

OpenADRを中心とした デマンドレスポンスに関する標準技術



平成25年2月14日

インターテックリサーチ株式会社

新谷 隆之

■ インターテックリサーチ株式会社 新谷 隆之

- 欧米でのスマートメーター/スマートグリッド標準化動向調査
- 欧米でのスマートコミュニティおよびその社会インフラ動向調査 等
- エネルギー総合工学研究所 嘱託研究員
 - A) JSCAスマートハウス・ビル標準事業促進検討会DRタスクフォース事務局
 - B) NEPCスマートコミュニティ関連施策I-3 : エネルギーマネジメントシステムの構築に係る調査事業 (国内外EMS調査)
- 執筆



【インターテックリサーチ株式会社】

<http://www.itrco.jp>

【ブログ】

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

OpenADRを中心としたデマンドレスポンスに関する標準技術

- 1 . OpenADRとは何か
- 2 . OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか
- 3 . OpenADR2.0の現状とAプロファイル
- 4 . OpenADR2.0の全体像

OpenADRを中心としたデマンドレスポンスに関する標準技術

1. OpenADRとは何か

2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか

3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル

4. OpenADR2.0の全体像

1. OpenADRとは

OpenADR

OpenADRアライアンス
OpenADRタスクフォース
OpenADRプロフィール

OpenADRとは

- ・OpenADRアライアンスという組織の
- ・OpenADRタスクフォースで作られた
- ・OpenADRプロフィールという

デマンドレスポンスの標準仕様である

OpenADR
のバージョン

OpenADR 1.0
OpenADR 2.0

OpenADR 2.0は

- ・OpenADR1.0をベースとして
- ・機能拡張した

デマンドレスポンスの標準仕様である

OpenADR
Profile

OpenADR 2.0Aプロフィール
OpenADR 2.0Bプロフィール
OpenADR 2.0Cプロフィール

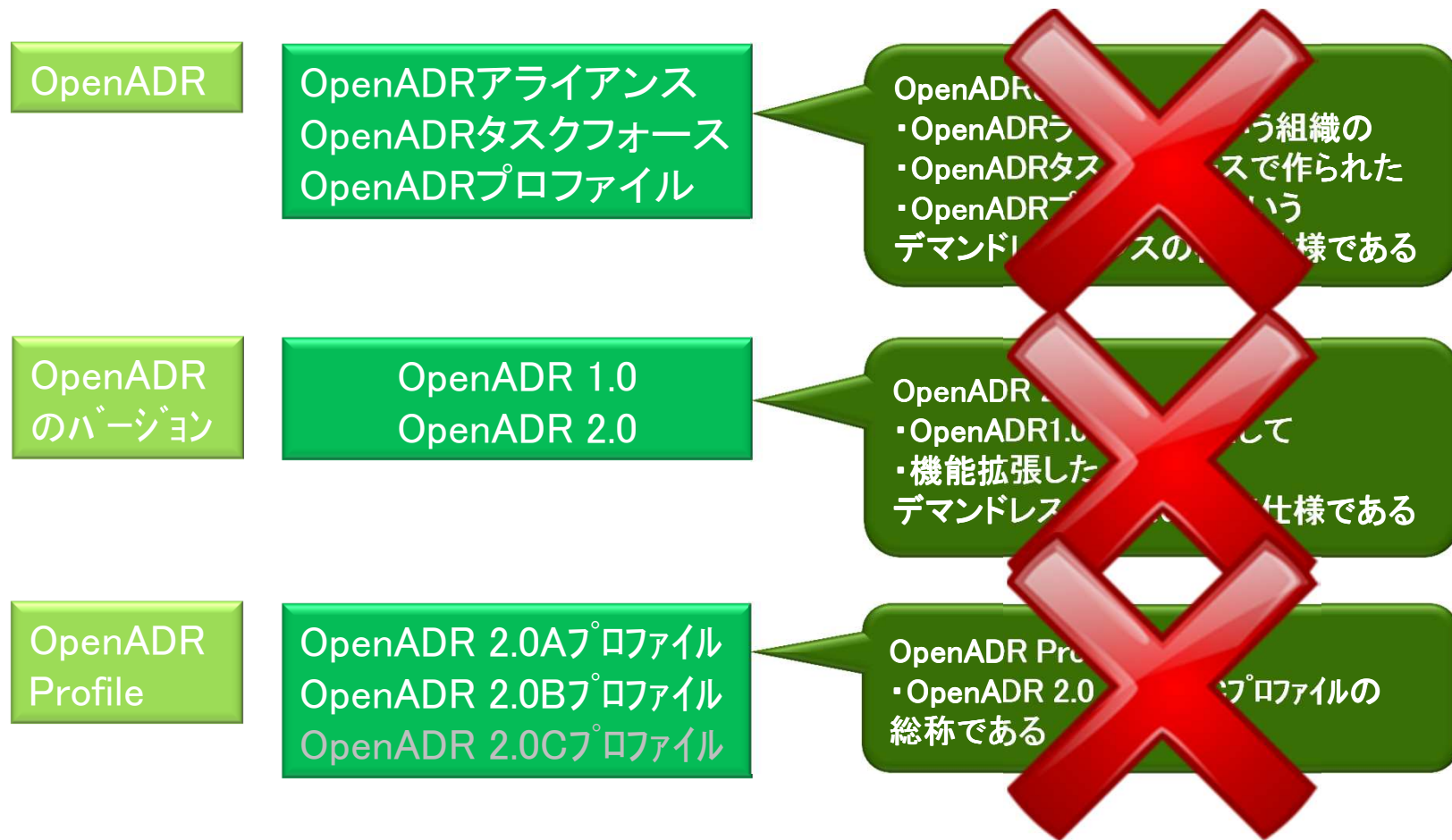
OpenADR Profileは

- ・OpenADR 2.0 A、B、Cプロフィールの

総称である

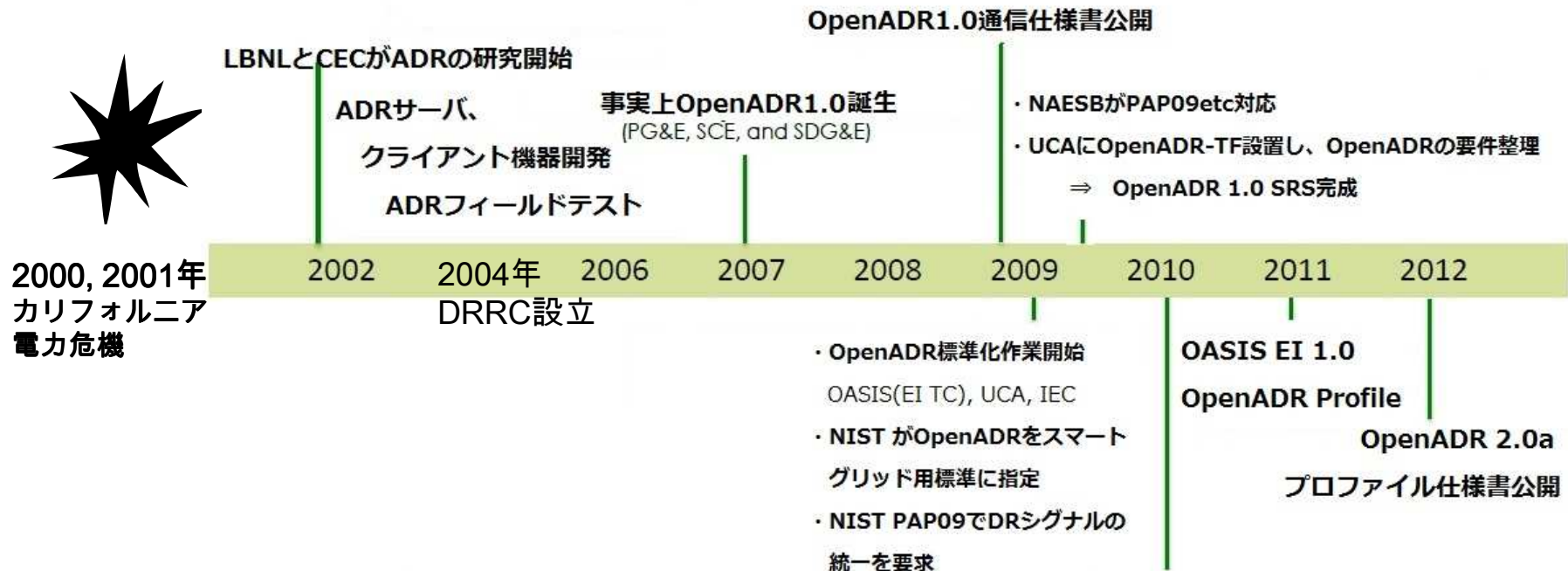
○か×か？

1. OpenADRとは



1. OpenADRとは

■ OpenADR2.0Aプロフィール仕様ができるまでの経緯



OpenADR2.0Aプロフィール誕生に関連する組織

- LBNL: 米国ローレンスバークレイ国立研究所
- CEC: カリフォルニア州エネルギー委員会
- OASIS: オープン標準の開発・統合・採用を推進する国際コンソーシアム
- UCA: 公益事業者協会 (Utility Contractors Association)
- IEC: 国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)
- NIST: 米国国立標準技術研究所
- **OpenADR Alliance: OpenADRアライアンス**

