

- 計装技術で実現する空調設備の省エネルギー -

日本電技株式会社 技術部 エンジニアリング課
松浦 勝博

1. はじめに

ビルや工場を新築する場合、今や省エネルギーを考慮しないで建設することはまずないと言っている。代表的なものとして、

- ・ オンサイト発電と排熱利用により高いエネルギー効率を発揮する熱電併給コージェネレーションシステムの設置
- ・ COPの高いヒートポンプ式熱源の設置
- ・ 夜間電力を有効利用するとともに昼間の電力ピークカットが可能な蓄熱槽設備の導入
- ・ 搬送動力を低減する変風量空調設備や大温度差空調設備の採用

などがある。いずれの場合も、機械設備に対する抜本的な対策であり、新築においては大きな効果が期待できる。しかしながら、既存の建物に対する省エネ改善においては、補助金制度を利用したとしても、設備投資金額が大きい。そこで、計装エンジニアリング会社である弊社では、大きな設備投資を行わずに、計測・制御といった計装技術を駆使して、既存の建物の省エネルギーを実現するビジネスを展開している。

本稿では、計装技術で実現する空調設備の省エネルギーを「制御」「計測」「分析」という3つの観点から、弊社の実績を踏まえて紹介したい。

2. 制御技術の工夫で実現する省エネルギー

まずはじめに、制御の観点からの省エネルギーについて説明する。表1に示すものは、空調自動制御技術を用いて実現できる省エネルギー手法についてまとめたものである。いずれも低コスト・短期間で構築可能であるため、弊社の手掛けたESCO事業における省エネメニューとして実績のある手法である。

この中で最も多く採用されるのがポンプやファンのインバータ化である。負荷に応じてバイパス弁で負荷側に流れる流量を調整していたものを、ポンプから吐出される流量そのものを可変とする（低負荷には低流量とする）ことにより、ポンプ動力の低減を狙ったものである。

表1：自動制御による省エネルギー手法

区分		手法
大項目	小項目	
熱源	熱源機	熱源機器台数制御の最適化 季節による熱源機器出口温度設定値の変更
	補機	冷温水1次、冷却水ポンプのインバータ制御
熱搬送	水搬送	2次ポンプの台数制御・インバータ制御 吐出側手動弁による流量調整からポンプのインバータ化
		空気搬送
	空調負荷	ウォーミングアップ時の外気取入量抑制
		外気冷房制御
CO2濃度による外気取入量制御 除湿再熱制御の取り止め		
動力	換気設備	駐車場換気ファンをスケジュール制御からCO2濃度制御に変更
その他	受変電	電力デマンド制御
	照明	照明点灯区画および点灯時間の最適化

表1の内、熱源設備における冷却水の変流量制御の事例について解説する。冷却水の変流量制御は図1に示すように、冷凍機冷却水出口温度によって、冷却水ポンプのインバータ周波数を制御し、冷却水流量を調整するものである。冷凍機の負荷が小さいときは、冷却水の流量を絞っても十分な冷却効果を得ることができるという原理を用いて、冷却水を変流量としている。一般的に熱源機械室は地階に、冷却塔は屋上にあるため、冷却水ポンプの容量は大きく、変流量にして動力を低減すると、大きな省エネルギー効果を得ることができる。ただし、冷凍機単体効率を悪化させないような考慮をしておく必要がある。

