

## エネルギーシステム向けIoTプラットフォームに基づく発電プラント向けIoTサービスの展開

Deployment of IoT Services to Power Plant Operations Based on IoT Platform for Energy Systems

青山 敬三 AOYAMA Keizo

東芝グループは、製造業や社会インフラが直面する様々な課題をデジタル技術で解決するCPS（サイバーフィジカルシステム）テクノロジー企業を目指しており、CPSを開発・運用するための共通フレームワークとして、東芝IoTリファレンスアーキテクチャー（Toshiba IoT Reference Architecture, TIRAと略記）を定めている。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、発電プラントのIoT（Internet of Things）サービス事業の拡大を目指して、TIRAに準拠したエネルギーシステム向けIoTプラットフォームを開発した。サービス単位での機能提供や分散DB（データベース）による既存システムの活用が可能なマイクロサービスアーキテクチャーの採用で、顧客の環境やニーズに応じた柔軟なサービス利用環境を提供できる。また、情報モデルの活用やオープンAPI（Application Programming Interface）による異なるシステムとの連携により、外部と連携してデータや分析技術を組み合わせることで、顧客との共創環境を構築できる。

The Toshiba Group is aiming to become a cyber-physical systems (CPS) technology company that can solve issues in the manufacturing and social infrastructure fields by means of digital technologies. As part of this approach, the Toshiba IoT Reference Architecture (hereafter abbreviated as TIRA) has been created as a common platform to promote the development and operation of CPS.

Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation has developed an Internet of Things (IoT) platform for energy systems that is compatible with TIRA in order to enhance IoT services for power plant operations. This platform incorporates the following features: (1) adoption of a microservice architecture to facilitate the provision of functions per service unit and the utilization of existing systems through the application of distributed databases, thereby realizing flexible responses to customers' requirements and environments, and (2) utilization of information models and external linkages by using open application programming interfaces (APIs) to collaboratively analyze data, allowing the construction of co-creation environments with customers.

### 1. まえがき

東芝グループのCPSは、実世界（フィジカル）で収集したデータを、デジタル技術（サイバー）で分析・理解し、その結果をフィジカルにフィードバックすることで付加価値を創出する仕組みであり、そのCPSを実現するためのプラットフォームの枠組みがTIRAである。TIRAは、IIC（Industrial Internet Consortium）や、NIST（米国国立標準技術研究所）、Acatech（ドイツ工学アカデミー）などが策定した、世界のリファレンスアーキテクチャーのスタンダードを踏襲して整備し、インダストリアルIoTに必要な様々な要件を盛り込んだアーキテクチャーである（図1）。

エネルギーシステム向けIoTプラットフォームは、このTIRAに準拠する形で、東芝エネルギーシステムズ(株)が、(株)東芝のコーポレート部門であるデジタルイノベーションテクノロジーセンターと共同で開発したプラットフォームである。ここでは、このエネルギーシステム向けIoTプラットフォームの概要と特長について述べる。

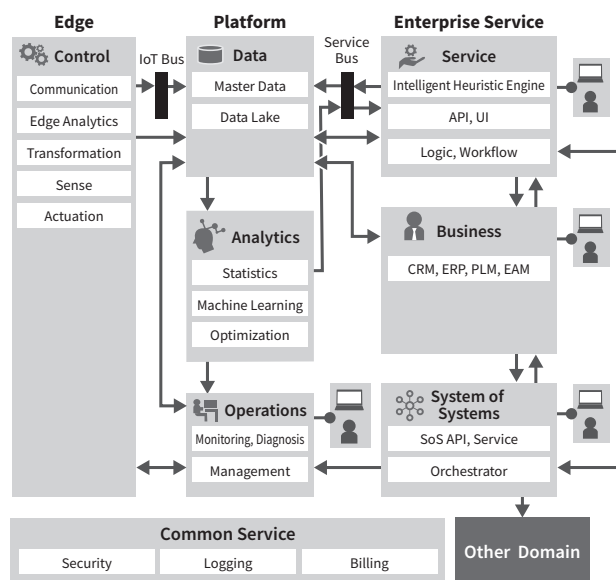
### 2. エネルギーシステム向けIoTプラットフォームの概要

エネルギーシステム向けIoTプラットフォームは、当社が長年にわたって電力システム製品開発で培ってきた制御技術（OT：Operation Technology）とデジタル技術（IT：Information Technology）を融合させ、その結果をダッシュボードの形で見える化することで、プラントの運用に関わる各種業務をシームレスに実施可能にしている（図2）。また、顧客との合意の下、ダッシュボードを通して当社や関連企業と課題を共有することで、IoTデータ分析・最適化部門やプラント機器・制御部門などとともに、課題解決に向けた共創の取り組みを行うこともできる。

