

ECHONETLite™ Web APIによる 分散電源プラットフォームの構築

Distributed Energy Resource Platform Built Using ECHONETLite™ Web API

村上 貴臣 MURAKAMI Takaomi 寺本 圭一 TERAMOTO Keiichi 前川 智則 MAEGAWA Tomonori

蓄電池や太陽光発電などの分散電源を活用したエネルギーサービスでは、分散電源を構成する多種大量の機器を効率的かつ、効果的に束ねることで、サービスの価値を高めることができる。そのためのプラットフォームには、マルチベンダー構成に対応したオープン化が不可欠だが、インターフェース標準化と商用システムへの適用に課題がある。

東芝グループは、個別機器制御やデマンドレスポンス(DR)に対応したAPI(Application Programming Interface)の標準化に取り組んでいる。APIをVPP(仮想発電所)向けプラットフォームに搭載する手法を開発し、低圧分散電源の監視制御やデマンドレスポンスなどのサービス連携を実現した。

Energy services that use distributed energy resources such as storage batteries and solar power can improve service value by efficiently and effectively bundling the various constituent equipment. An open format that supports a multi-vendor configuration is essential to such a platform, however, there are challenges in terms of interface standardization and application to commercial systems.

The Toshiba Group is engaged in standardizing an application programming interface (API) capable of handling individual device control and demand response (DR). We have developed a method to equip virtual power plant (VPP) platforms with the API, successfully linking services such as low-voltage distributed energy resource monitoring control and demand response.

1. まえがき

東芝グループは、VPPの開発に積極的に取り組んでいる⁽¹⁾。その中で、需要家にDRを依頼し、節電で得られた余剰電力(ネガワット)によって需給のバランスを保つネガワットアグリゲーター事業や、複数の蓄電池を効果的に制御する群制御技術を活用したVPP運用サービス事業を行っている⁽²⁾。

VPPは、再生可能エネルギー(以下、再エネと略記)を活用する役割を担う。再エネは、従来の発電所とは異なり、分散型で環境条件によって発電量が変動する特徴がある。再エネを安定的に利用できるようにすることで、再エネの普及を進め、カーボンニュートラルの実現に貢献する⁽¹⁾。

これらのサービスでは、発電した電力を送配電網に安定に流通させるため、関連する発電事業者・一般送配電事業者・需要家のシステムを、互いに連携させる必要がある。この連携には、VPPに参加する各企業、あるいはプラットフォームに接続する各サービスが相互に接続できることが重要であり、仕様が公開された接続インターフェースや通信手順があることが、技術的に望ましい。このような要望に対して東芝グループは、一般社団法人 エコネットコンソーシアムに参加して、仕様の標準化を進めている。

従来のECHONET™はスマートホームの業界標準プロトコルであり、HEMS(Home Energy Management System)

機器とスマートメーターをつないで電気料金を把握したり、エアコンや照明を遠隔制御したりできるものであった⁽³⁾。次世代版のプロトコルであるECHONET™ 2.0では、主に家庭向けで普及してきたECHONETLite™規格を他分野の機器にも対応させる拡張と、クラウドシステム上でのサービス連携機能に対応させる拡張を目指している⁽⁴⁾。

特にECHONETLite™ Web APIでは、エネルギーマネジメントやヘルスケアなど幅広いサービス事業者と、家電住設機器や業務用機器などのリソースを接続したデータ流通を実現する。このような需要家データの利活用や、異業種間のデータ連携は、社会のデジタル化のために不可欠であり、政府が掲げるデジタル田園都市国家構想™とも合致する^{(5), (6)}。

東芝グループは、標準化活動を通じてECHONETLite™ Web APIガイドラインに沿った実装にいち早く着手し、VPPのサービス連携を実現した。

2. ECHONETLite™ Web APIガイドラインの概要

ECHONETLite™ Web APIガイドラインは、2018年10月に公開⁽⁷⁾され、現在も仕様拡張作業が進められている。ECHONETLite™ Web APIには、ECHONETLite™仕様に準拠した機器のデータや機能を、クラウドシステムを介して外部の各種サービス事業者などに提供する個別機器制御用APIと、DRサービスのためのAPI拡張がある。ECHONETLite™

