

# パーセルCIMを用いた電力システム設計技術と送配電SCADA・EMSプラットフォームへの適用

"Parcellized-CIM" Standard and Its Application to SCADA/EMS Platform for Power Grid Systems

王 蘭 牧野 重幸 村山 廣

■ WANG Lan ■ MAKINO Shigeyuki ■ MURAYAMA Hiroshi

スマートグリッド関連技術の普及や国内電力完全自由化に向けて、異なる電力システム間の情報交換がより頻繁に行われるようになってきた。異なる電力システム間のデータ交換を実現するため、電力システムが共通して利用できるUML (Unified Modeling Language) を用いた共通情報モデル (CIM: Common Information Model) がIEC (国際電気標準会議) により構築されている。

東芝は、従来の標準CIMの、要素ごとにバージョン管理ができない、モデルとデータを統合して編集できないなどの問題を解決するため、国際規格IEC 62656-3を提案し、表形式を用いた標準データモデル (パーセルCIM) を構築した。またこの技術を応用して、標準CIMに準拠したDB (データベース) を設計、構築、及び保守するためのフレームワークparcimoserを開発し、当社の送配電SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ・EMS (Energy Management System) プラットフォームに搭載した。これにより、このプラットフォームは標準CIMにも対応でき、複数ベンダーの既開発品が共存する電力システムへの適用が可能になった。

Accompanying the dissemination of smart grid technologies and the introduction of full liberalization of the electricity market, there is a growing need for technologies that facilitate the exchange of information among different electric energy systems. The Common Information Model (CIM), defined in the IEC (International Electrotechnical Commission) 61968/61970/62325 standards, is used to exchange data. However, there are some issues in the conventional CIM Unified Modeling Language (UML) model, such as the inability to manage the versions of each entity, nor difficulties to edit and manage the model and its instances in an integrated manner.

To resolve these issues, Toshiba has proposed the IEC 62656-3 standard defining an interface between the UML and the tabular modeling methodology of IEC 62656, in which transformation rules between metamodels of the UML and IEC 62656 are specified. Accordingly, a CIM UML model can be represented in a set of structured spreadsheets called "Parcellized-CIM." Based on Parcellized-CIM, we have also developed the "parcimoser" framework for the design, construction, and maintenance of databases for power grid systems. The parcimoser has been incorporated into a transmission and distribution supervisory control and data acquisition/energy management system (SCADA/EMS) platform. Consequently, such SCADA/EMS platform with the parcimoser can seamlessly integrate applications developed by different vendors in a power system.

## 1 まえがき

スマートグリッド関連技術の普及、及び国内電力完全自由化に伴い、発電や、送電、配電、需要家など、様々な電力システム間の情報交換がより頻繁に行われるようになってきている。異なる電力システム間の情報交換をシームレスに実現するため、IEC TC 57 (Technical Committee 57) において、電力システムが共通して利用する共通情報モデル (CIM: Common Information Model) を定めた。CIMは、IEC 61968, IEC 61970, 及びIEC 62325の3シリーズの国際規格から構成されており、発電や、変電、送電、配電、スマートメーター、電力市場取引などの電力システムに設置される設備機器とその属性や、電力ユーティリティが運用及び管理するための情報を対象に、UMLを用いてオブジェクト指向のデータモデル<sup>(注1)</sup>

(以下、モデルと略記) を構築する。しかしこのモデルは、含まれる全ての要素 (エンティティ) に対して一つのバージョンを付与することで版管理を行うため、エンティティごとの版管理ができない。また、モデルとモデルに基づく実際のデータ (インスタンスデータ) を個別に編集管理しており、統合して編集できないという問題がある。

従来の電力システム、例えば配電管理システム (DMS: Distribution Management System) や、SCADA, EMSなどは、それぞれ個別に開発されている。これらのシステムを統合してプラットフォーム化するには、システム間で情報を交換できるように、各システムで個別に定義しているモデルとDBを共通化する必要がある。

そこで東芝は、IEC 62656-3<sup>(1)</sup>の国際規格を提案し、UML形式のCIMを構造化した表形式に変換して記述する、パーセルCIMを実現した。更に、パーセルCIMをベースに、標準CIM準拠のDBを設計、構築、及び保守するparcimoserを開発し、

