

ビル空調自動省エネルギーソリューション “スマート・省エネ・アシスト”

村山修一*
Shuichi Murayama
長廣憲幸*
Kazuyuki Nagahiro
妻鹿利宏†
Toshihiro Mega

佐藤冬樹†
Fuyuki Sato

Solution of Automatic Energy Conservation for Building Using Air Conditioners "Smart Energy Conservation Assist"

*三菱電機ビルソリューションズ㈱
†同社(博士(情報工学))
‡三菱電機㈱(博士(工学))

要旨

ビルの省エネルギーを実現する際、省エネルギー制御を実行した場合の削減効果を精緻にシミュレーションすることは難しい。また、削減目標を達成するための省エネルギー制御計画を作成しても、目標と実績のずれを踏まえながら日々省エネルギー制御を調整するのは非常に労力を要するという課題がある。ビル設備運用システム“facima BA-system”(以下“facima(ファシーマ)”という。)向けに提供しているクラウドサービス“スマート・省エネ・アシスト”(以下“スマート省エネ”という。)では、facimaで記録した受電メーターの計量値やビルマルチエアコンの稼働実績に基づいた省エネルギー制御から得られる効果を推算する“省エネシミュレーション”機能と、あらかじめ設定した削減目標の達成に向けて自動で遠隔から空調機器を省エネルギー制御する“アクティブ省エネ制御”機能を提供し、課題の解決を図っている。

1. ま え が き

地球温暖化を防止する世界的な潮流を受けて、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて国内の全産業で、徹底した省エネルギーの取組みが求められている。2015年パリ協定の中期目標で、日本は2030年度までに温室効果ガス排出量を2013年度比で26%削減することが目標として定められ、2021年4月には46%削減に引き上げられた⁽¹⁾。この目標を達成するためには、国内全体で原油換算値5,030万kl相当、ビルでは原油換算値1,227万kl相当の省エネルギーが必要とされている。

ビルの消費電力のうち約40%を空調機器が占めており、空調機器に対する省エネルギー制御はビルの省エネルギーに大きく寄与する。しかし過度な省エネルギー制御はビル居住者の環境に悪影響を及ぼす可能性があるため、省エネルギーと快適性を両立可能な製品・サービスへの関心が高まっている。

そこで三菱電機ビルソリューションズ㈱(MEBS)が培ってきた省エネルギーノウハウを活用して、顧客ビルごとに適した省エネルギー制御を自動実行するクラウドサービス“スマート省エネ”を展開している。本稿では、スマート省エネが提供する“省エネシミュレーション”機能と“アクティブ省エネ制御”機能について述べる。

2. スマート省エネの概説

2.1 システム構成と制御イメージ

ビルの省エネルギーによってビルオーナーが享受できる直接的なメリットの一つとして電気料金の低減がある。電気料金は基本料金と従量料金から構成され、基本料金は契約電力を基に、従量料金は電力使用量を基に算出される。契約電力は30分単位で計測した消費電力のうち過去1年間での最大値を示すピーク電力によって決定されるものであり、従来のビル管理システムではピーク電力の抑制を目的としてデマンド制御を備えている。しかし、一定期間での消費電力の総量である電力使用量の管理についてはビル管理システムの得意とするところではなかった。そこでスマート省エネでは電力使用量の管理も可能とし、ピーク電力と電力使用量の双方の削減を実現する(図1)ことで、ビルオーナーもメリットを感じられやすい形での省エネルギーソリューションを提供する。

スマート省エネは顧客ビルに設置されている設備を管理するビル設備運用システムfacima、三菱電機製ビル用マルチエアコン、空調集中コントローラーAE-200J、設備の運転状況・計測データ等の各種データを蓄積・分析するファシリティーセンター(MEBSクラウド)の構成で実現する(図2)。