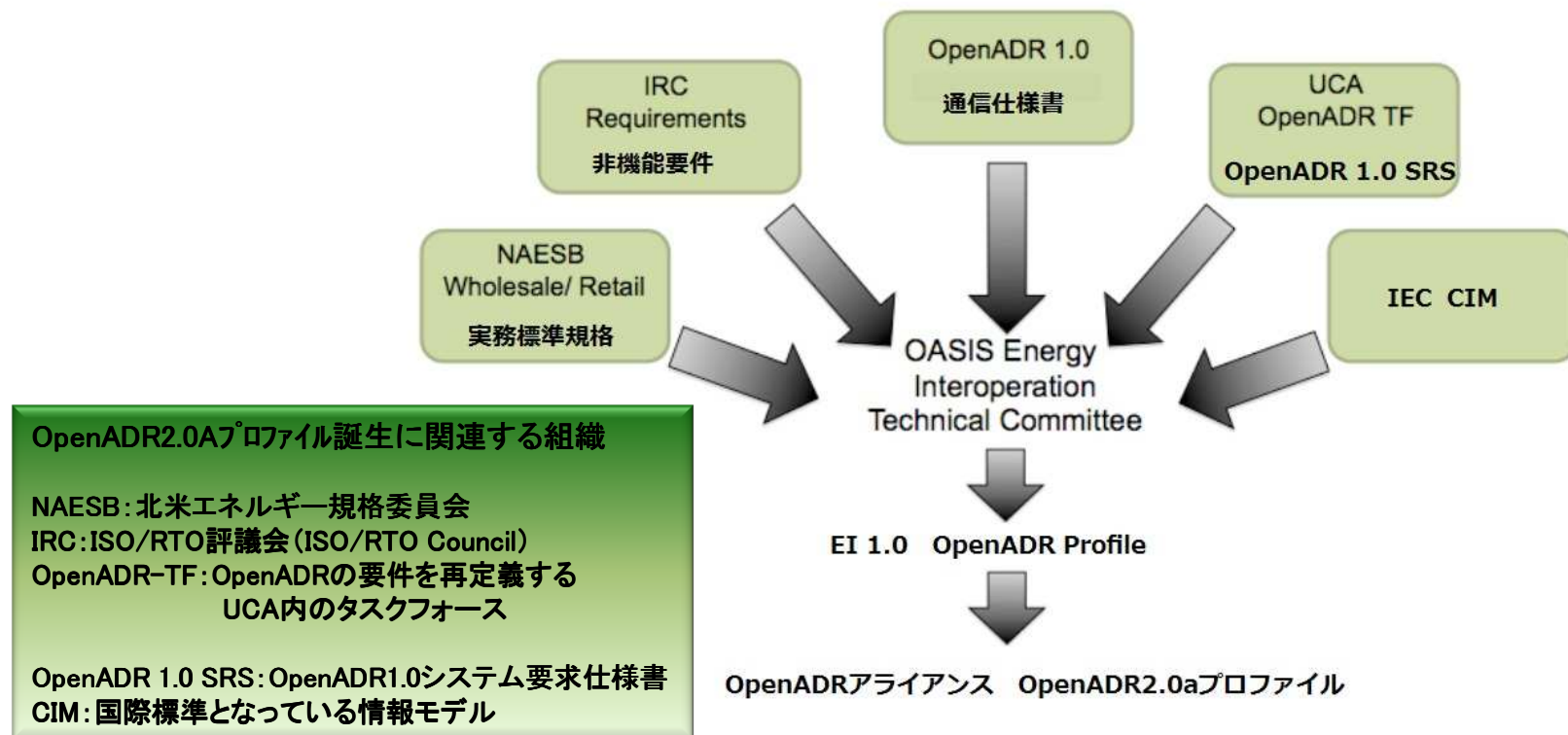


テスト・認証の仕組み作り開始

出所: LBNLを元にインターテックリサーチ作成

1. OpenADRとは

- **OpenADR**の通信仕様は2007年に定まり、2009年に**OpenADR1.0通信仕様書**として公式に公開された。
この時点では、OpenADRはカリフォルニア州のADRに関するローカル標準
- これを米国内での標準とする作業が行われた。
 - **OpenADR-TF**が、**OpenADR1.0 SRS**を作成
 - OASISが、**EI 1.0** のサブセットとして**OpenADR Profile**を作成
- **OpenADRアライアンス**が、この**OpenADR Profile**を元に、**OpenADR2.0aプロフィール**作成



出所: LBNRの資料を元にインターテックリサーチ作成

■OpenADRは、だれが作ったのか？

- **OpenADR1.0** : OpenADR1.0通信仕様書は、LBNRと、DRサーバを開発した当時のAkuacom社（現Honeywell社）が作成。これは、カリフォルニア州での自動DRフィールドテストで培われた技術仕様をまとめたもので、カリフォルニア州のローカル標準。
- **OpenADRタスクフォース** : OpenADR1.0を米国のADRの標準とするべく、UCAIug内に設けられたタスクフォース。DRの通信仕様だけでなく、DRシステム全体の要件を定義したOpenADR1.0 システム要求仕様書を作成。
- **OpenADR Profile** : OASISのEI技術委員会が、電力価格情報やシステムの安定度に関する情報授受の標準として作成したEI1.0を構成するサービスの中で、OpenADRを実現するための機能セットと定義。
- **OpenADRアライアンス** : OpenADR1.0を作成してきたカリフォルニア州のメンバーを中心に、OpenADRの普及促進を図る国際的な組織。ただし現在ではカリフォルニア州以外からのメンバーも増え、OpenADR2.0の仕様確定に当たって、LBNR/DRRCの比重は相対的に減っている。
- **OpenADR2.0** : OpenADRアライアンスが、EI1.0のOpenADR Profileをベースにして、仕様書レベルではなく、実装可能で、かつ、異なるベンダーのDRサーバ・DRクライアント間での相互運用性が確保できるレベルで定義したもの。現在OpenADR 2.0Aプロファイル仕様書が公開され、OpenADR 2.0Bプロファイルの仕様を作成中。