エネルギーシステム向けIoTプラットフォームの特長と実装される主なサービスを、図3に示す。このプラットフォームでは、デジタルツイン技術を活用したリアルタイムの“性能評価サービス”や、ビッグデータ分析技術を活用した“異常予兆検知サービス”、各種AIや最適化技術を活用した“運用性向上サービス”、様々な情報やファイルと関係可能

な“アセット管理サービス”，作業現場向けの各種支援を行う“現場業務支援サービス”，AR（拡張現実）・VR（仮想現実）技術やマルチメディアを活用した“技術継承サービス”などのプラント向けサービスを提供できる。また、これらのサービスを提供するだけでなく、複数発電所の情報を連係

させる又は統合することで、複数のプラントを統合したダッシュボードによる監視や、複数プラントの情報を基に各プラントの最適な運転計画を立案するサービスも提供できる。



UI :ユーザーインターフェース  
 CRM :Customer Relationship Management (顧客関係管理)  
 ERP :Enterprise Resources Planning (経営資源管理)  
 PLM :Product Lifecycle Management (製品ライフサイクル管理)  
 EAM :Enterprise Asset Management (設備資産管理)  
 SoS :System of Systems

図1. TIRA

CPSを実現するための“共通の枠組み”として策定されている。

TIRA common framework for CPS

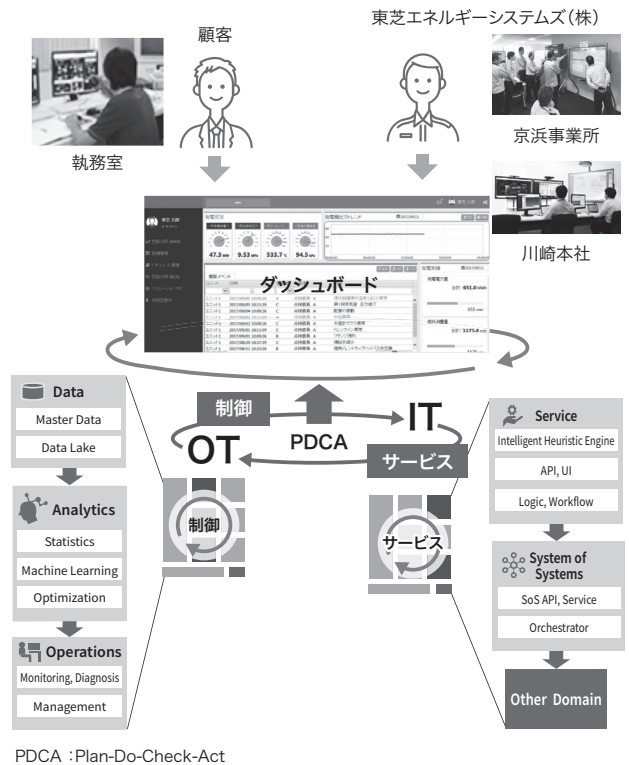
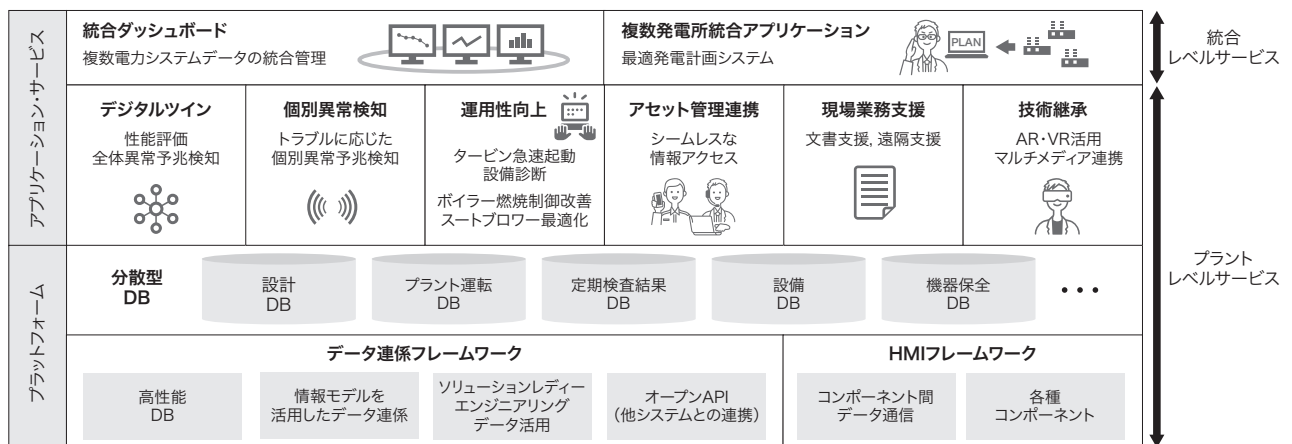


