

製造業における IoT の活用例と将来像

—e-F@ctory を例として—

柳生 理子, 高橋 雄一, 大谷 治之

三菱電機は 2003 年より、「ものづくり」の新しい概念として FA 統合ソリューション e-F@ctory を提唱し、生産現場の IoT 化の際の接続やデータ活用に伴う課題解決に取り組んできた。生産現場と外部の IT システムを連携する場合、データ整理やシステムの互換性などのさらなる課題もある。これらの解決に向け、Edgecross コンソーシアムが設立され、当社も幹事会社の 1 社として活動を推進している。コンソーシアムは、FA 機器や OT・IT などに強みをもつ企業が協調し、エッジコンピューティング領域のオープンなプラットフォームを普及・展開することを目的としており、Society5.0 や Connected industries が描く将来像へ繋がるものとして期待されている。

キーワード：IoT, エッジコンピューティング, オープンプラットフォーム, e-F@ctory, Society5.0, Connected industries, Edgecross

1. 諸言

ドイツや中国などは、Industrie4.0 や中国製造 2025 において、産業の革新・革命を起こすことを目標として掲げ、関連プロジェクトを推進している。本稿においては、これらの「ものづくり」の動向、生産現場の実情および課題を踏まえつつ、当社の取り組みについて述べる。

2. FA におけるデジタル空間活用

2.1 デジタル空間活用の動向

FA システムには多様な定義 [1-3] があるがここでは、生産管理から製造ライン制御、原材料受け入れ、製品出荷、倉庫管理、各々のライン間の物流などすべてにわたる人と機械の協調を含む自動化システムと定義する。

近年、通信基盤およびコンピュータ処理の急激な高速化により、「ものづくり」においてもデジタル空間 (Internet of Things (IoT) や Information Technology (IT)) の活用が実用的となってきた。デジタル空間を活用した「ものづくり」は、2013 年のドイツの Industrie4.0 [4, 5] の公表を発端に、2014 年にアメリカで Industrial Internet Consortium (IIC) [6] が設立されるなど、世界的な流れとなっている。さらに、中国は中国製造 2025 [7] を掲げ、国として製造業の強化を打ち出すなど、各国がプロジェクトとして取り組ん

でいる [8]。日本においても目指すべき将来像として Society5.0 [9] および Society5.0 に繋がる Connected industries [10] が発表され、産官学連携による技術検討が加速されてきている。

2.2 デジタル空間を活用した「ものづくり」の実現に向けた三菱電機の取り組み

当社は生産現場における制御の中核を担うシーケンサやサーボ、最終製品である加工機、ロボット、配電機器 (具体的には遮断機器/ブレーカー) などの製造・販売に加え、e-F@ctory [11] を通じた生産現場の効率化に向けた取り組みを推進してきた。e-F@ctory は当社が 2003 年より提唱している一歩先の「ものづくり」のコンセプトであり、FA 技術と IT を活用することで開発生産保守の全般にわたるトータルコストを削減 [12] し、顧客の改善活動を継続的に支援するものである。

当社は e-F@ctory により、FA における IoT 化を進め、生産現場の効率化のみならず、製品設計、工程設計から運用・保守までにわたるエンジニアリングチェーンや販売物流などのサプライチェーンを含む「ものづくり」全体の最適化 (図 1) を目指している。

また、顧客に最適なソリューションを提供するため、パートナー企業の強みのある製品やサービス・ソリューションとの柔軟な連携が必要であることから e-F@ctory Alliance を結成している。ソフトウェア・SI・機器の各領域のパートナー企業の構成 (図 2) は次のとおりである (数字は 2018 年 1 月現在)。

- ・ソフトウェアパートナー (約 100 社)
- ・SI パートナー (約 260 社)
- ・機器パートナー (約 90 社)

