



# クラウド型サーバによる分散型エネルギーリソースの最適制御

Cloud Server Architecture to Optimize the Use of Distributed Energy Resources

田村 潤平\*  
Junpei Tamura

亀田 信夫  
Nobuo Kameda

豊田 紘史  
Hirofumi Toyoda

辻本 辰也  
Tatsuya Tsujimoto

石垣 圭久  
Yoshihisa Ishigaki

東 秀訓  
Hidenori Higashi

次世代の電力システムとして、分散型エネルギーリソースを束ねて遠隔・統合制御することで、仮想的な発電所のように機能させるバーチャルパワープラント（VPP）と呼ばれる仕組みが期待されている。当社はこの仕組みの中核となるリソースアグリゲーションサーバ（sEMSAサーバ）を開発し、2020年以降に創設される新たな電力市場への参入を目指し、システム構築とエネルギーリソース拡大を推進している。本稿では当社が開発したsEMSAサーバの特徴と、VPP及び太陽光発電の出力制御に関する実証事業への導入事例について紹介する。

For the next-generation power systems, a mechanism called Virtual Power Plant (VPP) is expected to be deployed, where distributed energy resources are aggregated and remotely controlled by a resource server so that it operates like a virtual power plant. Sumitomo Electric Industries, Ltd. has developed what is called a resource aggregation server, sEMSA Server, which plays a core role in this mechanism. Sumitomo Electric has been working to develop VPP systems and extend energy resources in order to enter a new electric power market that will be created after 2020. This paper presents the features of sEMSA Server and its verified performance in pilot projects for VPP operation and photovoltaic power generation control.

キーワード：VPP、リソースサーバ、需給調整

## 1. 緒言

エネルギー資源に乏しい日本では、再生可能エネルギーが重要視されており、国内の発電電力量に占める再エネ比率は8.1%（2017年時点）まで上昇している。一方で再エネは天候等の影響で発電量が大きく変動するため、大規模発電所での出力調整のみに依存した従来の電力システムでは、調整力が不足し安定供給に影響を与える懸念がある。

そこで、電力の需給バランスを調整する新たな仕組みとして、需要家側のエネルギーリソースを活用する次世代の電力システムの構築が進められている。この仕組みは、情報通信技術により、工場や家庭などが有する分散型エネルギーリソースを遠隔から統合制御することで、発電所に相当する需給調整を可能とする技術であることから、バーチャルパワープラント（VPP）と呼ばれている<sup>(1),(2)</sup>。

当社は、このVPPで中核的な役割を果たすアグリゲーションリソースサーバ（sEMSAサーバ）を開発し、複数の実証事業に参画している。その中で実用化に向けた課題を抽出し、2020年以降に創設される需給調整市場や容量市場への参入を目指し、システム構築とエネルギーリソース拡大を推進している。

## 2. システムの概要

図1にVPPシステム構成図を示す。sEMSAサーバは、電力会社のサーバ（アグリゲーションコーディネータ）と需要家側のエネルギーリソースとの間に位置し、アグリゲーションコーディネータからの電力需給調整依頼（調整量、調整開始日時、期間）に対して、エネルギーリソースの最適な組み合わせを計算し、それらを有機的に制御する役割を担う。

sEMSAサーバにてエネルギーリソースを最適に制御するには、制御情報や計測情報を伝達するための通信機能と需要予測や発電予測、また最適制御などのアプリケーション機能の搭載が必要となる。

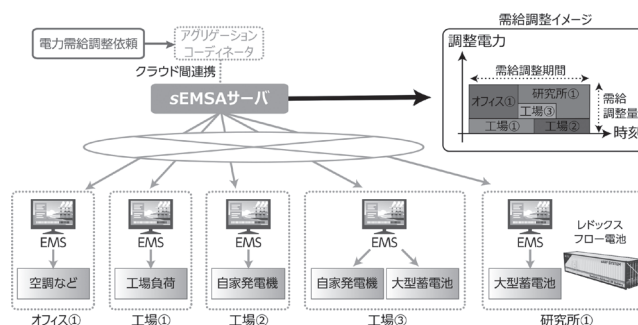


図1 VPPシステム構成図

### 3. sEMSA サーバの特長

#### 3-1 モジュール構成

sEMSA サーバは、機能ブロックが通信プラットフォーム部とサービスアプリケーション部に分かれる。これら機能ブロック間は、HTTP RESTおよびSQLインタフェースで接続される。図2にsEMSA サーバの機能ブロック図を示す。