図2. 発電プラントのIoTサービスの概要

OTを活用した現場データ収集とITを融合させ、結果を顧客とダッシュボードで共有して共創関係を構築する。

Overview of IoT services for power plant operations



HMI:Human Machine Interface

図3. エネルギーシステム向けIoTプラットフォームと提供するサービス

プラントレベルのサービスから複数プラントを統合したサービスまで、提供可能である。

IoT platform for energy systems and applications and services provided by it

### 3. プラットフォームの特長

#### 3.1 マイクロサービスアーキテクチャー

マイクロサービスアーキテクチャーは、サービス全体を一つのモノリシックサービスとして開発するのではなく、図4に示すように、機能ごとに独立したサービスの集まりとして構築するアーキテクチャーである。

エネルギーシステム向けIoTプラットフォームは、このマイクロサービスアーキテクチャーを採用しており、サービス単位にコンポーネント化して提供可能で、以下のようなメリットがある。

- (1) サービス単位に機能をリリースできるため、顧客の事業規模やニーズに応じて小規模システムから大規模システムまで、柔軟に対応可能である。
- (2) 個々のサービスが疎結合の関係なので、サービス単位の更新や機能拡張が可能で、機能の追加や改善など、最新技術を活用した新しいサービスの導入が迅速に行える。
- (3) 複雑な仕組みになりがちな大規模システムを、サービス単位に分割して設計・開発できるため、各担当者が把握しなければならない範囲が少なくて済み、その結果、品質の低下を防げる。
- (4) サービスをコンテナと呼ばれる仮想化技術で取り扱

うため、同じ仮想化技術であるホスト型やハイパーバイザー型と比較して処理が軽量で、コンテナ単位で自動スケーリングできるなど、負荷や障害に強い環境を構築できる。

#### 3.2 ハイブリッド構成

近年のクラウドシステム環境の発展には、目覚ましいものがある。しかし、電力システムなどの社会インフラ系システムでは、データ漏えい・改ざんなどのセキュリティインシデントが発生すると社会的な影響が非常に大きいことから、クラウドシステム環境など自社外に重要なデータを保存することには抵抗がある企業も多い。

このような状況を踏まえて、当社のエネルギーシステム向けIoTプラットフォームは、クラウドシステム及びオンプレミスのいずれの環境でも同じサービスを提供可能なハイブリッド環境を実現している。そのため、顧客のニーズに合わせていずれの環境にも対応可能であり、更に両者の間で機能を分担させたハイブリッド構成にも対応できる(図4)。

クラウドシステム又はオンプレミス上に構築された各プラットフォームは、互いにネットワークで接続して連携できる仕組みになっており、複数プラントを統合したサービスの利用も可能である。

