

インターテックリサーチ レポート

No.5 2009.11

スマートグリッドに関連する国際規格

目次

1. スマートグリッドに関連する国際規格.....	1
2. IEC62056 : スマートメータリング向けの DLMS/COSEM.....	3
3. IEC61850 : 業界に変革をもたらす新しい標準	5
4. IEC61970 : 電力業務の共通情報モデル : CIM	12
5. IEC61970 : CIM の紹介－ 2	17
6. IEC61968 : CIM の紹介－ 3	22
7. IEC62325 : CIM の紹介－ 4	30

チーフリサーチャー: 新谷 隆之
インターテックリサーチ株式会社
〒261-0001

千葉県美浜区幸町 1-1-1-1419

TEL/FAX: 043-246-0340

E-mail: takayuki.shintani@itrco.jp

URL: <http://www.itrco.jp>

Blog: <http://www.itrco.jp/wordpress>

1. スマートグリッドに関連する国際規格

IEC (International Electrotechnical Commission)は、1906 年 6 月 26 日の創立総会まで時間をさかのぼることのできる伝統的な国際標準化団体で、現在では 130 ヶ国以上が参加しており、日本からは、日本工業標準調査会(JISC)が参加しています。

電気工学、電子工学、および関連した技術を扱う国際的な標準化団体で、制定する規格の一部は国際標準化機構(ISO)と共同で開発されています。IEC 標準規格には 60000~79999 の範囲の番号が付与され、ISO と共同で策定された標準規格は、ISO 側の番号が付与されるようです。(以上、WIKIPEDIA より)

IEC には、技術分野毎に規格を開発するための専門技術委員会:TC(Technical Committee)があり(HW よりの TC が多いですが)、スマートグリッドに関連する TC と、その規格策定領域は次のとおりです。

TC8: 電力供給に関わるシステムアспект
TC13: 電力量計測・負荷制御装置
TC14: 電力用変圧器
TC16: マン・マシン インタフェース、表示および識別に関する基本と安全原則
TC17: 開閉装置及び制御装置
TC22: パワーエレクトロニクス
(SubCommittee-F: 送配電システム用パワーエレクトロニクス)
TC38: 計器用変成器
TC57: 電力システム管理および関連する情報交換
TC65: 工業プロセス計測制御 (SubCommittee-C: デジタルデータ伝送)
TC72: 家庭用自動制御装置
TC95: メジャリング継電器および保護装置

このうち、TC57 では、電力網内の構成情報やステータス情報を交換する目的で、CIM (Common Information Model)という、電力業界用の情報交換モデルを検討しています。

TC57 で審議されている通信システムの範囲は、変電所の自動化や遠隔監視制御、需給制御や給電情報交換、配電自動化、電気所間リレー通信に留まらず、近年の IT 活用の広がりや電力自由化の進展に呼応して、電力市場と電力会社間の情報交換や分散型電源の監視制御などに広がっているようです。

通信プロトコルについては、伝送・ネットワーク装置レベルは TCP/IP などの通信業界標準が、情報交換手順などについてはプロセス制御に関わる業界標準などが適用されています。

近年では、アプリケーションプログラムに密接にかかわる、情報交換用インタフェースやオブジェクト指向に基づく系統機器情報の情報モデルの標準化に活動の中心が移っていて、需要家情報管理や電力品質監視方式のモデル化などにも対象が広がっているようです。

以下に、TC57 のワーキンググループ(WG)と、それぞれの作業領域を列挙します。

WG 03 : 遠隔制御プロトコル

WG 10 : 電力系統の IED (Intelligent Electronic Device)の通信および関連データモデル

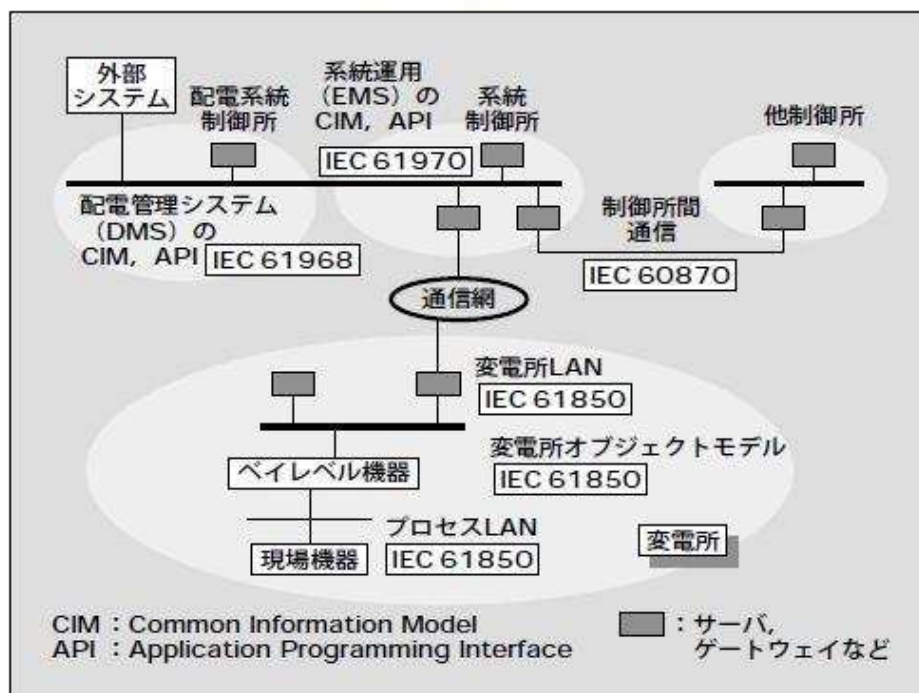
- WG 13 : エネルギー管理システム(EMS)のアプリケーションインターフェース (EMS - API)
- WG 14 : 配電管理用分散管理(System interfaces for distribution management: SIDM)
- WG 15 : データおよび通信セキュリティ
- WG 16 : 自由化されたエネルギー市場の通信手段
- WG 17 : 分散型エネルギー資源
(Distributed Energy Resources : DER)のための通信システム
- WG 18 : 水力発電プラント向け遠隔監視・制御用通信

これらのワーキンググループで策定された、スマートグリッドに関する主な国際規格は以下のとおりです。

- IEC 60870: 電力設備などの遠隔監視制御のための標準通信プロトコルの 1 つで、産業制御システム SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)の標準プロトコルの 1 つとなっている。
- IEC 61850: 変電所の統合/オートメーションに使用される通信ネットワークとシステムの規格で、変電所内通信プロトコルと、変電所内の装置・機器が持つ情報のモデル(デバイスモデル)を規定している。
- IEC 61968: 61850 が変電所内通信プロトコルを規定しているのに対して、61968 は電力網と外部システムとのインタフェース管理規格である。
- IEC 61970: エネルギー管理システム(EMS)の API、情報モデル(CIM)とコンポーネントインタフェース仕様(CIS)の規格で、XML によるメッセージ交換まで考慮されている。

少し古い情報(富士電機発刊:富士時報 Vol.74 NO.12 2001)ですが、IEC TC57 で審議されている IEC 規格番号と、関連する電力システムのわかりやすい図を見つけたので、以下に掲載させていただきます。

IEC TC57 で審議中の規格概要



AMI は、この図左上の外部システムの位置づけになるので、スマートメーターは、そのまた先端に位置します。DLMS/COSEM 規格は、図中では外部システム内(具体的には、スマートメーターとデータ集約器間)で摘要される規格と考えられます。

2. IEC62056 : スマートメータリング向けの DLMS/COSEM

今回は、METERING INTERNATIONAL Issue 3 2009 から、『DLMS / COSEM for smart metering』の記事を紹介します。

その前に、WIKIPEDIA では、DLMS/COSEM が以下のように説明されています。

DLMS (**D**evice **L**anguage **M**essage **S**pecification、デバイス言語メッセージ仕様)は、DLMS ユーザ協会(以降、DLMS-UA)で開発・保守されている標準セットで、国際電気標準会議(IEC: International Electrotechnical Commission)の技術委員会 TC13 のワーキンググループ WG14 が、IEC62056 の一連の標準への組み込みを推挙しているものである。

一方、COSEM (**C**ompanion **S**pecification for **E**nergy **M**etering: エネルギー計測関連仕様)は、DLMS プロトコルのトランスポートおよびアプリケーションレイヤーの一連の仕様から構成されている。

IEC TC13 WG 14 で定義された DLMS の仕様は、"Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control." (電力量計測にかかわる、データ交換、検針、料金表および負荷制御)の仕様と呼ばれ、以下の 7 つから構成されている:

IEC 62056-21: (光ケーブルやカレントループの)ローカルポートを通じてどのように COSEM を使って直接ローカルデータ交換するかを記述

IEC 62056-42: コネクション型非同期通信の物理層のサービスと手順を記述

IEC 62056-46: HDLC プロトコルを使用したデータリンク層の記述

IEC 62056-47: Ipv4 ネットワークの COSEM トランスポート層の記述

IEC 62056-53: COSEM アプリケーション層の記述

IEC 62056-61: オブジェクト識別システム(OBIS)の記述

IEC 62056-62: インタフェースクラスの記述

では、本題の、METERING INTERNATIONAL の記事:「スマートメータメータリング向け DLMS/COSEM」についてご紹介しましょう。

DLMS / COSEM 規格セット(IEC 62056 / EN 13757- 1)は、電力会社の検針データ交換に広く用いられている国際規格である。DLMS-UA のメンバが年々世界中で増加していること、および DLMS/COSEM 準拠の電力計の台数の伸びが、それを如実に示している。

DLMS / COSEM の規格セットは、2 つの実証済みの強力なコンセプトである、アプリケーションデータのオブジェクトモデルと、OSI モデルに基づいて開発されたので、広範なアプリケーションや通信メディアに摘要可能である。

この、明確かつ柔軟で、将来的にも使い続けることを可能としたアーキテクチャにより、DLMS / COSEM のスコープは、新たなアプリケーションや通信メディアが出現するごとに、これまでも継続的に拡張され続けてきた。

当初は、業務用および産業用メーターを PSTN および GSM ネットワーク経由で検針するために使われたが、現在では、GPRS や PLC ネットワークを用いてデータ授受を行うためのスマートメータリング・プロジェクトの基礎となっている。電力会社、メーターメーカーおよび DLMS-UA は協力し

て、必要な拡張を行ってきた。

そのような拡張には、種々の電力会社の検針データだけでなく、顧客情報・負荷管理・負荷スイッチング・ファームウェアの更新・イベント管理データの交換や、エンド・ツー・エンドの暗号化によるデータ機密保護や新しい通信メディアのサポートが含まれる。

この幅広いスコープと柔軟性が、DLMS・COSEM をヨーロッパその他の国々でスマートメーター標準化作業の中心に位置づけられている。

2002 年以来、DLMS-UA から電力メーターのデータ交換に関する規格制定に責任を持つ IEC TC13 WG14 へのリエゾンが派遣されている。その目的は、IEC62056 の DLMS/COSEM 規格セットの登録／保守と、標準化の事前作業遂行である。更に、DLMS-UA は、規格への適合性試験も担当している。IEC TC13 および CENELEC (欧州電気標準化委員会) の欧州メンバは、スマートメーターリングの規格化に関する EC 指令 M/441 との適合も考えなければならないので、DLMS-UA と CENELEC 間でテクニカル・リエゾン・パートナーシップも結ばれた。また、欧州の規格 EN 13757-1 が一部 DLMS/COSEM をベースとしているため、電力量以外の公益事業のメーターデータ交換を規定する CEN TC 294 ともリエゾンを持とうとしている。

去年 DLMS-UA は、ZigBee アライアンスともパートナーシップを結び、ZigBee 無線ネットワーク越しの DLMS/COSEM のあり方を検討してきた。今年は、ESMIG: European Smart Metering Industry Group ともパートナーシップを結び、更なる DLMS/COSEM 拡張のためのスマートメーターリング規格開発の共同作業を実施する。

DLMS-UA は、すべての公益事業者のメーター、アプリケーション、通信メディアでの相互運用性を保障する柔軟なヨーロッパ標準アーキテクチャ開発をもくろむ OPEN meter consortium にも参加している。

DLMS-UA の現在のメンバ 153 社を調べてみると、日本の計器メーカーでは大崎電気工業が見受けられますが、電力計の大手製造業者である東芝や三菱電機が見当たりません。また、海外では、ABB、Elster、Itron、Landis+Gyr がメンバあるのは当然として、EDF や ENEL といった電力会社もメンバに入っています。逆に、スマートメーターで名を馳せている GE Energy がメンバに入っていないのは意外でした。

それと、メーターの計測関連だけでも、ヨーロッパではこれだけ標準化団体があって、その間で調整がいるというのは、大変ですね。欧州計測機器指令 (European Measuring Instruments Directive : MID) というのが発令されていて、IEC も CENELEC も、それに適合するように協調しているということのようです。

上記の記事の最後で言及されている OPEN meter consortium というのは、OpenMeter のことだと思われますが、電力・ガス・水道・熱供給ネットワーク用の AMI のオープン規格を作ろうというプロジェクトのようで、今年 1 月から 6 月までの作業結果の報告書が インターネット上 にありました。これに関連して、2009 年 6 月 2～5 日にクロアチアで開催された OIML セミナー「Smart Meters」 の資料を見ると、上記の METERING INTERNATIONAL の記事も、このプロジェクトの作業結果に基づいたもののようです。全体像がわかりやすくまとまった図がありますので、掲載させていただきます。

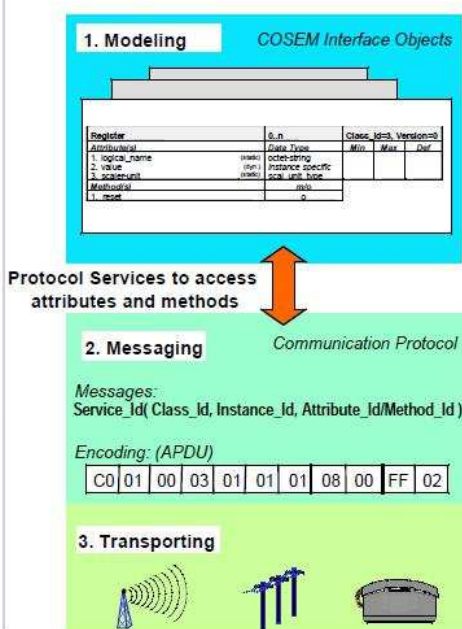


OPEN meter

Open Public Extended Network metering

DLMS/COSEM in a nutshell

- Application data model
 - COSEM objects + OBIS
 - All energy types
 - Communication method independent
- Messaging
 - DLMS APDUs - most compact
 - Future: XML?
- Transportation
 - ISO / IEC / RFC / NIST based communication protocols
- Open international standard IEC / CEN
- Conformance testing
- Globally accepted in all segments
- User support by the DLMS UA
- Stable - an important asset



The diagram illustrates the COSEM architecture. At the top, '1. Modeling' shows 'COSEM Interface Objects' with a table of registers. Below, '2. Messaging' shows 'Communication Protocol' with message structure and encoding. At the bottom, '3. Transporting' shows physical communication methods. A central box labeled 'Protocol Services to access attributes and methods' connects the modeling and messaging layers.

