

次世代電力システム向け 標準オントログ構築及び応用

東芝研究開発センター

○王 蘭(lan.wang@toshiba.co.jp)

2013-07-31

構成

1. 研究背景

2. 目的

3. 研究概要

- 標準オントロジ紹介
- 標準EMS DBプラットフォームParcimoser™(*)
- 事例紹介

4. 纏め

*EMS:Energy Management System
Parcimoserは、(株)東芝の商標(登録手続き中)

背景1: ローカル定義によるデータ互換問題

東京都監視センター(A社)

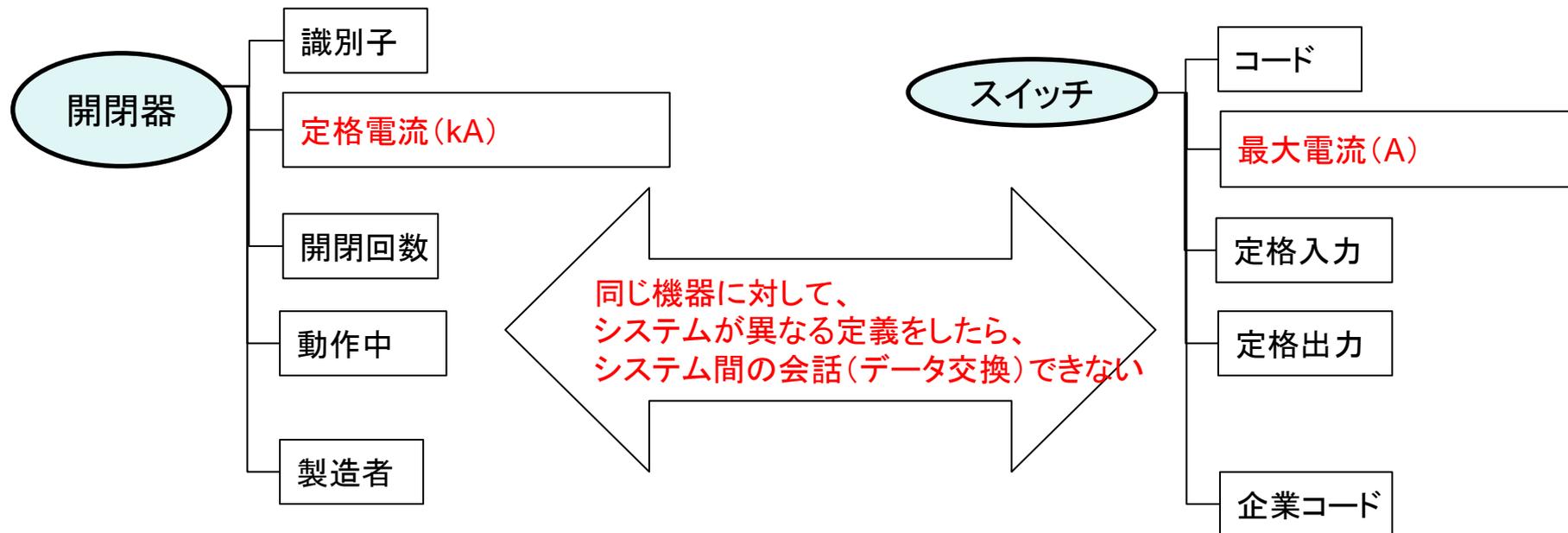


開閉器の定格電流を下さい。

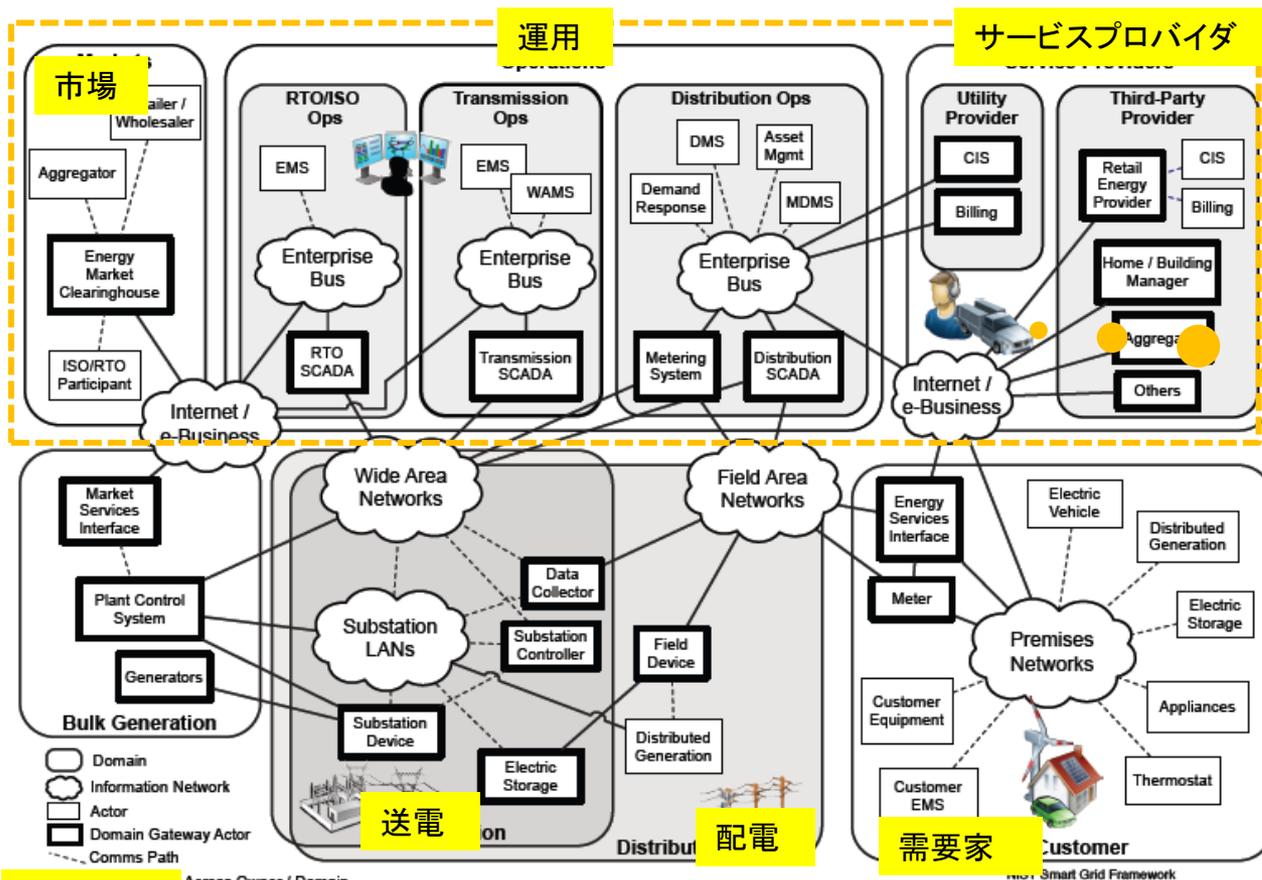


スイッチの最大電流のこと？

千代田区監視所1(B社)



背景2: スマートグリッド普及による、データ互換を要求



データ互換を要求される

出典: "Draft NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0"

電力システム間に、データ互換が必要。異なるシステム、ドメイン間のデータ互換を実現するため

