

エネルギーマネジメントに最適な「スマート分電盤」

森長 剛・渋谷 展太・津田 隼輔
長崎 繁・丸山 淳・片桐 慶彦

要旨

電力の見える化などのエネルギーマネジメントシステムを実現する場合、分電盤にセンサを取り付け、ネットワークを介してデータ収集及び管理する仕組みが一般的です。しかし、この方法はさまざまな課題やユーザーへの負担を伴うため、普及を妨げている要因になっています。本稿では、適切なエネルギーマネジメントに必要な機能・要件を整理し、それを実現するスマート分電盤を紹介します。

キーワード

●環境 ●見える化 ●環境エネルギー ●エネルギーマネジメント ●CONNEXIVE M2M基盤

1. はじめに

東日本大震災の影響により、東京電力並びに東北電力管内では電力が逼迫し、政府による計画停電実施や電力使用制限令が発令されました。企業では、これに対応するための対策に焦点が当たっています。そのためには、自社における電気の使われ方の実態を把握し、ビジネス遂行に支障を与えることのない適切な電力使用の削減が必要です。そのための手段として、電力の見える化などのエネルギーマネジメントシステム（Energy Management System：EMS）の活用が脚光を浴びています。

本稿では、EMSの実現に最適な「スマート分電盤」について紹介します。

2. EMSの実現に向けて

適切なエネルギーマネジメントを実施するには、電気が「いつ」、「どこで」、「何に」、「どのくらい」使われているのか、より詳細かつ正確に実態を把握し、更に設備の稼働状況や温湿度などの環境情報についても把握することが理想的です。

具体的には、契約電力単位ではなく、分電盤のブレーカ（回路）単位で詳細かつ正確に電気の使われ方や使用量が把握できれば、これまで分からなかった電力の使い過ぎなどの問題点を洗い出せるようになります。加えて、設備の稼働状

況や環境情報も把握できれば、電力削減に効果的な改善施策を打ちやすくなります（図1）。

このようなエネルギーマネジメントをITで実現する仕組みが、NECの考えるEMSです（図2）。

EMSに必要な機能・要件について、次に述べます。

(1) 電力使用状況の正確な把握

政府による電力需要対策措置では、工場やデータセンター、オフィスビルなどの大口需要者向けには、「電気事業法第27条」の措置¹⁾により、電力需要ピーク時の電力使用量の削減が義務付けられました。また、コンビニエンスストアや飲食店などの小口需要者向けには、「節電行動計画の標準フォーマット」に基づいた自主行動計画の策定と実施措置¹⁾により、電力需要ピーク時の電力使用量の削減に向けた努力目標が定められました。

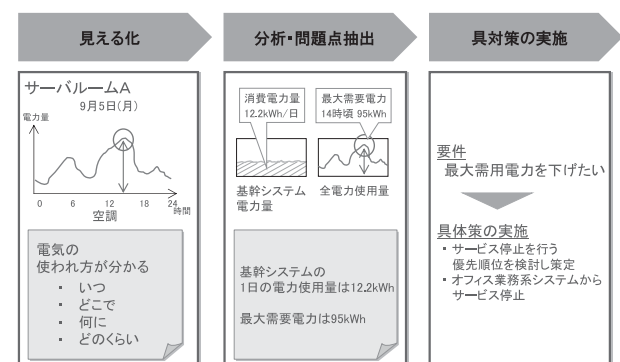


図1 EMSの活用による具体策の実施ステップ例

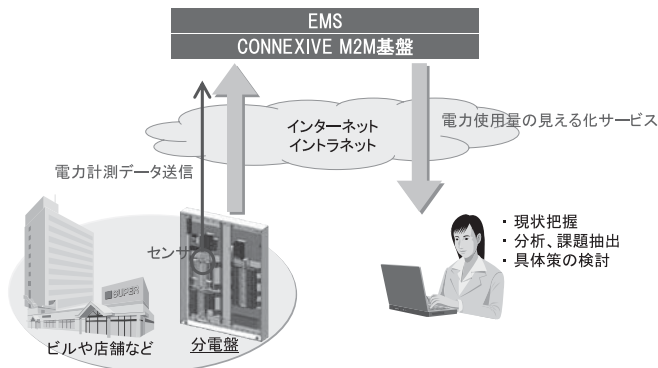


図2 NECの考えるEMS (イメージ)

