

情報モデルを用いたマイクロサービス連携技術

Microservice Integration Technology Using Information Model

細川 晃 HOSOKAWA Akira 張 瑞剛 ZHANG Ruigang 長野 伸一 NAGANO Shinichi

インフラサービス基盤における迅速な設計と機能拡張性を両立したサービス構築の実現に向け、マイクロサービスの活用が注目されている。API (Application Programming Interface) を介してやり取りされるデータの項目や単位が設備ごとに異なると、データに合わせてデータ取得機能や可視化画面を個別に開発する必要が生じ、迅速なサービス開発の妨げとなる。

そこで東芝は、数学的集合論を基礎として、クラス及びクラスが持つプロパティを定義する情報モデルを用いてマイクロサービスを標準モジュール化し、マイクロサービスの接続可否を情報モデルを介して自動判定するマイクロサービス連携技術を開発した。これにより、ニーズへの柔軟な対応と迅速なサービス提供が可能となった。

The microservices architecture is attracting attention as a means of achieving both rapid design and functional extensibility when developing services on infrastructure service platforms. However, if the data items and measurement units exchanged via application programming interface (API) for this purpose differ from facility to facility, it becomes necessary to develop data acquisition functions and visualization screens individually according to the data, which hinders rapid service development.

To address this issue, Toshiba Corporation has standardized a microservice module using an information model that defines classes and their properties based on mathematical set theory and developed a microservice integration technology that automatically determines whether the connection of microservices is possible via the information model. This makes it possible to flexibly respond to various requirements and provide services rapidly.

1. まえがき

エネルギー分野では、低炭素化・脱炭素化や、再生可能エネルギーへのシフト、電源分散化など大きな変化が起きており、デジタル技術の導入により新しい製品・サービスを展開することで、エネルギー産業自体の価値を高めていくことが求められる。このような要求に応える仕組みがCPS (Cyber Physical System) である。東芝グループから提供する発電設備や機器が現場で稼働することで生成される運転データを、顧客が持つ運用保守データなどと組み合わせてデジタル技術で分析し、その結果を現場へ戻すことで新たな価値を創出する。CPSの実現においては、顧客ニーズに迅速に対応するため、インフラサービス基盤でのマイクロサービス活用が注目されている。

マイクロサービスは、APIを介して複数システムで共通に扱えるソフトウェア部品を相互接続し、サービスを構築する方法論であり、迅速な設計と変更容易性を両立したサービスの構築が可能となる。しかし、APIを介してやり取りされるデータの名称や、型、単位などが設備ごとに異なると、データに合わせてデータ取得機能や可視化画面を個別に開

発して、それらを個別にひも付け作業する必要が生じ、迅速なサービス開発の妨げとなる。

これを解決するために、東芝は、情報モデルと呼ばれるデータ辞書を参照し、ひも付け作業を必要としないマイクロサービス連携技術を開発した。現在、CPSを実現するエネルギーIoT (Internet of Things) サービス“TOSHIBA SPINEX for Energy”にこのマイクロサービス連携技術を活用して、検証を進めている。

2. CPSに求められるアーキテクチャー

従来、インフラ分野の基幹システムの多くは、一つの統合的なデータベースでデータを管理して、各種機能が密に連携しながらサービスを提供してきた。このようなアーキテクチャーは導入容易性や動作の高速度などの利点があるが、小さな修正が全体に波及するなど変更が難しい場合があった。そこで注目されているのが、マイクロサービスアーキテクチャーである。以下では、CPSにこのアーキテクチャーを適用するにあたっての技術要件を整理する。

2.1 分散するデータを疎結合で連携できること

顧客の多くは、自社内で各種の業務システムを既に導

入・運用しており、コストや運用の観点から、一度に全体を置き換えることは必ずしも容易ではない。このような場合、既存システムを維持しながら、必要なデータだけを、取得・分析・可視化などの標準モジュール化された機能につなげることが求められる。

2.2 マイクロサービスの組み合わせが容易であること

インフラ設備の各種情報を扱うマイクロサービスを個別に開発すると、マイクロサービス間で設備の名称や、データ項目、単位などの設備情報に差異が生じ、組み合わせの度にその差異を吸収するための変換処理を行う必要が生じる。シームレスに組み合わせるには、相互にやり取りする設備情報に統一性を持たせることが重要になる。