- 標準のデータモデル(オントロジ)が必要
- データ互換の標準インタフェースが必要

目的

レガシー(既設)電力システム定義を反映する標準オントロジを構築し、次世代電力システムに応用する。

内容

- 次世代電力システムが利用する、標準オントロジの構築方法を提案
 - 提案した表形式のオントロジ記述は、IEC62656-3(パーセルCIM)の国際規格になる。

- 標準EMS DBプラットフォームParcimoser™を構築
 - 標準オントロジ構築機能を提供
 - 標準DB構築機能、データ互換するための標準IF機能を提供

- 次世代電力システムへの応用事例
 - 電力システムの共通DB構築&メンテナンス
 - 標準オントロジを共有するためのWEBシステム

研究内容の紹介

【第1部】電力標準オントロジの紹介

- ✓ 従来
- ✓ 本研究が提案するオントロジ構築方法



【第2部】標準EMS DBプラットフォーム: Parcimoser™による、標準オントロジの構築方法

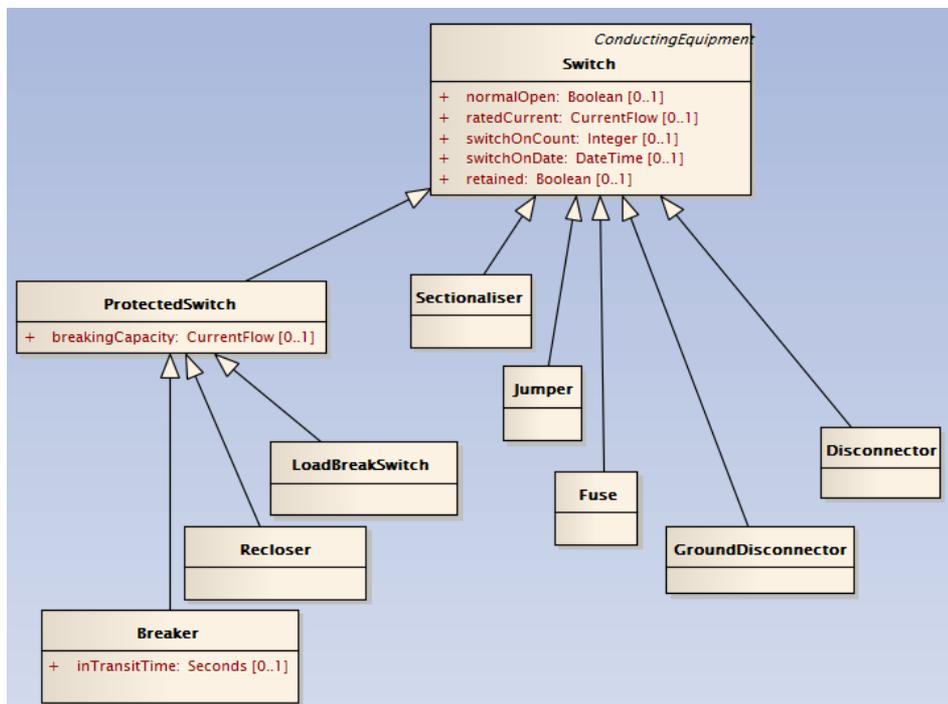
- ✓ 新規標準オントロジの構築
- ✓ 既設電力システム定義を標準オントロジへの取込



