

統合EMS (Energy Management System) の開発

伊藤憲一 Ken'ichi Ito
星 靖之 Yasuyuki Hoshi

キーワード 分散型電源, EMS, SCADA, 個別最適, 全体最適, エネルギー融通, 国際標準規格

概要

当社は、発電機、電力変換装置、送電・配電系統機器などの製品を結合して需給制御機能を実証・研究してきた。この機能を適用した当社製EMS (Energy Management System) は、エネルギーの有効活用のため、過去のトレンドや天気予報などから予測した需要に基づき、経済的な運転の最適化計画を算出してSCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) に与え、分散型電源を制御する方式を採用しており、負荷設備を制御する方式と異なる。しかしEMSが実現するのは当該拠点における個別最適であり、分散型電源を制御するEMSを複数拠点で運転している場合には、そのスケールメリットを活用するように全体最適を図ることで一層の経済性向上を実現できる。統合EMSは、各拠点のエネルギー需要の予測情報及び設備情報を構内EMSから収集し、拠点全体でコスト最適な全体運用計画を作成する。そして、作成した全体運用計画を各拠点の運用計画に分割して各構内EMSへ配布し、これを受信した構内EMSがそれに基づいて各エネルギー供給設備の制御を実行することで、エネルギー利用の効率化を図る。

1 まえがき

近年、エネルギーミックスの見直しのため、再生可能エネルギーなどエネルギー源の多様化、購入エネルギーの平準化を進める実証などの取り組みが盛んとなり、分散型電源を従来以上に活用する方式に関心が集まっている。

当社は、発電機、電力変換装置、送電・配電系統機器などの製品を造る技術のほか、それらを有機的に結合し、小規模系統における給電システムとして運用するための需給制御機能を実証・研究し、これまで知見を蓄えてきた。本稿では、需給制御機能を応用した統合EMS (Energy Management System) の開発概要を紹介する。

2 EMSとは

従来からのSCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) による電力監視では、照明や空調などの需要側装置の運転状態が見える化し、コージェネレーションシステム (CGS) やPCS (Power Conditioning Subsystem) などのエネルギー供給設備をスケジュールに基づき制御してきた。

これに対し当社のEMSは、更なるエネルギーの有効活用のため、過去のトレンドや天気予報などから予測した需要に基づき、経済的な運転の最適化計画を算出してSCADAに与え、エネルギー供給設備である分散型電源を制御する方式を採用している。第1表にEMSの管理対象・管理機能・管理方式一覧を示す。

さらに、単独の運用者が前述のEMSを複数運転している場合に、そのスケールメリットを活用し

第1表 EMS管理対象・管理機能・管理方式一覧

EMSに実装した予測・計画機能に基づき、SCADAがCGSやPCSを制御する。

管理対象	管理機能	管理方式				
		手動		自動		
需要側装置の例	供給側装置の例					
照明や空調	CGS・PCS	監視計測	現場制御盤	指示計目視	SCADA	センサとの通信
		制御	現場制御盤	開閉器操作	SCADA	補助リレー操作
		予測	表計算ソフト	人間系で策定	EMS	過去や天気予報から策定
		計画	表計算ソフト	予測結果から人間系で策定	EMS	予測結果から最適化

