

遠隔空調省エネサービス

Remotely Managed Energy-Efficient Services for Air-Conditioning Systems

池田 耕一 平岡 由紀夫 小林 尚志

■ IKEDA Koichi ■ HIRAOKA Yukio ■ KOBAYASHI Hisashi

近年、エネルギー消費量の増加が著しいオフィスビルや商業ビルなどの民生部門では、これまで高効率の機器や各種の省エネ制御設備の導入などにより省エネを進めてきた。これらの省エネ手法はビルオーナーの立場から見ると初期投資コストが必要となり、昨今の経済環境下では導入に対する阻害要因となっている。

東芝は、省エネを実現するうえでビルオーナーの初期投資コストが極力少ない遠隔空調省エネサービスを開発した。このサービスは、インターネット網を介して顧客のビルに設置されているBA（ビルオートメーション）システムと当社の省エネサーバシステムを接続し、各種情報を送受信し、快適性の維持と省エネの両立を実現する点に特徴がある。

Recently high-efficiency and energy-saving equipment has been introduced to realize energy conservation to prevent the increase of energy consumption in public spaces, such as offices and commercial buildings. However, these energy-saving approaches require initial costs that are too high for most building owners to introduce during the current recession.

Toshiba has developed a remotely managed service that can realize high energy efficiency for air-conditioning systems without the initial costs. The distinguishing feature of this service is the exchange of various air-conditioning information to enhance comfort and energy efficiency between each building automation system (BAS) in customers' buildings and our energy-efficiency system via the Internet.

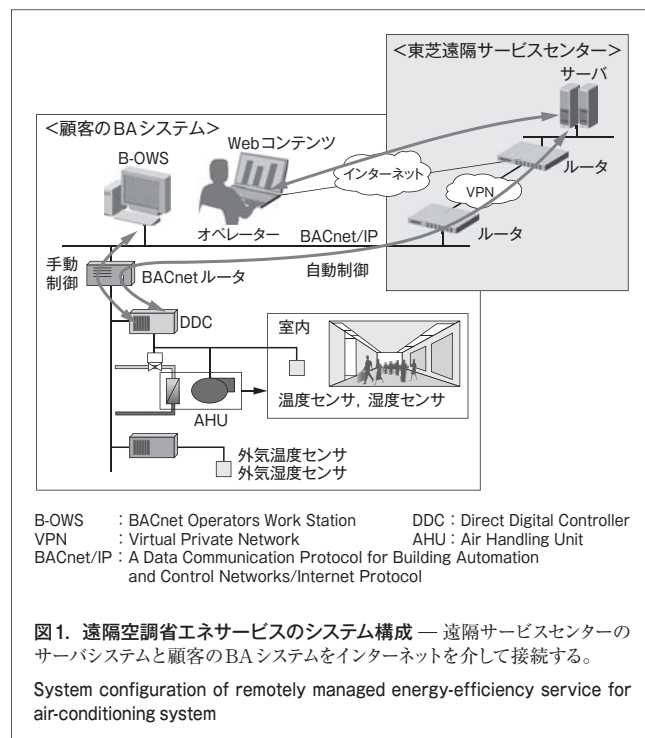
1 まえがき

近年のエネルギー消費量の推移を見てみると、産業部門がほぼ一定の水準で安定しているのに対し、オフィスビルや商業ビルなどが含まれる民生部門は増加の一途をたどっている。

これらの業務用ビルに対する省エネ手法として、空調設備、熱源設備、及び照明設備に対して高効率機器を設置することや、各種の省エネ制御設備を導入することなどが挙げられる。このような省エネ手法はビルオーナーの立場から見ると多額の初期投資コストが必要となり、特に昨今の経済環境の下では導入に対する阻害要因となっている。

この問題を解決するビジネススキームとしてESCO (Energy Service Company) があるが、ビルオーナーにとって初期投資コストを負担する必要がないというメリットは大きいものの、ESCO事業者にとっては、初期投資コストを負担する必要がある、契約期間が長期にわたるなどのリスクが少なからずあり、広く普及するには至っていない。