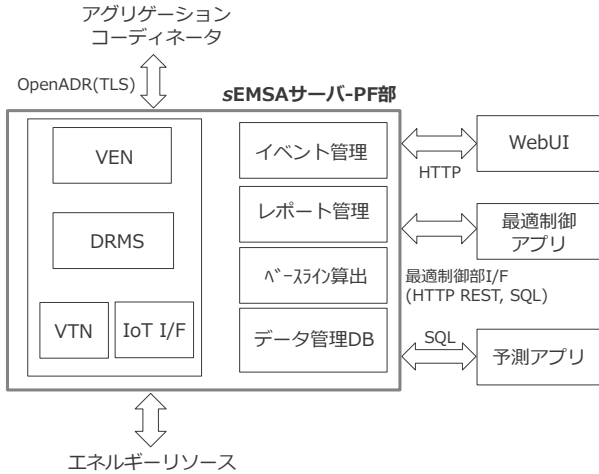


図2 sEMSA サーバ機能ブロック図

#### 3-2 OpenADR 2.0b 拡張仕様

sEMSA サーバは、通信部にOpenADR 2.0b プロファイル仕様<sup>(3)</sup>に準拠したVEN (Virtual End Node) およびVTN (Virtual Top Node) を搭載している。標準的なOpenADRの通信機能に加え、経済産業省「OpenADR機器別実装ノート第1.1版<sup>(4)</sup>」で記載される下記2点についても対応が完了している。

- ・付録2-A. 通信量の削減に向けた実装ノート
- ・付録2-B. 異常系検出とリカバリに向けた実装ノート

付録2-Aは、通信量の削減による通信コストやサーバ負荷の低減を目的としており、ペイロード圧縮や認証鍵のキャッシュ機能など効果が期待できる手法を規定している。当社は、sEMSA サーバに本機能を組み込み、実機での検証の結果、最大71%の通信量削減に成功した。

付録2-Bは、異常発生時の処理に関する記述であり、プロファイル仕様には明確な規定がないため、相互接続上課題となる懸念がある。sEMSA サーバの通信部はパケット欠損等の異常が発生した際に、本実装ノートに則したペイロードの再送等を行いリカバリする機構を備える。

#### 3-3 予測モデル

sEMSA サーバは、需要予測や発電予測などを高精度で予

測するために、複数のモデルをサンプル提供する。例えば、時間帯別時系列モデルや計量的時系列モデルとその変形である自己回帰モデルなど複数のモデルを用途に応じ選択し利用することができる<sup>(5)</sup>。各モデルは共通のインタフェースを持ち、ユーザ独自の予測モデルを追加することも可能である。

#### 3-4 最適運転計画

アグリゲーションコーディネータから需給調整依頼を受信した際に、エネルギーリソースに対して制御指令を発行するが、この時、各エネルギーリソースに対する制御値の決定方法が課題となる。sEMSA サーバは、需要予測や発電予測の結果に基づきアグリゲーションコーディネータからの需給調整依頼が満たせるように、エネルギーリソースの最適な組み合わせを選択する。また、需給調整期間中に、エネルギーリソースの制御状況をリアルタイムでモニタリングし、実際の制御実績値と目標値との間に乖離が生じる場合は、追加の制御指令を発行し、制御の補正を行う。

#### 3-5 HA クラスタ構成

sEMSA サーバは、システムを冗長化させHA (High Availability) クラスタを構成することが可能である。図3はVTN部を稼働系と待機系に分けたクラスタ構成例であり、異常を検知した際に待機系のノードに処理を切り替える死活監視機能、および自ノードのプロセス稼働状態やネットワーク活性状態を管理するノード管理機能を備える。本機能により、運用中に稼働系で何らかの障害が発生しても、待機系に処理を移行し運用を継続することができる。また、本構成では、稼働系と待機系で一つの仮想的なIPアドレス (VIP) を持つため、障害発生時にも需要家側のVENからは稼働系、待機系の切り替わりを意識する必要なく接続を維持することも可能である。