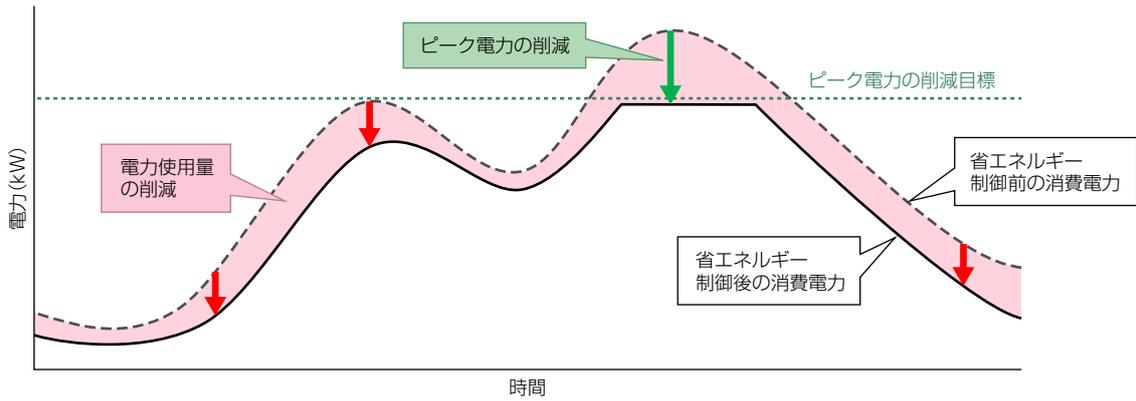


図1. ピーク電力と電力使用量の削減イメージ

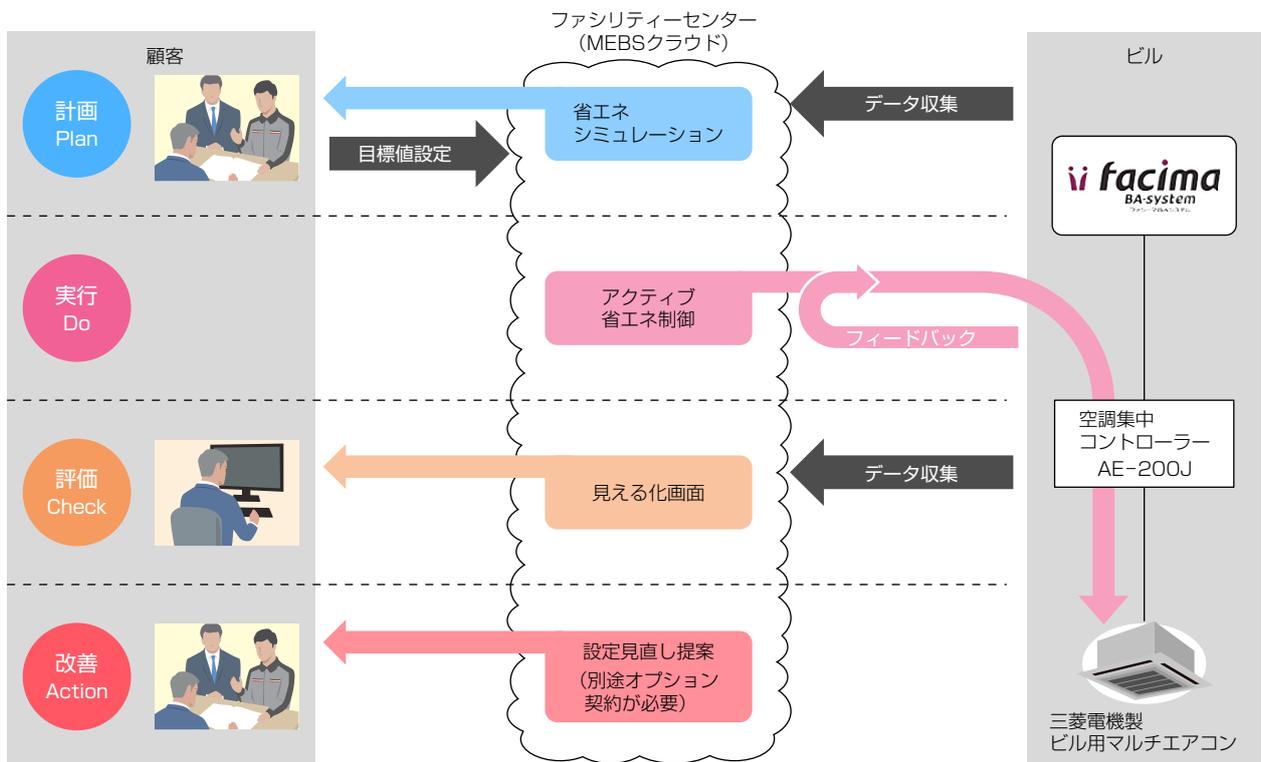


図2. スマート省エネのシステム構成及び提供するPDCAサイクルをサポートする機能

2.2 スマート省エネが提供する機能

スマート省エネではビルの省エネルギーを実現するために、次のPDCA(Plan, Do, Check, Action)サイクルをサポートする機能を提供している(図2)。

- (1) 計画(Plan)フェーズでは、“省エネシミュレーション”機能によって省エネルギー制御を適用した場合の削減効果を推算し、年間の目標値設定や省エネルギー制御の対象設備選択を補助する。
- (2) 実行(Do)フェーズでは、計画フェーズで設定した目標値を達成するために、自動で日々の省エネルギー制御を管理する“アクティブ省エネ制御”機能を提供する。この機能によって、ビル管理者など人手を介さずビルの省エネルギーを実現している。
- (3) 評価(Check)フェーズでは、時間ごとの電力量実績や省エネルギー制御による削減効果の表示画面をWebで提供し、目標値に対する達成状況を確認可能にしている。
- (4) 改善(Action)フェーズでは、年間通しての省エネルギー制御の結果や空調機器の運転状況を踏まえた設定の見直しを提案する。