Web APIガイドラインには、Web APIの仕様やユースケースなどを記載している。

2.1 個別機器制御用API

ECHONETLite™ Web APIガイドラインは、API仕様部と機器仕様部で構成されている。API仕様部は、ECHONETLite™対応機器の状態監視や制御といったリアルタイム操作をクラウドシステム外部から呼び出すための基本API仕様や、複数命令一括操作・機器グルーピング操作・履歴データ検索などの応用API仕様について規定している。機器仕様部では、Device Descriptionと呼ぶ機械可読な機器制御のデータモデルを提供するAPI仕様を、市場にあるECHONETLite™対応機器を中心に、50種類以上規定している。

市場に出回っているECHONETLite™対応機器は多種多様で、各機器の属性情報やコマンドの数も多いため、外部サービスから複数ベンダーの機器を統一して監視制御することが難しい。これに対してECHONETLite™ Web APIは、様々なベンダーの機器に対して一貫した機器制御のデータモデルを提供し、クラウドシステムの境界面でAPIを統一することで、インターネット経由の様々なサービスを可能とする(図1)。また、複数の異なるクラウドシステムがECHONETLite™ Web APIを採用すると、これらを集約するような上位クラウドシステムが実現でき、大規模システムの構築も容易になる。

2.2 DR用API

VPPの主要な手法であるDRは、需要家側の太陽光発電設備や蓄電池などの分散電源を群管理し、スケジュール指定によるエネルギー需要の増減制御を可能とする。DR用APIは、ECHONETLite™ Web APIガイドラインのデータモデルを踏襲した上で、DRサービスを実現するAPIである。

DR用APIの適用範囲は、分散電源を束ねて制御するRA(リソースアグリゲーター)とRAの分散電源制御を差配す

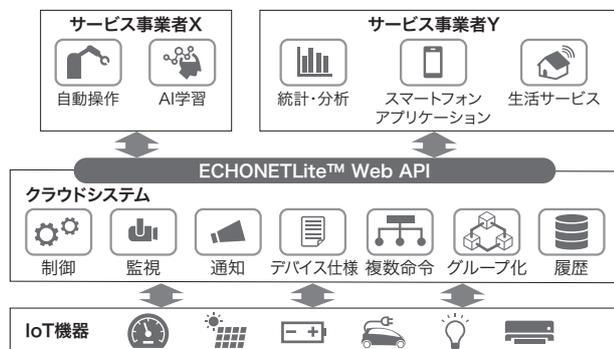


図1. 個別機器制御用APIによるシステム構成例

APIを介して、サービス事業者が必要とするIoT(情報技術)機器制御などの機能を提供する。

System configuration example using individual device control API

るAC(アグリゲーションコーディネーター)の間や、RAとHEMSクラウドシステムなどのベンダー提供クラウドシステムの間を主な対象として、需給調整市場や手動DRなど様々なDRサービスでの活用を考えている(図2)。

DR用APIは、DR対象となる電源(ER:Energy Resource)の定義・管理用APIや、そのリソースに対するタイムスロット付きのスケジュール指定エネルギー制御、DRの実測値や予測値の問い合わせが可能なレポート機能などから構成される。これらを適時利用して必要な操作を行う。

DR用APIをRAとHEMSクラウドシステム間に適用する場合は、HEMSクラウドシステム側にDR対応が必要になる。この点については、2023年6月発行のJEMA(一般社団法人日本電機工業会)の「VPPにおける需要家エネルギーリソースの活用に関するガイドライン第2版」⁽⁸⁾で新たに規定され、低圧需要家が持つ分散電源の中から実際にDR対象となる分散電源を複数選択するなど、ER内の機器リスト構成を自由に登録・変更する仕組みが提供されている。

3. ECHONETLite™ Web APIサーバーの開発

2章で述べた、API仕様に対応したサーバーの開発では、OpenAPI™仕様に基づいてWeb API仕様を定義し、自動生成したソースコードに追加する形で内部の処理を実装した。

