

# コニカミノルタのエッジIoTを支える CPSプラットフォーム

Cyber Physical System Platform for Konica Minolta's Edge IoT Solutions

竹田 健太郎\* 小 熊 久美子\* 田 尾 祥 一\*  
Kentaro TAKEDA Kumiko OGUMA Shoichi TAO

## 要旨

センサーやカメラなど、様々な「モノ」をインターネットに接続し活用するIoT (Internet of Things) において、全てのデータをクラウドに送信すると通信量が膨大となることなどから、現場にあるコンピューターでの処理とクラウドを組み合わせるエッジコンピューティングという概念が提唱されている。

コニカミノルタはエッジIoT戦略を掲げ、現場でのデータ処理による課題解決を様々な事業領域で行っていく戦略だが、各事業で個別にシステムを構築することは効率的ではない。そこで我々は、コニカミノルタのエッジIoTの共通基盤となるCPSプラットフォーム (Cyber Physical System Platform。以下、CPS-PF) を開発した。

CPS-PFはクラウドサービスと現場に設置するコンピューター向けのソフトウェアから成り、データ処理フレームワークや機器管理などエッジIoTに必要な共通機能を提供する。これにより各事業のIoTソリューション開発者はそれぞれのソリューション固有の機能の開発に注力すればよく、効率的な開発を行うことができる。

CPS-PFはコニカミノルタの様々な事業領域で使用されるため、開発にはOSやプログラミング言語に依存しない技術を採用することで汎用性を高める工夫を行った。データ解析処理には開発中のものも含まれ、更新や差し替えが頻繁に発生することを考慮し、データ処理フレームワークの処理をモジュール化しマイクロサービスの開発に使われるgRPCプロトコルにより接続するアーキテクチャを設計することで柔軟性を確保した。またクラウドを迅速に使用開始できるよう、マルチテナントアーキテクチャを採用した。

これらの工夫により、開発したCPS-PFはコニカミノルタの多様なエッジIoTソリューションの実現に使えるものとなっており、実際に本稿執筆時点で複数の事業領域での活用・検討が進んでいる。

本稿では、このCPSプラットフォームの概要を示し、そのアーキテクチャと採用技術について説明する。

## Abstract

IoT (Internet of Things) is the technology which utilizes the data from various “things” such as sensors and cameras via the Internet. And if all data processing were held in a remote cloud server, it will require large data traffic. To address this issue, IoT data processing should be performed in combination with cloud and on-site computing. This concept is called “Edge Computing”.

Konica Minolta declares “Edge IoT” strategy to promote on-site data processing to solve issues in our various business domains. However, providing separate system in each business unit is not efficient. Therefore, we have developed the common software platform named “CPS-PF” (Cyber Physical System Platform) for Konica Minolta’s “Edge IoT” solutions.

CPS-PF contains cloud service and software for on-site computers to provide common functions such as a data processing framework and a device management agent for Edge IoT solutions. It makes solution development more efficient.

For CPS-PF to be used widely in Konica Minolta, we adopted platform and programming language independent technology for development. Data processing framework is designed to be modular architecture because we think data processing program developer requires frequent update. Each module communicates via gRPC protocol to be flexible like microservices. Furthermore, we adopt multi-tenant architecture for cloud service to use quickly.

These designs make CPS-PF fit in Konica Minolta’s Edge-IoT solutions, and at the time of writing this paper, our multiple business units are already using, or consider using CPS-PF.

In this paper, we introduce the overview of CPS-PF and its technology.

