

「空調設備の省エネ手法と実務」

日本プロパティマネジメント教育研究所 理事 松岡浩史

ソフト面からの省エネについて

今回は、主に大型タイプの空調設備の省エネについてとりあげます。

空調設備の省エネはハード面とソフト面に分かれます。ハード面は、改修とか更新することによって省エネをはかるものですが、これには相当なコストがかかります。ソフト面は運用面、取扱い方法を改善することによってコスト削減を図るものです。テーマはソフト面から簡単な方法でお金をかけないで省エネを行うことを目的とするものです。難しい技術手法を知らない方でも、割合簡単に省エネができるというものを主体に紹介します。

新築ビルでは、空調設備業者は施設を100%使用するという前提の下で調整をしています。ところが実際には当初の予想に反して、半分くらいしか入居していないというケースが結構あります。

実際は60%くらいしか入居者がいないとなると、そこに大きなエネルギーロスが出ます。実態に即した省エネを進めるため、実際現場でどうすれば効果が上がるのかを考えてみたいと思います。

エネルギーロスに対して、「おまかせ調整」から「自前調整」への転換

空調の省エネといえば、まずは室温です。暖房の時期は、「もっと室温を下げましょう」、冷房の時期は、「室温をもっと上げましょう」というのがイメージとして浮かびます。

しかし、室温の調整だけが省エネではありません。空調設備自体の運用見直しが必要なのです。なぜ空調設備の運用見直しが必要なのかというと、空調の多くは100%の運用を想定して調整されているからです。ところが実際の空調負荷は50%から70%というレベルに止まっています。シーズンオフの中間期でも100%の調整のもとで稼働しているのが実情です。そこに大きなエネルギーロスが発生しているのです。

では、それに合わせて調整すればいいのですが、ほとんどが空調メンテナンス業者におまかせした「おまかせ調整」の現場が非常に多いのです。

具体的に例を挙げますと、夏のシーズン真っ盛りに冷房をかけます。これは100%近い運用がなされています。ところが秋口になりますと、冷房負荷が減少します。それにもかかわらず、夏と同等レベルで冷房機が回っています。そこにエネルギーロスが生じます。冷房負荷が下がったら、それに応じた調整をすることにより大きな省エネ効果が発揮できます。

また、外気取り入れの問題があります。通常は、建物の中に100%の人がいることを想定

して外気を取り入れています。しかし、実際には建物の中に 50%の人がいるだけであれば当然のことながら外気取り入れ過剰となります。

なぜ過剰の外気取り入れが大きなエネルギーロスになるかというと、暖房時には過剰の外気を温め、冷房時には過剰の外気を冷やし、それを排気として建物外に放出するからです。そこに膨大なエネルギーロスが生じます。そういうことが放置されたままの現場がたくさんあるのです。

そういったことを自分たちで調整しましょう。すなわち業者任せの調整をするのではなくて、自分たちで調整しましょう、つまり、「おまかせ調整」から「自前調整」への転換が大事なのです。

PDCAサイクルについて

一般のビルで消費されるエネルギーの状態は、だいたい空調関係に使われる一次総エネルギー(電気、ガス、燃料油の合計)の割合が約 50%、照明が約 30%、残りがエレベータや給水設備などの動力、コンセント、OA 機器関係に使われています。

約 50%を占める空調設備の省エネを実行して成功すれば、その建物の省エネはほとんど成功したと言ってもよいのです。したがって、ビルにおいては、いかに空調設備の省エネが大事かということを強調しておきたいと思います。

【省エネに取り組む基本姿勢:PDCA サイクル】

省エネに取り組む姿勢には、一般に広く知られた PDCA があります。

P (plan) :管理基準の設定、省エネ目標の選定

D (do) : 運用変更の実施

C (check) : 効果の判定、評価

A (action) : さらに運用見直しが可能かどうか検討

こういうサイクルで回していくのが、省エネへの基本姿勢です。

・P (plan)とは、省エネのターゲットを選定し、どのようなやり方でやるか、実施方針を決定します。目標が室温の調整なのか、外気取り入れの削減なのか、そうしたメニューの中からターゲットを選定します。つぎにガス、電気料金やエネルギー消費量はどうなっているのかを調査し、削減目標を設定します。これがプランです。

・D (do)は plan が決まったら、実際にどのような手法でやるのかといった段取りに着手します。つぎにスケジュールを作ります。それから調整の前に各部の温度や圧力、流量などを測定します。さらに何%くらいの省エネになるのか、効果を予想します。そうした段取りをふまえて調整を開始します。これが do です。

・C (check)のチェックは、調整の結果、どのような変化が現れたかを測定し、省エネ効果を

評価します。これが check です。

・ A (action)は、省エネが確定したら、運用マニュアルの見直しをします。

これでワンサイクルが終わりますが、これで終わるのではなく、また次のステップを踏みましょう。たとえば室温調整が終わったら、次は外気取り入れ調整に取り組みます。そこにまた同じように PDCA のサイクルを使います。これが省エネの基本姿勢です。

省エネマインドについて

では、次は何から始めるか、省エネ、省エネと言いますが、いったいどこから始めるのかという問題があります。それに対しては 4 つの条件があります。

現場で容易にできる

設備投資を伴わない

省エネルギー効果が大きい

運用変更に対して居住者の理解と合意が得られている

この 4 つの条件が満たされている分野から、運用見直しを実施します。

たとえば、先ほどの室温の調整は、この 4 項目の上から 3 番目までは当てはまります。

1 温度を調整することでだいたい 10% くらいの省エネ効果があると言われているので室温調整による効果は非常に大きいのです。しかし、不用意に室温の調整を行うとクレームを伴う場合が多いので、事前に最後の項目である入居者の理解と合意を得ておくことが極めて大事です。

次に、いつ実施するか、ということがあります。冷暖房最盛期に省エネをやることは非常に難しいです。設備は目いっぱい稼働していますから、省エネをやるのはなかなか難しい。一番やりやすいのは中間期で、4 月、5 月、あるいは 10 月、11 月の時期に省エネを実施すれば、大きな効果を期待できます。

