

## OpenADR 2.0 Profile B の課題と対策の一検討 A Study of Issues in OpenADR 2.0 Profile B

金子雄<sup>†</sup>  
Yu Kaneko

毛カイ毅<sup>†</sup>  
Kaiyi Mao

### 1. はじめに

デマンドレスポンス (Demand Response; DR) とは、電力会社がビルやハウスなどの需要家に対して電力需要の削減を要求することで、電力需要のピークカットを目指すサービスである。ピークカットにより、発電・配電設備への投資削減が期待できる。需要家は、需要削減に協力することで、協力の度合いに応じた報酬を得られる。DR はすでに実運用されており、需要削減の要求は、電話や電子メールを使用して需要家へ伝えられている。

近年、DR の自動化を目的とした通信仕様である OpenADR<sup>‡</sup> 2.0 が策定された。電力会社および需要家が OpenADR 2.0 に対応したシステムを導入することで、従来よりも複雑な需要削減要求 (例えば、数分単位で変動する電気料金) を用いて、素早く自動的にピークカットを実現できる可能性がある。本稿では、OpenADR 2.0 の最新版である OpenADR 2.0 Profile B の課題を整理し、対策を検討する。

### 2. OpenADR 2.0 Profile B の概要

OpenADR 2.0 は、OpenADR アライアンスにより策定された通信仕様であり、その最新版は Profile B である [2]。以降、この最新版のことを、OpenADR 2.0b と記載する。

OpenADR 2.0b は Virtual Top Node (VTN) と Virtual End Node (VEN) という機能を定義している。VTN は電力需要の削減要求を作成し、VEN に対して送信する。この削減要求のことを、イベント (OadrEvent) と呼ぶ。OadrEvent は例えば、需要削減の度合いや、ある一日における 15 分単位の電気料金を含む。VEN は OadrEvent を受信した後に、需要を削減するための処理を行う。例えば、VEN がビルやハウスに設置されている場合は、建物の空調や照明を停止して需要を削減してもよい。

VTN と VEN は、互いにレポートを送信できる。レポートとは、電力消費量や、空調や照明などの機器の状態のことである。レポートを交換するために、VTN と VEN は、自身のレポート能力 (自身が提供できるデータの ID や更新間隔など) を相手に通知する。通知されたレポート能力を考慮して、レポート要求 (CreateReport) を相手に送信することで、レポートを取得できる。

OpenADR 2.0b は、イベントやレポートの XML スキーマを定義している。XML で表現された情報は、HTTP または XMPP により送受信する。HTTP の場合は、VEN から VTN に情報を問い合わせる pull 型通信 (図 1) と、VTN から VEN に情報を通知する push

型通信がある (図 2)。

OpenADR アライアンスは通信仕様に合わせて、テスト仕様も定めている。ベンダが実装した VTN や VEN は、このテストに合格することで、OpenADR アライアンスから「OpenADR 2.0b 準拠」という認証を得ることができる。

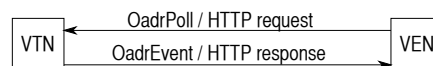


図 1: pull 型通信による OadrEvent の送信

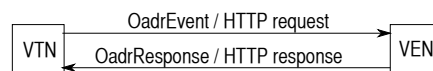


図 2: push 型通信による OadrEvent の送信

### 3. OpenADR 2.0 Profile B の課題と対策

#### 3.1. push 型通信時における VTN の識別

OpenADR 2.0b で定義されている一部の情報は、送信元と宛先を識別する情報を持たない。例えば、自身のレポート能力を相手に通知するための情報である oadrRegisterReport は、VTN を識別するための情報である VTN ID を指定できない。したがって、複数の VTN と連携する VEN が、ある VTN から push 型通信で oadrRegisterReport を送信された場合、XML データを見ただけでは、送信元の VTN を識別できない。

この問題を解決する単純な方法は、通信仕様の改訂である。全ての情報に、送信元と宛先を識別するための ID を持たせればよい。この他、2つの方法がある。1つは、OpenADR 2.0b よりも下位レイヤの情報を使う方法である。HTTP push の場合は送信元 IP アドレスで VTN を識別できるし、XMPP の場合は送信元の jabber ID で VTN を識別できる。ただし、この方法は下位レイヤに依存した実装が必要となる。もう1つは、VTN 毎に VEN を用意するという方法である。この方法は、それぞれの VEN が受信したイベント情報を統合する機能が必要になると考える。

#### 3.2. レポート能力の部分更新

OpenADR 2.0b の仕様上、VTN と VEN は、自身の完全なレポート能力を相手に通知する必要がある。レポート能力が再通知された場合は、例え過去と同じレポート能力であっても、レポートを取得するために CreateReport を再送信する必要がある。また、レポート能力的部分的な更新を通知する方法は通信仕様で定義されていない。したがって、レポート能力が再通知されると、通知を受けた側において、内容の確認およ