Register	Access	Class	Inst	Version
1. logical_name	read	0x00	0x00	0x00
2. value	read	0x01	0x00	0x00
3. scaleunit	read	0x02	0x00	0x00
4. method	read	0x03	0x00	0x00

Encoding: (APDU)

C0	01	00	03	01	01	01	08	00	FF	02
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

ヨーロッパだけでも込み入っていますが、その上、アメリカは、ANSI、EIA、IEEE など、いろいろな面で独自標準、いわゆるアメリカンスタンダードを持っているので、真の国際規格を制定するのは本当に大変ですね。GE Energy が DLMS-UA のメンバでないのも、主要ビジネス対象エリアを考えれば当然かもしれません。

3. IEC61850 : 業界に変革をもたらす新しい標準

少し古いですが、2006 年版 METERING INTERNATIONAL Edition3 に、今回のタイトルにした『IEC 61850 - A new standard that will change the industry』という記事を見つけました。そこで、前回ご紹介したスマートグリッドに関連する国際規格のうち、IEC61850 に関して、もう少し深掘りしてみたいと思います。

DLMS/COSEM は、使用した電力量を計測するために定められた、この業界で古くからある標準ですが、IEC61850 は、タイトルにあるように、新たに制定された標準で、(少なくともヨーロッパでは)今後スマートグリッドに関する標準の中核となるものではないかと思われます。今回見つけた記事は、IEC61850 のスコープと基本概念をコンパクトに説明しているので、紹介するには、うってつけではないかと思います。では、はじめましょう:

IEC61850 は世界標準規格で、公開以来、全世界で数百箇所の変電所が、この規格に基づいて構築されている。

本規格は、元来変電所内で使われる、多数のベンダーが提供するインテリジェントな電子装置 (IED: Intelligent Electronic Device)間の情報交換を標準化し、相互運用を達成するために制定されたものである。しかしながら、この規格で使用されている概念は、総括的で、電力産業の他の領域にも十分摘要できる。したがって、本規格は電力システムの運用管理におけるグローバルな通信基盤になる可能性がある。ここでは、国際標準規格 IEC61850 の範囲と基本概念を紹介する。

本規格は、通信プロトコルとそのサービスについて規定しているばかりでなく、システム設定情報を交換するためのアプリケーションの情報モデル、および、標準化された、XML ベースの言語を含む 14 のパートから構成されている。

通信サービスに関して言うと、本規格は、変電所の自動化を支援するため、従来伝統的に使われてきたプロトコル以上のものを規定している。例えば、センサーからのデータストリームとして標本値を送信するサービスがあり、光電流センサーの接続を可能とすることで電源計器用変圧器を保護することができる。また、デジタルインタフェースで計測装置と接続することができる。初版はすでに公開され、多くのプロジェクトで既に使用されているが、標準化団体では、第 2 版公開に向けて、本規格の拡張に取り組んでいる。その中には、以下のような新たなアプリケーションドメインの情報モデルを含んでいる:

- 電力品質の計測
- 風力発電制御
- 分散型エネルギー資源の制御
- 水力発電プラントの制御

IEC61850 の概要

System Aspects Part 1: Introduction and Overview Part 2: Glossary Part 3: General Requirements Part 4: System and Project Management Part 5: Communication Requirements for Functions and Device Models	Data Models Basic Communication Structure for Substations and Feeder Equipment Part 7-4: Compatible Logical Node Classes and Data Classes Part 7-3: Common Data Classes
Configuration Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IED's	Abstract Communication Services Basic Communication Structure for Substations and Feeder Equipment Part 7-2: Abstract Communication Service Interface(ACSI) Part 7-1: Principles and Models
Testing Part 10: Conformance Testing	Specific Communication Service Mapping (SCSM) Part 8-1: Mapping to MMS and ISO/IEC 8802-3 Part 9-1: Sampled Values over Serial Unidirectional Multidrop Point-to-Point link Part 9-2: Sampled Values over ISO/IEC 8802-3

Figure 1 – The 14 parts of IEC 61850

国際標準規格 IEC61850 は図 1 に例示するように 14 のパートから構成されている。パート 1 から 5 までは一般的な要件、パート 10 が規格への適合試験の記述で、その他のパートが、本規格の仕様本体となっている。

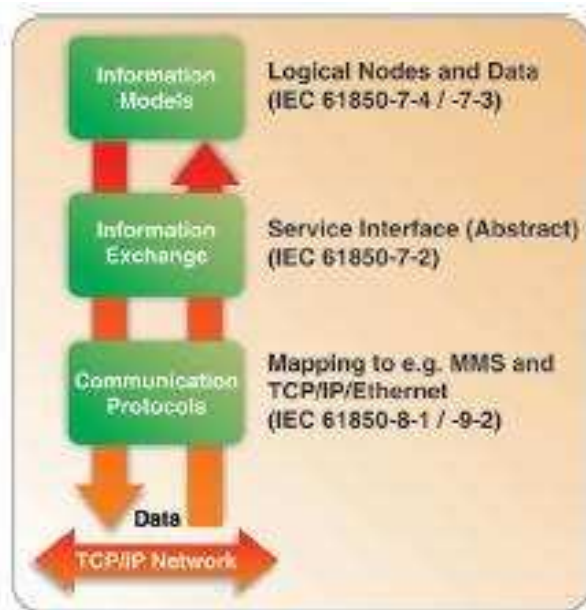


Figure 2 – The concept of the specification method used in IEC 61850

IEC61850 で定義される仕様は、図2のような階層構造を形成している。

最上位のパート 7-3 と 7-4 は、変電所の装置の情報モデルの規定で、回路遮断機や計器用変圧器のような主要機器のモデルの他、保護や計量のような他の機能のための情報モデルを含んでいる。

中間層のパート 7-2 は、どのような通信プロトコルからも独立した抽象的な形式で、情報交換と、それに関連した通信サービスが規定しており、アブストラクト通信サービスインタフェース(ACSI)と呼ばれる。

最下層のパート 8-x および 9-x は、IEC61850-7-2 のサービスを利用して、

IEC61850-7-3 および 7-4 で指定された情報を送信するために、実際の通信プロトコルがどのように使用されるかを明示している。IEC61850 の用語上、これは「特定通信サービスへの写像」(SCSM)と呼ばれている。このようなアプローチを採用することにより、将来どのような新しい通信技術が出てきても、情報モデル全体および情報交換モデルに影響を及ぼさずに、容易に新技術を追加することができる。

情報モデルの概念

情報モデルのコア要素は、論理ノードである。論理ノードは、機能に関連するデータのコンテナと考えることができる。論理ノードのクラス名には、4 文字の標準化された名前がつく。基本的に、2 種類の論理的ノードが、存在する：

- 高電圧設備に関する情報を表わす論理ノード
例えば、例えば回路遮断器(XCBR)や変流器(TCTR)。これらの論理ノードは、設備と変電所自動化システムのためのインタフェースを規定している
- 変電所の自動化機能に関する情報を表わす論理ノード
例えば、距離保護(PDIS)や測定単位(MMXU)

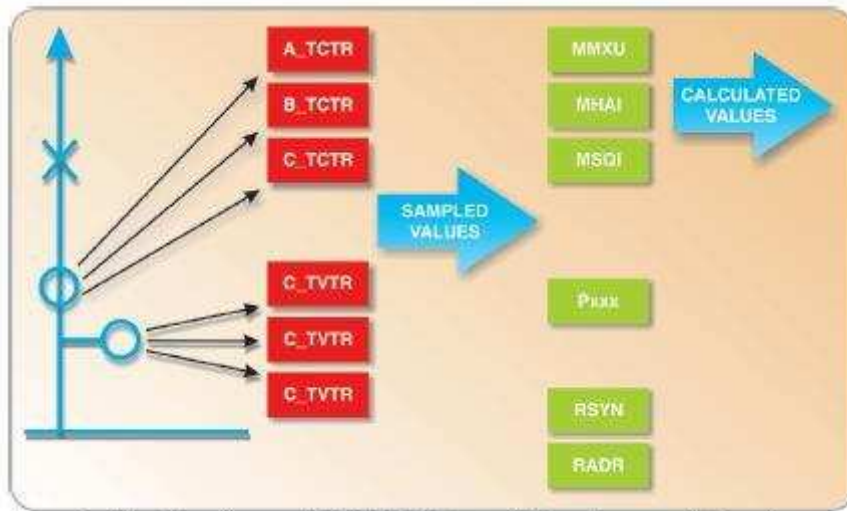


Figure 3 – The information model of IEC 61850 – acquisition of measured information

測定情報の獲得にかかわる論理ノードの例を図 3 に示した。

- **赤の論理ノード**

TCTR は変流器の論理ノード、TVTR は計器用変圧器の論理ノードをあらわしている。なお、論理ノードは単相での電流・電圧の取り扱いを規定するので、三相交流の場合、TCTR および TVTR がそれぞれ 3 つ必要である。(図では、各相を A_、B_、C_ のプレフィックスで区別している)

論理ノード TCTR および TVTR は、計測された波形データ(Sampled Values)を出力する。

- **緑の論理ノード**

変電所自動化機能を表すいくつかの論理ノードが、その波形データを使用する。図3中には、波形データを元にして RMS 値を計算する計測装置(MMXU)、高調波を計算する MHAI、電圧シーケンスを計算する MSQI、特定の保護機能を表す Pxxx、同期チェックを行う RSYN、アナログチャネルに対応する RADR の論理ノードが描かれている。

情報交換と通信プロトコル

IEC61850-7-2 で定義された主要な情報交換モデルは、以下の局面で使用される:

- ① データの読み書き
- ② 装置の制御
- ③ イベント発生時のレポート
- ④ GOOSE (generic object oriented system event: 一般のオブジェクト指向システムイベント)を他の IED に配信
- ⑤ アナログ波形のデジタルサンプリング値の送信

①～③の 3 つの情報交換モデルは、クライアント–サーバー関係に基づいたもので、サーバーの情報クライアントがアクセスするモデルである。

①のデータ読み書きサービスのモデルは、データまたはデータ属性にアクセスするために利用される。これらのサービスは配置属性を読み、変更するためによく利用される。

②の制御サービスのモデルは、書き込みサービスの特殊形で、開閉器を制御して、回路を遮断するような場合に用いられる。

③のレポートのモデルは、イベント駆動型の情報交換に用いられるもので、データの値が変更されると自動的に伝えられる。

④と⑤の情報交換モデルは、近年 Web サービスでの標準的な仕様となっている publisher/subscriber のコンセプトに基づくもので、IEC61850 では、この概念をピアツーピア通信と呼んでおり、スピードが重視される情報交換で使われる。

情報ソースを持つ装置が、その情報を publish し、その情報を欲しい装置は、subscribe する。この情報交換モデルでは、マルチキャスト通信が使われ、特定の 1 つの受信者に情報を渡すことはしない。GOOSE は迅速に多数の装置にステータス情報を送信するモデルで、送達確認を取る代わりに情報交換を規則的に繰り返す。

デジタル通信を使用して、波形を送信する必要がある場合、標本値の送信のためのモデルが使用される。情報元の装置では、波形は固定サンプリング周波数でサンプリングされ、その標本値はサンプリング時間のカウンタでタグ付けされて通信ネットワーク上に流される。この情報交換モデルでは、同期サンプリング、すなわち受信側の装置と送信側の装置が同期してサンプリングしていることを前提としているので、カウンタの値を用いて、他の装置から送られた標本値と、同時刻の自分自身の装置の標本値を対応付けることができる。このアプローチの利点は、装置間で到達する時間が変化しても、そのための何らかの対応なしで、同一時間の標本値を比較できることである。

IEC61850-7-2 における、この標本値アプリケーション向け送信の情報交換モデルはかなりフレキシブルである。1 メッセージに含まれるデータ種別、1 つのメッセージに含まれる標本値の数、サンプリングレートすべてが構成変更可能になっている。ただし、その将来の拡張に備えた柔軟性ゆえに、構成を複雑にしている。そこで、UCA ユーザのグループは、IEC 61850-9-2 を使用して、計器用変圧器とのデジタルインタフェース用の実装ガイドラインを準備した。以下は、実装ガイドラインで定義された項目である：

- データセットは、三相それぞれおよび中性点の電圧・電流情報から構成される
- サンプリングレート、および 1 つのメッセージ内の標本値の数に関して 2 つのオプションがある。最初のオプションは一定期間当たり 80 標本値採取可能なサンプリングレート向けで、標本値一式が、毎回メッセージで送られる。第 2 のオプションは、一定期間当たり 256 標本値採取可能なサンプリングレート向けで、1 つのメッセージには、採取した

標本値一式 8 つ分が①メッセージとして送られる。最初のオプションは、保護アプリケーション向け、2 番目は、電力品質計測向けに考案された

- アナログの電流・電圧を標本値にする際のスケールファクタの仕様を含む、“目盛付き”整数値の使用

IEC61850 では、新しい通信プロトコルを定義せず、既存のプロトコルを使用する。それらのプロトコルをどう使用するかは特定のマッピング(IEC61850-8-1、IEC61850-9-1、および IEC61850-9-2)で定義している。このマッピングで、IEC 61850-7-2 による抽象的な情報交換モデルとサービスが、どのように、使用される通信プロトコルのモデルとサービスを利用して実行されるかについて定めたのである。

