

経済産業省委託事業

# 新版 省エネチューニングマニュアル

－ 運用によるビル設備の省エネ実践方法の解説書 －

平成 20 年 3 月発行



## 目次

第1章 マニュアルの使い方	1
1.1 マニュアルの目的	3
1.2 省エネチューニング項目の一覧	4
1.3 マニュアルの読み方	5
第2章 省エネチューニング項目別の解説	7
2.1 室内温度条件の緩和	9
2.2 外気量の削減	13
2.3 外気導入制御	19
2.4 外気冷房	21
2.5 室内混合損失の改善	25
2.6 除湿・再熱制御システムの運用見直し	29
2.7 熱源運転方法の調整	33
2.8 熱源台数制御方式設定値の変更	39
2.9 燃焼機空気比の調整	43
2.10 蒸気ボイラ設定圧力の調整	47
2.11 冷温水出口温度設定値の変更－1	51
2.12 冷温水出口温度設定値の変更－2	57
2.13 冷却水温度設定値の変更	63
2.14 冷温水量の変更	69
2.15 ポンプ変流量方式の改善	75
2.16 冷却水量の変更	81
2.17 VAV方式送風温度の変更	85
2.18 空調機起動時刻の改善	91
2.19 ナイトパーシ	97
2.20 間欠運転	103
第3章 共通項目	107
3.1 自動制御の基本	109
3.2 効果検証のための計測・計量方法	119



## 第1章 マニュアルの使い方

### 1.1 マニュアルの目的

### 1.2 省エネチューニング項目の一覧

### 1.3 マニュアルの読み方



## 第1章 マニュアルの使い方

### 1.1 マニュアルの目的

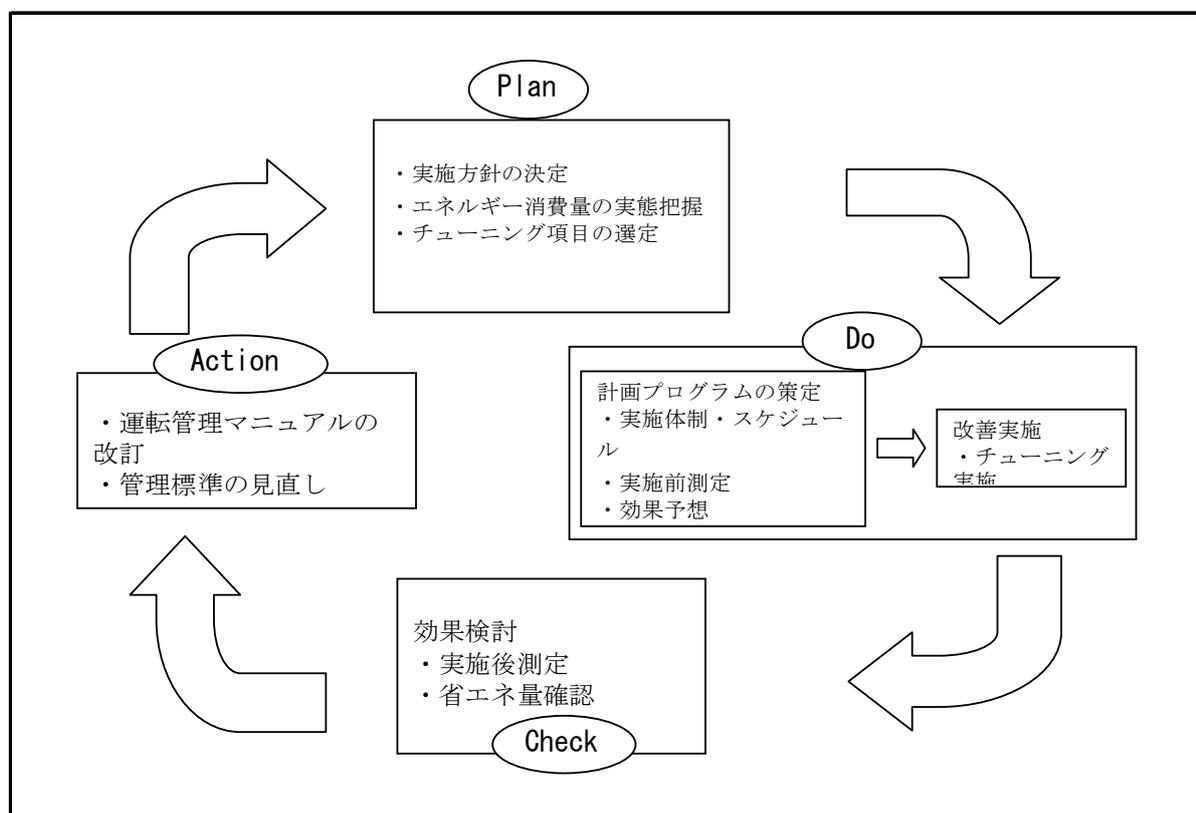
運用による省エネ改善手法である省エネチューニングは、業務用ビル現場での省エネルギー実践に不可欠なツールです。

これまでに、省エネチューニングの体系化や改善の進め方、さらには手法の選定方法、手法毎の概要と事例は「省エネチューニングガイドブック」としてまとめられています。この改善手法が、各ビルの現場で有効に活用されるために、省エネチューニング手法の実施手順を明らかにした「省エネチューニングマニュアル」を作成しました。

ガイドブックは、ビルのエネルギー管理者に省エネチューニング手法の活用を促す手引書であり、このマニュアルは、現場の実務を担うビル管理者を対象として、実践的な手順を手法毎に説明しています。よって省エネチューニングを行うとき、全体の流れについてはガイドブックが、抽出された手法の実践にはこのマニュアルが活用されることを意図しています。

このマニュアルに記載された手順は、標準的な設備をイメージしていますが、実際の設備システムは、ビル毎に異なっており、個々の現場での実践手順については、このマニュアルを手本として個別に作成されるべきものです。

又、最適なチューニングを行うためには、設備稼働の現状値と、それに関わる全ての要因との相関を含め、解析評価には専門的な知識が必要ですが、このマニュアルでは、現場のビル管理者が実行できるような手順を示しており、必要に応じて外部専門家の参加を促しています。このことは、現場での継続的な改善が重要であり、手法毎にPDCAサイクル（図1.1.1）を回し、エネルギーの削減効果を積み重ねることが期待されていることを示しています。



## 1.2 省エネチューニング項目の一覧

省エネチューニングマニュアルには、以下の表 1.2.1 に示すチューニング項目が記載されています。

表 1.2.1 省エネチューニング項目一覧表

分類	番号	省エネチューニング項目		
負荷の低減	No.1	室内温度条件の緩和		
	No.2	外気量の削減	CO <sub>2</sub> 制御等	
	No.3	外気導入制御	起動時外気取入れ制御	
	No.4	外気冷房	適温外気の積極的取入れ	
	No.5	室内混合損失の改善		
	No.6	除湿・再熱制御システムの運用見直し		
機器の効率運転	熱源設備	No.7	熱源運転方法の調整	台数制御
		No.8	熱源台数制御方式設定値の変更	発停順位調整
		No.9	燃焼機空気比の調整	
		No.10	蒸気ボイラ設定圧力の調整	
		No.11	冷温水出口温度設定値の変更—1	冷温水発生機
		No.12	冷温水出口温度設定値の変更—2	ターボ・ヒートポンプチラー
		No.13	冷却水温度設定値の変更	
搬送動力の節減	ポンプ類	No.14	冷温水量の変更	過剰流量の抑制化
		No.15	ポンプ変流量方式の改善	台数制御・インバータ制御
		No.16	冷却水量の変更	
	空調機	No.17	VAV方式送風温度の変更	
運用	空調	No.18	空調機起動時刻の改善	立上り時間の短縮
		No.19	ナイトパーズ	適温外気の積極的取入れ
	換気	No.20	間欠運転	送・排風機
共通		自動制御の基本		
		効果検証のための計測・計量		

### 1.3 マニュアルの読み方

ここでは、このマニュアルの使用法と各項目の目的を説明します。

基本的には、「まず、やってみよう」ということに重点を置いています。

#### (1) タイトルおよび概要

この手法の概要を示しています。

##### 1) 分野

ビルの消費エネルギーの最も多い分野は空調設備が占めています。ここでは空調のチューニング対象を、「負荷の低減」「熱源設備」「ポンプ類」「空調機」「換気設備」に分類しています。

##### 2) 難易度

難易度は、実施者のスキル・必要な計測器や工具などで判断し、★が少ないほど容易、多いほど困難なことを示していますが、建物の状況によっては難易度が逆転する場合があります。2つの手法を実施する際に、どちらを先にすべきか迷ったら、★が少ない方を優先するという程度にお考えください。

##### 3) 実施できる季節

冷暖房というと盛夏や厳冬期が頭に浮かびますが、チューニング…つまり「調整」の余地があるのは負荷が少ない冷暖房の初めや終わりにも多いために記載しました。

##### 4) 関連項目

このマニュアルや、既刊の「省エネチューニングガイドブック」の中で、類似の手法や相反する手法がある場合に記載しました。なお、ガイドブックのページは平成19年1月改訂版のページを記載しています。

#### (2) この方法は私のビルでも使えますか？

##### Go! Stop!

このマニュアルはビルの現場で管理をされている方を主な対象にしています。現場で管理をされる方は通常ひとつのビルしか担当しないため、どんなに効果の高いチューニング手法でも自分のビルに使えない手法は役に立ちません。そのため「自分のビルにこの手法が使えるか」という判断基準を、実施手順より前に記載しました。

「Go!」では実施が容易でよい結果が得られる場合を、「Stop!」では適用が難しいケースを取り上げています。しかし、「Stop!」に該当する場合でも、専門家に依頼すればチューニングを実施できる場合も多いので、まず相談してみる事が重要です。



図 1.3.1 本文との対応—1

表 1.3.1 難易度の指標

		実施者のスキル	計測器・工具
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: black; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">容易</div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: black; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">困難</div> </div>	★☆☆☆☆	経験年数が 少なくとも 実施可能	不要 または 一般的な工具
	★★★★☆	⇕	ビル管理法 などで使用する レベルの測定器が必要
	★★★★☆	ある程度の 経験や技術が 必要	⇕
	★★★★☆	専門家に依頼 することが 望ましい	メーカーの メンテナンス 担当者用の機 器が必要
	★★★★★		

### (3) 実施手順

チューニングを実施する上で最も重要な部分です。なるべく詳細に記載しました。可能なものはなるべくフローチャートを作成して、作業や思考の手順を明確にしました。

### (4) 効果を確認する

チューニングでは、本当にエネルギーが減少したことを確認する必要がありますが、効果の確認に時間や労力がかかりすぎると、チューニングを断念することにつながります。そのため、このマニュアルでは、実施者が効果を実感できて達成感が得られること、上司や関係者に提出する計画書や報告書をなるべく楽に作れること、の2点に重点を置いています。

#### 1) 必要なデータ

測定を自分で行う場合でも外注する場合でも、測定すべきデータ項目を明確にする必要があります。初めて測定を実施する場合は、この測定項目の決定が難しいため、一覧を作成しました。計画書や発注書作成時にご参照下さい。

#### 2) ミソ (簡易な比較など)

ビルでは気象や使用条件が毎日違うため、測定や評価が困難な場合もあります。ここでは、測定や評価をなるべく楽にするための工夫を記載しました。測定精度の確保は重要ですが、精度向上も「場数を踏めばこそ」です。まず簡易な方法からチャレンジしていただければと思います。

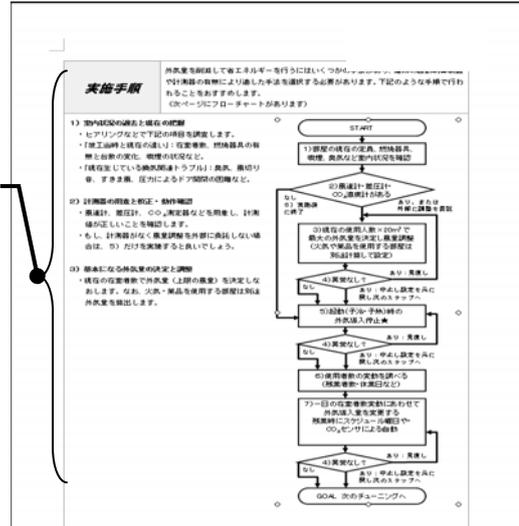
### (5) 実施上の注意点

この項目では、「実施上=チューニングで機器の操作を行う際」の注意事項を中心にまとめました。また、他の項目に記載しきれなかった注意点なども記載しています。

### (6) 実施例または試算例

省エネルギーセンターの実施例や他の文献に記載されている、実施例や効果の試算例をできるだけ掲載しました。「チューニングを実施した建物の概要」に記載した地域や面積などを考慮して、自分の管理するビルと比較すれば、どのくらいの効果が出るかおおよその目安になります。

(3)



(4)

効果を確認する	消火 (風速)	外気 (風速)	外気 (風速)	外気 (風速)
空調に使用したエネルギー (電気・ガス・熱・冷媒消費量)	○	○	○	○
外気・排気風速測定データ	○	○	○	○
外気・排気風速測定データと温度・湿度との関係【新設】	○	○	○	○
稼働時の稼働時間、または平均的な稼働時のエネルギー消費量	○	○	○	○
建物の使用状況【新設】	○	○	○	○

(5)

**実施上の注意**  
このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点は、外気を取り入れることによる外気量の増加が中心になります。建物の構造に照して必要な調整をしましょう。

(6)

実施例または試算例	所在地	東京都	用途	6F~20F
チューニングを実施した建物の概要	延床面積	約 41,000m <sup>2</sup>	竣工	1993年3月
	空調設備	地中熱設備	無し	複合ビル
実施期間	2004年(平成16)年7月~2004年(平成16)年8月			
空調機 (36台) の外気ファンは 1000rpm (標準) の設定値を 800rpm に変更して、40% の稼働と 20% の稼働の稼働量を比較しました。	簡易な再評価の図 (この図は再評価の図ではありません)			
実施前	稼働率 40% に設定した際の外気量	2,700m <sup>3</sup> /h × 36 台 = 97,200m <sup>3</sup> /h		
実施後	稼働率 20% に設定した際の外気量	1,350m <sup>3</sup> /h × 36 台 = 48,600m <sup>3</sup> /h	外気量が約 28,600m <sup>3</sup> /h 減少	
外気ファンが、30℃、60% の時 (71 kPa) の時の稼働稼働量を比較すると、外気ファン6個を稼働することにより、1日あたりで稼働する外気量の稼働率 10% (CO <sub>2</sub> 削減) が実現しました。				
CO <sub>2</sub> 削減量は稼働率に換算すると・・・				
電力	○ ○	kWh	○	円/kWh として
CO <sub>2</sub> P = 1.0 の稼働率に換算して稼働していた場合				
ガス	○ ○	m <sup>3</sup>	○	円/m <sup>3</sup> として
A 削減	○ ○	リットル	○	円/リットル として

図 1.3.2 本文との対応一 2



## 第2章 省エネチューニング項目別解説

- 2.1 室内温度条件の緩和
- 2.2 外気量の削減
- 2.3 外気導入制御
- 2.4 外気冷房
- 2.5 室内混合損失の改善
- 2.6 除湿・再熱制御システムの運用見直し
- 2.7 熱源運転方法の調整
- 2.8 熱源台数制御方式設定値の変更
- 2.9 燃焼機空気比の調整
- 2.10 蒸気ボイラ設定圧力の調整
- 2.11 冷温水出口温度設定値の変更－1
- 2.12 冷温水出口温度設定の変更－2
- 2.13 冷却水温度設定値の変更
- 2.14 冷温水量の変更
- 2.15 ポンプ変流量方式の改善
- 2.16 冷却水量の変更
- 2.17 VAV方式送風温度の変更
- 2.18 空調機起動時刻の改善
- 2.19 ナイトパーシ
- 2.20 間欠運転



## 2.1 室内温度の調整

### No. 1 室内温度の調整

過剰な冷暖房は大きなエネルギー損失に繋がります。また、居住者にとっての環境衛生や健康面からみても、必ずしも良いサービスとはいえません。

一般に、冷暖房温度をそれぞれ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約10%削減できるといわれています。

居住者の合意が得られる範囲で、冷房設定温度または暖房設定温度を調整することによって、省エネルギーを図ることができます。

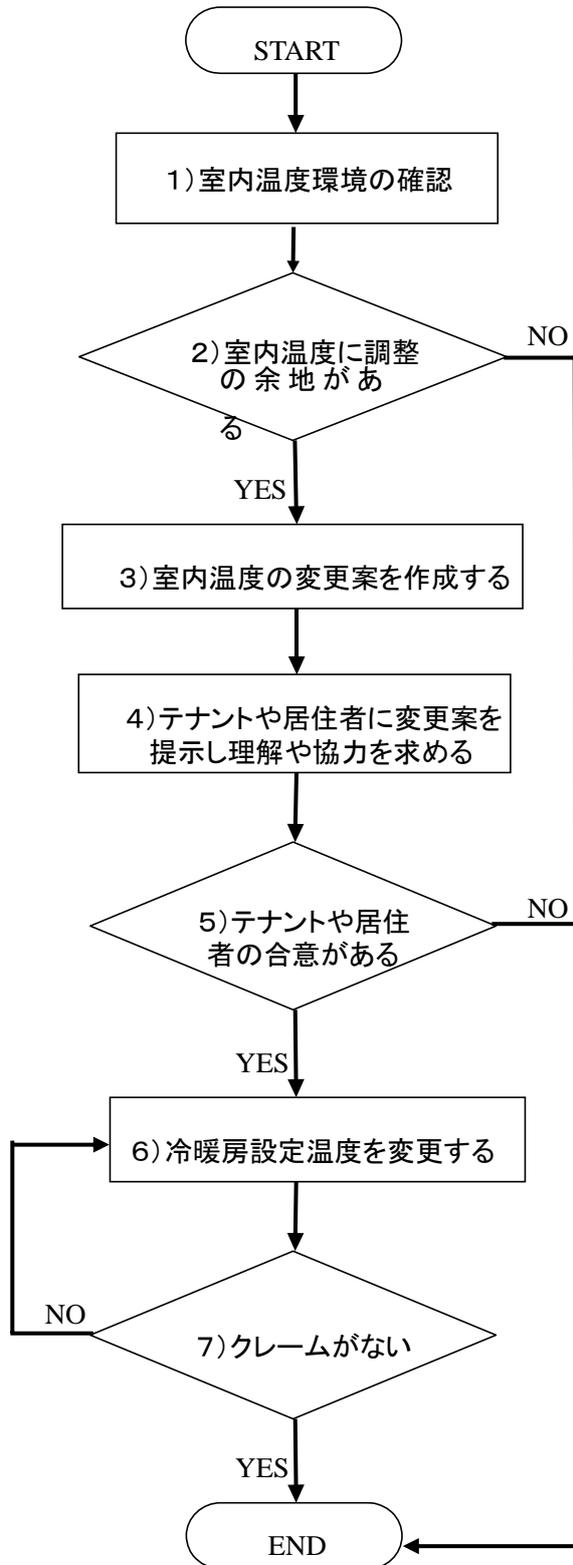


分野	空調負荷	難易度	易←☆☆☆☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。 “クールビズ”や“ウォームビズ”が推奨されています。これは居室での服装によって、快適性を損なわずに冷暖房温度を調整し、省エネルギーを図ろうとするものです。				
	マニュアル	No.4, No.6, No.17			
	ガイドブック	p. 21, p. 62, p. 63, p. 64			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>居室環境悪化を前提にしてまで、省エネルギーを図ろうとするものではありません。過剰冷暖房と判断される場合や、CSR(企業の社会的責任)やクールビズ・ウォームビズの導入と併せて実施できる場合などが対象となります。</p>
<p>Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <p>1) 冷房温度が低い、または、暖房温度が高い ビル管法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)では室内温度の管理基準を17℃以上28℃以下と定めています。 ※一般には冷房26℃、暖房22℃前後で運用されることが多いようです(国の推奨値は28℃、20℃)。現状温度が一般に比べて、過剰と判断される場合は冷暖房温度の設定変更を検討してみましょう。</p> <p>2) クールビズ・ウォームビズをまだ行っていない まだ実施していない場合は、居住者にこれらの意味を理解してもらうことによって、快適性確保と冷暖房温度調整が共存できる可能性があります。 居住者の理解、協力を得られることが条件です。 温熱感には個人差があるので、一部でも暑い・寒い等のクレームが出ると上手くいきません。一般には、トップダウンによって協力を求めて推進していくことが有効です。</p>
<p>Stop!</p>	<p>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です。</p> <p>1) 既に冷暖房温度が調整されている 既にクールビズやウォームビズを行っていて、それ以上の緩和余地があまりないと判断される場合は対象とはなりません。</p> <p>2) 居住者の理解や協力が得られない 居住者の理解・協力が得られないまま室内温度環境を変更した場合、クレームを生み出すだけになるという可能性もあります。実施しようとする場合は、省エネルギーや地球温暖化防止、CSRに関する資料を活用する等して、理解を高める努力をすることも大切です。</p> <p>※ CSR (Corporate Social Responsibility) 「企業の社会的責任」の訳。持続可能な社会を目指していくためには、行政や個人だけではなく「企業」もその経済活動展開の中で、社会や環境などに責任を持っていくべきという考え方です。</p>

