

# エッジコンピューティングプラットフォーム

小林 毅\*

## Edge Computing Platform

Tsuyoshi Kobayashi

### 要 旨

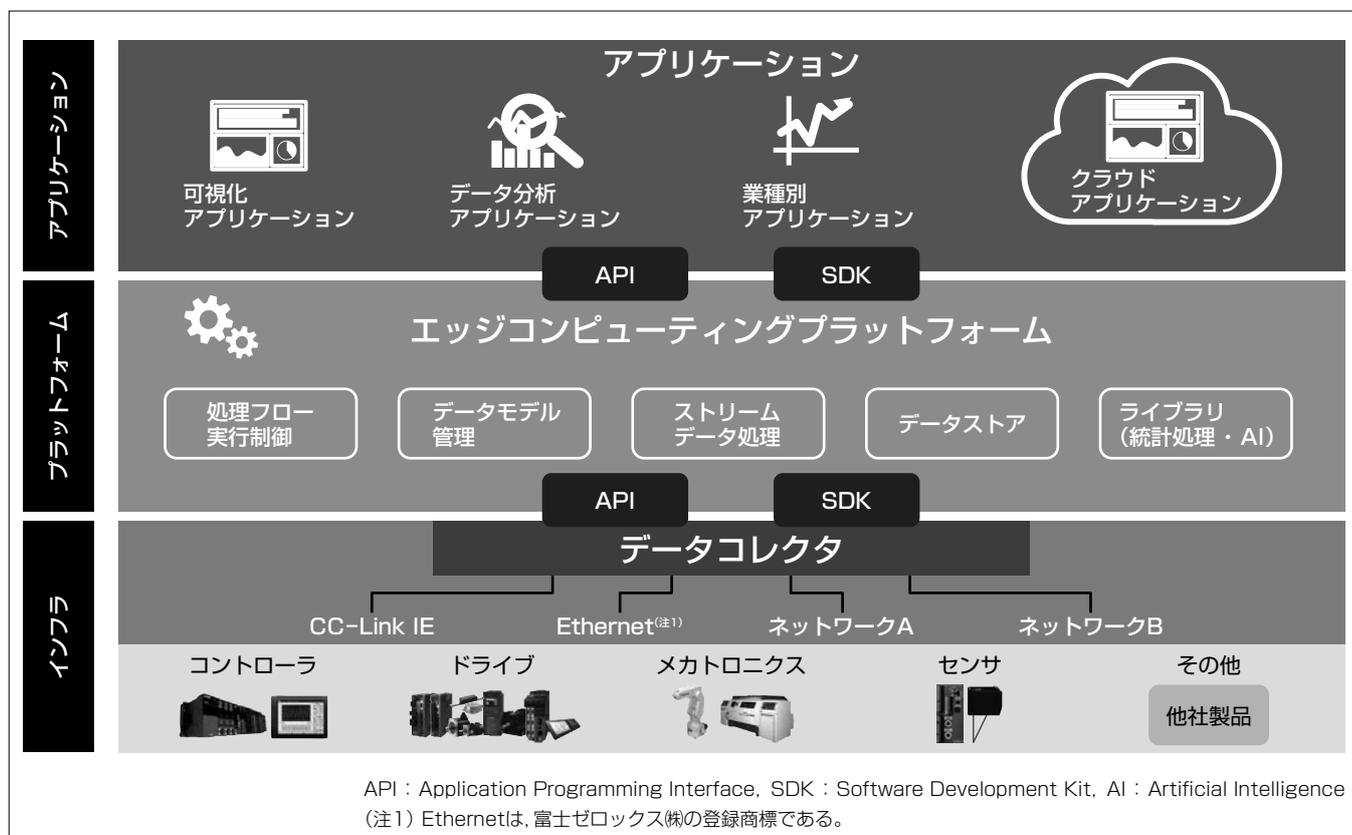
三菱電機はFA統合ソリューション“e-F@ctory”によって、開発・生産・保守全般にわたるトータルコストを削減し、顧客の改善活動を継続して支援してきた。

近年、製造業を取り巻く環境は大きく変化してきている。またIoT(Internet of Things)・ビッグデータに代表されるデータ分析技術の製造業への適用が望まれている。当社に対する顧客の要望でも、“生産現場のデータ分析によって工場全体の生産効率や歩留りを改善したい”“データ分析に基づいた診断によって製造ライン・装置の予防保全及びダウンタイムの削減をしたい”という声が増加している。