最後に省エネマインドをご紹介します。これは省エネに対する精神です。簡単に言えば、「もったいない」という精神ですが、じつはとても難しいのです。

通常、建物の現場管理では、技術者が定期的に点検表に基づいて、チェック項目にチェックを入れていきます。たとえば換気ファンの点検の場合は、異常音や振動の有無、ベルトの状態、電流値が正常かどうかなどの項目にチェックを入れてゆきます。そして、すべての項目に問題がなければ、技術者は「正常」という判断をします。

そこに建物のオーナーがやって来て、換気ファンの前に立ち止まったとします。オーナーは技術者のような見方をしません。

どういう見方をするかと言いますと、「このファンはいつ見ても回りっぱなしだが四六時中、回す必要があるのだろうか」と考えます。電流計を見ると 10 アンペアを指している。それを見て彼はこう考えます。「10 アンペアを電力に換算するとどのくらいになるだろうか。1 日に 10 時間止めたらどれだけ省エネになるだろうか」これが省エネマインドです。

ですから、みなさんが今までやってきた目線では省エネにつながっていきません。経営者の目線で設備を見ていくことが省エネの前提条件なのです。

この設備は必要ないのではないか。

運転時間をもっと短縮できないか。

運転台数をもっと減らせないか。

よりきめ細かな効率のよい運用はできないか。

過剰な設備は停止させたい。

これらは経営者に共通するマインドでもあるのです。こういう目線で皆さんが設備を見ていくことによって、問題意識が起きて非常に大きな効果を生みます。

月次点検はもちろん必要ですが、それにプラス省エネマインドを身につけていただく必要があります。

現場でできる省エネ手法について

空調設備の省エネ手法は、大きく分けて4項目のカテゴリーに分類されます。

- (1) 負荷の低減
- (2) 熱源設備の効率運転
- (3) 搬送動力の節減
- (4) 効果的な運用

効果的な運用とは、要はいかに空調の時間を短縮できるかということです。これらについて紹介をしていきます。

(1) 負荷の低減

室内温度の緩和	*クールビズ、ウォームビズの普及	室温を夏期 28、冬季 20 に近づける。居住者の合意が実現のポイント。
外気量の削減	*外気量の削減 *起動時における外気導入制限	外気導入量の削減により冷暖房負荷を下げることを目的とする。CO ₂ 濃度を検出して制御する手法が有効。
外気冷房の導入	*中間期における外気冷房の活用	外気温度 15 以下で実施すると効果的。
混合ロスの改善	*再熱制御システムの取りやめ	冷房期の温湿度条件を緩和できれば、加熱システムを取りやめ、冷却のみとする。

室内温度は、ビル管理法や労働安全衛生法では、冷暖房の温度は 17 ~ 28 と定められています。ところが国の基準は、暖房温度は 20 まで下げ、冷房温度は 28 まで上げましょうと言っています。室温の調整は簡単な操作でだれでもできますが、クレームが出やす

いという特徴があります。したがって、オフィスでは事前に、クールビズ、ウォームビズの了解を得ておく必要があります。

新鮮外気量取り入れ量の削減は省エネの大きなポイントです。外気を取り入れすぎると多大なエネルギーロスになります。ですから外気を取り入れは必要最小限に抑えなければなりません。それが適正かどうかの判断はCO₂濃度の測定によって行います。CO₂濃度はビル管理法や労働安全衛生法では1000ppm以下と定められています。ところが実際には500～600ppmという低レベルの空気環境が非常に多いのです。これは明らかに外気取り入れ過剰でありそこに大きなエネルギーロスが発生しています。上限値の1000ppmまで近づけることで大きな省エネ効果を上げることができます。

また、冷房の中間期で外気温度が15℃くらいまで下がったら、熱源機を止めて外気導入による冷房に切り替えます。この場合は大いに外気を取り入れましょう。

OA機器などを使っているところでは熱を放散しますから、冬場でも冷房機をかけます。

一方、窓際は寒いので暖房します。そこに冷風と温風が混ざり合うという混合ロスが発生します。冷風と温風が混合しないような対策が必要です。

さらに、せっかく冷房した空気を湿度調整のために再加熱するという、もう一つの混合ロスの問題があります。厳格な温湿度条件が必要なケースは別として、再加熱を止めることで大きな省エネ効果を上げることができます。

(2)熱源設備の効率運転

台数制御による熱源の高効率化	<ul style="list-style-type: none"> *台数運転方式の改善 *手動によるこまめな調整 *部分負荷時の優先順位 	<p>熱源機器が数台設備されているシステムで常に最高効率点で運転できるように設定点を変更する。</p> <p>手動の場合はこまめな調整によって高効率運転をめざす。</p>
冷温水発生機、ボイラーの燃焼効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> *空気比の調整 	<p>失火と発煙を恐れるあまり空気比は高めに調整されがち。年数回の測定調整により1.1に近づける。</p>
ボイラー効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> *蒸気設定圧力の調整 	<p>蒸気圧力を下げることによりボイラー効率を上げる。</p>
冷凍機の成績効率(COP)の向上	<ul style="list-style-type: none"> *冷水温度設定の変更 *温水温度設定値の変更 *冷却水温度設定値の変更 	<p>中間期等の低負荷時、冷水温度を高めに設定することでCOPの向上を図る。</p> <p>暖房温水温度を下げることは機器効率向上、熱ロス減少につながる。</p> <p>中間期等の低負荷時は低く設定すればCOPの向上につながる。</p>

台数制御による省エネについて説明します。夏の一番暑い時は冷房機がフル回転します。秋口になれば負荷が減りますから追従機を止め、ベース運転機の出力を上げて、一台の運転にします。また通常は大型機がベース機で、小型機が追従機になっています。秋口になったら、小型機をベース機に変更することで熱源の消費を下げます。