\* IoTサービスPF開発統括部 アーキテクチャ開発部

## 1 はじめに

近年、センサーやカメラなど、様々な「モノ」をインターネットに接続し、そのデータを活用するIoT (Internet of Things) という概念が注目されている。現場から得られたデータをクラウドサービスへ集約することで、どこからでもデータを参照でき、複数の現場のデータを組み合わせ合わせた解析が行えるなどのメリットがあるため、クラウドと組み合わせたさまざまなIoTソリューションが提案されている。

一方で、すべてのデータをクラウドへ集約することで通信量が膨大となり通信費やストレージの費用が高額となることや、通信時間により処理の遅延が発生すること、クラウドに対するセキュリティーやプライバシーの懸念などから、データをそのままクラウドに送信するのではなく、クラウドと現場での処理実行を組み合わせるエッジコンピューティングという概念が提唱されている。

これに関連し、コニカミノルタは中期経営計画「SHINKA 2019」<sup>1)</sup>においてエッジIoTプラットフォームの提供を宣言している (Fig. 1)。コニカミノルタによる特徴的なデバイスを入出力に利用しながら、Deep Learningによる認識、解析、予知などの処理を現場にあるエッジコンピューターで処理し、課題を解決することで価値を提供する。そのようなソリューションを様々な事業領域に展開する計画である。

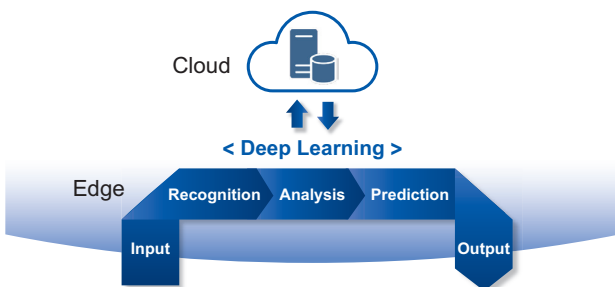


Fig. 1 Outline of edge IoT (from Konica Minolta's medium term business plan).

Edge IoT strategy is to provide solutions by using on-site computer to process recognition, analysis, and prediction by Deep Learning while using Konica Minolta's characteristic devices for input and output.

我々は、このエッジIoTプラットフォームの基盤の1つとなるCPSプラットフォーム (Cyber Physical System Platform)。以下、CPS-PF) を開発した。

CPS-PFはエッジIoTプラットフォーム構想が掲げる現場での解析処理実行やクラウドとの連携だけでなく、実際に現場に機器を設置する際に求められる機器管理やセキュリティーなどの非機能要求に応えるための共通機能を提供する。これにより、各事業のIoTソリューション開発者はシステムをすべて個別に作るのではなく、CPS-PFの共通機能を活用することで、ユーザーエクスペリエンスや差別化要素の開発に注力し、ソリューションの提供を効率的かつ俊敏に行うことが可能である。

## 2 CPS-PFの概要

Fig. 2はCPS-PFの構成の概要を示す図である。CPS-PFはクラウド、エッジ、デバイスの3階層から成っており、それぞれに求められる機能をあらかじめ用意している。このうちエッジとデバイスは顧客の現場に設置するコンピューターで、CPS-PFのソフトウェアをインストールして使用する。

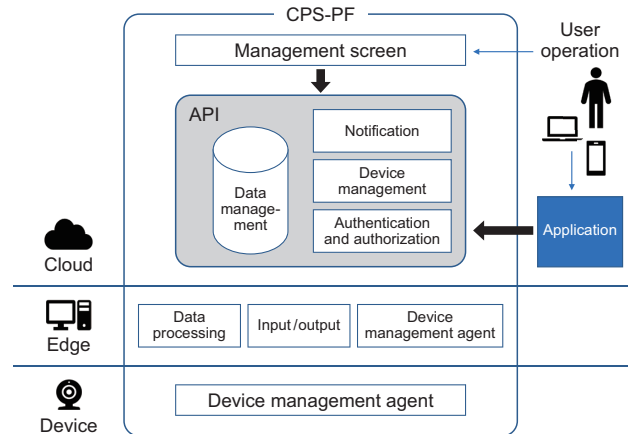


Fig. 2 Configuration of CPS-PF.

CPS-PF has a cloud layer, an edge layer, and a device layer. Common functions required in each layer are already prepared.