現在 IEC61850 は、クライアント・サーバーサービスのマッピングと Publisher/Subscriber サービスのマッピングを別個に定義している。クライアント・サーバーサービスは、MMS と TCP/IP を使用することで完全な 7 層のコミュニケーションスタックを使用する。それに対して、Publisher/Subscriber サービスでは、階層を簡略化し、基本的に、特定の標準化された EtherTypes で、イーサネットのリンクレイヤに直接アクセスする。

クライアント・サーバーベースのサービスは以下の通信プロトコルを使用する:

- アプリケーション層:MMS[ISO 9506]および ACSE[ISO/IEC 8649 および ISO/IEC 8650]
- プレゼンテーション層:接続形態に応じた形式[ISO/IEC 8824-1 および ISO/IEC 8825-1]。ASN.1 バイナリ変換規則 (BER) [ISO/IEC 8822 および IEC/ISO 8823-1]
- セッション層:コネクションオリエンティッドセッション[ISO/IEC 8326 と ISO/IEC 8327-1]
- トランスポート層:ICP[RFC1006]、インターネット・コントロール・メッセージ・プロトコル (ICMP)[RFC 792]および転送管理プロトコル(TCP)[RFC 793]の上の ISO 送信
- ネットワーク層:インターネット・プロトコル[RFC 791]およびアドレス解決プロトコル (ARP)[RFC 826]
- データリンク層:イーサネット[RFC 894]および CDMA/CD[ISO/IEC 8802-3]の上の IP データグラムの送信
- 物理層:10Base-T/100Base-T または光ファイバー100Base-FX[ISO/IEC 8802-3]。ただし、Publisher/Subscriber サービスでは、以下の通信プロトコルを使う
- プレゼンテーション層:ASN.1 バイナリ変換規則 (BER)[ISO/IEC 8824-1 および ISO/IEC 8825-1]
- データリンク層:優先権タグ付け/VLAN および CDMA/CD[IEEE 802.1Q および ISO/IEC 8802-3]
- 物理層:10Base-T/100Base-T あるいは光ファイバー100Base-FX [ISO/IEC 8802-3]

■ IEC61850 ベースのシステム構成

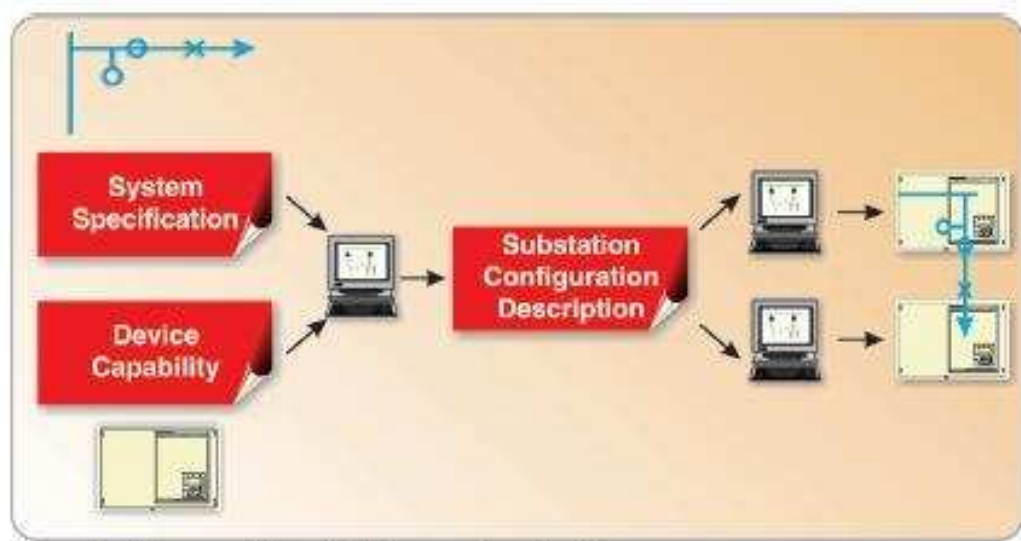


Figure 4 – The use of the substation configuration language

IEC61850-6 では変電所構成言語(SCL)を定義している。この SCL の一番の目的は、ツール間で設定情報を交換するのに使用できるファイル形式を定義することである。図4に、その際の原則を示している。SCL は変電所の設計、製造、試運転まで全ライフサイクルをサポートするもので、変電所の形式的な仕様を論理ノードの単線図と機能で記述するシステム仕様記述(SSD ファイル)、変電所自動化システム実装に使われる IED の論理ノードとサポートされる通信サービスの機能を表す IED 機能記述(ICD ファイル)がある。この SSD ファイルと ICD ファイルをシステム構成ツールへインプットすることにより、デザインが完成し、新しい変電所の構築が可能となる。

具体的には、システム構成ツールは、変電所の構築のための完全な配置情報を含む変電所構成記述(SCD ファイル)を出力する。IED 構成ツールは、この SCD ファイルと、追加 IED 特定の情報をもとにして、個々の IED 構築用の構成が作成される。

■ 結論

IEC61850 は、そのオープンスタンダードコンセプトのおかげで、多数の領域に適用することができる真実の国際基準規格となっている。そこで、変電所ばかりでなく、いくつかの IEC のワーキンググループは、風力発電産業、水力発電プラントおよび分散型エネルギー資源を定義するために IEC61850 の概念を使用しており、今後も多くの領域への摘要が予想されている。IEC61850 は、将来にわたってマルチベンダーシステムの相互運用性を支援する国際標準規格なので、ベンダー、エンドユーザーは、ともに、この標準規格を用いることでデザインを最適化し、かつ、システムのライフサイクルコストを下げることができる。したがって、今日使われている既存技術へのすばらしい代替手段である。

いかがでしたでしょうか？私自身は、これまで IT でもソフトウェア側からしかものを見ることができず、スマートメーターといっても、AMI と MDM とのインタフェースぐらいまでがテリトリーでした。

したがって DLMS/COSEM(IEC62056) や、今回の IEC61850 は、これまで深く足を踏み入れたことのない世界なのですが、特に IEC61850 は、図4にあるとおり、底辺に TCP/IP があり、上位層も、通常の IT 分野で今流行の SOA/Web サービスと等価な世界が広がりつつあるということだと思います。

送配電システムというと、重電メーカーしか手の出せない分野の気がしました(確かにそのような部分は今でもあります)が、スマートグリッドの世界に入って、グリッド側から IT の世界にずいぶん歩み寄ってくれたおかげで、“IT 屋”でも手の出せそうな範囲が広がってきたということでしょうね。

4. IEC61970 : 電力業務の共通情報モデル : CIM

3 章で紹介した IEC61850 国際標準規格が規定しているのは、主に変電所設備の情報交換モデルです。

現在、変電所だけでなく、風力発電所や、水力発電プラントその他分散型エネルギー資源、いわゆる再生可能エネルギーを取り扱う設備の情報交換モデルにも援用されていきそうなので、それらをスマートグリッドにおける超分散型発電施設と見立てた VPP(バーチャルパワープラント)を設計・開発する上でも、重要な国際基準になると思います。

ところで、1 章のスマートグリッド関連の IEC 国際標準規格をご紹介した際、もう 1 つ情報モデルに関連したものがありました。それが IEC61970 で、そこでは CIM(Common Information Model: 共通情報モデル)が規定されています。でも、CIM というのは、なにがどのように共通なのでしょうか？

IEC61970 も、61850 同様いくつかのパートに分かれていますが、今回は CIM コアモデルを規定している IEC61970-301 を中心に深掘りしてみます。

なお、参考資料としては、2009 年 5 月ベルギーのブリュッセル近郊 Genval で開催された CIM ユーザグループの会議での資料「Introduction to CIM」と、英国グラスゴウにある Strathclyde 大学で作成された「An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model」を使わせていただきました。では、はじめましょう：

■ CIM に関するこれまでの経緯

- 1992 年: 米国の電力研究所 EPRI の OTS (送配電指令所のオペレータ訓練用シミュレータ) ベースで作成されたデータモデルは、将来の業界標準モデルを目指し、EPRI CCAPI Task Force に引き継がれた
- 1993-1996 年: ベンダーおよび電力会社は、制御所 (Control Center) 内で移動する複数のエネルギー管理システム (EMS) や、EMS と発電管理・配電管理システムの AP 間の相互運用性確保を目指し、CCAPI Task Force の元でデータモデルを拡張し、ソフトウェア・アーキテクチャや運用プラットフォームから独立した論理的なオブジェクトモデルとして CIM を完成
- 1996 年: CIM は、IEC の TC57 WG13/WG14 に引き継がれ、送配電に関する国際標準規格となった
- 2003 年: ISO/RTO カウンシルと EPRI は、CIM の電力市場運用へ拡張 (CME: CIM Market Extensions) を実施
- 2005 年: IEC 61970-301 CIM コア第 1 版が完成し、UCA ユーザグループ内に CIM 専門のユーザグループ CIMug が設立される
- 2008 年: 欧州大半に跨る電力システムを管轄する UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity) が CIM 採用を決定

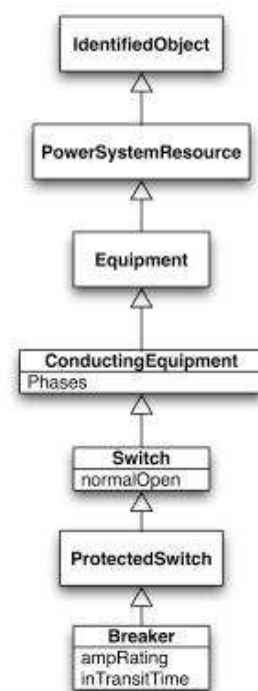
■ CIM とは、一言で言うとい体何なのか？

- 制御所内で電力システムを構成する流通設備やその部品といった実世界の“オブジェクト”に対応するものだけでなく、
- 発電から送電、変電、配電までのバリューチェーン内で交換される情報エンティティすべてをクラスとして定義 (クラス名を付け、属性を定義) し、
- 定義したクラス間の関連をオブジェクト指向の道具立てである、継承 (inheritance)、関連 (association)、集約 (aggregation) を用いて表した