(注1) 対象になる現実世界を抽象化してデータで表現し、その関係や構造を特定の表現形式で記述したもの。

当社の送配電 SCADA・EMS プラットフォームに搭載した。

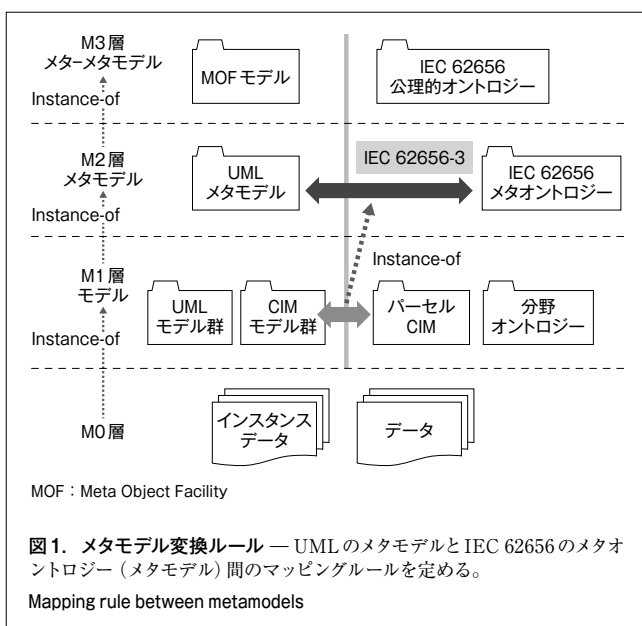
## 2 IEC 62656-3の概要

UMLを利用してモデリングするCIMと、当社が提案した表形式でモデリングするIEC 62656 (パーセル規格) とを相互に変換するため、図1に示すように、モデル (M1層) の構造や文法を定義するメタモデル (M2層) の変換ルールを作成した。この変換ルールはIEC 62656-3の国際規格として成立しており、標準形式<sup>(2)</sup>を用いて記述することで、一般のUMLモデルにも適用できる。

また、IEC 62656-3では、パーセルCIMのエンティティごとにバージョン番号を付与することで、バージョン管理を行う。従来のUMLを用いて定義したCIMのバージョン管理の粒度を、エンティティごとに詳細化できるので、モデルの漸進的な更新が可能になった<sup>(3)</sup>。

## 3 モデル変換器

当社は、IEC 62656-3に定義するモデル変換ルールの仕様に従う変換器を開発した。この変換器はCIMの標準形式であるXMI (XML (Extensive Markup Language) Metadata Interchange) ファイルを入力し、パーセルCIMファイルを出力する。出力ファイル形式はExcel<sup>(4)</sup>又はCSV (Comma Separated Values) であるため、ユーザーへの親和性が高く利用しやすい。この変換器は、UML形式のCIMバージョン3.0、4.0、及び5.0のXMIファイルに対応するパーセルCIMを構築できる。ここで、CIMバージョン4.0に対応するパーセルCIMは、IEC 62656-3の実用例としてIECが管理するホームページ



に公開されている (Annex H<sup>(1)</sup>)。この変換器により、15 Mバイト前後のCIM XMI形式ファイルを約1.4 MバイトのパーセルCIMファイルに変換できる。

## 4 パーセルCIMの標準モデル

### 4.1 パーセルCIMの概要

パーセルCIMの標準モデルを記述するための6種類のメタモデルとその相互関係を図2に示す。6種類のメタモデルは、クラス、プロパティ、データタイプ、列挙型、ターム、及びリレーションである。各種別のモデルはプロパティの集約であり、それぞれ特定のアトリビュートセット、例えば、識別情報 (ID) や、名称、定義などを用いて記述する<sup>(3)</sup>。クラス、プロパティ及びアトリビュートセットの関係は、図3のテーブルに示す。

