

IoTのグローバル・トレンドとIBMの取り組み

2011年以降、海外ではIoT(Internet of Things)に関連した国レベルのイニシアチブがスタートしています。本稿では、国内外のIoT動向、従来のITとIoTとの要件の差異、およびIBMのIoTを支えるテクノロジーやソリューションに関して解説していきます。IoTのTの部分であるモノについては、センサーなどの部品から車・飛行機などの完成品まで、求められる要件やユースケースが異なります。従ってここでは特定のモノを前提とせず、IoT全般の方向性や課題などを解説することを目的とします。

▶ IoTの国内外の動向

■ドイツ

現在ドイツでは「Industrie 4.0」と呼ばれているイニシアチブを官民学を挙げて推進しています。Industrie 4.0は2011年にドイツのハノーバーで開催されたイベント(ハノーバーメッセ)で発表され、文字通り第4次産業革命の実現を主な目的としています。製造の分野では、18世紀の水蒸気、19世紀の電気、20世紀のコントローラーといった当時の最先端技術によって、劇的な変革を実現してきましたが、第4次産業革命の主題はサイバー・フィジカル・システム(Cyber Physical Systems:CPS)の実現です(図1)。

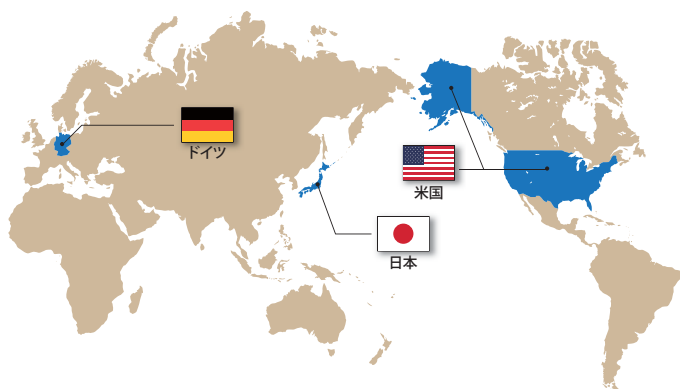
CPSは2025年までにドイツが目指す国の姿として、ドイツ工学アカデミー(acatech)から出版された資料「Cyber Physical Systems – acatech Position Paper」[1]に詳細に記述されています。フォーカスする分野として医療、モビリティ(移動体)、エネルギー、製造の四つが挙げられ

ており、それぞれの分野において二つのテクノロジー、すなわち、機器や車などのモノに組み込まれたソフトウェアとインターネットに代表されるグローバル・ネットワークが、そのコア技術として位置付けられています。この二つの技術こそIoTを支える要素であり、IoTによるCPS実現における製造分野での具体的なアプローチがIndustrie 4.0と言えるでしょう。

■米国

米国では2014年3月に米国の企業5社(GE、Cisco、AT&T、Intel、IBM)が中心となって「Industrial Internet Consortium(IIC)」[2]が設立されました。目的はドイツのCPSと同様、モノとインターネットの融合、すなわちIoTによるイノベーションの実現ですが、ドイツのイニシアチブが国主導であるのに対して、IICは企業主体の活動となっています。

IICの運営には、分散オブジェクト技術であるCORBAの標準化や普及で知られているObject Management Group(OMG)が主導的役割を果たしています。OMGは過去約20年にわたってマルチベンダー環境におけるアプリケーション間相互接続をCORBAで実現してきた実績を踏まえ、接続のスコープをアプリケーションからモノのレベルに拡大することを意図しているとみられています。現にIICからは接続認定のためのテスト環境が提供されており、モノ同士あるいはモノとアプリケーションが通信する際の接続性保証という観点で重要な役割を果たすことになるでしょう。IICでは三つの要素、す



なわち「インテリジェント機器」「高度なアナリティクス」「人」をイノベーション実現のためのコアと位置付けており、このコアの連携により航空、電力、医療、鉄道、治安、交通、石油&ガスなどの分野で生産性、エネルギー効率、運行効率などを改善することを目標として掲げています。