2.3 顧客が持つ現場データをすぐに利用できること

迅速なサービスの提供にあたっては、企業が持つデータやセンサーから得られるデータの中から、共通モジュール化されたマイクロサービスが使用するデータを素早く見つけ出して接続することが重要である。例えば、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だけでも数千から数万にも及び、更に設備管理や組織運営などインフラの運用管理に関するデータを含めると、その数は膨大になる⁽¹⁾。これらの膨大なデータを即時使えるようにするには、マイクロサービスの変数とのひも付けの容易性が求められる。

3. 情報モデルの標準化と共通基盤化

CPSを構成する様々な事物の情報を扱う標準的なデータ辞書を情報モデルと呼ぶ。当社は、数学的集合論に基づいて情報モデルを体系的に定義するモデリング手法(POM: Parcellized Ontology Model)を開発し、国際電気標準会議(IEC)においてIEC 62656シリーズとして国際標準化済みである。

POMの情報モデルは、クラス、プロパティ、及び関係(クラス間、クラス-プロパティ間)の3要素から構成される。図1左に発電設備の情報モデルの例を示す。ポンプは発電設備の一種であるので、発電設備とポンプのクラス間に親子関係を定義する。また、発電設備クラスは型番と導入年月日の二つのプロパティを持ち、ポンプクラスは型番、導入年月日、流量及び揚程の四つのプロパティを持つ。次に、発電設備クラス、ポンプクラスがそれぞれ持つプロパティを要素とする集合間の関係を、図1右に示す。二つのクラスが親子関係にある場合、クラスが持つプロパティ集合は包含関係となる。これは、ポンプは親クラスである発電設備から型番と導入年月日の二つのプロパティを継承するとともに、ポンプを特徴付ける流量と揚程の二つのプロパティを持つことを表す。このように、POMではクラスとプロパティの関係

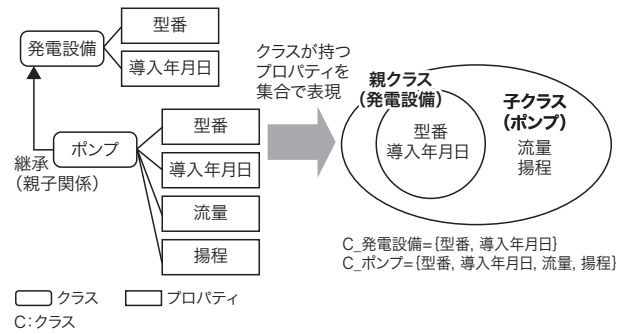


図1. 数学的集合論に基づく情報モデルの例

クラスを特徴付けるプロパティの有無に着目し、クラスとクラス間でのプロパティの包含関係を定義して、数学的集合論に基づいてクラスの識別とプロパティ間の整合性検証を行う。

Example of information model based on mathematical set theory

を、図1左に示す木構造で定義し、それを図1右に示すプロパティ集合に変換して集合間の関係を確認することで、クラス間の整合性が担保された情報モデルを構築できる。

4. 情報モデルによるマイクロサービス連携技術

設備の構成情報やプロパティ情報を共通データとして整備した情報モデルをプラットフォームに組み込み、マイクロサービスが扱う情報と情報モデルとを対応付けておくことで、各マイクロサービスが扱うデータ同士のひも付け作業を必要としない連携技術を開発した。この技術は、情報モデルを簡単かつ確実に構築する情報モデル編集支援機能、作成した情報モデルを利用してマイクロサービスを共通部品化するプロパティマッピング技術、共通部品化したマイクロサービス同士を自動で接続する連携フレームワーク、という三つの要素技術から構成される。これらを利用することで、プラットフォームを利用する顧客のニーズに柔軟かつスピーディーに応じて、サービス提供できるようになった。