#### 3.3 分散DB

一般的なIoTプラットフォームの多くは、データレイクな

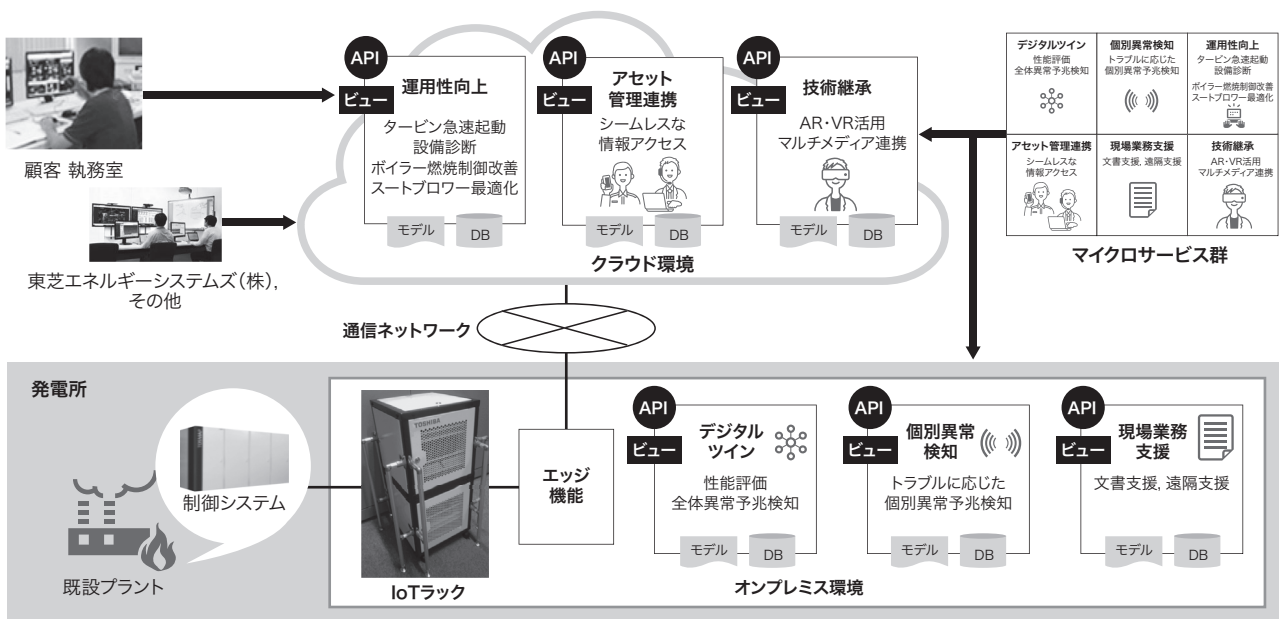


図4. ハイブリッド構成のプラットフォームとマイクロサービス群

多数存在するマイクロサービス群から、ニーズに合ったサービスを選択してプラットフォームに実装できる。また、オンプレミスとクラウドシステムのいずれの環境でも同じサービスを実装できるとともに、両者を連携させることもできる。

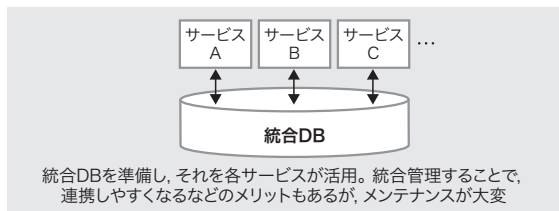
IoT platform with hybrid configurations and group of microservices

どに代表される、一つの統合的なDBに使用するデータを集め、そのDBから必要なデータを取り出して各種サービスを提供する形を取っている。このようなプラットフォームは、データ間の整合性が保証されるため、ある決まった仕様でのサービス実現には優れているが、取り扱うデータの種類が増えるとデータ間の関連付けが複雑になり、機能拡張や保守が難しくなるという欠点がある。また、顧客の多くは、自社内で各種の業務システムを既に導入・運用しているため、こうした統合型DBのプラットフォームへの移行は、既存設備との機能相違や、データ移行に伴うコストなどでも難しい面がある。