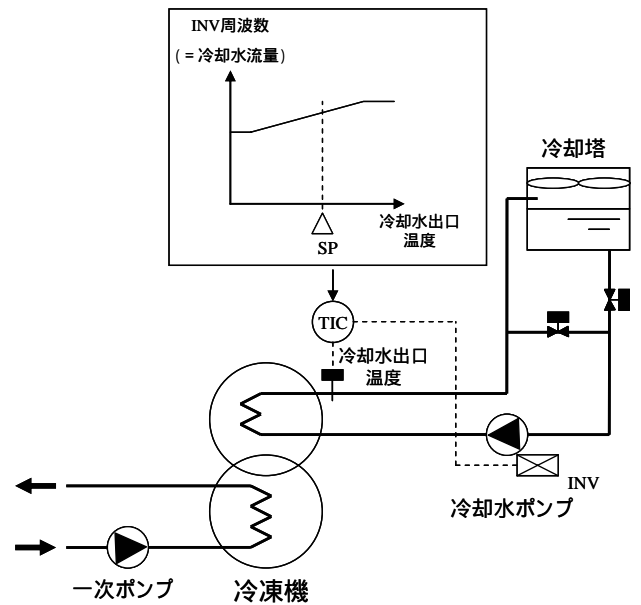


図1: 冷却水変流量制御

3. 計測技術を応用したエネルギーモニタリングシステム

次に計測の観点からの省エネルギーについて説明する。省エネルギーを推進するためには、エネルギー消費量を正確に把握し、省エネルギー活動の問題点の発掘や改善効果を確認することが重要である。このため、常時エネルギー消費に関わる管理点の計測および記録を行うことが必要となってくる。

ここでは図2に示すような弊社で構築しているエネルギーモニタリングシステムを紹介する。このシス

テムは特定メーカーの専用システムではなく、ローカル側計測モジュールから上位の中央監視装置に至るまで、オープンシステムとして構築している事例である。ローカル側はLONWORKSネットワークやCC-Linkなどのオープンフィールドバスを使用して接続を行い、ゲートウェイ装置やシーケンサを経由し、Ethernetを用いて上位の中央監視装置との通信を行っている。