製造業でのデータ分析技術の活用には、リアルタイム性

とセキュリティの確保、及び目的・用途に応じた柔軟性の高いシステムの提供が必要である。

これに対して当社は、機器から収集したデータを生産現場側でデータ分析するエッジコンピューティングを実現するマルチベンダー参加型のソフトウェアプラットフォームを提供する予定である。今後、プラットフォームの仕様を策定するとともに、それをソフトウェア実装した製品を提供していく。このプラットフォームによって、インフラからアプリケーションにわたるマルチベンダーのコンポーネントの組み合わせによるエコシステムの構築が可能となる。



### エッジコンピューティングプラットフォーム

エッジコンピューティングプラットフォームは、データ分析を行うアプリケーションと分析対象のインフラ(製造ライン・装置・ネットワーク)を結び付け、自由に組み合わせてシステムを構築可能なソフトウェアプラットフォームである。また、プラットフォームの処理フロー実行制御、データモデル管理、ストリームデータ処理等の機能によって、効率的なデータ分析が可能となる。

## 1. ま え が き

当社はFA統合ソリューション“e-F@ctory”によって、開発・生産・保守の全般にわたるトータルコストを削減し、顧客の改善活動を継続して支援してきた。e-F@ctoryは、生産現場のデータを収集して可視化する“見える化”，収集データを分析する“観（み）える化”，分析結果に基づいた診断によって生産現場へフィードバックを行う“診える化”の“みえる化<sup>3</sup>(キューブ)”を実現するソリューションである。

近年、製造業を取り巻く環境は大きく変化してきており、多品種少量生産への移行、製品品質に対する市場の意識の高まりへの対応、生産拠点のグローバル化等が必要とされている。また、IoT・ビッグデータに代表されるデータ分析技術が飛躍的に発展してきており、製造業への適用が望まれている。当社に対する顧客の要望でも、“生産現場のデータ分析によって工場全体の生産効率や歩留りを改善したい”“データ分析に基づいた診断によって製造ライン・装置の予防保全及びダウンタイムの削減をしたい”という声が増加している。

本稿では、エッジコンピューティングプラットフォームの特長とアーキテクチャ、及びアプリケーション例について述べる。

## 2. 解決すべき課題

製造業でデータ分析技術を活用する際には、次の2つの課題が存在する。

### 2.1 データ分析の実行環境

市場には機器から収集したデータをクラウドでデータ分析するクラウドコンピューティング(図1(a))のソリューションが多数存在している。しかし、製造業でのデータ分析の実行環境としてクラウドを使用すると次の問題があり、適切な実行環境でのデータ分析が必要である。

- ①生産現場には膨大な種類・量のデータが存在し、通信コストが膨大となる。
- ②外部にデータを送信するため、セキュリティ上のリスクがある。
- ③診断結果を生産現場へフィードバックする際のリアルタイム性に欠ける。
- ④クラウド側でのIT技術者主体のデータ分析では、現場の人の知恵を反映しづらい。

一方、機器から収集したデータを生産現場側でデータ分析するエッジコンピューティング(図1(b))では、次のメリットを享受することが可能となる。

- ①現場でのデータ処理によって、通信コストが低減できる。
- ②外部への不要なデータの拡散が防止できる(情報漏洩(ろうえい)リスクが低減できる。)
- ③リアルタイムに設備や人にフィードバックできる。

