

巻頭論文

“Connected Industries”の実現に向けたFA分野へのAI技術適用



中川路哲男*

AI Technology Applications in Factory Automation Field for Achieving “Connected Industries”

Tetsuo Nakakawaji

要 旨

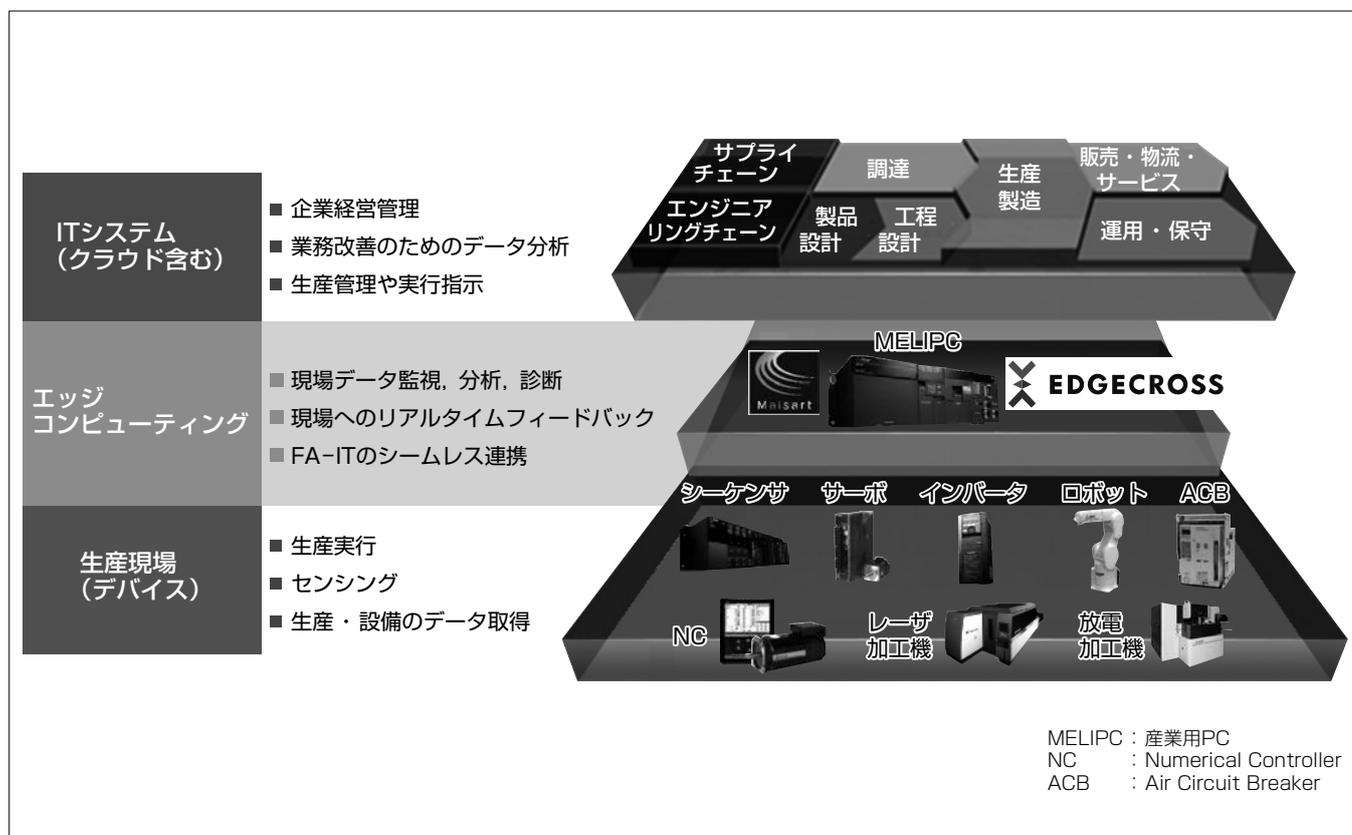
IoT(Internet of Things)技術やAI(人工知能)の活用が進む中、経済産業省は、我が国の産業が目指すべき姿として、様々な業種、企業、人、データ等がつながることによって新たな価値創出を図る“Connected Industries”を提唱している。ものづくり分野での“Connected Industries”の取組みの中では、生産現場とITをつなぐエッジ領域の活用による付加価値の創出が目指す方向となっている。エッジ領域ではFAとITの融合が進んでおり、企業・産業の枠を超えたオープン化の動きがある。2017年11月設立のEdgexrossコンソーシアムはこのような動きの一例と言える。