これらの措置に対し、電力需要ピーク時の電力使用量の削減を行うためには、その際の電気が「いつ」(時間)、「どこで」(場所)、「何に」(設備機器)、「どのくらい」(電力使用量)使われているのか把握し、加えて、各設備機器の電力使用量の変動を把握することが望ましいです。そのためには、分電盤のブレーカ(回路)単位における電力使用量を、きめ細かな時間単位で、かつ正確に計測できる機能が求められます。

(2) 設備稼働状況や環境情報などの取得

電力使用状況の分析を行う際、設備稼働状況や温湿度などの環境情報が把握できれば、電力使用量の増加要因を特定しやすくなります。具体的には、空調や照明などの設備機器の稼働情報、温湿度や人の動きなど、電力の使用量に影響を与える各種情報も合わせて取得できる仕組みや機能の実装が望まれます。

(3) 通信機能の実装

最適なエネルギーマネジメントの実施には、企業内の電力使用量を統合的に、かつ、きめ細かに管理することが望まれます。そのためには、複数の分電盤の電力使用状況を、エネルギーマネジメントを行うEMSにて、できる限りリアルタイムに把握できる仕組みの実現が必要です。その仕組みの実現に当たり、各分電盤からEMSへ効率良くデータを送受信するための通信機能が必要となります。

(4) 設置負担の軽減

一般的に、分電盤のブレーカ(回路)単位で電力使用量を計測する場合、各ブレーカの配線ケーブルごとに、クランプ型のCTセンサ(Current Transformer)を取り付ける方法が使われます。

しかしながら、この方法を実施する場合、既存分電盤の事前調査からセンサの取り付け、更には分電盤内のケーブル整線まで多くの作業時間を要します。そのため、導入時の負担が高まり、EMS導入を妨げる要因となっています。そこで、このような負担をできるだけ軽減できるような構造の分電盤が必要となります。

これらの機能・要件を満たす分電盤があれば、企業におけるEMSの実現が容易になると考えます。

3. スマート分電盤の概要

弊社では、EMSの実現に最適なスマート分電盤を開発しました。

このスマート分電盤は、ブレーカ(回路)単位に電力計測用のCTセンサや電圧センサに加え、すべてのセンサを集約するメインユニットを内蔵しています(図3)。また、このメインユニットは、設備機器や外部センサ機器と接続するためのさまざまなインタフェースや、収集データをEMSへ送受信するためのネットワークインタフェースを備えています(表)。