OpenADRを中心としたデマンドレスポンスに関する標準技術

1. OpenADRとは何か

2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか

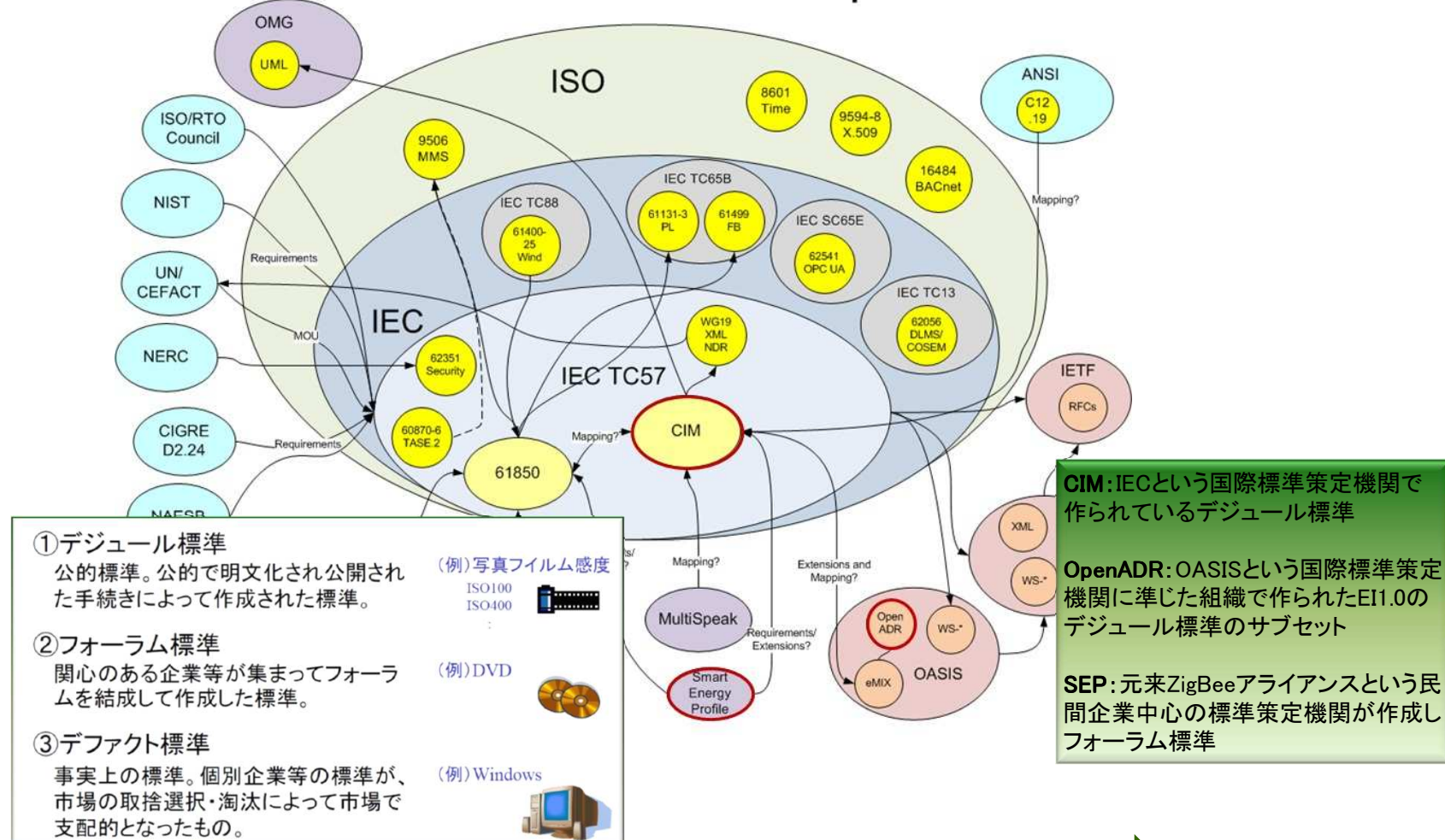
3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル

4. OpenADR2.0の全体像

2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか

■ OpenADR、CIMおよびSEPの標準としての位置づけ

Overview of Smart Grid Standards and Dependencies

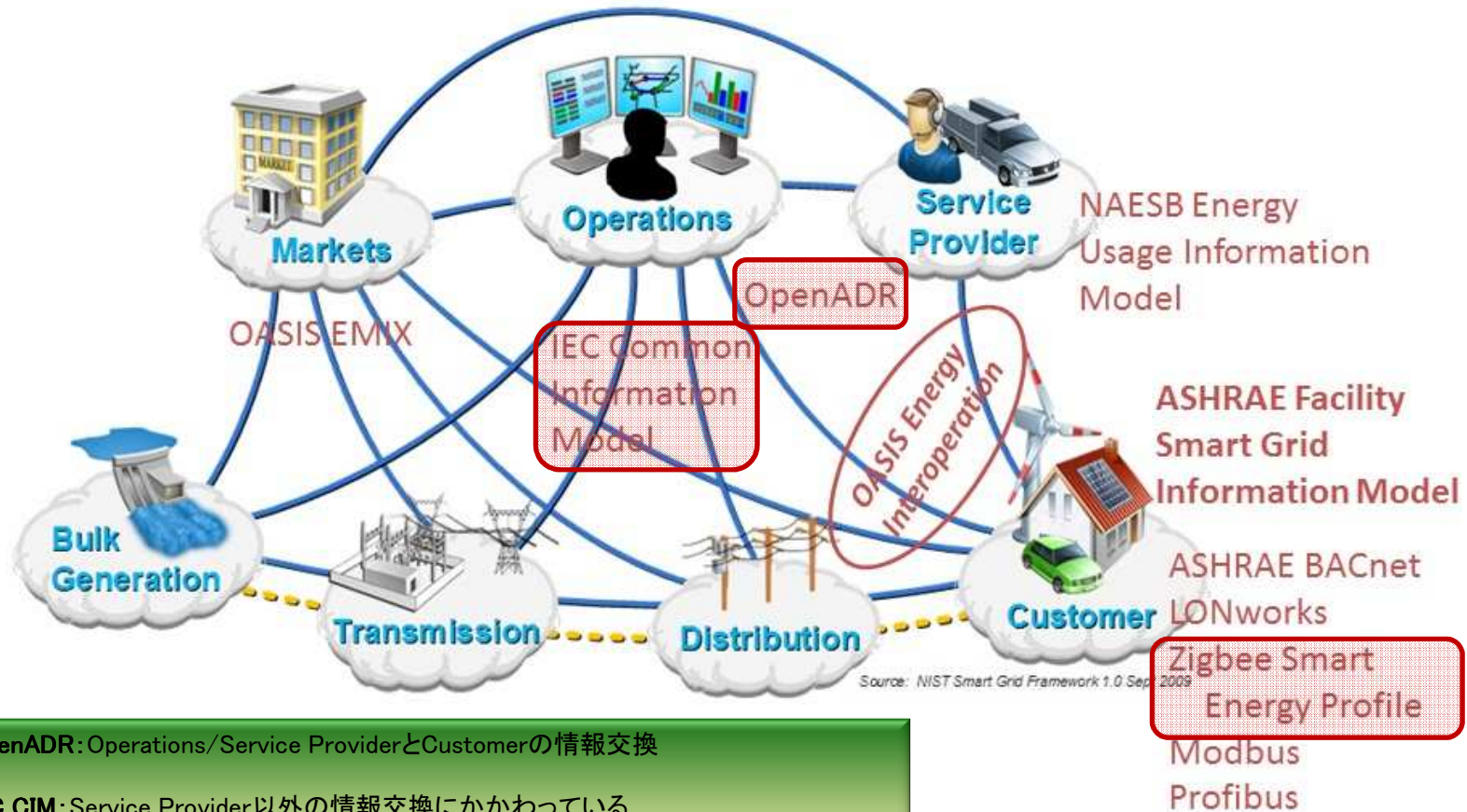


出所：知的財産戦略本部 知的創造サイクル専門調査会 「国際標準に関する基礎概念の整理」

➡ 標準策定機関の格が違う

2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか

■ NISTスマートグリッド概念モデルにおけるOpenADR、CIMおよびSEPの位置づけ



OpenADR: Operations/Service ProviderとCustomerの情報交換

IEC CIM: Service Provider以外の情報交換にかかわっている

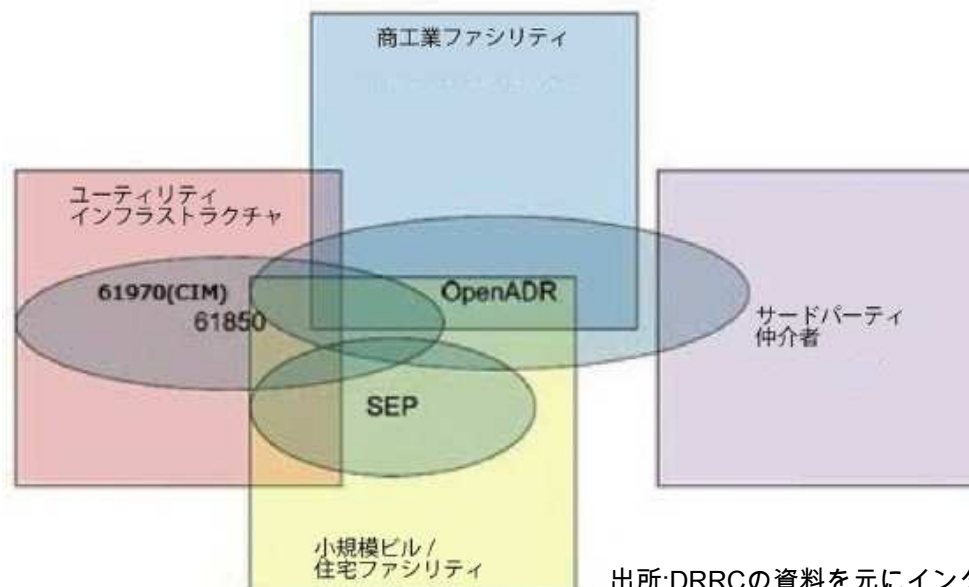
ZigBee SEP: Customer内の情報交換にとどまっている

➡ 情報交換の範囲が違う

出所: NISTの資料を元にインターテックリサーチ作成

2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか

■ OpenADR、CIMおよびSEPの制御対象



出所:DRRCの資料を元にインターテックリサーチ作成

CIM: 電力系統と運用制御のための情報モデルで、その中でDRシグナルに関連するデータ構造を定義している

SEP: ZigBeeアライアンスが、小規模ビルや住宅向けに、Smart Energy Deviceを対象として、使用電力量の計測、電気料金表示や、DR/DLCを行うための標準