冷凍機の成績係数、冷凍効率、これを COP と言いますが、これを向上させることによって、熱源側の効率を上げることができます。COP を上げる方法としては、秋口には冷水温度を高め設定し、冷却水(冷却塔)温度を低く押さえるという手法があります。また、冬季では温水温度を下げることで配管からの放熱損失を減らすことができます。

(3)搬送動力の削減

ポンプ類の動力削減	*冷温水量の大温度差化 *冷却水量の変更	中間期の低負荷時は流量を絞ることで出入口温度の大温度差化を図り、ポンプ動力を低減させることができる。 中間期は冷却水量を絞ることが可能であり、ポンプ動力を低減させることができる。
空調機の動力削減	*送風量の変更 *VAV 方式の送風温度変更 *コイル・フィルターの清掃	送風量は最大負荷時の性能を確保する条件で設定されている。軽負荷時に風量を減らすことで省エネを図る。 吹き出し温度を変更することでエネルギー量の削減を図る。 コイル・フィルターを清掃し、通過抵抗を減らすことで搬送動力の低下を図る。

搬送動力には、大きく分けてポンプとファンがあります。

冷温水量の温度差というのは、空調機やファンコイルの行きと帰りの温度差ですが、それが 3 以下のところが結構多いのです。行きが 7 で帰りが 9 と、その温度差が少ないということは、あきらかに流量が多すぎることを意味しています。それだけポンプの動力を無駄に使っているということですから、それをもう少し減らしましょう。

たとえば 3 台使っているポンプを 1 台やめて 2 台にすることで流量を減らし、入口と出口の温度差を広げ、ポンプの動力を減らすことができます。これを実施するのはやはり中間期です。冷却水量も流量を絞ってポンプの動力を下げる。これもやるのは中間期です。

空調機の送風量というのは、最大負荷時を想定して設定されていますから、中間期には風量を減らしましょう。VAV 方式というのは、空調負荷に対応して送風機の風量を変える方式のことです。風量はインバータによってファンの回転数を上下することで変えることができます。

冷温水コイルのフィルターが汚れてきますと、増エネになります。
 フィルターが汚れてくると、2つの現象が現れます。ひとつは風の通りが悪くなりますから、風量が下がり、空調がきかなくなります。もうひとつは、目詰まりして入ってくる空気量が少なくなりますから、制御システムが働いてファンの回転数が上がります。上がれば当然のことながら動力が上がります。このように、フィルターが汚れると空調の効きが悪くなるばかりでなく増エネにもなるので、こまめに清掃しましょう。

(4) 効率的な運用による動力削減

空調設備	<ul style="list-style-type: none"> *立ち上がり時間の短縮 *ナイトパーズ *空調設備の間欠運転 	<p>中間期の立ち上がり時間短縮は省エネ効果が大きい。</p> <p>早朝の冷気で館内をプレ冷気することで冷房負荷の削減を図る。</p> <p>発停の温度差を大きくすることで省エネ化を図る。</p>
換気設備	<ul style="list-style-type: none"> *不必要箇所の換気中止 *間欠運転 	<p>日常使用されない部屋の換気の停止。</p> <p>日常使用されない倉庫等の換気をタイマー等により間欠運転とすることで省エネを図る。</p>

空調のエネルギー消費の最も大きい時間帯は運転開始後の1~2時間です。ですから、空調の立ち上がり時間をいかに短縮するかということが大切です。通常は、始業時間の2時間前、7時頃に空調機を運転して、9時には設定温度になるようにしているのが一般的です。ところが年中同じ時間に運転開始しているところが結構あります。中間期に入って外気が上がってきた頃に、冬場とおなじ7時から運転する必要はありません。運転開始時間を30分なり1時間なり繰り下げることで立ち上がり時間の短縮を図りエネルギーロスを抑えることができます。

さらに、立ち上がり時に外気導入量を抑制して省エネを図るという方法があります。すなわち、始業前に冷温水発生機を先に運転して冷水または温水を循環させておきます。そして始業直前に送風ファンを運転するという手法です。この手法は、立ち上がり時のファンの動力を削減できるだけでなく、デマンド値(最大需要電力)を抑制できるというメリットがあります。

それからナイトパーズがあります。これはどういうことかということ、夜間に冷たい外気を取り入れて建物の中を冷やします。そうすると翌朝、冷房をかけた時に、立ち上がり時の動力が少なくて済みます。そういう手法で冷房負荷を減らすことをナイトパーズといいます。

空調設備の間欠運転というのは、発停の温度差を広げることで省エネをはかります。

27 まで来たら冷房が動き出し、24 になったら止まるというように、発停の温度差を広げることによって、空調機の停止時間を長くするのです。

また換気設備も、普段使わない倉庫や駐車場など、人があまりいないところでは回し放しにするのではなく、時間帯を決めて回します。タイマー設定をするのもいいでしょう。これも停止時間を増やすことで省エネをはかります。

現場でできる省エネ手法の実施編

(1) 負荷の低減

室温の調整	<p>冷暖房温度を 1 緩和できれば熱源で消費されるエネルギーはそれぞれ 10%削減できるといわれている。一般に冷房 26 、暖房 22 に調整されているが国の推奨値は冷房 28 、暖房 20 。</p> <p>居住者の理解と合意を得ることが室温調整のポイント</p>
-------	--

過剰外気量の削減	<p>基本事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 竣工引き渡し時のまま運転すると、居住者が少なければ 3 倍以上の外気取り入れになってしまうことがある。 b) ビルの規模や用途にもよるが取り入れ外気の冷房負荷はビル全体の 1/3 程度にもなると言われている。 c) 室温と外気温度が近い時期や時間帯は、この手法は逆に外気を取り入れる方が省エネルギーになる場合がある。 <p>実施要領</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 室内の CO₂ を測定しつつ外気ダンパーを調整する。 b) ビル管理法では CO₂ 濃度は 1000ppm 以下と定められているので 850 ~ 900ppm くらいを調整の目安とする。 c) 調整前の濃度が低いほど省エネも大きい。 d) 外気ダンパーだけでなく、排気ダンパーや換気扇等の排気風量も測定し、建物全体で「外気量=排気量」になるように調整する。 <p>注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 建物全体が負圧になっている場合や特殊用途、多量の換気が必要とする部屋がある場合は専門家への依頼が必要。 b) ダンパーの開度と風量は比例しない。開度 70% くらいでは風量は全開時とほとんど変わらない。
----------	---