一層の経済性向上を実現する方法として、個別最適から全体最適を目指す上位系の統合EMSの開発を進めている。

3 エネルギー最適利用への取り組み

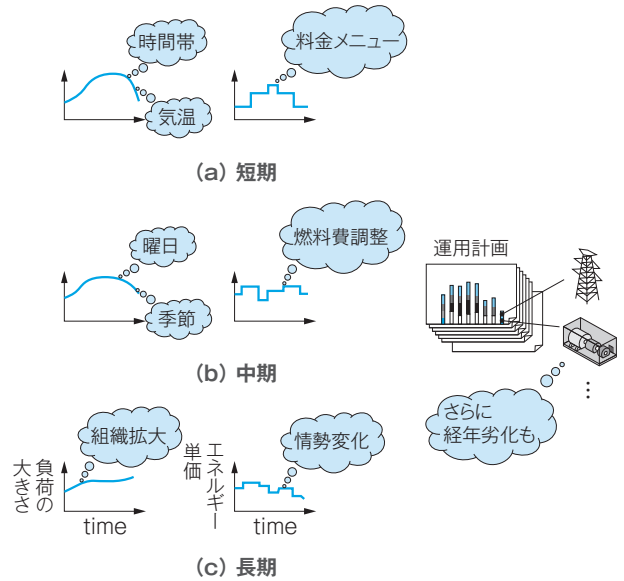
3.1 構内最適制御

ビルなどの構内でのエネルギー需要は、系統から購入するエネルギーと自家発電機などを利用したエネルギー供給で賄う。

第1図にエネルギー運用の課題を示す。系統から購入するエネルギーは、季節別・曜日別・時刻別などで料金に変化する。また自家発電機などは、その運転負荷率に応じて発電効率などが異なり、その特性はエネルギー供給設備ごとに異なる。そのため、エネルギー需要に対する供給方式の組み合わせパターン（設備運用パターン）は、無数に存在する。

第2図にEMSによる最適化の流れを示す。構内最適制御は、このようなエネルギー供給設備の特性の違い及び予測した構内のエネルギー需要から、経済的に最適なエネルギーの購入量とエネルギー供給設備の運転量を決定し、それに基づいて各設備を制御する。これにより、従来のスケジュール制御などの方式と比較してコストが最適な運転を実現できる。

第3図に構内最適化を行う構内EMSが取り扱う情報を示す。構内EMSでは、これらの情報から数

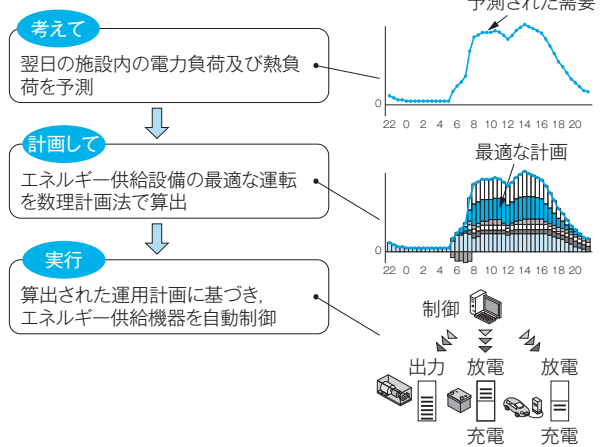


第1図 エネルギー運用の課題

多くの変動要素の存在によって無数の運用パターンが存在する。実際には、その影響を適正に取り扱うことは困難である。

従来制御方式 ●スケジュール制御・台数制御など

EMS ●考えて、計画して、実行するEMS
●エネルギー運用の最適化を実現!