OpenADR: 主に商工業顧客の設備を対象として自動的にDRを実施するためのアプリケーション標準。DR資源だけでなく、DER(分散電源)も制御対象に入っている

➡ 対象が違う

参考

CIMでの
DR定義

SEPでの
DR定義

OpenADRについて、ここまででわかったこと

■ OpenADRは、CIM、SEPとどこが違うのか？

● 標準としての格が違う

- CIMは、3つの国際標準化機関のうちの1つであるIEC(国際電気標準会議)が定義した国際標準
- OpenADR2.0は、OASISという国際的に認められたオープン標準策定機関が作成したEI1.0をベースとしているという意味で、デジュール標準に準じたものと考えられる
- SEPは、元来ZigBeeアライアンスという民間企業中心の標準策定機関が作成しフォーラム標準

※ ただし、NISTが、スマートグリッドの相互運用性を確保するための標準の1つとしてOpenADRおよびSEPを指定したので、ある意味で米国の国家標準扱いになっている

● 守備範囲が違う

- CIMは、DRIに限らず、広く、電力会社と、関連組織間で情報交換を行う
- SEPは、小規模ビル・一般家庭内での情報交換／制御に限定している
- OpenADRは、大口ユーザを筆頭に、小規模ビル・一般家庭や、DRアグリゲータと系統運用者／電力会社間のDR情報のやり取りを想定している

OpenADRを中心としたデマンドレスポンスに関する標準技術

1. OpenADRとは何か
2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか
- 3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル**
4. OpenADR2.0の全体像

3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル

■ 標準規格開発状況

- OpenADRアライアンスは、当初、EI 1.0 OpenADR Profileで定義されたものを3段階（A、B、Cプロファイル）に分けて実装可能な仕様レベルに詳細化することを検討
- まず、2012年8月に公開されたAプロファイル仕様書では、スマートサーモスタットのようなシンプルな装置をDRシグナルで制御できることを目標とした標準仕様になっている
- 現在は、HEMS/BEMS等との連動を視野に入れたBプロファイル仕様確定の最終段階

■ 相互運用性を確保するための環境整備状況

- PICS（Protocol Implementation Conformance Statement: プロトコル実装適合性一覧表）
- 適合性ルール（Conformance Rule：OpenADR2.0A7° 077777仕様書に記載）
- 認証用書類（Declaration Of Conformity、VTN/VEN Push/Pull Test Checklist等の書式）
- 認証テスト仕様書（Certification Test Specification）
- 機能試験システム（OpenADR 2.0a Certification Test Harness）の開発と、その使用ガイド（Certification Test Harness User Manual）

3. OpenADR2.0の現状とAプロフィール

- QualityLogic社の開発したツールがOpenADR2.0認証用試験ツールとして認定された
- Intertek社が、米国でのOpenADR2.0認証機関として認定された
- OpenADR2.0A7° 077A1ル準拠製品として、5社、6製品 (DRサーバ : 3 種、クライアント : 3種) が認定された

参考

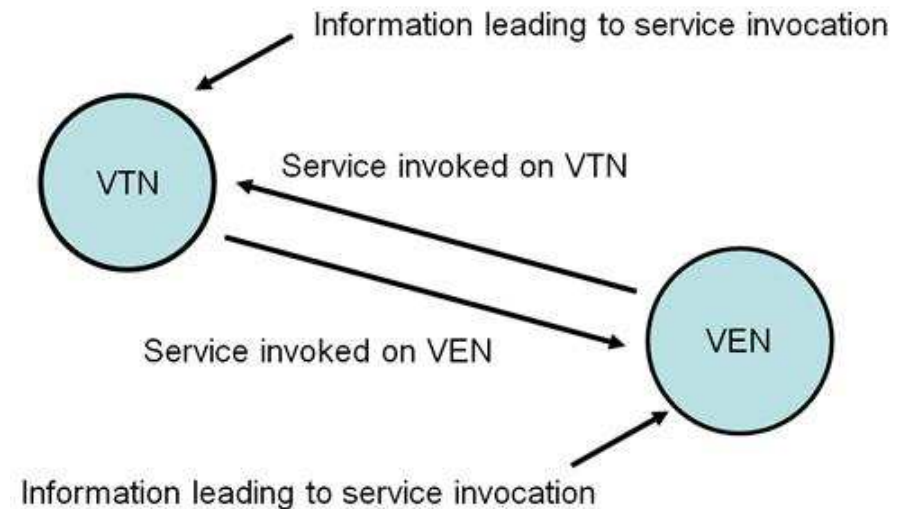
認定製品

- OpenADRの生みの親であるカリフォルニア州の3大電力会社のPG&E、SDG&E、SCEは、2013年からOpenADR2.0への移行を表明
- OpenADR1.0仕様を含めると、米国内外の電力会社やDRアグリゲーター60社以上がOpenADRベースのシステムをすでに採用しているか、今後の採用を表明している

3. OpenADR2.0の現状とAプロフィール

■ OpenADR2.0 Aプロフィールの概要

- DRシグナルの授受 (EiEventサービス) を中心としたアプリケーションレベルの通信データモデル
- XMLベースの通信データモデルで、トランスポート上位プロトコルとしてSimpleHTTP (HTTP POST) を想定 (オプションとしてXMPPも利用可)
- 通信モデルとしては、
VTN (Virtual Top Node :
DRサーバ) とVEN
(Virtual End Node : DRク
ライアント) の2者間での
データ授受のモデル
※VTN同士、VEN同士のピア
ツーピア通信はできない
※DRシグナルは、論理的に
はVTNからのPUSH配信と
なるが、実装方式としては
PUSHモードとPULLモード
に対応



3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル

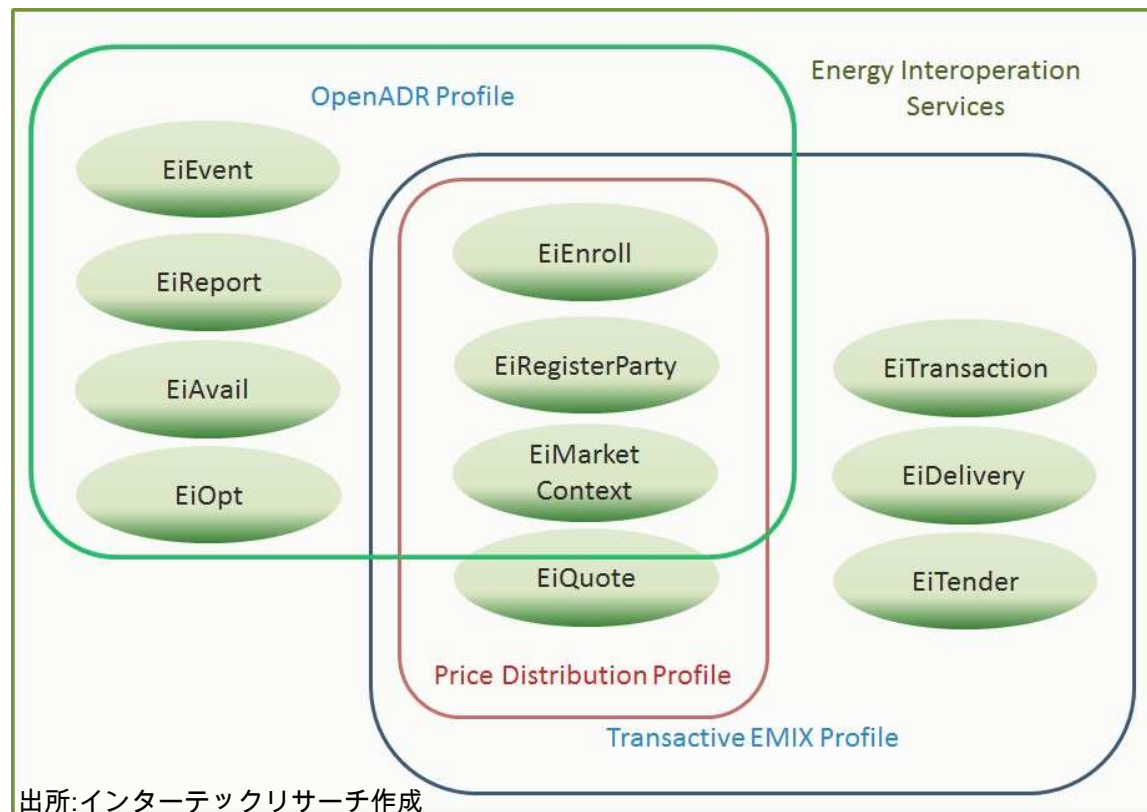
■ OpenADR2.0 Aプロファイルの概要 (続き)