■日本

製造業が基幹産業である日本においても、こうしたグローバルの動きに対して決して無関心ではありません。2014年現在、製造産業および経済産業省を中心とする国の機関が積極的にIndustrie 4.0やIICの情報収集、調査を行っているだけでなく、メンバー企業が110社(2014年12月時点)になるIICにおいても日系企業7社が名を連ねています。

これ以外に注目すべき日本のイニシアチブとして、2014年9月から国の主導でスタートした「ロボット革命実現会議」が挙げられるでしょう。このイニシアチブの最大の目的は日本の「稼ぐ力」を取り戻すことにあり、ロボット産業をイノベーション戦略の目玉として位置付けています[3]。近年世界の産業用ロボット市場の約半分は日本企業が占めていますが[4][5]、無人配送・無人飛行機などのサービス・ロボットの分野においてはAmazonやGoogleなどの米国企業が先行しています。今後日本としてはロボット単体の機能強化だけでなく、IoTをベースとした介護や福祉などのサービス分野における強いテクノロジー・リーダーシップの発揮と市場確保が急務と言えるでしょう。

▶ システムに見るIoTの特徴

IoTを設計する立場で見ると、従来型のシステム・デザインとは際立った違いがあることに気がきます。Webアプリケーションを含むオンライン・システムやバッチ処理などの従来システムでは、設計する際のベスト・プラクティスや暗黙のルールがありました。例えばATMやインターネット・バンキングなどでは、レスポンスは2~3秒、データは確実にデータベースに保存した後に業務アプリケーションが利用する、システム規模は最大ユーザー数を想定して設計するなど、多くのシステムで共通のベスト・プラクティスと認識されてきた知見がそれに相当します。しかしIoTのシステム・デザインには、それらのルールや知見が必ずしも当てはまらないケースがあるだけでなく、システムがより複雑化したり要件が高度化してきています。以下、例を挙げてみましょう(図2)。

■スマートメーター・システム

スマートメーター・システムでは世帯数分のスマートメーターがクライアントとしてメーター・データを送信します。スマートメーターは段階を経て設置世帯を増やすケースが多く、例えばサービスイン初年度は10万世帯、次年度は20万世帯、その次の年は50万世帯というようにクライアント数が短期間で増加していきます。こうした状況に対応するために、受け側のシステムには非常に高いスケーラビリティが求められます。つまり、クライアント数の増加に対してコンピューター・システムを

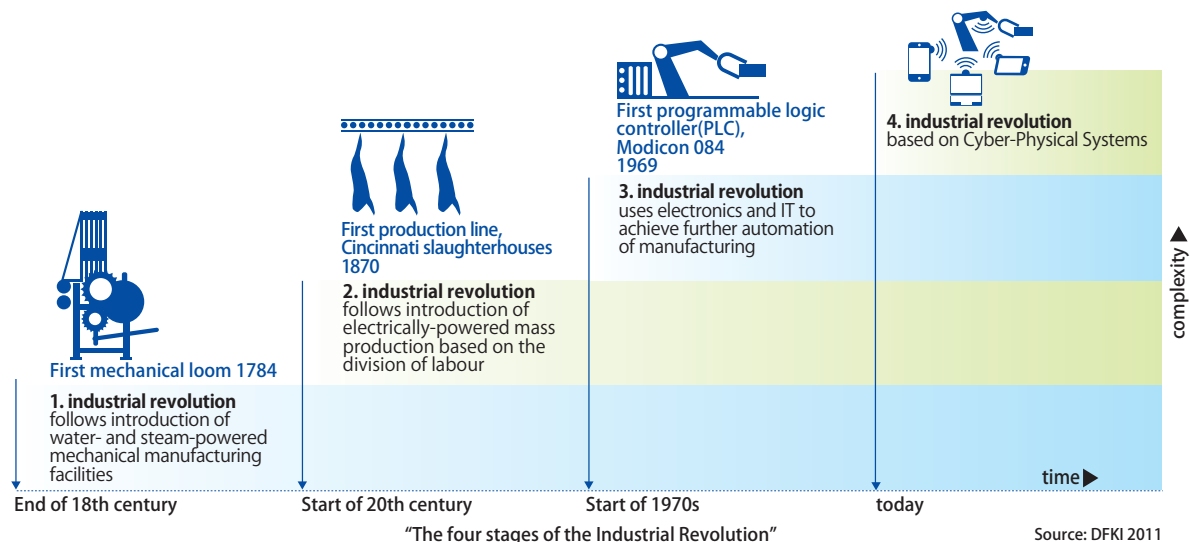


図1. Industrie 1.0から4.0まで[7]