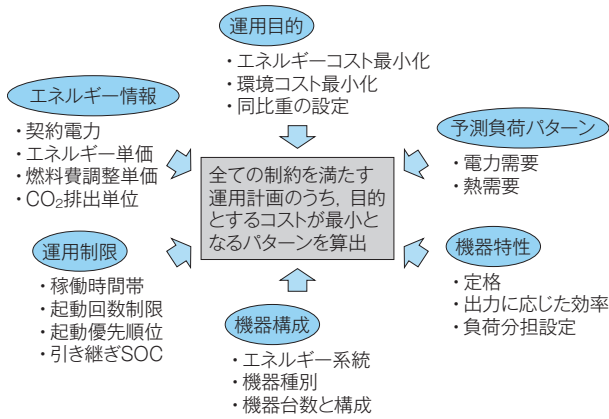


第2図 EMSによる最適化の流れ

エネルギー供給設備の特性の違いや予測したエネルギー需要から、設備の運転量を決定する。

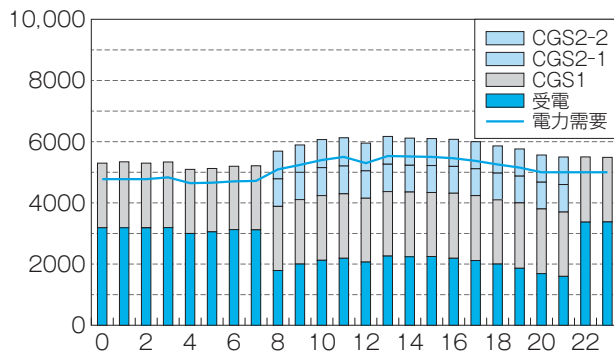
理計画法を用い、発電機などの各種設備運転条件を制約条件として、経済コストが最小となるエネルギー出力の組み合わせを算出する。

第4図にEMS制御による従来制御との比較例を示す。スケジュール制御と比較して、早朝・夜間に運転するCGSの運転台数や発電量を調整することで、全体コストの低減を図っている。**第5図**にEMS制御による導入効果例を示す。分散型電源の融通運転

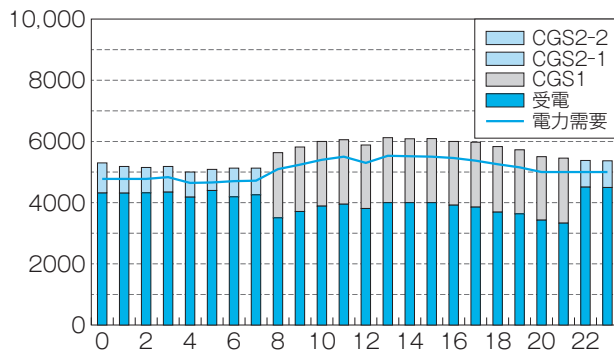


第3図 構内EMSが取り扱う情報

目的関数を経済コスト、発電機などの各種設備運転条件を制約条件として、経済コスト最小となるエネルギー出力組み合わせを算出する。



(a) スケジュール制御



(b) EMS制御

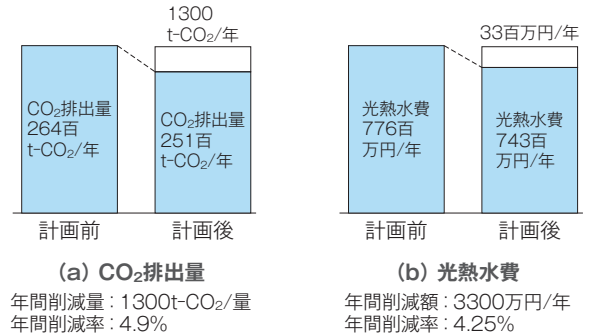
第4図 EMS制御による従来制御との比較例

スケジュール制御と比較して、早朝・夜間に運転するCGSの変更及び運転量の低減、昼間のCGS運転量を低減させることで、全体コストの低減を図っている。

を適用した運用計画による制御を、年間通して実施した場合の試算結果である。

3.2 統合最適制御

ビル群を最適制御する場合、構内最適制御で個々



第5図 EMS制御による導入効果例

分散型電源の融通運転を適用した運用計画による制御を、年間を通して実施した場合の試算結果例を示す。

のビルのエネルギー最適化を実施しても、ビル群全体から見たときには必ずしも全体最適になるとは限らない。

また、一つの拠点（ビルなど）で複数の分散型電源を融通運転するように、特定拠点の分散型電源をそのほかの拠点の運用にも融通できれば、ビル群全体でのエネルギーコストを低減できる。そのため当社では、構内EMSの上位に位置するEMSとして、複数拠点全体でエネルギー最適運用を行うための統合EMSの開発を進めている。