## 実施手順

室内温度を調整して省エネルギーを図るには、現状の室内温度環境を把握することと居住者の理解を得ることが重要であり、下図のような手順で行われることをお勧めします。



### 1) 室内温度環境の確認

空気環境測定（ビル管理法）記録や中央監視盤データなどで、室内温度環境を確認します。

位置や時期によって室内温度は変化するので、全体や年間を見渡すような視点が必要です。

なお、冷暖房設定温度と室内温度が一致しているとは限らないので、必ず室内温度環境を確認してください。

### 2) 調整余地の確認

ビル管理法では、室内温度の管理基準を 17℃以上 28℃以下と定めているので、その範囲を超えた環境とすることはできません。

また、基準値内であったとしてもその下限値や上限値に近い温度となっている場合は、調整の余地は殆どないといえます。

### 3) 変更案（調整）の作成

許容できる範囲を想定し室内温度の変更案を検討・作成します。

### 4) 居住者への変更案提示（説得や理解と協力の要請）

温度調整が可能と判断した場合は、居住者に変更案を提示し理解や協力を求めます。

このとき、省エネルギーの目的や予想効果を明確に示し、トップダウンで理解を求めるのが効果的です。日常からポスターなどで協力を訴えておくと、より理解されやすいといえます。

### 5) 居住者の合意

室内温度の変更案に対してテナントや居住者の合意を確認し、合意が得られたら冷暖房設定温度を変更し、省エネルギーを推進していきます。

### 6) 設定温度の変更（調整）

冷暖房設定温度を変更（調整）したことによって、空調不具合やクレームが出ていないかを確認します。また、同時に変更後の室内温度環境も確認しておくといでしょう。

### 7) クレーム・不都合の有無確認

クレーム等が出ている場合は、冷暖房設定温度を再変更するなどの対応を取ります。

※ビル管理法：建築物における衛生的環境の確保に関する法律

<b>効果を 確認する</b>	冷房時の効果：(実施前の冷熱消費量) - (実施後の冷熱消費量) 暖房時の効果：(実施前の温熱消費量) - (実施後の温熱消費量)			
		【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です。	重要度	難易度
必要なデータ	冷房に使用した冷熱消費量【前後】	◎	○	中央方式の空調システムの場合消費熱量の計量が困難である場合は、消費エネルギー量で評価します。
	暖房に使用した温熱消費量【前後】	◎	○	上記と同じ
ミソ	<p>1) チューニング後の実測結果から効果を確認する。</p> <p>室内温度調整により省エネルギーとなるのは、主として外気熱負荷・壁体貫流熱負荷・すきま風熱負荷等が減少するためです。</p> <p>理論上はそれらの熱負荷の減少分をそれぞれ合算したものが室内温度調整による効果となりますが、現実にはそれらの熱負荷要素を直接計量することは難しいので、実施前後の消費エネルギー量の比較によって確認することが一般的です。</p> <p>冷暖房負荷は外気条件の変化や室内の使われ方の違いによっても変動します。</p> <p>効果を把握するためには、可能な限りそれ以外の同じ条件にして、実施前後の数値を比較する必要があります。</p> <p>2) 計算値から効果を推定する。</p> <p>省エネルギー効果は、エネルギー消費原単位管理ツール（(財)省エネルギーセンター）などのシミュレーションツールでも比較的容易に計算・推定することができます。</p> <p>このツールによる計算結果は、あくまで推定値であり実績値ではありませんが、一方で外気環境や室内の使われ方などの同じ条件にして、純粋に室内温度条件の違いによる冷暖房用消費熱量の差だけを求めることができるというメリットがあります。省エネチューニングの効果確認に原単位管理ツールを用いることも一つの方法なので、機会があれば試してみてください。</p>			

<b>実施上の 注意点</b>	このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点を記述しました。	
実際の室内温度環境を確認した上で実施する。	<p>設定温度だけでなく、実際の室内温度を確認した上で実施することが重要です。室内温度は、空気環境測定記録や中央監視盤データ等により確認していきますが、位置や時期による違いもあるので、全体や年間を見渡す視点で適否や過不足を判断していく必要があります。</p> <p>室内温度センサーの取付け位置によっては、日射や室内発熱機器により測定温度の不具合（実際の室温との乖離）が発生している場合もあるので、定期的に室内状況を確認していくことも大切です。</p>	
テナントや居住者の理解や協力を得て実施する。	<p>テナントや居住者の理解や協力を得て実施することが大切です。</p> <p>理解や協力がないうまま室内温度環境を変更した場合は、クレームや不都合に繋がることも懸念されます。</p>	
許容される範囲で実施する。	<p>暑さ寒さを我慢してまで省エネルギーを図ろうとするものではありません。</p> <p>快適性や室内生産性を損なわない範囲で実施することが重要です。</p> <p>なお、室内温度調整によりクレームが生じた場合は、室内温度条件を元に戻して再検討するなど、臨機応変に対応していくことも大切です。</p>	

**実施例  
または  
試算例**

室温調整を行った場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	B3F～ 8F
	延床面積	約 44,000 m <sup>2</sup>	竣工	1968年 10月
	熱源設備	地域冷暖房	用途	百貨店
実施期間	2007年(平成19年) 8月17日～9月23日			

実施した内容

図-1は室温設定を通常の24.5℃から26℃に変更したときの地域冷暖房の冷水消費量の推移を表したものです。空調エネルギーの消費量は外気のエンタルピと大きな相関関係があることから、合わせて外気エンタルピも表示しました。この図からは室温設定変更による冷水の消費量の変化を読み取ることができません。そこで、室温設定24.5℃と26℃のときの冷水の消費熱量と外気エンタルピの関係を散布図にして表したものが図-2です。この図より、同じ外気エンタルピにおける冷水消費熱量はあきらかに26℃設定の場合のほうが小さいことがわかります。

1.5℃の室温調整は冷水の消費熱量ベースで7.4%の削減になったことが確認されました。

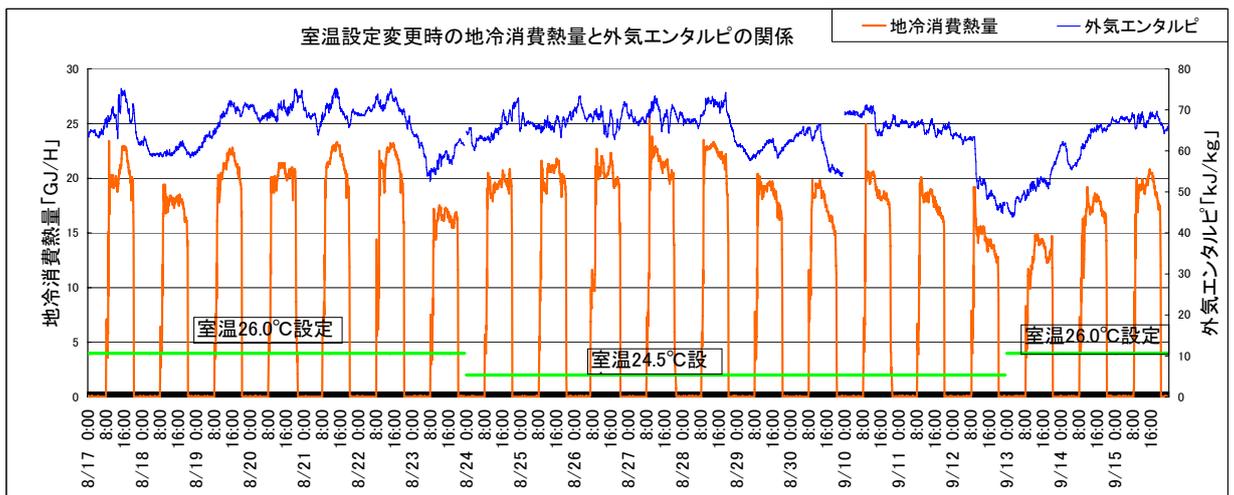


図-1 地域冷暖房 冷水熱量の推移

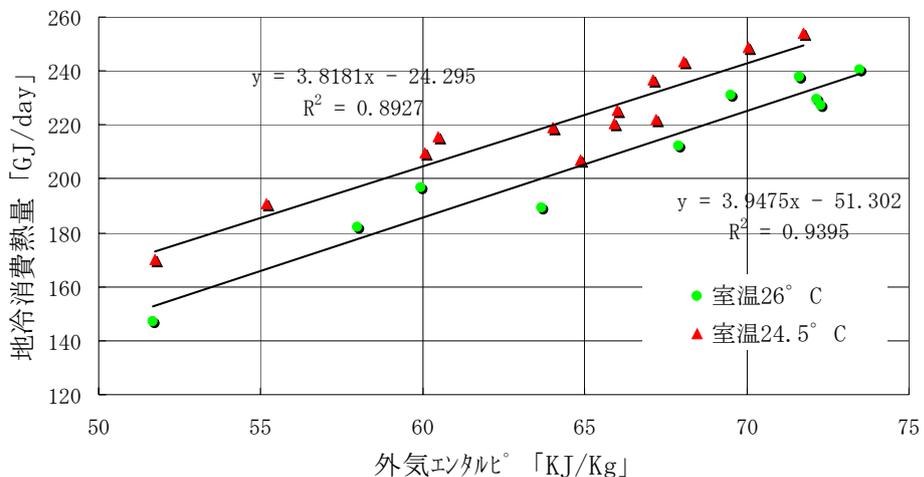


図-2 室温設定変更における地冷消費量と外気エンタルピの散布図

## 2.2 外気量の削減

### No. 2 外気量の削減 (CO<sub>2</sub> 制御等)

居室の空調管理は、主に冷暖房（温度）・空気清浄度・湿度の適正を目的として実施されます。

換気（外気取り入れ）は空気清浄度（※1）の適正維持のために必要ですが、冷暖房運転時に換気過剰（※2）はエネルギー増大（※3）や冷暖房クレームに繋がることもあり注意が必要です。

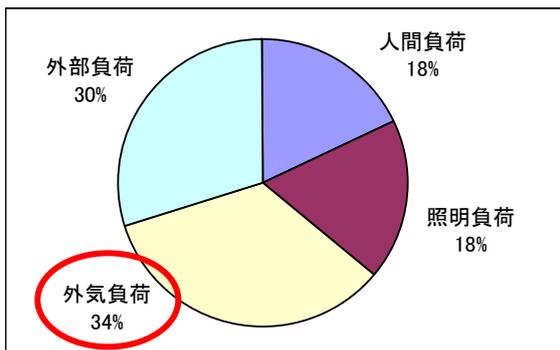
	項目	管理基準値
1	浮遊粉じん	0.15mg/m <sup>3</sup>
2	二酸化炭素	1,000ppm以下
3	一酸化炭素	10ppm以下
4	温度	17℃以上 28℃以下 ※冷房時、外気温との差を著しくしない
5	相対湿度	40%以上70%以下
6	気流	0.5m/秒以下
7	ホルムアルデヒドの量	空気1m <sup>3</sup> につき 0.1mg以下

※2:居室(オフィス)の一人あたり床面積

		m <sup>2</sup> /人
I		5.0
II	全体	15.2
	日本企業	14.8
	外資企業	17.8
III		13.6

- I. 基本設計
- II. 日本ファシリティマネジメント推進協会データ
- III. 日本ビルディング協会データ

※3:冷房負荷の例



※ 設計（竣工引渡し）数値のままに換気運転をすると、現状の居室使用状況（人口密度）からみて場合によっては3倍程度の過剰外気取り入れになってしまうことも懸念されます。

※ ビル規模や用途にもよりますが、取り入れ外気の冷暖房負荷はビル全体の1/3程度にもなると考えられています。

分野	空調負荷	難易度	易 ← ★★☆☆☆ → 難	季節	夏・冬・中間
関連項目	<p>外気取り入れ（換気）に関する省エネ手法は別のシートにも記載しています。そちらも参照して下さい。また、室温（送風温度）と外気温が近い時期や時間帯は、この手法とは逆に積極的に外気を取り入れる方が省エネルギーになる場合があります（いずれもキーポイントは「居室管理温度」と「外気温度」の比較です）。</p>				
	マニュアル	No. 3, No. 4, No. 19			
	ガイドブック	p. 23, p. 25, p. 27, p. 65~68, p. 85			

？  
この方法は私のビルでも使えますか？

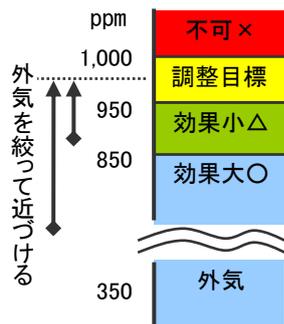
空気環境の管理基準値（ここではCO<sub>2</sub>値の1000ppm）に余裕がある場合は、ビルそれぞれの設備システムを勘案して外気取入れ量を削減します。  
フローアやゾーン、居室によってCO<sub>2</sub>値が一定でない場合はチューニング対象個所が違って来るので注意が必要です。



以下のような場合、この手法は、実施が容易でよい結果が得られ、お勧めできます

### 1) CO<sub>2</sub>濃度が低い

濃度が低いほど削減可能な取り入れ外気量が多く、省エネも大きくなります



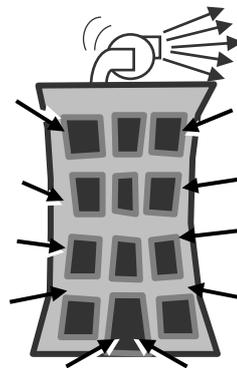
### 2) 給気・還気・外気・排気風量の調整が可能



以下のような場合この手法は、不適切、または慎重な検討や専門家への依頼が必要です

### 1) 建物全体が負圧になっている

2) 空調用ではなく侵入外気による悪影響が懸念されるので、ファン静圧や各 (SA, RA, OA, EA) 風量バランスの適正を前以て確認、是正しておく必要があります



### 3) 特殊用途や多量の換気を要する部屋がある

下記のような部屋、空調系統がある場合は、臭気によるクレーム、不安定な燃焼、一酸化炭素や薬剤による中毒が発生することが懸念されます。

- ・火気や薬剤を使用している
- ・臭気や内部発塵が多い

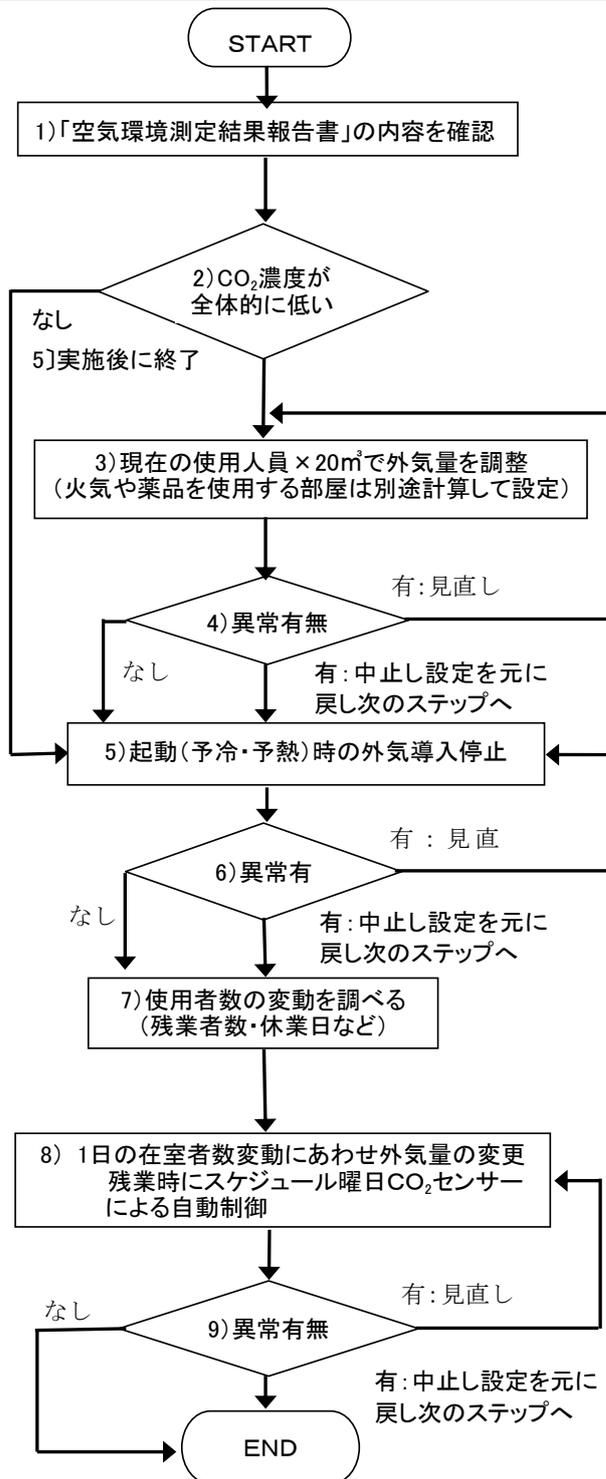
(湯沸し室・喫煙室・印刷室・コピー室等)

このような部屋で外気量の調整を実施する場合には、設計者や施工者とよく話し合い、慎重に実施する必要があります。



## 実施手順

外気量を削減して省エネルギーを行うにはいくつかの手法があり、建物の自動制御装置や計測器の有無により適した手法を選択する必要があります。下記のような手順で行われることをお勧めします。



### 1) 空気環境測定結果 (CO<sub>2</sub> 値) の確認

### 2) 基本になる外気量の決定と調整

現在の在室者数で外気量 (上限の風量) を決定しなおします。なお、火気・薬品を使用する部屋は別途外気量を算出します。

### 3) 基本になる外気量の決定と調整

外気ダンパだけでなく、排気ダンパや換気扇等の排気風量も測定し、建物全体で「外気風量 = 排気風量」になるように調整します。

### 4) 設定変更後の異常 (有無) 調査

風量調整後 1 週間程度は、下記の項目に注意し、異常がないことを確認してから次の段階に進みます。5) と 7) の調整の後も同じです。

その後様子を見ますが、改善が見られない場合は中止して設定を元に戻し、次のステップに進みます。

### 5) 起動 (予冷・予熱) 時の外気導入停止

この方法については別に項目を作りましたが No. 2 「外気量を必要最小限に調整する (2) 起動時外気取り入れ制御」をご参照下さい。

### 6) 在室者数の経時的な変動の調査

1) で予想される最大人数を調査し、3) でその人数に合わせて調整しましたが、次に経時的な変化を調査し、傾向をつかみます。例えば、曜日毎の人数、残業時間帯の人数です。

<b>効果を 確認する</b>	<p>チューニング実施前後（同月）の冷暖房運転期間エネルギー使用量</p> <p>※本手法だけによる省エネルギー効果を算定するためには多様なデータの分析・把握・計算が必要になるので、煩雑をさけるために単純比較でも結構です。</p> <p>※以下は簡易計算の一例ですが、興味のある方は試してみてください。</p>
---------------------	---