<p>立上り時の外気 量制御</p>	<p>基本事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 始業前の空調立ち上り時に外気導入を停止して冷暖房負荷を削減する手法。この時間帯の室内温度負荷は非常に大きく、外気負荷も大きいため、省エネ効果は大きい。 b) 外気負荷が大きい季節、立地では大きな省エネルギー効果が期待できる。 c) 空調負荷は立ち上りの 1 時間が突出して高いのでエネルギー使用量だけでなくデマンド値も抑制できる。 <p>実施要領</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 熱源だけを先に起動し、始業時刻に冷温水の水温が適切になるようし、始業直前に外気・循環系を投入する。 b) タイマーによるスケジュール運転にすると効果的。 <p>注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 病院や警備・監視など 24 時間使用を前提とするビル・系統では使用できない。 b) 風量が個別に設定可能なことが前提。
------------------------	--

<p>外気冷房</p>	<p>基本事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 外気温度が室温より低い(または冷房送風温度に近い)場合は熱源を停止して取り入れ外気量を増加し、または窓を開けることで省エネを図る。冷暖房中間期に有効。 b) この手法は在室時間帯に行う。(夜間の外気取り入れはナイトページの項参照) <p>実施要領</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 送風運転で実施する場合：外気温度(給気)が、概ね 15 ~ 20 程度である場合は有効。 b) 窓を開けて実施する場合：室内温度と同程度(20 ~ 25)でも可能な場合がある。 c) 判断基準：基本的には外気と室内のエンタルピを比較して判断するが簡易的には気温の比較だけでもよい。 <p>注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 室内管理温度より外気温度がかなり低いこと。(ただし低すぎる場合は不適切) b) 最小外気取り入れ制御機能があること。 c) 全熱交換機をバイパスできること。(運転すると増エネになる場合がある)
-------------	--

	d) 粉塵・排気ガス・臭気などの問題がないこと。
--	--------------------------

<p>冬季の室内混合 損失の改善</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 同一室内の空調機器において、冬季、ペリメータ系統が暖房運転でインテリア系統が冷房運転の場合、冷風と温風の混合が起こり、その「相殺効果」によって混合損失が発生する。ビルの高機密化や内部発熱増加などによりインテリア系統は冬季も冷房運転が必要という例が増えている。</p> <p>b) 類似例として夏期の除湿再熱制御がある。</p> <p>実施要領</p> <p>a) ペリメータの設定温度をインテリアの設定温度よりも下げる。</p> <p>b) ペリメータ空調機の暖房運転を朝の立ち上り時などに限定する。(冷房、暖房同時運転時間を減らす)</p> <p>c) サーモスタット位置や吹き出し方向、吸い込み位置、風量など空調システムの制御を行う。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 複数の空調機で冷暖同時運転を行っている場合や冷・温水4管式を採用している場合に有効。</p> <p>b) 室内混合による損失を直接計量することは困難であり、改善前後の消費熱量の比較によって改善効果を推定・評価するのが現実的。</p>
--------------------------	---

<p>夏期の室内混合 損失の改善</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 除湿再熱制御システムを採用しているビルでは冷却除湿と再加熱を通年実施している例も多く、エネルギー消費量が多大となる。</p> <p>b) この手法は、緻密な温・湿度管理が要求されない空調系統で除湿再熱システムを止めることにより省エネを図ることを目的とする。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 夏期：夏期のピーク時に再熱コイルによる加熱状況を確認し、再熱コイルが加熱しないポイントまで冷水コイル出口温度を上げる。</p> <p>b) 中間期、冬季：冷水コイルによる冷却状況を確認し、冷水コイルが冷却しないポイントまで冷水コイル出口側の</p>
--------------------------	---

	<p>温度を下げる。</p> <p>注意事項</p> <p>a) しばらく状況を監視し、温度・湿度状態が許容範囲を超えそうな場合は速やかに元の状態に戻す。</p> <p>b) 温度・湿度管理が厳密でない時期があるかを事前に確認する。</p> <p>c) 竣工当初より使用用途や温度・湿度条件が変更したかを事前に確認する。</p> <p>d) 収蔵庫など重要な物品があり、年間を通じて温度・湿度条件が厳しい場合には採用できない。</p>
--	---

(2) 熱源設備の効率運転

台数制御	<p>基本事項</p> <p>a) この手法は中間期の熱源機並列運転において、追従機が発停を繰り返す際に、ベース運転機の出力を増加させることで追従機および付設の冷温水ポンプを減段させ省エネを図る手法である。</p> <p>b) 熱源機器は、気象条件や運転条件・負荷・経年によって能力が変化するが、その状況を的確に把握して現状に応じた設定調整することで高効率運転が可能となる。</p> <p>c) 複数の熱源機器が設けられており、初期設定値等で年間運用している場合に有効。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合にこの手法は有効</p> <ul style="list-style-type: none"> * 2ポンプシステムの場合 * 台数制御が初期設定のまま運用されている * 熱量センサーや台数制御装置が装備されている * 1次側(熱源機側)と2次側(空調機)の冷温水流量調整が適切に行われている。 <p>b) 1次側と2次側の流量バランスの確認 (1次側供給熱量と2次側流量がほぼ比例していることを確認する)</p> <p>c) 各熱源機能力の把握</p> <p>d) 設定値と現状能力を比較し給熱量余力の有無を確認</p> <p>e) 余力があれば設定点を変更 (例 : 85% 95%)</p> <p>注意事項</p>
------	--