やぎう りこ, たかはし ゆういち, おおたに はるゆき
三菱電機株式会社
〒100-8310 東京都千代田区丸の内 2-7-3 東京ビル

進化する「e-F@ctory」

生産現場を起点としエンジニアリングチェーン・サプライチェーンを含む市場全体を視野に入れた製造業の最適化を支援します

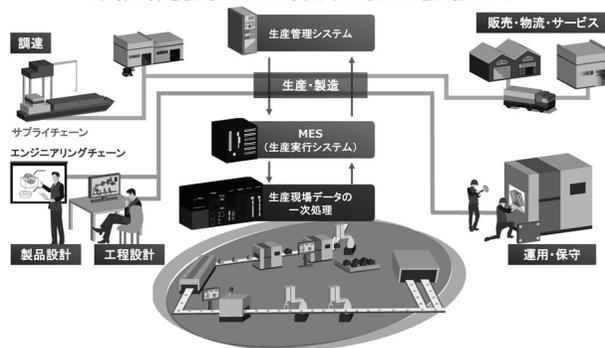


図1 デジタル空間を活用した「ものづくり」全体の最適化



図2 e-F@ctory Alliance

e-F@ctory のアーキテクチャ (図3) は、大きく以下の三つの層に分かれている。

- ・ IT システム：生産現場から収集したデータを基に、各種業務改善のためのデータ分析を行い、結果を生産現場における生産管理や実行指示に活用。リアルタイムな分析よりは、ある程度の長期的なスパンでの改善のための分析を主目的としている。
- ・ エッジコンピューティング：生産現場で収集したデータを用い、現場を監視・分析・診断することで生産現場へのリアルタイムなフィードバックを実現。また生産現場と IT システムを連携 (IoT 化) するために、生産現場のデータを一次処理し IT システムにシームレスに連携。
- ・ 生産現場：生産を実行し、生産現場からセンシングによりさまざまなデータをリアルタイムに収集。一般に生産現場で得られたデータ (生データ) は、製

造工程における特殊なノウハウや機器の状況と故障の因果関係などのドメイン知識なしには理解は難しく、生データを伝送しても IT システムでは十分な解析はできない。このため、FA-IT 間にエッジコンピューティングを設け、この間のシームレスな連携とともに IT システムでの処理に適するデータの抽出・加工を行うことが e-F@ctory アーキテクチャの大きな特長の一つとなっている。エッジコンピューティングについては3節にて詳述する。

2.3 三菱電機における e-F@ctory 適用事例

当社自身も名古屋製作所 (FA のマザー工場) などにおいて e-F@ctory による改善活動を長年にわたり続けている。

具体例の一つであるサーボモータ工場 (図4) においては、現場の品質管理データ収集や傾向管理などにより生産性向上・品質向上に取り組み [13]、導入当初からこれまでに不良率 1/10 への低減や生産性の 180% 向上などを達成している。

また 2008 年より省エネにも取り組み、エネルギーデータ管理などを実施し工場内の消費エネルギーの 25% 削減を達成した。さらに 2014 年からは現場だけでなく設計段階にまでフィードバックしながら品質向上を目指している。

3. エッジコンピューティングの強化

3.1 生産現場の課題とエッジコンピューティング

生産現場のデータは膨大であり、クラウドなどの外部 IT システムと容易に連携させるためには、下記の課題がある。

- ① 生産現場のデータを活用した IoT 化を実現するためには現場で発生するデータの整理が必要。



図3 e-F@ctory のアーキテクチャ

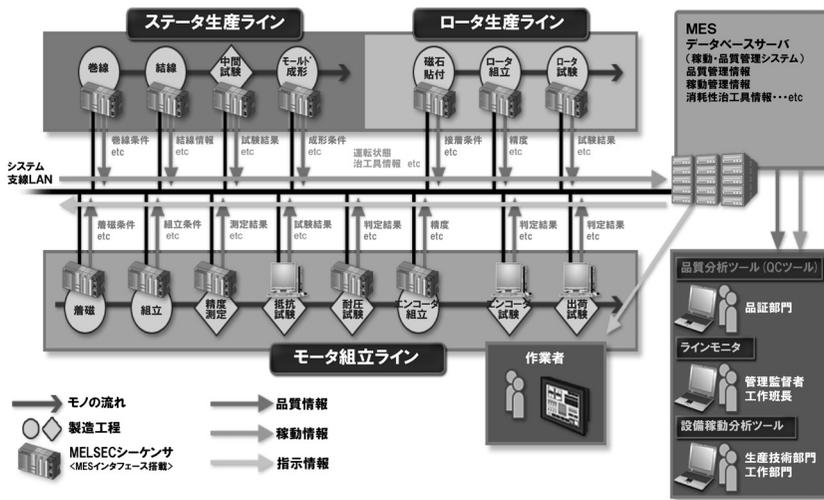


図4 e-F@ctory 導入事例紹介 (名古屋サーボモータ工場)