※【前後】チューニングの実施前・実施後（実施中）の両方の値が必要です

必要なデータ	データの種類	重要度	難易度	備考
	空調に使用したエネルギー【前後】 （電気・ガス・油・地域冷暖房熱量）	◎	○ ×	中央式の大型の熱源機器は容易 小型分散機器の場合は困難です。
	外気・排気系統の風量データ【前後】	○	×	
	外気の温度・湿度データと室内の 温度・湿度の設定条件【前後】	○	○	外気取入口での実測が理想的ですが、アメダスデータでも代替可能です。
	熱源機器の定格、または平均的な負荷時のエネルギー使用量	○	○	屋外の空気を室内の空気まで冷暖するために必要なエネルギー
	空調設備の運転時間【前後】	○	○	空調機の運転時間と熱源機器の運転時間
	建物の使用状況【前後】	○	×	建物の使用状況に大きな変化がない場合は必要ありません。

簡易な効果比較	<p>1) 風量を正確に実測し、エネルギー使用量は機器の定格消費量で代用する</p> <p>この手法の場合、外気量の削減が確認できた時点でエネルギー削減はほぼ確定できます。風量だけを実測し、エネルギー消費量は機器の定格（または平均的な負荷時）のエネルギー消費量で代用する方法です。</p> <p>この場合、「チューニングを実施した日の空調時間帯の平均的な外気条件」を用いて計算すると簡便です。雨や曇りの日も代表日を選んでおくとよいでしょう（後述の事例を参照）。</p> <p>2) 気象条件や建物使用条件は同じと仮定して、エネルギー消費量だけを比較</p> <p>熱源機器の電力や燃料の消費量を、チューニング前後で比較します。</p> <p>チューニング前後の気象条件もほぼ同じだと仮定することになるので、気象データで測定期間の温湿度のグラフ（1日の変化）を多数かいて比較し、似た日のエネルギーデータを比較します。</p> <p>はかり定の手間は最小限ですが、実際には同じ気象条件で、同じ建物使用状況の日はないため、効果を確実に示すには1)の方が安全です。</p>
---------	--

<b>実施上の 注意点</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・チューニングは許容値を超えない空気環境であることが前提です</li> <li>・中間期は、逆効果にならないように注意してください</li> </ul>
竣工直後（～半年程度）は実施しない	竣工直後は、空調負荷やビル利用状況が安定しないことや、コンクリート躯体からの水分表出（結露）なども懸念されることから、半年程度は様子を見ながら徐々に外気を減らしていきましょう。
CO <sub>2</sub> 測定値の評価	ビル（または居室）の在室者数は曜日や時間帯によって変動するので、1,000ppmギリギリに調整することはなるべく避け、様子を見て問題がなければ再度調整しましょう（チューニング初期設定は850～900ppm程度）。
ダンパの開度と風量は比例しない	ダンパ開度が40%でも風量は40%ではありません。開度70%程度では全開の場合とほとんど風量は変化していません。

※ガイドブック p. 66 に実施例が載っていますのでご参照下さい

## 実施例

夏期外気量の削減をすることでどの程度のエネルギー削減ができるか、東京近郊のオフィスビルでの実測例をご紹介します。

### チューニングを実施した建物の概要

所在地	千葉県	階数	B1F～ 26F
延床面積	72,000 m <sup>2</sup>	竣工	1993年 5月
熱源設備	地域冷暖房 +ウオールスルー空調機	用途	オフィスビル

### 実施期間

2007年(平成19年) 8月27日～9月7日

### 実施した内容

オフィスビルにおいて、夏期外気量を減らすことがどの程度省エネになるか、また、それによりどのような影響が生じるか検証を行った。

図-1は、基準階オフィス 600 m<sup>2</sup>を受け持つ空調機の外気量調整前後の供給冷水量の推移をグラフにしたものである。

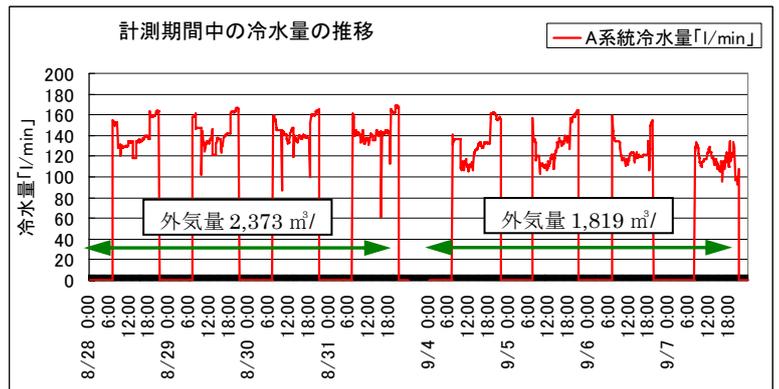


図-1 外気量調整前後の冷水消費の推移

図-2は図-1のデータを基にして、外気のエンタルピと冷水消費量の関係を散布図にしたものである。この図から同じエンタルピのところで外気量調整前後の冷水の消費熱量を比較すると10MJ/h、割合にして12%程度の省エネが図られていることが分かる。

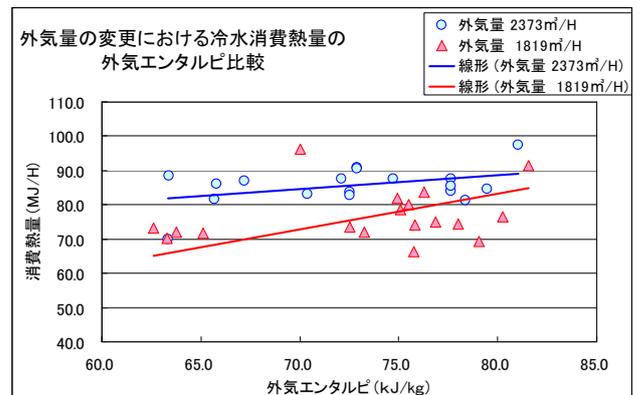


図-2 外気エンタルピと冷水消費量関係

図-3は外気量調整前後で室内CO<sub>2</sub>濃度を計測した結果をグラフにしたものである。これより、明らかに外気量調整前 700ppm前後で推移していたCO<sub>2</sub>濃度が調整後(外気量 2,373 m<sup>3</sup>/h→1,819 m<sup>3</sup>/hに変更)で、1,000ppmを超えるケースが出てきている。

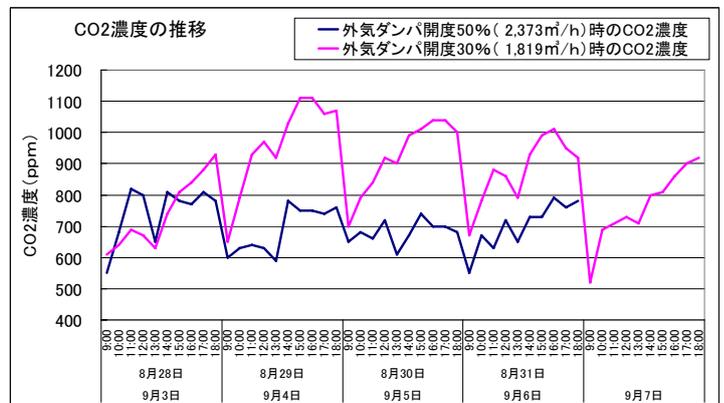


図-3 外気量調整前後での室内CO<sub>2</sub>濃度

# 《Memo》

## 2.3 外気導入制御

### No. 3 外気導入制御(起動時外気取り入れ制御)

熱源や空調機は始業前に起動して予冷または予熱することが一般的です。しかし、この時間帯（始業前）は在室者が殆どいないので、外気取り入れ（換気）の必要性も殆どありません。

※ 空調運転でも、「冷暖房」と「換気」の目的はまったく異なるので気をつけましょう。

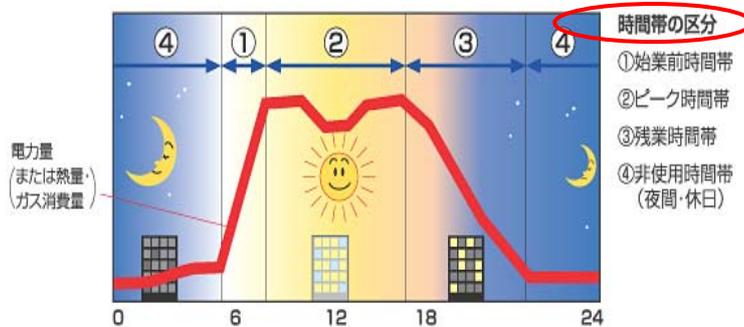
この時間帯の外気導入を停止してエネルギーを削減する手法です。冷暖房起動時（特にピーク期）の室内温熱負荷は非常に大きく、この手法を導入することで、省エネルギー効果も大きくなります。外気負荷が大きい季節、立地では大きな省エネルギー効果があります。

※ 自動によるウォーミングアップ制御が附置されている場合は、時間設定の過不足についてもチェックしましょう。（ウォーミングアップ制御：空調機の起動後、一定時間（自動制御タイマーによる）換気停止や加湿停止を行うものをいう）

【参考：冷暖房起動時の消費エネルギー】

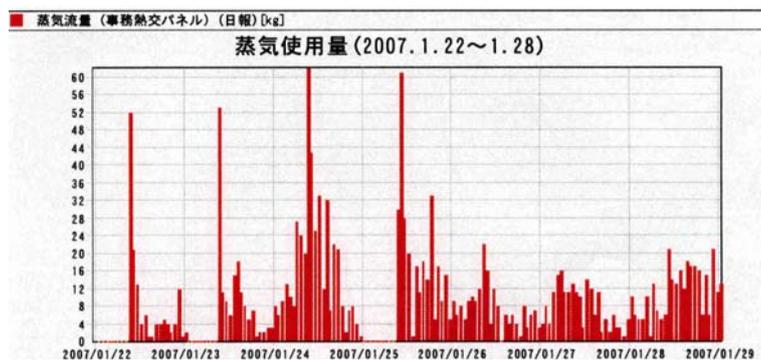
(財)省エネルギーセンターのパフレット「オフィスビルの省エネルギー」から業務の開始に向けた時間帯であるため、空調のウォーミングアップに伴うエネルギーを多く消費します。

特に冬期はこの時間帯のエネルギー消費が最も多くなります。



【参考：暖房起動時の熱量トレンド】

下のグラフは、ウォーミングアップ制御を実施していないビルの暖房熱量トレンド（地域冷暖房）例です。空調立ち上がりの1時間が突出して高いことが分りますが、この時間帯での冷暖房運転を適正化することで、エネルギー使用量、デマンドの双方で大きな省エネルギー効果が期待できます。



分野	空調負荷	難易度	易←☆☆☆☆→難	季節	夏・冬
関連項目	「起動時の外気取り入れ制御」以外の外気を削減する手法は No. 2 をご参照下さい。また、室温（送風温度）と外気温が近い時期や時間帯は、この手法とは逆に、積極的に外気を取り入れる方が省エネルギーになる場合（No. 4 外気冷房, No. 19 ナイトパーズ）がありますのでご参照ください。				
	マニュアル	No. 2, No. 4, No. 19			
	ガイドブック	p. 23, p. 25, p. 27, p. 65~68, p. 85			

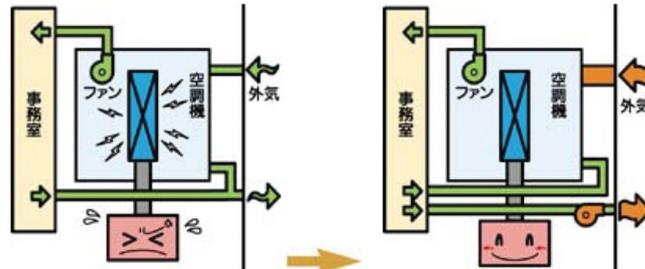
<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>この手法は、問題になる点が少なく比較的容易に実施できます。 また、既にこの手法が制御に組み込まれている場合は、その動作が正しく実施されているかをチェックするのもチューニングの一つと考えられます。</p>	
<p><b>Go!</b></p>	<p>以下のような場合この手法は、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます</p>	<p><b>Stop!</b></p>
<p>1) 風量 (SA・RA・OA・EA) が個別に設定可能 下記のような機器があることが前提になります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風量調整ダンパ (VD), VAV (変風量装置), CAV (定風量装置) などがある。</li> <li>・室内循環用のファンとは別に外気ファンが存在し、インバータなどで風量を変更できる。</li> </ul> <p>外気と循環系を別個に発停できない場合、熱源だけ先に起動し、始業時刻に冷温水の水温が適切になるようにし、始業直前に外気・循環系を投入します。</p> <p>始めの寒暑を多少我慢するということとなりますが、大部屋や休み明けでなければすぐ適温になるのでこの方法でも良いでしょう。</p> <p>2) 空調機器の自動制御発停が可能 毎日のことなので、恒常的に発停操作の調整ができるかどうか問題となります。</p> <p>自動制御 (スケジュール発停) が附置されていない場合、タイマーは安価なので設置を検討してください。</p> <p>3) 冷暖房ピーク期 4) ビル立地の気候条件が厳しい</p> <p>外気条件の厳しい立地のビルでは、より大きな省エネルギー効果が得られます。</p>	<p>以下のような場合この手法は、不適切、または慎重な検討や専門家への依頼が必要です</p> <p>1) 24 時間使用 / 就労時間が一律でない 病院や警備・監視など 24 時間使用を前提とするビル、系統では採用できません。 ※但し、冷暖房と換気のニーズが異なるケースは可です。</p>  <p>2) 予冷・予熱時間帯に清掃を行っている (臭気や内部発塵の多い清掃の場合) 調整時間帯に、気や塵埃の発生が懸念されるような場合は採用できません。</p>	

<p><b>実施手順</b></p>	<p>No. 2 外気量の削減 (CO<sub>2</sub> 濃度による制御) No. 3 (起動時) 外気取り入れ制御</p>
<p><b>効果を 確認する</b></p>	<p>は、ともに外気量を削減する手法ですので、「実施の手順」、「効果を確認する」、「実施上の注意点は」ほぼ同じになります。No. 2 をご参照下さい。</p>
<p><b>実施上の 注意点</b></p>	<p>また、省エネチューニングガイドブックの p. 67 に実施例が載っていますので、ご参照下さい。</p>

## 2.4 外気冷房

### No. 4 外気冷房(適温外気の積極的取入れ)

冷暖房時は、一般的に外気量を必要最小限にして空調管理しますが、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、取り入れ外気量を逆に多くしたり、窓を空けることで省エネルギーを図ります。自然エネルギー（冷房運転時の低温外気）の有効活用をしてみましょう。



分野	空調負荷	難易度	易 ← ★☆☆☆☆ → 難	季節	夏・冬・中間
関連項目	このマニュアルでは「外気冷房」は在室時間帯に行うものを取扱い、在室時間帯以外の外気取り入れによる省エネは「ナイトパージ」にまとめましたのでそちらもご参照下さい。また、この手法とは逆に、外気を削減する方が省エネルギーになる場合があります（No. 2 CO <sub>2</sub> 制御など、No. 3 起動時の外気取り入れ制御）ので参照してください。				
	マニュアル	No. 2, No. 3, No. 19			
	ガイドブック	p. 23, p. 25, p. 27, p. 65~68, p. 85			

？  
この方法は私のビルでも使えますか？

外気が室内に取り入れるのにふさわしい状態であるか？ということが重要です。また、窓を開ける場合には、防犯の問題が関係してきます。



以下のような場合  
この手法は、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます



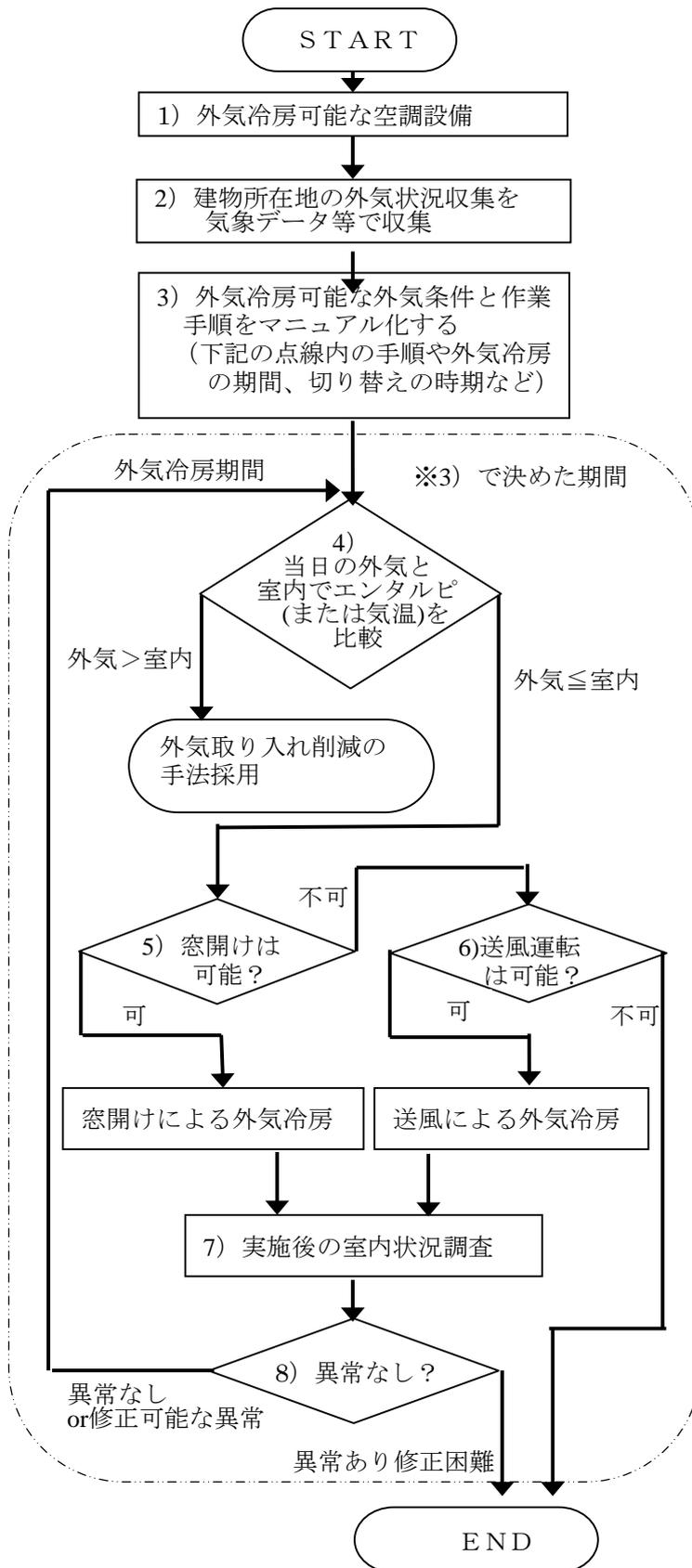
以下のような場合  
この手法は、不適切、または慎重な検討や専門家への依頼が必要です

- 1) 室内管理温度より外気温度がかなり低い場合
- 2) 最小外気取り入れ制御機能がある場合
- 3) 全熱交換器をバイパスできる  
外気冷房を実施する際に全熱交換器を運転すると、効果が減少するだけでなく、場合によっては増エネにもなるので注意しましょう。

- 1) 粉塵・排気ガス・臭気などの問題がある
- 2) 外気温が非常に低い

## 実施手順

外気を積極的に導入して省エネルギーを行うには、自然換気（窓を開ける、自然換気用の設備を動作させる）または機械換気（空調機などの送風ファンを運転する）の2通りがあります。