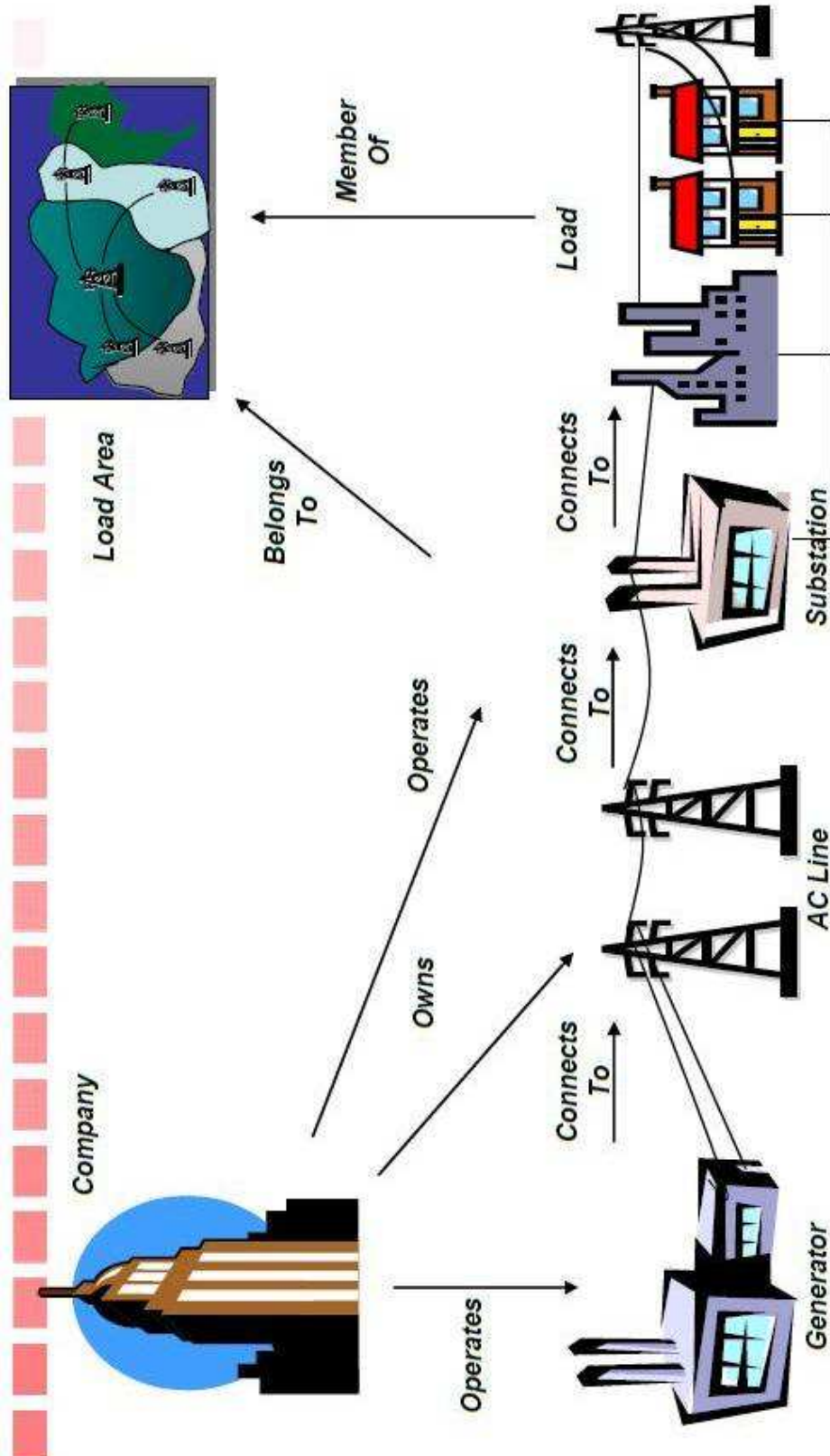
オブジェクト指向モデルである。

※ いろいろな説明を見たのですが、以上は、それらを統合して得られた結論です。

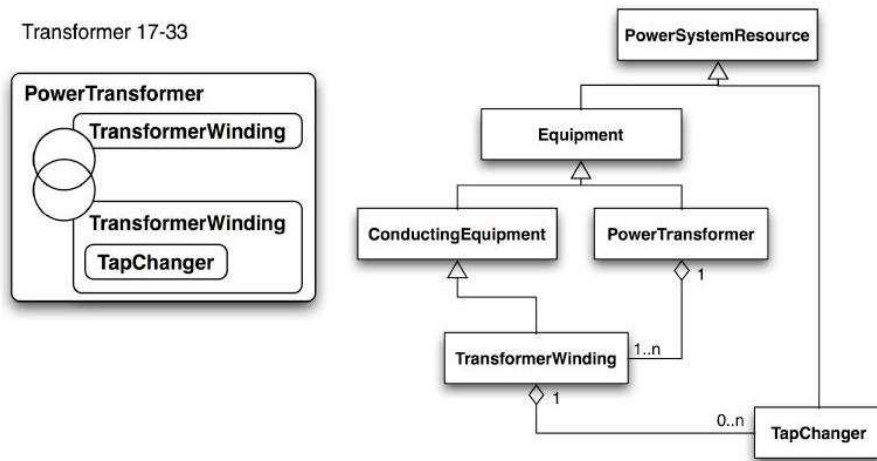
【CIM における継承の例: 開閉器 (ブレーカ) と、その親クラス: 右図】



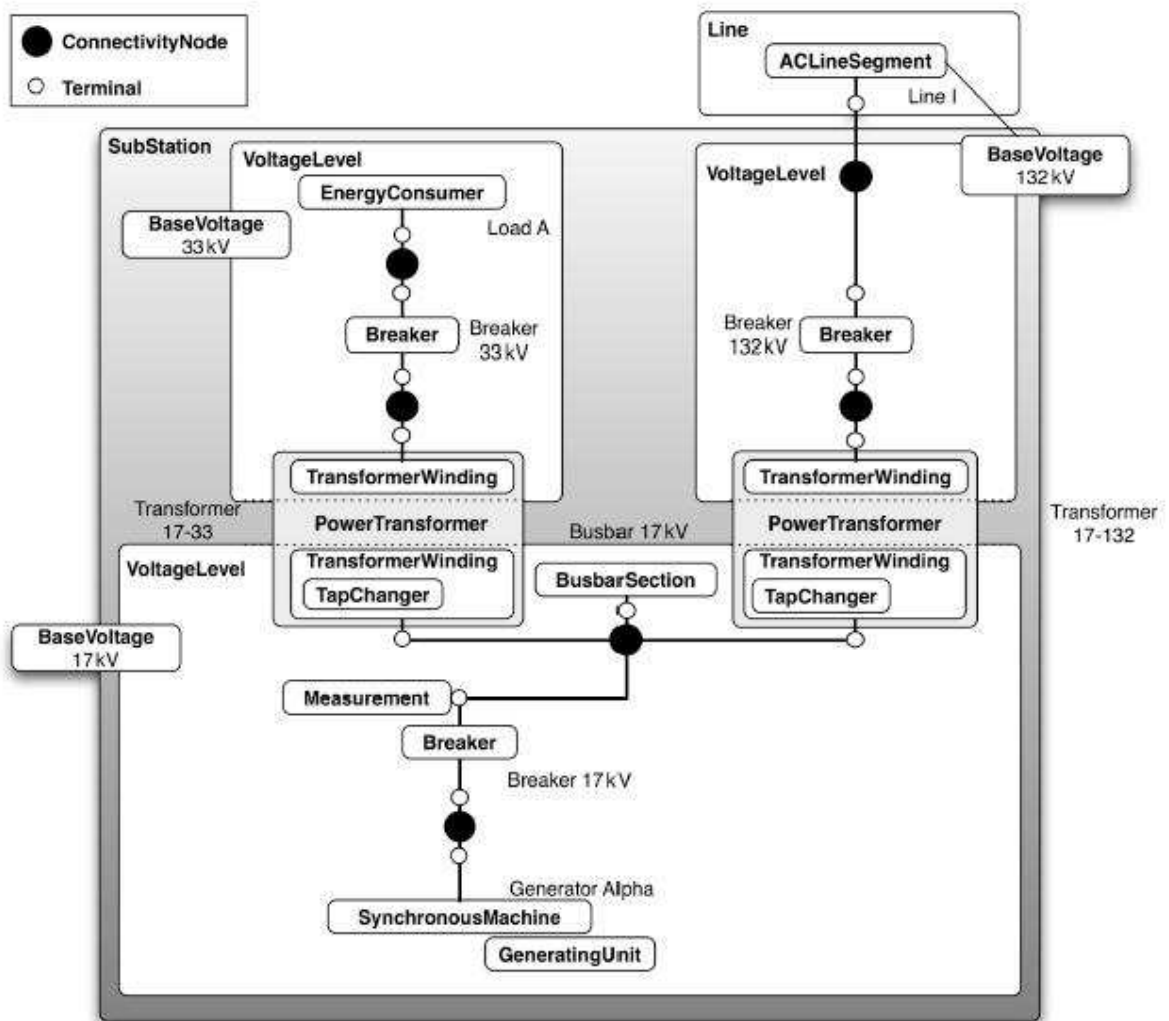
【CIM における関連の例:電力系統構成要素間の関連】



【CIM における集約の例:トランスと、それを構成する 4 つの CIM オブジェクト】

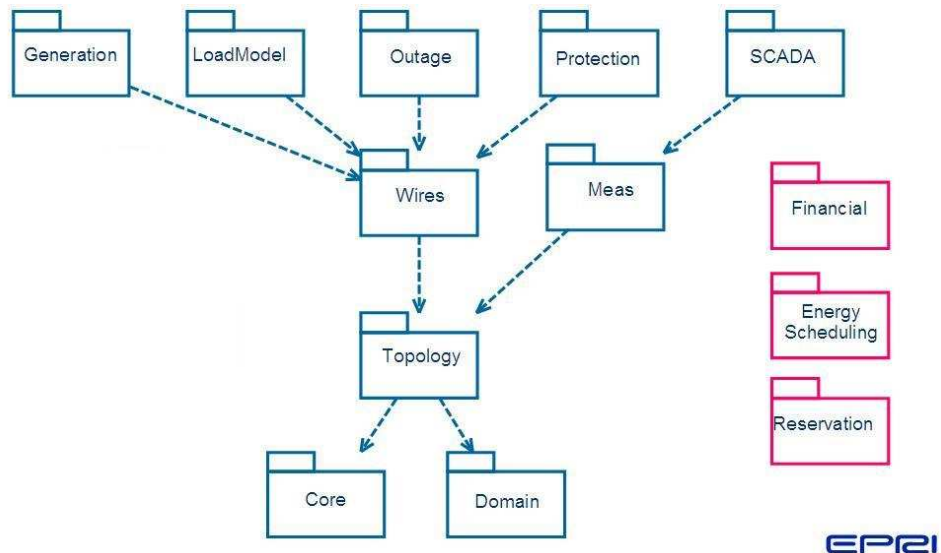


【上記の開閉器やトランスを持つ変電所 (Substation) の CIM 上の表現】



■ CIM パッケージについて

CIM は、膨大な数のクラスから構成されるので、管理しやすいように、下図のようないくつかのパッケージに分けて管理されている。



主なパッケージについて、以下に概説する。

- **Generation:** Production (火力発電や水力発電等の発電機の種類や、その構成要素、および発電コストに関する情報を定義)と、GenerationDynamics (タービンのタイプのような動力源の情報と、原子力発電所の加圧水型／沸騰水型などの蒸気供給タイプ、石油・石炭などの化石燃料のタイプなどを定義)の2つのサブパッケージから構成されている
- **LoadModel:** 需要カーブと関連データにより、エネルギー消費者のモデルを定義。
- **Outage:** 電力網の構成変更計画を定義するもので、特定のある時点での遮断機の状態を保持するクラスなどを含む
- **Protection:** 遮断機に指示を出す保護回路の設定を定義し、遮断機の振る舞いを定義する
- **SCADA:** SCADA の論理ビューを定義
- **Wires:** ネットワークに電氣的に繋がれたすべての構成要素と、補助クラスから構成され、発電端の SynchronousMachine から需要端の EnergyConsumer までが含まれている
- **Measurement(Meas.):** 特定の PowerSystemResource で行われる、電流・電圧の計測を定義するために用いられる。電力網中のある地点での電流や電圧を現すが、トランスのような物理的な装置とは関連しない
- **Topology:** Terminal クラスとともに、ConnectivityNode の集まりとして TopologicalNode クラスが定義される

- **Core:**PowerSystemResource を親クラスとし、電力網に含まれる物理的な装置と、その部品、および、いくつかの部品を束ねたグループを表現する Equipment Containers と呼ばれるクラスで構成されている
- **Domain:**他のパッケージで使用されるクラス属性の計測単位などを保有するデータ辞書
- **Financial:**エネルギー取引に関連するクラスで、精算やビルギン取引を定義
- **EnergyScheduling:**電力自体の取引に関連するクラスで、発電会社や、配電会社、大口顧客などで売買され取引された電力量を定義

いかがでしょうか？ CIM について、多少クリアになったでしょうか？

ただ、なぜ CIM が必要になったのか？ また、オブジェクトモデリングで当初揶揄されたように、CIM のオブジェクトモデル図も、所詮、単なる「お絵かき」でしかないのか？

次回は、CIM の紹介-2 として、その辺りをフォローしたいと思います。

5. IEC61970 : CIM の紹介 - 2

IEC61970 国際標準規格が規定している CIM のご紹介の続きです。

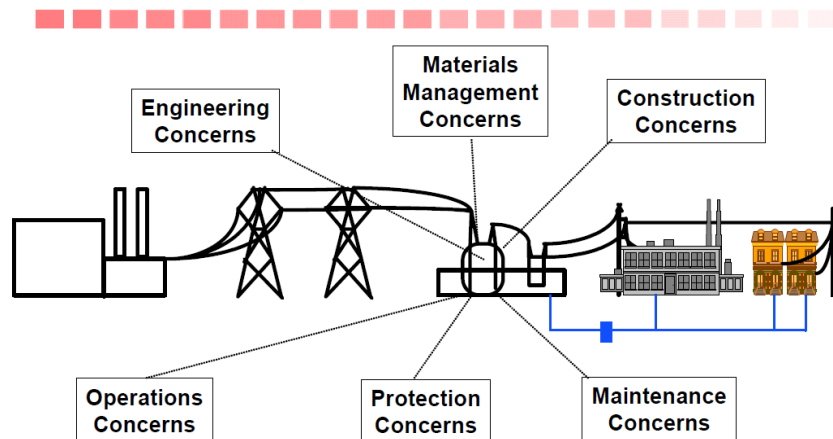
IEC61850 の情報モデルが変電所をベースとしているのに対して、IEC61970 の CIM は、系統制御所をベースとしているものの、発電端から需要端にいたるまでの実オブジェクトや、金銭的なエネルギー取引にかかわる実オブジェクト、および情報交換用のオブジェクトから構成され、オブジェクト指向の道具立てを使ってクラス構造で定義されていることがわかりました。

ところで、この CIM には、いったいどのようなご利益があるのでしょうか？

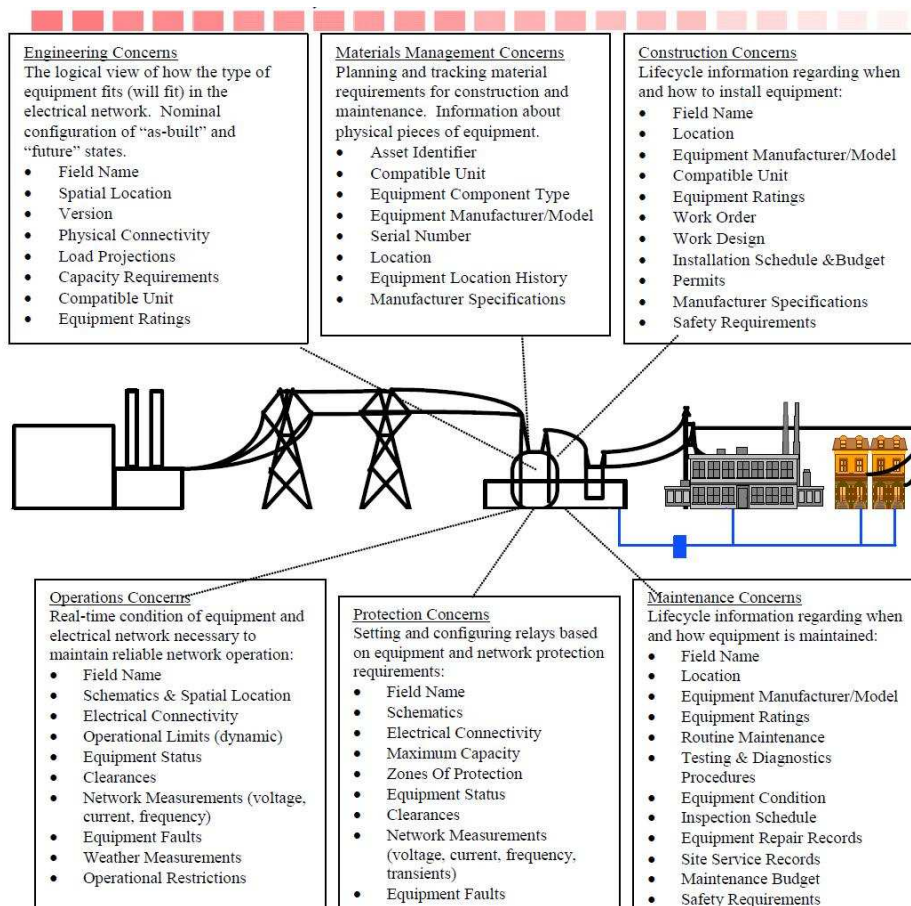
今回は、「IEC61970 CIM の紹介-1」で用いた 2 つの資料に加えて、電力業界向けの IEEE カンファレンス PICA (Power Industry Computer Applications) 2001 で発表された「[XML FOR CIM MODEL EXCHANGE](#)」と「[XML for CIM Model Exchange](#)」等を参考にさせていただきました。

では、はじめます：

☑ **立場が違えば必要な情報が違う**



上図中央にあるのが系統制御所ですが、その中では、電力系統の日程計画、運用、制御などをつかさどる各種エネルギー管理システム(EMS)や、資材管理、建設、保護、保守などのシステムが稼動しており、それぞれで、必要なデータが下図のように異なります。



図の拡大

もし、異なるベンダーが、それぞれに必要な情報のみをデータベース化してこれらのシステムを開発し、かつデータの命名規則などもばらばらだったらどうでしょう？システム間で交換したいデータがあっても、それぞれのシステムのデータ構造を調べなければなりません。また、同じデータでも、それを保持するデータ精度が異なっている可能性もあります。