東芝は、インターネットを利用して多数のビルに提供できる遠隔空調省エネサービスを開発した(図1)。このサービスは通常、各ビルには設備を設置せずに当社のサービスセンターに機能を集約し、クラウドコンピューティングの形態でサービスを提供する。これにより、ビルオーナーにとってはESCOと同様に初期投資コストを負担する必要がないというメリットがあり、事業者にとっても初期投資コストを複数のビルに分散でき



ることで、新たなビジネスモデルの構築を狙っている。

このサービスで提供する省エネ制御は、当社が開発し多数の導入実績がある空調制御システム“ニューロPMV_{TM}制御”⁽¹⁾を適用して、快適度指数 (PMV: Predicted Mean Vote) を

制御指標としている。これにより、単に温度設定値を上げる、あるいは下げるといっただけでは快適度が損なわれてしまうのを回避し、快適度の維持と省エネの両立を実現している。

また、インターネットを利用するため、国内にとどまらず世界中のビルにサービスを提供できる。

2 遠隔空調省エネサービスのシステム概要

遠隔空調省エネサービスのコンセプトとシステムの概要について述べる。

2.1 コンセプト

このシステムのコンセプトは、ビルオーナーの初期投資コストを極力少なくしつつ、省エネを提供することである。オーナーは特別な設備を購入する必要がなく、当社が用意するインターネット回線とルータを設置して、既存のBAシステムに接続するだけで、空調の省エネを実現できるようにする。

具体的には、対象ビルの各部屋の空調温度制御を実行しているBAシステムと、当社遠隔サービスセンターのサーバシステムをインターネットで接続する。サーバシステムは、温度や湿度など各種の空調情報を取得して、各部屋の最適な温度設定値を当社の特許であるニューロPMV_{TM}制御により計算し、温度制御を実行するBAシステムに最適な温度設定値を定期的に送信する。このように遠隔から制御することで、初期投資コストの大きな負担なく、空調エネルギーの削減を図る。

運用コストであるサービス費用は、削減できた空調エネルギー経費の一部から賄う(図2)。これは従来のESCOの考え方に近いものであるが、設備の更新や新規導入を伴わない点が大きく異なり、ESCOのような費用回収に対するリスクがない。

2.2 遠隔ニューロPMV_{TM}制御

暑い、寒いといった人間の温熱感覚には個人差があるが、同じ環境の中で大多数の人が満足する温熱感覚を定量的に扱うことを可能にした指標がPMVであり、ISO 7730(国際標準化機構規格7730)に規定されている。

当社は、このPMVをニューラルネットワークを使ってリアル

タイムに演算し、目標とするPMVになるように空調の温度設定値を制御する独自のニューロPMV_{TM}制御を開発し、空調温度制御システムECS(Energy Control System)として商品化してきた。従来、ニューロPMV_{TM}制御によるECSは、新設や既設のBAシステムに専用システムとして付加し、大きな効果を上げてきた。

今回、その制御演算や機能に改良を加え、ビルのBAシステムに対し目標PMVになる温度設定値を最適温度設定値として提供する、クラウドコンピューティングの概念に基づく遠隔空調省エネサービスのシステム開発を行った。

PMVは通常、室内温度、室内湿度、平均輻射(ふくしゃ)温度、気流速度、着衣量、及び活動量の6要素で計算される。ニューロPMV_{TM}制御では適応性を向上させるため、実質変化の少ない気流速度、着衣量、及び活動量は対象エリアごとに最適値を設定している。また、室内温度と室内湿度は実計測で、平均輻射温度は室内温度と外気温度・湿度から予測計算で求めている。

この中で室内湿度は、実際に計測されているビルがそれほど多くない。特に海外のビルでは計測されていない例が多く、ニューロPMV_{TM}制御の導入に障害となっている。そのため、外気条件、環境条件、及び空調機の能力などの、ほかの計測値やパラメータを利用して室内湿度を推定する機能を開発した。これにより、室内湿度を計測していないビルでも適用が可能である。