生産現場では、プロセスごとに欲しいデータが異なるため、これらの現場に蓄積されているノウハウなしに、発生する膨大なデータの仕分けを行うのは困難である。

- ②IoT化に向けたデータ連携はさまざまな技術要素が絡み合い、システムの複雑さが増大。現状、多くの工場においてさまざまなメーカーの装置が混在し、メーカーごとに個別仕様で接続された場合、独自システムとなり相互接続性や互換性が損なわれる。

第一の課題に対しては、エッジコンピューティングによる一次処理が効果を発揮する。エッジコンピューティングを行う領域（エッジ領域）では、生産データと共に現場ノウハウが蓄積されており、ITシステムが必要とするデータの抽出、指示と結果の紐づけなどの一次処理を実行する。これにより、データに「どのような経緯で発生したか」などの意味づけがなされ、ITシステム側にてデータの理解および活用が可能となる。

第二の課題に対しては、協調領域である生産現場とITシステムとの間のエッジ領域において相互接続性・互換性を担保するオープンなプラットフォームが有効である。このオープンなプラットフォームの構築と普及・展開は企業・産業の枠を超えた協調を前提としている。オープン化することでプラットフォームはさまざまな通信規格、インターフェースの差異を吸収するデータハブとなり、個々のメーカーはプラットフォームとの接続性や互換性のみの考慮で連携が可能となる。

3.2 Edgecross コンソーシアムの設立

前述の課題解決に向け2017年11月、アドバンテック株式会社、オムロン株式会社、日本電気株式会社、日本アイ・ビー・エム株式会社、日本オラクル株式会社、三菱電機株式会社の6社が幹事会社となりEdgecrossコンソーシアム [14] を設立した。コンソーシアムはFA機器やOperation Technology (OT)・ITなどに強みをもつ企業が協調し、エッジコンピューティング領域のオープンなソフトウェアプラットフォーム Edgecross

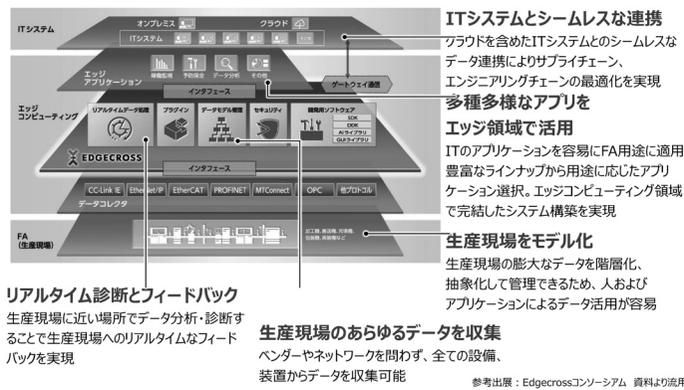


図5 ソフトウェアプラットフォーム Edgecross

の普及・展開することを目的としている。

ソフトウェアプラットフォーム Edgecross (図5) は以下の五つの特徴をもつ。

- ①リアルタイムデータ処理：生産現場に近い場所でデータ分析・診断することで生産現場へのリアルタイムなフィードバックを実現。
- ②データモデル管理：生産現場の膨大なデータを階層化、抽象化して管理できるため、人およびアプリケーションによるデータ活用が容易に実現。
- ③エッジ領域での多種多様なアプリケーションの活用：Edgecrossのインタフェースを開示し、FA用途向けのアプリケーションが容易に開発可能。また、ユーザは、豊富なエッジアプリケーションのラインナップから、用途に応じたアプリケーション選択が可能。さらに、Edgecrossは生産現場環境（ITシステムとの連携は不要）のみで動作でき、エッジコンピューティング領域で完結したシステム構築を実現可能。
- ④データコレクタ：生産現場のあらゆるデータの収集を実現。ベンダーやネットワークを問わず、すべての設備、装置からデータ収集可能。
- ⑤ゲートウェイ通信：クラウドを含めたITシステムとのシームレスなデータ連携によりサプライチェーン、エンジニアリングチェーンの最適化を実現。