しかし、すべてのシステムが CIM のオブジェクトモデルに基づいてシステムを構築していれば、そのようなシステム間の情報交換がスムーズになります。今すぐそこまでは無理だとしても、既存システムの外部インタフェースを CIM 準拠とすることで、データ交換する相手ごとにデータのマッピング方法を調査検討する必要がなくなります。CIM が、システム間で交換されるすべてのメッセージの共通モデルを提供し、情報交換モデル定義のベースとなるからです。

すなわち、CIM は系統制御所内で稼動する複数の EMS システムやその他のシステム、更に外部の発電管理・配電管理システム等との間で、必要な情報を交換するための、いわば共通言語の役割を果たしているのです。

GID (Generic Interface Definition)

国際標準規格 IEC61850-7-3/7-4 が変電所の情報モデルを規定していたのに対して、IEC61850-7-2 で、実際の通信プロトコルと独立した形で情報交換と、それに関連した通信サービスを規定していました。それと同様に、系統制御所の情報モデルに関する汎用的なインタフェース(GID)を規定したものが IEC 61970-4xx の国際標準規格で、コンポーネントインタフェース仕様(CIS)と呼ばれています。

- IEC 61970-401:コンポーネントインタフェース仕様(CIS) – フレームワーク
- IEC 61970-402:CIS – 共通サービス
- IEC 61970-403:CIS – 汎用データアクセス
- IEC 61970-404:CIS – ハイスピードデータアクセス (HSDA)
- IEC 61970-405:CIS – 汎用イベントとサブスクリプション (GES)
- IEC 61970-407:CIS – 時系列データアクセス (TSDA)

CPSM(Common Power System Model)プロフィール

ところで、4章のパッケージで紹介したように、当初、CCAPI Task Force では系統制御所の EMS の情報モデルから出発した CIM のモデルは、次第に肥大化していきます。EMS に関しただけでも、技術面だけでなく、導入設置、運用、保守面を統合したモデルになっているだけでなく、EMS 以外のシステムや、系統制御所とインタフェースする外部システムのオブジェクトもモデルに取り込んでいったからです。

また一方で、CIM には解釈上の自由度がありすぎるので、実際にモデル情報を交換する上でいくつか制約ルールを設けた方が良い面も見られました。

それとは別に、CIM のコアモデルである IEC61970-301 が批准されてからも、どんどん CIM

への追加変更が入り、バージョンアップされるので、電力会社やベンダーとしては、常に最新の CIM をフォローしなければなりませんでした。

そこで、NERC (北米電力信頼度協会) では、NERC 管轄範囲内での情報交換に関する要件をまとめ、NERC 参加者間で固定的に交換される CIM データモデルのサブセット: CPSM プロファイルが IEC61970-452 として定められました。この CIM のサブセットは Contextual Model とも呼ばれています。

これに関連して、配電管理システム (DMS) で同じく国際標準規格を定めている IEC61968 でも、同様のサブセット: CDPSM (Common Distribution Power System Model) が考案され、IEC61968-13 として定められました。

■ CIM を利用して出来上がる図は、単に絵に描いた餅でしかないのか？

CIM の開発過程で、CCAPI Task Force では、Visio と MS Access を用いていたそうです。今でこそ Visio もいろいろ機能アップしていますが、1996 年当時の Visio だと、出来上がった CIM オブジェクトモデル図は、あくまでモデル図であり、電子的に制御所に関連するシステムの実装に利用できるような機能はまだなかったのではないかと思います。そういう意味で、言葉は悪いですが、「絵に描いた餅」以上のものではなかったのではないかと想像します。それが IEC61970 の国際標準規格となる際に UML の記述に変換されました。IEC では、当初は Rational Rose で、今は Sparx 社の Enterprise Architect というモデリングツールでメンテナンスしているようです。

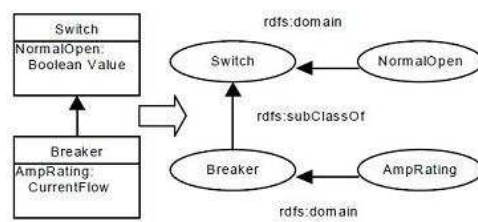
(http://www.sparxsystems.com.au/press/articles/pdf/iec_cim.pdf)

UML で書き直されたことにより、IEC61970 国際標準規格の利用は、単なる抽象的な情報モデル図表現から、次の段階に移ったといえます。

IEC 61970-5xx の国際標準規格は、上記 CIS のテクノロジーマッピングとして定められています。

- IEC61970-501: CIM-RDF スキーマ
- IEC61970-552-4: CIM/XML モデル交換フォーマット

CIM の RDF スキーマ版が開発され、CIM モデルを XML 表記 (CIM/XML) して電子的に取り扱うことが可能となりました。以下は、CIM オブジェクトモデルを CIM-RDF データモデルに変換し、それを CIM-RDF スキーマ (の一部) として、クラスおよびプロパティを定義にしているところです。



```

<rdf:Class rdf:ID="Switch">
  <rdf:label>Switch</rdf:label>
  <rdf:subClassOf
    rdf:resource="#ConductingEquipment"/>
</rdf:Class>

<rdf:Class rdf:ID="Breaker">
  <rdf:label>Breaker</rdf:label>
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#Switch"/>
</rdf:Class>

<rdf:Property rdf:ID="Switch.NormalOpen">
  <rdf:label>NormalOpen</rdf:label>
  <rdf:domain resource="#Switch"/>
  <rdf:range rdf:resource="#Boolean"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="Breaker.AmpRating">
  <rdf:label>AmpRating</rdf:label>
  <rdf:domain resource="#Breaker"/>
  <rdf:range rdf:resource="#Real"/>
</rdf:Property>

```

(XML FOR CIM MODEL EXCHANGE より)

また、以下は、電源トランス「SGT1」についての CIM/XML での記述例です。

```

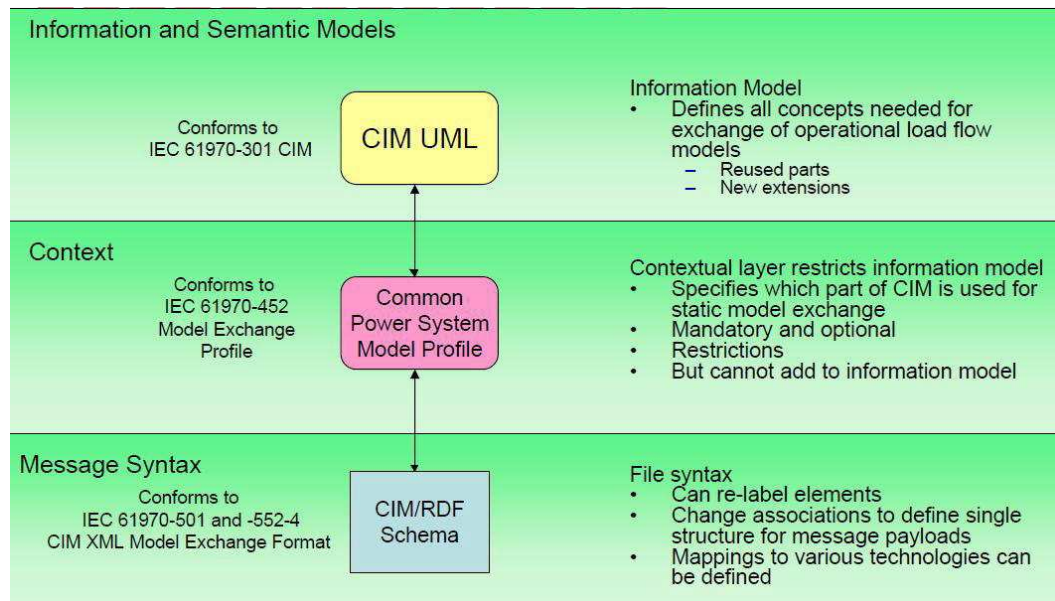
<cim:PowerTransformer>
  <cim:Naming.name>Transformer SGT1</cim:Naming.name>
  <cim:PowerTransformer.Contains_TransformerWindings>
    <cim:TransformerWinding.r>0.23</cim:TransformerWinding.r>
    <cim:TransformerWinding.x>0.78</cim:TransformerWinding.x>
    <cim:TransformerWinding.windingType>WindingType.primary
      </cim:TransformerWinding.windingType>
    <cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer>
      <cim:VoltageLevel.BaseVoltage>
        <cim:BaseVoltage.nominaVoltage>400
        </cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
      </cim:VoltageLevel.BaseVoltage>
    </cim:Equipment.MemberOf_EquipmenContainer>
  </cim:PowerTransformer.Contains_TransformerWindings>
  <cim:PowerTransformer.Contains_TransformerWindings>
    <cim:TransformerWinding.r>0.46</cim:TransformerWinding.r>
    <cim:TransformerWinding.x>0.87</cim:TransformerWinding.x>
    <cim:TransformerWinding.windingType>WindingType.secondary
      </cim:TransformerWinding.windingType>
    <cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer>
      <cim:VoltageLevel.BaseVoltage>
        <cim:BaseVoltage.nominaVoltage>275
        </cim:BaseVoltage.nominalVoltage>
      </cim:VoltageLevel.BaseVoltage>
    </cim:Equipment.MemberOf_EquipmenContainer>
  </cim:PowerTransformer.Contains_TransformerWindings>
</cim:PowerTransformer>

```

EPRI は、ABB、SIEMENS 等、様々な EMS ベンダー製品間で実際の大規模な EMS モデルを交換するために CIM/XML を使用して相互運用性テストを実施しています。

今回は、IEC61970 国際標準規格のその後の流れをフォローしました。

最後に、ここまでの IEC61970 国際標準規格の流れをまとめた図がありますので、それをご覧ください。ただ、この章を終わりにします。

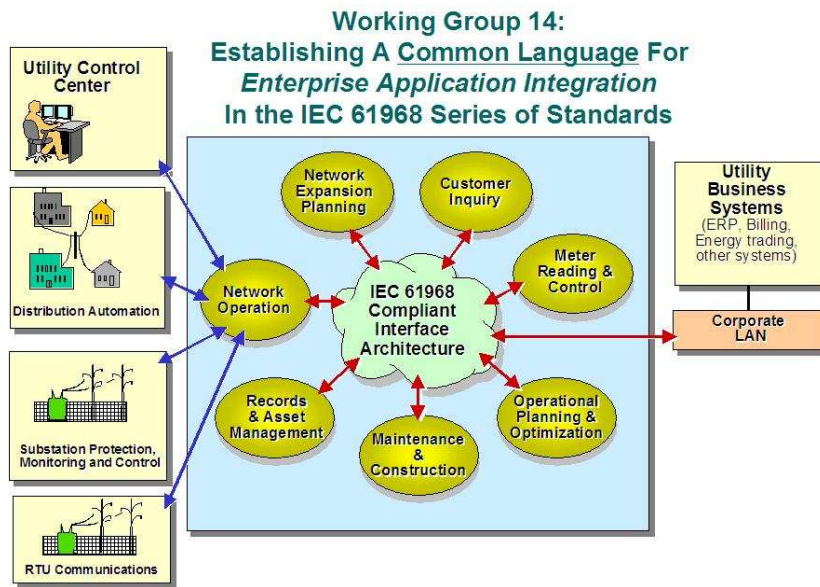


6. IEC61968 : CIM の紹介－3

タイトルの「IEC61968 CIM の紹介-3」は、「IEC61970 CIM の紹介-3」の誤りではありません。前回までは、系統制御所の EMS の API に関連する標準規格をつかさどる IEC TC57 WG13 による CIM 関連の国際標準規格 IEC61970 をご紹介して来ましたが、今回は、配電管理システム (DMS) および外部システムとのインタフェースに関連した標準規格策定を担当する TC57 WG14 による CIM 関連の国際標準規格についてご紹介したいと思います。