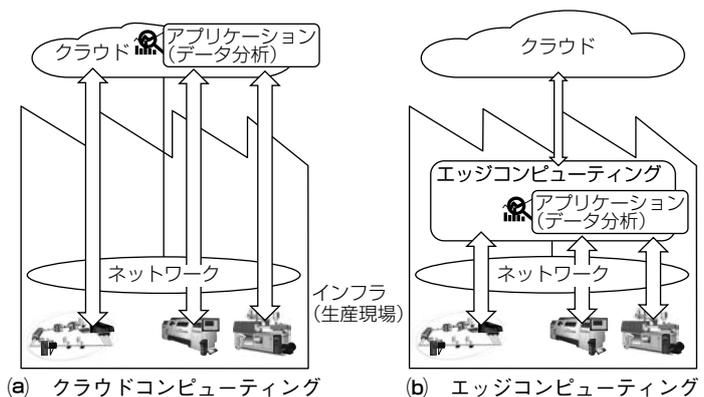


図1. エッジ・クラウドコンピューティング

- ④現場知識を持った人が現場で実施することによって、効率的かつ適確な分析が実現できる。

なお、複数拠点や長期間のデータ分析の場合には、クラウドの活用が有効であり、エッジコンピューティングとの併用が必要である。

### 2.2 最適なデータ分析システムの提供方法

データ分析の手法は多岐にわたり、対象業種や用途に応じてアプリケーションソフトウェアが異なる。また、エッジコンピューティングを行うハードウェアについて、システム規模や扱うデータ量、設置環境に応じて適切な選択が必要である。加えて、分析対象のデータは生産現場に存在する様々な機器及びネットワーク(インフラ)から収集する必要がある。このため、データ分析システムを構成する各コンポーネントを用途に応じてラインアップする必要があるが、全てのコンポーネントを単一ベンダーが提供することは現実的ではなく、マルチベンダー参加型のエコシステムの構築が不可欠である。エコシステムでは、マルチベンダーのコンポーネントを結び付け、自由に組み合わせるシステム構築可能なプラットフォームが必要である。

## 3. エッジコンピューティングプラットフォーム

当社は、エッジコンピューティング領域におけるエコシステムを実現するための、エッジコンピューティングプラットフォームの仕様を策定するとともに、それをソフトウェア実装した製品を提供していく。エッジコンピューティングプラットフォームは、データ分析を始めとする各種アプリケーションソフトウェア及びデータ収集ソフトウェア(データコレクタ)を開発・実行するためのソフトウェアプラットフォームである。

### 3.1 特長

このプラットフォームには次の特長がある。

- (1) 生産現場のデータを活用する各種アプリケーション向けインタフェースの提供
- (2) 各製造ライン・装置・ネットワークに対応したデータコレクタを作成する仕組みとインタフェースの提供

- (3) クラウド等、他のシステム上のアプリケーションと連携する仕組みの提供
- (4) アプリケーションとデータコレクタの開発効率化が可能なソフトウェア開発キット(SDK)の提供
- (5) データの収集・加工・分析・診断の処理フローを実行制御可能
- (6) 製造ライン・装置をモデル化し効率的にデータ収集・分析可能
- (7) 生産現場から収集するストリームデータを効率的に処理可能
- (8) マルチベンダーのハードウェアに搭載可能

### 3.2 アーキテクチャ

このプラットフォームのアーキテクチャを図2に示す。エッジコンピューティングプラットフォームは、アプリケーションとのデータ受渡し、及び、データコレクタを介した製造ライン・装置とのデータ授受を行うことで、データ分析等のデータ処理を実現するための各種機能を提供するものである。

アプリケーション向けインタフェース(API)では、分析等の処理に使用するデータ受渡しや診断等の処理の要求のためのインタフェースを提供する。

データコレクタ向けインタフェース(API)では、製造ライン・装置から収集したデータの受け取りや製造ライン・装置へのデータ書き込み要求のためのインタフェースを提供する。データコレクタは、製造ライン・装置とのデータ授受に使用するネットワーク及びネットワークを流れるプロトコルに応じて作成可能となっている。このネットワークとしてCC-Link IEフィールドネットワークやEthernet等が、プロトコルとしてSLMP(SeamLess Message Protocol)等がある。

