

## 設備情報モデルを活用したマイクロサービス連携技術の提案 Proposal of Asset Information Model Based Microservice Integration

細川 晃<sup>†</sup>      長野 伸一<sup>†</sup>  
Akira Hosokawa   Shinichi Nagano

### 1. はじめに

プラントなどの社会インフラの運用保守では、データを用いた設備稼働状態の把握が進んでいる。多様化する現場ニーズに迅速に対応するためには、データ取得機能や可視化機能を標準モジュール化することが重要になる。このような観点から、インフラサービス基盤でのマイクロサービス（以下、MS と呼ぶ）活用が注目されている。これにより、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一方、API を介してやり取りされる設備の名称や型、単位が設備ごとに異なると、それら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。

このような課題に対し、OWL で記述されたオントロジーを用いてドメイン駆動設計を行うことで MS 間の意味的な接続や MS 自身の設計を行う手法が提案されている[1]。しかし、主語と述語をトリプル（バイナリリレーション）で結ぶため、MS の数や対象となる設備、およびその情報の種別が多岐に渡る社会インフラにおいては、その構築や維持が困難である。

筆者らは、設備の名称やデータ項目、単位を扱う標準的なデータ辞書、すなわち設備情報モデルを表形式で記述する汎用的かつ柔軟なモデリング手法 Parcellized Ontology Model (POM) を提唱し、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した[2][3]。POM は OWL のようなトリプルではなく、数理論理学上の集合に基づくリレーショナルなオントロジーモデルであり、設備の情報をその個々のプロパティをカラムとする表形式で記述でき、かつ自分自身の構造を変更する仕組みを内包すること、更にはプロパティ単位で版管理可能であることなど、設備などの事物のモデル化やその管理に適した側面を有する。

本研究では、インフラサービス構築における開発コスト削減を目指し、POM を基礎とした情報モデルを活用することで、MS 同士が互いにやり取りするデータの意味を解釈し、都度開発することなく MS が自動で繋がるフレームワークを開発している。その要素技術は、(A) 情報モデルを簡単かつ確実に構築するための技術である情報モデル編集支援機能、(B) 作成した情報モデルを MS に組み込み、MS を共通部品化する技術であるプロパティマッピング技術、(C) 共通部品化した MS を自動で繋ぐ連携技術、の三つで構成される。本稿ではこのうち (C) を提案する。

### 2. POM による設備の情報モデル

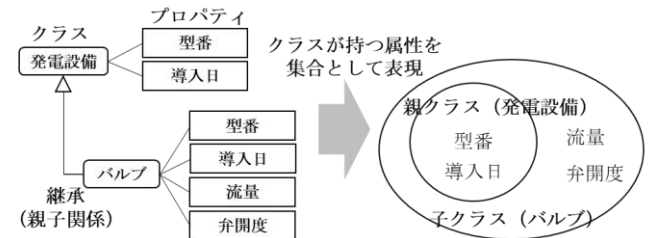
POM を基礎とする情報モデルは、概念（クラス）と、その概念が持つ属性（プロパティ）と、それらの間の関係（リレーション）、の三つを定めたものである。情報モデルは、データ辞書、または哲学用語に由来するオントロジーとも呼ばれ、概念はクラス、属性はプロパティとも呼ばれる。これまで筆者らは、数学的集合論に基づいて情報モ

デルを体系的に定義する集合論的情報モデリング技術を開発し、その応用技術の研究開発を進めてきた。集合論的情報モデルでは、事物を特徴づけるプロパティの有無に着目し、事物及び事物間の包含関係を定義し、集合論に基づく意味解釈を行う。すなわち、クラスはプロパティの論理積

$$C = \{x | \exists x: P_1(x, a_1) \wedge P_2(x, a_2) \wedge \dots\} \quad \dots (1)$$

で定義される。ここで、 $C$  はクラス、 $P_n$  ( $n$  は自然数) はプロパティ、 $x$  はクラス  $C$  の要素、 $a_n$  は対応するプロパティ  $P_n$  の値を意味する。ここで、 $C_1$  というクラスに  $P_1$  というプロパティがあり、 $C_2$  というクラスに  $P_1$  と  $P_2$  というプロパティがあれば、 $C_2$  は  $C_1$  の部分集合であり、 $C_1$  に包含される。このようにあるクラス  $C_1$  のすべてのプロパティを別のクラス  $C_2$  が包含する時、 $C_1$  は  $C_2$  の親クラス、 $C_2$  は  $C_1$  の子クラスと呼ばれる。論理的には、親クラス  $C_1$  のすべてのプロパティが子クラス  $C_2$  に継承される。