2.3 遠隔接続の条件

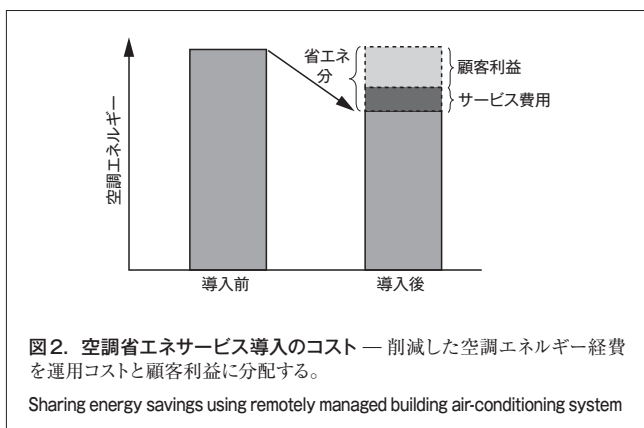
遠隔サービスセンターと顧客の既存のBAシステムを接続する接続方式には、BAシステムの通信プロトコルの国際標準であるBACnet^(注1)/IP(A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks/Internet Protocol)を採用している。

BACnetは1995年にASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)で規格化され、2003年にISO規格になっているプロトコルで、世界のBAメーカーがサポートしている。

BACnet/IPは、国内外の比較的新しいビルのBAシステムでは導入されているか、あるいはオプションとして付加が可能なオープンプロトコルであり、他社製のBAシステムを接続するサービスを実現可能にするものである。

3 遠隔サービスセンターのサーバシステム

今回、遠隔空調省エネサービスを実現するにあたり開発した、遠隔サービスセンターのサーバシステムの機能概要とその特長について述べる。



(注1) BACnetは、米国暖房冷凍空調学会の米国及びその他の国における商標又は登録商標。

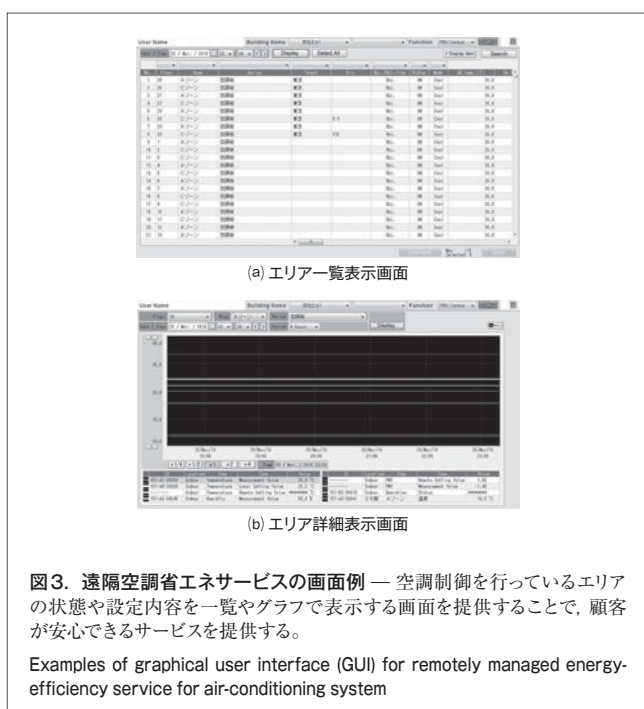
3.1 機能概要

このサーバシステムは、BAシステムからの情報収集と蓄積の機能を持つデータストレージサーバ (DSS)、快適空調制御として前述のニューロPMV_{TM}制御を行う機能を持つECS、及びこのサービス用の各種画面を提供する機能を持つWebサーバから構成される。

このサーバシステムと各ビルに取められているBAシステムを、インターネットVPN (Virtual Private Network) を介して接続することにより、DSSは各BAシステムからの情報を定周期で収集し蓄積する。このDSSに蓄積された情報を元に、ECSでは、ニューロPMV_{TM}制御により各ビルの各エリアで空間が快適となる温度設定値を算出し、DSSに送信する。そして、DSSがこの設定値を各BAシステムに定周期で配信することにより、各ビルの各エリアでの空調制御を行う。