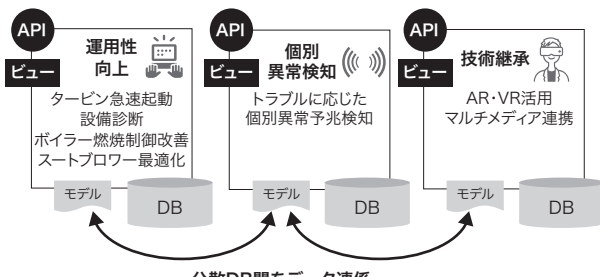
そこで、エネルギーシステム向けIoTプラットフォームでは、マイクロサービス化により、データがあらかじめ分散して存在していることを意識した設計としており(図5)、各サービスが保持するDBは非常にシンプルな構造である。また、各サービスが用意するデータ変換アダプターを利用することで、他システムとのデータ関係も柔軟に対応可能な仕組みとなっている。これにより、既存システムの運用はそのまま、必要なデータだけを連係できる。

### 3.4 情報モデルによるデータアクセス

発電プラントが取り扱うデータは、監視制御用のセンサー数で数千から数万にも及び、更に設備管理や、人・組織管理、作業管理などのプラント運用に関わる様々な情報を



(a) 一般的な構成



(b) 開発したエネルギーシステム向けIoTプラットフォームの構成

図5. 分散DBの採用

全てのサービスが一つのDBにアクセスする方式ではなく、各サービスがデータを所有・管理する分散DB方式を採用している。

Utilization of distributed databases

含めるとそのデータ数は膨大である。また、IoTなどのデジタル技術・センシング技術の発展に伴い、プラントで扱うデータ数や種類は更に増加している。

一方、サービスを提供する各アプリケーションは、図6のように、大量に存在するデータの中から使用する対象を選定してアプリケーションとひも付ける設定作業が必要であり、提供するサービスや対象プラントが変わる度にその作業を実施する必要があった。そのため、サービスを素早く利用したいにもかかわらず、そのサービスの利用前に、ひも付けという付加価値のない作業を実施しなければならなかった。

この問題を解決する方法として、当社は情報モデルを活用している。情報モデルは“オントロジー”とも呼ばれ、異なるシステムや組織(人)の間で物やサービスに関するデータを共通に理解することを目的としたデータ辞書のことである。データそのものが持つ意味や、関係性、制約、ルールなどを基に、その仕組みを体系的に整理することで情報モデルが作成できる。

情報モデルでデータに意味を持たせ、その意味によってアクセスできるようにすることで、個々のサービスで実施していたマッピング作業は不要になり、データの再利用がしやすくなる(図7)。また、情報モデルにより、異なるサービス間で同一の機器や人・作業の情報を関連付けて共有可能となり、図8に示すように、図面表示サービスを使用して選択した機器に対し、ほかの関連するサービスと連携して情報を表示するといったサービス間連携が容易に構築できる。

### 3.5 オープンAPIによる外部連携

エネルギーシステム向けIoTプラットフォームで実装される各サービスは、個々のサービスが提供するUI(ユーザーインターフェース)に加え、ほかのサービスと連携するためのAPIをサポートしており、これを自社外へ公開してネットワークでつながったほかのシステムとの連携を可能にしている。

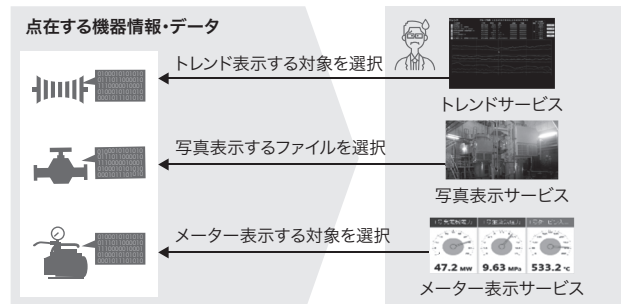
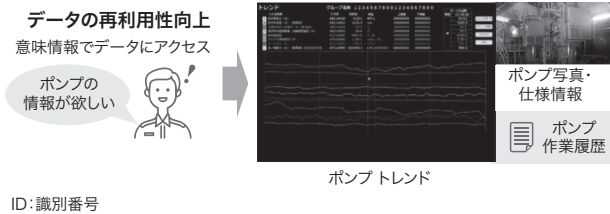
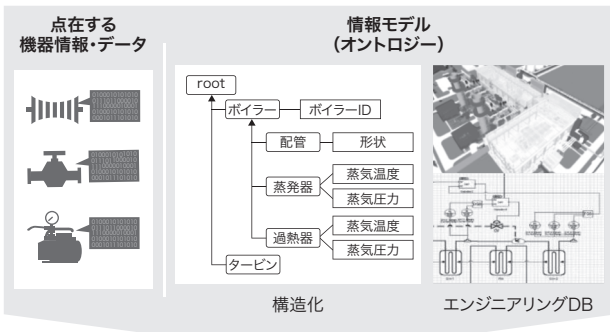