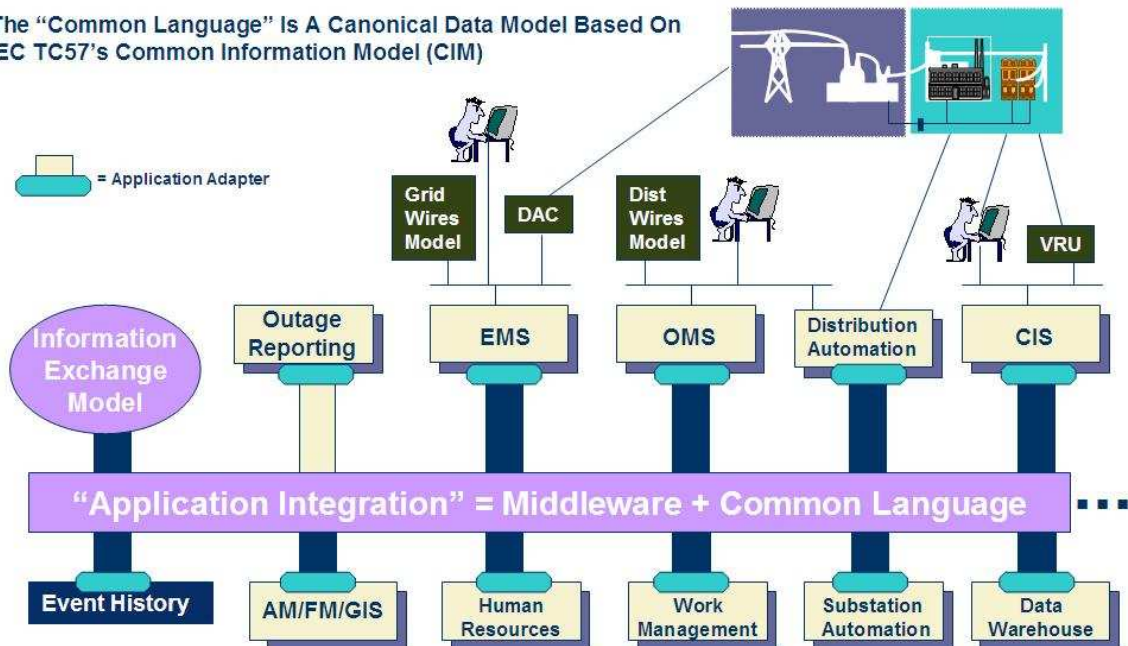
■ IEC TC57 WG14 について

WG14 は、次図に示すとおり、IEC61968 国際標準規格を用いた電力業界の企業 AP 統合を行うための共通言語の確立を目指しています。

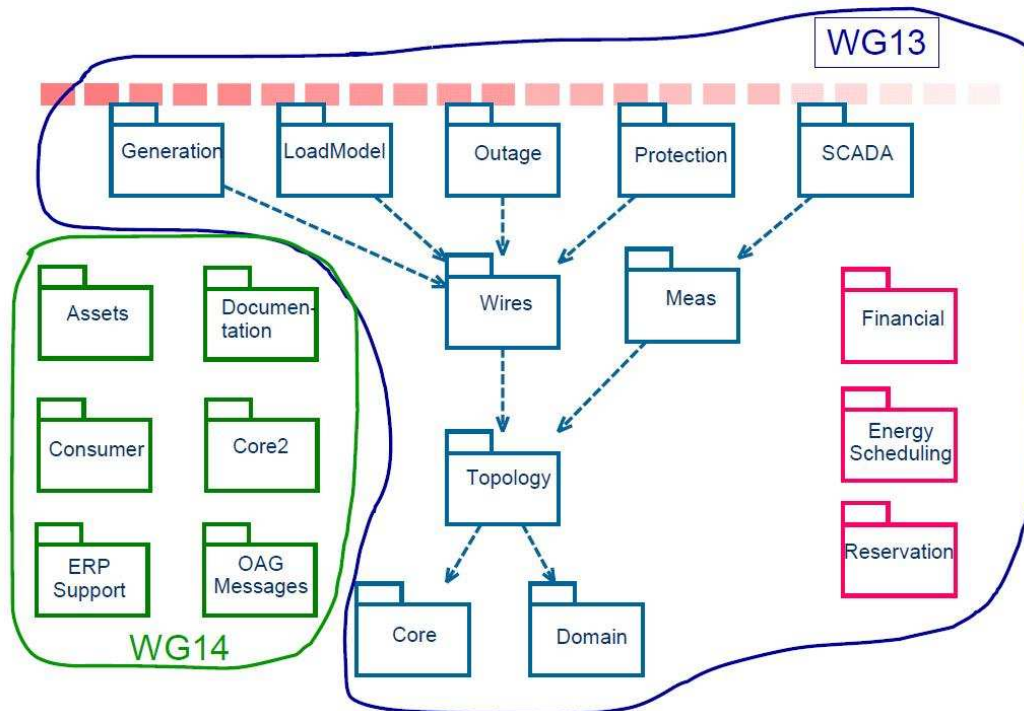


そして、CIM を、その AP 統合のための“共通言語”と位置づけています。

The “Common Language” Is A Canonical Data Model Based On IEC TC57’s Common Information Model (CIM)



CIM のパッケージのうち、WG14 が規定している部分は、下図の緑の部分になります。



- Assets: 配電系統の流通設備レベルのオブジェクトのパッケージ
- Documentation: 作業指示書や障害報告書など、実世界のオブジェクトに対応するパッケージ
- Consumer: 消費者オブジェクトのパッケージ
- Core2: IEC61970-301 のコアオブジェクト策定時のもれた重要オブジェクトのパッケージ
- ERP Support: 電力会社の ERP パッケージに対応するためのパッケージ
- OAG Messages: Open Application Group で作成された注文書や、部品表のような実世界のオブジェクトに対応するパッケージ

☑ IEC61968 の概要

WG14 がかわっている IEC61968 も 61850、61970 同様、いくつかのパートに分かれています。

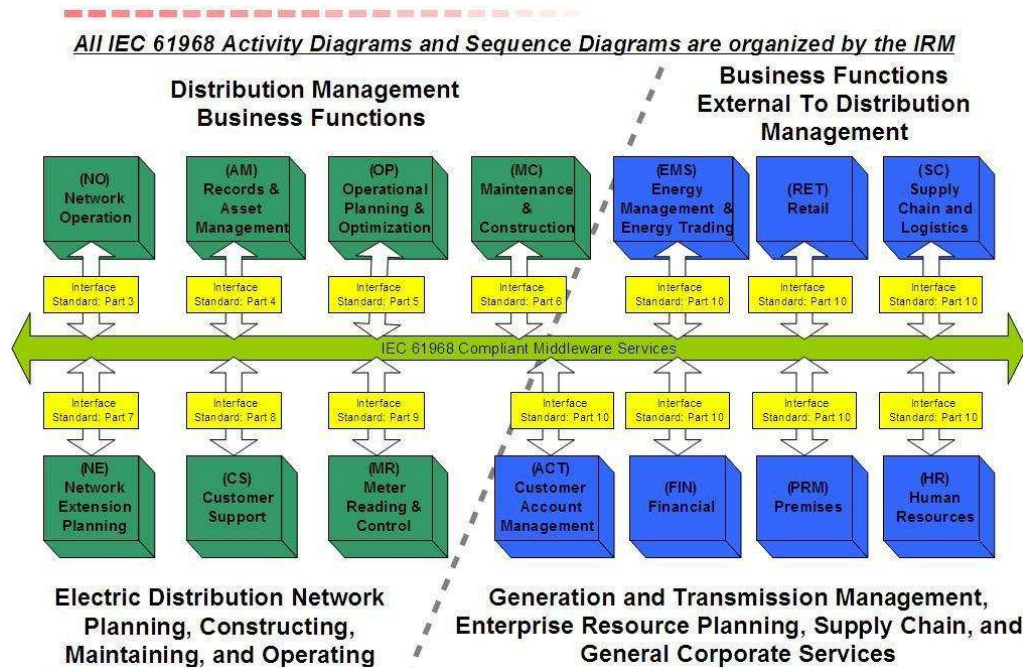
- Part 1: Interface Architecture and General Requirements
- Part 2: Glossary
- Part 3: Network Operations
- Part 4: Records & Asset Management
- Part 5: Operational Planning and Optimization
- Part 6: Maintenance & Construction
- Part 7: Network Extension Planning
- Part 8: Customer Support
- Part 9: Meter Reading and Control
- Part 10: External to DMS
- Part 11: Common Information Model for DMS
- Part 12: Use Case Technical Report
- Part 13: Common Distribution Power System Model
- Part 14: XML Naming and Design Rules

IEC61968-11 が、DMS に関連するオブジェクトの CIM です。

IEC61850-7-2 や 61970-4xx に相当する、通信プロトコルから独立したインタフェースの規定が IEC61968-1 で定められています。

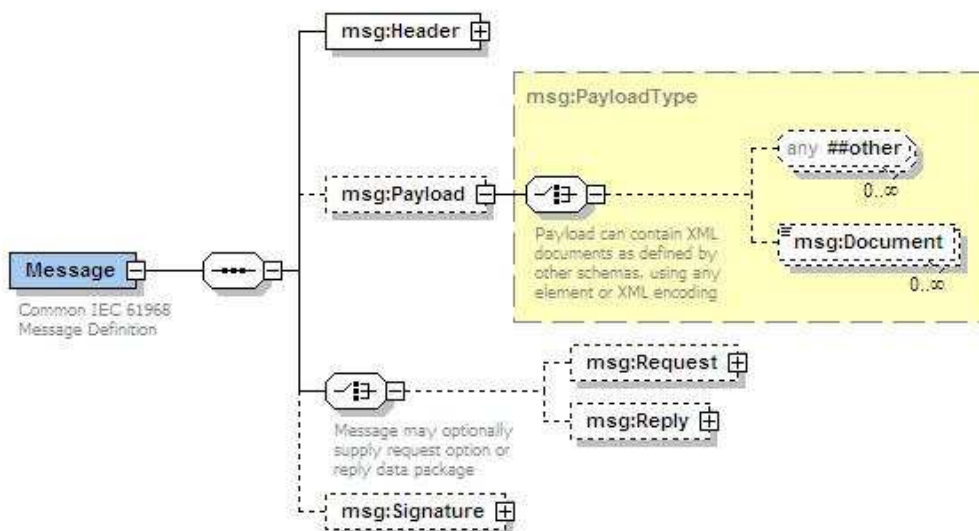
IEC61970-452(CPSM)に相当する、配電系レベルの CIM のサブセットの規定(CDPSM: Common Distribution Power System Model)が IEC61968-13 で、IEC61968-3～10 は、それぞれ、配電系統運用、資産管理、運用計画と最適化、保守および建設管理、流通設備計画、顧客管理、メーター計測と制御、その他 DMS と外部接続する AP とのインタフェースについて、個別にメッセージ交換用の XML スキーマが制定されています。

☑ IEC61968-1: インタフェース参照モデル IRM (Interface Reference Model)



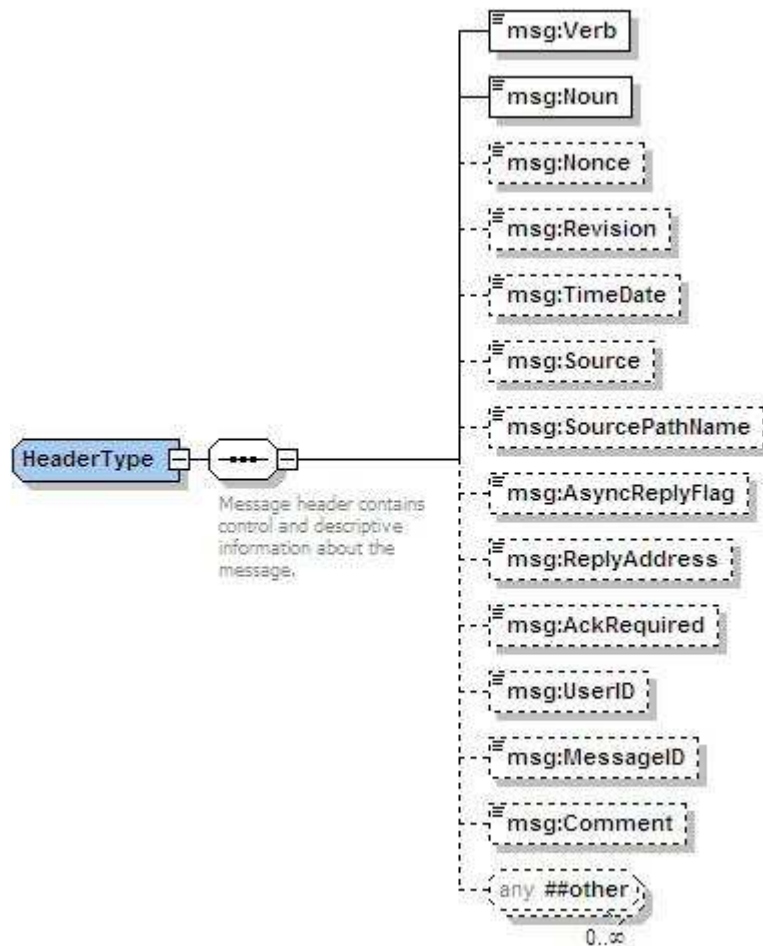
上図は、IEC61968-1 で規定されたインタフェース参照モデルで、配電管理に関する規定がパート 3 ～6、配電システムの給電計画や建設・保守・運用管理に関する規定がパート 7～9、その他、発送電管理や電力会社のバンクエンド処理など配電管理システムと外部接続するインタフェースの規定がパート 10 で規定されていることが、この図からもわかります。また、上図のコンポーネント間で、黄色のインタフェースを通じて情報交換するメッセージの基本構造、メッセージヘッダー、ヘッダー中の動詞は、以下のように定められています。

【IEC61968 の基本的なメッセージ構造】



※ IEC61968 のメッセージは、必ずヘッダーがあり、メッセージのタイプによって、オプションとして、リクエスト、リプライ、およびペイロード(本体)がついています。

【IEC61968 のヘッダーの構造】



※ ヘッダーには、必ず動詞と名詞があり、その他タイムスタンプなどがオプションで付随します。

【IEC61968 のメッセージヘッダー内の動詞】

Verbs	Meaning	Message Body
CREATE	The CREATE verb is used to publish a request to the master system to create a new document.	All sections (data required to create the document)
CHANGE	The CHANGE verb is used to publish a request to the master system to make a change in the document based on the information in the message.	All sections (key(s) + data to be changed)
CANCEL	The CANCEL verb is used to publish a request to the master system to cancel the document. The CANCEL verb is used when the business content of the document is no longer valid due to error(s).	Header information + message content key(s)
CLOSE	The CLOSE verb is used to publish a request to the master system to close the document. The CLOSE verb is used when the business document reaches the end of its life cycle due to successful completion of a business process.	Header information + message content key(s)
DELETE	The DELETE verb is used to publish a request to the master system to delete the document. The DELETE verb is used when the business document should no longer be kept in the integrated systems either due to error(s) or due to archiving needs.	Header information + message content key(s)
GET	The GET verb is used to publish a request to the master system to get the current data for a given document reference code or a set of documents.	One or more document reference codes + Key(s)
CREATED	The CREATED verb is used to publish the creation of a document as a result of either an external request or an internal action within the master system of that document.	All sections
CHANGED	The CHANGED verb is used to publish the change of a document as a result of either an external request or an internal action within the master system of that document.	All sections (key(s) + changed content)
CLOSED	The CLOSED verb is used to publish the normal closure of a document as a result of either an external request or an internal action within the master system of that document.	Header information + message content key(s)
CANCELED	The CANCELED verb is used to publish the cancellation of a document as a result of either an external request or an internal action within the master system of that document.	Header information + message content key(s)
SHOW	The SHOW verb is used to publish the most current content of a document as a result of either an external GET request or an internal action within the master system of that document.	All sections
REPLY	The REPLY verb is used to publish the processing result of an external request to the master system to create, change, delete, cancel, or close a document. The REPLY message type could contain specific confirmation information as to whether the request is processed successfully or not and provide alternatives if applicable.	Header information + message content key(s) + confirmation information + alternatives (optional)
SUBSCRIBE	The SUBSCRIBE verb is used to publish the request to ask the master system of a document to publish a CHANGED document whenever there is a change to the document.	Header information + message content key(s)
UNSUBSCRIBE	The UNSUBSCRIBE verb is used to publish the request to ask the master system of a document to stop publishing a CHANGED document whenever there is a change to the document.	Header information + message content key(s)