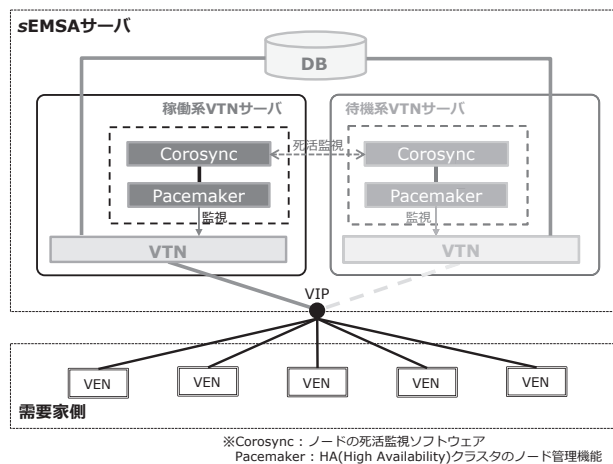


図3 HA クラスタ構成例

### 3-6 電力データ分析機能

sEMSAサーバの運用保守は、グラフィカルユーザインタフェースを用いて行う。ユーザ登録、イベント受信状況、イベント発行状況、計測値、各種データ分析等の機能をサポートする。

図4は過去一年間に計測された1時間当たりの電力使用量を、大きいものから順にソートしたグラフである。このグラフでは、年間のピーク電力値と、ピークに対して任意の割合で指定した閾値を表示することができる。図4により、契約電力量の削減目安を容易に知ることができる。図5はsEMSAサーバに接続された機器情報を管理する画面である。図5により、サーバ運用者はリアルタイムで計測値の把握や機器の異常検知をすることが可能になる。

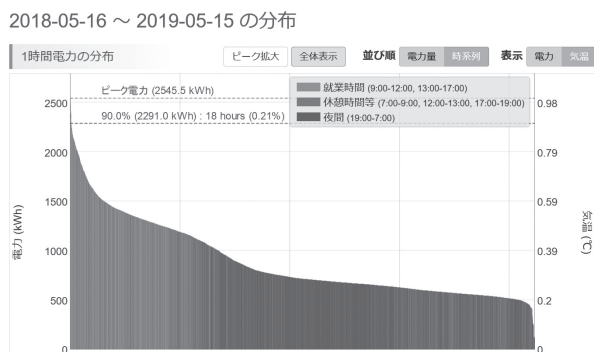


図4 データ分析Visualization機能（デマンド分析）

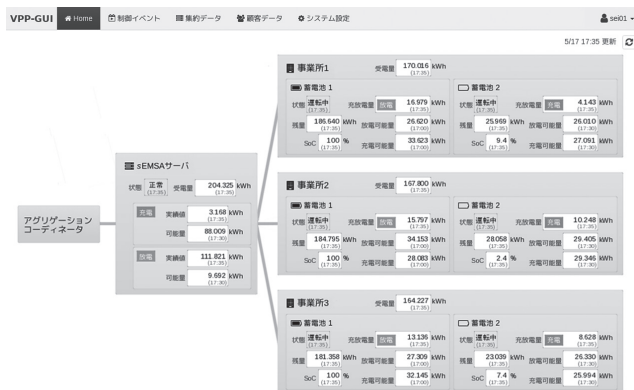


図5 機器状態管理機能

## 4. 運用事例

### 4-1 経済産業省VPP実証事業

経済産業省は2016年度から5年間のVPP構築実証事業により将来の電力市場創設に向けエネルギーリソースの拡大を推進しており、当社も関西電力(株)を幹事とするコンソーシアムの1社としてsEMSAサーバを導入する一方、需

要家としても大阪・伊丹・横浜製作所等が参加し、レドックスフロー電池やガス発電機を最適に制御することで、コンソーシアム最大規模のエネルギーリソースを提供している。2018年度は日新電機(株)前橋製作所も参加し、横浜製作所と組合せ高精度制御（目標値±10%以内）を実現した。実証結果の一例を図6に示す。