増設するだけで対応できるシステムが必要とされますが、このようなシステムをデザインするのは容易ではありません。なぜならばシステムに潜むスケーラビリティを阻害する全ての要因（一般的にボトルネックと呼ばれる）を設計段階で認識し回避する高度なシステム・デザインが求められるからです。

■ビデオ・サーベイランス・システム

2020年の東京オリンピックでの安心・安全を確保するために、今後多くの場所で監視カメラの設置・増設が予定されています。このような防犯システムでは、従来のように監視カメラからのデータをデータベースに格納した後に解析したのでは、意味を成さないケースがでてきます。例えば、ある地域で犯罪につながる動きがあったり、指名手配中の人物を捕えた可能性がある場合、最も優先度の高い処理はその地域・時間・容疑者情報などを可能な限り速やかに関係当局に伝達することであり、データの保全・蓄積の重要性は相対的に低くなります。つまりデータベースに確実にデータを保存することよりも、ストリーム技術などによりネットワーク上を流れている画像データを極力迅速に分析・解析することがデザインのポイントになります。

■アルゴリズム・トレーディング

コンピューター・システムがマーケットの動向に応じて自動的に売買注文のタイミングや数量を決めて注文を繰り返すアルゴリズム・トレーディングは、M2M (Machine to Machine) という観点でIoTの一つのユースケースと考えられます。最近のアルゴリズム・トレーディングが求める応答時間は1ミリ秒もしくはそ

れ以下と、これまでとは比較にならないほど速いレスポンスを求められます。この応答要件を実現するためには商用リレーショナル・データベースでは対応できないケースが多いため、高度なインメモリー技術などを利用したシステム・デザインが必須になります。今後飛躍的にニーズが拡大すると思われる自動運転や配送ロボットなどの分野においても、同程度もしくはより短い応答時間が求められることが予想されています。

高度化した要件に対応するために、IoTシステム開発において新しいテクノロジーへのチャレンジが求められるケースは少なくありません。これから急激な増加が予想されるIoTシステムの開発ニーズに、迅速かつ高い品質で対応するためには、これまで通りのアプローチでは対応できないケースもあることは明らかです。

▶ IBMのアプローチ—三つの視点

現在多くの企業がIoTに取り組んでいる中、IBMのIoTへのアプローチの三つの視点——再利用を目的とした「パターン」、クラウドベースの「IoT Foundation」、 「国際標準対応」、について解説します。

①パターン

ソフトウェア開発においては、品質向上および再利用促進を目的として、設計のベスト・プラクティスをまとめたデザイン・パターンがあります。前章で論じた高度化する要件に対応するために、IBMはパターンを重視し、これまでのプロジェクトや経験で得たベスト・プラクティスをコンポーネントやソリューションのパターンとして

■Smart Meter~Scalability



■Video Surveillance~Analysis over network



■Trading System~Low Latency



図2. IoTのユースケース例

IoTへ適応しています。

〈コンポーネント・パターン〉

IoTのユースケースは以下の三つのコンポーネント（もしくはドメイン）から構成されているパターンが多く、それぞれ以下のような役割があります（図3）。

- Instrumented**: 機器との間でデータやコマンド（もしくはAPI）の送受信をするコンポーネント
 - Interconnected**: 機器やアプリケーションを標準インターフェースに基づき連携させるコンポーネント
 - Intelligent**: データ分析をつかさどるコンポーネント
- ここで、各コンポーネントにおいてその役割を担う主要IBM製品を挙げてみましょう。Instrumentedコンポーネントとしては、機器との間での軽量通信を実現する「MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)」や「MessageSight」、機器の統合監視を実現する「Netcool」などが挙げられます。Interconnectedコンポーネントとしては、「IBM Integration Bus(IIB)」や「DataPower」などがサービス・パスとしてシステム連携の役割を果たします。Intelligentコンポーネントの分野では、IBM Analytics戦略を実現する「SPSS」や「Cognos」が中核製品になります。大容量高速データ処理を実現する「IBM InfoSphere Streams」や「IBM BigInsights」などはIntelligentコンポーネントに分類されますが、ユースケースによっては同時にInstrumentedコンポーネントの役割を果たすケースもあります。