- OpenADR2.0は種々のDRシグナルに対応することを想定しているが、Aプロファイルでは系統状況を示す1種類のDRシグナル (SignalName=simple) のみが許される。スマートサーモスタット等DRクライアントは、DRシグナルのパラメタ (0=Normal; 1=moderate; 2=high; 3=special) に応じてのどの程度負荷削減するかを決める
- DRイベント期間等カレンダー・スケジュール情報にはWS-Calendarのオープン標準形式を採用
- 仕様書とともにAプロファイルのXSD (XMLスキーマ定義) ファイルを提供
- 授受データのセキュリティを確保するためにPKI (公開鍵暗号基盤) を利用
- VTN/VEN間の通信のセキュリティを確保するため、TLS1.0が必須 (高セキュリティオプションとして否認防止のためのXML署名も利用可)

3. OpenADR2.0の現状とAプロファイル

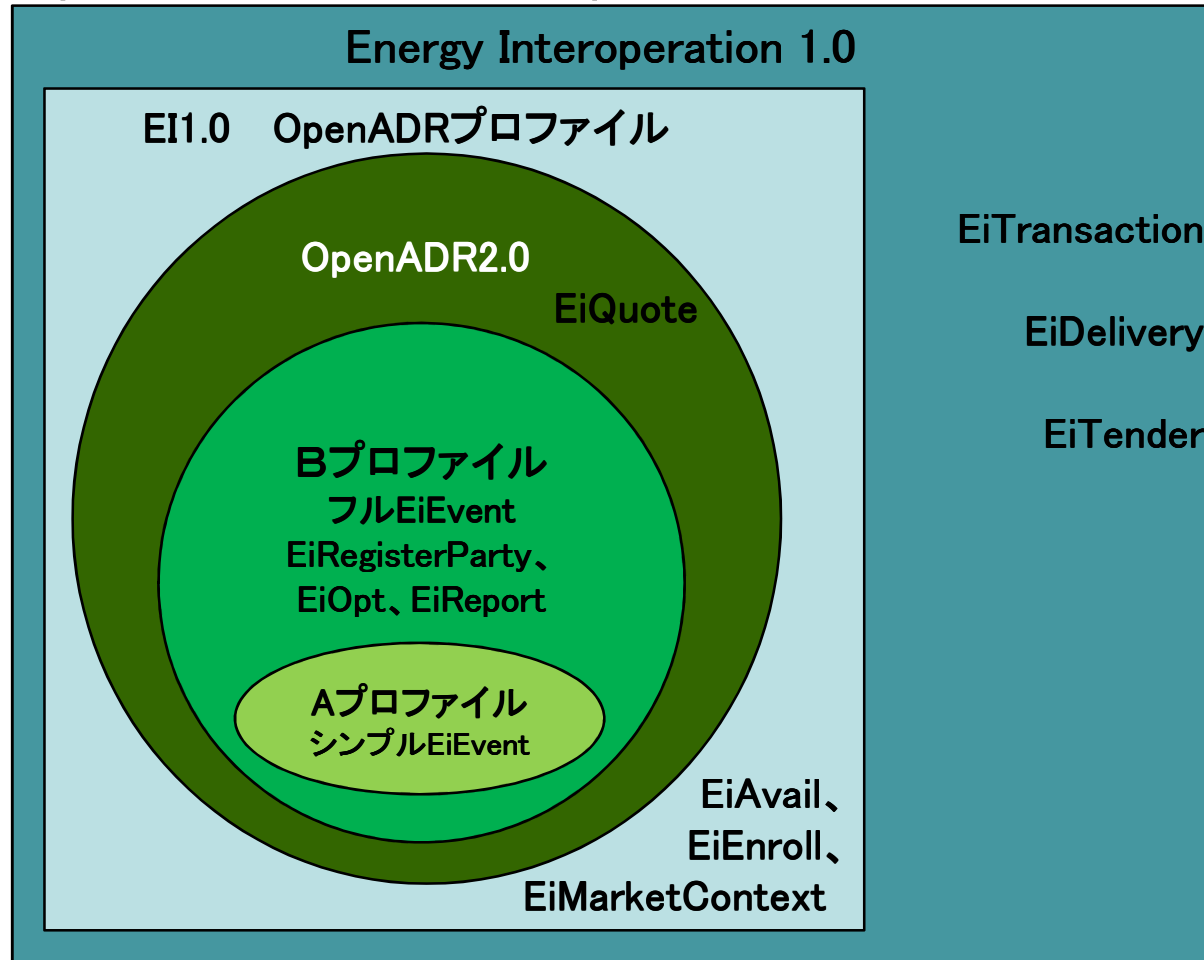
■OASISが作成した標準EI1.0の中でのOpenADR Profileの位置づけ

- OASISのEI (Energy Interoperation) 1.0は、電力需給に係る2者間における電力価格情報や、システムの安定度に関する情報等のやりとりについて定めた標準で、DRに特化したものではない。
- OASISでは、定義した11のEiサービスのうち8個を用いれば、OpenADR1.0の機能範囲をカバーするとして、OpenADR Profileと命名。



3. OpenADR2.0の現状とAプロフィール

■ OpenADR2.0の中でのOpenADR2.0プロフィールの位置づけ



出所:インターテックリサーチ作成

OpenADRについて、ここまででわかったこと

■OpenADR2.0プロファイルA、B、Cで利用可能なEiサービスと、その他機能

- 公開済みのAプロファイルは、EiEventの中でもシンプルなDRシグナル授受に限定、
- Bプロファイルで、HEMS/BEMS等高度な仕様を実装したシステムへのDRイベント通信を想定し、最終調整中。
- CプロファイルではISO（系統運用者）・DRアグリゲータ間のDRイベント通信や取引所取引への適用を想定していたが、
- 最新情報では、主要なISOから、現在策定中のBプロファイルで、ISOが提供しているDRサービス機能がカバーされるとの評価を得たため、Cプロファイルの策定作業は凍結。
- したがって、OASISでは、OpenADR Profileとして8つのEiサービスのサブセットを指定したが、OpenADRアライアンスでは、前ページの図に現れないEiEnroll、EiAvail、EiMarketContextの3つと、当面EiQuoteについても、実装可能標準の範囲外にとどまる模様。



公開されているAプロファイルのみ紹介しても、OpenADR2.0の全体像はわからない

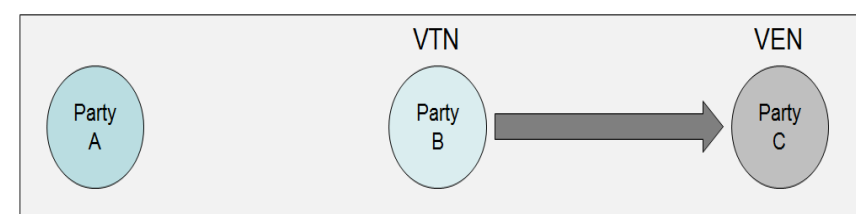
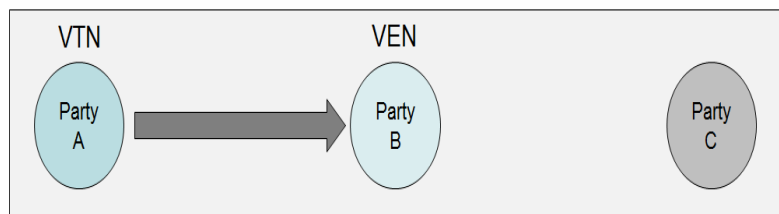
OpenADRを中心としたデマンドレスポンスに関する標準技術