三菱電機は2003年から製造業の開発・生産・保守の全般にわたるトータルコスト削減と企業価値の向上を図るた

めに、FA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”のコンセプトを掲げ、生産現場のデータをエッジ領域で加工・集約してITシステムと連携することで工場全体の最適化に貢献してきた。

エッジ領域を活用した付加価値の創出を加速するために、当社はe-F@ctoryでのEdgexrossの活用を進めており、当社AI技術ブランド“Maisart(マイサート)”の技術をFA分野に特化した用途に適用させる技術開発を進めている。

今後も、当社の強みである装置・機器の強化を継続しながら、エッジ領域にAI技術を活用した最新のFA製品を提供し、生産現場とITの連携強化を実現することで、“Connected Industries”が描く姿を実現するソリューション提供を進めていく。



FA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”とエッジコンピューティング

e-F@ctoryは、生産現場を起点とした経営改善を目指して、“人・機械・システムの協調”によるフレキシブルなものづくりを実現するソリューションである。生産現場の産業用ロボット・装置・加工機を当社AI技術ブランドMaisartによって強化することに加え、生産現場のデータ分析・診断にもMaisartを活用したソフトウェア製品を提供している。オープンなエッジコンピューティング環境としてはEdgexrossを活用していく方針である。

1. ま え が き

IoT技術の普及、ビッグデータのデータ量増大、データを活用するAI(人工知能)の進化が急速に進んでいる。経済産業省は、日本の産業が目指すべき姿(コンセプト)として、様々な業種、企業、人、データ等がつながることによって新たな価値創出を図る“Connected Industries”を提唱・推進しており、日本の強みを活用した価値創出を目指している。

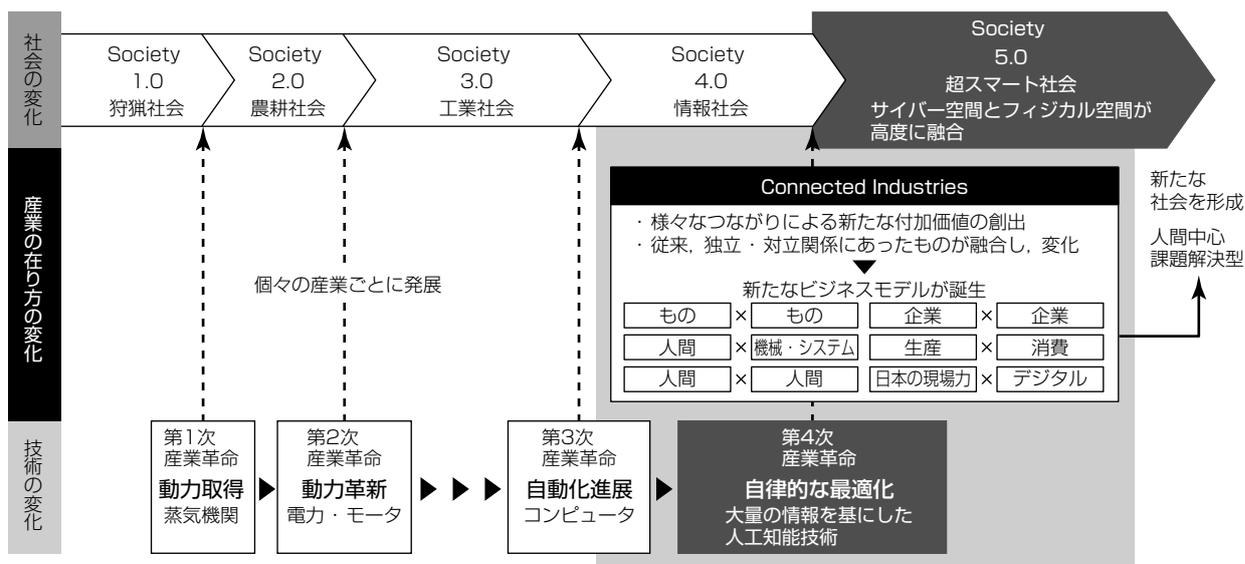
当社は2003年からFA-IT統合ソリューションe-F@ctoryを提唱しており、FA技術とIT技術を活用して開発から保守にいたるまでのバリューチェーン全体のコストを削減し、一歩先のものづくりを指向するソリューション提案を基本コンセプトとしてきた⁽¹⁾⁽²⁾。