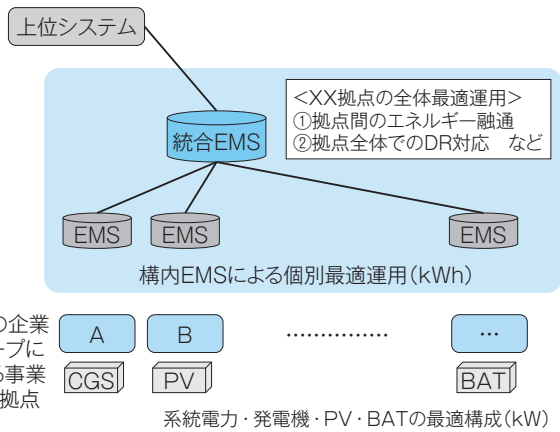
4 統合EMSの開発

統合EMSの開発では、大別して全体最適制御を実現するための運用計画を策定するエンジンの開発と、外部システムとの通信部分の国際標準化に取り組んでいる。

4.1 複数拠点を統合した運用計画の作成

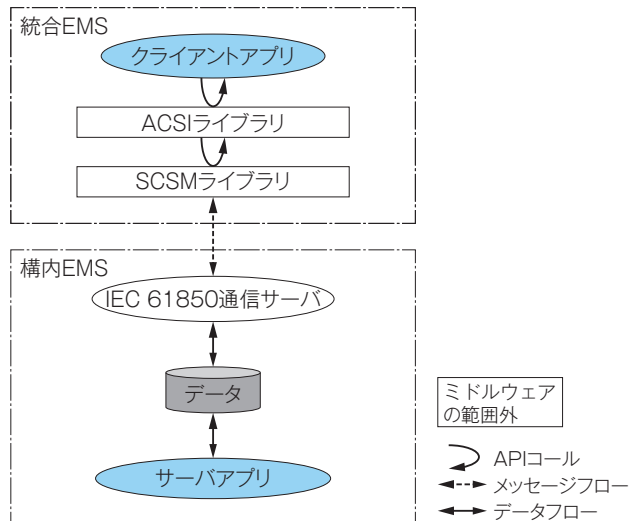
第6図に統合EMSと構内EMSのシステム構成を示す。統合EMSは、各拠点のエネルギー需要の予測情報及び設備情報を構内EMSから収集し、拠点全体でコストが最適な全体運用計画を作成する。統合EMSは、作成した全体運用計画を各拠点の運用計画に分割して各構内EMSへ配布し、これを受信した構内EMSがそれに基づいて各エネルギー供給設備の制御を実行することで、エネルギー利用の効率化を図る。