これにより、顧客は、快適な空調制御サービスを受けることになるとともに、このサーバシステムのWebサーバにアクセスすることで、そのビルの空調制御の状況などを端末で閲覧することができる。このサービスが顧客に提供する主な画面は、次のとおりである。

- (1) エリア一覧表示画面 空調制御を行っているエリアの状態及び設定内容の一覧を表示する (図3(a))
- (2) エリア詳細表示画面 エリア一覧画面で選択したエリアの状態と設定内容を、それぞれグラフと一覧で表示する (図3(b))
- (3) オブジェクトリスト画面 BAシステムに登録しているオブジェクト (計測値・設定値ポイント) の状態の一覧を表示する



- (4) トレンドグラフ表示画面 オブジェクトリスト画面で選択したオブジェクトのトレンドグラフを表示する
- (5) データダウンロード画面 オブジェクトリスト画面で選択したオブジェクトのデータをCSV (コンマ区切り) 形式でダウンロードする

また、この遠隔空調省エネサービスの提供にあたり、運用管理部門向けに、各種の設定などを容易に行うための画面、及びシステムの状態や異常を通知するメール配信といった機能も実現している。

3.2 特長

このサーバシステムの特長として、次の点が挙げられる。

- (1) BAシステムとの接続にあたっては、BACnetプロトコルで接続することにより、当社製及び他社製のBAシステムに対してこのサービスを提供できる。
- (2) 画面の英語表記や対象となるBAシステムとの時差などを考慮しており、国内だけでなく国外のBAシステムに対してもこのサービスを提供できる。
- (3) 温度設定値の配信だけでなく、ビルの空調制御の状況など関連情報を顧客が端末で閲覧可能で、安心なサービスを提供できる。
- (4) 運用管理部門向けの画面やメール配信機能により、スムーズで、かつ安心できるサービスを提供できる。

このような特長を持つシステムを実現することで、より多くの顧客に対して安心して快適な遠隔空調省エネサービスを提供することができる。

4 遠隔空調省エネサービスの導入例

アラブ首長国連邦 (UAE) で、遠隔空調省エネサービスの実証試験を実施した。UAEは年間を通してほとんどが夏季の気候であり、最高気温が50℃近くになる場合がある。したがって、冷房のための空調エネルギー使用量が非常に大きく、ビルオーナーにとって大きな負担となっていることから、省エネによる負担軽減のニーズは大きい。ここでの実証試験の結果について、以下に述べる。

4.1 実証試験の結果

UAEのドバイ首長国の首都ドバイにあるショッピングモールの一部エリアで、4週間にわたり省エネ効果実証試験を実施した。既設システムによる空調機制御と遠隔空調省エネサービスを1週間ごとに切り替え、空調機で使用される冷水量に基づくエネルギーを比較することで遠隔省エネ制御の省エネ効果を評価した。

実証試験を実施した一部エリアのPMV値の推移を図4(a)に示す。遠隔空調省エネサービスの場合、快適指標であるPMV値が一定になるよう空調機を制御できていることがわかる。対する既設制御の場合、基本的に空調機の設定が一日中