更に弊社のスマート分電盤は、次の特長を有しています。

(1) 高精度な電力の計測

スマート分電盤は、ブレーカ(回路)単位に電流と電圧の瞬時値をサンプリングし、メインユニットにて電力値を10秒単位のきめ細やかさで算出します。

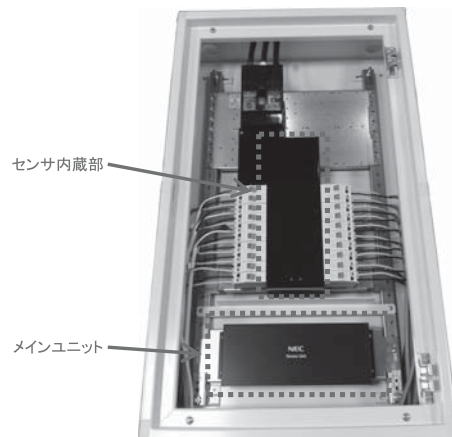


図3 スマート分電盤

表 スマート分電盤の概要

項目	内容
搭載ブレーカ	電灯分電盤 ・主幹ブレーカ (標準) 125Aタイプ ・分岐ブレーカ [100V]20A、[200V]20A/30A、[100V/200V]30A 動力分電盤 ・主幹ブレーカ (標準) 125Aタイプ ・分岐ブレーカ [200V]20A/30A/50A
電流センサ	CTセンサ: 最大24個接続可能 分岐回路のブレーカ1次側に設置 (CTセンサ組込み出荷時)
ネットワーク インタフェース	100BASE-TX/10BASE-T (LAN接続)
出力データ	・計測電力情報: 電力値、力率、電流、 電圧 (電圧2系統計測、R-S-T/L1-N-L2) ・外部接続情報: データ形式は接続機器による
拡張 インタフェース	・RS485 2ポート ・RS232C 2ポート ・接点入力 (拡張可) ・接点出力 (拡張可)
電源	PoE (Power over Ethernet)にて給電
消費電力	約5W (メインユニットのみ)
使用温湿度	温度: 0~50°C、湿度: 20~80% (結露なきこと)
外形寸法・重量	分電盤の回路構成による (分電盤はカスタムメイド品です)

$$P = \frac{\sum_{n=1}^{N \times t} \{i(n) \times v(n)\}}{N \times t} \quad \dots (a)$$

$$S = I(rms) \times V(rms) \quad \dots (b)$$

$$I(rms) = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N \times t} \{i(n)\}^2}{N \times t}}$$

$$V(rms) = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{N \times t} \{v(n)\}^2}{N \times t}}$$

$$\rho = \frac{P}{S} \quad \dots (c)$$

※ $i(n)$: 電流の瞬時値、 $v(n)$: 電圧の瞬時値
 $I(rms)$: 電流の実効値、 $V(rms)$: 電圧の実効値
 t : 時間 (10秒)、 N : 1秒間のサンプリング数

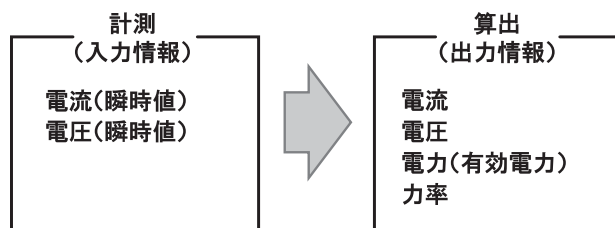


図4 入力情報と出力情報

また、以下のロジックにより電力値を正確に算出しています。メインユニットでは、各センサ単位の電流と電圧を十分に短い周期でサンプリングし、10秒単位の有効電力 P を算出します (式 (a))。ここで、単相三線の場合は、L1相とN相間の電位差とL2相とN相間の電位差をそれぞれ電圧値とし、また、三相三線の場合は、R相とS相間の電位差とT相とS相間の電位差をそれぞれ電圧値とする二電力法²⁾を用いているため、より正確な電力値として有効電力 P を算出できます。また同時に、皮相電力 S (式 (b))、力率 ρ (式 (c)) を算出します (図4)。

(2) 豊富な拡張インタフェースの搭載

拡張インタフェースとして、RS-232Cコネクタや接点入出力端子をメインユニットに備えています。

例えば、オフィスの空調や照明、店舗の冷凍機などの設備機器や、屋内外の温湿度などの各種外部センサなどと接続することができます。

(3) 標準ネットワークインタフェースの搭載

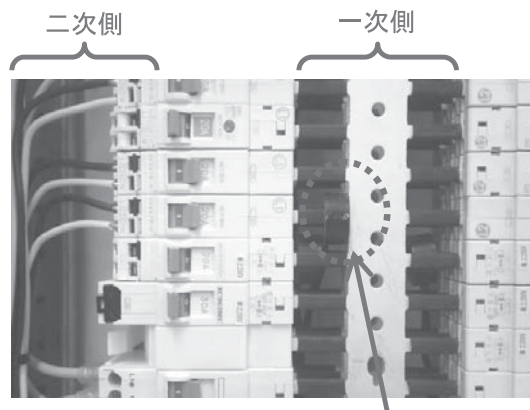
統合的なエネルギー管理を実施するため、インターネットやイントラネットを介して、計測データのやり取りを効率良く行えるように、標準ネットワークインタフェースであるhttpプロトコルに対応しています。

(4) 低コスト化に向けた工夫

電力計測のためのセンサ及びメインユニットをあらかじめ内蔵していますが、分電盤のサイズが大きくなるように構造的な工夫を取り入れています。具体的には、省スペース型のブレーカの採用や、センサ及び配線をブレーカ (回路) の一次側に配置するなどです (図5)。

