

CIM適用による電力系統監視制御システム標準化の取り組み

Approaches to Application of Common Information Model (CIM) Standards to Power Supervisory Control Systems

安武 敏明 YASUTAKE Toshiaki 佐藤 勇樹 SATO Yuki 野村 奈央 NOMURA Nao

国内電力会社の給電・系統監視制御システムでは、ICT（情報通信技術）を活用したシステムの高機能化が進められている。

東芝エネルギーシステムズ（株）は、電力系統監視制御システムのAPI（Application Programming Interface）を標準化するため、IEC 61970（国際電気標準会議規格 61970）で規定された共通情報モデル（CIM）の適用を2002年から進めてきた。CIMに準拠した情報エンティティー（情報として管理する対象）の下で、様々なアプリケーションソフトウェアを開発することにより、生産性の向上や的確な技術の継承に貢献している。更に、配電系統監視制御システムにもCIMの適用範囲を拡大している。

Japanese electric power companies have been focusing on enhancing the sophistication of their power supervisory control systems in line with the progress of information and communication technologies (ICTs) in recent years.

To meet such customer requirements, Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation has been working to apply the Common Information Model (CIM) standards for application program interfaces (APIs) specified in the International Electrotechnical Commission (IEC) 61970 series standards to its power supervisory control systems since 2002. The development of various types of application software under unified information entities compliant with the CIM standards is contributing to the improvement of productivity and the formulation of mechanisms for passing on technologies. We are also expanding the range of application of CIM-compliant APIs to supervisory control systems for power distribution systems.

1. まえがき

国内電力会社向けの給電・系統監視制御システムに用いられるアプリケーションソフトウェアの標準化を目的として、東芝エネルギーシステムズ（株）は、2002年からIEC 61970で規定されたCIMの適用を進めてきた。CIMは、給電所・制御所システムのアプリケーションソフトウェアのインターフェースを規定したものである。アプリケーションソフトウェアのエンティティーをCIMに準拠した設計にすることで、統一したエンティティーの下で、様々なアプリケーションソフトウェアを開発できるので、現在、配電系統の電力系統監視制御システムにも適用範囲を拡張中である。ここでは、これらの概要について述べる。

2. CIM 適用の経緯

2.1 アプリケーションソフトウェアの標準化

ICTの目覚ましい発展に伴い、電力系統監視制御システムへの汎用計算機や汎用OS（基本ソフトウェア）の適用を進

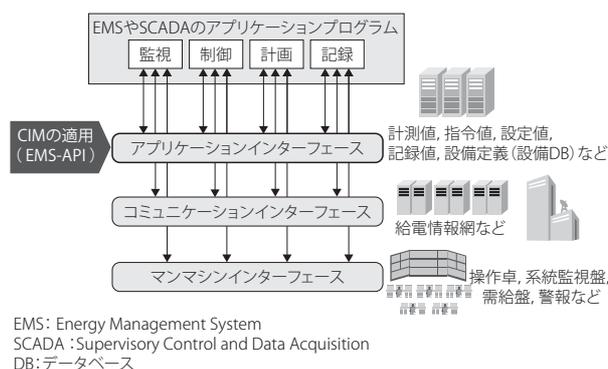


図1. CIMの適用箇所

CIMは、アプリケーションプログラムのインターフェースを規定するもので、統一した設計標準の下で、様々なアプリケーションプログラムの開発に対応できる。

Interfaces specified by CIM

め、コストパフォーマンスの向上を図ってきた。そして、ますますの高度化が求められたアプリケーションソフトウェアの開発・改良の効率化を目的として、2002年に、CIMを適用

した給電・系統監視制御システムに使用する標準ソフトウェアの開発を始めた。2005年に適用した初号機システムを竣工(しゅんこう)し、現在の適用実績は、30サイトを超過している(図1)。

2.2 CIMの適用スコープ

CIMは、給電・系統監視制御システムのアプリケーションプログラムのインターフェースを規定している。その範囲は、監視制御の対象である電力系統設備の諸元情報だけでなく、計測値や、指令値、設定値など、給電・系統監視制御システムが必要とする全ての情報エンティティである。当社は、アプリケーションプログラムインターフェースであるメモリーデータ(エンティティ)の設計にCIMを適用している。

3. CIMのシステムへの実装

3.1 RDBへの実装

CIMは、UML(Unified Modeling Language)によるデータモデルを利用する際、情報交換を行うために電文データとしてXML(Extensible Markup Language)フォーマットを規定しているが、実装方法の規定はない。実装方法としては、リレーショナルデータベース(RDB)とXMLがある。RDBは、大規模データを固定的・単階層表形式でデータを格納し、高速なデータの追加・更新が可能である。一方、XMLは、階層的データで頻繁な構造の見直しに対応できる。

電力監視制御システムでは、高速にデータを追加・更新できることは必須であるが、運用においては頻繁に構造を見直す必要がないため、エンティティの実装手段として最も手堅い、RDBとしての実装を採用している。CIM自身はオブジェクト指向設計によって導かれているため、実装のアプローチは、RDBにオブジェクトをマッピングする際の一般論に準じている。RDBは、電力系統監視制御システムの特長を踏まえて開発した自社製ミドルウェアを採用している。