【第3部】事例紹介

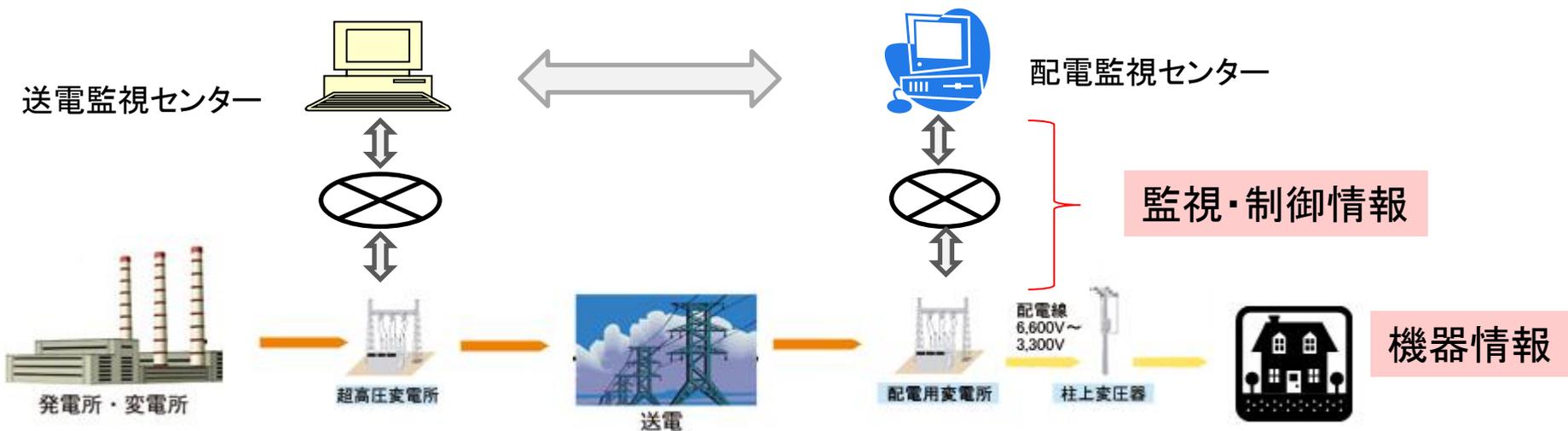
電力システム向けの標準オントロジ(従来)

- 従来、EMS(Energy Management System)分野向けに、IEC61970/61968 (CIM: Common Information Model)の「共通データモデル」がある
- CIMは、発電から、送電、変電、配電の電力システムを構成する機器や、情報を対象に、UMLを用いてモデル定義をする
- CIMには、汎用的な定義を含んであるが、システムが利用する際に、必要に応じる拡張が発生する



UMLクラス図(出典:IEC61970-301 Edition3.0)

電力標準オントロジの情報例



それぞれの機器に対して、固有属性を定義してあります。属性は下記情報含む。

1. 静的な情報(1)

- ◆リレー(クラス)のケース:3相の電流保護リレーに対して以下が定義されている
 - ・最大値、最小値、位相毎の電流制限
 - ・動作までの時間遅延等

◆送電線(クラス)のケース

直流・交流、送電線の長さ、抵抗、コンダクタンス等の属性が定義される

2. 静的な情報(2)

機器の設置情報、例えば、どの地域、どの変電所、どの電圧階級等、設置情報

3. 動的な情報:

それぞれの機器に対して、監視・制御を行うため、情報の記述枠組みが提供される

- ◆上記設置した機器に対して、監視点(例えば、開閉器の開閉状態・電流・電圧等)の情報は、どのRTU (Remote Terminal Unit) から、どの監視センターへ送付するのか、情報を記述する枠組みが提供されます。

本研究が提案するオントロジ記述方法:IEC62656-3

CIMの問題点:

1. CIM全体にバージョンを付与して管理し、個々のオブジェクトにバージョン情報がいないため、更新管理が困難
2. CIMは発電、変電、送配電等幅広い情報を定義している。個々のアプリケーションが部分CIMしか利用しないが、UMLモデルでの部分モデルの抽出は困難
3. アプリケーションとのインタフェース実現は困難



- 本研究は、CIM(オントロジ)の不足を改善し、且つ拡張定義、アプリケーションが利用しやすいように、**表形式**を用いる新しいオントロジの記述方法を提案(IEC62656-3)
 - 6種類のオブジェクトを利用
 - オブジェクト間の全関係を維持する

クラス例：機器

ID	名前(英文)	名前(JP)	親クラス	バージョン
Cls1	Switch	スイッチ	conductingEquipment	2
Cls2	Jumper	ジャンパ	Switch	2
Cls3	ProtectedSwitch	保護スイッチ	Switch	1

表形式のデータ記述例

プロパティ例： 機器の属性

	名前(英文)	データタイプ	単位	定義クラス	バージョン
	NormalOpen	Boolean		Cls1	1
P2	ratedCurrent	Float	A	Cls1	2
P3	switchOnCount	Integer		Cls1	1
P4	SwitchOnDate	Date		Cls1	2
P5	Retained	Boolean		Cls1	3
P6	IntransiteTime	Int	Ms	Cls2	1

メタデータ

- ・オブジェクト定義
- ・関係定義
- ・他のメタデータ定義
Datatype、Enum、
Term、Relation

#Name	ID	NormalOpen	ratedCurrent (A)	switchOnCount	switchOnDate	retained
#ID	P0	P1	P2	P3	P4	P5
#Unit			A			
#Datatype		Boolean				
	Switch1	True	0.6	1000	2013-01-23	True
	Switch2	True	0.8	3400	2012-03-01	True

インスタンス

表形式オントロジ記述の利点

1. 業務担当者がUMLを分からなくても、メタデータの設計は可能。
2. メタデータの多言語対応は容易になり、グローバル市場の製品構築をサポート。
3. メタデータの拡張しやすい。
4. クラス、プロパティ等、Entityレベルのバージョン管理をできるようになる。
5. メタデータとインスタンスデータが同じ表形式利用して、記述でき、インスタンス記述するためのシステム再設計工数は不要となり、業務効率の改善を実現。
6. 表形式で記述するデータは、RDBに容易に保存でき、メタデータ、インスタンスデータ、データベース間の整合性を保証。