このような構成により、スマート分電盤は製造コストの低減や設置工事負担の軽減を実現しています。

M2Mサービスを支えるデバイス及び要素技術
エネルギーマネジメントに最適な「スマート分電盤」



内蔵CTセンサ
図5 内蔵CTセンサ

4. むすび

弊社ではこのスマート分電盤とCONNEXIVE M2M基盤を用いて、企業・組織におけるエネルギーマネジメントの実現に貢献していきます。

また、今後普及が見込まれる環境エネルギー（太陽光、風力など）のエネルギー関連システム（発電・蓄電システムなど）と、スマート分電盤を連携させることで、より高度なEMSの実現を目指し、更なる技術開発に取り組んでいきます（図6）。

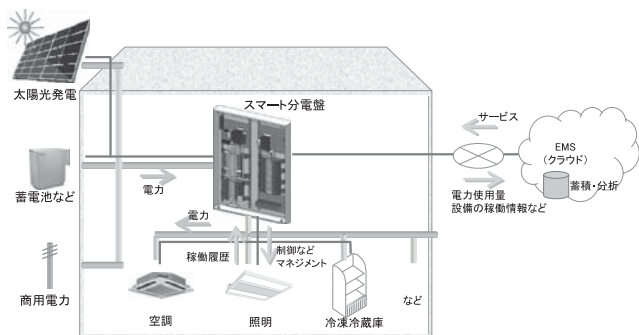


図6 将来のスマート分電盤活用イメージ

参考文献

- 1) 経済産業省HP
<http://www.meti.go.jp/setsuden/>
- 2) 池田哲夫「電気理論」第2版、森北出版、2006

執筆者プロフィール

森長 剛
ITハードウェア事業本部
応用アプライアンス事業部
マネージャー

渋谷 展太
ITハードウェア事業本部
応用アプライアンス事業部
エグゼクティブエキスパート

津田 隼輔
ITハードウェア事業本部
応用アプライアンス事業部

長崎 繁
NECコンピュータテクノ
開発本部
製品開発グループ
技術エキスパート

丸山 淳
NECソフト
長野支社
リーダー

片桐 慶彦
NECシステムテクノロジー
プラットフォーム事業本部
サーバ基盤事業部
主任

●本論文で説明したエネルギーマネジメントシステムの実証例に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL

<http://www.nec.co.jp/environment/features/31/index.html>

*Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC 技報WEBサイトはこちら

NEC 技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.64 No.4 Network of Things特集

Network of Things 特集によせて
NEC が取り組む M2M 事業

◇ 特集論文

M2M 事業実現のための取り組み

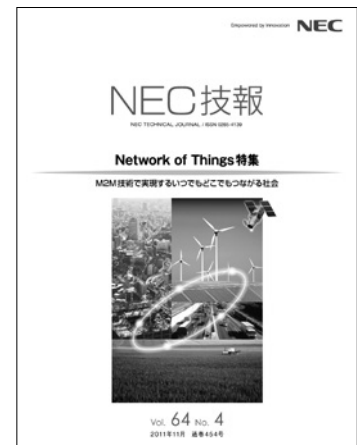
M2M サービスの現状と展望
M2M サービスプラットフォームの開発
M2M グローバル展開の取り組み
M2M 標準化動向と遠隔管理技術の標準化活動

M2M サービス

農業 ICT における M2M サービスプラットフォーム活用
「NEC オートモーティブクラウド」への取り組み
ITS における M2M サービスプラットフォーム活用
M2M を活用した xEMS(エネルギー管理システム)
宇宙からの地球観測と M2M 知の構造化に向けて～
産業機械・工作機械業界における M2M 技術の活用
自販機電子マネー決済における M2M の活用
M2M クラウドによる業際ビジネスの実現に向けて

M2M サービスを支えるデバイス及び要素技術

近距離無線規格「ZigBee」への取り組みと開発
M2M サービスを支えるデバイス製品と活用事例
M2M デバイスにおける組込みモジュールへの取り組み
エネルギー管理に最適な「スマート分電盤」
M2M サービスプラットフォームにおける大規模リアルタイム処理技術
画像認識を用いた個体識別による農産物のトレーサビリティ



Vol.64 No.4
(2011年11月)

特集TOP