【IEC61968 のメッセージヘッダー内の名詞の例】

ヘッダーの名詞部分には、以下のような CIM に基づいた名詞が使われます。

- NetworkDataSet
- NetworkChangeSet
- LoadDataSet
- SwitchingSchedule
- OutageReport
- PlannedOutage
- OutageNotice

など

■ IEC61968 のミドルウェアと MultiSpeak

IEC61968 の AP 統合では、CIM を共通言語としてミドルウェアを介して AP 間で交換するメッセージの標準を規定していますが、トランスポート層に関しては、規定がありません。多分、当時想定されていたミドルウェアは CORBA のようなメッセージブローカー機能を提供する EAI インフラではないかと思われますが、メッセージ本体に XML を採用したこともあり、現在では Web サービスを使うのが自然だと思われます。

ところで、ここまで見てきたように、CIM は、発電端から需要端までの電力自体の流通に関連するオブジェクトだけでなく、電力取引とその精算にかかわるような実世界のオブジェクトまでカバーする広範なモデルとなっています。

これに対して、米国農業電力協同組合 NRECA (National Rural Electric Cooperative Association) がスポンサーとなり、全米 47 州約 1000 の電気協同組合メンバー間で配電情報を交換するための情報交換モデル: MultiSpeak が作られました。IEC61968 のミドルウェアと違って、こちらはトランスポート層も固定で、バッチ型ではファイルベース、Request/Reply 型では HTTP を使った SOAP メッセージ、Publish/subscribe 型では TCP/IP ソケット通信を使ったストリーミング方式が採用されているようです。

CIM は、規模の大きな電力会社向け、MultiSpeak は小規模電力会社向けという棲み分けで始まったようですが、電力系統全体の停電管理 (OMS) などの情報交換を考えると、2 つの異なる情報交換モデルが、互いを無視したまま並立するのはおかしいということで、現在、下記のとおり IEC とのコラボレーションが進んでいるようです。

- IEC 61968-14-1: MultiSpeak4.0 と IEC61968-3~10 のマッピング
- IEC61968-14-2: MultiSpeak4.0 用の CIM Profile と、IEC61968-3~10 の Profile

以上、今回は、IEC61968 国際標準規格と、WG14 が関与した CIM パッケージについてご紹介しました。

なお、IEC61968-9: Meter Reading and Control に関しては、スマートメータリングに関連しますので、別の機会を見つけて、掘り下げてみようと思います。

最後に、今回使用した資料は以下のとおりです。

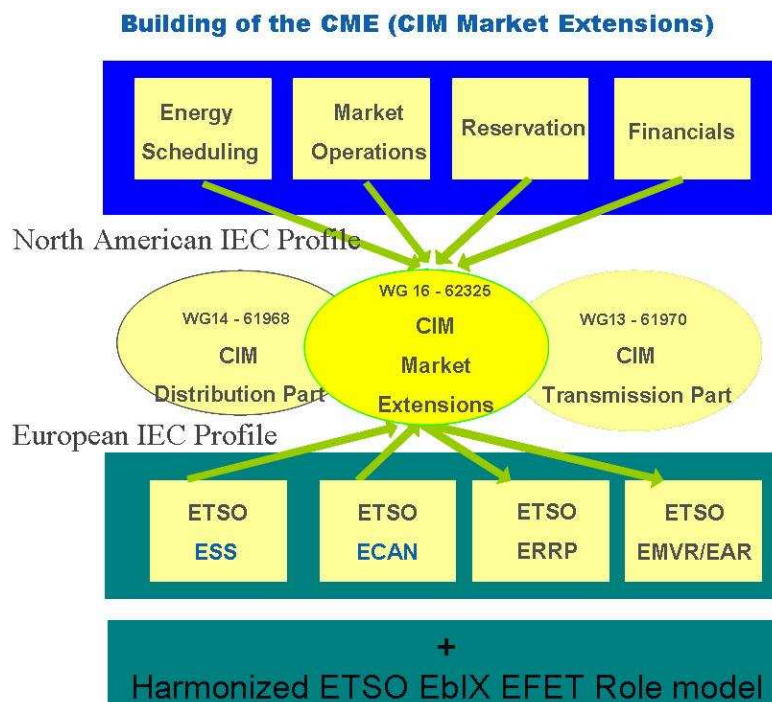
- UISOL IEC TC57 WG14
- IEC TC57 Working Group14: System Interfaces For Distribution Management
- EPRI: Equipment Performance Database with CIM Data Models and Performance Data for Transformers

7. IEC62325 : CIM の紹介 - 4

前回は、配電管理システム(DMS)および外部システムとのインタフェースに関連した標準規格策定を担当する TC57 WG14 による IEC61968 国際標準規格と、その中でカバーされている CIM パッケージについてご紹介しましたが、今回は、電力自由化がもたらした電力取引市場の情報交換に関する国際標準規格策定を担当している TC57 WG16 による CIM 関連の国際標準規格についてご紹介したいと思います。

■ IEC TC57 WG16 について

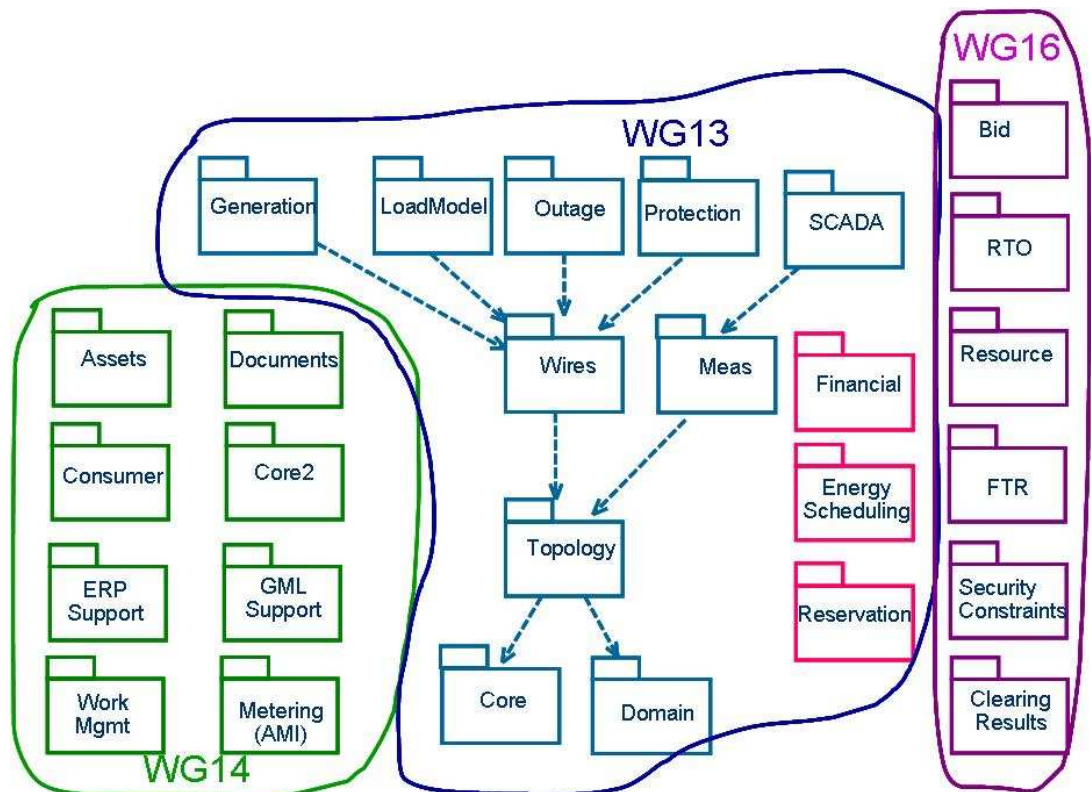
WG16 は、下図に示すとおり、IEC62325 国際標準規格を用いて、電力業界のオブジェクトモデルである CIM の、電力取引の分野への拡張を目指しています。



- ※ ETSO:欧州系統運用者協会 (European Transmission System Operators)
- ※ ESS:ETSO Scheduling System
- ※ ECAN:ETSO Capacity Allocation and Nomination
- ※ ERRP:ETSO Reserve Resource Planning
- ※ EMVR:ETSO Metered Values Report
- ※ EblX:Energy business Information eXchange
- ※ EFET:European Federation of Energy Traders

2003 年、まず北米のエネルギー取引市場に関連するオブジェクトを CIM に反映した版が策定され、その後で、ETSO が策定した欧州での電力ガス市場取引の標準モデルがマージされたようです。米国と欧州では、電力ガス取引に関連するオブジェクト構成が異なるため、北米用 IEC プロファイル(一日前市場、リアルタイム市場と、市場取引関連オブジェクトが対象)と欧州用 IEC プロファイル(一日前市場、バランシング市場と、市場取引関連オブジェクトが対象)が規定されています。

また、上図では、IEC61970-303 が規定している 3 つの CIM パッケージ名 (Financials、Reservations および Energy Scheduling) が含まれていますが、WG16 が規定しているのは、MarketOperations に属する下図の紫の部分のパッケージです。



詳細を説明した情報は入手できていませんが、RTO:地域送電機関、Bid:入札、FTR:金融

的送電権、Clearing: 決済など、エネルギー取引市場に関連する特有のオブジェクトが CIM に追加されていることがわかります。

■ IEC62325 の概要

WG16 がかわっている IEC62325 も 61850、61968、61970 同様、いくつかのパートに分かれています。

- Part 101: General guidelines
- Part 102: Energy market model example
- Part 201: Glossary
- Part 3XX: (Titles are still to be determined)
- Part 401: Abstract service model
- Part 501: General guidelines for use of ebXML
- Part 502: Profile of ebXML
- Part 503: Abstract service mapping to ebXML
- Part 601: General guidelines for use of web services
- Part 602: Profile of Web Services
- Part 603: Abstract service mapping to web services

IEC62325-3xx は、まだタイトルも決まっていらないようですが、CIM のエネルギー取引市場への拡張部分の定義で、IEC62325-401 が、それらの拡張オブジェクトのプロセス定義です。

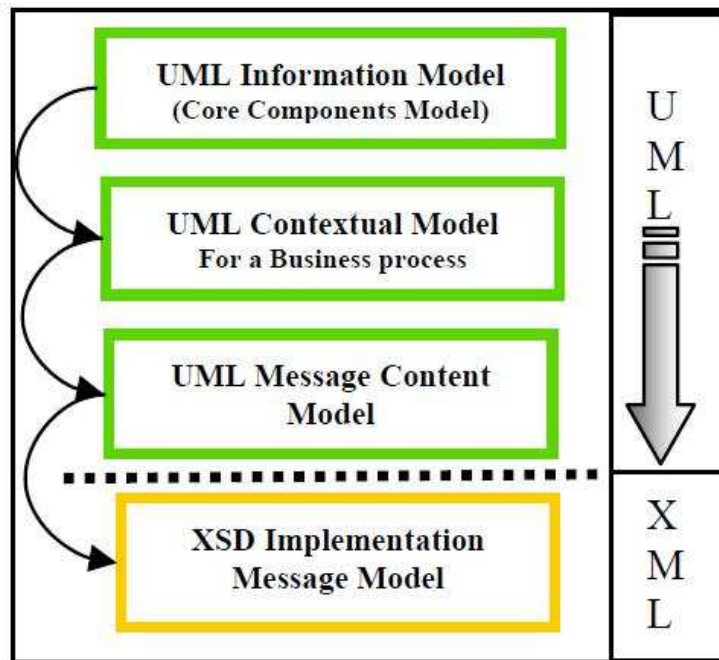
※ このうち、現在承認されているのは、Part 101、102、501、502 だけなのですが、IEC62325 の国際標準規格の特徴は、CIM の ebXML および Web サービスへのマッピングが規定されていることではないでしょうか？

■ UN/CEFACT CCTS に基づく CIM モデルの情報交換の実装への落とし込み

UN/CEFACT (United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business) は、国際連合 (UN) の下位機関である標準化組織の名称で、2001 年 5 月、XML によるデータ交換技術の標準化団体である OASIS とともに、XML を用いた企業間電子商取引のための共通規格である「ebXML」を策定したことで知られています。

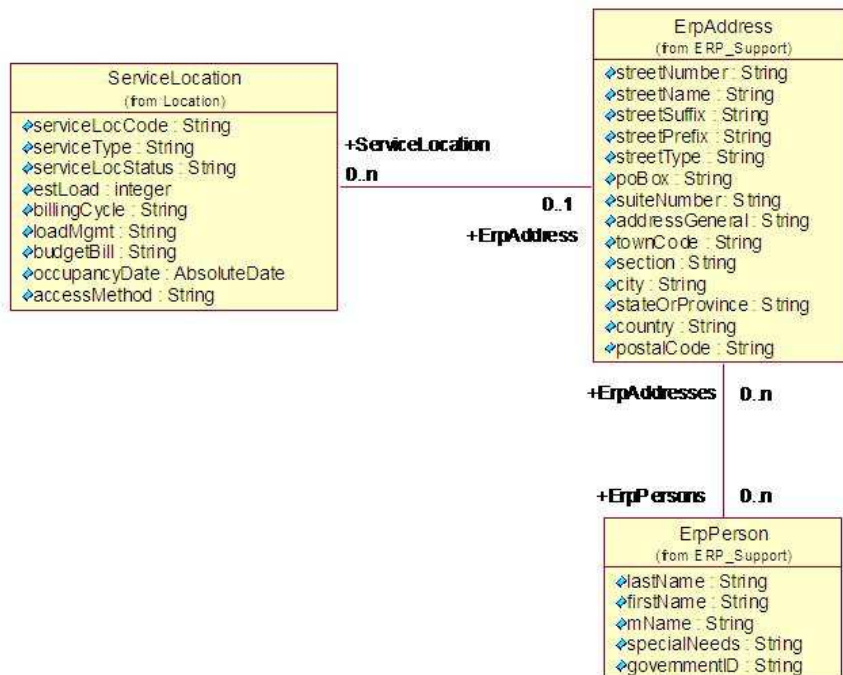
CCTS (Core Components Technical Specification: コア構成要素技術仕様) は、コア構成要素のメタモデルとして、ISO/TS 15000-5 で承認されているものです。