本稿では、ものづくり分野で“Connected Industries”が描く姿を実現するe-F@ctoryソリューションの例として、当社AI技術ブランドMaisartを生産現場とITをつなぐエッジ領域に適用した実証事例について述べる。

2. Connected Industries

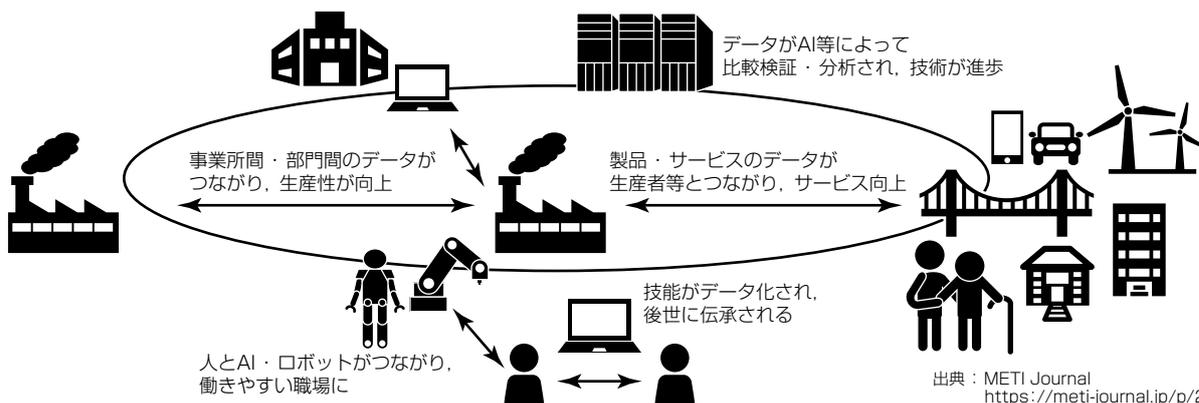
2017年3月に開催されたドイツ情報通信見本市(CeBIT)に日本はパートナー国として参加し、安倍首相から日本が目指す産業の在り方として“Connected Industries”コンセプトのスピーチが行われた。

図1は“社会の変化”“技術の変化”から見た日本のIoT化の取組みを示している。図1の1段目の“社会の変化”を見ると“情報社会”からサイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した“超スマート社会”に向かっていることが示されている。この“超スマート社会”を内閣府は“Society5.0”と名付けている。一方、図1の3段目の“技術の変化”では世界経済フォーラムで提示された“第4次産業革命”への移行が示されている。この“技術の変化”を“社会の変化”につなげるための産業の在り方の変化が“Connected Industries”である。従来、独立・対立関係にあったものが融合して変化することによって、新たなビジネスモデルが誕生することが期待されている。



出典：経済産業省新産業構造部会 資料

図1. 日本のIoT化の取組み



出典：METI Journal <https://meti-journal.jp/p/2>

図2. “Connected Industries”が生み出す効果

図2は、“Connected Industries”が生み出す効果を示している。事業所・工場で技術・技能等の電子データ化は進んでいるが、それぞれがバラバラに管理されていて連携されていないという現状に対して、将来的には、それぞれが持つデータがつながって有効活用されることによって、技術革新、生産性向上、技能伝承などが可能となるため、新たなレベルの課題解決が可能になることを示している。

“Connected Industries”は元々、ものづくり分野でデジタル化が進む中、製造業の競争力維持を狙って検討されたものであり、ものづくり分野の日本の強みを活用した価値創出を目指したものであった。

一般的な日本の強みとして、高い“技術力”や高度な“現場力”が挙げられるが、ものづくり分野では、生産現場の装置・機器／生産技術の部分に日本の強みが潜在していると考えられる。つまり、生産現場のデータから“技術力”や“現場力”をデータ分析やAI活用によって抽出し、これら日本の強みを活用したソリューション提供を実現することによって“Connected Industries”が目指す価値創出が実現できることになる。技術的には、生産現場とITをつなぐエッジ領域でデータ分析やAI活用、生産現場へのフィードバックを実現するエッジコンピューティングが重要な役割を果たす。このことは次の二つの生産現場要件から容易に理解できる。