### 2.1 クラウド

クラウドはその名の通りクラウドサービスとして提供する機能で、CPS-PFではデータの保管や検索などの管理、メールやモバイルプッシュ通知の送信、機器の管理などを実行するAPI (Application Programming Interface) を用意している。IoTソリューションの開発者は、アプリケーション開発にこのAPIを使用することで、クラウドに保存されたデータや機器などを取り扱うソリューションを開発することができる。

一般的なデータや機器の管理は、CPS-PFの一部である管理画面 (Fig. 3) から行うことができるので、特徴的な機能が必要なければ改めて開発することなく利用可能である。

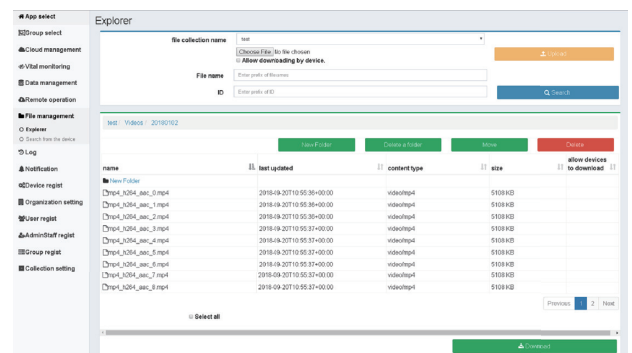


Fig. 3 Management screen of CPS-PF.

Common functions such as management of data and devices are performed from the management screen, which is part of CPS-PF, and there is no need for developing functions for each solution.

セキュリティを担保するため、APIの利用は認証を必須としており、ユーザーや機器はそれぞれに与えられた権限の範囲でしか機能やデータを利用することができないようにしている。

## 2.2 エッジ

エッジは現場に置かれたコンピューターで、後述するデバイスからの情報を受け取り、Deep Learningなどによる処理を実行し、クラウドに結果を送信するなどの機能を担う。

CPS-PFではこの一連の処理のフローを実行するフレームワークを用意している。またクラウド側の機器管理機能と対応する機器管理エージェントを用意しており、システムの稼働状態をクラウドからモニタリングすることができるほか、クラウドからの指示でソフトウェアアップデートなどの操作を実行することができる。

## 2.3 デバイス

デバイスは現場に設置するセンサーやアクチュエーター類、およびそれらを制御する組み込みシステムを指す。デバイスはエッジに比べて多数存在する可能性があるため、その管理やセットアップが課題となる。

CPS-PFではエッジと同様、デバイスに機器管理エージェントを組み込むことによってシステムの稼働状態をクラウドからモニタリングすることができる。

また、エッジとデバイスが同一のLAN上に接続されている場合はそれを検出しエッジとデバイス間の接続設定を自動的に行うようにしており、セットアップの手間を簡略化できるようになっている。機器管理エージェントを組み込まないデバイスに対してはエッジが代わりに機器管理を行う。

## 2.4 CPS-PFが提供する価値

以上がCPS-PFの機能となるが、それらが提供する総合的な価値を説明するため、我々は典型的なIoTソリューションを想定したリファレンスシステムを開発した (Fig.4)。

このシステムでは、現場にデバイス (カメラ) が複数存在するとし、その画像をDeep Learningにより認識した結果や、機器の稼働状況をクラウド経由で現場と異なる場所から閲覧することができる。また特定の物体を認識した場合は携帯電話に通知する。

このようなソリューションを開発するために、CPS-PFはデータ管理、セキュリティ、機器管理、携帯電話への通知など、必要な機能をあらかじめ用意している。そのため、開発者は画像認識、通知条件設定、閲覧画面といったソリューション固有機能の開発に注力すればよく、効率的な開発を行うことができる。また画像の認識は現場にあるエッジで行われるので、認識結果のみ送信するようにすれば、画像全体を送信する場合に比べ通信量を大幅に削減することができる。

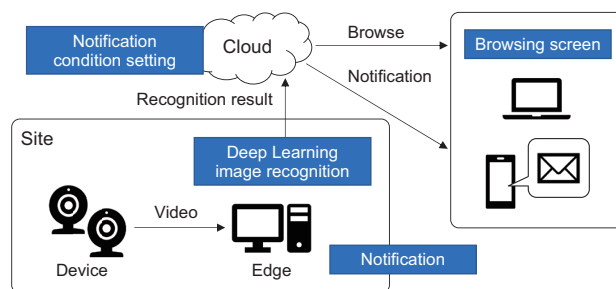


Fig. 4 Outline of CPS-PF reference system.