研究内容の紹介

【第1部】電力標準オントロジの紹介

- ✓ 従来
- ✓ 本研究が提案するオントロジ構築方法



【第2部】標準EMS DBプラットフォーム: Parcimoser™による、標準オントロジの構築方法

- ✓ 新規標準オントロジの構築
- ✓ 既設電力システム定義を標準オントロジへの取込



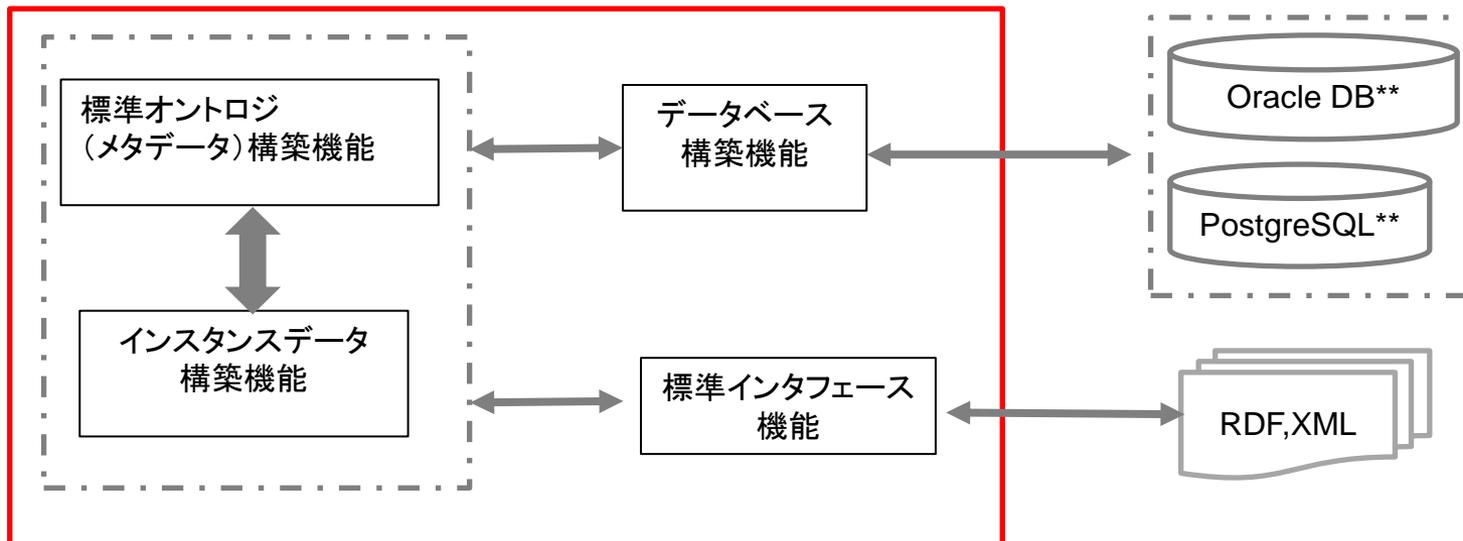
【第3部】事例紹介

標準EMS DBプラットフォーム: Parcimoser™

Parcimoser™概要

- 本プラットフォームは、表形式のオントロジ記述をベースとし、Excel®(*)のAddinになる。
- システム提供する機能
 - オントロジ構築機能
 - インスタンスデータ構築機能
 - 標準データベース構築機能
 - 標準インタフェース機能

Parcimoser™機能構成



*:Excel®は、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

**OracleはOracle Corporationおよびその関連会社の登録商標です。

PostgreSQLは、PostgreSQLの米国およびその他の国における商標または登録商標です。

Parcimoser™によるオントロジ構築 & 応用

既設電力システム定義

- CIM定義をベースに、既設システムの定義を反映
- それぞれシステムに特化する情報の定義
- 複数バージョンのオントロジをサポート

定義

Parcimoser™

標準オントロジ



オントロジ構築方法のご紹介

➤ 新規標準オントロジの作成方法（方法1）

- 例えば、「スイッチ」を構築する際に
 1. 「スイッチ」関連メタデータを構築する
 2. 「スイッチ」インスタンスデータ記述用のテンプレートを自動生成し、データ入力する
 3. 入力したスイッチデータを、単線結線図で接続状況の確認をできる
 4. 入力したスイッチ情報、接続情報を、標準形式（例えば、XML）で、別システムとのデータ交換できる。

➤ 既設電力システム定義を、標準オントロジへの取込方法（方法2）

Parcimoser™ ~オントロジ構築

(方法1)

一枚のデータシートは、1種類のオブジェクトを記述

The screenshot displays the Parcimoser software interface. At the top, a ribbon menu contains various toolbars for editing and formatting. Below the ribbon, a data sheet is visible with columns for PropertyID, Datatype, and other attributes. A green banner highlights the text: "一枚のデータシートは、1種類のオブジェクトを記述".

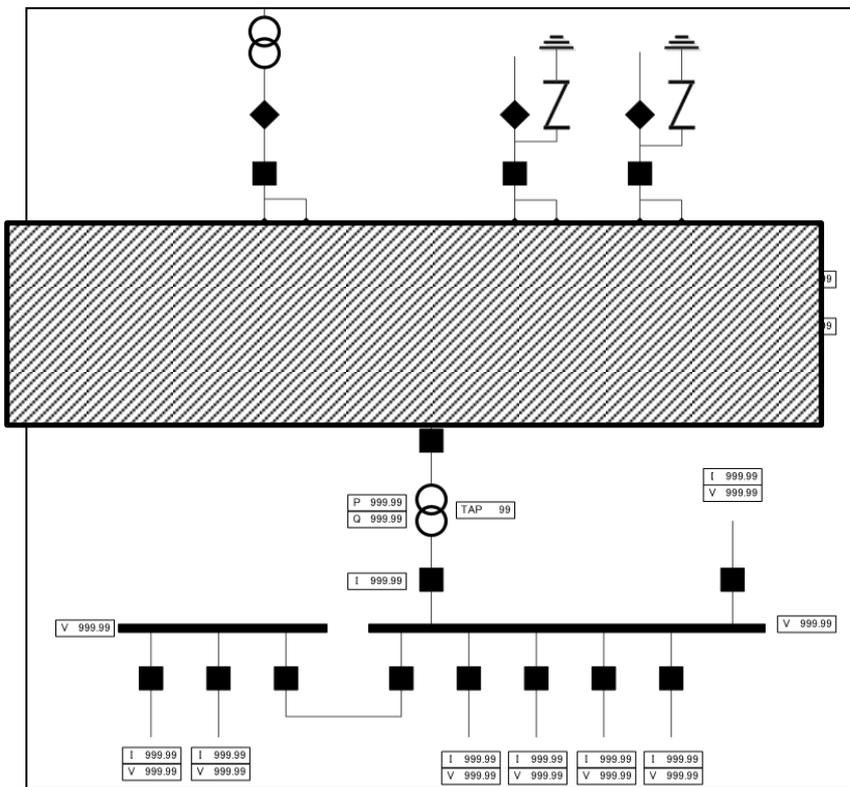
Overlaid on the data sheet are two panels:

- クラス構造 (Class Structure):** Shows a tree view of classes. The selected class is "スイッチ" (Switch), which is a sub-class of "Control". Other classes shown include "ConnectivityNode", "Limit", "AccumulatorLimit", "AnalogLimit", "Conducting Equipment", and "接地".
- クラス情報 (Class Information):** Provides details for the selected class "スイッチ".
 - 項目名 (Item Name): クラス名 (Class Name)
 - 説明 (Description): A generic device designed to close, or open, or both, one or more electric circuits.
 - カテゴリ (Category): [Wires]

Below the class information, there is a table of properties:

名称 (Name)	型 (Type)	単位 (Unit)	定義先 (Definition Source)	カテゴリ (Category)
ここに値を入力してください...	ここに値を入力して...	ここに値を入力してください。	ここに値を入力してください...	ここに値を入力してください。
retained	Boolean		Switch	
switchOnCount	Int32		Switch	

At the bottom of the interface, there is a button labeled "終了" (End).



機器、及び接続状況を標準ファイル形式で記述し、他システムとのデータ交換を実現する。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2004/CIM-schema-cim10#"
xmlns:md="http://iec.ch/TC57/61970-552/ModelDescription/1#"
xmlns:tos="http://xxx.toshiba.co.jp/62656-3/ModelDescription/1#">
<md:FullModel>
<md:Model.created>2011-12-01</md:Model.created>
<md:Model.version>V-000</md:Model.version>
<md:Model.modelingAuthoritySet>http://xxx.toshiba.co.jp/
</md:Model.modelingAuthoritySet>
<md:Model.description>A sample</md:Model.description>
<md:Model.profile>http://iec.ch/TC57/61970-456/StateVariables/1
</md:Model.profile>
</md:FullModel>
<cim:ConnectivityNode rdf:ID="CN_01">
<cim:ConnectivityNode.MemberOf_EquipmentContainer
rdf:resource="#VL_01">
</cim:ConnectivityNode>
<cim:Terminal rdf:ID="Terminal_02">
<cim:Terminal.ConductingEquipment rdf:resource="#pole switch1"/>
<cim:Terminal.ConnectivityNode rdf:resource="#CN_01"/>
</cim:Terminal>
<cim:Breaker rdf:ID=" pole switch1 ">
<cim:Naming.name> pole switch1 <cim:Naming.name>
<tos:switch.version>001</tos:switch.version>
<cim:Switch.normalOpen>false</cim:Switch.normalOpen>
<cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer
rdf:resource="#VL_01">
</cim:Breaker>
</rdf:RDF>
```

オントロジ構築方法のご紹介

➤ 新規標準オントロジの作成方法(方法1)

例:「スイッチ」のデータを構築する時

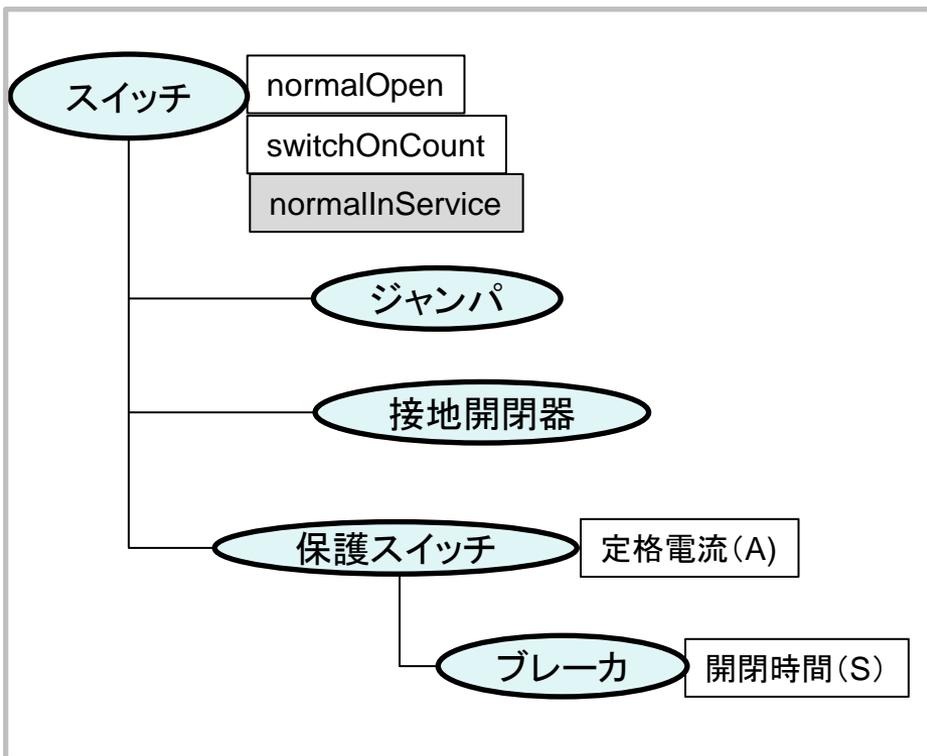
1. 「スイッチ」のメタデータを、オントロジ構築する
2. 「スイッチ」インスタンスデータ記述用のテンプレートを自動生成し、データ入力する
3. 入力したスイッチを、単線結線図で、接続状況の確認できる
4. 入力したスイッチと情報、接続情報を、標準形式(XML)で、別システムとのデータ交換できる。

➤ 既設電力システム定義を、標準オントロジへの取込方法(方法2)

例:「スイッチ」について、既設電力システム定義の取込時

1. 既設電力システムのメタデータ定義を取込
2. インスタンスデータの変換・取込

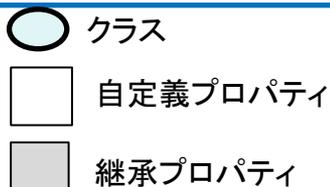
既設電力システムのメタデータ定義の取込む方法



1. クラス毎に、定義プロパティ集合の取得
 - クラス名称を用いる類似検索により、従来定義内容(ドキュメント等)から、関連するクラスを取得する。
 - クラスのプロパティ定義、必須設定を確認する。
2. クラス階層、プロパティの定義階層を決定する。
3. クラス毎の必須プロパティを設定する。クラス「スイッチ」の定義例