3.1 Web API仕様の定義

OpenAPI™仕様はOpenAPI Initiative(OAI)が策定したWeb APIの記述仕様であり、一定の様式に沿ったWeb API仕様書を作成でき、コンソーシアム活動において各参加者が共通認識の下で作業を進めやすくする効果がある。また、3.2節で述べるコード自動生成により、間違いなくサーバーのソースコードに変換できるため、多種多様な機器の大量のデータモデルを扱うことに適している。

また、OpenAPI™仕様には充実したツール類があり、作

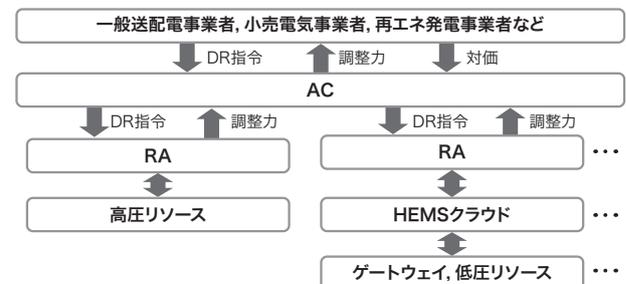


図2. VPPの全体構成例

DR用APIにより、DR指令などの機能を提供し、複数事業者の間でのサービス連携を実現する。

Overall VPP configuration example

成したAPI仕様書から、サーバーのロジック部分が未実装のスタブコードを自動生成でき、開発者がサーバー内部のロジック実装に集中できるメリットがある(図3の①)。更に、オープンソースの各種WebフレームワークでAPIサーバーを起動するよう自動設定してサーバー立ち上げ作業の基本的なトラブルを避けたり(図3の②)、クライアントからのアクセスをテストしたり(図3の③)できる。

3.2 コード自動生成

ECHONETLite™ Web APIサーバーは、OpenAPI™ツールの一つであるopenapi-generatorを用いて、OpenAPI™仕様書から自動生成したスタブコードに対して、ロジックを実装した。自動生成の際は、上位システムからアクセスを受けるフロントエンドAPIサーバーと、下位システムからアクセスを受けるバックエンドAPIサーバーとに分けて生成した(図4左側)。フロントエンドAPIサーバーとバックエンドAPIサーバーの間にはデータ蓄積部を持ち、APIアクセスへの応答時にデータを参照する構成にした。

フロントエンドAPIサーバー、バックエンドAPIサーバー、及びデータ蓄積部をクラウドサービスと想定し、Docker™によるコンテナ仮想化の使用を自動設定した。

3.3 ロジック実装

ECHONETLite™ Web APIサーバー内部には、APIごとの処理の実装や、クライアントの認証認可機能、DRのデータモデルやデータ蓄積部へのアクセス処理などを、スタブコードに追加した(図4右側)。

このようなソフトウェア構成には、次の三つの利点がある。①API仕様とAPIごとの処理が分離されるので、API仕様の変更に柔軟に対応できる、②API定義におけるデータ定義と内部のデータ定義が分離されることで、データの仕様変更にも容易に対応できる、③データアクセス処理を分離させることで、データベース変更時の変更範囲を限定できる。

こうした設計指針やAPI仕様関連ツールの活用により、

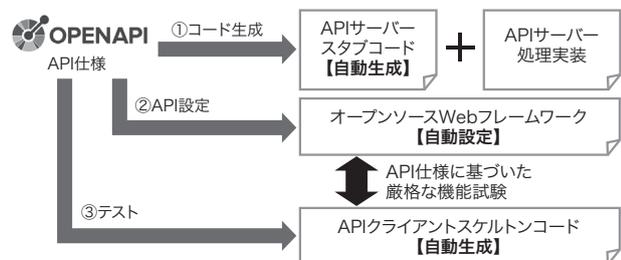


図3. OpenAPI™仕様の活用

OpenAPI™仕様により、APIサーバーのスタブコードや起動設定の生成・テストが可能となる。

OpenAPI™ specification usage

従来の開発スタイルと比較して、並行開発による工期短縮や統一データモデルに基づく各種コード間の相互接続性向上などの効果を確認できた。

4. ECHONETLite™ Web API のVPPへの活用事例

東芝グループは、2010年頃からの各種実証を経て、電力システム分野の事業モデルとしてVPPを構築し、様々な適用先に各種VPPサービスを提供している。ここでは、2章で述べた個別機器制御用API及びDR用APIを活用したVPPサービスの事例について述べる。