CIMの一部の重要なクラスを例にした、実装のイメージを図2に示す。基本的に一つのクラス(オブジェクト)に対応して一つのテーブルを実装し、継承関係(そのクラスの一種という関係)にあるテーブルの主キーは、スーパークラスの主キーを引き継ぐように設計する(スーパークラスへの外部キーも兼ねる)。この設計は、テーブル数や必要メモリーは増えるが、結合性が低いためにスーパークラスの変更などへの対応が容易で、拡張性が高い。

また、CIMでは、系統設備の電気的な接続関係は、Conducting Equipment(CE)、Terminal(Te)、Connectivity Node(CN)という三つのクラスの関係で簡潔に表現されるが

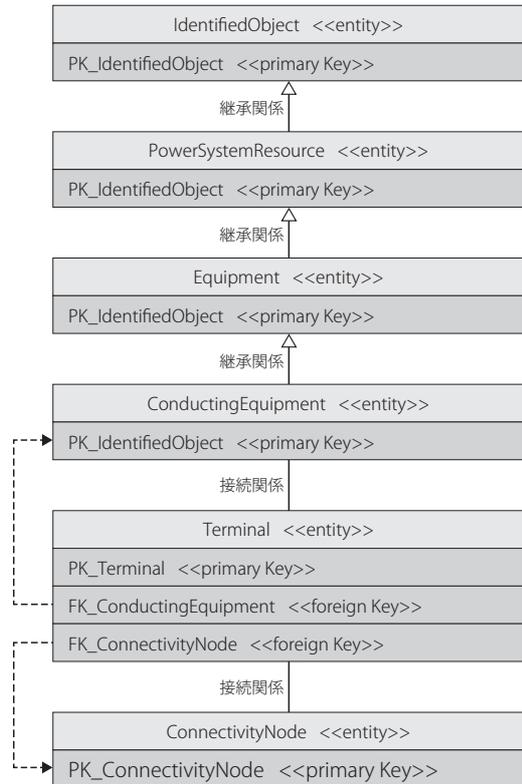


図2. CIMのRDBへの実装例

CIMの一部の重要なクラスをRDBに実装したイメージである。
Example of implementation of CIM as relational database (RDB)

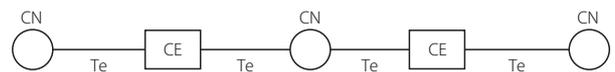


図3. CIMのコネクティビティモデルの例

CIMでは、系統設備の電気的な接続関係は、CE、Te、CNという三つのクラスの関係で簡潔に表現される。

Example of CIM-based connectivity model

(図3, 図4), こうした関係は、外部キーによるひも付けである(図2)。

3.2 CIMが規定しないエンティティへの対応

国内電力会社向けの給電・系統監視制御システムに必要なエンティティの全てがCIMで規定されているわけではないので、追加が必要である。より良い運用を目的とした様々な画面機能など(バウンダリークラス)からの要請に対し、CIMが規定するクラスへの属性追加や、新規クラス追加を行う。CIMが規定するクラスとの関係付けはRDBの外部キーなどで実現する。いずれのケースも、CIMとの関係付けを図り、等しくRDBに実装して一元的で均一な設計を行っている。



図6. CIMを適用した給電システムのコントロール室

CIMを適用することで、アプリケーションソフトウェアの生産性を向上してリードタイムを短縮し、検証・試験により多くの期間を充てることができる。

Control room for power supply system applying CIM

所集中監視制御システム（10システム）

- ・2008年度 東京電力パワーグリッド（株）500 kV変電所集中監視制御システム（27システム）
- ・2008年度 四国電力（株）中央給電指令所システム
- ・2010年度 沖縄電力（株）宮古島メガソーラー実証研究設備 監視制御装置
- ・2015年度 中国電力（株）中央給電指令所システム

CIMを適用したシステムの例を図6に示す。CIMを適用することで、アプリケーションソフトウェアの生産性を向上してリードタイムを短縮でき、この結果、仕様検討や、検証、試験などにより多くの期間を充てることが可能である。

4.1 短納期開発の事例

再生可能エネルギーの導入推進を背景に、短工期での開発を要した離島マイクログリッドの監視制御システム（内燃力機や蓄電池の自動制御も含む）を、設計製造で3か月、着手から竣工まで10か月の短い工期で竣工した。

4.2 要求定義にウェイトを置いた開発の事例

顧客業務の理解・分析を含め、要求定義にウェイトを置いたプロジェクト運営を推進し、要求定義16か月、設計・製造10か月の工期を予定どおり円滑に竣工した。

5. 適用範囲の拡大

現在開発中の東京電力パワーグリッド（株）次世代監視制御システムは、既設の10地方給電所と56配電制御所への適用を予定しており、2018年度から順次運用を開始する⁽²⁾。このシステムは、地方給電所と配電制御所の融合を図り、超高压系統から配電系統まで一貫した監視制御業務を可能にする。現在、このシステムの開発を通じて、配電系統へのCIMの適用を進めている。対応する規格はIEC 61970と、これに依存関係があるIEC 61968である。