### 1) 空調設備仕様の確認

### 2) 外気条件のデータを収集

必要不可欠ではありませんが、気象データでビルの外気冷房可能時期を確認しておくことも有効です。

参考：アメダスデータ

気象庁 気象観測（電子閲覧室）

<http://www.data.kishou.go.jp/>

### 3) 外気冷房可能な外気条件を検討する

外気冷房条件を決定し、マニュアルを作成します。

#### ・送風運転で実施する場合

外気温度（給気温度）が、概ね 15～20℃程度である場合は有効です。

冷房軽負荷期や中間期は、それ以上の外気温度でも可能な場合があるので、系統ごとに検討してください。

#### ・窓を開けて実施する場合

室内管理温度（冷房温度）と同程度（20～25℃）でも可能な場合があります。

室内発熱負荷や日射の影響なども考慮して、外気冷房の活用を試みましょう。

### 4) 外気取り入れ管理判断

外気と室内のエンタルピを比較し、3)で決めた条件を満たす外気冷房を実施し、満たさない場合は外気取り入れを削減する手法（このマニュアルの No. 2 や No. 3）を実施します。

なお、エンタルピは相対湿度と乾球温度から空気線図を用いて求めることができますが、簡易的には気温の比較だけでも良いでしょう。

<b>効果を 確認する</b>	効果を緻密に検証する場合は下欄のようなデータで分析するのが望ましいのですが、(外気条件は一樣ではないので)簡易的には外気冷房実施前後のエネルギー使用量を単純比較して評価するとよいでしょう。			
※【前後】省エネチューニングの実施前・実施後(実施中)の両方の値が必要です				
必要なデータ		重 要 度	難 易 度	
	空調に使用したエネルギー【前後】 (電気・ガス・油・地域冷暖房熱量)	◎	○ ×	中央式の大型の熱源機器は容易 小型分散機器の場合は困難です。
	外気・排気系統の風量データ【前後】	◎	×	
	外気の温度・湿度データと室内の温度・湿度の設定条件【前後】	◎	○	外気取入口での実測が理想的ですが、アメダスデータでも代替可能です。
	熱源機器の定格、または平均的な負荷時のエネルギー使用量	◎	○	屋外の空気を室内の空気まで冷暖するために必要なエネルギーです。
	空調設備の運転時間【前後】	◎	○	空調機の運転時間と熱源機器の運転時間
	建物の使用状況【前後】	○	×	建物の使用状況が、前後で同じと見なせる場合は不要です。

<b>実施上の 注意点</b>	外気冷房を実施する際の注意点を記述しました。
外気冷房だからといって外気を全開にする必要はない。	特に外気温が低くファンを使って送風運転する場合、多量の外気を入れると局所的に寒くなるか極度の乾燥状態になります。また、ファンの動力もムダになります。
ダンパの開度と風量は比例しない。	ダンパ開度が40%でも風量は40%ではありません。開度70%程度では、全開の場合とほとんど風量は変化していません。
<p>上記に加えて以下のような点に注意する必要があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・扉が開けにくいところやすきま風が吹いているところはありませんか・・・風量バランス再調整</li> <li>・外気冷房時に熱源が起動していませんか？</li> <li>・帰宅時に窓を開けたままにしていませんか？窓をあけたまま空調運転していませんか？</li> </ul>	

**実施例  
または  
試算例**

外気冷房を行った場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。

チューニングを 実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	B3F~10F
	延床面積	約 68,000 m <sup>2</sup>	竣工	1994年 9月
	熱源設備	地域冷暖房	用途	商業ビル
実施期間	2007年(平成19年)10月5日~10月12日			

実施した内容

図-1は10月8~9日にわたって全館の空調機26台に対し、外気取入れダンパ開度を20%から100%に変えたときのその前後3日間における地域冷暖房の冷水消費熱量および外気乾球温度、外気エンタルピの推移を表したものである。

図-2は同データを外気ダンパ開度20%と100%ごとに、X軸に外気の比エンタルピ、Y軸に地域冷暖房による冷熱消費量を取り散布図にしたものである。

図-1からではダンパー切り替え前後の消費エネルギーの違いがはっきりしないが、散布図にして表すことにより明確に消費量の違いが把握できる。図-2より外気冷房を実施したことで約10%の省エネが図れていることがわかる。

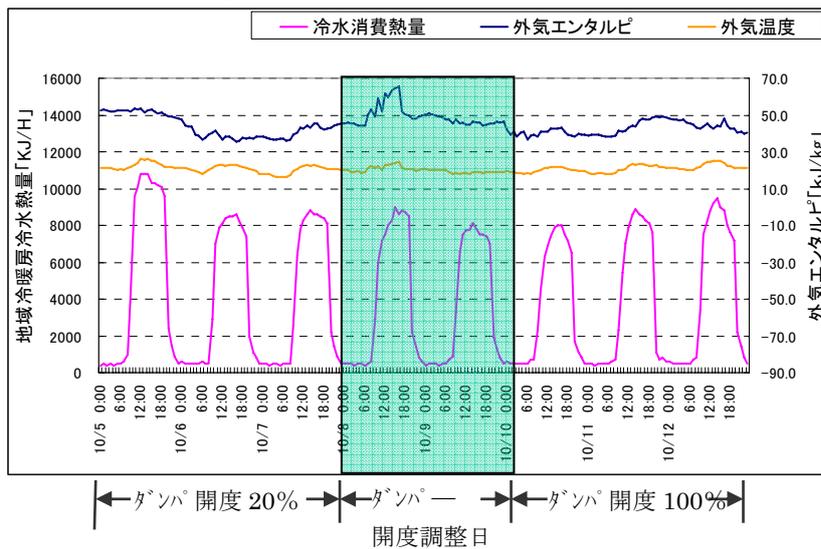


図-1 外気ダンパ切り替え前後の消費熱量推移

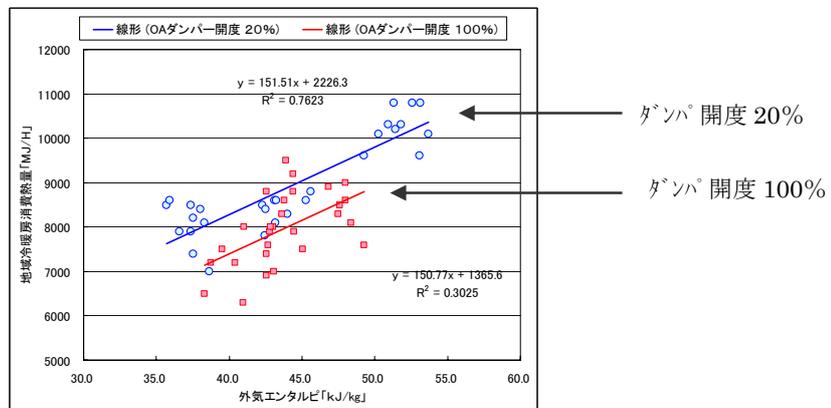
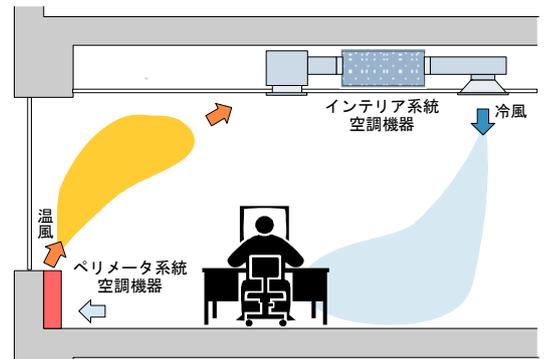


図-2 外気ダンパ切り替え前後の消費熱量比較

## 2.5 室内混合損失の改善

### No. 5 室内混合損失の改善

ビルの高气密化や内部発熱増加等により、インテリア系統空調機器は冬季も冷房運転が必要という例が増えています。外部環境の影響を受け易いペリメータ系統が暖房運転という場合は、冷暖房同時運転での混合損失により増エネルギーが懸念され、損失改善により省エネルギーの可能性あります。室内混合損失は顕在化し難く、エネルギー損失規模も分析や把握が難しい場合が多いのですが、室内温度状況や熱源トレンドから類推することは可能です。その場合は、設定温度や運転方法などを見直すことによって大きな省エネルギーを図ることもできます。

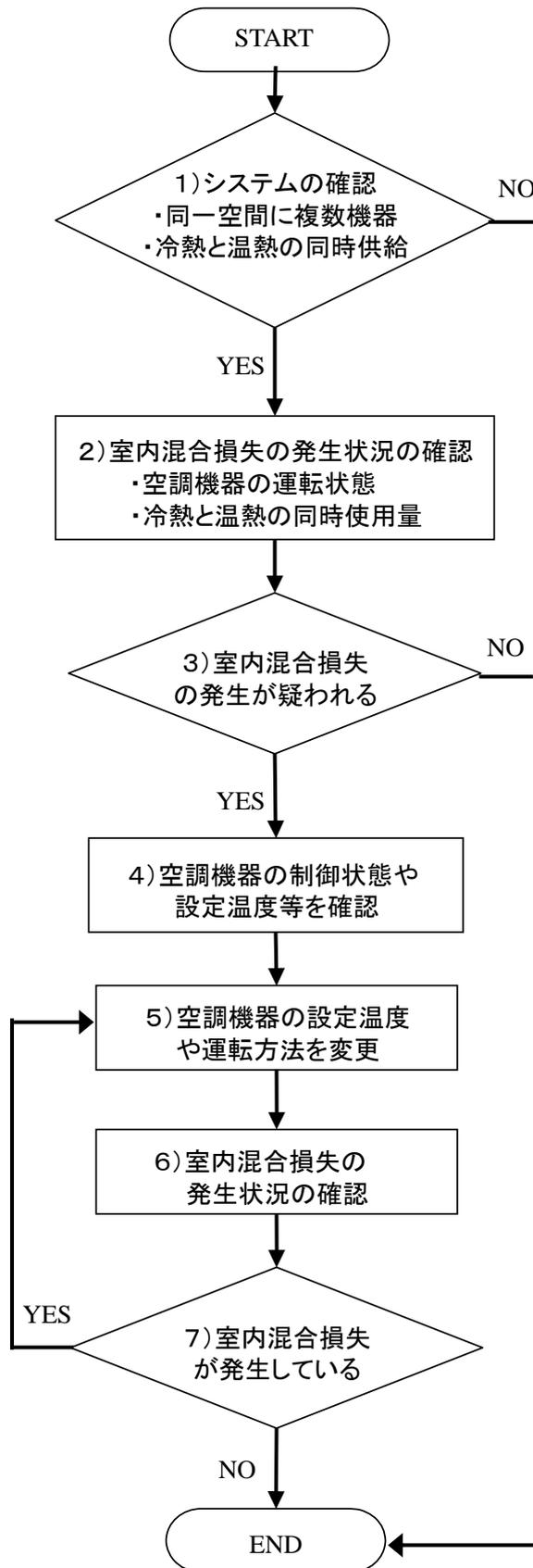


分野	空調負荷	難易度	易←★★★★☆→難	季節	冬・中間
	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。また、室内混合損失と同様に、冷熱と温熱を両方とも消費することによって大きなエネルギー消費に繋がりがやすい運転制御として、除湿再熱制御があります。こちらは主として、除湿が要求される夏期に発生します。				
	マニュアル	No.1, No.4, No.17			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>「室内混合損失」の改善によって省エネルギーを図る手法なので、冷暖房同時運転による混合損失が発生していることが前提となります。</p>	
<p><b>Go!</b></p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <p>1) 複数の空調機器で冷暖房同時運転を行っている 例えば、大部屋に対してインテリアを空調機、ペリメータをファンコイルユニットで冷暖房を行っている場合など、同一の空間に対して複数の空調機器が存在していることが前提となります。</p> <p>2) 同時に冷熱と温熱を供給しているシステムである 例えば、冷・温水4管式を採用している場合などは対象になります。 熱源自体が冷・暖房季節切替えとなっている場合等は対象とはなりません。</p> <p>3) 冷熱と温熱の同時消費量が大 特に、中間期や冬期に、冷熱と温熱の同時消費量が大い場合は室内混合損失が疑われます。 改善した場合、省エネルギー効果も大きくなります。</p>	<p><b>Stop!</b></p> <p>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です。</p> <p>1) 冷熱と温熱の同時使用状況が確認できない 混合損失は顕在化しにくいので、その発生状況は確認出来なくてもやむを得ない面があります。 不明な場合は、専門家へ相談することも有効です。</p> <p>2) 室内環境上の理由でやむを得ない ペリメータ側の負荷状況で必要最小限の温風を吹いている場合でも、インテリア系統の冷風と若干の混合損失を生じている可能性があります。 室内環境上やむを得ない程度の冷熱と温熱の同時使用は許容せざるを得ません。 本例では、冷熱と温熱の同時使用禁止を前提としていないので、現状が許容範囲かどうかの見極めも重要です。 室内状況や空調ニーズが、冷暖房同時運転停止としても許容される場合は試行して下さい。</p>
	ガイドブック	p. 29~30

## 実施手順

室内混合損失を改善して省エネルギーを図るには、その発生状況を把握することが最も重要であり、下図のような手順で行われることをおすすめします。



### 1) システムの確認

同系統で冷暖房運転（冷熱と温熱の同時供給）しているかなど、室内混合損失が生じ得るシステムかどうかを確認します。

### 2) 発生状況の確認

現状や過去の運転実績から、室内混合損失が発生しているかどうかを確認します。

室内混合損失が発生し易い冬期などに空調機器の運転モードや吹出し温度を確認します。

過去の運転実績については、中央監視装置日報（空調機運転状態、冷・温熱消費量）などを活用します。

### 3) 混合損失の有無判断

以下のような場合は可能性があります。

- ・ペリメータ機器が暖房運転を行っている時、インテリア機器が冷房運転を行っている。
- ・冬期に冷熱と温熱が同時使用されている。

### 4) 制御仕様や設定温度等の確認

空調機器制御仕様や設定温度等を確認します。

一般に、「暖房用ペリメータの機器の設定温度」が「冷房運転となっているインテリアの機器の設定温度」に対し過剰に高くなっている場合に、混合損失が発生し易くなります。

### 5) チューニング（設定温度や運転方法の変更）

（「ペリメータ機器の暖房設定温度」が高過ぎる場合）

許容される範囲で、暖房設定温度を「インテリア機器の冷房設定温度」に近づけます。

冬期に暖房が必要となるのは、主に朝の立ち上がり時が多いため、日中は暖房運転を行わないなどの運転スケジュール変更によって効果が出る場合があります。

### 6) チューニング対応後の再確認

変更を行った後の「混合損失」改善状況、残存状況などを再確認することが必要です。

損失が抑制または極小化されていればOKです。

改善効果あまり表れていない場合は、再実施の可否や方法を検討します。

**効果を  
確認する**

冷熱量の削減効果：(実施前の冷熱消費量) - (実施後の冷熱消費量)  
 温熱量の削減効果：(実施前の温熱消費量) - (実施後の温熱消費量)

	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	空調に使用した冷熱消費量【前後】	◎	○	中央方式の空調システムの場合消費熱量の計量が困難である場合は、消費エネルギー量で評価します。
	空調に使用した温熱消費量【前後】	◎	○	上記と同じ

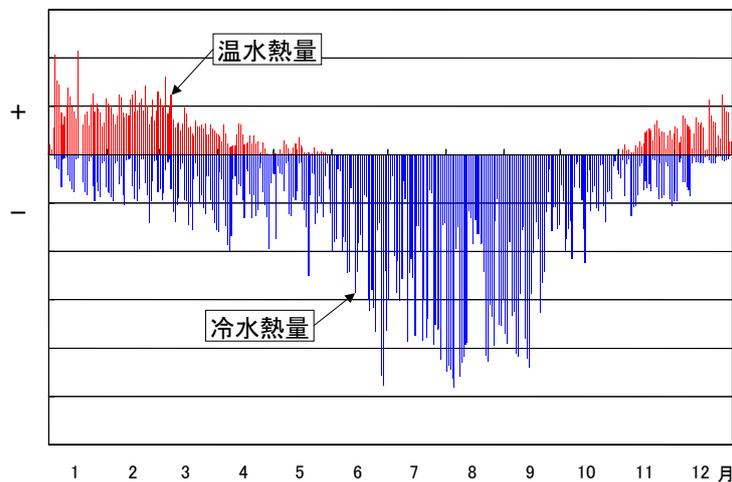
**ミソ**

混合損失が発生している場合は、冷熱と温熱が同時に消費されるという事象が生じます。

(混合によって損失となる「冷熱量」と「温熱量」は理論上等量であるといえます)

対応の結果で「冷熱消費量」と「温熱消費量」が同程度減少していることが確認できれば、チューニングによる改善効果と判断してもよいと考えます。

定量的には、「冷熱消費量」と「温熱消費量」双方の減少分が混合損失改善効果となります。



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12月

オフィスの日別冷水・温水熱量事例

室内混合による損失熱量を直接計量することは極めて困難であるといえます。

したがって、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です。

一般的には、外界条件や使われ方の違いなどもあるため、チューニング(改善)前後の「冷・温熱消費量」をそれぞれ単独に比較するだけでは、改善効果の評価は難しい面もあります。

「混合損失」は、冷熱と温熱エネルギーの“相殺”であると考えられることができるため、両者の変化量を比較することで改善効果を定量的に評価することが可能になります。

<p style="text-align: center;"><b>実施上の 注意点</b></p>	<p>このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点を記述しました。</p>
<p>室内環境上許容できる範囲で実施する。</p>	<p>冷熱と温熱の同時使用が全くあってはならないということではありません。 例えば、ペリメータ機器の暖房設定温度を下げるか、暖房を中止することができれば、室内混合損失を抑えることができますが、“寒い”などのクレームに繋がる恐れもあります。室内環境上の必要性などを把握・評価しながら、室内環境上許容できる範囲で実施することが重要です。“必要なものを我慢する”のではなく、“無駄をなくす”という観点で判断するとよいでしょう。</p>
<p>定期的に確認するなど再発を防止する。</p>	<p>例えば、ペリメータ機器の運転や設定を室使用者に開放している場合などでは、一度設定温度を調整しても、再度変更されてしまう可能性も十分にあります。設定に当たっての注意事項を使用者に徹底したり、定期的に運転状態を確認したりするなど、再発防止のための対応も必要です。</p>

## 2.6 除湿・再熱制御システムの運用見直し

### No. 6 除湿・再熱制御システムの運用見直し

除湿再熱制御システムは以下のような内容で、運用によってはエネルギー使用量の増大になるものです。

①還気と外気の混合空気（給気）を冷却コイル等で冷却除湿をする。

②このままで給気し室内が過冷却になってしまう場合は、加熱コイル等で再加熱して給気する。

空気を一度冷却し再度加熱するため、エネルギー消費量としては多く使用することになります。

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としている例も多く、エネルギー消費量が多大となります。

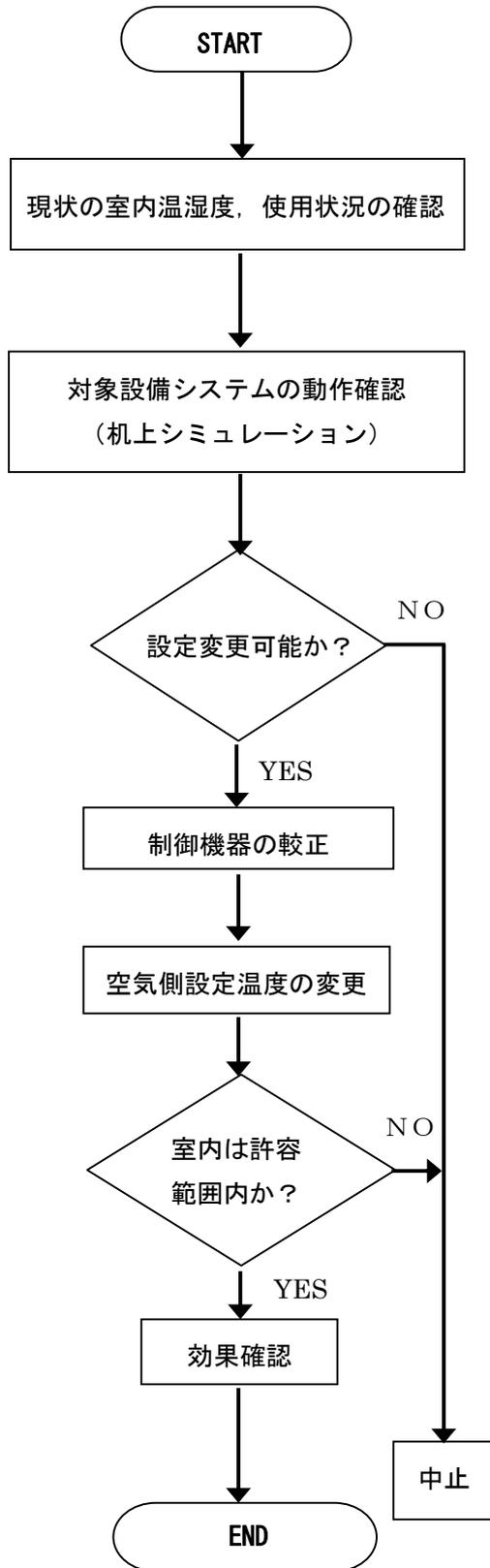
この手法は、年間恒温・恒湿のように緻密な温・湿度管理（特に湿度管理）が要求されない空調系統で除湿再熱制御システムを止めることにより、エネルギー量を削減するものです。