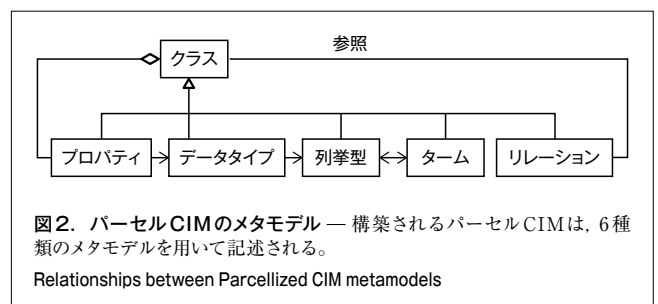
### 4.2 パーセルCIMの例

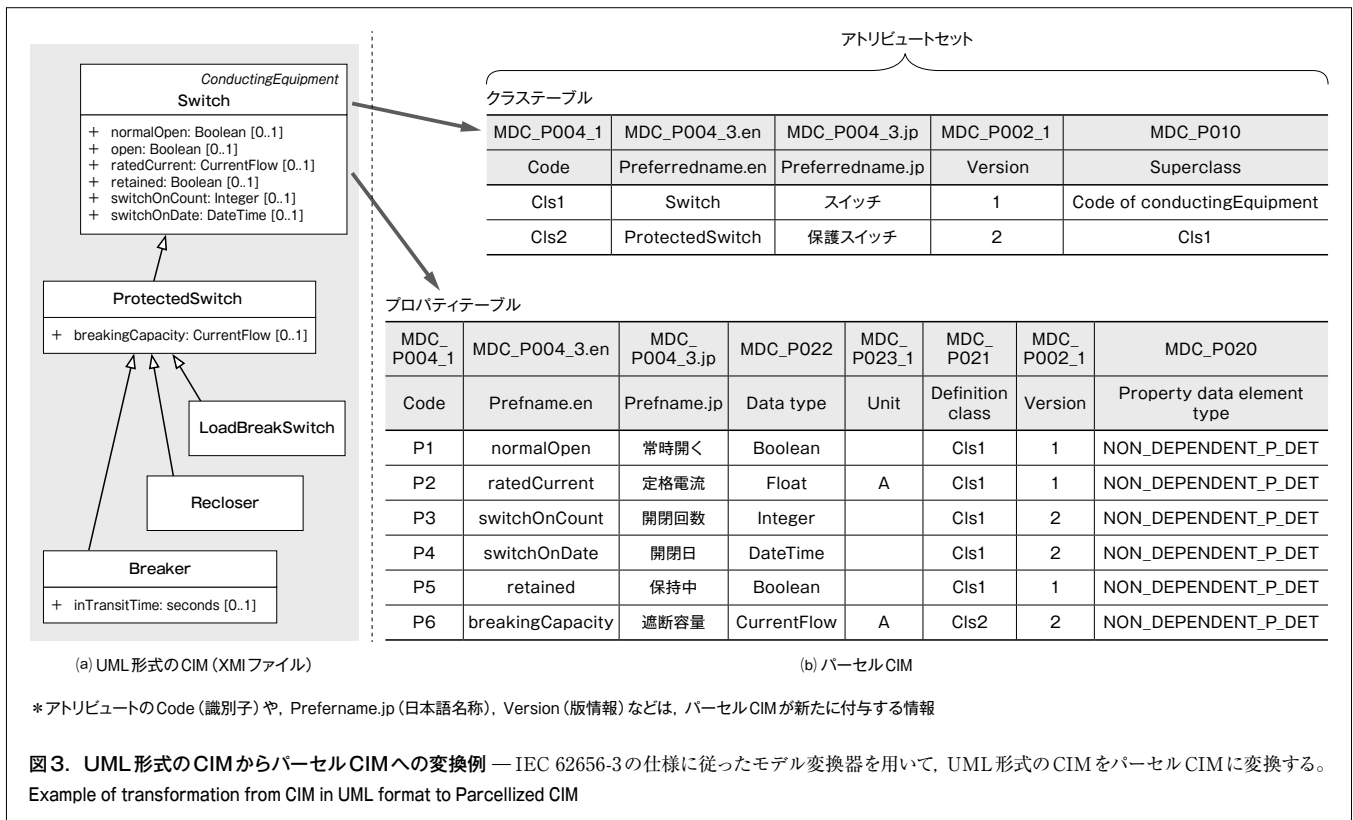
3章の変換器を用いて、UML形式のCIMをパーセルCIMに変換した例を図3に示す。図3(a)は、UMLのクラス図を用いて記述された設備機器の階層クラスの例であり、電力網に設置される機器のスイッチ (Switch) や保護スイッチ (ProtectedSwitch) などのクラスと、各クラスの属性、例えば、normalOpen (常時開く) やratedCurrent (定格電流) などが定義されている。図3(b)は、図3(a)のクラスのモデルをパーセルCIMに変換した例である。一つのクラスは図3(b)のパーセルCIMモデルのクラステーブルの1行として記述され、UMLクラスの属性は図3(b)のパーセルCIMモデルのプロパティテーブルに記述される。UMLクラスと属性間の所有関係は、プロパティのDefinition classのアトリビュートで記述される。

また、クラスやプロパティ以外のモデルや、モデル間の関係 (包含関係 (has-a) や、継承関係 (is-a)、集約 (Aggregation) など) についても同様に記述できる<sup>(1)</sup>。

