド側での AI 関連サービスとの連携

上記2) でリアルタイム性が求められる場合の機械学習の適用について述べた。しかし、リアルタイム性は求めないが人工知能のような高度なアルゴリズムや最新の研究成果を活用するケースも想定される。3.2 節で紹介したクラウドベンダー各社は学術界からの優れた人材の招へいや先端技術を持つ企業の買収により人工知能分野において最先端の研究を行い、その成果をクラウドサービス化という形でユーザーに提供している。そのためユーザーは専門的な知識を必要とせず容易に人工知能技術を利用できる。たとえばカメラに写っている物体を判定するようなケースでは、Google 社の Cloud Vision API や Microsoft 社の Cognitive Services の一つである Computer Vision API といった画像認識サービスを使用することで実現できる。IoT ビジネスプラットフォームはクラウド側が上がってきたデータを蓄積するだけでなく、その活用までを考慮している。そのため4) の BI ツールとの連携と同様、データを AI 関連サービスに適用しアプリケーションに手早くインテリジェントな機能を加えることができる。

IoT 案件は、その利用目的により要望が多岐にわたるため、必要十分な機能を持った汎用的なプラットフォームを作成することは難しい。しかしこのように拡張性を持たせた設計とすることで、汎用的に使用できる箇所はそのまま適用し、案件独自のニーズに対しては適宜外部サービスと連携・拡張することでスムーズに適用を行い、IoT の実施に貢献している。

5 おわりに

本稿では IoT 分野における日本ユニシスのビジネス戦略と、IoT 分野のエコシステムについて述べた。また IoT 分野が抱える課題を解決し、ビジネス戦略を実現するためのプラットフォームとして開発した IoT ビジネスプラットフォームのコンセプトとアーキテクチャについて紹介した。

現在日本ユニシスでは IoT 分野において複数の PoC 案件・実案件を運用している。IoT ビジネスプラットフォームを用いることでスムーズに IoT の適用を開始することができる。また、案件を運用する中で生まれる様々な要求・要望にも、クラウドサービスとの連携を始めた拡張性の高い設計により容易に機能を追加し応えることができる。

最後に、IoT 分野はハードウェア・ソフトウェアの進展によりますます普及することが見込まれる。日本ユニシスはその潮流に乗りエコシステムを形成するためのプラットフォームとなることを目指し、ユーザーが求める IoT 案件の適用を推進するため、IoT ビジネスプラットフォームの価値を継続的に向上させる。

- 参考文献**
- [1] CPS/IoT の利活用分野別世界市場調査の発表について、一般社団法人 電子情報技術産業協会 プレスリリース, 2017年12月19日。
<https://www.jeita.or.jp/cgi-bin/topics/detail.cgi?n=3455>
 - [2] “AWS 10年の歩み～沿革～”, Amazon Web Services, Inc., 2017.
https://aws.amazon.com/jp/aws_history/details/
 - [3] “日本マイクロソフト沿革”, 日本マイクロソフト株式会社。
https://news.microsoft.com/ja-jp/corporate_history/
 - [4] “Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide”, Gartner, Inc., 15 June 2017.
<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2G2O5FC&ct=150519>
 - [5] “Azure の更新情報”, 日本マイクロソフト株式会社
<https://azure.microsoft.com/ja-jp/updates/>

※上記参考文献に含まれる URL のリンク先は、2018年2月7日現在の存在を確認。

執筆者紹介 藤原 雄介 (Yusuke Fujiwara)

2004年日本ユニシス(株)入社。Windows、.NET系でのアプリケーションフレームワークの開発・主管、システムアーキテクチャ設計等の業務に従事。2016年より、IoT ビジネスプラットフォームの設計・開発に従事。



杉山 雅和 (Masakazu Sugiyama)

2013年日本ユニシス(株)入社。小売業向け需要予測システムの主管を経て、機械学習分野における製品開発や技術調査・適用に従事。2017年より、IoT ビジネスプラットフォームの開発・適用を行う。