主に一般家庭内の分散電源を適切に制御し、連携する小売電気事業者やRAなどの収益性を改善する“低圧VPPプラットフォーム”サービスの提供を2021年に開始した。複数のHEMSベンダーに対応し、HEMSベンダーが保有するクラウドシステムやゲートウェイを経由した分散電源のデータ収集や、電力・電力量制御などを組み合わせて、経済DR^(注1)や環境価値取引^(注2)などの各種サービスを提供している。

低圧VPPプラットフォームに個別機器制御用APIを導入することで、小売電気事業者などに対して各分散電源への個別・群操作能力を提供するクラウドシステムを構築した(図5(a))。デバイスID(識別情報)指定により各分散電源を個別に制御・監視操作することに加え、複数の分散電源に対する一括操作や複数命令の同時実行などが可能である。特に、複数命令・一括操作を活用してリソース群管理を効率的に実施することで、万台オーダーの処理能力を実現できる。また、分散電源の主要な機器状態を短周期でキャッシングする機構を備えることで、クライアントからの問い合わせに対して、機器に都度アクセスしなくても、高速に

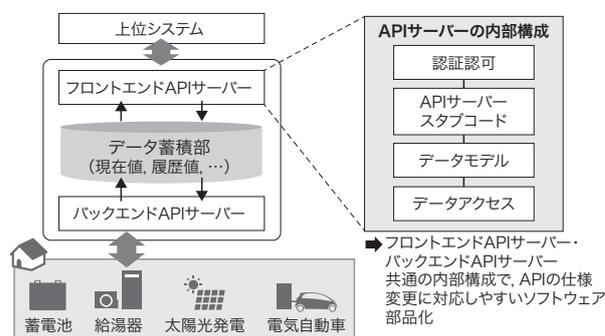


図4. ECHONETLite™ Web APIサーバーのソフトウェア構成

スタブコードの下に、ロジックやキャッシュ入出力を追加実装した。

ECHONETLite™ Web API server software configuration

(注1) 電力の需給バランスを取るために電力調達より需要調整のコストの方が経済的である場合に実行されるDR。

(注2) 環境にやさしい発電方法で生まれた電力の付加価値の取り引き。

応答できる仕組みも提供できる。

2022年に、再エネの発電事業者への支援サービスとして“再エネアグリゲーションサービス”を開始した。このサービスでは、最適な市場取引や相対取引による収益力向上に寄与するために、アグリゲーターや自己託送^(注3)事業者などが行う業務の代行、再エネ発電事業者からの電力買い取り、及び市場又は相対取引での売却を実施している。

再エネアグリゲーションサービス実現において、発電バラシンググループ^(注4)と需要バラシンググループの連携機構として、DR用APIを導入した(図5(b))。需要家側の低圧及び高圧の分散電源を区別することなく、同じ仕様のAPIで発電側からのDR制御を可能にし、より多くの分散電源を束ねることが可能となった。