4.1 情報モデル編集支援機能

情報モデルを簡単かつ確実に作る技術として、情報モデルエディター ParcelMakerを開発した⁽²⁾。これは、情報モデルの産業分野横断のデータモデルを規定する、国際規格 IEC 61360-2 及び IEC 62656-1 に準拠した情報モデルを、汎用ソフトウェアとして広く利用されている Microsoft® Excel® で、編集、閲覧、及び整合性検証する機能を提供する。Excel® ワークシートの所定のセルを埋めることで、特殊なソフトウェアを使わなくても誰でも簡単に情報モデルを作ることができる。整合性検証機能では、集合表現されたクラスとプロパティとの間で規定される、継承や参照などの様々な関係の整合性を集合演算で検証して、違反箇所を検出する。

集合演算による検証例を、図2に示す。図2左上に示し

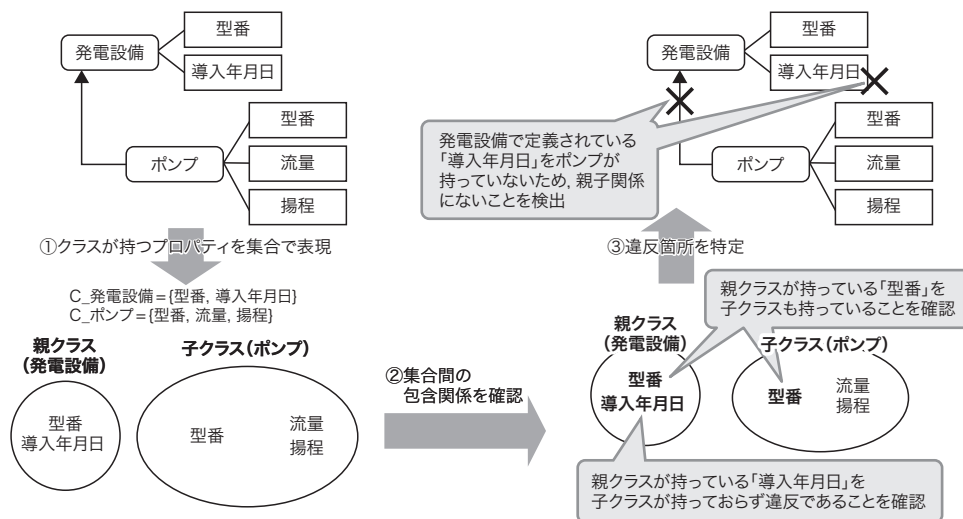


図2. 集合演算による違反箇所の検出

集合表現されたクラスとプロパティとの間で規定される、継承や参照などの様々な関係の整合性を集合演算で検証して、違反箇所を検出する。

Validation based on set operation

た発電設備クラスとポンプクラスの親子関係の有無を検証する。各々のクラスが持つプロパティを集合として表現すると、発電設備クラスは{型番, 導入年月日}, ポンプクラスは{型番, 流量, 揚程}である(図2の①)。次に、集合間の包含関係を確認すると、発電設備クラスが持つ導入年月日を、ポンプクラスが持っていないことが分かる(同②)。この結果、ポンプクラスに導入年月日が継承されていないため、発電設備クラスとポンプクラスとの間に親子関係がないことが検出される(同③)。この例のような集合演算により、整合性検証が可能になる。

4.2 プロパティマッピング技術

各マイクロサービスで扱うデータを情報モデルとひも付けておくことで、設備やプロパティの名称、単位の違いを情報モデルで吸収し、統一的に扱えるようになる。しかし、運用保守業務で扱う設備やセンサーデータのような実データの種別・数が多いほど、情報モデルのクラス定義に基づいて個別の設備を記述したもの(インスタンスと呼ぶ)と実データとのひも付け作業に時間を要する。

これを解決するために、配管計装図や単線結線図などの図面を活用したプロパティマッピング技術を開発した。この技術では、実データにひも付けられた項目名などの文字列と、情報モデルが持つプロパティの名称といった文字列との間の編集距離を元に類似度を計算することで、実データをひも付ける設備の候補を絞り込む。更に、図面上で設備を選択して設備と実データとをひも付ける画面を提供し、図面上の近隣設備の情報を加味しながら候補を絞り込む機能で