分野	空調負荷	難易度	易←★★☆☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。				
	マニュアル				
	ガイドブック	p. 69			

 この方法は私のビルでも使えますか？	年間を通して、一定または厳しい温・湿度条件が要求される系統（コンピューター・マシンルームなど）では採用することはできません。 系統、居室で要求される温度・湿度条件から、採用の可否を検討、確認することが必要です。
	この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。
<b>1) 温・湿度条件が厳しくない</b> 除湿再熱制御システムを採用している室内で、温度および湿度管理が厳密でないことを確認しましょう。	<div style="text-align: center;">  </div> 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です。
<b>2) 温・湿度条件が厳しくない時期がある</b> 除湿再熱制御システムを採用している室内で、温度および湿度管理が厳密でない時期があるかを確認しましょう。 上記のような時期があれば、チューニングによりエネルギー消費量を削減できる可能性があります。	
<b>3) 使用用途、温・湿度条件が変わった</b> 除湿再熱制御システムを採用している室内で、竣工当初より使用用途や温度・湿度条件が変更したかを確認しましょう。 上記のような変更があった場合、チューニングによりエネルギー消費量を削減できる可能性があります。	
	<b>1)年間を通して恒温・恒湿が求められる</b> 収蔵庫など重要な物品があり、年間を通じて温度および湿度条件が厳しい場合は、この手法を採用することはできません。
	<b>2) 同じ空調機系統に恒温・恒湿が求められる部屋がある</b> 同じ空調機の系統に、年間を通じて温度および湿度条件が厳しい室内がある場合は、この手法を採用することはできません。
	<b>3) 対人快適空調以外の再熱制御システムの場合</b> 何らかシステムの機能要求があるはずですので、専門家に相談が必要です。

## 実施手順

除湿再熱制御システムを中止する手法としては、以下のような手順で行なうことをお勧めします。



### 1) 現状における室内の温度・湿度調査

対象となる室内の温度・湿度条件を調査します。対象となる室内を管理している方に、日々の使用状況や現状の温度・湿度に関する状況，温度・湿度（特に湿度）条件の変更可能かについてヒアリングを実施します。

### 2) 年間の使用条件を確認

年間を通じて、対象となる室内の温度・湿度条件や使用状況を確認し、設定変更可能な時期等について調査またはヒアリングを実施します。

### 3) 対象となる設備システムを確認

計装図フローシートと動作説明を確認し、年間シーズン毎の各設定値をリスト化します。再熱制御の意図を確認し、設定変更した場合の挙動変化を予想（机上シミュレーション）します。

### 4) 制御機器の較正

対象となるシステムの温度・湿度制御機器が正常に機能するために、定期的に較正を行っていない場合は、専門業者に依頼し較正を行いましょう。較正を行うことで、対象室内の温度・湿度が正常に保て、省エネに繋がります。

### 5) チューニング前の現状把握

現場にて冷水弁・温水弁（再熱）の通水状況を確認（バルブに触る）します。調整器の各設定・現状開度・コイル前後の空気温度計測値を記録します。

### 6) 冷水コイル出口側の空気温度調整を行なう

（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側の空気温度を調整します。

（中間期・冬期）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空気温度を調整します。

夏期・中間期・冬期共に、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してください。

### 7) 実施状況を確認

実施状況を確認し、問題が生じていないかを把握します。変更前と変更後におけるエネルギー消費量を比較し、エネルギー消費量が削減されていることを確認します。

何らかの原因で調整が上手く出来ない場合は、専門業者に相談した方が良いでしょう。

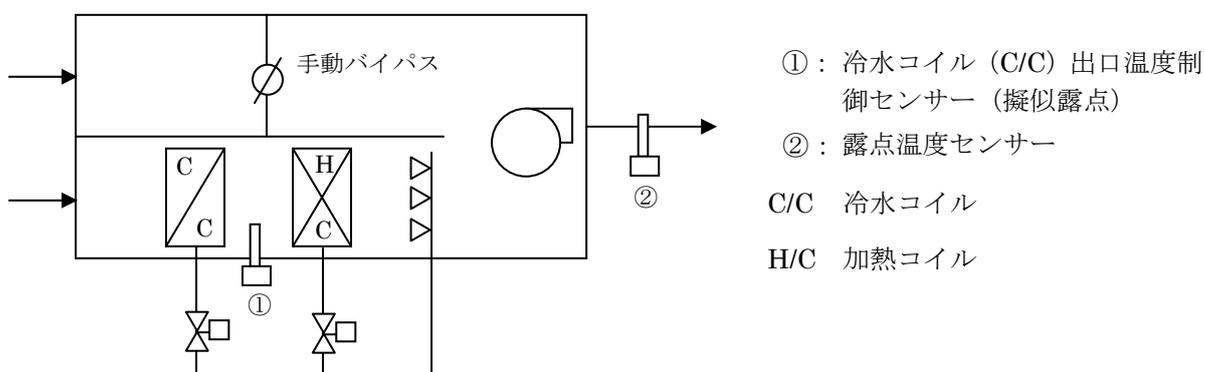
<b>効果を 確認する</b>		(実施前後のエネルギー消費量の差) × (空調設備の運転時間)		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	空調に使用したエネルギー【前後】 (電気・ガス・油・地域冷暖房熱量)	◎	○ ×	エネルギー量を計測している場合は比較的容易 エネルギー量を計測していない場合は困難
	冷水・温水(蒸気)熱量【前後】	◎	○ ×	熱量計がある場合は比較的容易 熱量計が無い場合は困難
	外気の温度・湿度データと室内の温度・湿度の設定条件	◎	△	建物周辺の温度・湿度データが理想的ですが、気象庁のデータでも代替可能
	熱源機器の定格、または平均的な負荷時のエネルギー使用量	◎	△	空気を冷却・加熱するために消費したエネルギー量を調査し、単位熱量当りのエネルギー消費量を算出 @ (※1) /MJ (熱量) ※1.エネルギー消費量を示す (電気: kWh, ガス: m <sup>3</sup> [kg], 油: L[kg], 熱供給: MJ)
	空調設備の運転時間【前後】	◎	△	空調機の運転時間
ミソ	<p>この手法の場合、要素は2つあります。</p> <p><b>1)空調に使用したエネルギー消費量を測定する</b></p> <p>設定前後での外気温度・湿度および室内温度条件がほぼ同じであることを確認し、設定変更前後でエネルギー消費量が減っていることが確認できた時点で、省エネ効果が出たこととなります。建物全体でしかエネルギー消費量を計測していない場合は、空調以外の使用状況と外気の温度・湿度条件がほぼ同じであれば、設定変更前後のエネルギー消費量の差が省エネ効果となります。</p> <p><b>2) 冷水・温水(蒸気) 熱量をメインに測定する</b></p> <p>設定前後での外気温度・湿度および室内温度条件がほぼ同じであることを確認し、冷熱量・温熱量が減っていることが確認できた時点で、エネルギー消費量が削減できたこととなります。この冷熱量・温熱量に熱源機器の単位熱量当りのエネルギー消費量を掛けることで、エネルギー削減量が算出されます。</p> <p>上記手法に年間の空調時間を掛けることで、概略の年間エネルギー削減量が算出されます。実際には同じ外気温度・湿度で建物の使用状況が同じ日はありませんので、変更前と変更後によるエネルギー削減量を厳密に比較することは困難です。</p> <p>尚、詳細なエネルギー削減量を把握したい場合は、専門業者に依頼した方が無難です。</p> <p>このチューニングが可能であれば、冷熱と温熱の両方の消費量が削減可能となり、大幅な削減効果が見込めます。</p>			
注意				

## 実施上の 注意点

このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点。特に、機器の操作に関して必要な情報を記述しました。

温度・湿度条件が厳しい(収蔵庫など)場合は実施しない	厳密な温度・湿度条件が年間を通じて要求される場合は実施しないで下さい。室内環境上の必要性などを把握・評価しながら、室内環境上の許容できる範囲で実施することが重要となります。
許容範囲の確認	現状の温度・湿度状態が変わるため、許容範囲内かを確認する。
状況確認	チューニング後は特に、定期的に対象室内の状況や空調機の運転状況を監視する必要があります。
制御機器の校正	制御機器は定期的に校正を行ないましょう。

### 【バイパス併用型除湿再熱制御システム例】



#### メモ1

除湿再熱は、主冷却コイルによる除湿冷却と加熱コイルによる再熱で制御されています。主冷却コイル (冷水コイル) の冷水制御弁は、コイル下流部 (加熱コイルの手前) に設置された、乾球温度センサー①、または露点温度センサー②にて調節器により動作します。  
 ①については、単独制御ループとなるので、本文に記載の手順となります。  
 ②については、加湿を絡めて制御ロジックが高度化しているので専門業者に相談して下さい。

#### メモ2

集会所やホールなどでは、バイパス併用型除湿再熱制御を採用されているケースがあります。この場合は、バイパス風量側を増量することにより、冷却再熱量を減じる手法もあります。

#### メモ3

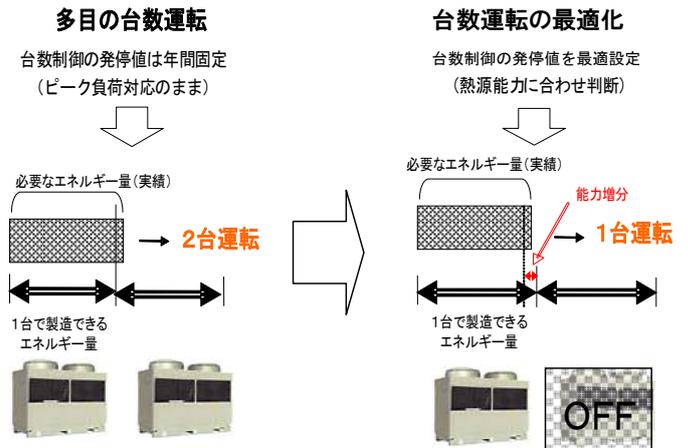
外調機との併用方式の場合は、外調機側で必要な除湿が可能であれば、主空調機の除湿再熱が不要となることがあります。

## 2.7 熱源運転方法の調整

### No. 7 熱源運転方法の調整(台数制御)

熱源機器が複数設置されている場合、熱負荷に応じて運転台数が最適になるように制御されます。しかし、台数制御は竣工・引渡し時の設定（増段・減段）のままで運転されているのが殆どです。熱源機器は、気象条件や運転条件・負荷・経年によって能力に変化が発生しますが、その状況を的確に把握、判断して現状に応じた設定調整をすることで省エネルギーに繋がられます。

※設定調整することで、増・減段頻度や運転時間を減らしたり、高効率負荷運転が可能となります。

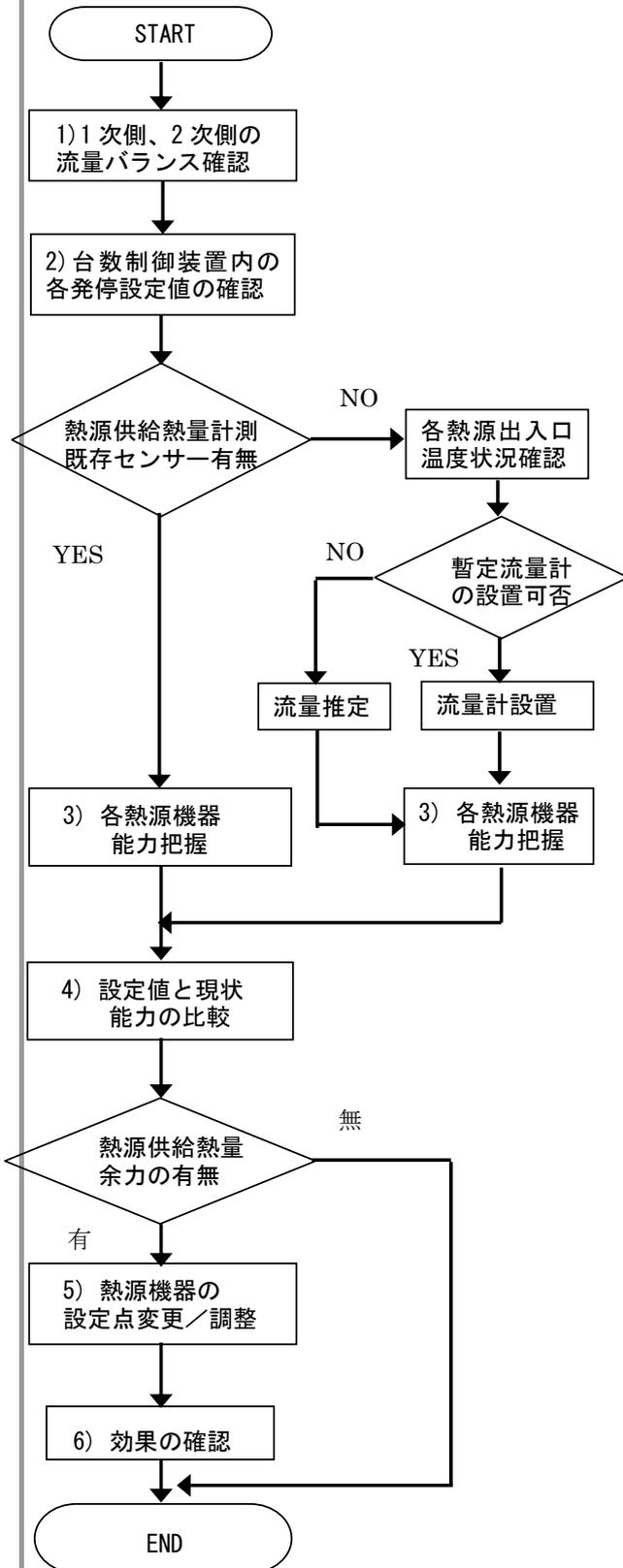


分野	熱源設備	難易度	易←★★★★☆→難	季節	冬・中間
関連する項目	熱源設備の No. 11, No. 13 等の熱源機器能力調整方法とも関連します。検証は、負荷に対する熱源機器の所要動力削減と同様の方法で可能です。				
	マニュアル	No.8, No.11, No.13			
	ガイドブック	p. 33, p. 70			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>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です。ただし、冷温水ポンプの場合は1次側と2次側とで分かれたシステムであることが前提となるので、前以て確認しておくことが必要です。</p>
<p>Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2ポンプシステムの場合 (このシートの3頁目の注意事項を確認願います)</li> <li>台数制御が初期設定のままで運用されている</li> <li>頻繁な発停現象がある 熱源群の1台が、その日の最大負荷時に頻繁に発停を繰り返していれば、効果が期待できます。</li> <li>熱量センサーや台数制御装置等が附置されている 台数制御運転用のセンサーや台数制御装置等が附置されていることが条件となります。 (熱量センサー等が熱源機器測定用にある場合は、さらに熱源機能力を直接把握することが可能)</li> <li>1次側（熱源機側）と2次側（空調機器側）の流量調整が適切に行われている (2次側の往き返り温度差が適正に確保され、1次側の供給熱量が2次側送水量にほぼ比例している場合)</li> </ol>
<p>Stop!</p>	<p>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です。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1ポンプシステムの場合 (同左)</li> <li>安全率を考慮しつつ、能力にあった台数制御設定値に常時調整している場合</li> <li>熱量センサーや台数制御装置等が附置されていない 熱源機器の運転を自動で行うための改造や流量・熱量計器類の増設が必要です。</li> <li>1次側と2次側の流量調整が適正に行われていない 流量・熱量バランスを把握・調整するための事前対応などが必要です。</li> </ol>

# 実施手順

熱源機器の運転に関し省エネルギーを行うにはいくつかの手法があり、自動制御装置や計測器の有無により適した手法は異なりますが、本手法には下図のような手順で行うことをお勧めします。

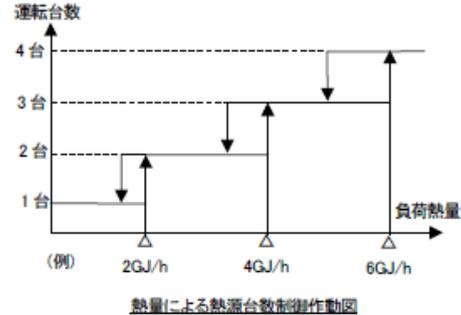


## 1) 1次側、2次側の流量バランス確認

2次側冷温水往還温度差の適正、1次側熱量と2次側負荷量がほぼ比例していることを確認しておきます。

## 2) 台数制御設定値の確認

取扱説明書、自動制御動作説明書等により、現状の各設定点を確認します。



## 3) 各熱源機器能力の把握

以下の方法等により、各シーズン別の能力を算出します。不明な場合はメーカーに確認するのも有効です。

※定期的に能力を確認、把握している場合はそのデータを活用)

- 個別に熱量計がある場合はその値を確認
- 一般的には定流量のため暫定的に流量計測し、冷凍機出入口温度差との演算で算出します。
- 流量計を設置できない場合でも、2次側への供給熱量との関連から流量・熱量を想定し、出入口温度差との演算で熱量を算出します。

## 4) 設定値と現状能力の比較

項1)の設定値と項3)の現状能力との比較を行い、熱源供給熱量余力の有無を確認します。(例;95%⇒105~110%設定へ)

※運転状況により、送水温度が設定値以上(例;1~2℃超過)や以下になる場合で、室内温調に影響を与えないことなど含む。

## 5) 熱源機器の設定点変更/調整

現状の熱源供給が過剰と判断された場合、安全率を考慮しつつ設定調整を行う。

尚、特異日による急激な熱負荷上昇もあるので、設定変更後も運転状態を継続監視することが大事です。

逆に、調整後の過負荷傾向が見られ場合は、設定を戻すか手動で追従機の運転を行います。

## 6) 効果の確認

熱源関係データの時刻別トレンドチェック、機別運転時間比較等を行い、調整前後の電力量等を比較確認します。(冷温水ポンプも、小温度差大水量から大温度差小水量運転となり省エネが図れます)

**効果を  
確認する**

(実施前後の1時間当り熱源機器エネルギー) × (空調設備の運転時間)