(1) リアルタイム性

設備保存等のリアルタイム性が要求される業務では、物理的に生産現場に近い場所でのデータの管理・処理・フィードバックが必要である。

(2) セキュリティ

情報の抽象化やフィルタリングによるセキュリティ確保やデータ通信量削減には、工場のデータを外部とやり取りするゲートウェイであるエッジ領域での処理が必要である。

3. Edgecross

2017年11月に設立されたEdgecrossコンソーシアムは、エッジコンピューティングが実現する“FAとITの融合”が進んでいく中で、企業・産業を超えたオープン化の動きが出てきたことを示す一例である。

日本発のオープンなエッジコンピューティングプラットフォームの提供を通して、グローバルで需要が高まっているIoT化や、経済産業省が提唱する“Connected Industries”の取組みへの寄与を目指している。

4. e-F@ctory

FA-IT統合ソリューションe-F@ctoryは、当社が2003年から提唱しているコンセプトである。e-F@ctoryのコンセプトによって、FA技術とIT技術を活用することで開発・生産・保守の全般にわたるバリューチェーン全体でのコストを削減し、顧客の改善活動を継続して支援するとともに、一歩先のものづくりを指向するソリューション創出が可能である。また、“生産性”“品質”“環境性”“安全性”“セキュリティ”の向上を実現し、顧客のTCO(Total Cost of Ownership)削減と企業価値の向上を支援することが可能である。

e-F@ctoryのアーキテクチャは、生産現場、エッジコンピューティング、ITシステムの3層から構成される(図3)。生産現場は生産を実行すると同時に、センシングによって生産や設備のデータをリアルタイムに取得する。エッジコンピューティングでは、生産現場から取得したデータを監視、分析、診断すると同時に、生産現場へのリアルタイムなフィードバックを実行する。例えば、設備の異常の兆候を捉え、即座に現場へ指示を出すことによって、故障する前に設備を停止したり、設備の異常で不良製品が大量に



図3. e-F@ctoryアーキテクチャとエッジコンピューティング

生成されてしまうような問題を解決できる。エッジコンピューティングではまた、ITシステムが必要とするデータの抽出や指示と結果の紐(ひも)付けを行うなどの処理を実施して、ITシステムとシームレスに連携する。生産管理や実行指示を行うITシステムは、エッジコンピューティングによる支援によって、必要なデータを理解できる(処理可能な)形式で入手できる。

“Connected Industries”が描く姿を実現するためには、企業・産業の枠を超えてモノと情報が“つながる”ことに加え、エッジコンピューティングによる生産現場データのリアルタイムな活用や、ITシステムとの効率的な連携が必要である。そこで、当社はEdgexrossコンソーシアムに参画し、オープンなエッジコンピューティング環境(ソフトウェアプラットフォーム)としてEdgexrossの活用を進めている。

5. 当社AI技術とFA分野への適用

これまでに述べた技術トレンドに対応するために、当社では様々なAI技術を開発し、FA分野への適用を進めている。この章では最初に当社AI技術ブランドMaisartについて述べたのち、Edgexrossを活用したe-F@ctoryソリューションと当社FA製品での実証事例について述べる。

5.1 Maisart

Maisartは当社AI技術ブランドであり、演算量の削減や機器ドメインの知見を活用した高効率化を通して、機器やエッジのスマート化を実現するものである。AI技術を機器やエッジに搭載するメリットとして、リアルタイム性とセキュリティの2点を挙げるができる(図4)。従来のようにクラウドコンピューティングでAI技術を活用する場合、ネットワークの遅延や切断によるリアルタイムな判断や制御ができないリスクや、情報をサーバにアップロードすることによるセキュリティリスクが存在したが、機器やエッジでAI技術を活用した処理をすることでこれらのリスクを大幅に軽減できる。

	人工知能の搭載場所	リアルタイム性	セキュリティ
従来	クラウドコンピューティング サーバ ↑ 様々なデータ ↑ 高度な推論 ↑ AI 現場の機器	サーバ ↓ ネットワークの遅延・切断	サーバ ↓ 情報のアップロード
今後	エッジコンピューティング コンパクトAI ↑ 現場の機器 現場の機器を賢くする技術	リアルタイムに制御	高セキュリティ(アップロード不要)