3. 課 題

ビルの省エネルギーPDCAサイクルを実現する上で解決が必要であった課題2点について述べる。

1点目の課題は、年間の目標を計画するための、省エネルギー制御を実行した場合に見込まれる削減効果の算出が困難なことである。空調機器に対する省エネルギー制御による削減効果を精緻に得るためには、空調機器ごとに省エネルギー制御実行前の消費電力を把握する必要がある。しかしながら、空調機器ごとに計測機器を設置することは設置スペースやコストの制約によって現実的ではない。

2点目の課題は、目標と実績のずれを踏まえながら日々省エネルギー制御を調整することは非常に労力を要することである。計画時に設定したとおりに省エネルギー制御を実行したとしても、実際には気象変化や居室の在室人数等の要因によって想定どおりの削減効果が得られないことがある。そのため年間の目標値を達成するためには、目標の達成状況に応じて日々省エネルギー制御を調整することが必要になる。

4. 解 決 策

3章で述べた2点の課題をそれぞれ解決する機能“省エネシミュレーション”と“アクティブ省エネ制御”について述べる。

4.1 “省エネシミュレーション”機能

“省エネシミュレーション”機能は1点目の課題を解決する機能であり、省エネルギー制御によって得られる削減効果を推算する機能である。この機能は受電電力から空調機器ごとの消費電力への分解と、省エネルギー制御によって得られる効果の推算の2ステップによって実現する。

4.1.1 空調機器ごとの消費電力の分解

空調機器ごとの消費電力への分解では、facimaが記録しているビル全体の電力使用量の計量データ(受電電力の推移データ)と設備ごとの稼働実績データを用いた機械学習によって、受電電力の増減と設備の稼働状況の変化との相関を抽出する。これによって受電電力の推移から、設備ごとの消費電力への分解を実現する(図3)。

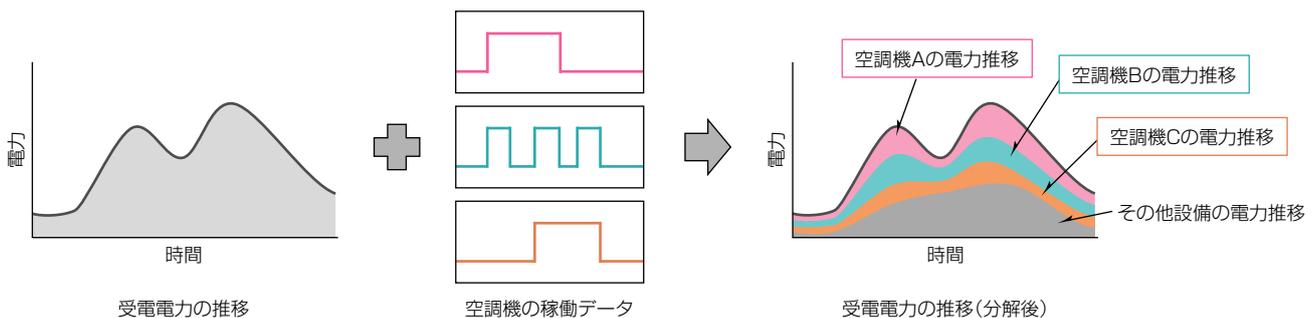


図3. 電力分解イメージ

しかしながらビルの受電電力を構成する要素には空調機器以外の設備の消費電力も含まれているため、受電電力の推移が空調機器の消費電力だけで構成されると仮定し分解してしまうと、空調機器の消費電力として過大な値が推算されてしまう。そのため空調機器以外の設備の電力推移についても考慮する必要があるが、ビル設備運用システムであるfacimaでは、コンセントに接続されるOA機器のように稼働実績データを記録していない設備が多く存在する。

そこで空調機器以外の設備は、特定の基準パターンに準じて稼働する仮想的な設備の集合であるとみなして推算する⁽²⁾。ここで基準パターンとは午前中だけ稼働、午後だけ稼働のようにあらかじめ用意する複数の稼働パターンを示す。

この手順によって、空調機器ごとに計測機器を設置せずとも、受電電力から空調機器ごとの消費電力とその他設備の消費電力への分解を可能にする。

4.1.2 省エネルギー制御によって得られる効果の推算

省エネルギー制御によって削減できる効果を推算するために、省エネルギー制御の対象とする空調機器、空調機器に対して実施する省エネルギー制御を選定する。この選定結果と、4.1.1項で推算した空調機器ごとの消費電力によって削減効果の推算を可能にする。