```
<property name="switchOnCount"
mandatory="true"
applicable_domain="AssetMgmt">
```

```
<property name="normalInService"
mandatory="true" applicable_domain="all">
```



インスタンスデータの取込み方法

1. 標準オントロジを対象に、単位グループを設け、グループ内の単位変換ルールを設定する
 - 例: **長さ**を示す単位グループに、基本単位を、SI単位のメータとする
 - その他の長さを示す単位は、SI単位との換算式を設ける。
 - マイル、キロメートル、インチ等
2. データタイプ間の変換制約を定義
 - 例: FloatからDoubleへの変換が可能、逆は不可
 - Stringタイプ: 変換不要
3. Parcimoser™によるインスタンス変換ルールの自動生成
 - 単位間の変換ルールと、データタイプ変換制約を用いて、Parcimoser™に変換ルールを生成する。

インスタンスデータの自動変換例

例: スイッチ

#Name	ID	NormalOpen	ratedCurrent (A)	switchOnCount	swithOnDate	retained
#ID	P0	P1	P2	P3	P4	P5
#Version	1	1	1	2	1	2
#Unit			A			
#Datatype		Boolean	Float			
	Switch1	True	600	100	2013-01-23	True
	Switch2	True	400	340	2012-03-01	True

システムXの定義



#Name	ID	NormalOpen	ratedCurrent (A)	switchOnCount	swithOnDate	retained
#ID	P0	P1	P2	P3	P4	P5
#Version	1	1	1	2	1	2
#Unit			kA			
#Datatype		Boolean	Double			
	Switch1	True	0.6	100	2013-01-23	True
	Switch2	True	0.4	340	2012-03-01	True

システムYへ変換

研究内容の紹介

【第1部】電力標準オントロジの紹介

- ✓ 従来
- ✓ 本研究が提案するオントロジ構築方法



【第2部】標準EMS DBプラットフォーム: Parcimoser™による、標準オントロジの構築方法

- ✓ 新規標準オントロジの構築
- ✓ 既設電力システム定義を標準オントロジへの取込



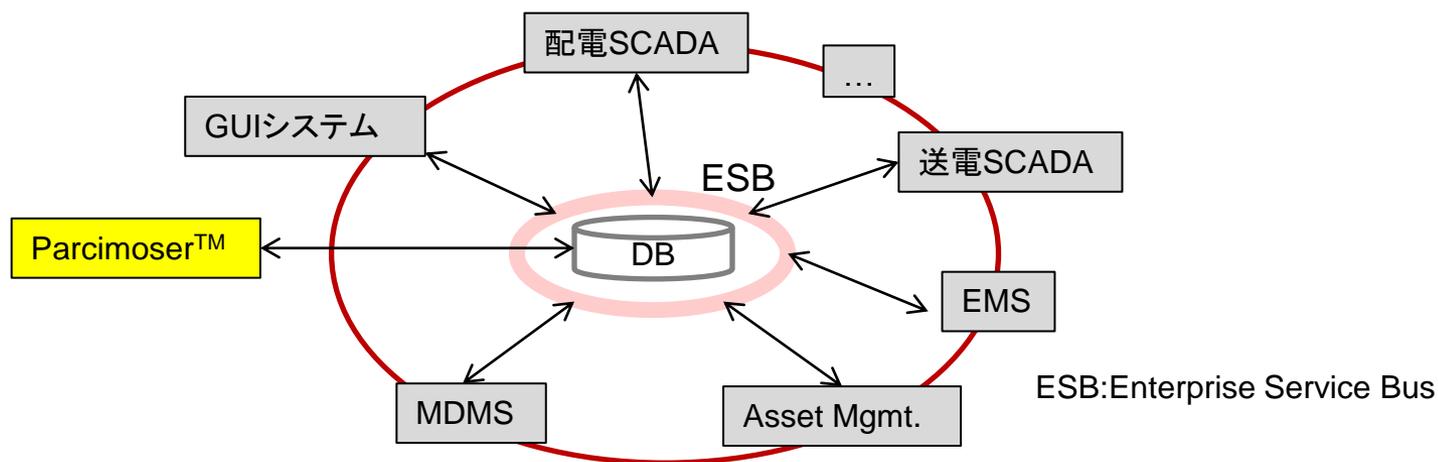
【第3部】事例紹介

事例1

Parcimoser™が次世代電力システム向け、統合DBの構築&管理

【目的】

1. 異なるシステム、アプリケーション間のデータ交換の実現
2. DBの更新管理を実現でき、持続可能な次世代電力システムを実現



【提供する主な機能】

1. 標準オントロジをベースに、統合したデータベースを構築し提供する。
2. 構築したオントロジとデータベースの更新管理を行う。
3. システム間のデータ交換をサポートする。

事例2～標準オントロジを共有するWEBシステム(POMS)

The screenshot shows the 'Parcellized Ontology Management System' interface. The browser address bar displays 'http://www.toplib.com/CimDBSystem/pages/CommonHeader.do'. The page title is 'Parcellized Ontology Management System'. A green callout bubble points to the 'Is-a, has-aツリーの変更' (Change Is-a, has-a tree) text. The interface includes a 'Logged user' field, a 'Language' dropdown set to 'English', a 'GUI Language' dropdown set to 'English', and a 'substation' search box. The left sidebar shows a tree view of classes, with 'Substation' selected under 'EquipmentContainer'. The main content area displays 'Class Information' for 