図4. AI技術の機器・エッジへの適用メリット

Maisartの適用先は工場、ビル、車など多岐にわたるが、ここでは特に工場、生産現場を対象とした技術及び活用方法について述べる。

生産現場での“生産準備”“段取り・生産・製造”“運用・保守”の各フェーズではそれぞれ、“すぐに動く”“無駄がない”“止まらない”ことが高い価値を生み出す。これらの価値を生み出すために、ディープラーニング、強化学習、ビッグデータ分析を中心とする当社AI技術を適用する(図5)。

5.1.1 ディープラーニング

Maisartのディープラーニングでは、ネットワーク構造の中で重要な枝だけを残すことで演算量を大幅に削減する(図6)。演算量の削減によって、機器やエッジへのディープラーニング適用が可能となる。

5.1.2 強化学習

Maisartの強化学習では、機器の知見に基づき制御結果の“成功度合い”を評価することで、制御パラメータを更新する回数を削減し、学習時間を短縮する(図7)。

5.1.3 ビッグデータ分析

Maisartのビッグデータ分析技術の一つとして、時系列データの分析で、正常時のセンサ出力を部分列に分割・学習して分類することで、検知対象データと正常データとの

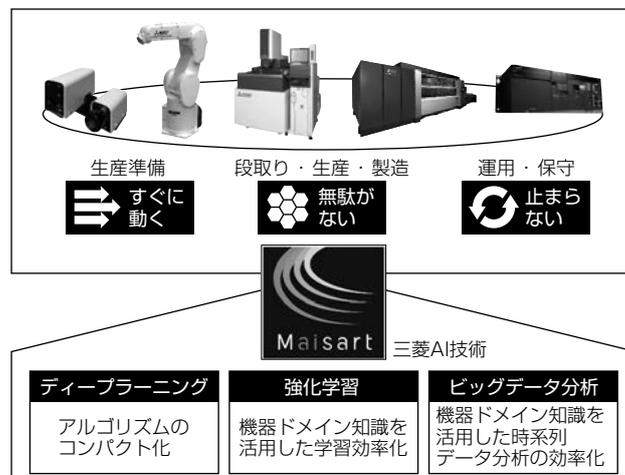


図5. 生産現場へのAI技術適用イメージ

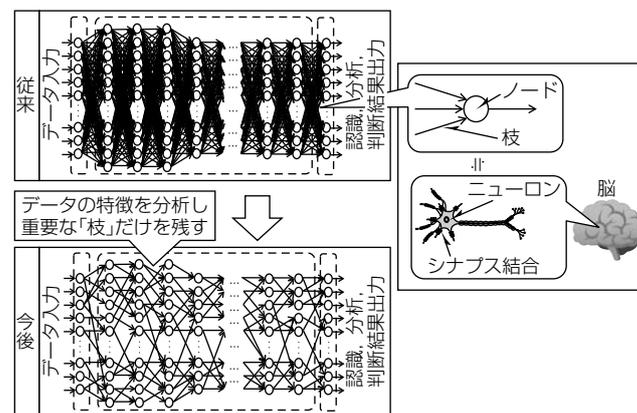


図6. アルゴリズムのコンパクト化

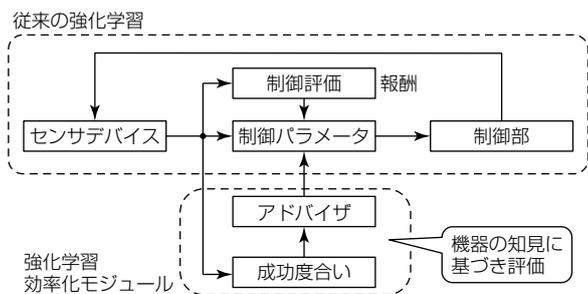


図7. 強化学習の効率化

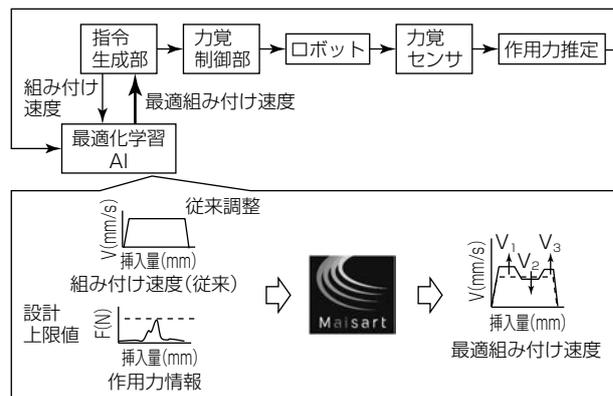


図9. 力覚作業の高速化

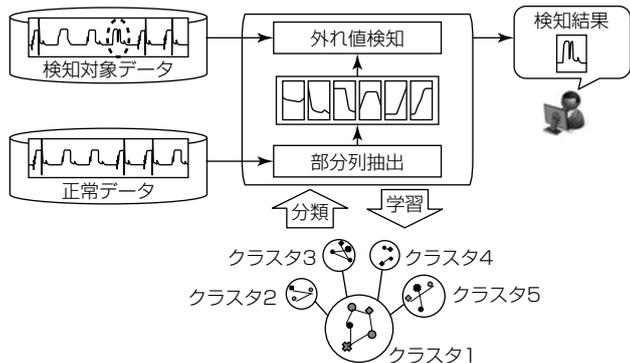


図8. 波形の類似度を算出する時系列データ分析

比較計算量を削減し、検知対象データからの外れ値検知をリアルタイムに実現する類似波形認識技術がある(図8)。

5.2 実証事例

5.2.1 生産準備への適用

産業用ロボットを用いてばら積み部品取り出しを実現するためには、三次元ビジョンセンサの認識パラメータ調整作業が必要である。従来は半日程度要していた手動調整作業を当社の認識パラメータ自動調整AIによって約1時間に短縮することが可能である。