コンソーシアム活動は、製造業におけるIoT化および日本政府が提唱しているSociety5.0やConnected industriesが描く将来像へ繋がるものとして期待されている。

4. 今後の課題

本稿では、製造業におけるIoTの活用例とその将来像について述べてきた。生産現場のIoT化の際に

は、接続および集積したデータ活用のための手間とコスト、生産現場のデータの流出などの課題があり、エッジコンピューティングを活用した取り組みが進んでいる。

今後、FAのIoT化を進めるうえで、さらに下記の課題にも取り組んでいく必要がある。

- ・セキュリティリスク：IoT化により工場内だけでなく、工場外企業外からも必要な情報にアクセスできるようになり、クラウドサービスなどの活用も進み、外部内部両方からの脅威への対応が不可欠となる。
- ・データの所有権やノウハウの保護：製造業におけるデータの所有権の帰属やその保護に関するルールの整備が必要となってくる。国内においてもデータの利用権限 [15] や利活用 [16] などについて検討が進められている。
- ・最先端技術を駆使するためのエンジニアの育成：最先端のITおよび機器・制御技術双方を持ち備えたエンジニアが不足しており、産官学連携によるエンジニアの育成確保が必要となってくる。

5. 結言

Industrie4.0などのITやIoTを活用した次世代の製造業のモデルへの移行に向けた取り組みが進んでいる一方で、接続および集積したデータ活用のための手間とコストなどの課題がある。これらの課題解決にはエッジ領域でのデータの一次処理が有効であるため、エッジコンピューティングを活用した取り組みが進んでいる。特に、Edgecrossコンソーシアムによるオープンプラットフォームの提供はこの流れを加速し、日本の製造全体の発展に寄与するものと考えられる。

参考文献

- [1] 木村文彦, “ファクトリオートメーション: 概説—ファクトリオートメーション FA における情報処理技術の役割—,” 情報処理, **25**, pp. 283–295, 1984.
- [2] 渡部和, “OA の意義と FA へのインパクト,” 精密機械工学会誌, **52**, pp. 779–782, 1986.
- [3] 一般社団法人日本電気計測器工業会 (JEMIMA: Japan Electric Measuring Instruments Manufacturers’ Association), FA システム, <http://tech.jemima.or.jp/20601.html> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [4] インダストリー 4.0 を推進するドイツの国内事情及び国家目標, <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/pdp/16p009.pdf> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [5] 野中洋一, “欧州のつながる工場動向—Industrie4.0 の動向と将来—,” 日本機械学会誌, **120**, pp. 18–21, 2017.
- [6] Industrial Internet Consortium (IIC), <http://www.IIConsortium.org/> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [7] 科学技術振興機構, 中国製造 2025, <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/FU/CN20150725.pdf> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [8] 総務省, 第 3 章 第 4 次産業革命がもたらす変革, 平成 29 年版 情報通信白書, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/pdf/n3100000.pdf> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [9] Society5.0, <https://www.gov-online.go.jp/cam/s5/> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [10] Connected industries, <http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320001/20170320001-1.pdf> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [11] FA 統合ソリューション e-F@ctory, <http://dl.mitsubishielectric.co.jp/dl/fa/document/catalog/sol/efactory/l16009/l16009d.pdf> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [12] 加知光康, 吉本康浩, “e-F@ctory が拓く工場の最適生産性,” 電気学会電子・情報システム部門大会講演論文集, pp. 733–735, 2011.
- [13] 吉本康浩, “IT/IoT を活用したものづくりの最適化と生産革新,” 第 323 回塑性加工シンポジウム, 2017.
- [14] Edgecross コンソーシアム, <https://www.edgecross.org/ja/edgecross/> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [15] データの利用権限に関する契約ガイドライン ver1.0, <http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530003/20170530003.html> (2018 年 3 月 7 日閲覧)
- [16] データ利活用に向けた検討に関する中間とりまとめ案, http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/chitekizaisan/fuseikyousou/pdf/007_04_01.pdf (2018 年 3 月 7 日閲覧)