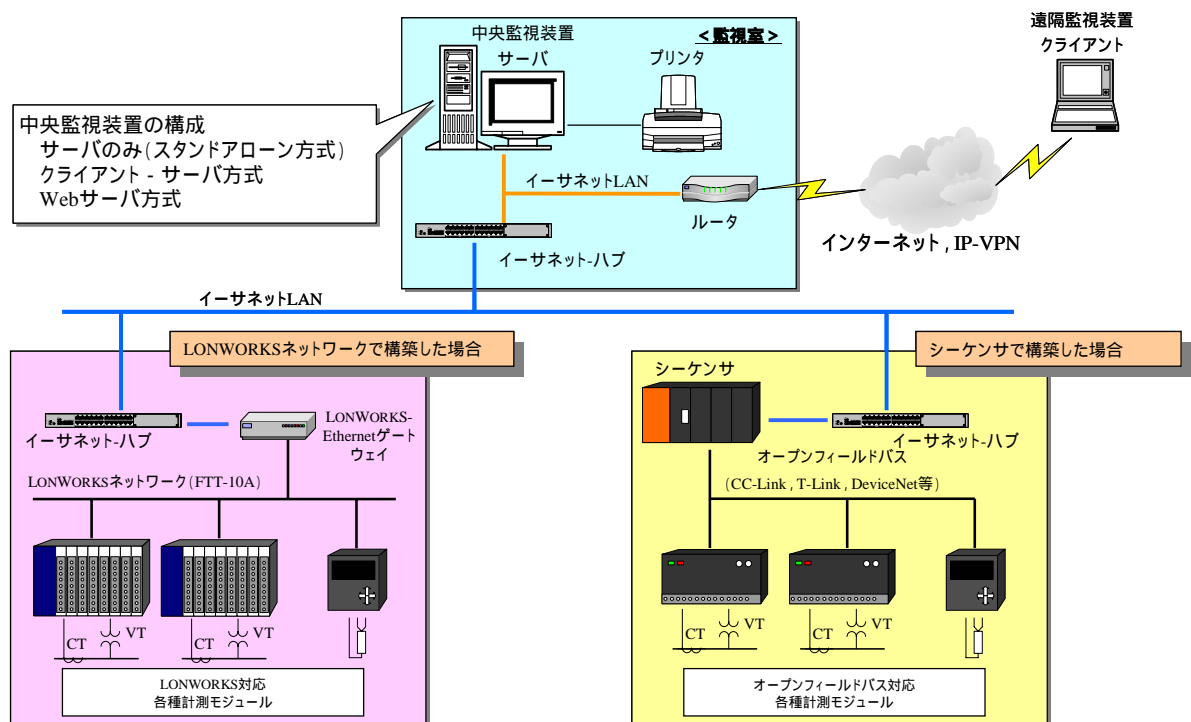


図2: システム構成図

3.1 システム構成

(1) ローカル側

ビル・工場内のエネルギー消費量を把握するための管理点として考えられるのは、電気設備であれば消費電力、熱源設備であればガス・重油などの燃料の流量や冷温水・蒸気などの熱量がある。電力計測であればVT/CTの2次回路を電力監視モジュールに接続し、モジュール内で電流・電圧・有効電力・積算電力量などを演算する。また、既存の電力量計の積算パルスを利用する場合も多い。流量・熱量計測には流量計および熱量計からのパルス出力信号をパルスカウンタモジュールへ入力し、積算流量・熱量を演算する。また、流量×温度差の演算により熱量を得る方法もある。

(2) 中央監視装置側

ローカル側の計測モジュールのデータはネットワークを使用して上位の中央監視装置に送信し、ここで計測データの監視と記録を行う。中央監視装置のハードウェアは汎用のパソコンを使用してWindows環境で利用できる形態としている。さらに、監視や記録機能については市販のSCADA (Supervisory Control & Data Acquisition) ソフトを利用して構築してある。また、中央監視装置をWebサーバ方式としたり、クライアント・サーバ方式としたりすることにより、管理担当者だけでなく、ビル内・工場内の多くの関係者がデータを閲覧することができ、省エネルギー意識の高まりを期待することができる。さらに最近ではインターネットやIP-VPN(グループアクセス網, 広域イーサネット)等のネットワーク技術を利用して、本社から工場の状態をリアルタイム監視するなど、広域での監視が可能となっている。

3.2 中央監視機能

中央監視装置で取り込んだ管理点信号は、リアルタイムでその計測値を監視するとともに、中央監視装置内のハードディスクに保存する。

中央監視装置の基本的な機能を下記に示す。

(1) 現在値表示 (一覧表形式 / サマリグラフ形式)
計測値の現在値を表示する機能であり、設備構成を模式的に表したサマリグラフ表示方式が有効である。

(2) トレンドグラフ表示

管理点の現在値・履歴値を表示する機能であり、時間軸を可変 (1時間 ~ 1週間程度) にして、短時間の変化から中期的な傾向を把握する。

(3) 帳票 (日報・月報・年報) 表示

保存した管理点の履歴値から帳票に展開する機能であり、日報においては、毎正時の瞬時値 (温度など計測点) と1時間毎の差分値 (電力量など計量点) を記録・表示する。また、1日の集計データとして、平均値・最大値・最小値・合計値の演算値を記録・表示し、この日報集計データを月報・年報に展開する。

4. エネルギー管理に重要なデータ分析機能

最後に分析の観点からの省エネルギーについて説明する。

エネルギーモニタリングシステムにて、多くのエネルギー消費量データが蓄積されるが、トレンドグラフや帳票機能だけでは、問題点の発掘や改善効果の確認には不十分である。したがって、これらのデータを基に様々な観点から分析を行える機能が必要となる。そこで、標準パッケージソフトとして開発した「データ分析ツール」と、お客様個別にカスタマイズ品として製作した「エネルギー管理ツール」を紹介する。

4.1 データ分析ツール

データ分析ツールは、**図3**に示すように中央監視装置に蓄積された帳票データや、他の計測記録装置に保存されているCSV形式データを基にして、様々なスタイルの一覧表示やグラフ表示を行うことができる。以下にこのデータ分析ツールの特徴的な機能について説明する。