## 5 標準DB設計フレームワークparcimoser

パーセルCIMを基本モデルとして、電力システムが利用するDBの設計、構築、及び保守を行うフレームワーク parcimoser を開発した。parcimoserはExcel<sup>(4)</sup>のアドインとして動作し、次に示す四つの機能を持つ。





### 5.1 モデル構築機能

モデル構築機能は、パーセル CIM をベースに、各種電力アプリケーションの要求を満たすために必要な部分モデルを抽出し、必要項目の拡張定義を行う。例えば、監視制御機能には、監視点や、監視点からの値などの情報が必要になるが、GUI (グラフィカルユーザーインターフェース) 機能には、機器の接続情報や、機器現在の稼働状況などの情報が必要になる。このようにそれぞれの機能に対応するパーセル CIM のモデル定義を行う。また、この機能は、ID とバージョン情報を用いて各エンティティを識別するため、同一エンティティの複数バージョンを共存させることができる<sup>(3), (4)</sup>。共通化されたパーセル CIM のモデルを再利用して電力システムの初期設計を行うことで、新規モデルの設計を最小限にでき、初期設計のコスト削減につながる。

### 5.2 インスタンス構築機能

これは、インスタンスデータを定義可能なクラスモデルに対して、このクラスが定義するプロパティ集合と上位クラスが定義した利用可能なプロパティ集合からプロパティを選択し、インスタンスデータを入力するためのテンプレートを自動的に作成する機能である。クラスには、インスタンスデータを定義できない抽象クラスとインスタンスデータが実在するクラスがあり、クラスに abstractFlag のアトリビュートを付与して識別する。また、クラスのプロパティには、必須 (Mandatory) プロパティと省略可能 (Optional) なプロパティの区別があり、必須

プロパティは、インスタンスデータ入力テンプレートのコラムとして自動的に選択され生成される。このようなサポートにより、誤ったインスタンスデータを入力するテンプレートの作成や、必須データの入力漏れを防ぐことができ、インスタンスデータ構築の効率を向上し、初期設計コストを削減できる。

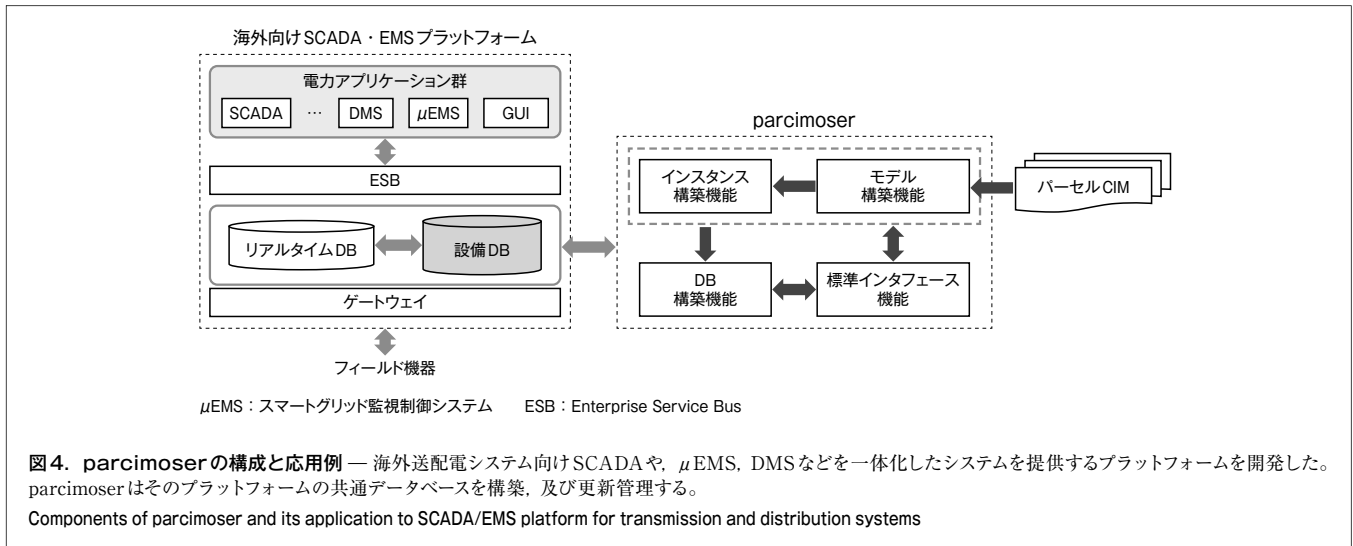
また、5.1 節のモデル構築機能と合わせて、設備機器クラスの増減や、設備属性の増減など、電力システムの保守作業を容易に行えるようになり、保守業務の効率化につながる。