1. OpenADRとは何か
2. OpenADRは、CIMやSEPと何が違うのか
3. OpenADRの現状とOpenADR 2.0Aプロフィール
- 4. OpenADR2.0の全体像（OpenADR2.0 Bプロフィールver0.7ベース）**

4. OpenADRの全体像

■ VTNとVEN

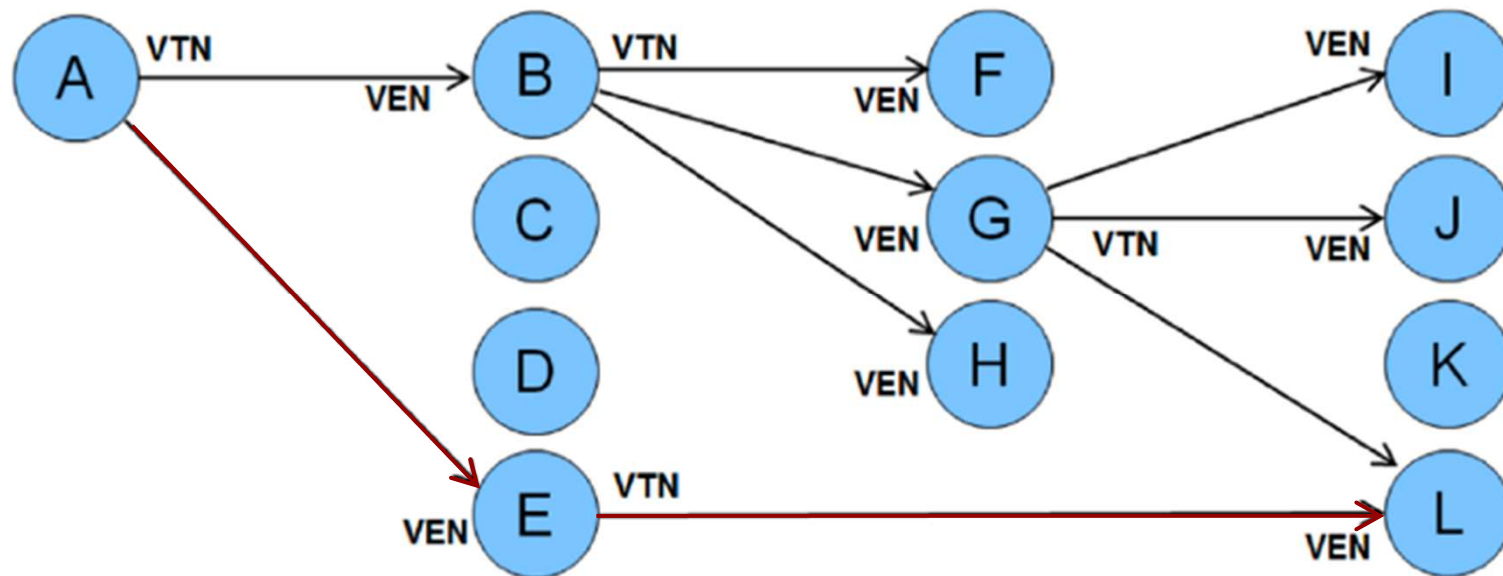
- OpenADRでの通信における2人のアクター
 - Virtual Top Nodes (VTN)
 - ✓ イベントを他のノードに送信する other nodes
 - Virtual End Nodes (VEN)
 - ✓ イベントを受け、それに対応する
 - ✓ デマンドサイドの資源を制御する
- 同時には1対1で対話
- ピアツーピアは不可



4. OpenADRの全体像

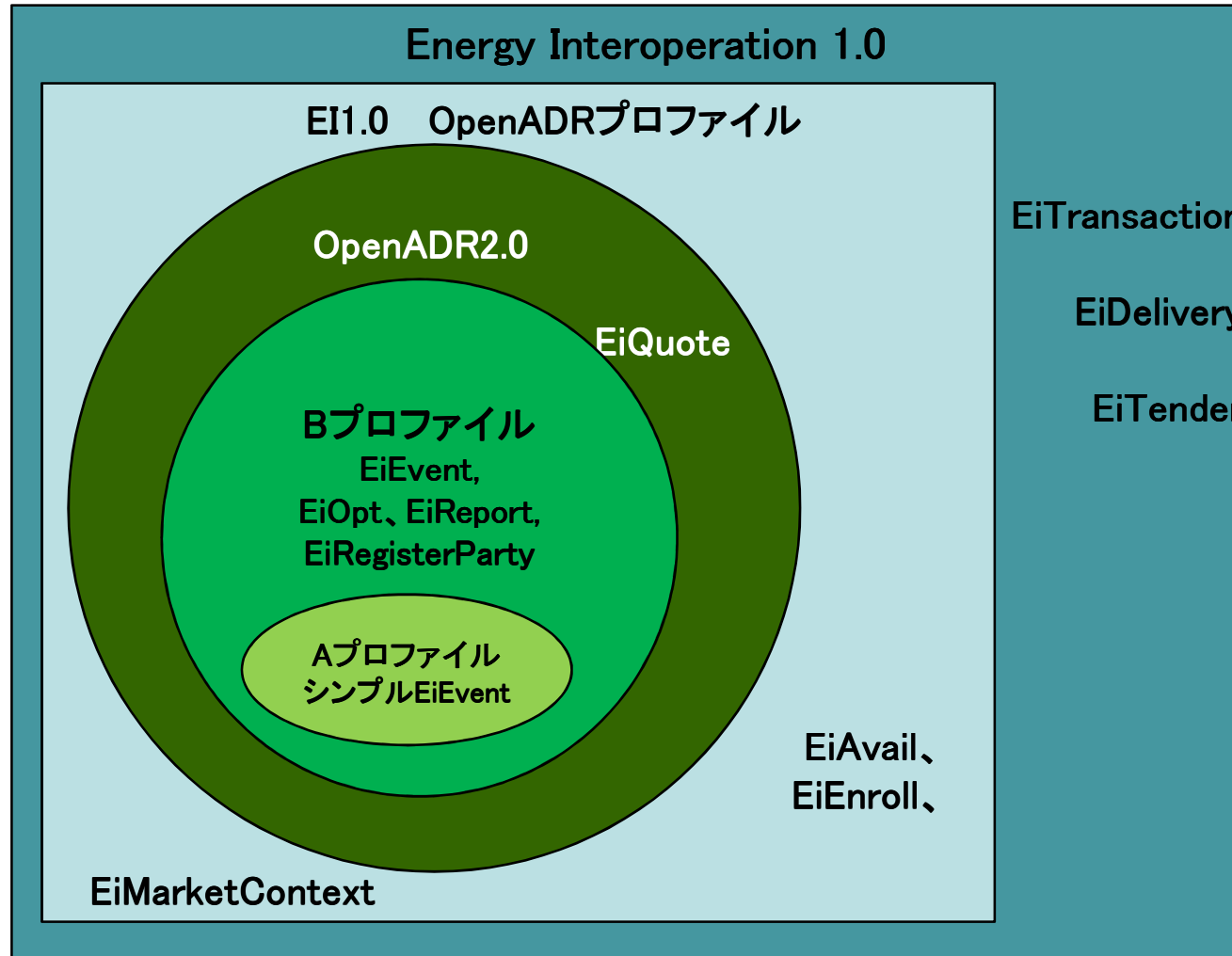
■ VTNとVEN

- VENは1つのVTNと関連
- VTNは、1つ以上のVENと関連
- 異なるDRプログラムに参加する場合、VENは1つ以上のVTNと関連



4. OpenADRの全体像

■ OpenADR 2.0 のEiサービス



プロファイルは、資源制約のある装置を対象としたシンプルなDRアプリケーション向け

Bプロファイルは、堅牢な装置を対象とした高度なDRアプリケーション向け

出所: インターテックリサーチ作成

4. OpenADRの全体像

■ OpenADR2.0のEiサービス

- Web サービス風の論理的なリクエスト - レスポンス型サービス
 - EiEventサービス – DRイベントの送信と応答
 - EiOpt サービス – DR資源利用可能状況の短期的な変更通知
 - EiReport サービス – DR資源状態に関する情報の要求と応答
 - EiRegisterParty サービス – VENの登録や、装置情報の交換
- 各サービスは、単体の共通エンドポイントを持つ
- XML ペイロード – ルートエレメントでは、サービスのオペレーションを定義する