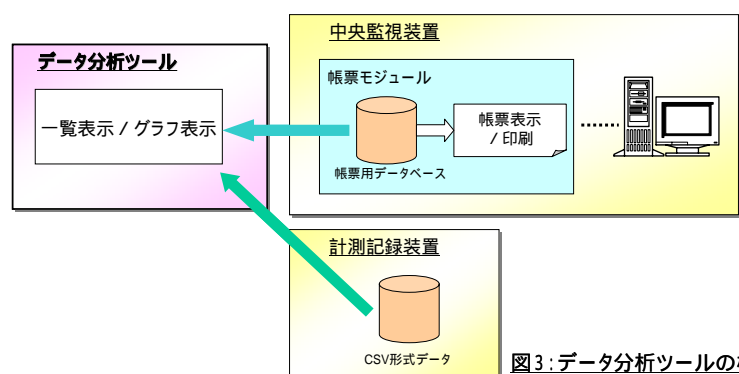


図3: データ分析ツールの構成

(1) グラフ表示機能

エネルギー消費量の傾向を全般的に把握するためには、数値の羅列だけではなくデータの変化をビジュアルに見て取れるようなグラフ表示が有効である。このため「データ分析ツール」では、表2に示すような数多くのグラフを用意している。

上記のようなグラフは、今では表計算ソフトを利用すれば表示することは可能であるが、CSV データをコピー&ペーストして、グラフ設定を行うなど、数々の作業が必要となる。このデータ分析ツールはそういった手間を一切必要とせず、メニュー操作のみの簡単な作業で必要な期間のデータをグラフ化できるところに大きなメリットがある。

表2：グラフの種類と主な用途

グラフ名称	主な用途
折れ線グラフ	計測値の時間的変化を把握する
積層棒グラフ	計量値の割合と全体量の時間的変化を把握する
横並び棒グラフ	個々の計量値の時間的変化を把握する
折れ線 + 積層棒グラフ	計測値と計量値の関係を時系列で比較する
折れ線 + 横並び棒グラフ	計測値と計量値の関係を時系列で比較する
円グラフ	選択したデータの割合を比較する
散布図グラフ	選択した2つのデータの相関関係を調査する
ヒストグラム	一つのデータにおけるばらつき具合を調査する

(2) 単回帰分析

2つのデータを選択して、単回帰分析演算を行い、回帰方程式 ($y = a + bx$) を導出し、図4に示すよう散布図上に単回帰直線を描画する機能である。選択したデータの相関関係をビジュアルに表示し、エネルギー消費量と温度の関係など、どの程度因果関係があるのかを分析することができる。

(3) 重回帰分析

1つの目的変数に対して4つまでの説明変数を選択することができ、重回帰分析演算を行い、回帰方程式 ($y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4$) を導出する機能である。図4に示すよう方程式の各項の値を棒グラフ形式で表示する。1つのデータに対して、どのデータが一番影響を及ぼしているかを分析できるので、改善すべき点を見つけるのに役立つ。