4.2 “アクティブ省エネ制御”機能

“アクティブ省エネ制御”機能は、2点目の課題を解決する機能であり、年間の目標達成に向けてビルの空調機器に対する省エネルギー制御を遠隔から自動で実行・調整する機能である。この機能は年間の目標値の細分化、目標値を達成するように省エネルギー制御の実行、及び目標達成状況のフィードバックの3ステップによって実現する。

4.2.1 目標値の細分化

スマート省エネでは顧客が設定すべき目標値は年間の目標だけにしている。設定した年間の電力使用量の目標値を、過去の実績や気象情報を利用して算出した需要予測を基に、月単位、月単位を日単位、日単位を30分単位と順に細分化する(図4)。

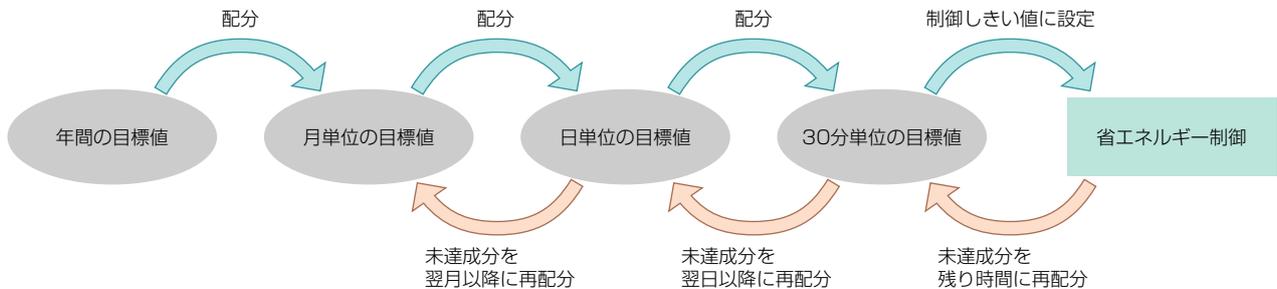


図4. 目標分配イメージ

月単位への細分化では、前年度の月ごとの実績値から各月の重みづけを行い年間の目標値を配分する。続いて日単位への細分化では、月初めに前年と当年の実績値から日単位の需要予測を算出する。この日単位の需要予測を基に月単位の目標値を日単位へ配分する。さらに30分単位への細分化では、各日の初めに前年と当年実績値と、外気温の実測値及び予報値を基に30分単位の需要予測を算出する。この30分単位の需要予測を基に日単位の目標値を配分する。

4.2.2 省エネルギー制御の実行

4.2.1項で細分化した目標値はビルのfacimaに送信し、facimaでは30分経過時点の予測値を算出し1分ごとに目標の達成見込みを判定する。ここで目標未達の見込みになる場合に、あらかじめ設定した省エネルギー制御を実行することで目標達成を目指す。

なお、あらかじめ設定する省エネルギー制御として空調の室内機に対する6分間の送風ローテーション制御を多く採用している。これは、30分間のうち合計6分間だけ室内機の運転状態を冷暖房運転から送風運転に変更する制御であり、グルーピングした室内機の中で、送風運転が重ならないようにタイミングをずらして制御するものである。

4.2.3 目標達成状況のフィードバック

目標の達成状況に応じて未来の目標値を修正するために、30分ごとに実績値を収集・確認する。このとき、確認した時点までの目標が未達成である場合、日単位の目標値が達成できるよう、同じ日の残りの時間で30分単位の目標値を再配分する。また、各日の初めにも同様に前日までの実績値を確認し、前日までの目標に対して実績が未達成である場合は、月単位の目標値が達成できるよう、その月の残りの日で目標値を再配分する。さらに、月の初めには月単位での未達成分の目標値を未来の月に再配分することで、年間としては目標を達成できるよう補正し続ける。

5. む す び

ビルの省エネルギーに関わる課題とそれを解決するスマート省エネの基本機能について述べた。本稿で述べた機能のほかにも、“省エネシミュレーション”機能で使用する設備の稼働データとして単純なON/OFF情報ではなく、室内温度等を基に推定した空調機器の負荷状況を用いてより精度の高いシミュレーションを実行する機能など拡充を進めている。

またこのサービスを運用している顧客では、設定した削減目標などの条件によっても差異はあるが、1年間省エネルギー制御を実施することで削減した電力量として、前年の電力量実績比で1～5%程度の効果を得られている。さらに昨今の省エネルギー需要の急激な高まりに対応するため、今後も“省エネシミュレーション”や制御の精度の向上を図っていく。

参 考 文 献

- (1) 経済産業省：主要国の約束草案(温室効果ガスの排出削減目標)の比較
- (2) 佐藤冬樹, ほか：日周期性を持つ線形基底関数モデルによる非監視設備を含むビルの消費電力内訳推定, 電気学会論文誌C, 140, No.2, 137~144 (2020)