### 5.3 DB 構築機能

これは、parcimoser で入力編集した標準モデルとインスタンスデータを RDB (Relational DB) に保存する機能である<sup>(5)</sup>。保存するデータには、時系列に不変であるデータと、リアルタイムに RTU (Remote Terminal Unit) から集計する時系列データがあり、それぞれが設備 DB とリアルタイム DB に保存される。parcimoser が、パーセル CIM のモデル定義にリアルタイムのフラグを付与するかしないかによって、設備 DB 又はリアルタイム DB に自動的にテーブルが構築される。この機能により、電力システムのデータを自動的に更新できる。

### 5.4 標準インタフェース機能

parcimoser で設計編集したパーセル CIM のモデル及びインスタンスデータは、標準 CIM の XML 形式又は CSV 形式による入出力が可能である<sup>(6)</sup>。出力する際には、自社で拡張定義したモデル定義の出力の有無や、出力ファイル形式、モデル構成の選択などを行うことができる。また、標準データを入力



する際には、入力する前に、データに必要な項目や、相互参照の誤りチェック、データタイプと値の不一致などについてバリデーションが行われ、問題のない正しいデータだけがシステムへの入力を許される仕組みとなっている。この機能により、標準的なデータ形式のインタフェースが提供でき、他社システムとの接続が容易になる。

## 6 送配電SCADA・EMSプラットフォームへの適用

parcimoserを電力システムに利用した例を図4に示す。当社は、送配電SCADA・EMSのプラットフォーム<sup>7)</sup>を提供しており、これは電力システムシステムの要求に応じて様々な機能、例えば監視制御や、需要制御、潮流最適化などの機能を搭載する。parcimoserは、このプラットフォームの各種機能が利用する標準モデルと標準DBの構築、単線結線図ツールや保守するための画面管理機能などの連携、及びDBの設計・構築・保守管理業務に利用される。parcimoserの機能により、他社システムとの接続をシームレスに行うことができる。このプラットフォームは、国内外の案件への活用を目指している。

## 7 あとがき

当社は、IEC 62656-3の国際規格を提案し、UMLを利用してモデリングを行う電力システムのCIMを変換して表形式を用いてモデリングするパーセルCIMを実現した。これにより、UML形式CIMの版管理問題やモデルとデータの個別管理問題などの、ユーザビリティに関する問題を改善した。また、パーセルCIMをベースに、モデル中心のDBの設計、構築、及び保守を行うparcimoserを開発し、送配電SCADA・EMSプラットフォームに搭載した。今後、この技術の当社システムへの適用を進め、更なる普及を目指す。

## 文献

- (1) IEC 62656-3: 2015. Standardized product ontology register and transfer by spreadsheets - Part3: Interface for Common Information Model.
- (2) Object Management Group. "Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation (QVT)". Object Management Group. <http://www.omg.org/spec/QVT/>, (accessed 2015-11-06).
- (3) Wang, L. et al. A Multi-version CIM-Based Database Platform for Smart Grid. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering. 10, 3, 2015, p.330 - 339.
- (4) Wang, L. et al. An Evolutive and Multilingual CIM Ontology Management System. Energy Procedia. 12, 2011, p.18 - 26.
- (5) 王 蘭 他. "IEC 62656によるCIM (IEC 61968/61970) のデータベース化". 平成23年電気学会全国大会講演論文集3. 大阪, 2011-03, 電気学会, 2011, p.39 - 40.
- (6) 王 蘭 他. "IEC 62656によるEMS間のCIM XMLデータ交換". 平成24年電気学会全国大会講演論文集4. 広島, 2012-03, 電気学会, 2012, p.391 - 392.
- (7) 青木友理 他. ブルネイ・ダルサラーム国における電力システム監視制御システムの導入. 東芝レビュー. 70, 8, 2015, p.54 - 57.

• Excel は、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における商標。



王 蘭 WANG Lan

研究開発統括部 研究開発センター システム技術ラボラトリー研究主務。ソフトウェア工学技術、及び応用システムの研究・開発と国際標準化に従事。電気学会会員。System Engineering Lab.



牧野 重幸 MAKINO Shigeyuki

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 電力システムシステム部主査。電力システムの監視制御システムの設計・開発に従事。Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



村山 廣 MURAYAMA Hiroshi

東芝リサーチ・コンサルティング(株)フェロー。IEC及びISO(国際標準化機構)で製品オントロジー関連の国際標準化をけん引。IEEE会員。Toshiba Research Consulting Corp.