	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度																							
必要なデータ	2次側供給熱量	◎	○	全体, できれば系統別に																						
	2次側往き返り温度	◎		温度差共																						
	2次側供給流量	◎		ピーク時, 軽負荷時																						
	1次側供給熱量	◎	○	全体, できれば機器別に																						
	1次側往き返り温度	◎		同上																						
	各熱源機器の発停設定値	◎		各熱源機が運転指令を受ける熱負荷値																						
	各熱源機器の発停状態	◎		ピーク時, 軽負荷時																						
	各熱源機器の運転時間	◎		累積, ピーク時, 軽負荷時																						
ミソ	<p>ピーク負荷時以外において台数制御運転を実施する場合は, 機器の定格能力に基づき設定点を決めるのではなく, その時々々の熱源供給能力に応じた増・減段設定を考慮することが重要です。右図は中間期の冷却水温度低下に伴う熱源供給能力増加を示す例です。</p>			<table border="1"> <caption>Figure 1: Capacity Output vs Cooling Water Temperature</caption> <thead> <tr> <th>冷却水温度 (°C)</th> <th>能力出</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>16</td><td>1.10</td></tr> <tr><td>18</td><td>1.10</td></tr> <tr><td>20</td><td>1.10</td></tr> <tr><td>22</td><td>1.10</td></tr> <tr><td>24</td><td>1.09</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.08</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.06</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.03</td></tr> <tr><td>32</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>34</td><td>0.95</td></tr> </tbody> </table>	冷却水温度 (°C)	能力出	16	1.10	18	1.10	20	1.10	22	1.10	24	1.09	26	1.08	28	1.06	30	1.03	32	1.00	34	0.95
冷却水温度 (°C)	能力出																									
16	1.10																									
18	1.10																									
20	1.10																									
22	1.10																									
24	1.09																									
26	1.08																									
28	1.06																									
30	1.03																									
32	1.00																									
34	0.95																									
意注	<p>1) この調整 (冷水供給) は負荷が減少する主に中間期や冬期に行います (温水供給の場合, ヒートポンプシステム等に対し冷水と同様に対応します)</p> <p>2) 下図に示すように, 配管システムが2ポンプシステムに対して適用できます</p> <p>ただし, 台数制御運転を行うための熱量計や熱源台数制御装置等の設備が設けられているシステムで, かつ, 2次側の往き返り温度差や流量が適正に確保されていることが前提となります。</p>																									

<b>実施上の 注意点</b>	このチューニング手法を実施する際に注意すべき点、特に機器の操作に関して必要な情報を以下に記述します。
<b>適用時期</b>	このチューニングは、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います。
<b>適応対象の確認</b>	精密な温湿度制御を行っている空調ゾーンがある場合、規定送水温度より多少の上昇・下降でもトラブルになる可能性があるため注意が必要です。
<b>バックアップ方法 （増段方法他）</b>	本方式適用時の機器能力ダウン（急激な気象変化等）や機器劣化に対応して台数制御を送水温度で補正（増段）します。 具体的には、送水温度が設定値を満足できない状態が一定時間以上継続した場合、適正温度確保のために熱源機器1台を強制運転（増段）する。 尚、還水温度が設定値を満足できない状態が一定時間以上継続した場合は、1台を強制停止（減段）します。
<b>継続的性能調査</b>	中間期や冬期を含めた熱源機器能力を把握・分析することが有効です。 機器の能力変化を把握することが効果的適用、効率向上に結びつきます。 また、経年的劣化や保全状況による性能把握も大事なので、メーカーや保守点検業者に確認していくことも大事です。
<b>適用中の監視対象</b>	チューニング期間中のトラブル防止のため、時間熱負荷、熱源機器の運転状況、外気温湿度などを監視する必要があります。
<b>センサー類の定期的な較正・確認</b>	センサー類、特に流量センサーは設置条件や経年により測定誤差が大きくなることもあります。状況や精度の判断と、数年に1回の較正が必要とされます。

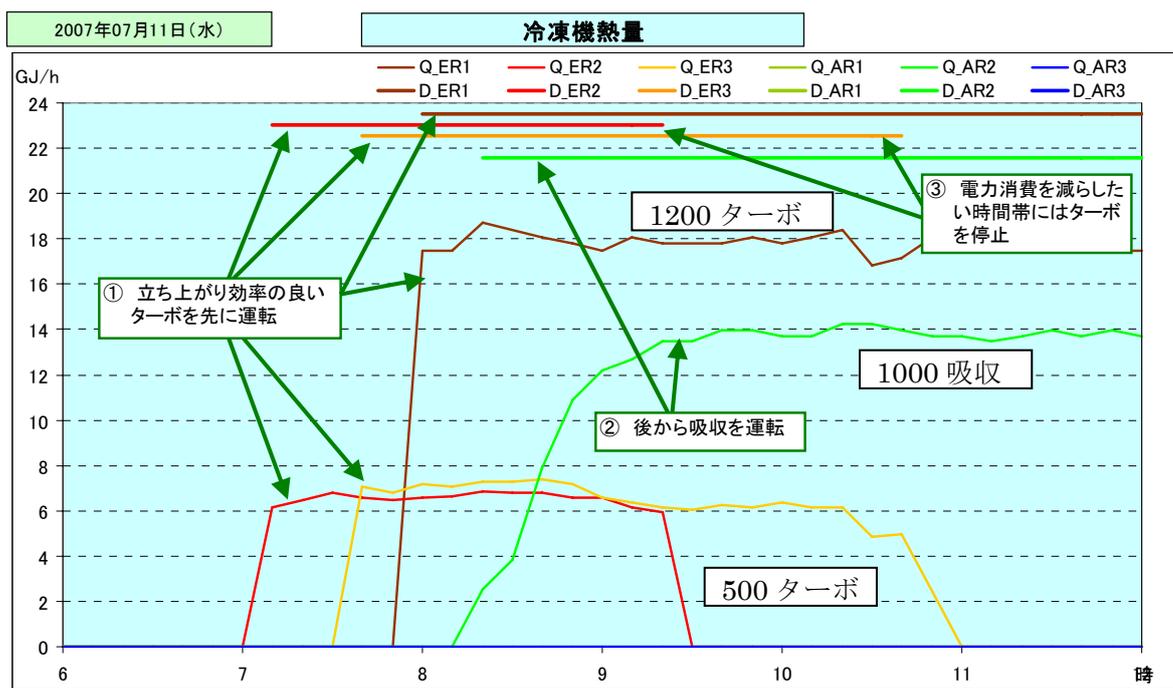
## 実施例 試算例

ターボ冷凍機、吸収式冷凍機を複数設置されたビルの冷凍機台数制御事例をご紹介します

チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	B5F～ 20F
	延床面積	約 120,000 m <sup>2</sup>	竣工	2000年1月
	熱源設備	ターボ冷凍機、吸収式冷凍機	用途	事務所
実施期間	2007年(平成19年)7月			

ターボ冷凍機 ; 1, 200RT × 1、500RT × 2、吸収式冷凍機 1000RT × 3 の台数制御  
各系統の熱量演算の合計により全体負荷熱量を演算し、負荷熱量に合わせて台数制御を行っています。夏季は電力使用量の制限を考慮して吸収式冷凍機（6月～9月）を追いかけ運転しています。

実施した内容



立ち上がりが早く効率の良いターボ冷凍機を先に起動しています。  
吸収式冷凍機は安定した負荷状態で運転することで効率も安定します。したがって、ON-OFF の繰り返しが起きる状態での運転は省エネになりません。

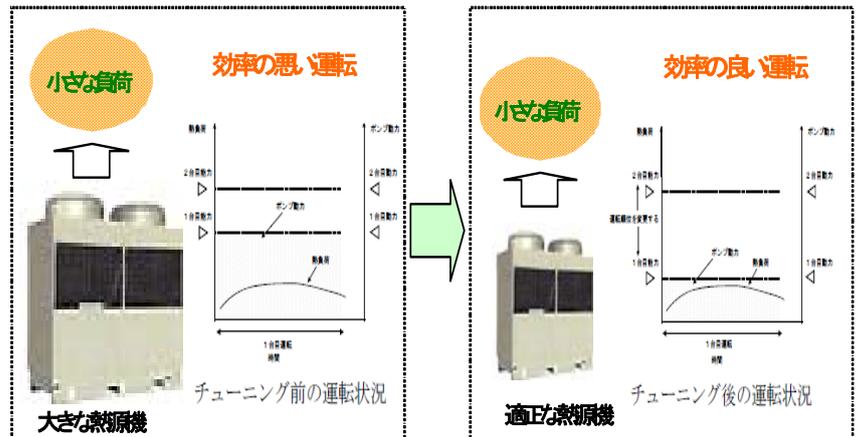
# 《Memo》

## 2.8 熱源台数制御方式設定値の変更

### No. 8 熱源台数制御方式設定値の変更(発停順位調整)

インバータがない空調熱源機器（冷凍機など）は、軽負荷運転時にCOP（冷凍効率）が低下する傾向があります。容量の異なる冷凍機が複数設置されている場合、冷暖房負荷の大小に関係なく同じ順位で年間運転していると、低い効率の制御となるので注意しましょう。

時期や曜日、時間帯などによる負荷率の違いを勘案し、運転順位設定を調整していくことが省エネに結びつきます。

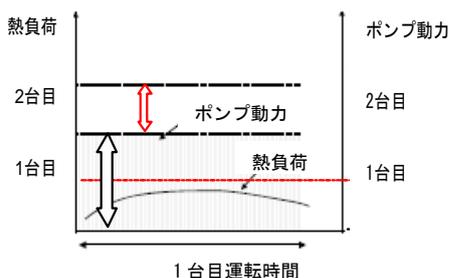
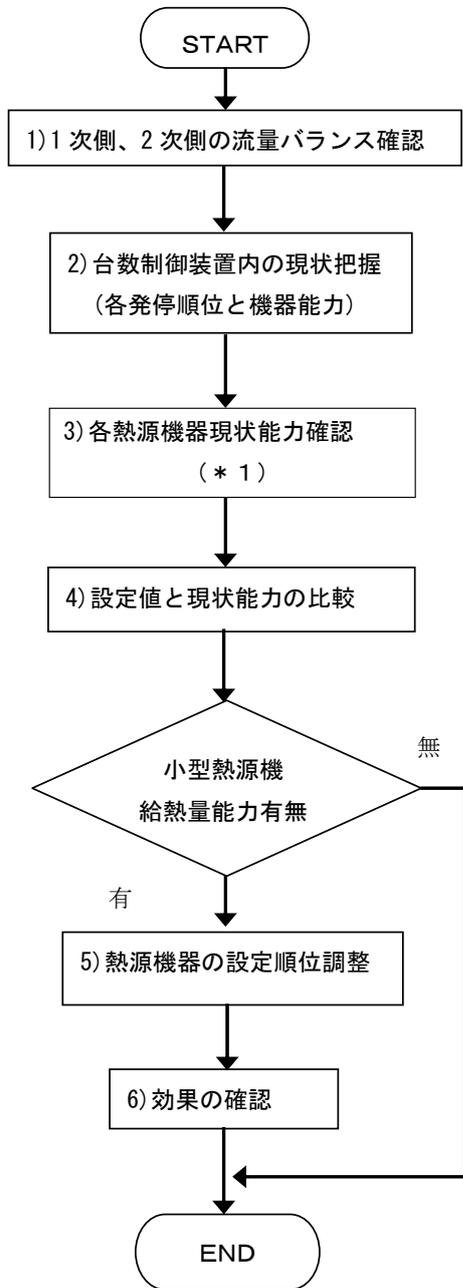


分野	熱源設備	難易度	易←★★★★☆☆→難	季節	中間・冬
関連する項目	No. 11, No. 13 等の熱源機器能力調整方法とも関連します。省エネ効果の検証は、負荷に対する熱源機器の所要動力削減と同様の方法で可能です。				
	マニュアル	No.7			
	ガイドブック	p. 31, p. 70			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>熱源機器の発停順位が年間一定で運用している場合に有効です。</p> <p>※冷温水ポンプが1次側と2次側とで分かれた2ポンプシステムであることが前提です。</p>
<p>Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 複数の熱源機器容量が異なっている</li> <li>2) 先発大容量機のみが大半となっている 冷暖房負荷に対して小容量機等でも対応できる場合、本手法の効果が期待できます</li> <li>3) 2ポンプシステムである (本シートの3頁目の注意事項を確認願います)</li> <li>4) 台数制御システムが設置されている 自動台数制御を行うための熱量センサーや台数制御装置等の設備が設けられていること (熱量センサー等が熱源機器測定用にある場合は、さらに熱源機の能力を直接把握できます)</li> <li>5) 冷温水流量調整が適切である 1次側（熱源機側）と2次側（空調機器側）の流量調整が適切に行われていることが大事です。 (2次側の往還温度差が適正に確保され、1次側の供給熱量が2次側送水量にほぼ比例している場合)</li> </ol>
<p>Stop</p>	<p>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です。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1種類の熱源機器で構成されている場合</li> <li>2) 1ポンプシステムの場合</li> <li>3) 熱量センサーや熱源台数制御装置等がない 熱源機器の運転を自動で行うための改造や流量・熱量計器類の増設が必要になります。</li> <li>4) 冷温水流量調整が不適切（アンバランス）である場合 1次側（熱源機側）と2次側（空調機器側）の流量・熱量バランスを把握・調整するための事前対応などが必要になります。</li> </ol>

## 実施手順

熱源機器運転の省エネルギー手法には複数の手法があります。自動制御装置や計測機器の有無、仕様により適した手法は異なりますが、ここでは下図のような手順で行うことをお勧めします。



チューニング前の運転状況

### 1) 冷温水1次側と2次側の流量バランス確認

事前調整として、2次側の往還温度差が適正に確保され、1次側の供給熱量が2次側送水量にほぼ比例していることを確認します。

### 2) 台数制御設定の現状把握(各発停順位と機器能力)

日常の熱負荷データ、熱源機器運転記録より、現状での負荷と対応する熱源機器能力と順位を確認します。

### 3) 各熱源機器現状能力確認

優先順位等を調整する前に、個々の熱源機的能力(定格値、実績値)を確認します。

※シーズン別能力を調査確認している場合は、そのデータを活用

してください。

※冷暖房負荷状況に合った制御設定にする場合は、マニュアルNo.7を参照し現状能力(実績値)を確認します。

### 4) 現状の台数制御設定とピーク負荷の比較

左図に示すように、優先熱源機的能力(定格値、実績値)と現状ピーク負荷を比較し、それ以外の熱源機(小容量機)運転での可否を判断します。

### 5) 熱源機器の発停順位調整

変更可能と判断した場合、安全率を考慮しつつ、大容量熱源機先発から小容量機先発に運転順位を変更します。

※上記1台目⇒2台目での設定と同様、2台目⇒3台目でも同様な負荷状況であれば対応可能です。

### 6) 効果の確認

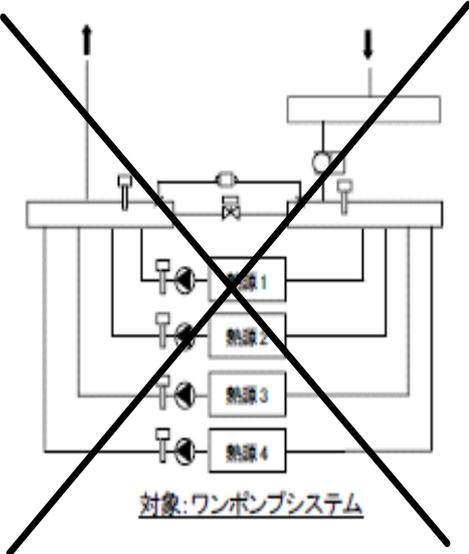
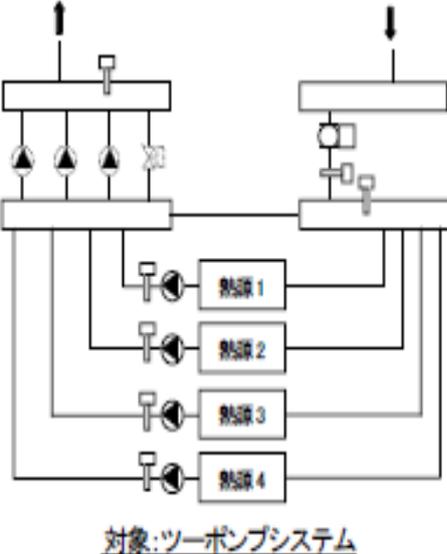
チューニング前後の熱源機エネルギー消費量、ポンプ電力消費量を比較し、省エネ効果を確認します。

※冷暖房負荷、供給熱量、運転台数等の時刻別トレンドや台数別運転時間等の比較を行うことも有効です。

(ポンプ運転も小温度差大水量運転から大温度差小水量運転になり、省エネが図れます)

**効果を  
確認する**

(実施前後の1時間当りの熱源機器エネルギー) × (空調設備の運転時間)

	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	2次側供給熱量	◎	○	全体, できれば系統別に
	2次側往き返り温度	◎		温度差共
	2次側供給流量	◎		ピーク時, 軽負荷時
	1次側供給熱量	◎	○	全体, できれば機器別に
	1次側往き返り温度	◎		同上
	各熱源機器の発停設定値	◎		各熱源機が運転指令を受ける熱負荷値
	各熱源機器の発停状態	◎		ピーク時, 軽負荷時
	各熱源機器の運転時間	◎		累積, ピーク時, 軽負荷時
ミソ	<p>冷暖房のピーク負荷時以外でも, 過大な熱源機器で運転されているケースが時々見受けられます。冷暖房の負荷率と熱源供給能力を把握し, 熱源機器の発停順位(台数制御設定)をそれに応じて調整, 変更することで, 大きな省エネルギー効果に結びつけていく可能性となります。</p>			
注意	<p>1) 軽負荷時期に行う 本調整(冷水供給)は負荷が減少する主に中間期や冬期に行います。 (尚, 温水供給の場合, HPシステム等に対し冷水と同様に対応します)</p> <p>2) 冷温水システムが2ポンプ仕様であること 下図に示すように, 配管システムが2ポンプシステムに対して適用できます。 台数制御運転を行うための熱量計や熱源台数制御装置等の設備が設けられているシステムで, かつ, 2次側の往還温度差や流量が適正に確保されていることが必要です。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>対象:ワンポンプシステム</p> <p>【不可】</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>対象:ツーポンプシステム</p> <p>【可】</p> </div> </div>			

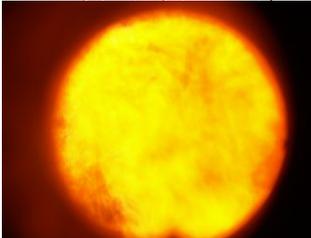
<b>実施上の 注意点</b>	このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点、特に機器の操作に関して必要な情報を掲載しました。参考にしてください。
<b>適用時期</b>	冷暖房負荷が減少する中間期や負荷の少ない平日夜間、土日曜日等に行います。
<b>適応対象の確認</b>	適用し易い：系統の負荷変動が安定している場合。 検討が必要：時間別やゾーン別で負荷変動が大きい場合は、効果が少ない可能性もあるの調整可否の検討、確認が必要です。
<b>バックアップ方法 (増段方法他)</b>	機器能力ダウン（急激な気象変化等）や機器劣化に対応して、台数制御を送水温度で補正（増段）する機能（※）を付加することも望ましいと考えられます。 ※送水温度が設定値を満足できない状態が一定時間以上継続した場合、次順位の熱源機1台を強制運転（増段）する制御機能など
<b>継続的性能調査</b>	定期的（シーズン別）に、ビルの冷暖房負荷トレンドや熱源機器の能力変化を把握することが効果的適用に結びつきます。 能力は経年劣化や保全状況により変化してくるので、継続的な把握が必要です。
<b>データ分析、 実施期間中のチェック</b>	以下のような運転データを記録、分析し、設定・調整の適否や過不足をチェックしていくことが必要です（季節、曜日、時間帯別）。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷暖房負荷、負荷率</li> <li>・冷温水出口温度設定、冷温水適温立上り時間、冷温水温度および流量トレンド</li> <li>・熱源機器運転時間（機器ごとの）</li> <li>・入居率、特殊用途空調系統の有無、外気温湿度等</li> </ul>
<b>センサー類の定期的な校正・確認</b>	センサー、計測器類は設置条件や経年により測定値がずれることがあります。定期的に測定値の適正確認（2回/年程度）と較正（1回/数年程度）を実施していくことが必要です。