4. OpenADRの全体像

■ EiEvent サービスのペイロード

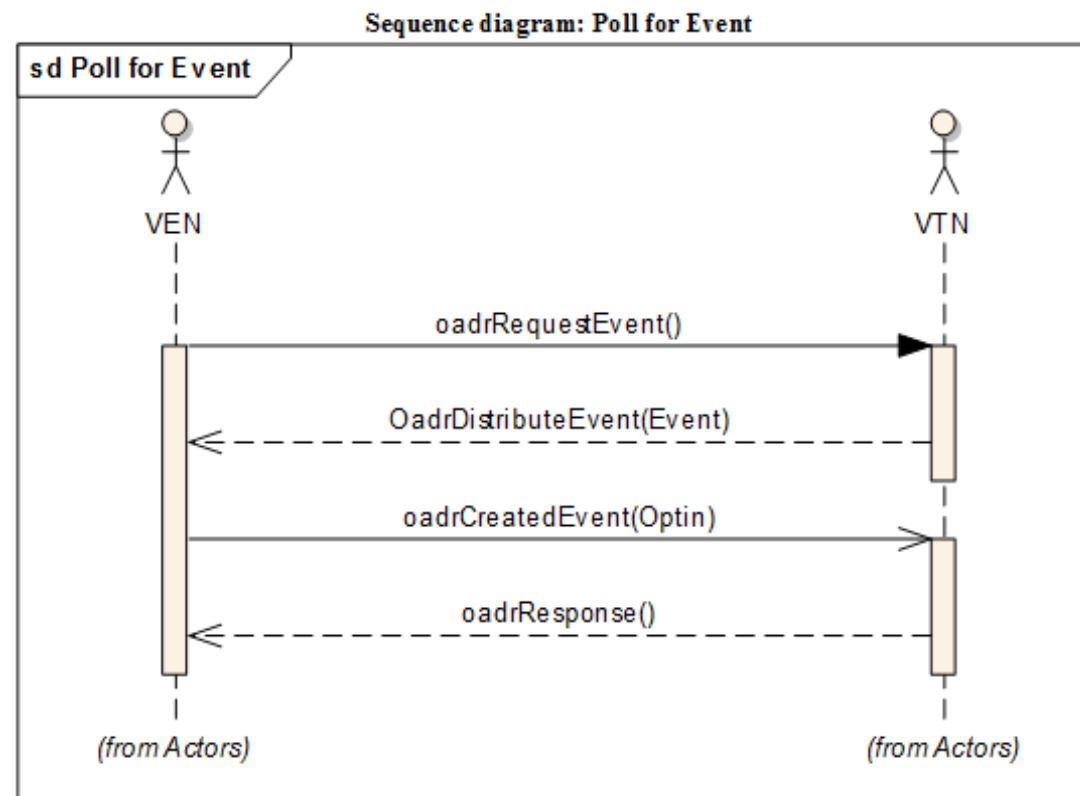
DRイベントの起動

- oadrRequestEvent
 - VENからDRイベントを要求
- oadrDistributeEvent
 - VTNがDRイベントを送付
- oadrCreatedEvent
 - VENからDRイベントに対するOpt in/outを連絡
- oadrResponse
 - VTNがVENからのOpt in/out連絡に応答

4. OpenADRの全体像

■ メッセージ交換パターン1

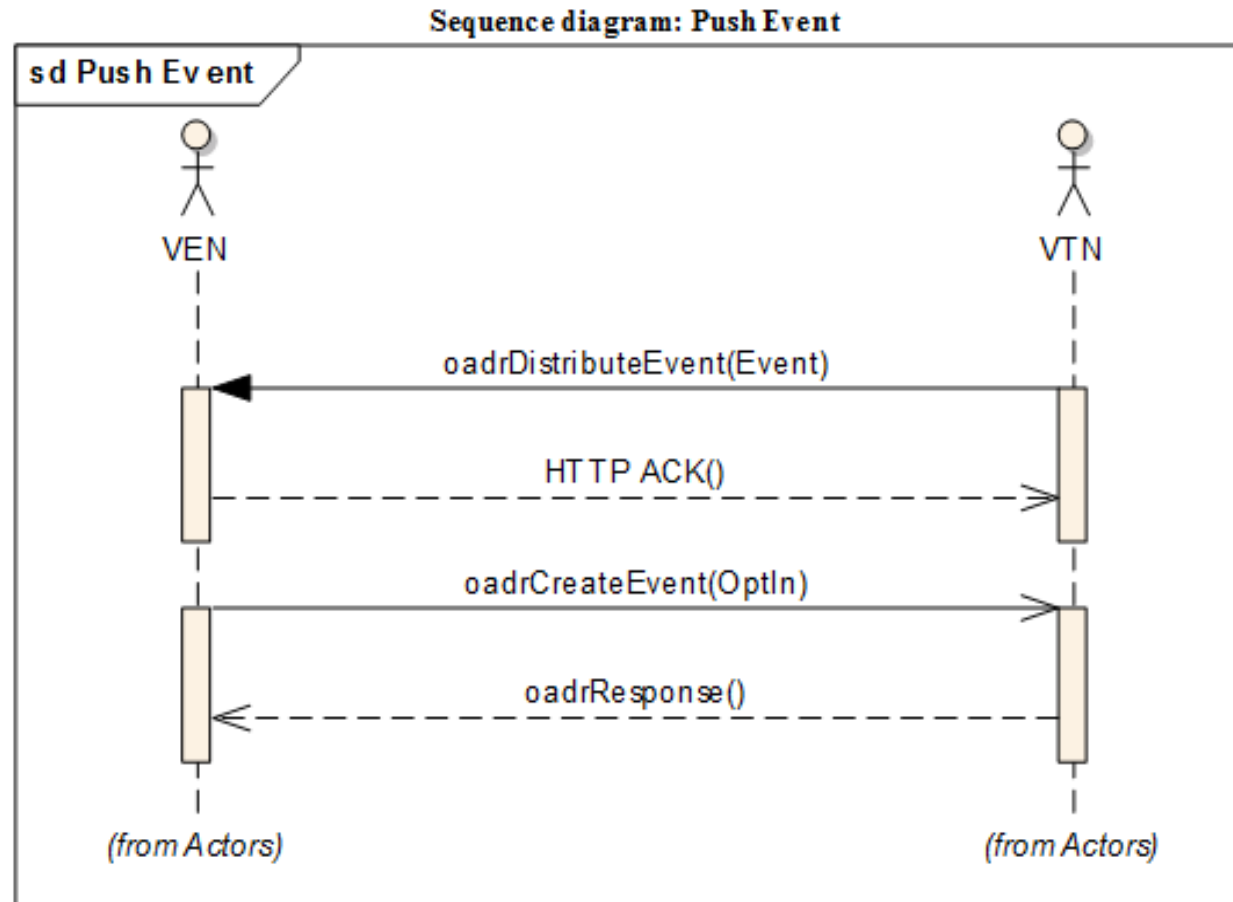
- Pull型 – VENからVTNにDRイベントがないか問い合わせ
- ファイアウォール越えのセキュリティ問題の回避



4. OpenADRの全体像

■ メッセージ交換パターン2

- Push型 – VTNがDRイベントをVENに通知
- Pull型、Push型の同時使用も可



4. OpenADRの全体像

■ EiOptサービスのペイロード

- DR資源利用可能状況の短期的な変更通知
- oadrCreateOpt / oadrCreatedOpt
 - VENがOpt in/outを通知し、VTNは、その通知に対して応答
- oadrCancelOpt / oadrCanceledOpt
 - VENがOpt in/outをキャンセルし、VTNはキャンセル受諾応答

4. OpenADRの全体像

■ EiReportサービスのペイロード

- 履歴や遠隔検針情報の交換
- oadrRegisterReport / oadrRegisteredReport
 - 提供可能なレポート（情報）の通知と、その情報の受領応答
- oadrCreateReport / oadrCreatedReport
 - 特定のレポート要求と、要求受領応答
- oadrUpdateReport / oadrUpdatedReport
 - 要求されたレポートの提供と、レポート受領応答
- oadrCancelReport / oadrCanceledReport
 - レポート要求の取り消しと、取り消し要求の受領応答