では、UN/CEFACT CCTS に基づき、CIM という情報モデルから具体的な情報交換用の XML スキーマに落とし込む方法論をご紹介しますと思います。



上図が、この方法論に基づく、情報モデルから情報交換用実装モデルへの落とし込み手順の概要です。具体例を交えて、順に見ていきましょう。

● **UML情報モデル:** CIM のような、対象ドメインのコアコンポーネントを網羅する UML モ



デル

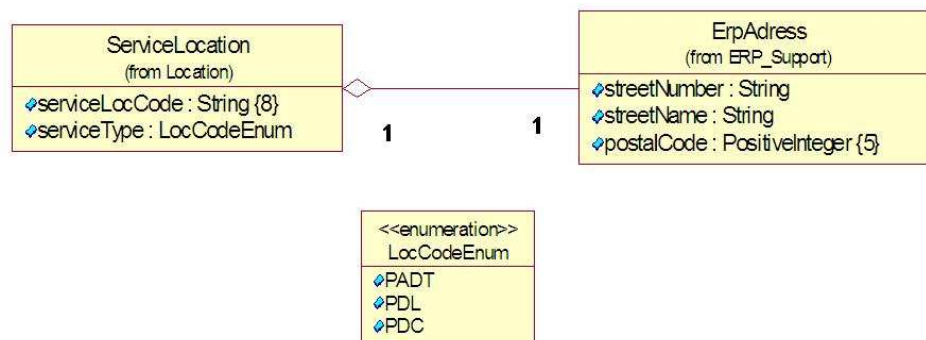
この中で、情報交換したいデータを持つ ServiceLocation と ErpAddress という2つのクラスに注目したとします。

CIM では、それぞれに多数のプロパティが定義されていますが、次のステップとして、情報交換したいものに的を絞りましょう。

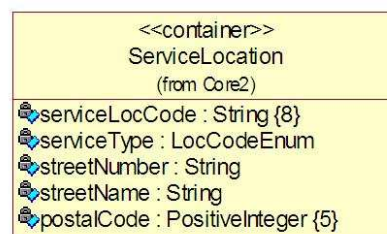
- **UMLコンテクスチャルモデル:** 特定のビジネスプロセスモデルにするため、汎用のUML情報モデルのプロパティに制約を加えたモデル



更に、概念モデル上 String タイプとして定義した serviceType を、実装上は Enum タイプにしたり、文字列や数値の桁数に関して実装上の制約を加えて、コンテクスチャルモデルが以下のように出来上がります。



- **UML メッセージコンテンツモデル:** 情報交換用のメッセージを組み立てるために必要な、メッセージ構造やコンテンツを定義するモデル



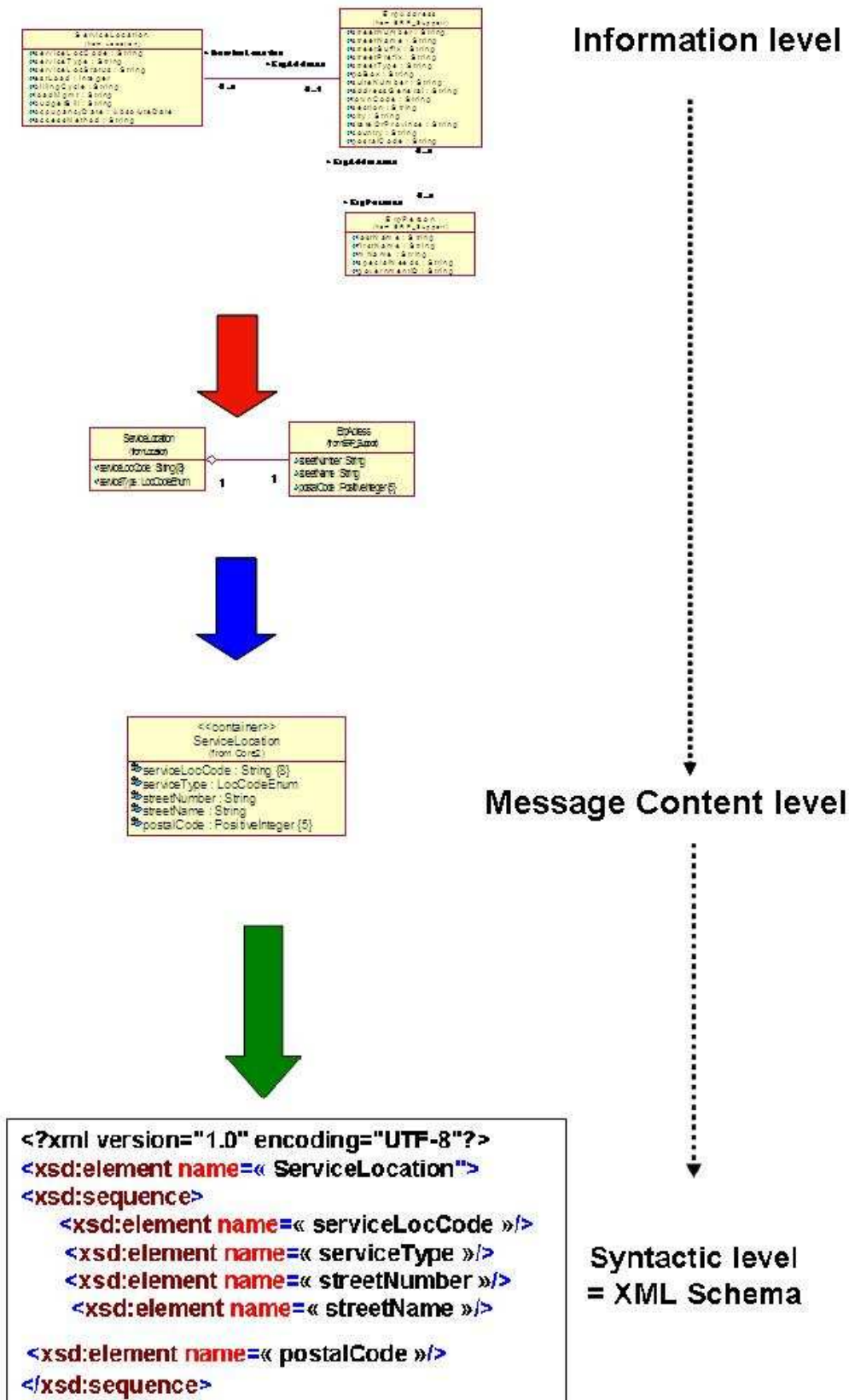
コンテクスチャルモデルから、情報交換するメッセージ構造を決定し、上記のようなコンテンツのメッセージモデルが出来上がりました。

- **XSD 実装メッセージモデル:**UML メッセージコンテンツモデルを XML スキーマで定義したモデル

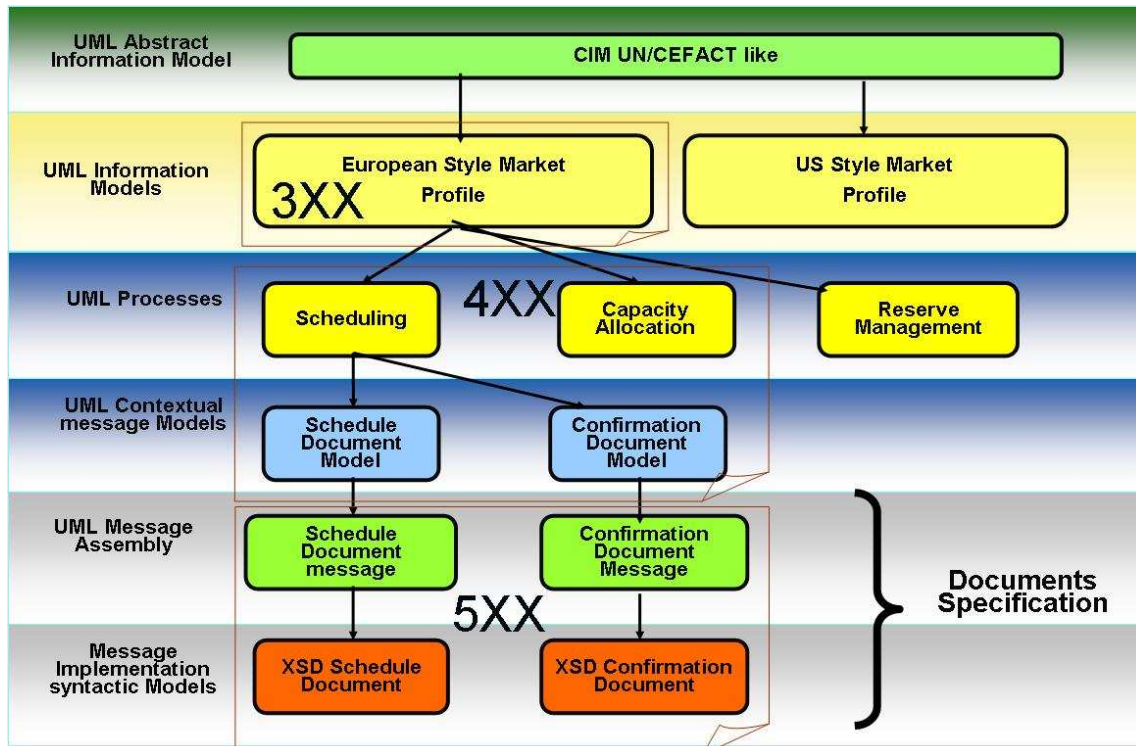
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:element name="ServiceLocation">
<xsd:sequence>
  <xsd:element name="serviceLocCode" />
  <xsd:element name="serviceType" />
  <xsd:element name="streetNumber" />
  <xsd:element name="streetName" />
  <xsd:element name="postalCode" />
</xsd:sequence>
```

その、メッセージコンテンツモデルの UML 表現を XML スキーマに変換して、XSD 実装メッセージモデルの出来上がりです。

以上の流れをまとめたものが、下図になります。



TC57 WG16 の IEC62325 の各パートでの規定と、上記の方法論の関係は、以下のとおりです。

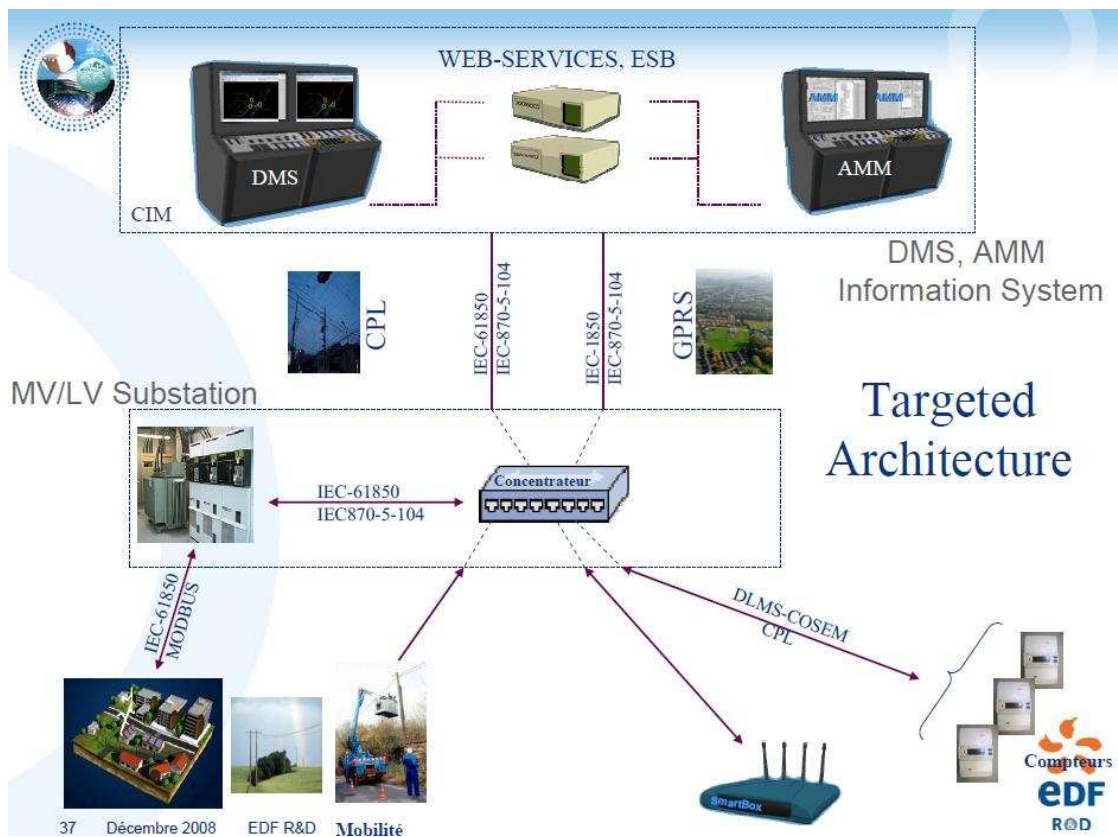


※ 上図中、3XX:IEC62325-3xx、4XX:IEC62325-4xx、5XX:IEC62325-5XX

以上、今回は、IEC62325 国際標準規格と関連する CIM、および、実際のエネルギー取引市場関連オブジェクト間のメッセージ交換のための変換についてご紹介しました。

ここ数回、スマートグリッドに関連する国際標準規格として、IEC の規格を見てきましたが、ヨーロッパでは、発電から、送・変・配電、HEMS にいたるまでほぼ一環して IEC の規格のもとにスマートグリッド環境が構築されようとしています。

次図は、2009 年ベルギーで開催された CIM ユーザグループの会議で仏電力会社 EDF が発表した『CIM FOR SMARTGRIDS』にある、スマートメータリング & 配電管理システムのアーキテクチャ図です。図中右下のスマートメーターとデータ集約器(Concentrator)間の規約 DLMS/COSEM も IEC62056 として規定されているので、見事に IEC の標準規格に基づいていることがわかります。



スマートグリッドに関連する IEC 国際標準規格は、他にも以下のものがありますが、とりあえず、これで一旦終わりにしたいと思います。

- IEC60834: 電力系統の遠隔保護装置の標準規格
- IEC61400-25: 風力発電関連の標準規格
- IEC62210: 電力系統制御と関連する通信のセキュリティの標準規格
- IEC62351: TASE.2(遠隔制御 AP サービスエレメント2)のセキュリティの標準規格

最後に、今回使用した資料は以下のとおりです。

- 「Using UN/CEFACT Core Component methodology for EIC/TC57 works and CIM」
- 「Using Interoperability Standards Ease Design and Automated Deployment of Business Processes like Customer-Switching」
- 「IEC TC57 WG16 CIM and ETSO Convergence」

終わり