## 2.9 燃焼機空気比の調整

### No. 9 燃焼機の空気比の調整

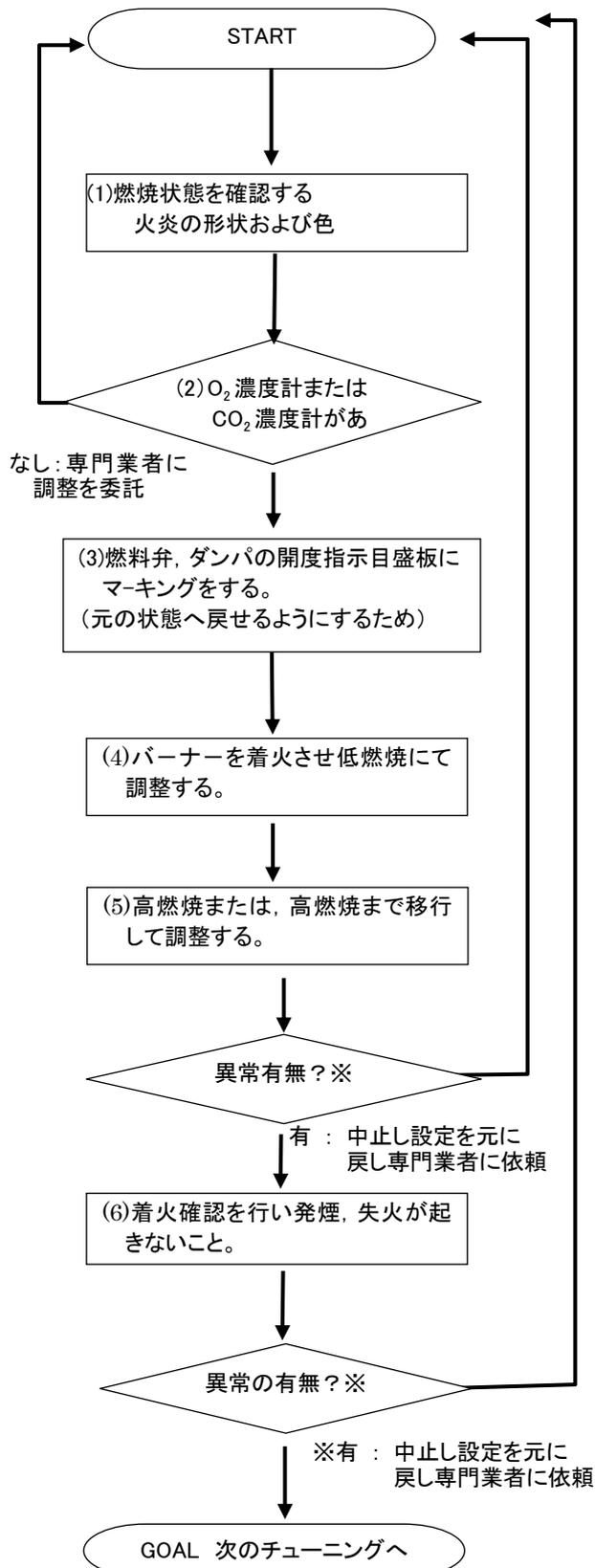
燃焼設備（ボイラー・冷温水発生機等バーナー）では、燃焼での理論空気量に対して若干多目の空気が必要とされますが、程度によっては「燃焼温度の低下」、「排ガス量の増加」、「機器効率の低下」に繋がります。本項は、その空気比を最適化（チューニング）することによって省エネルギーを図ろうとするものです。冷温水発生機の場合、空気比を0.1減らすことにより燃焼効率は約0.8%程度向上するといわれています。燃焼（空調熱源）機は定格負荷で運転されることは少なく、通常負荷は40～80%程度であることが殆どですが、ここでの空気比調整を行うことで省エネルギー-効果をあげることが出来ます。

分野	熱源設備	難易度	易←★★★★☆→難	季節	夏・冬
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。				
	マニュアル				
	ガイドブック	p. 35			

<p style="text-align: center; font-size: 2em;">?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>適正な空気比は燃焼機器ごとに異なります。機器によってはこの手法を採用できないケースもあるので、メーカーや保守点検業者に確認することが必要です。</p>	
<p style="text-align: center; font-size: 2em;">Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p>	<p style="text-align: center; font-size: 2em;">Stop!</p>
<p>現場での空気比の適否・過不足は、火炎の形状及び色によって概略の判断が可能です。</p> <p>1) 空気比が高い（酸素濃度が高い）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・油焚：火炎は短く、輝白色。燃焼室内は明るい</li> <li>・ガス焚：火炎は短く、青紫色。燃焼室内は比較的明るい。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>〔油焚〕</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>〔ガス焚〕</p> </div> </div> <p>2) 空気比が低い</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・油焚：火炎は暗赤色。燃焼室内は薄暗く煤けており見通しが悪い。煙突より発煙する場合もある。</li> <li>・ガス焚：火炎は赤黄色。燃焼室内はもやって見通しが悪い。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>〔油焚〕</p> </div>		<p>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です。</p> <p>1) 空気比が適正な場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・油焚：火炎は薄い橙色。燃焼室内の見通しが良い。</li> <li>・ガス焚：火炎は薄い赤紫色。燃焼室内は薄い膜が掛かったようになっているが、見通しは比較的良い。</li> </ul>

## 実施手順

バーナーの燃焼制御方式にはいくつかの方法があり、調整方法も異なります。省エネルギーを行うためには、排ガス酸素濃度5%程度を目標とし空気比の調整を行います。下図のような手順で行われることをおすすめします。



### ■ High-Low-Off 制御 の場合

#### 1) 燃焼状態の確認

火炎の形状及び色によって空気比の適否を確認する。

#### 2) 測定計器を設置する

(O<sub>2</sub>濃度計またはCO<sub>2</sub>濃度計)

#### 3) チューニング前の開度確認

燃料弁, ダンパにマーキングし, 開度を記録する。異常があった場合, 元の状態へ戻すため。

#### 4) バーナー着火, 低燃焼での調整

測定機器をみながらダンパ開度を徐々に絞る。

- ・油焚きの場合⇒発煙等が無い
- ・ガス焚きの場合⇒CO等が発生しない

を確認。排ガス酸素濃度は5%以下を目標とする。

#### 5) 高燃焼での調整

ダンパ開度を徐々に絞っていく。

- ・油焚きの場合⇒発煙等が無い (高燃焼側電磁弁の「開」位置も調整)
- ・ガス焚きの場合⇒CO等が発生しない

を確認。排ガス酸素濃度は5%以下を目標とする。

#### 6) 着火確認

調整完了後, 着火確認を行い, 発煙, 失火等が起きないことを確認する。

油焚きの場合, 高・低切替え時に発煙することがあるので, 問題が無いことをよく確認する。

### ■ 比例制御の場合

(1)~(5) High-Low-Off 制御 の場合と同じ

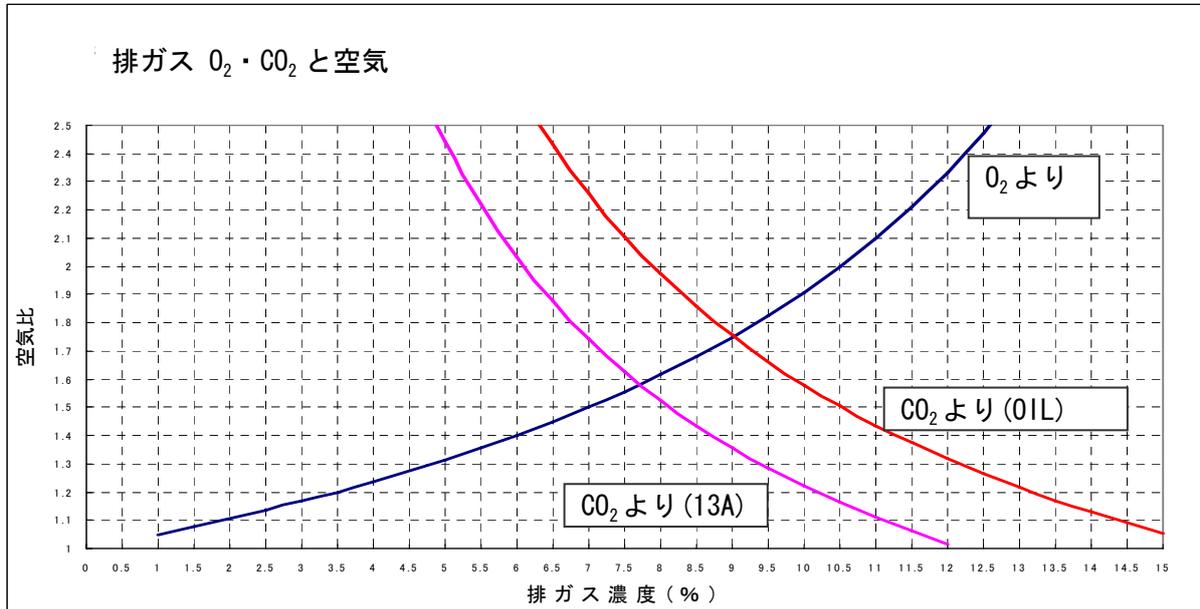
#### 6) 着火確認

調整完了後, 着火確認を行い, 発煙, 失火等が起きないことを確認する。

油焚きの場合, 着火時に発煙することがあるのでよく確認する。

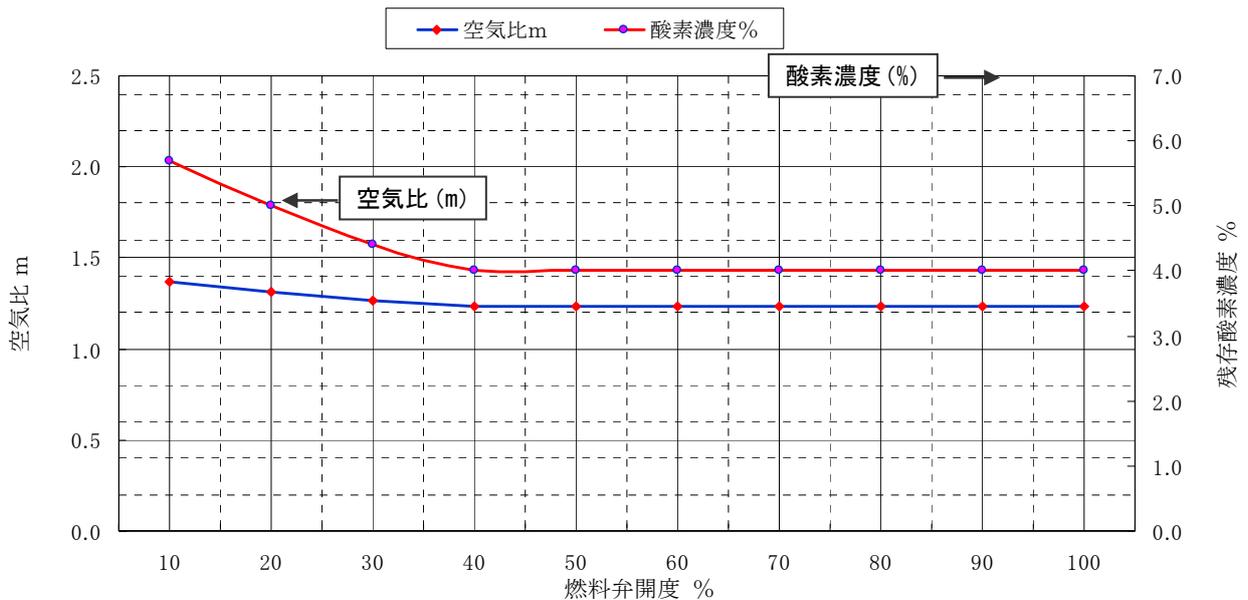
## 効果を 確認する

- (1) 燃焼調整後の排ガス測定値より空気比を算定する。
- (2) 排ガス濃度から空気比の換算は下記グラフを使用する。
- (3) チューニング前後の月間燃料消費量を比較し効果を確認する。



【参考：排ガス濃度と空気比の関係】

- ① CO<sub>2</sub>計測値を利用する場合      液体の (CO<sub>2</sub>) max=15.8%      ガスの (CO<sub>2</sub>) max=12.2%  
     空気比 = (CO<sub>2</sub>) max / CO<sub>2</sub>
- ② O<sub>2</sub>計測値を利用する場合  
     空気比 = 21 / (21 - O<sub>2</sub>)



<b>実施例</b>	都市ガス（13A）を燃料とする冷温水発生機における空気比調整の実施例をご紹介します。			
チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	B2F～14F
	延床面積	約 50,000 m <sup>2</sup>	竣工	1969年9月
	熱源設備	冷温水発生機	用途	複合ビル（オフィス、ホテル）
実施期間	2007年（平成19年）1月17日～2月5日			

ガス焼き冷温水発生機（300RT）の燃焼装置について空気比の調整を実施した結果を以下に示す。空気比の算出は次式により行っている。

$$\text{空気比} = 21 / (21 - \text{排ガス } O_2 \text{ 濃度} [\%])$$

図-1 に調整前後の空気比を示したが、調整前燃焼装置各ノッチにおける空気比 1.5 程度を 1.3 前後に調整した。表-1 に調整前後の消費ガス量と生産熱量の計測結果を示したが、この表から明らかに 2.9% の成績係数（COP）の向上がみられた。年間の効果試算では

$$360,000 [\text{Nm}^3/\text{年}] \times 2.9\% = 10,500 [\text{Nm}^3/\text{年}]$$

金額にして 50 万円程度のコスト削減が見込まれる。

実施した内容

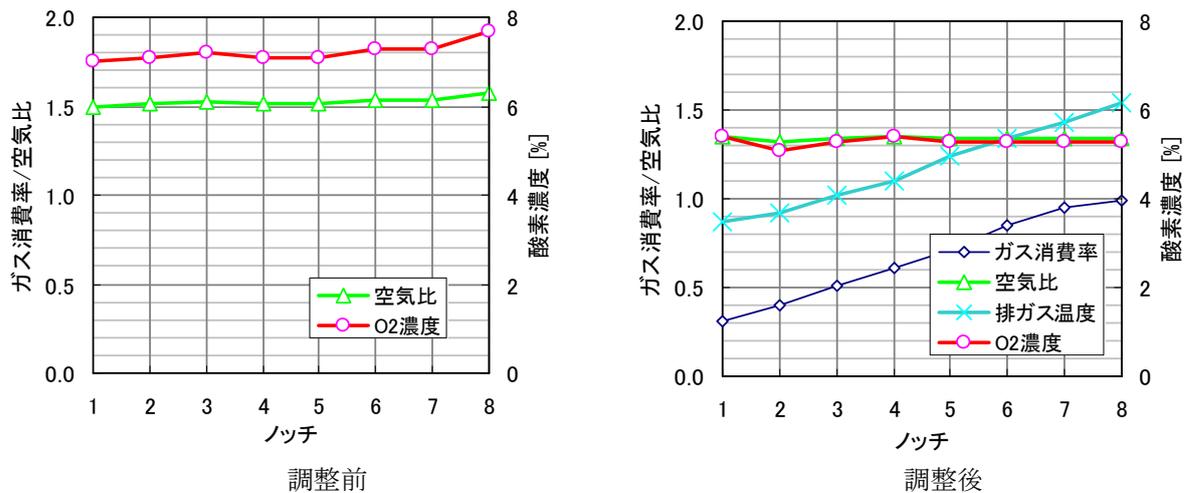


図-1 冷温水発生機の調整前後空気比

表-1 冷温水発生機の調整前後効率

	生産熱量 [kWh]	運転時間 [Nm <sup>3</sup> ]	負荷率 [%]	消費ガス量 [Nm <sup>3</sup> ]	COP [-]
調整前	120,521	179.5	72.2%	11,160	0.864
調整後	64,836	93.3	74.7%	5,831	0.890

※調整前：1/17～1/29の計測値、調整後：1/31～2/5の計測値

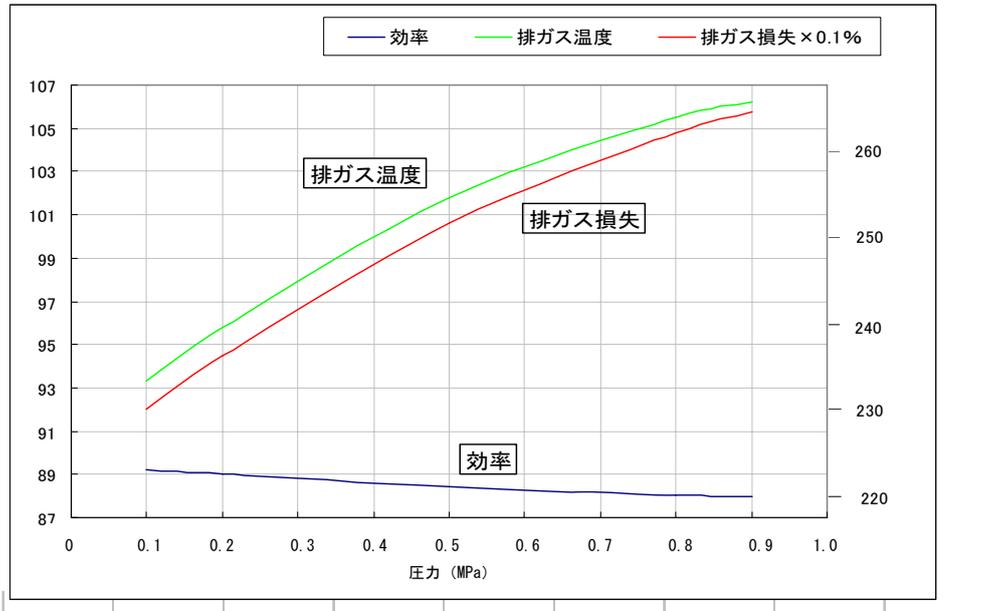
## 2. 10 蒸気ボイラ設定圧力の調整

### No. 10 蒸気ボイラ設定圧力の調整

ボイラの運転圧力設定は二次側機器の必要圧力と配管の圧力損失にて決定されます。

しかし、現場では供給圧力（二次側機器）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見うけられています。

一般的に、ボイラ運転圧力が 0.1Mpa 変わることにより効率は約 0.16% 変わるといわれており、二次側機器の必要圧力、温度を再確認し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す。



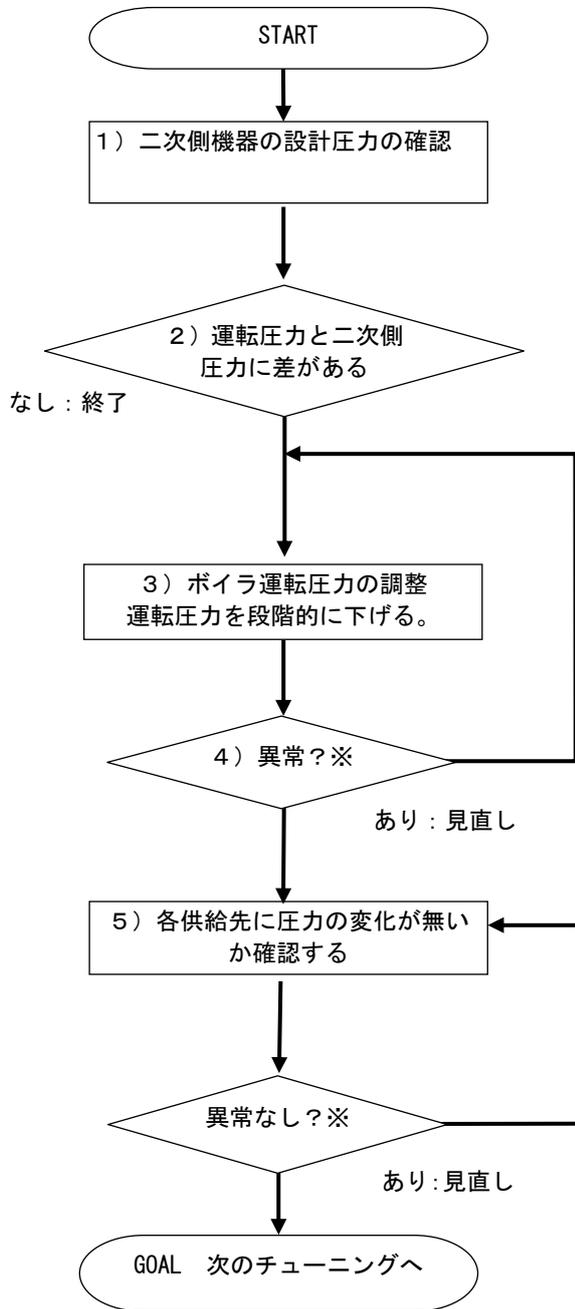
[ボイラ圧力と効率、排ガス温度の関係]