図6. 情報モデルがない場合のサービス実装

利用する個々のサービスごとに、点在している機器情報・データの中から対象データを選定しなければならない。

Service implementation without use of information models

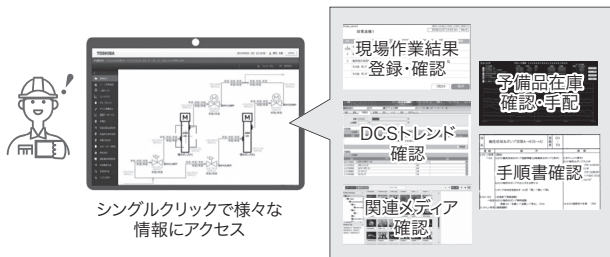


ID:識別番号

図7. 情報モデルを用いたサービス実装

点在するデータと情報モデルの情報をあらかじめひも付けておくことで、各サービスは意味によるデータアクセスが可能となり、個々のサービスごとのマッピング作業が不要となる。

Service implementation using information models



DCS: Distributed Control System (分散型制御システム)

図8. 情報モデルを活用したサービス間の連携

情報モデルを活用することで、あるサービスで指定した機器に対し、ほかの関連するサービスと連携して情報を表示するといったサービス間連携も可能となる。

Collaboration of services by means of information models

APIを利用するためには、セキュリティーの認証手続きやデータ所有者に対する許諾手続きが必要であるが、APIを公開することで、幅広い業種や他社との連携が可能になる。それにより、業種や企業の壁を越えた共創の輪が広がり、異なる業種のデータや当社にはない分析・最適化技術を組み合わせ、今まで解決が難しかった複雑な問題にも取り組めるようになる(図9)。

#### 4. あとがき

現在、開発したエネルギーシステム向けIoTプラットフォームを活用し、顧客向けに運用や試行を開始している。

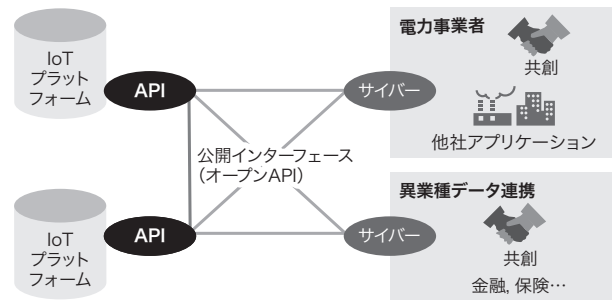


図9. オープンAPIによる外部連携

従来連携することのなかった他社のアプリケーションや異業種のデータとの組み合わせが可能となる。

External linkages by means of open APIs

提供を開始しているサービスは、デジタルツイン技術を活用した性能評価サービスや、ビッグデータ分析技術を活用した異常予兆検知サービス、プラントの系統図・配置図・単線結線図などの各種図面と、マニュアル・仕様書・現場写真などを連携させて利用できる図面連携サービス、これらの情報を統合表示できるダッシュボードサービスなどである。また、一部の顧客とは、プラントの運転データを共有し、共創による運用性の向上・最適化サービスなどの取り組みも行っている。

今後は、開発したエネルギーシステム向けIoTプラットフォームについて、より安心かつ安価に利用できるように改善を進めていくとともに、特長である連携機能を強化していく。また、このエネルギーシステム向けIoTプラットフォーム上に実装する各種サービス群についても順次開発を進め、サービス間の連携や、情報モデルを活用してプラントのライフサイクル全体を支援する各種業務サービス、他業種・他社のデータとAI・最適化技術を組み合わせた運用性向上サービスなどを提供していく。



青山 敬三 AOYAMA Keizo  
東芝エネルギーシステムズ(株)  
DX統括部 事業開発部  
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.