	<p>a) 以下の場合はこの手法は不適切、または専門家への依頼が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 ポンプシステムの場合 * 能力にあった台数制御設定値に常時調整されている * 熱量センサーや台数制御装置などが装備されていない * 1 次側と 2 次側の流量調整が適正に行われていない <p>b) 設定値変更後も運転状態を継続確認し、過負荷傾向が見られたら設定を戻すか手動で追従機を運転する。</p> <p>c) 調整は熱源能力アップ(冷却水温の低下、冷水供給温度の上昇)が期待できる中間期等に行う。</p>
--	---

<p>発停順位調整</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 熱源機は軽負荷運転時、COP(冷凍効率)が低下することがある。中間期等で負荷が低下する時期に、小型の熱源機をベース運転機として選択することで COP を向上させ省エネを図る手法である。</p> <p>b) この手法により、1 次側ポンプも小温度差大容量運転から大温度差小容量運転となりさらに省エネが図れる。</p> <p>実施要領</p> <p>a) この手法は以下のような場合に有効</p> <ul style="list-style-type: none"> * 容量の異なる熱源機が複数設置されている * 大容量機のみがベース運転機となっている * 2 ポンプシステムである * 台数制御システムが設置されている * 冷温水流量システムが適切である。(2 次側の往還温度が適正に確保され 1 次側の供給熱量が 2 次側送水量にほぼ比例している) <p>b) 冷温水 1 次側と 2 次側の流量バランスの確認 (1 次側の熱供給量が 2 次側送水量にほぼ比例している)</p> <p>c) 台数制御設定の現状把握(各発停順位と機器能力)</p> <p>d) 各熱源機の現状能力確認</p> <p>e) 現状の台数設定値とピーク負荷の比較</p> <p>f) ベース運転機を大容量熱源機から小容量熱源機へ変更。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 負荷が減少する中間期に実施する</p> <p>b) 2 ポンプシステムであること</p>
---------------	---

	c) 熱量計や台数制御装置が設けられていること
--	-------------------------

<p>燃焼装置空気比の調整</p>	<p>基本事項</p> <p>a) ガス炊きボイラーや冷温水発生機のバーナーでは、空気比 1.2～1.3 くらいが望ましいが、失火や燃焼不良を恐れるあまり、高めに設定されている場合が多い。</p> <p>b) 冷温水発生機の場合、空気比を 0.1 減らすことにより燃焼効率は 0.8%程度向上すると言われている。</p> <p>c) 空調用熱源機の通常負荷は 40%～80%程度であることがほとんどであるが、この負荷領域で空気比調整を行うことで省エネ効果をあげることができる。</p> <p>d) 空気比が適正な場合：油炊き 火炎は薄い橙色 ガス炊き 薄い赤紫色</p> <p>e) 空気比が高い場合：油炊き 火炎は短く輝白色 ガス炊き 火炎は短く青紫色</p> <p>f) 空気比が低い場合：油炊き 火炎は暗赤色 ガス炊き 火炎は赤黄色</p> <p>g) 空気比の求め方(O₂計使用の場合) 空気比 = 21 / 21 - (O₂)</p> <p>実施要領</p> <p>a) 火炎の形状、色によって空気比の適否を確認する。</p> <p>b) 測定器を設置する。</p> <p>c) 燃料弁、ダンパーにマーキングし開度を記録する。 (異常があったら元に戻すため)</p> <p>d) 測定器を見ながら徐々にダンパー開度を絞る。</p> <p>e) 注意事項 油炊き：発煙等がないか ガス炊き：COが発生しないか</p> <p>f) 排ガス酸素濃度の目標値：5%以下とする</p> <p>注意事項</p> <p>a) 調整完了後、着火確認を行い、発煙、失火などが起きないことを確認する。 油炊きの場合、着火時に発煙することがあるのでよく確認する。</p>
-------------------	--

<p>蒸気ボイラ設定 圧力の調整</p>	<p>基本事項</p> <p>a) ボイラの設定圧力は二次側機器の必要圧力と配管の圧力損失によって決定される。</p>
--------------------------	--

	<p>b) しかし、現場で二次側機器への供給圧力を低下させないよう必要以上に設定を上げて運転しているケースがある。</p> <p>c) 一般的に、ボイラ運転圧力 0.1Mpa につき、効率は 0.16% 変わると言われており、運転供給圧力の調整、過剰加熱を抑制して省エネを図ることが可能である。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下の場合にこの手法は有効。</p> <ul style="list-style-type: none"> * すべての二次側機器が減圧弁を介して蒸気が供給されている。 * ボイラ設置当初より熱源システムが変更となり高圧ヘッダーが使用されなくなった。 <p>c) 二次側機器の設計圧力(必要圧力)を確認する。</p> <p>d) 運転圧力と二次側圧力に差があることを確認。 (二次側圧力まで下げることができない。少なくとも 0.1Mp 程度の圧力差は必要)</p> <p>e) ボイラ運転圧力の調整 (ON - OFF 制御の場合は両方の圧力設定を同じように下げていく)</p> <p>f) 一回の圧力設定幅は 0.05Mpa ~ 0.1Mpa 程度とする。</p> <p>g) うまくいかなかった場合に元の状態に戻せるよう、変更前の圧力コントローラ設定値をマーキング、記録しておく。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 以下のような場合はこの手法は不適切、または慎重な検討、専門家への依頼が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 減圧弁を介さず使用している機器がある。 * 貫流ボイラである。
--	--

<p>冷温水出口温度 の設定変更(1) (冷温水発生機)</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 空調・熱源設備の容量は、「安全率」や「将来の負荷増加分」を見込んで設計されている。</p> <p>b) 冷暖房ピーク負荷時期以外は低負荷率・低効率運転(増エネ)となっている場合が散見される。</p> <p>c) そのような場合は、冷(温)水出口温度を調整することで省エネを図ることができる。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 冷房運転時：軽負荷時は冷水出口温度を「高めに設定」することで COP が上がり燃料消費率は低減する。</p>
--	--