Devices (cameras) are on site, and from a place different from the site, it is possible to browse the results of Deep Learning image recognition and the device operation statuses via cloud. In addition, when a specific object is recognized, notify to a smartphone.

## 3 採用技術とアーキテクチャ

CPS-PFは新規事業を含めた様々な事業領域で使われるプラットフォームであるため、コニカミノルタ独自のデバイスやDeep Learningによる処理など、開発中のものを含めた多種多様なデバイスや処理を扱う汎用性と、頻繁な変更に対応できる柔軟性、PoC (概念実証) やプロトタイピングを素早く行う迅速性が求められる。

本節では、これらの要求に応えるためCPS-PFが開発に採用した技術スタックと、設計したアーキテクチャのうち特徴的な部分を説明する。

### 3.1 採用した技術スタック

#### 3.1.1 Go言語

エッジやデバイスとして使われるコンピューターのOSは、LinuxだけではなくWindowsが使われる場合もある。そこで、CPS-PFのエッジおよびデバイス向けソフトウェアの開発にはGo言語を採用した。

Go言語はクロスコンパイルに対応しておりLinux、Windows両方に対応しているだけでなく、生成される実行バイナリが別の実行環境を要しない1つのファイルとなるために、現場に設置するエッジ、デバイスへの配置が容易になる特徴がある。

#### 3.1.2 Swagger

ソフトウェア開発に使われるプログラミング言語は、機械学習ならPython、スマートフォンアプリならSwiftやKotlinなど、用途や目的に合わせて使い分けられている。前述のようにCPS-PFそのものの開発にはGo言語を使用した。データ解析やソリューション開発では別の言語が使用されることが考えられる。

あらゆる言語に対応するSDK (Software Development Kit) を個別に用意することは困難であることから、CPS-PFはクラウドAPIの定義にSwaggerを採用した。

Swaggerを使ってAPIを定義することで、言語ごとのSDKを自動生成することができるため、開発者が使用するプログラミング言語に合わせたSDKを用意することができた。

## 3.2 アーキテクチャ

### 3.2.1 エッジデータ処理フレームワーク

CPS-PFでは、エッジ向けにデータ処理のフローを管理する独自のフレームワークを用意している (Fig. 5)。

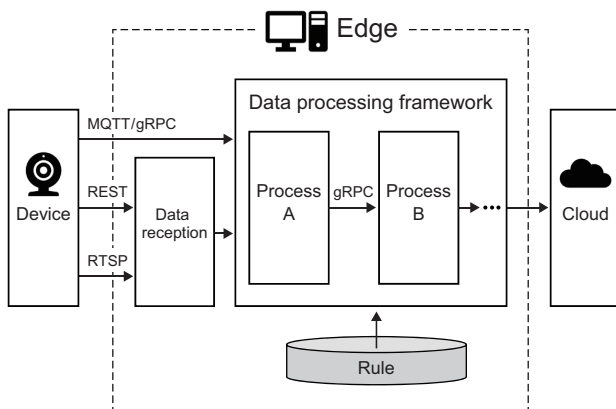


Fig. 5 Data processing framework.

For a data processing framework, modules are prepared that perform various processes such as image recognition by Deep Learning and data transmission to a cloud, and the framework controls the connections among the modules.