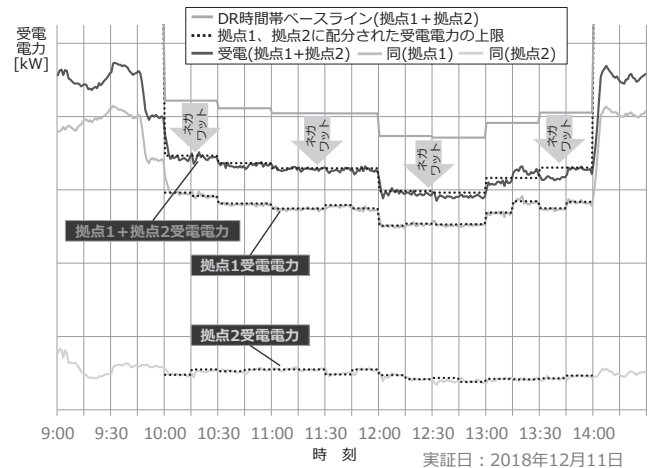


図6 sEMSAサーバによる最適制御

### 4-2 NEDO-pv出力制御実証

再生可能エネルギーの導入量拡大に伴い想定される需給変動等の課題に対し、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は「電力系統出力変動対応技術研究開発事業／再生可能エネルギー連系拡大対策高度化」に取り組んだ。東京電力ホールディングス(株)や早稲田大学らがNEDOから研究を受託し、系統安定化機能を具備した太陽光PCS（スマートインバータ）の開発・実証試験を行った。当社はスマートインバータの監視・制御を担うサーバ（Distributed Energy Resources Management System；DERMS）を導入した。

本事業では、カリフォルニア州や欧州の動向を参考に、Volt-Var制御や力率一定制御を含む14の制御機能が検証の対象とされ、当社サーバにもVolt-Var制御の特性カーブ情報等の制御情報をスマートインバータに伝達する機能、および無効電力や力率等の詳細なデータを収集する機能を具備した。また、OpenADR 2.0bでこれらの情報伝達を可能とする通信IF仕様の検討に寄与し、模擬システムを利用して東京電力ホールディングス(株)および早稲田大学が実施した検証においてその有効性が示された。

なお、本稿3.2節及び3.5節も、本事業の一環で実施した成果を含む。

## 5. 結 言

本稿では、分散型エネルギーリソースを最適に制御するsEMSAサーバのアーキテクチャを紹介した。sEMSAサーバは、経済産業省で推進されているVPP実証事業を中心に豊富な導入実績を有しており、今年度はビジネスを視野に入れた実証を計画している。当社は、本実証を通してsEMSAサーバの更なる機能拡充と品質改善に取り組むと共に、2020年以降に創設される需給調整市場や容量市場を対象とした需給調整サービスへの適用を目指していく。

・sEMSAは住友電気工業㈱の登録商標です。

### 参 考 文 献

- (1) 経済産業省資源エネルギー庁、日本のエネルギー2018  
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/>
- (2) 経済産業省資源エネルギー庁、バーチャルパワープラント（VPP）・デマンドレスポンス（DR）とは  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/advanced\\_systems/vpp\\_dr/movie.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/movie.html)
- (3) OpenADRアライアンス  
<https://www.openadr.org/>
- (4) 第9回エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会、資料4-4、機器別実装ノート（機器別実装ガイドライン）、第1.1版改定案  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/energy\\_resource/pdf/009\\_04\\_04.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/energy_resource/pdf/009_04_04.pdf)
- (5) 後藤勲、「電力小売事業者向け使用電力予測技術」、SEIテクニカルレビュー第187号（2015年7月）

### 執 筆 者

田村 潤平\* : パワーシステム研究開発センター



亀田 信夫 : パワーシステム研究開発センター  
主席



豊田 紘史 : パワーシステム研究開発センター



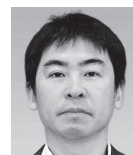
辻本 辰也 : パワーシステム研究開発センター  
主幹



石垣 圭久 : パワーシステム研究開発センター  
主査



東 秀訓 : エネルギーシステム事業開発部  
グループ長



\*主執筆者