	<p>8 11 へ変更し、20%の省エネを達成した事例がある。</p> <p>b) 暖房運転時：軽負荷時の燃料消費はあまり変わらないが、温水出口温度を「下げる」ことで配管系での放熱ロスが減少する。(55 45 へ変更し 10%達成の事例あり)</p> <p>c) 管理基準(室内温湿度の許容基準)の設定</p> <p>d) 基本計測の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> * 室内及び外気の温湿度 * 冷(温)水往環温度差 * 冷(温)水循環流量 * 日毎の燃料消費量 <p>e) 空調負荷率の確認 (往環温度差 × 循環流量 ÷ 熱源機の定格能力)</p> <p>f) 冷温水温度の設定変更</p> <p>g) 設定変更後の基本計測を実施する</p> <p>h) 室内温湿度環境の適正確認</p> <p>i) 効果の確認 (エネルギー使用量の比較、COP の比較)</p> <p>注意事項</p> <p>a) 管理基準を保持できない場合は設定を元に戻して様子を見る。</p> <p>b) 以下のような場合、この手法は不適切、または慎重な検討、専門家への依頼が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 冷暖房ピーク時 * 空調コイルの冷暖房能力が劣化している * 除湿能力が要求される時
--	---

<p>冷温水出口温度 の設定変更(2) (ターボ冷凍機) (ヒートポンプチ ラー)</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 冷房ピーク時期以外の低負荷、低効率運転時に冷水出口温度を上げることにより、冷媒蒸発温度を上げて圧力ヘッドを下げ、冷凍機の動力を軽減することで省エネを図る。</p> <p>b) 冷水温度を高くすると、同一冷凍機の能力を増加させることになり、複数冷凍機による台数運転の場合は、冷凍機の増段を抑制し、ポンプ補助動力を含む冷凍機システム全体のエネルギー効率を改善することができる。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 冷水温度を 7 9 へ上げると、冷凍機の所要動力は 8% 減少する。</p>
---	---

	<p>b) 室内温湿度管理基準の作成</p> <p>c) 基本計測の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> * 室内温湿度 * 外気温湿度 * 冷水往環温度差 * 冷水循環量 * 日毎の電力消費量 <p>d) 運転負荷率(COP)の算出 (往環温度差 × 循環量 × 比熱 kj) ÷ 熱源機の定格電力量 電力量(kj)=電力使用量(kwh) × 3,600(kj/kw.h)</p> <p>e) PDCA サイクルによる改善効果確認</p> <p>P(plan)：温湿度管理基準の作成</p> <p>D(do)：設定値を変更し運転を実施する。</p> <p>C(check)：基本計測を実施し、設定変更に対する評価を行う。</p> <p>A(action)：計測結果データから更なる見直しの可否を検討。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 以下のような場合は、この手法は不適切、または慎重な検討、専門家への依頼が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 空調機の冷却コイルの熱交換性能が低下している。 * 居室での除湿が要求される。(低い温度の冷水が必要)
--	--

<p>冷却水温度設定 の変更</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 冷凍機は冷却水温度が低くなるほど効率がよくなる。 そのため、冷房ピーク時以外は冷却水温度設定を下げる ことにより省エネを図ることができる。</p> <p>c) 冷房軽負荷や冬季、中間期でも冷房要求がある場合は、特 に大きな省エネ効果が期待できる。</p> <p>b) ただし、冷却塔動力は増加する場合もあるので、このバラ ンスを考慮することが必要。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 現在の冷却水設定温度を確認する。</p> <p>b) 冷凍機の冷却水下限温度を確認し、冷却水設定温度を決定 する。</p> <p>c) 判断・評価</p>
------------------------	--

	<p>冷凍機の効率向上と冷却塔ファン動力の増加量を比較し、冷凍機効率向上のほうが大きければ採用する。</p> <p>注意事項</p> <p>a) この手法は、冷凍機効率は向上するが冷却塔ファンの動力は増加するので、その兼ね合いを考慮する。 特に、夏場のピーク時にしか動かない冷凍機の場合は冷却水設定温度を下げても効果がない場合がある。</p> <p>b) 冷却水温度が下限値を下回った場合の弊害に注意する。 吸収式冷凍機では、「吸収剤の結晶」の問題、圧縮式の場合では、「凝縮圧力低下」の問題がある。</p>
--	--

(3) 搬送動力の節減

<p>大温度差運転 (その 1) (冷却水量の変更)</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 冷温水流量が過剰(往還の温度差が小さい)と判断される場合に、その流量を調整することによって省エネを図る手法である。</p> <p>b) 竣工時には通常 100%負荷を想定して流量が設定されている。しかし、中間期には負荷率が大幅に下がるので負荷状態に応じて流量を調整しようとするものである。</p> <p>c) 大温度差運転の原理 負荷のエネルギー量(E)は次式で表される。 $E = C \times Q \times t$ (C:比熱 Q:流量 t:出入口温度差) 上式において t を増加させ Q を縮小することで冷温水ポンプ動力の低減を図るものである。</p> <p>d) Q を縮小する方法として、吐出弁を絞る方法、ポンプの台数を減段する方法、回転数を下げる方法の 3 つの手法があり、本手法は吐出弁を絞る方法に関するものである。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合に本手法は有効。 * 冷(温)水の往還の温度差が小さい。(5 が標準) * 季節や時期によって冷暖房負荷が大きく異なる。</p> <p>b) 冷凍機運転時容共の確認</p> <p>c) 計測システム、仕様の確認。</p> <p>d) 現状の往還温度差の確認。</p> <p>e) 流量調整 小温度差になっている場合、ポンプ吐出弁を絞る。</p>
--	---