<sup>†</sup>(株) 東芝 研究開発センター ネットワークシステムラボラトリー

<sup>‡</sup>OpenADR は OpenADR Alliance の商標である。

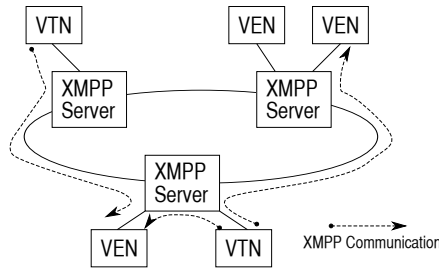


図3: XMPP サーバ群の連携

び CreateReport の再送信が必要となる。仮に VEN が大型ビルを収容している場合、そのデータ点数は数万オーダーになり得るため、この確認作業による人的コストは増大する。

この問題を回避する1つの方法は、レポート能力の部分的な更新を可能とするよう、通信仕様を改訂することである。これにより、更新されたレポート能力を機械的に識別できるようになり、その内容のみを確認することができる。更新されていないレポート能力については、過去と同様の CreateReport を自動送信すればよい。レポート能力の部分更新は複雑な処理となるから、正常動作を確認するためのテストケースをテスト仕様を追加し、相互接続性を保証することも重要である。仕様を改訂しなくても、レポート能力を再通知された場合に、過去のレポート能力と比較することで更新箇所を機械的に判定できると考えるが、独自実装となるため相互接続性の保証が課題となる。

### 3.3. イベント発行時刻の証明

電力会社と需要家は、DR を実施する前に契約を結ぶ。契約は例えば、「翌日を対象期間とするイベントは、前日の12:00までに発行すること」などを規定する。この場合、12:00を過ぎて発行されたイベントは無効となる。つまり、イベントの有効・無効を判断するためには、VTN と VEN の双方が信頼できるイベント発行時刻が重要となる。

この課題を解決する一つの方法は、TSP[1]の利用である。信頼できる第三者がイベントに時刻情報を付与すれば、それを VTN と VEN の両方が信じられる。契約の内容によっては、イベントの再送が生じた場合に、再送時刻だけでなく初回発行時刻も証明できるとよいと考える。

### 3.4. XMPP サーバ群の連携

XMPP を使用する場合、VTN と VEN の間に XMPP サーバが必要となる。OpenADR 2.0b の仕様は、XMPP サーバの運用者を規定していない。一方、VTN は複数の VEN と、また VEN は複数の VTN と接続する可能性がある。よって VTN も VEN も、複数の XMPP サーバに接続する可能性がある。これは VTN と VEN の実装および運用コストの増加につながる。

この問題を回避するためには、OpenADR 2.0b 用の XMPP サーバ群を連携させるとよい(図3)。各 XMPP サーバの運用者は、VTN や VEN の運用者と同じでもよいし、第三者でもよい。この構成であれば、VTN や VEN が接続する XMPP サーバは1つでよい。

## 4. 関連研究

文献[3]は VTN と VEN の通信量について検討している。ある VTN に1万の VEN が pull 型通信を実施した場合、VTN の1日の通信量は1TB以上になるとのこと。通信量が増加すると、VTN の処理負荷が増加する。また、VTN をパブリッククラウド上で運用している場合は、課金料が増加する。文献[6]は Efficient XML Interchange (EXI) を使用してイベントのデータサイズを縮小し、通信量だけでなく、狭帯域通信網における通信遅延も削減している。また文献[5]は、VTN や VEN をパブリッククラウド上で運用する際のセキュリティについて課題を整理している。OpenADR 2.0b にて使用が必須と規定されている Transport Layer Security だけでは、XMPP サーバのような中継サーバが存在する場合に、End-to-End の認証ができない。文献[4]は、この問題を解決する方法を提案している。

本稿では、先行研究で述べられてない OpenADR 2.0b の課題を整理し、対策を検討した。

## 5. まとめと今後の課題

本稿では、DR の自動化を実現する通信仕様である OpenADR 2.0b の課題を整理し、対策を検討した。今後は、レポート能力の部分更新や、イベント発行時刻を証明する方法の詳細を検討する。

## 参考文献

- [1] C. Adams, P. Cain, D. Pinkas, and R. Zuccherato. Internet x.509 public key infrastructure time-stamp protocol (tsp), Aug 2001. <https://www.ietf.org/rfc/rfc3161.txt>.
- [2] OpenADR Alliance. Openadr 2.0 profile specification b profile, Jul 2013.
- [3] U. Herberg, D. Mashima, J.G. Jetcheva, and S. Mirzazad-Barijough. Openadr 2.0 deployment architectures: Options and implications. In *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2014 IEEE International Conference on*, pp. 782–787, Nov 2014.
- [4] D. Mashima, U. Herberg, and Wei-Peng Chen. Enhancing demand response signal verification in automated demand response systems. In *Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT), 2014 IEEE PES*, pp. 1–5, Feb 2014.
- [5] A. Mohan and D. Mashima. Towards secure demand-response systems on the cloud. In *Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS), 2014 IEEE International Conference on*, pp. 361–366, May 2014.
- [6] H. Wajahat and Hyung Seok Kim. Efficient xml interchange for automated demand response in smart grid networks. In *Communications and Information Technologies (ISCIT), 2014 14th International Symposium on*, pp. 398–399, Sept 2014.