'Substation', including fields like 'Code', 'Version number', 'Preferred name', 'Definition', 'Superclass', 'Date of current version', 'Package', and 'Note'. A green callout bubble points to the 'Definition' field, which contains the text: 'A collection of equipment for purposes other than generation or utilization, through which electric energy in bulk is passed for the purposes of switching or modifying its characteristics.' Below this, a 'details' section is visible with fields like 'Revision number', 'Date of original definition', 'Date of current revision', 'CIM UMLID', 'Synonymous name', 'Short name', 'Source document of definition', 'Remark', 'Simplified drawing', 'Class type', and 'Supplier'.

Is-a, has-aツリーの変更

選択した範囲の定義をDL

Class Information	
Code	CIM_CLASS_303
Version number	1
Preferred name	Substation
Definition	A collection of equipment for purposes other than generation or utilization, through which electric energy in bulk is passed for the purposes of switching or modifying its characteristics.
Superclass	EquipmentContainer
Date of current version	
Package	Core
Note	
▼ details	
Revision number	
Date of original definition	
Date of current revision	
CIM UMLID	EAID_D8A14AC5_D17B_4d42_8F12_1B674E5D12D7
Synonymous name	
Short name	
Source document of definition	
Remark	
Simplified drawing	
Class type	
Supplier	supplier

POMS機能と効果

- オブジェクト定義、オブジェクト間の定義関係、参照関係を閲覧する機能。
- 多言語の表示機能。例えば、名称、定義等、マルチ言語可能な属性に対して、選択した言語(英語、日本語、中国語等)の内容を表示する機能。
- オブジェクト間の継承関係(is-a)をベースとするツリーと、包含関係(Part-whole)に基づくツリーの表示機能。
- 必要なオブジェクト、階層範囲を指定したデータのエクスポート機能。

効果

1. 英語をベースとするマルチ言語の標準オントロジを関係者に公開でき、異なるベンダー、部署が、それぞれ異なる言語を利用する電力システムの構築ができるようになる。
2. 標準オントロジの定義を利用することによって、システム間のシームレスの連携、スムーズなデータ交換を実現できるようになる。

纏め

1. 本研究は、次世代電力システム向けに、**標準オントロジの構築方法を提案**
 - 提案内容は、IEC62656-3(パーセルCIM)の国際規格化へ
2. **標準EMS DBプラットフォームParcimoser™**を開発し、下記機能を提供する
 - 標準オントロジ構築
 - ✓ 新規標準オントロジの構築
 - ✓ 既設電力システム定義の取込
 - 標準DB・標準IFの構築
3. 利用事例
 - **Parcimoser™が次世代電力システムへの応用**によって、提案手法の評価&改善を行う
 - **標準オントロジを共有するWEBシステム**によって、知識の共有を実現する

謝辞

本研究は、(株)東芝・社会インフラシステム社
牧野 重幸様、松尾 潤一様を始めとする方々より、多大
なご指導、ご協力を頂いており、感謝致します。

ご清聴、ありがとうございました。