〈ソリューション・パターン〉

機器の予防保全や診断など、多くのお客様で共通の

ビジネス課題と認識されている問題に対して、IBMはIoT技術をベースとした包括的ソリューションを提供しています。「Predictive Asset Optimization(PAO)」は、工場内の生産設備や販売後の製品、ネットワーク装置、発電所の設備といった企業内外の機器から収集される測定データを分析することにより、不具合や異常、故障を実際に問題が起きる前に予測し、具体的な対策案を提示する課題解決型ソリューションです。PAOはコンポーネント・パターンで挙げたSPSS、Cognos、IIBなどのソフトウェア製品をパッケージングしており、これらのIBMソフトウェア製品とコンサルティング・サービスを組み合わせることによって、品質の劣化や予定外のダウン・タイムの回避、トラブルの未然防止や最小化、機器の不要な定期メンテナンスの削減など、資産効率と製品品質を最適化することを目的としています。

PAOは多くのお客様で認識されている特定の課題を解く代表的なソリューション・パターンですが、こうしたIoTベースの課題解決型のソリューションは、IBMの重要戦略として今後フォーカスする方向性にあります。

②IoT Foundation

コンポーネント・パターンおよびソリューション・パターンはいずれも、これまでのベスト・プラクティスや事例から再利用を目的としたパターンとしてまとめたものですが、これらの実行環境として最も可能性が高い基盤はクラウド・コンピューティングと言ってよいでしょう。

IBMは2014年10月に、クラウドベースのSaaSである「IoT Foundation」[6] を発表しました（図4）。IoT

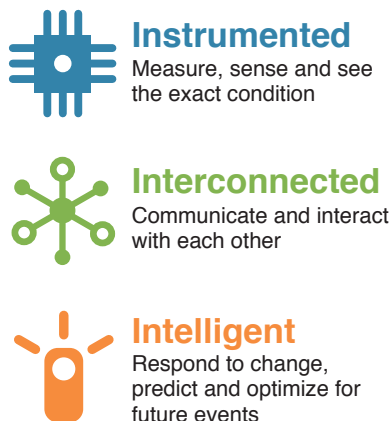


図3. IoTの主要コンポーネント(三つのI)

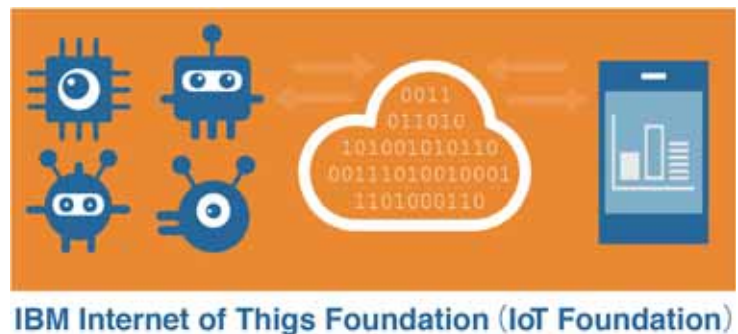


図4. IoT Foundation

FoundationはIBMのパブリック・クラウド「SoftLayer」を基盤とするIBM Bluemixプラットフォームの一部としてリリースされており、MQTTによるデータ受信基盤や機器からのデータを蓄積する「Informix Times Series (時系列データベース)」など、機器を活用したアプリケーション構築・実行環境が準備されています。