実現では、デジタル空間での三次元物体認識、認識パラメータの最適値探索といったAI技術に加えて、三次元モデルによるばら積み状態のシミュレーション技術と三次元ビジョンセンサ認識の調整技術といった機器ドメイン知識を加えている。このような高効率な演算処理量と機器ドメインの知見活用はMaisartの特長である。

5.2.2 段取り・生産・製造への適用

産業用ロボットを用いたベアリングやコネクタ等の組み付け作業の実現で、力覚センサによって作用力を検出して制御にフィードバックをかける。組み付け作業での速度指令をAIによって自動調整し、きめ細やかな速度指令を出すことで、当社検証事例で作業時間の65%短縮を実現した(図9)。

また、産業用ロボットで用いる力覚センサによる作用力推定の高精度化実現にAIを適用した。AIと物理モデルの併用によって除去すべき外乱を高精度に推定し、その結果を受けてセンサ出力を高精度に補正することで、力覚制御の精度を向上させることに成功した(図10)。

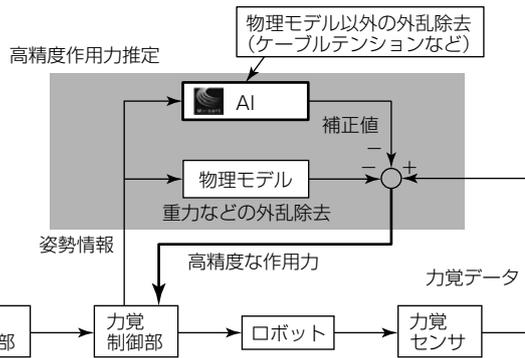


図10. 力覚作業の高精度化

5.2.3 運用・保守への適用

5.1.3項で述べた類似波形認識技術を活用することによって、例えば生産現場の各装置に電流センサを設置し、電流値をリアルタイムに監視することで装置の異常を素早く検知し、タイムリーなメンテナンスを実施することが可能になる。

6. むすび

“Connected Industries”が描く姿の実現のためには、日本の強みである生産現場／エッジ領域での機器・装置／生産技術を活用した価値創出が重要であり、当社のe-F@ctoryソリューションの適用が可能であること、企業・産業の枠を超えて“つながる”ためにはEdgexプラットフォームの活用が有効であることを述べた。また、Edgexを活用したe-F@ctoryソリューションの例として、当社AI技術ブランドMaisartをFA分野に適用した実証事例について述べた。今後もe-F@ctory製品群の研究開発によって、“Connected Industries”が描く姿を実現するソリューション提供を進めていく。

参考文献

- (1) 藤田正弘：“e-F@ctory”を支える最新のFA技術，三菱電機技報，91，No.4，204～208（2017）
- (2) 中川路哲男：“e-F@ctory”を支えるFA機器の最新技術動向，三菱電機技報，90，No.4，210～214（2016）