今後は、DR用APIの業界標準化に取り組むとともに、外部連携事業者との連携を強化し、分散電源の容量拡大を図っていく。

5. あとがき

ECHONETLite™ Web APIをVPP向けプラットフォーム

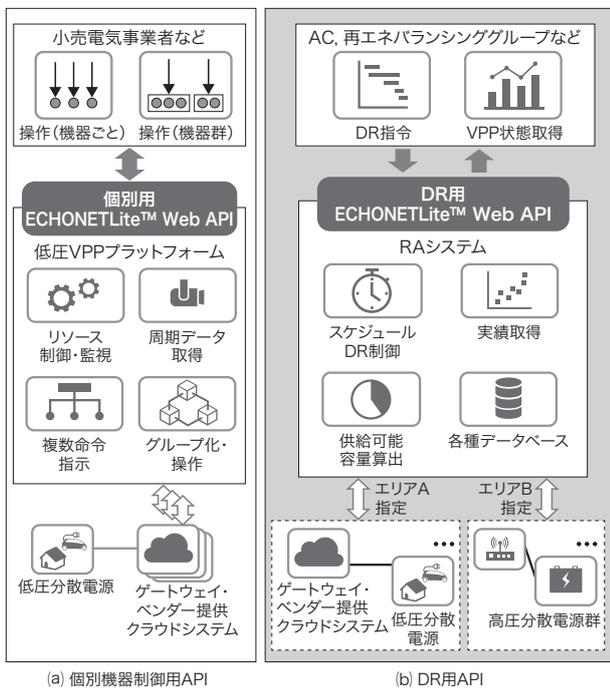


図5. ECHONETLite™ Web APIを活用したVPPサービスの例

個別機器制御用APIが機器単体や機器群の制御を実現し、DR用APIがエリアごとのDR指令を実現する。

VPP service example using ECHONETLite™ Web API

(注3) 自家発電設備の発電電力を送配電事業者の送配電網で他所に送ること。
(注4) 送配電事業者との間での需給安定を目的とした小売電気事業者のグループ。

に搭載する手法を開発し、低圧向け分散電源の監視制御やDRなどのサービス連携を実現した。

今後は、更なる分散電源の収容に向けて、ECHONETLite™ Web APIの国際標準化と、エネルギー領域外の異業種とのデータ連携サービスの実現に取り組んでいく。

文献

- (1) 東芝エネルギーシステムズ. “カーボンニュートラルに向けた取り組み”. <<https://www.global.toshiba.jp/company/energy/carbon-neutral.html>>, (参照 2023-04-20).
- (2) 東芝エネルギーシステムズ. “VPP (バーチャルパワープラント)”. 製品・技術サービスホームページ. <<https://www.global.toshiba.jp/products-solutions/renewable-energy/products-technical-services/vpp.html>>, (参照 2023-04-20).
- (3) エコネットコンソーシアム. “エコネットとは? | ECHONET”. <<https://echonet.jp/about/>>, (参照 2023-04-20).
- (4) エコネットコンソーシアム. “ECHONET 2.0 | ECHONET”. <https://echonet.jp/echonet_20/>, (参照 2023-04-20).
- (5) 内閣官房. “構想を支えるハード・ソフトのデジタル基盤整備”. |デジタル田園都市国家構想ホームページ. <<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digitaldenen/about/digital-foundation.html>>, (参照 2023-04-20).
- (6) デジタル庁. データ連携基盤の整備について データの活用を促すデジタル基盤の整備. 16p. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai4/siryous.pdf>, (参照 2023-04-20).
- (7) エコネットコンソーシアム. “ECHONET Lite Web API ガイドライン”. <https://echonet.jp/web_api_guideline/>, (参照 2023-04-20).
- (8) IoT・スマートエネルギー専門委員会 VPP 分科会. VPPにおける需要家エネルギーリソースの活用に関するガイドライン第2版. JEMA. 2023, 60p. <https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/hems/data/VPP_guidelinev2.pdf>, (参照 2023-07-05).

・「ECHONET」及び「ECHONETLite」は、一般社団法人 エコネットコンソーシアムの登録商標。

・OpenAPIは、The Linux Foundationの米国及びその他の各国の商標。

・デジタル田園都市国家構想は、内閣官房会計担当内閣参事官が出願中の商標。

・Dockerは、米国ドッカー、インコーポレーテッドの登録商標。



村上 貴臣 MURAKAMI Takaomi

研究開発センター 情報通信プラットフォーム研究所
コンピュータ&ネットワークシステムラボラトリー
映像情報メディア学会会員
Computer and Network Systems Lab.



寺本 圭一 TERAMOTO Keiichi

東芝エネルギーシステムズ(株)
DX統括部 新規事業開発部
情報処理学会会員
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



前川 智則 MAEGAWA Tomonori

研究開発センター 情報通信プラットフォーム研究所
コンピュータ&ネットワークシステムラボラトリー
電子情報通信学会・電気学会会員
Computer and Network Systems Lab.