	<p>その前に、空調コイルバルブにより温度差と自動弁の開度を確認する。弁開度は 5%程度ずつ絞り、コイル出入口の温度差を確認する。(弁開度位置にマークを入れておく)</p> <p>f) 空調機コイル性能の確認。 コイル性能表から冷水温度差がどのくらい取れるか確認する。(一般的にコイル能力余裕は 10～20%)</p> <p>g) 省エネルギー量の確認。 省エネルギー(kwh)=ポンプ消費電力の差×運転時間 消費電力(kw)の概略=電流値×0.3 (電圧 200V の場合)</p> <p>注意事項</p> <p>a) 弁開度と流量は比例しない。たとえば、冷水量を 30%削減しようとするには開度を 50～60%程度絞り込む必要がある。</p> <p>b) キャビテーションの発生に注意 キャビテーションが発生する恐れがあるので流量調整は吸入弁ではなく吐出弁で行う。</p> <p>c) 以下のような場合、本手法は採用不可 * 冷水送水温度を高く設定してある場合(概ね 8 以上) * 空調機コイル能力などから過剰流量が必要な場合。</p>
--	---

<p>大温度差運転 (その 2) (台数制御・インバータ制御)</p>	<p>基本事項</p> <p>a) この手法は、大温度差運転手法のもう一つの方法であり、ポンプ運転台数の減段、または回転数の減少により流量 Q を減少させ省エネを図ろうとするものである。</p> <p>b) 省エネルギー効果 * 運転台数の減段：減段ポンプの動力分が省エネとなる。 * 回転数の制御：ポンプ動力は回転数の 3 乗に比例する。 $W_2 = W_1 \times (N_2 / N_1)^3$ W₁ N₁：変更前の動力、回転数 W₂ N₂：変更後の動力、回転数 たとえば、N₁ / N₂ = 1/2 とした場合、W₂ は W₁ の 1/8 に減少する。回転数制御はきわめて有効な省エネ手法であり、インバータによって制御する。</p> <p>実施要領</p> <p>a) この手法は、以下のような場合に有効。 * 低負荷時でもポンプ運転台数やインバータ周波数が変化</p>
---	---

	<p>しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 冷温水温度差が小さい。(2~3 以下) <p>b) 設備スペック、保全時用対の確認</p> <p>c) 運転管理状況の確認</p> <p>d) 調整方法</p> <ul style="list-style-type: none"> * 台数制御の場合 <ul style="list-style-type: none"> イ)ポンプの圧力、流量計を測定し、ポンプ性能曲線上に現状点をプロットし、抵抗曲線を引く。 ロ)目標温度差を設定する。(5 ~7) ハ)増段点の圧力を下げる。(流量を増やす) ニ)ヘッダーバイパス弁の調整。(増段時にバイパス弁が全閉から全開へ移行する全閉に近いタイミングで行う。(バイパス弁は全閉に近いほうが省エネになる) ホ)目標温度差が確保されているかどうか確認する。 * インバータ制御の場合 <ul style="list-style-type: none"> イ)現状周波数の確認を行う。(デジタル表示がない場合は圧力、流量によって確認する) ロ)冷温水温度差が目標値になるように、コントローラで運転周波数を下げる。 ハ)調整可能の下限周波数は定格の 65%程度を目安とし、ヘッダーバイパスは下限周波数以下で開とする。 <p>注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 実施時期は、台数制御の場合、ポンプ全台数の増減段ができる冷暖房ピーク時期とする。 インバータ制御の場合は中間期などに行う。 b) 台数制御の減段点は、増段点の変更に伴いスライドさせ、増段点から 5%程度水量を下げたところを目安とし、ハンチングするようならさらに水量を下げて調整する。 また、1 台あたりの受け持つ範囲をポンプの特性曲線より確認し実施する。(過負荷運転にならないよう、流量、揚程が不足しないよう注意する) c) インバータ制御の場合は周波数の下限値を確認する。 さらに、キャビテーションの防止や周波数変化による障害の有無を確認する。
--	--

<p>VAV方式送風温度の変更</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 「可変風量」空調方式(VAV)において、送風温度の変更が可能な場合、冷房軽負荷時、中間期、初冬などで送風温度を下げる代わりに送風量を減らしファン動力低下による省エネを図る手法である。</p> <p>b) 暖房時もこの手法は可能であるが送風量の減少に伴うコールドドラフトの発生に注意が必要。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合にこの手法は有効。</p> <ul style="list-style-type: none"> * コイルの冷房能力に余裕がある場合。 * 冷房中間期、軽負荷時 <p>b) 送風温度設定が可変システムの場合は VAV 制御の上限設定、下限設定を共に下げる。送風温度一定システムの場合は送風温度の設定値を下げる。変更幅は 2 程度とする。</p> <p>c) 送風温度を室内の露点温度より下げると結露するので注意。</p> <p>d) 冷却水量を増加させ空調温度の増加を図ると、コイル往還の温度差が小さくなり冷凍機効率が低下する場合がある。(コイル列数が 4 列以下の場合、この温度差が取れないことがある)</p> <p>e) 冷暖同時運転の場合、送風温度を下げすぎると、他の空調設備が暖房運転になる場合がある。</p> <p>f) 室内空調温度の適正を確認する。(管理温度、設定温度との差異はないか)</p> <p>g) 実施前後の送風動力を比較し、効果を確認する。</p> <p>h) 熱源側動力の変化を確認し、送風動力と併せてトータルで省エネになっているか確認する。</p> <p>VAV 方式の場合、実際上の比較は困難なので一定期間での平均値や積算値で比較する。</p> <p>インバータ制御の場合、既設の電流計による比較で確認できる。</p> <p>注意事項</p> <p>a) インバータの設定を変更する場合は、メーカーや専門家に相談する。</p> <p>b) 送風温度を下げ過ぎると、つぎのような弊害が生じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> * ダクト吐出側の結露
---------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> * コールドドラフト * 往還温度差縮小による冷凍機の効率低下 * 混合ロスの発生 <p>c) VAV の送風量を下げ過ぎるとつぎのような弊害がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 室内の最低換気回数を下回る可能性がある。 * 室内空気質が低下する可能性がある。 * CO₂ 濃度が増大する可能性がある。 <p>d) 設定後に急激な負荷変動があった場合、室内状態を把握する。</p>
--	---