5.1 システムの前提

対象系統は、柱上（又は地中）変圧器の低圧側端子を含む高压配電系統の三相一括管理である。これは、国内の配電系統監視制御の一般的なスコープと相違ない。

5.2 電氣的ネットワークモデル

電氣的なネットワークモデルはCIMのモデリング（図3）を適用し、配電系統を構成する流通設備はCEのサブクラスとする（図7）。これによって超高压系統から配電系統まで一貫した監視制御アプリケーションソフトウェアの統合を簡潔に実現できる。

5.3 電柱や、電柱径間、地中線設備などのモデリング

高压配電系統の保守作業や事故復旧の運用支援に必要な、電柱、電柱径間、地中線用多回路装置などのエンティティは、IEC 61970とIEC 61968の基幹クラスに関係付けたモデルとして実装するように設計している（図8）。

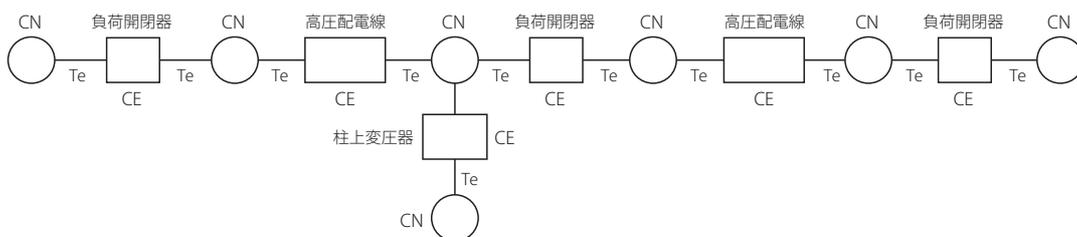


図7. 配電系統のコネクティビティーモデルの例

電氣的なネットワークモデルは、CIMのモデリングを適用してモデル化する。

Example of connectivity model of power distribution system

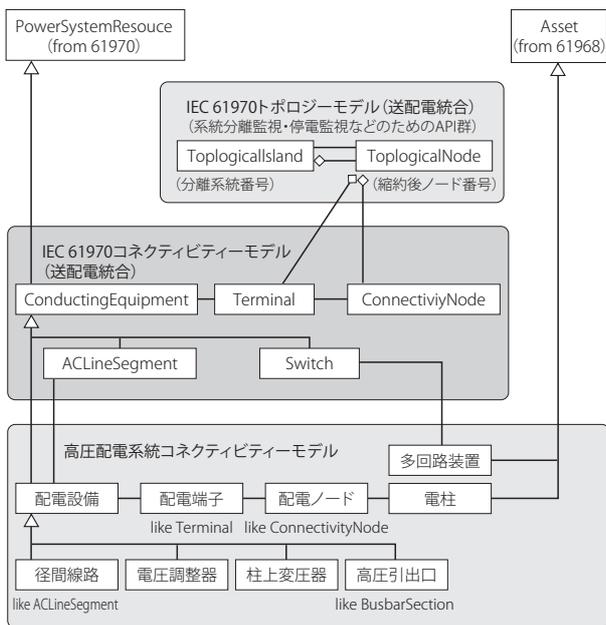


図8. 配電システムを含んだコネクティビティー・トポロジーモデルの概要

配電システムを構成する流通設備はCEのサブクラスとし、超高压システムから配電システムまで一貫した監視制御アプリケーションソフトウェアの統合を図っている。

Outline of connectivity and topology models incorporating power distribution system

6. あとがき

CIM適用は、当初、アプリケーションソフトウェアの生産性を向上してリードタイムを短縮し、仕様検討や検証・試験に、より多くの期間を充てることを目的として導入した。

欧米での国際関係を含む広域連係システムで、給電システム間の情報交換ルールとして用いられたように、CIMは、相互接続性や、送配電の統合を実現するための重要な概念であり、今後の広域システム運用・連係など、将来の制度変更にも柔軟なシステム構築が可能である。今後、更に、IEC 61850

(通信サービスインターフェース)やIEC 62325(電力市場・取り引き)などの国際規格に対応した、電力システム監視制御システムを提供していく。

文献

- (1) 佐藤勇樹, ほか. "国内電力システム監視制御システムへのCIMの適用". 平成29年電気学会 電力・エネルギー部門大会論文集, 東京, 2017-09, 電気学会, 2017, P61.
- (2) 藤浦広旭, ほか. 送配電システムを一元管理する電力監視制御システム. 東芝レビュー. 2017, 72, 4, p.52-55. <http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/04/72_04pdf/b04.pdf>, (参照 2017-09-25).



安武 敏明 YASUTAKE Toshiaki
東芝エネルギーシステムズ(株)
府中工場
電力システムシステム部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



佐藤 勇樹 SATO Yuki
東芝エネルギーシステムズ(株)
電力流通システム事業部
システムソリューション技術部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



野村 奈央 NOMURA Nao
東芝エネルギーシステムズ(株)
府中工場
電力システムシステム部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.