図中の「Process A」、「Process B」…など、データ処理フレームワーク向けにはDeep Learningによる画像認識やクラウドへのデータ送信など、様々な処理を担当するモジュールが用意されており、フレームワークはその間のつながりをルールによって制御することで、データ処理フローを構築することができる。

データ処理フレームワークから実行されるモジュールはそれぞれ独立した実行ファイルとなっており、マイクロサービスアーキテクチャで使われるgRPCをモジュール間のインターフェースとして使用する。これによりモジュールを独立に開発することができるので、モジュールの更新や差し替えが容易となる。またgRPCもOSやプログラミング言語を選ばない技術となっているため、用途ごとに変更可能となっている。

これらの特徴は特にDeep Learningによる解析処理の組み込みで有効と考えており、精度を高めるためにモデルを更新することや、Pythonで開発した試作プログラムを同じインターフェースを持つC++の製品プログラムに差し替えるなどの対応が可能となっている。

さらにデータ処理フレームワークでは各モジュールを並列で実行することも可能で、メモリ使用量やCPU利用率なども管理するので、エッジの計算資源を無駄なく使用することができる。

デバイスからデータ処理フレームワークにはMQTTまたはgRPCプロトコルによりデータを入力するが、その他のプロトコルやデータ形式を入力する場合は別途データ受信モジュールを用意してデータを入力する。CPS-PFでは、あらかじめ用意する標準のデータ受信モジュールとしてREST APIによるファイル受信やRTSPによるカメラ画像の受信モジュールを用意している。

### 3.2.2 マルチテナントアーキテクチャ

CPS-PFのクラウドは顧客ごとにシステムを構築するのではなく、マルチテナントアーキテクチャにより共通で使用するシステムとした (Fig. 6)。システム構築を新たに行わず利用できるのも、素早く利用することができる。システムは共通だが、CPS-PFのAPIは利用に認証が必須かつ権限の管理がされているため、他の顧客のデータにアクセスすることはできないようになっている。

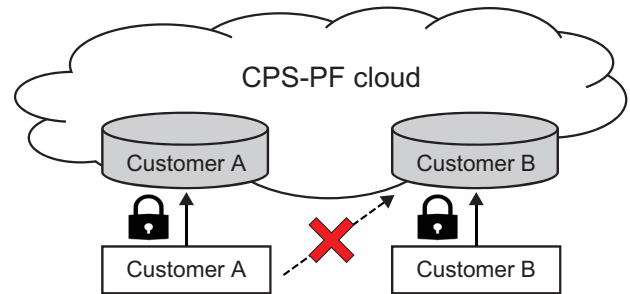


Fig. 6 Multi-tenant architecture.

By the multi-tenant architecture of the cloud of CPS-PF, each customer doesn't need to wait for system construction. The system is already built and commonly used. Although the system is common, it is impossible to access each other customer's data.

## 4 まとめ

エッジIoTプラットフォーム構想に必要な共通機能を提供するCPS-PFを開発した。採用した技術やアーキテクチャは、コニカミノルタの多様なIoTソリューションの実現に迅速に応えるものとなっており、本稿執筆時点でデジタルマーケティング領域の顧客行動解析サービス<sup>2)</sup>、デジタルマニュファクチャリング<sup>3)</sup>、ガス監視ソリューション<sup>4)</sup>など、各事業領域での活用・検討が進んでいる。

我々は今後も、適用事業からのフィードバックを得ながら魅力あるソリューションをいち早くお客様へ届けられるよう、プラットフォーム開発を推進していく。

### ●参考文献

- 1) コニカミノルタ中期経営計画「SHINKA 2019」  
[https://www.konicaminolta.com/jp-ja/investors/management/midterm\\_plan\\_presentations/pdf/plan\\_2017.pdf](https://www.konicaminolta.com/jp-ja/investors/management/midterm_plan_presentations/pdf/plan_2017.pdf)
- 2) go insight (顧客行動解析サービス)  
<https://www.konicaminolta.com/jp-ja/ms/service/goinsight/index.html>
- 3) デジタルマニュファクチャリング事業  
<https://www.konicaminolta.com/jp-ja/digital-manufacturing/index.html>
- 4) ガス監視ソリューション  
<https://www.konicaminolta.com/jp-ja/gas/index.html>