(4) 効率的な運用による動力削減

<p>空調立上り時間の短縮</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 空調の立上り時間(室温が適温になるまでの時間)は、季節、ピーク時期、軽負荷時期や冷温水温度によって変化する。</p> <p>b) 実際には始業時刻よりも相当早い時間に室内が適温になっているケースが散見される。</p> <p>c) この手法は、始業時刻に合わせて室温が適温になるよう立上り時間を設定することで空調の無駄を省くものである。</p> <p>d) 外気取り入れ停止制御を併用することで大きな省エネルギー効果が得られる。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合に、この手法は有効。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 年間を通し、冷暖房負荷に関係なく同じ起動時間のままとしている場合。 * ビル管理規則や貸方基準が冷暖房適温時間(冷暖房管理温度)で設定されている場合。 <p>b) 冷暖房立ち上がり(適温確立)の確認 ビル管理規則や貸方基準と実際の起動時間の差が大きいほど効果が大きい。</p> <p>c) 適温までの所用時間の確認</p> <p>d) 空調・熱源機の起動時間の調整。</p> <p>e) 調整後の判断</p> <p>f) 効果の確認 (調整前後のエネルギー量で確認する)</p> <p>注意事項</p> <p>a) 調整は、主に冷暖房軽負荷時期や中間期に実施する。</p>
-------------------	---

	<p>b) 調整が適切でない場合はトラブルになる可能性がある。 クレームを防ぐためにはあらかじめ、各部屋の特性やユ ザー要求の把握・分析を行っておく必要がある。</p> <p>c) 気候や冷暖房負荷、ニーズは季節によって変動し、また、 冷房と暖房では、「外気要因」や「室内温度要因」などで 異なるのでシーズン別に継続的にトレースをしていく。</p> <p>d) 空調機だけでなく、熱源機の起動時間チェック、検討、適 正確認も重要である。</p>
--	--

ナイトパーシ	<p>基本事項</p> <p>a) 外気温度の低い夜間に、蓄積された熱を夜の外気で冷却す ることで冷房立ち上がり時の冷房負荷を軽減し、省エネル ギーを図ろうとする手法。</p> <p>b) 最も温度が低い時間帯は、夜間の 2 時～6 時であるので、 この時間帯にナイトパーシを行うと効果的。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合、この手法は有効。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 冷房立ち上げ時の室内蓄積熱量が大きい。 * 冷房立ち上げ時の室温が、管理温度に対してかなり高い、 または、停止時の外気温度が管理温度よりも低い。 * 夜間・休日にも室内発熱が多い。(サーバなどの発熱体が多 い) * ビル躯体から室内への放熱が多い。 <p>b) 設備システム、室内状況の確認。(ナイトパーシしても問題 ないか等)</p> <p>c) ナイトパーシの可否検討。(外気温度、室内温度等)</p> <p>d) 効果レベル・不具合などの確認。</p> <p>e) ナイトパーシの実施。</p> <p>f) 最終的な効果の確認。</p> <p>g) 経験値に基づいたマニュアルの作成。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 以下のような場合はこの手法は不適切、または慎重な検討 や専門家への依頼が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 空調機のスケジュール発停ができない。 * 自動制御によるダンパー開閉ができない。 * 熱源設備や全熱交換器が空調機と連動している。
--------	---

	<p>b) 夏期の夜間外気は相対湿度や絶対湿度が高いので書類や設備に過剰吸湿による不具合が発生する恐れがある。</p> <p>c) 「最小外気取り入れ制御」、「中間期制御」、「外気冷房制御」などの自動制御による外気取り入れ仕様を確認し、それと整合させて実施する必要がある。</p> <p>d) ヒートアイランドで都市部では夜間外気が下がらない例もある。</p> <p>e) ナイトパーズは、基本的には深夜または早朝の室内無人時間帯の実施を前提とするが根現状のビル利用状況(有人か無人か等)も前もって確認しておくこと。</p>
--	--

<p>間欠運転</p>	<p>基本事項</p> <p>a) 各部屋の換気量および換気時間は、竣工引き渡し時の設定・調整のままで運転され続けている例も多く見られる。</p> <p>b) 特に、共用部(倉庫等)の換気運転は、その目的と効果を比較して過剰となっている例も散見されるので、そうした設備を連続運転から間欠運転へ変更することで省エネを図る手法。</p> <p>実施要領</p> <p>a) 以下のような場合、この手法は有効。</p> <ul style="list-style-type: none"> * 時間帯で必要換気量が大きく異なる場合。 * ニーズが温度条件のみで緻密な換気条件はあまり求められていない場合。 * 共用部換気 <p><例></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">電気室、エレベータ機械室</td> <td style="width: 33%;">排熱が目的</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>機械室</td> <td>燃焼設備への給気、周囲の換気</td> <td></td> </tr> <tr> <td>水槽室</td> <td>塩素臭気の排除、湿気の排除</td> <td></td> </tr> </table> <p>用途変更で緻密な換気が不要となった場合</p> <p>b) 換気対象・系統の使用状況に合わせて運転時間を設定する。 たとえば、駐車場であれば入出庫が多い時間帯はファンを運転し、それ以外の時間帯は停止する等。</p> <p>c) 効果の判定 「電流値 × 0.3 × 停止時間(kwh)が削減効果となる。</p> <p>注意事項</p> <p>a) 駐車場で間欠運転を行う場合 CO や CO₂ 条件だけでなく、</p>	電気室、エレベータ機械室	排熱が目的		機械室	燃焼設備への給気、周囲の換気		水槽室	塩素臭気の排除、湿気の排除	
電気室、エレベータ機械室	排熱が目的									
機械室	燃焼設備への給気、周囲の換気									
水槽室	塩素臭気の排除、湿気の排除									

	<p>温度・湿度などの適否も加味する。</p> <ul style="list-style-type: none">b) 竣工直後は実施しない。(シックハウス防止)c) 室内環境を定期的を確認し、適正な運転時間を保つようにする。d) エアバランスに注意する。(風切音の発生に注意)e) 窓開放も有効に利用する。g) 運転時間を工夫する。(ピーク時間をさけて運転する等)
--	--