4. OpenADRの全体像

■ EiRegistrationサービスのペイロード

- VENをVTNに登録し、提供可能なDR資源情報を提示
- oadrCreatePartyRegistration /oadrCreatedPartyRegistration
 - VENの登録要求と、VTNの登録要求受諾応答
- oadrCancelPartyRegistration /
oadrCanceledPartyRegistration
 - 登録キャンセル要求と、キャンセル受諾応答
- oadrRequestReregistration
 - 再登録要求

4. OpenADRの全体像

■ AプロファイルとBプロファイル

● Aプロファイル

- イベントごとに1つの簡単なDRシグナル
- DRシグナルとして許されるのは4つの値 (0, 1, 2, 3)
- DRイベント対象は制限付き

● Bプロファイル

- イベントごとに複数のDRシグナル指定可能
- 種々のDRシグナルタイプに対応
- ベースラインのサポート
- DRイベント対象も多彩
- EiOpt, EiReport, EiRegisterParty サービスもサポート

4. OpenADRの全体像

■ Simple HTTP トランスポート

- HTTP Postで全リクエストのペイロードを送付
- Host および Content-Length ヘッダは必須
- Content-Type はオプション。使う場合は：
 - application/XML
 - character encoding は charset=utf-8
- エンドポイントの形式

https://<hostname>(:port)/(prefix/)OpenADR2/Simple/<service>

4. OpenADRの全体像

■ XMPP トランスポート

- Extensible Messaging & Presence Protocol
 - 双方向 XMLストリーミングプロトコル
 - Yahoo Messaging および Google Talkで使用
 - TCP接続を継続し、オーバーヘッドを軽減
 - TLS, Push/Pull, eメール風アドレッシング(JID)
 - RFC 6120 および 6122, www.xmpp.org
 - OpenADRでは、未実装
 - EnerNOC がリファレンス実装に貢献

4. OpenADRの全体像

■ クライアントvs.サーバ

- 論理的にはVTNがDRイベントを**提供**し、VENがその**い提供を受ける**ので、VTNとVENはサーバとクライアントの関係にある
- しかし、トランスポートの観点から見ると
 - Pull型VENはクライアント
 - Pull型VTNはサーバ
 - Push型VENは、クライアントであり、サーバでもある
 - Push型VTNも、クライアントであり、サーバでもある

4. OpenADRの全体像

■ セキュリティ

- 標準セキュリティ運用
 - クライアント、サーバともx.509v3の証明書
 - TLS 1.0 以降
 - OpenADRアライアンス指定の RSA またはECC公開鍵
 - VTNは venIDのフィンガープリントをチェック
- 高度セキュリティ運用
 - 否認防止のためのペイロードに対してXML署名
- 既存セキュリティ機能の採用が前提だが、VTN/VENによって採用するセキュリティが異なる可能性あり

OpenADRについて、ここまででわかったこと

		A VEN	A VTN	B VEN	B VTN
サービス	EiEvent - Simple	M	M	M	M
	EiEvent – Full	NA	NA	M	M
	EiOpt	NA	NA	M	M
	EiRegistraton	NA	NA	M	M
	EiReport	NA	NA	M	M
セキュリティ	TLS 1.0 以降	M	M	M	M
	RSA 、 ECC公開鍵	One(1)	M	One(1)	M
トランスポート	Pull	M	M	M	M
	Push	O	M	O	M
	Simple HTTP Only	M	M	NA	NA
	XMPP および HTTP	NA	NA	One(1)	M
プロファイルサポート	Aプロファイルサポート	NA	NA	O	M

(1) 少なくともどちらか、あるいは両方をサポート O=オプション M=必須

OpenADRを中心とした デマンドレスポンスに関する標準技術

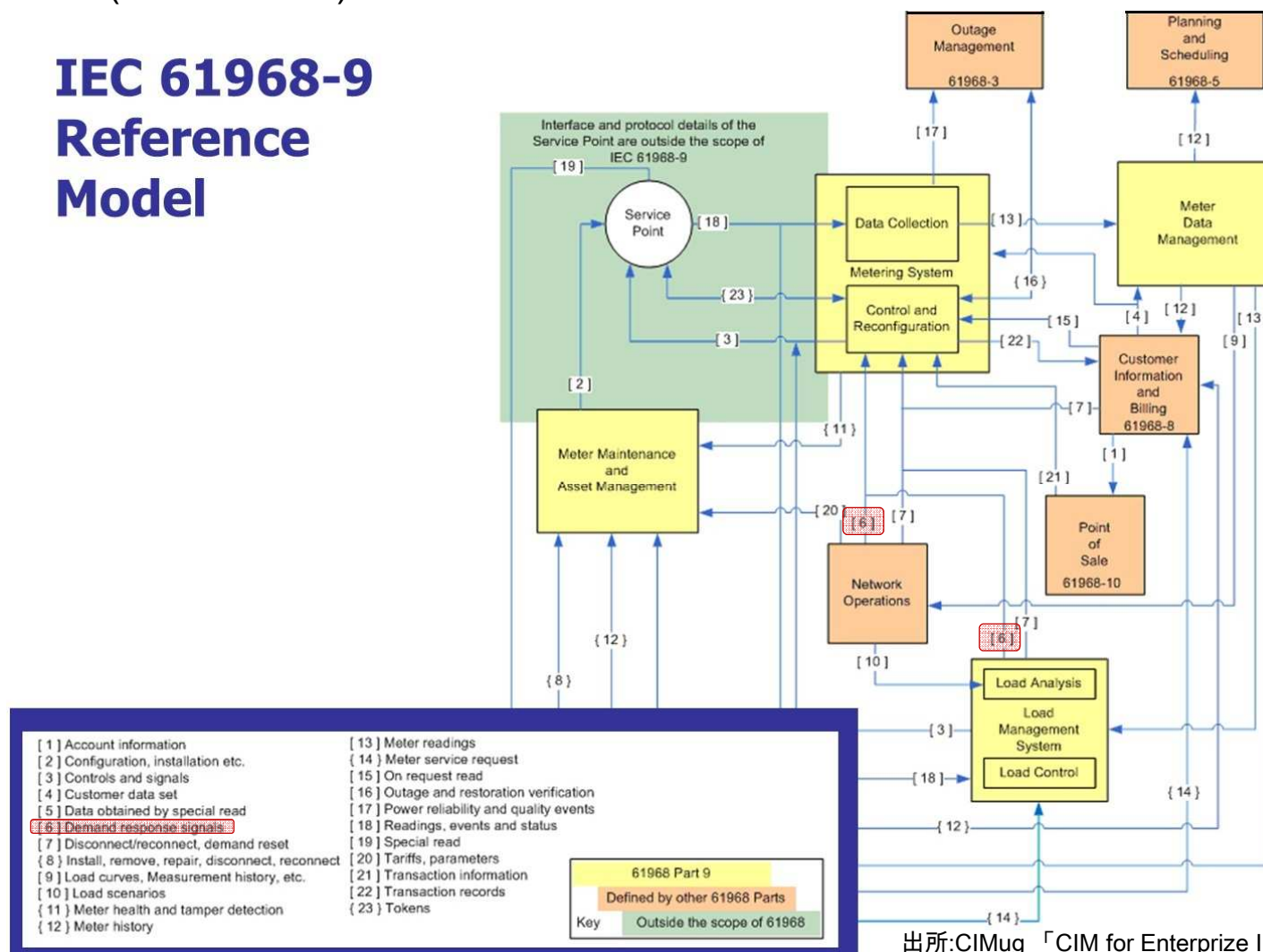
ご清聴ありがとうございました



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

■ CIM (IEC61968-9) とDRのかかわり

IEC 61968-9 Reference Model



出所: CIMug 「CIM for Enterprise Integration」

■ ZigBee Smart Energy Profile

◆ ZigBee Smart Energy Profileとは？

- ◆ ホームエリアにおける制御アプリケーションプロファイル
- ◆ Demand Response, Load Control, Metering, Pricing (1.0版機能)

⇒ Demand Responseによる電力供給の安定化、見える化による消費抑制、Home Energy Managementを実現

- ◆ 2008年6月 1.0版公開
- ◆ 米国で先行するSmart Gridや欧州、豪州などの市場要求を反映して策定



ZigBee Smart Energy Profile 1.0
認証デバイス

■ OpenADR2.0a認定製品

 VTN: Demand Response Automation Server (DRAS) from Akuacom, a Honeywell company	 VTN: Demand Response Optimization and Management System (DROMS)	 VTN: Energy Interop Server & System (EISS)
 VEN: OpenADR-compliant communications gateway 	 VEN: 	 VEN: EISSBox 