③国際標準対応

IoTの世界では、機器は単なるデータ生成、つまりデータソースとしてだけではなく、ロボットや車などアプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) を持つ機器が増えていくことが予想されます。アプリケーションから見るとAPIを介して直接機器と通信が可能になるわけですが、ユースケースとして異なるベンダーの機器が混在するケースは決して少なくないでしょう。この時に重要になるのはAPIに渡されるデータ構造です。国際電気標準会議 (IEC) ではこのデータ構造を共通情報モデル、Common Information Model (CIM) として規定しており、IEC 61360は機器ごとのCIMの総覧が記載されています。「IBM Rational System Architect (RSA)」では、CIMで規定されているXMLタグが事前定義されているCIMのプラグインを提供しているため、CIM対応のア

プリケーション開発を強力に支援することが可能です。

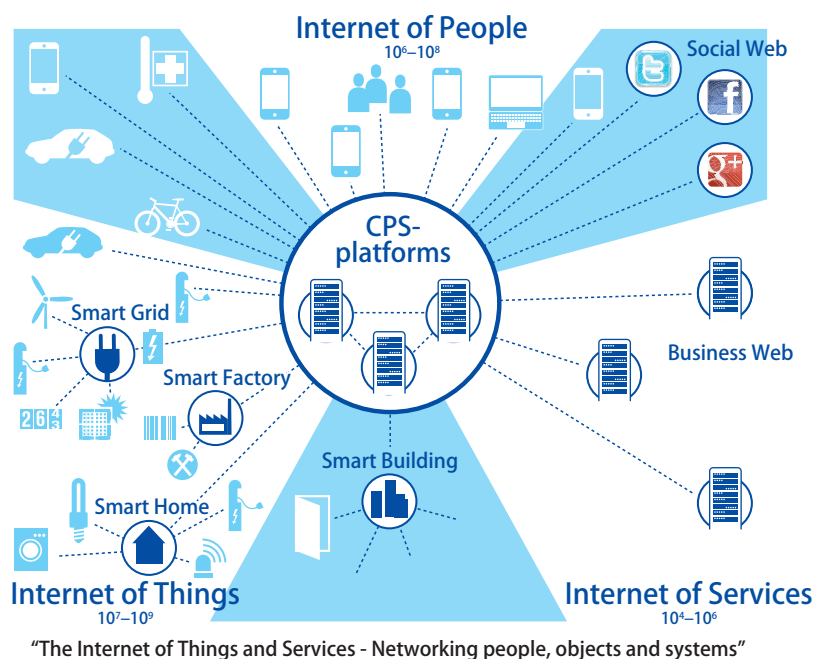
▶ IoT実現の課題と今後の方向性

■ソリューション促進とセキュリティー確保

前章で述べたとおり、機器がAPIを実装しインターネットに参加するということは、インターネットを經由してアプリケーションから機器に容易にアクセスできることを意味します。テクノロジーから見たときに、このこと自体はさほど衝撃のあることではありませんが、製造ビジネスから見ると劇的な変化をもたらす可能性を秘めています。なぜなら機器を作る側から見たときにAPIさえ公開すれば、ある先進的なソリューション・プロバイダーがそのAPIを活用したサービスを開発・提供する可能性があるからです。つまりIoTの進化は、新しいサービス・ビジネスが生まれる可能性を示唆しています。一方で、例えば機器が車の場合、APIによるインターネットからの操作が安心・安全の脅威になる可能性もあるため、通常のITシステム以上の強固な認証・認可が求められるケースがあることも留意するべきでしょう。

■データの所有権と利用権

現在のIoTのシナリオは、ほぼ全てのケースにおいて機器から発生するデータを分析・解析することを前提にして



Source :
Bosch Software Innovations 2012

“The Internet of Things and Services - Networking people, objects and systems”

図5. CPSプラットフォーム [7]

います。つまりデータが自由に使えることを前提条件にしているわけですが、誰かがデータの所有権を主張しそれが認められた場合、この前提が崩れてしまいます。現にプライバシーに敏感なヨーロッパの一部の国では、まさにこの問題に直面しており裁判になっているケースもあります。この問題を一層複雑にしているのは国・地域ごとにデータに対する意識や法律の扱いが異なることが挙げられます。IoTが人間社会の進化の一つのフェーズだとするならば、データの所有権はさておき少なくとも利用権は、一定のプライバシーや社会インフラの安全性確保を前提として保証されるべきであると筆者は考えます。