図1の例では、発電設備クラスは、 $C_{\text{発電設備}} = \{x | \exists x: P_{\text{型番}}(x, a_1) \wedge P_{\text{導入日}}(x, a_2)\}$ 、バルブクラスは  $C_{\text{バルブ}} = \{x | \exists x: P_{\text{型番}}(x, a_1) \wedge P_{\text{導入日}}(x, a_2) \wedge P_{\text{流量}}(x, a_3) \wedge P_{\text{弁開度}}(x, a_4)\}$  のような数式で定義される。すなわち、バルブクラスは発電設備クラスの子クラスとして、発電設備クラスの二つのプロパティ型番と導入日を継承するとともに、独自にバルブクラスを特徴づける流量および弁開度の二つのプロパティを持つ。



$$C_{\text{発電設備}} = \{x | \exists x: P_{\text{型番}}(x, a_1) \wedge P_{\text{導入日}}(x, a_2)\}$$

$$C_{\text{バルブ}} = \{x | \exists x: P_{\text{型番}}(x, a_1) \wedge P_{\text{導入日}}(x, a_2) \wedge P_{\text{流量}}(x, a_3) \wedge P_{\text{弁開度}}(x, a_4)\}$$

図1 POMによる設備の情報モデルの例

このように集合論的に定義されたクラスやプロパティに対し、POM は名称やデータ型、単位など、クラスやプロパティの意味や関係を定義するためのメタモデルを規定する。なお、POM ではクラスおよびプロパティは特定の自然言語に依存しない識別子で識別されるが、以降では簡単のため、「バルブ」や「流量」などの日本語に置き換えたもので説明する。

### 3. 提案フレームワーク

#### 3.1 フレームワークの構成

本稿で提案する連携フレームワークは、設備の分類を示すクラスを MS 間で共有するとともに、クラスに紐づけるプロパティを MS で分散的に定義できるアーキテクチャを持つ。すなわち、プロパティを分散定義することによりマ

<sup>†</sup>株式会社東芝 研究開発センター Corporate R&D Center, Toshiba Corporation

マイクロサービスアーキテクチャの特徴である小さなサービスの定義を可能にしつつ、設備に着目してクラスをハブとした設備情報の論理的な結合を実現する。

図2は発電設備のクラス体系を連携フレームワークで定義し、バルブやポンプなどの設備の台帳情報を持つ設備台帳マイクロサービス (MS-A) とバルブの時系列データを持つマイクロサービス (MS-B)、およびポンプの時系列データを持つマイクロサービス (MS-C) のそれぞれでプロパティを分散定義し、同様に、これらのMSで分散して保持されるデータを利用するMSとして、表示系MSであるMS-Dでプロパティを定義した例である。連携フレームワークが持つ発電設備、バルブ、ポンプを介して散在する情報が繋がるアーキテクチャになっており、その繋がりを次節で述べる集合演算により保証する。

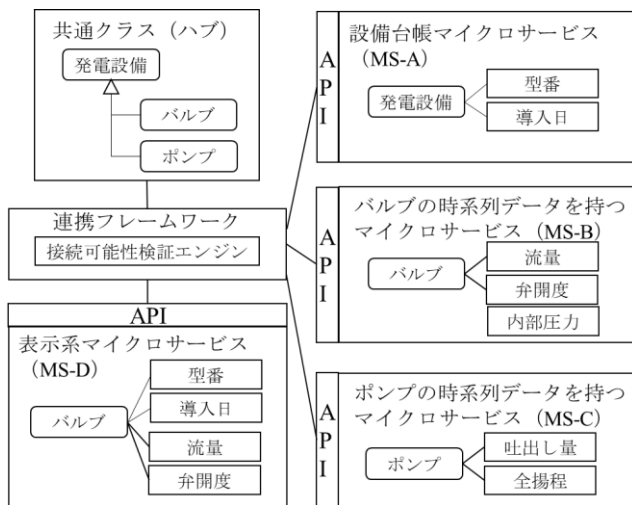


図2 フレームワーク構成と情報モデルの分散定義の例

### 3.2 集合演算によるマイクロサービス接続可能性検証

提案のフレームワークにおいて、ユーザが組み合わせるMSを選択すると、接続可能性検証エンジンがクラスをハブとして各々のMSが持つ属性の集合間で集合演算を行うことで接続可能性の検証を行う。すなわち、表示機能のようにデータを参照する表示系MSが指定するプロパティの集合と、データを管理・提供するデータベース系MSが指定するプロパティの集合との間で属性の集合の同一性を判定することで、それらの間の接続可否を判定する。