SDKは、アプリケーション及びデータコレクタの開発を効率化するもので、これらの開発に使用するプログラミング言語からAPIを利用するための機能等を提供する。

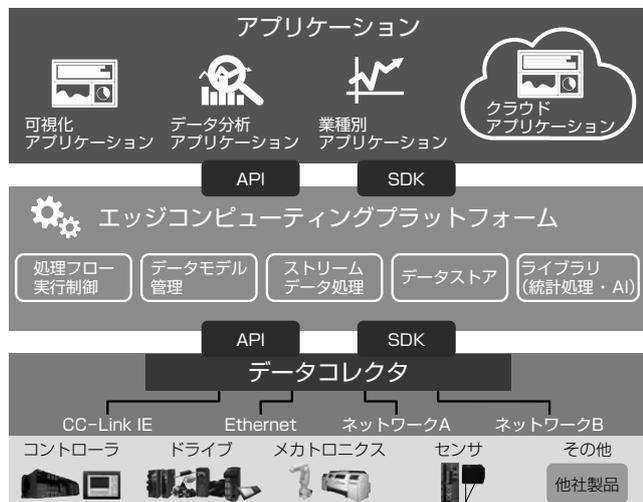


図2. プラットフォームのアーキテクチャ

処理フロー実行制御は、データコレクタを介したデータ収集と複数のアプリケーションでの処理をどう結び付けるかという処理フローを、定義に従って実行する(図3)。分析・診断を行う際には、収集したデータをこれらの処理に渡す前処理としての加工処理が重要であり、複数の加工処理を組み合わせることも多い。この機能によって、目的・用途に応じて、これらの処理フローを組み替えてシステムを実現することが可能となる。

データモデル管理は、生産現場に存在する製造ライン・装置をモデル化し、階層構造で管理する機能である(図4)。これによって、収集対象の製造ライン・装置のデータを階層構造を意識して選択でき、分析時に階層の情報や名前付きでデータが扱えるため、効率的な収集・分析が可能となる。

ストリームデータ処理は、製造ライン・装置で連続的に発生するデータ(ストリームデータ)をデータコレクタから受け取り、アプリケーションに適した形での受渡しを実現する。アプリケーションの必要に応じて、複数のデータを意味のある単位でまとめて受け渡せるため、効率的な処理の実現が可能となる。

データストアは、製造ライン・装置から収集したデータの蓄積先となる。生産現場のリアルタイム診断時には、どう診断するかルール決めや診断に使用する診断モデルの準備を行う分析作業が必要だが、この分析作業に必要な長期間のデータの準備が可能となる。

ライブラリは、アプリケーション開発に使用可能な統計処理やAI等の機能を提供する。

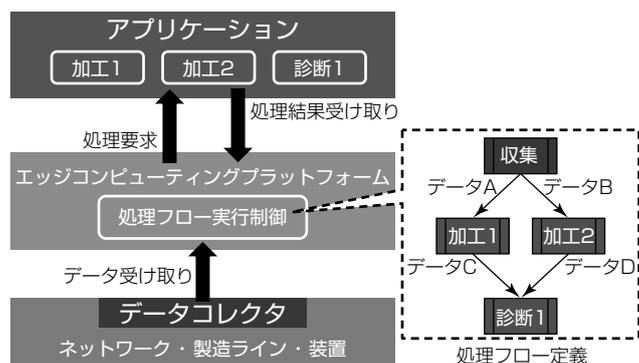


図3. 処理フロー実行制御

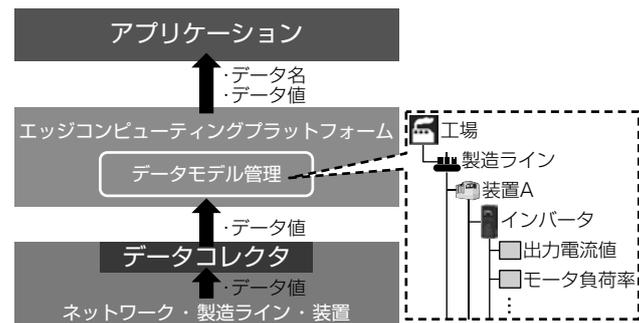


図4. データモデル管理

#### 4. アプリケーション例

エッジコンピューティングプラットフォームにおけるアプリケーションの例について述べる。

##### 4.1 波形比較による予防保全アプリケーション

波形比較による予防保全アプリケーションは、プラットフォームから渡されたストリームデータをリアルタイムに波形比較して診断し、製造ライン・装置の予防保全を実現する。分析時には診断時に使用する正常運転時の波形データを診断モデルとして登録する。診断時には登録された正常波形データとの類似度から現在の波形データの正常/異常を判定する(図5)。複数パターンの正常波形データを使用した判定が可能のため、加工品の違いや季節等によって正常波形データが変化する場合にも、適用することが可能である。

適用例として、真空ポンプの温度変化波形を対象とした診断による、故障前の兆候の検出がある。

##### 4.2 相関度算出による予防保全アプリケーション

相関度算出による予防保全アプリケーションは、収集した複数データの値をリアルタイムに相関度算出して診断し、製造ライン・装置の予防保全を実現する。分析時には運転時のデータ群から、正常時だけ相関が高くなるデータ項目を抽出する。診断時には現在値を基に相関度を数値化し、その数値変化から正常/異常を判定する(図6)。経験では気付けないデータ項目の診断が可能となり、異常の早期発見が可能となる。