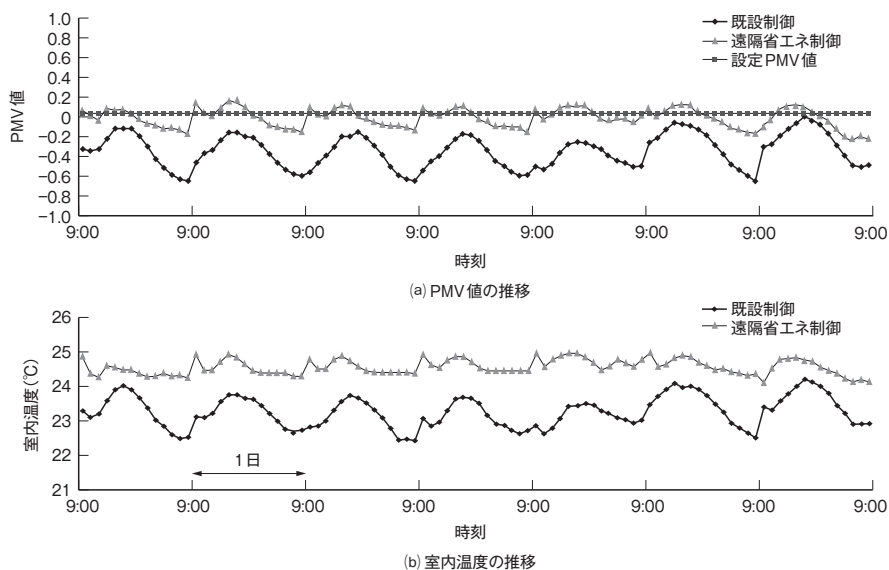


図4. 室内環境の推移 — 実証試験の結果、遠隔省エネ制御のほうが設定PMV値に近く制御され、過剰冷房にもならなかった。
Trends of predicted mean vote (PMV) value and indoor temperature

表1. エネルギー削減効果の例

Examples of resource savings obtained by tests

制御方式	冷水使用量 (m ³)		消費エネルギー量 (kWh)	
		省エネ率 (%)		省エネ率 (%)
既設の空調機制御	60,331	—	510,658	—
遠隔省エネ制御サービス	56,573	-6.2	437,140	-14.4

変更されないため、特に早朝と夜間で快適度が損なわれていることがわかる。

また、図4(b)では室内温度を比較している。遠隔省エネ制御はPMV値が一定になるよう室内温度を制御できているのに対し、既設制御の場合は早朝と夜間で過剰冷房となることが見受けられる。

この実証試験では、遠隔省エネ制御の期間は既設制御の期間と比較して外気温度が高く、冷房のためにより多くの空調エネルギーが必要になるという悪条件にもかかわらず、14.4%のエネルギー削減という大きな省エネ効果を確認できた(表1)。

この結果から、遠隔空調省エネサービスを利用することで、快適度を維持しつつむだな空調エネルギーを削減できたことがわかる。

4.2 付加的な省エネ効果

今回の実証試験では空調機が使用する冷水量について省エネ効果を評価したが、実証試験で実際に評価できなかった冷水を生成し供給する設備に対しても省エネ効果があったと考えられる。

5 あとがき

遠隔空調省エネサービスは、現在世界的に高まっているビル施設での二酸化炭素(CO₂)削減のニーズをより簡易に実現できる技術、かつビジネスモデルとして期待される。

更に、遠隔空調省エネサービスを含む遠隔サービスとして、今後、モデルベースの省エネサービスや、エネルギー管理サービス、UPS(無停電電源装置)遠隔メンテナンス、自動制御機器遠隔メンテナンスなどのサービスを開発し、顧客の省エネ、省力、及び省コストに貢献していく。

文献

- (1) 花田雄一, ほか. 生活者の行動を優先した快適空調制御システム“ニューロPMV_{TM}制御”. 東芝レビュー. 62, 6, 2007, p.24-27.



池田 耕一 IKEDA Koichi

社会システム社 社会システム事業部 施設システム技術第二部。ビル・工場のBAシステム及び空調自動制御システムのエンジニアリング業務に従事。電気設備学会会員。Infrastructure Systems Div.



平岡 由紀夫 HIRAOKA Yukio

社会システム社 府中事業所 社会インフラシステムソリューション部 主務。公共システム及び社会システムのソフトウェア開発に従事。電気学会、環境システム計測制御学会会員。技術士(上下水道部門)。Fuchu Complex



小林 尚志 KOBAYASHI Hisashi

社会システム社 社会システム事業部 施設システム技術第二部。空調自動制御システムのエンジニアリング業務及び海外事業展開の推進に従事。Infrastructure Systems Div.