■IoTにおける相互接続性

インターネットの爆発的な普及の理由の一つに、通信仕様として一つの技術であるHTTPを使用することで足並みがそろっていたということが挙げられるでしょう。一方IoTは、異機種混在、マルチプロトコル環境が前提であるにもかかわらず、機器インターフェースの仕様公開や接続性に関してはあまり議論されていません。現にドイツIndustrie 4.0や米国IIICの双方の陣営においても、相互接続についての議論はこれからのようです。ドイツはWebサービス、米国はHTTPベースのRepresentational State Transfer (REST)という方向性の中で、かつてWebサービス仕様の相互運用を促進することを目的としてWeb Services Interoperability (WS-I)が設立されたように、あるレベルの接続性を保証するグローバル・レベルでの認定機関が今後必要とされるでしょう。

■Internet of People

先に紹介したドイツ工学アカデミー (acatech) からリリースされている「Industrie 4.0 Recommendation Paper」[7]には三つのドメイン、すなわち、“Internet of Services”、“Internet of Things”(今回のテーマ)、“Internet of People”が、CPSの主要構成として記述されています(図5)。IoTは、e-Businessがそうであったように、それほど遠くない時期に当たり前となる時代が来るでしょう。スマートグラスなどが装着する機器の進化によって、人はもっと自然な形でインターネットにアクセスでき、人とのコミュニケーションや経験・知識の共有がスムー

ズに実現できるであろうことは容易に想像できる将来像です。“Internet of People”は、IoTをベースとした未来の人間同士のつながりや情報の共有の一つの姿を示唆しています。

▶おわりに

2014年に3名の日本人研究者が青色発光ダイオード発明の功績でノーベル賞を受賞したのは記憶に新しいところですが、日本人のモノへのこだわり、品質向上への挑戦、匠の心は、世界に誇れる文化と言ってよいでしょう。かつてインターネットからe-Businessが生まれたように、IoTによって新しいビジネス・モデルやサービスが創出されることは多くの人が予想しています。サイバー空間上のサービスが競争原理によって均一化の方向に向かうことを考慮すると、IoTの進化・発展は、逆にモノの性能・品質の違いをより一層際立たせるという見方もできるのではないのでしょうか。

筆者は日本の一技術者として製造立国日本を支えている多くの企業・技術者の皆様に強い敬意の念を抱いています。これから訪れるであろうIoTの時代においても、“Made in Japan”がグローバルでより一層の輝きを放つことを願ってやみません。

[参考文献]

- [1] National Academy of Science and Engineering, “Cyber Physical Systems”, (2011)
- [2] <http://www.industrialinternetconsortium.org/>
- [3] 経済産業省:2014年版ものづくり白書, (2014)
- [4] 日本貿易振興機構:ジェトロセンサー,2014年7月号, (2014)
- [5] 経済産業省:2012年ロボット産業の市場動向調査結果概要, (2012)
- [6] <https://internetofthings.ibmcloud.com/>
- [7] National Academy of Science and Engineering, “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”, (2013)



日本アイ・ビー・エム株式会社
ソフトウェア事業
技術理事 (IBM ディスティンギッシュド・エンジニア) &
グローバルエレクトロニクスインダストリーCTO

山本 宏
Hiroshi Yamamoto

8年間組込み系マイクロコード開発を担当。1990年代中盤よりシステムエンジニアとしてOMGが推進していた分散オブジェクト技術CORBAの普及、本番システムへの適用の取り組みをスタートし、製造・通信・金融セクターなどでの大規模異機種CORBAプロジェクトに従事する。その後 JavaEE技術による金融系基幹プロジェクトや、製造セクターにて世界初のWebサービストランザクション本番プロジェクトのアーキテクチャー設計を担当。2008年に技術理事。2013年にグローバルのエレクトロニクスインダストリーCTOに任命され、国内外IoTプロジェクトを担当。2014年よりドイツ企業のIndustrie 4.0プロジェクトに従事。