さらに統合EMSは、上位システム（電力会社シ



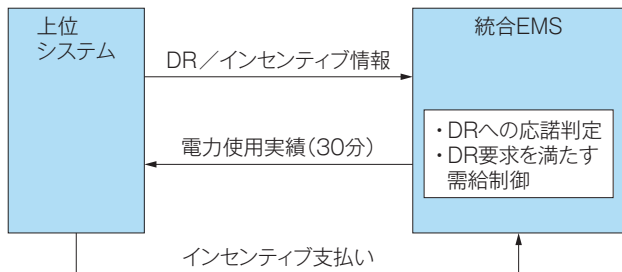
第6図 統合EMSと構内EMSのシステム構成

統合EMSは、上位システムと構内EMSに接続して構成する。



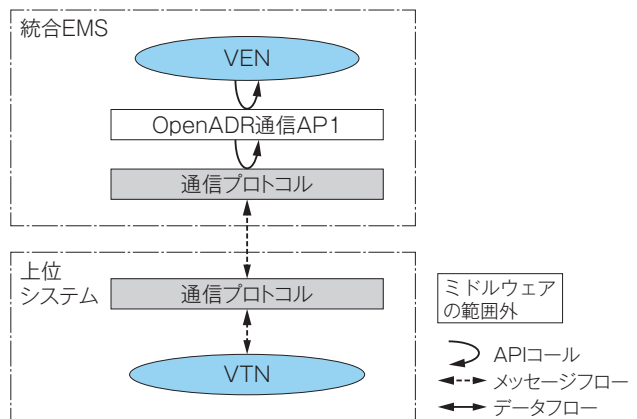
第9図 IEC 61850通信ミドルウェア概略

拠点ごとの需要予測・設備情報などの送受信のため、構内EMSなどの下位システムとの通信用にはIEC 61850規格を適用する。



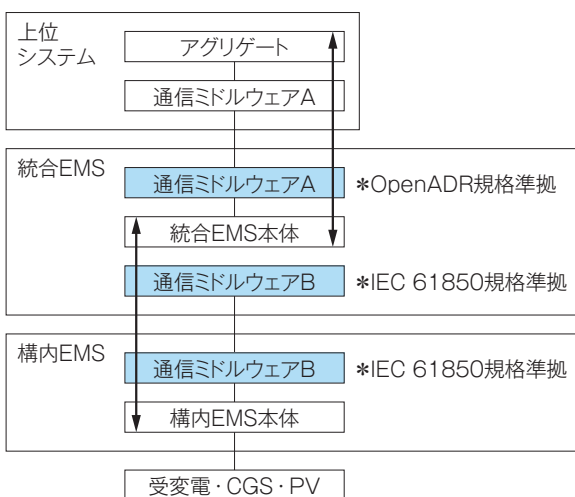
第7図 DR情報連携イメージ

統合EMSは、上位システム（電力会社システムなど）とDR情報を連携する。



第10図 OpenADR通信ミドルウェア概略

DR情報などの送受信のための上位システムとの通信用には、OpenADR規格を適用する。



第8図 国際標準規格に準じたシステム間通信

統合EMSの通信機能は、外部システムとの相互接続性を向上させるために国際標準規格に準じている。

システムなど)とも連携し、上位システムから送信されるデマンドレスポンス (DR) 情報に応じた拠点間エネルギー需給バランスを考慮した全体運用計画を

再作成し、応諾可能な場合はこれを各構内EMSへ再配信し、実行する。第7図にDR情報の連携イメージを示す。

4.2 国際標準規格に準拠した通信機能

第8図に国際標準規格に準じたシステム間通信を示す。統合EMSの通信機能は、外部システムとの相互接続性を向上させるため、国際標準規格に準じている。

第9図にIEC 61850通信ミドルウェア概略を、第10図にOpenADR通信ミドルウェア概略を示

す。拠点ごとの需要予測・設備情報などの送受信のため、構内EMSなどの下位システムとの通信用にはIEC 61850規格対応通信ミドルウェアを適用し、DR情報などの送受信のため上位システムとの通信用にはOpenADR規格対応通信ミドルウェアをそれぞれ適用している。

5 課題と今後の方針

まず全体運用計画機能では、二律背反する傾向のある精度向上と性能向上の両立に向けて取り組んでいく。

次いで標準化通信機能では、サポートするサービスの拡充と性能の向上に取り組み、外部システムとの結合による全体システムとしての評価を進めていく。

6 むすび

2014年6月に、IECにSystems Committee on Smart Energyが新設された。ここでは今後、欧州

Smart Grid Coordination Groupが提唱しているSmart Grid Architecture Model (SGAM)を従来の検討領域である電力から、熱・ガスエネルギーへ拡張する議論が始まると思われる。

このような国際標準化の動向も踏まえ、エネルギー運用の安心・安全に向けて、エネルギーリソースの多様化、運用方法の先進化、エネルギー確保の持続性を実現するために、今後とも技術開発に取り組んでいく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



伊藤 憲一
Ken'ichi Ito

コンピュータシステム工場
エネルギー管理システムの開発に従事



星 靖之
Yasuyuki Hoshi

製品技術研究所
情報通信技術開発及びスマートグリッド・エネルギー管理システム開発に従事