適用例として、鉄鋼圧延ラインの複数箇所の圧力を対象とした診断による、ライン異常の予兆検出がある。

##### 4.3 値類推による品質診断アプリケーション

値類推による品質診断アプリケーションは、収集した複数のデータの値をリアルタイムに値類推して診断し、製品の品質診断を実現する。分析時には正常時のデータ群から、診断時に使用する診断モデルを生成する。診断時には現在値を基に診断モデルから品質の正常/異常判定値を類推して判定する(図7)。正常/異常そのものを示すデータなしで他のデータ群からこれを判断するため、後工程でしか検出できなかった不良の早期検出が前工程で検出可能となる。

適用例として、前工程にある外観検査装置で検出したワークの段差・受光量を基にした診断による、ワークの表面状態に起因して後工程で発生する品質不良の早期検出がある。

##### 4.4 乖離度算出による予防保全アプリケーション

乖離(かいり)度算出による予防保全アプリケーションでは、収集した複数データの値をリアルタイムに乖離度算出して診断し、製造ライン・装置の予防保全を実現する。分析時には正常運転時のデータ群から、診断時に使用する診断モデルを生成する。診断時には現在値を基に診断モデルからの乖離度を数値化した値をしきい値判定することで正常/異常を判定する(図8)。異常の予兆が見られた段階であっても正常運転時の診断モデルからの乖離度が大きく変

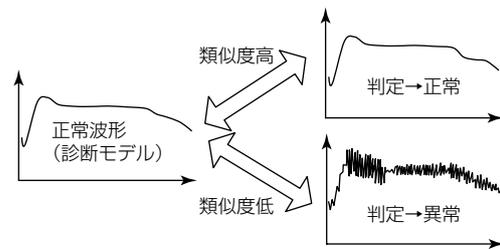


図5. 波形比較によるリアルタイム診断

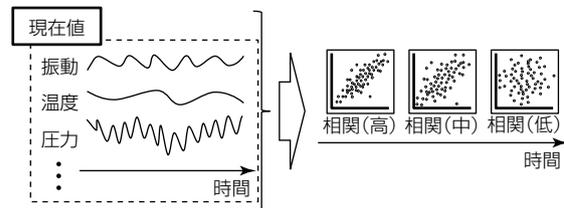


図6. 相関度算出によるリアルタイム診断

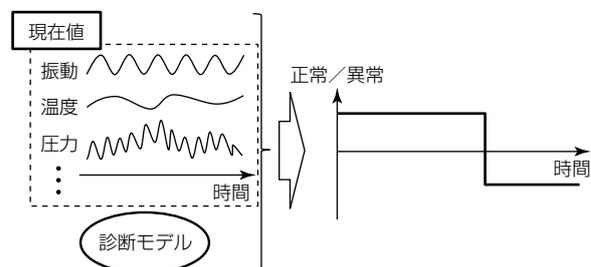


図7. 値類推によるリアルタイム診断

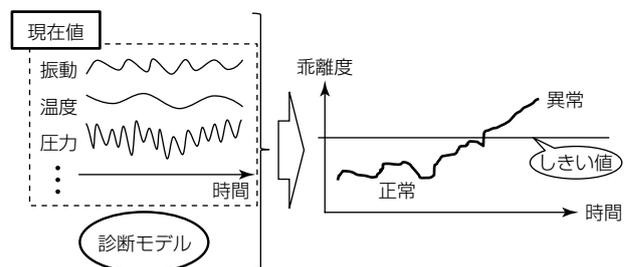


図8. 乖離度算出によるリアルタイム診断

化するため、異常の早期発見が可能となる。

適用例として、切削加工装置の振動・温度・圧力を対象とした診断による、ドリル刃折れの予兆検出がある。

#### 5. むすび

エッジコンピューティングプラットフォームの特長とアーキテクチャ、アプリケーション例について述べた。今後はプラットフォーム及びこれに搭載するアプリケーションを強化することでe-F@ctoryの“みえる化<sup>3</sup>”を強化し、顧客の改善活動を支援していく。

#### 参考文献

- (1) 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）
- (2) 早川孝之：IoTが実現する未来社会，三菱電機技報，90，No.7，378～382（2016）