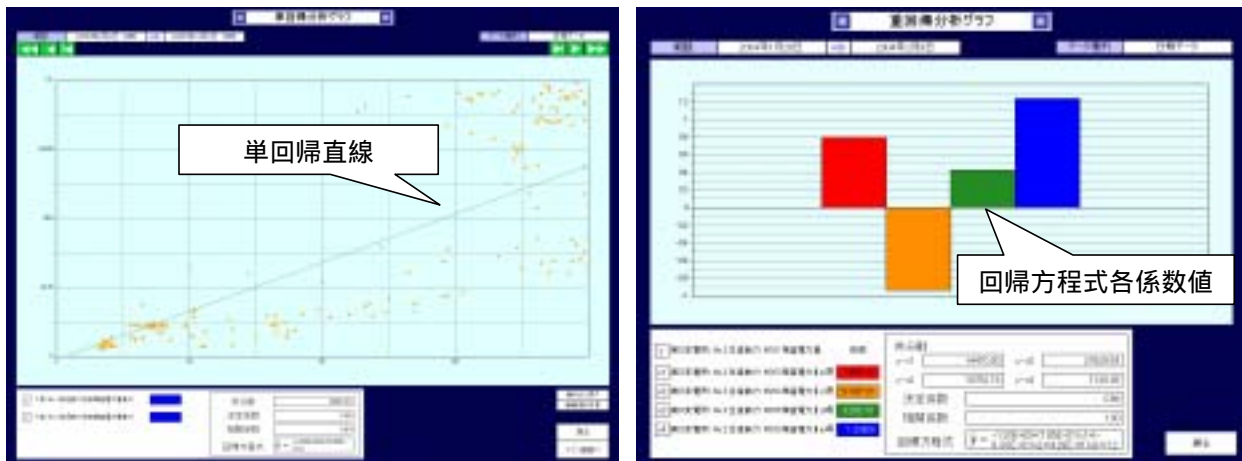


図4：単回帰分析と重回帰分析グラフ

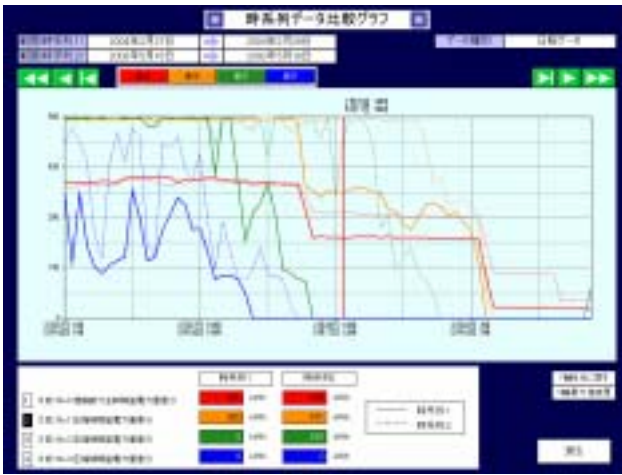


図5:時系列データ比較グラフ

(4) 時系列データ比較

折れ線グラフにおいて、図5に示すよう2つの異なる時系列データを同一グラフに重ねて表示する機能である。夏冬比較や前年同時期比較など、時期による状況の変化や、設備改修前後の改善効果確認などに利用する。

4.2 エネルギー管理ツール

エネルギー管理では、お客様独自の管理手法やスタイルを持っている場合がある。このような要望に応えるため、弊社ではお客様毎にエネルギー管理ツールをカスタマイズで製作している。図6に示すものは、空調中央監視装置に蓄積されるデータを基に、データの一覧とグラフを表計算ソフト上に自動展開するツールである。

この例では、ボイラー蒸気消費量を棒グラフ、ボイラー効率を折れ線グラフで表示し、蒸気消費量と効率の推移を把握することを目的としている。その他冷凍機ガス使用量と冷凍機効率グラフや、蓄熱量と冷凍機効率グラフなど、お客様が常に管理する観点に基づいたワークシートを用意している。

この他にもエネルギー消費コストを加味した管理ツールや、地域熱供給プラント向けの運転管理支援ツール等の製作も行っている。

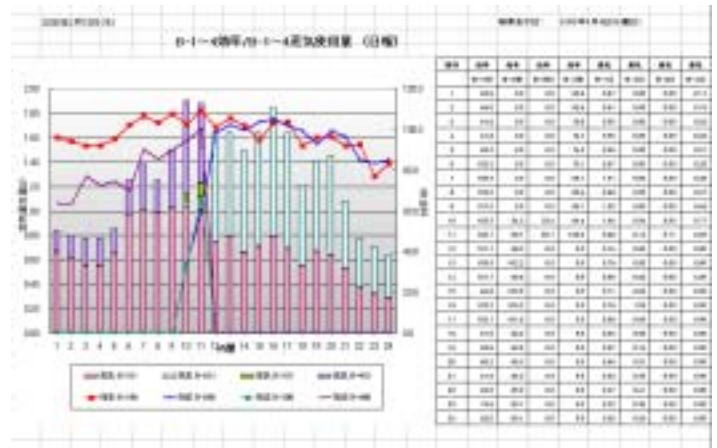


図6:エネルギー管理ツール

5. 最後に

以上のように計測・制御といった計装技術を駆使することで、省エネルギーを効果的に図ることができるとともに、お客様の省エネルギー活動を支援する技術を提供できることが分かったと思う。設備改修・機器更新など大がかりな手が掛けられない建物・工場においては、是非検討していただきたい省エネルギー手法である。

弊社では今後も計装技術を用いた省エネルギー技術の調査・研究を行い、ESCO事業等を通じて、各方面での省エネルギー活動に寄与していきたいと考えている。

LONWORKS ネットワークは米国 Echelon 社の登録商標です。