推定された選択肢を表示することで、直感的かつ少ない操作でひも付け作業ができる。

図3の例では、配管計装図上で選択したポンプXがポンプクラスのインスタンスであることを識別し、実データとポンプXが持つプロパティとの間で名称や、データ型、単位などとの照合を行い、ひも付け可能な実データの候補を絞り込み、サービス開発者に提示する。サービス開発者が提示された候補の中からひも付ける実データを決定すると、このひも付けがマッピング情報として生成される。

このように生成されたマッピング情報に基づき、実データとの接続や単位の変換が自動化されることで、実データの所在によらず、かつ単位の違いを吸収し、“ポンプ”の“流量”のように“モノ”の“プロパティ”という指定で、値の参照が可能になる。

4.3 連携フレームワーク

連携フレームワークは、情報モデルにより部品化したマイクロサービス間の連携を定義するエディターの役割を果たす。サービス開発者が組み合わせるマイクロサービスを選択すると、連携フレームワークは、クラスをハブとして各々のマイクロサービスが持つプロパティの同一性を確認することで、その接続可否を判定する。接続可能であれば、組み合わせでサービスを自動構築する。

図4は、情報モデルによるマイクロサービス連携の例である。データを持つデータ系マイクロサービスや、表示を担当する可視化系マイクロサービスを、連携フレームワークにドラッグアンドドロップすると、情報モデルを介してプロパティ