例えば、図2のMS-Dがバルブの型番、導入日、流量、弁開度を表示する場合、式(1)に倣ってMS-Dが指定するバルブのプロパティの集合  $S_{MS-D}$  を記述すると、

$$S_{MS-D} = \{P_{型番} \wedge P_{導入日} \wedge P_{流量} \wedge P_{弁開度}\} \quad \dots (2)$$

となる。ここで、データベース系MSとして図2のMS-Aを指定すると、MS-Aが提供するバルブのプロパティの集合  $S_{MS-A}$  は

$$S_{MS-A} = \{P_{型番} \wedge P_{導入日}\} \quad \dots (3)$$

となる。式(2)(3)の論理積をとることで式(3)が式(2)の一部を満たすことがわかるとともに、式(2)と式(3)の論理差をとることで流量と弁開度の情報が不足することがわかる。次に、図2のデータベース系MSとしてMS-Bを更に指定すると、MS-Bが提供するバルブのプロパティの集合  $S_{MS-B}$  は

$$S_{MS-B} = \{P_{流量} \wedge P_{弁開度}\} \quad \dots (4)$$

となる。式(3)(4)の論理和が式(2)と等しくなることから、フレームワークはMS-D、MS-AおよびMS-Bの三つのMSの接続可能かつ必要十分と判断して、MSの接続を行う。

一方、MS-Bではなく、MS-Cを指定した場合、MS-Cが提供するプロパティの集合  $S_{MS-C}$  は

$$S_{MS-C} = \{P_{流量} \wedge P_{揚程}\} \quad \dots (5)$$

となる。式(2)(3)の論理積が空集合  $\phi$  となることから、MS-Cが所望のMSではないことが判定され、接続が拒否される。図3は式(2)から(5)の集合とそれらの間の演算をベン図で表したものである。集合演算により、MS-Dが必要とする情報をMS-AおよびMS-Bが満たすこと、MS-Cが除外されることがわかる。

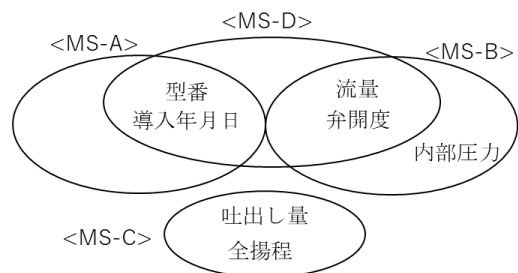


図3 集合演算によるマイクロサービス接続可能性検証例

このように、集合論の情報モデルを活用することで、MS間の接続可否を自動的にチェックでき、MS間の自動連携が可能になる。これにより、MSを組み合わせた運用保守向けサービスを素早く開発することができるようになる。また、MSの増加に伴いクラスやプロパティの種別が増加した場合でも、それらを単純化した集合演算により、高速に接続可能性の検証が可能になる。

### 4. おわりに

本稿では、社会インフラの保守点検サービス創出における開発コスト削減に寄与する技術として、POMを基礎とした情報モデルを利用してマイクロサービスとして部品化されたソフトウェア部品間の相互接続を容易化する連携フレームワークを提案した。本稿ではマイクロサービス間の接続可能性に着目したが、本稿で述べた集合演算を応用することで、欲しい情報を持つマイクロサービスの検索等への活用も考えられる。

現在、発電システムをモチーフとした概念実証 (Proof of Concept, PoC) を行っており、今後そこから得られた知見や課題に対して技術改良を行うとともに、技術の汎用化および応用先拡大を目的として関連する国際標準化にも取り組んでいく。

#### 参考文献

- [1] A. Diepenbrock, F. Rademacher and S. Sachweh, "An Ontology-based Approach for Domain-driven Design of Microservice Architectures", Maximilian Eibl, Martin Gaedke - INFORMATIK 2017 Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2017, pp.1777-1791, (2017).
- [2] 細川 晃, 村山 廣.: パーセル国際規格の開発及び応用, 東芝レビュー, Vol.68, No.12, pp.46-49, (2001)
- [3] IEC 62656-1:2014, "Standardized product ontology register and transfer by spreadsheets - Logical structure for data parcels"