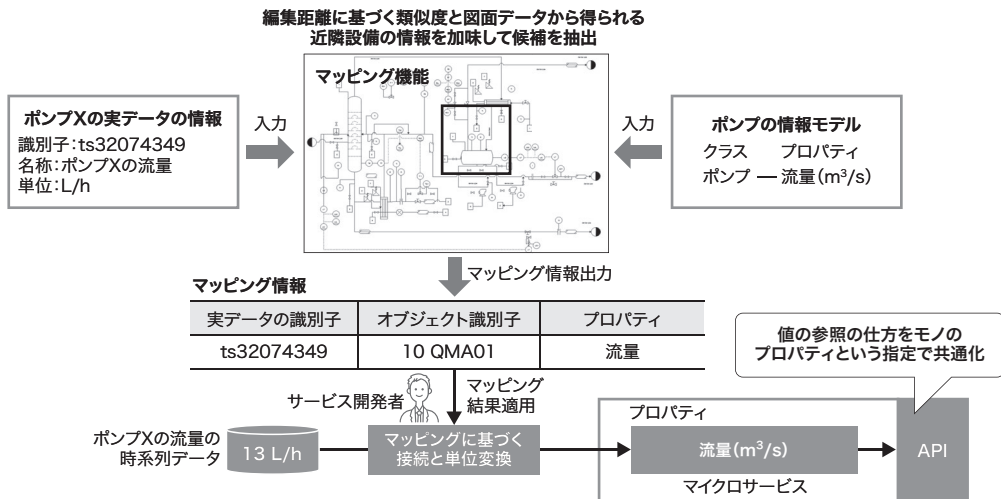


図3. プロパティマッピング技術

図面から得られる近隣設備の情報、及び文字列間の編集距離を元に、実データの項目名とプロパティ名の類似度を計算して、マッピング対象を絞り込む。

Property mapping technique

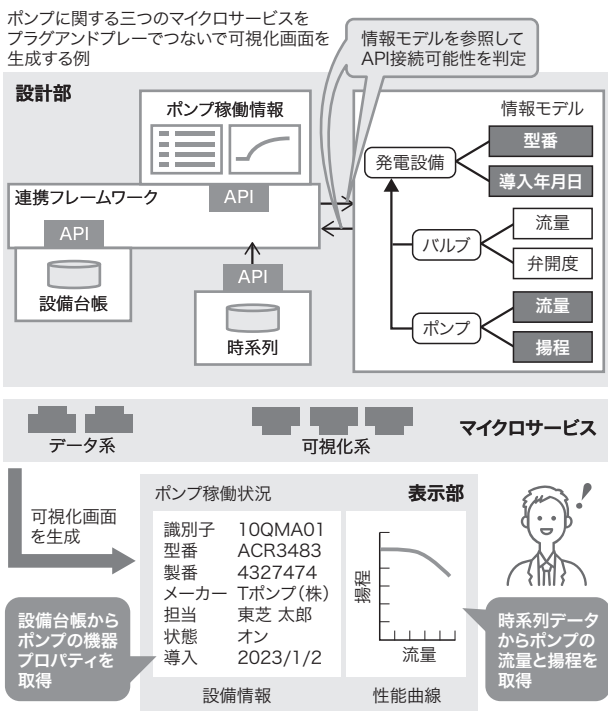


図4. 情報モデルによるマイクロサービス連携の例

情報モデルを介して、各マイクロサービス間でプロパティの同一性を自動的に確認する。

Example of microservice integration by information model

の同一性を自動的に確認する。この結果、同じ場合はデータ授受の接続が設定され、異なる場合は接続が拒否される。

このように、情報モデルを活用することで、組み合わせごとに発生していた前処理が不要になるとともに、組み合わせ

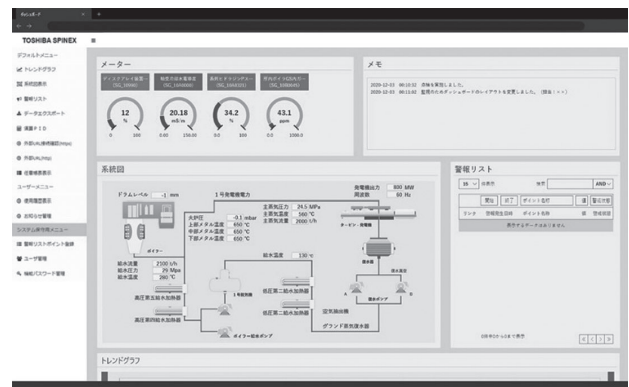


図5. インフラサービス基盤でのサービス開発事例

複数の発電設備に関わる各種データを情報モデルで共通データ化し、設備の稼働データなどとシームレスに連携させてダッシュボードに表示する。

Example of service development on infrastructure service platform

時に発生する接続可否を自動的に判定でき、自動連携が可能になる。これにより、CPSを実現するIoTサービスを素早く開発することができる。

5. TOSHIBA SPINEX for Energy の情報連携基盤への適用

このマイクロサービス連携技術は、TOSHIBA SPINEX for Energy に適用されている。複数の発電設備に関わる各種データ(運転データ、仕様書、設備台帳、予備品、稼働データなど)を情報モデルで共通データ化し、マイクロサービスがシームレスに連携する。これにより、図5のように顧客自身が選択してダッシュボードに表示した各種情報

が有機的につながるとともに、表示された情報を元に、見たい情報に素早くアクセスすることが可能になった⁽³⁾。また、顧客要求に応じたダッシュボードを、少ない開発コストで容易に提供できるようになった。

6. あとがき

CPSを実現するIoTサービス創出における、ニーズへの柔軟な対応と迅速なサービス提供を実現する技術として、情報モデルを利用してソフトウェア部品間の相互接続を容易化するマイクロサービス連携技術について述べた。

今後は、電力事業全般への適用に加え、鉄道や水処理など、他分野への展開を進めていく。

文 献

- (1) 青山敬三. 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. 東芝レビュー. 2020, **75**, 3, p.7-11. <https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2020/03/75_03pdf/a03.pdf>, (参照2023-02-17).
- (2) 細川晃, 村山廣. バーセル国際規格の開発及び応用. 東芝レビュー. 2013, **68**, 12, p.46-49. <https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2013/12/68_12pdf/f05.pdf>, (参照2023-02-17).
- (3) 東芝. “発電所向けダッシュボード”. TOSHIBA SPINEX Marketplace. <<https://www.spinex-marketplace.toshiba/ja/services/power-plant-dashboard>>, (参照2023-02-17).



細川 晃 HOSOKAWA Akira

研究開発センター 知能化システム研究所 システムAIラボラトリー
情報処理学会会員
System AI Lab.



張 瑞剛 ZHANG Ruigang

研究開発センター 知能化システム研究所 システムAIラボラトリー
System AI Lab.



長野 伸一 NAGANO Shinichi, Ph.D.

研究開発センター 知能化システム研究所 システムAIラボラトリー
博士(工学) 人工知能学会・電子情報通信学会・情報処理学会・日本データベース学会会員
System AI Lab.