分野	熱源設備	難易度	易 ← ★★☆☆☆ → 難	季節	冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。				
	マニュアル				
	ガイドブック	p. 37			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>ボイラの運転圧力設定は容易に変更可能ですが、設備定格及び供給点における設計圧力の再確認が必要です。</p>	
<p><b>Go!</b></p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p>	<p><b>Stop!</b></p>
<p>1) ボイラと全ての二次側機器に対し減圧弁が設置されている</p> <p>2) 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よりの使用先が無くなった</p>	<p>1) 減圧弁を介さず蒸気を使用している機器がある</p> <p>2) 貫流ボイラである</p>	<p>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です。</p>

## 実施手順

設定圧力を調整して省エネルギーを行うにはいくつかの手法があります。  
代表的な手順は下図のようです。



### 1) 二次側機器の設計圧力（必要圧力）確認

供給点の設計圧力（負荷側蒸気減圧弁二次側圧力）をプラントの設備仕様書等で確認する。

（不明な場合、現在の減圧弁二次側圧力を確認）

### 2) 運転圧力と二次側圧力に差があることを確認

減圧弁は作動差圧があるので、二次側圧力と同じにまで下げることはできません。

（少なくとも 0.1MPa 程度は必要）

### 3) ボイラー運転圧力の調整

ボイラーの圧力コントロールは、一定の幅をもたせてバーナーを ON-OFF 制御しているのが一般的です。

ON-OFF 両方の圧力設定を同じだけ下げていきます。

※ 通常は [ON 設定+幅] のように設定を変更すればよい

※ 圧力調節器の調整方法は別紙に記載

※ 一回の圧力設定幅は 0.05MPa～ 0.1MPa 程度とする。

★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ー設定数値をマーキング・記録しておきましょう。

### 4) 圧力の確認

二次側供給圧力の一番高い圧力が所定圧より下がり始めた時点で作業終了とします。

供給先に圧力の変化が無いかも確認します。

（圧力変化は最大負荷がかかった時に確認）

## 効果を 確認する

圧力調整前と調整後での燃料消費量を確認します。

q q

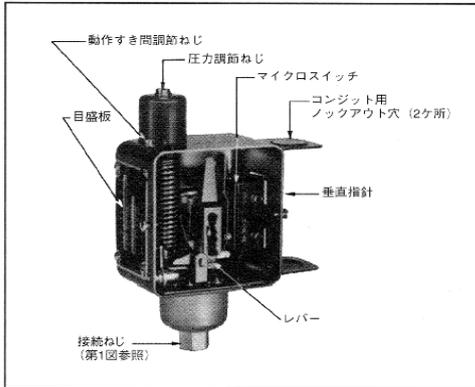


図-1 ON/OFF 式圧力調節器

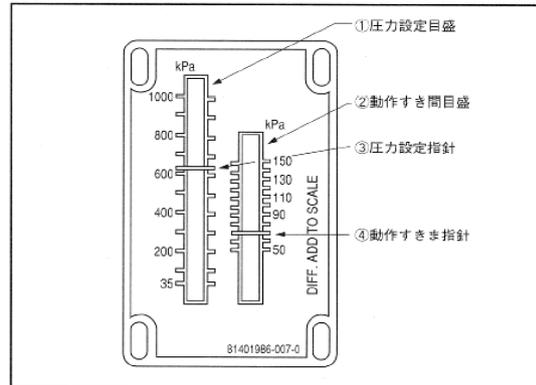


図-2 図-1 の目盛板詳細

## ON-OFF 式圧力調節器の調整方法

この調節器は圧力設定目盛でボイラ発停(ON/OFF)の「ON」を設定します。

「OFF」の位置は動作すきまで調整します。(OFF=ON+動作すきま)

例：図 - 2 の現在の設定値は圧力設定目盛=610kPa, 動作すきま目盛=70kPa となっていますので

ボイラ発停(ON/OFF)圧力は ON=610kPa, OFF=610+70=680kPa となります。

これを ON=500kPa, OFF=600kPa に調整しましょう。

1. 図 - 1 の圧力調整ねじを反時計廻りに廻す。
2. 図 - 2 の圧力設定目盛の指針が 500kPa になったら廻すのをやめる。
3. 図 - 1 の動作すきま調整ねじを時計廻りに廻す。
4. 図 - 2 の動作すきま目盛の指針が 100kPa になったら廻すのをやめる。

以上で調整は完了です。

## ※注意事項

目盛と実際作動圧力には若干の誤差がありますので、実機での作動確認は必ず行なって下さい。

# 《Memo》

## 2.11 冷温水出口温度設定値の変更－1

### No. 11 冷温水出口温度設定値の変更－1(冷温水発生機)

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るのが一般的です。そのため、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)となっている例が散見されます。季節やビル使用状況(冷暖房負荷)から判断し、冷(温)水出口温度設定を調整することで省エネルギーが図れます。

【冷房運転】軽負荷時は冷水出口温度を「高めに設定する」ことで燃料消費率は低減します(図-1)。

周囲との温度差も小さくなることで、吸熱ロスや結露ロス等も減少して大幅な燃料の節約となります。

【暖房運転】:軽負荷運転時の燃料消費率はあまり変わりませんが、温水出口温度を下げることで配管系での放熱ロス(図-2)が減少します(その結果、燃料消費が抑えられる)

冷水出口温度と燃料消費率

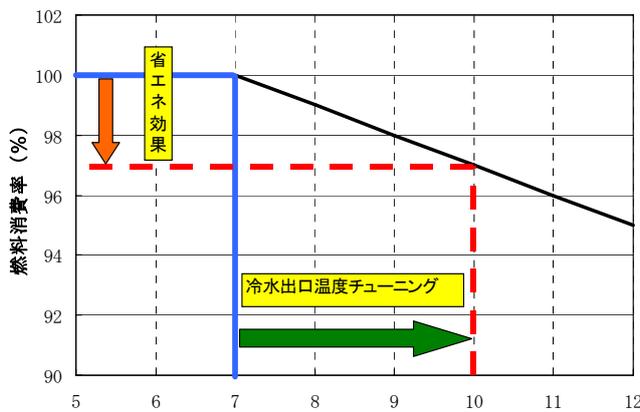


図-1 冷水出口温度

温水温度とシステム放熱ロス

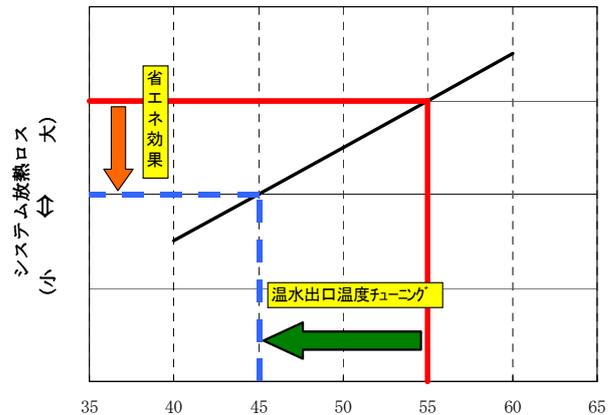


図-2 温水温度(°C)

分野	熱源設備	難易度	易←☆☆☆☆☆→難	季節	中間期・夏・冬
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が紹介されています。冷温水発生機ではこの他にも「冷却水温度」, 「空気比(空燃比)」等のチューニング例も紹介しているので、参考にして下さい。				
	マニュアル	No.7, No.8, No.14			
	ガイドブック	p. 35, p. 41, p. 43, p. 71, p. 72, p. 74, p. 75, p. 76			

この方法は私のビルでも使えますか？

- 1) 冷凍機能力と空調負荷([冷(温)水往還温度差]×[循環流量]×[比熱])を比較し、
- 2) [冷凍機能力] > [空調負荷] ならば、原則的にチューニング実施は可能です



この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。

- 1) 冷暖房ピーク時(冷凍機, 空調機の最大負荷時)  
[冷凍機能力] > [空調負荷]であれば、空調負荷条件に応じた冷(温)水出口温度に変更することでの省エネルギーが図れます。
- 2) 冷暖房軽負荷時  
ピーク時以外は概ね[冷凍機能力] > [空調負荷]であることから、冷暖房負荷状況に応じた冷(温)水温度設定変更による省エネルギーが可能です。

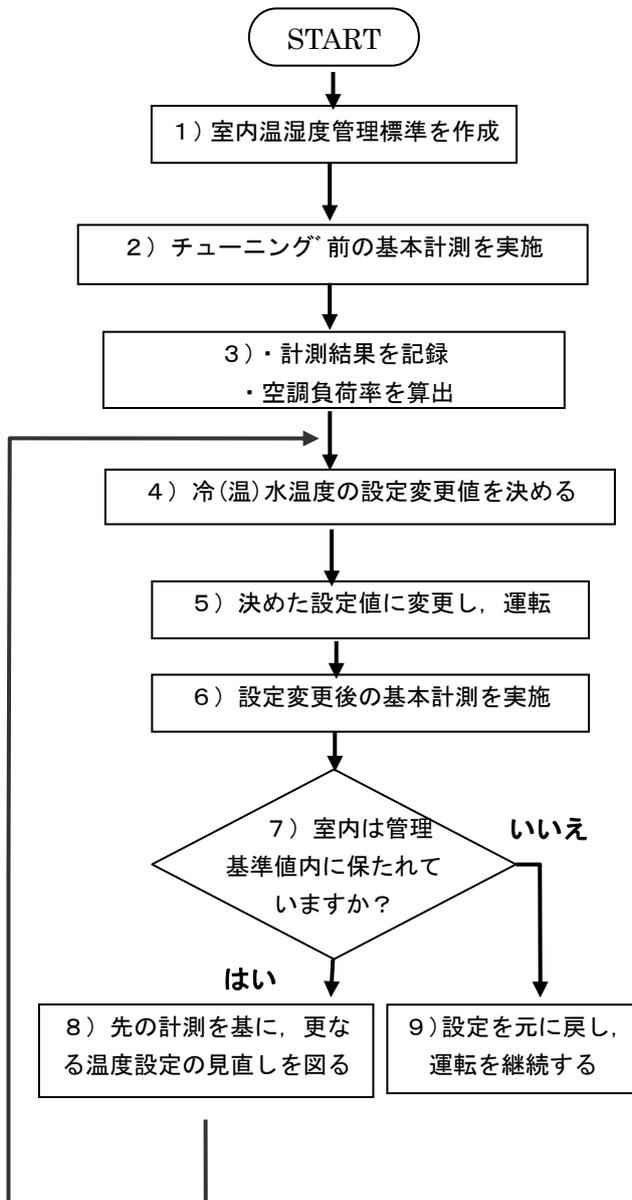


以下のような場合、この手法は不適切、または慎重な検討、専門家への依頼が必要です。

- 1) 冷暖房ピーク時  
冷凍・空調能力が不足し、空調制御に不具合が生じている場合は不可です。
- 2) 空調機コイルの冷暖房能力劣化時  
空調機器コイルの熱交換能力が低下または不足から、冷暖房の不具合が生じる場合も不可です。
- 3) 除湿能力が要求される時  
梅雨時期や人の多い集会場などにおいて除湿制御を要求されるような場合、冷水温度調整に制限を受けることがあります。

## 実施手順

冷凍機能力と冷暖房負荷の差が大きいほど、大幅な調整(チューニング)が可能となります。実施前後には、必ず室内温湿度が管理標準内に収まっていることをチェックすることも必要です。



### 1) 室内温湿度管理標準を作成する

室内温度許容範囲[○℃～◎℃]

室内湿度許容範囲[△%～□%]

### 2) 基本計測を実施する

室内温湿度

外気温湿度

冷(温)水往還温度差〔△t〕

冷(温)水循環流量

日毎の燃料使用量

### 3) 空調負荷率を算出する

〔往還温度差×循環流量〕／〔熱源機器の定格能力〕

### 4) 冷温水温度の設定変更

空調負荷率を参考にして設定変更幅を決定

### 5) 「実施上の注意点(後述)」を参考に温度設定を変更

### 6) 設定変更後の基本計測を実施する

室内温熱環境に不具合が生じていないか確認  
省エネ運転になったか?を確認

### 7) 室内温湿度環境の適正確認

管理基準値内に収まっているかどうかを確認

### 8) 更なる設定変更の検討

負荷状況や季節性を考慮して、更に踏み込んだ調整  
可能性を検討する ⇒ 4)へ

### 9) 管理基準を保持できない場合

設定を元に戻して運転し様子を見る。  
または、温度設定の再調整を検討する。

※ 空調負荷率は一年を通して大きな変化があるので、  
冷凍機負荷率や冷温水往還温度差、流量の適否、過  
不足を常にチェックし調整していくことが、省エネ  
ルギーに繋がります。

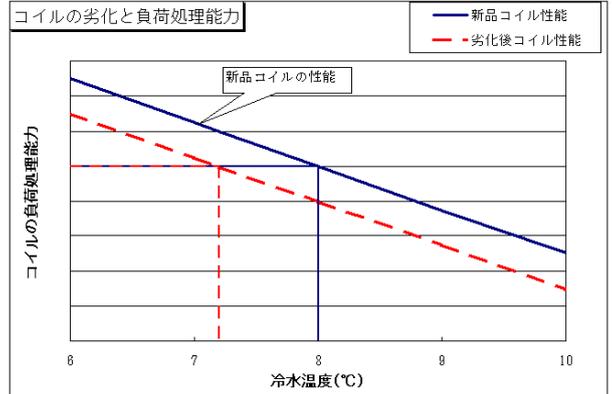
<b>効果を 確認する</b>		チューニング実施前後のガス使用量，冷却水補給量等を比較し，効果を確認します。		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	①室内温湿度記録【前後】	◎	○	中央監視盤，データロガ
	②外気温湿度記録【前後】	○	○	中央監視盤，データロガ
	③冷(温)水往還温度差(Δt)【前後】	◎	○	中央監視盤，温度計，データロガ
	④冷(温)水一次循環流量	◎	△	・超音波流量計(専門業者に依頼) ・ポンプ運転電流値より推定 ・中央監視盤で「時間当たりの送熱量」が表示されれば③項を含むデータとして利用可能
	⑤日毎の燃料使用量(ガス・油・蒸気)【前後】	◎	○	機器ごとの燃料使用量メータ
	⑥日毎の空調設備運転時間【前後】	◎	◎	日常管理記録データ
ミソ	<p>効果の確認方法として，簡単な方法から精度の高い方法まで3種類の評価方法を示します。目的に沿った評価方法を選択し，省エネルギー効果の確認を行いましょう。</p> <p>1) シーズン通期のエネルギー使用量を比較する            チューニング「実施年」と「非実施年」とのエネルギー使用量を比較し，効果確認を行います。  <b>【参照データ】</b> ①②⑤⑥  <b>【効果の内容】</b> シーズンを通しての「省エネルギー量」が把握できます。  <b>【確認方法】</b> [総エネルギー使用量] / [総空調運転時間] をチューニング実施の前後で比較し，削減量(省エネルギー量)を実施効果とします。</p> <p>2) 同一時期(例えば，軽負荷期の1週間)のエネルギー使用量を比較する  <b>【参照データ】</b> ①②⑤⑥  <b>【効果の内容】</b> 同一時期における「エネルギー削減率(傾向)」が把握できます。  <b>【確認方法】</b> 空調負荷が安定した時期を数日選んで，実施前後の[外気エンタルピ]対[時間当りエネルギー消費量]のグラフを描き，対象期間での効果を確認する(実施例B照)。</p> <p>3) 同一期間における冷温水発生機の成績係数(COP)を比較する  <b>【参照データ】</b> ①②③④⑤⑥  <b>【効果の内容】</b> 実施効果を冷凍機係数(COP)の比較として表します。            毎年同時期に計測することで性能低下状況の傾向把握も可能となります。  <b>【確認方法】</b> 実施前後の[外気エンタルピ]対[1時間の平均COP]のグラフを描き，対象期間での効果確認を行う(実施例A参照)</p>			
注意	<p>チューニング効果を精密に比較する際は，冷(温)水温度設定値以外の諸要素(外気温度，空調負荷，冷却水温度など)が似かよった時期や期間を選んで判断することが必要となります。</p> <p>但し，エネルギー消費に影響する要素は複雑なので，単純には空調用ガス使用量や冷却水補給水量の増減比較でも評価は可能です。</p>			

## 実施上の 注意点

熱源・空調設備は全体のシステムとして運転制御されているので、対象設備以外とのバランスや全体のエネルギー使用量増減も把握していく必要があります。

1) 冷暖房能力は、空調設備コイル能力（負荷処理能力）の影響を受けます

空調機側のコイル性能が劣化しては、システム全体としての冷暖房性能を発揮できません。  
コイル性能劣化によって、より低い温度の冷水が必要となるので注意が必要です。



【コイル劣化と負荷処理能力】

2) 室内湿度が高い時に、冷水温度を高く設定する場合は注意が必要です

冷水温度を高く設定すると除湿能力は低下します。  
梅雨時期や集会場・宴会場など潜熱負荷が大きい系統では、湿度の適正も確認して冷水温度設定を検討する必要があります。

3) 冷温水発生機が複数台設置されている場合

冷房軽荷時に冷水温度設定を高くすると、システムによっては冷温水発生機の運転台数が増段になる場合もあるので、注意が必要です。  
※台数自動制御システムが「負荷が増えて冷水温度が高くなった」と判断する。チューニング実施の際には制御仕様を確認し、強制増段制御が組み込まれている場合は事前解除を検討することも必要です。

4) 冷水温度設定変更時の注意

「冷水温度設定」の変更は、原則的に運転停止時に行います。

5) チューニング実施前後の諸条件を揃えて比較しましょう

冷温水発生機は省エネ運転に影響を与える要素が幾つもあります。  
可能な範囲で、これらの諸条件を把握し「効果の確認」をしていきましょう。  
以下に代表的な条件を示します。

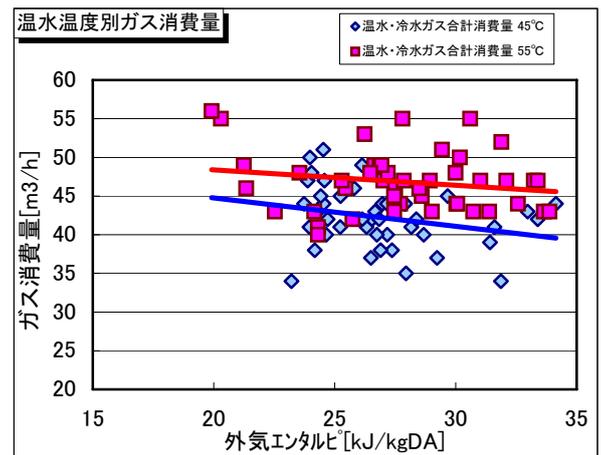
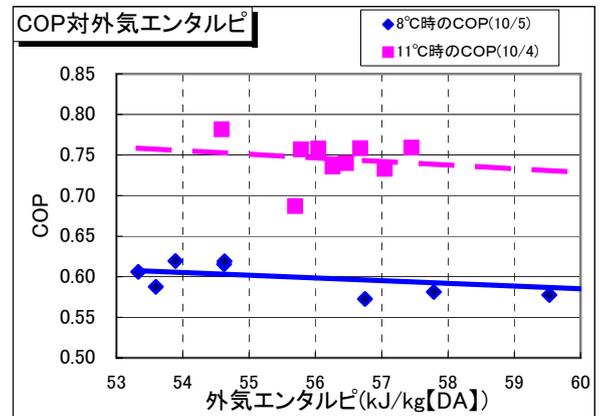
- ・外気温湿度、
- ・入居率、室内負荷、
- ・冷却水温度、
- ・空気比、
- ・真空度、
- ・排ガス温度

6) 冷水温度を上げて運転すると搬送動力が増加しますが…

冷水温度を高目に設定すると、空調機のコイル性能は若干低下します。  
流量制御システムでは、性能低下分を補おうとしてコイルに流れる冷水の循環量を増やそうとするため、搬送動力は増加する場合があります。  
一般的には、搬送動力が若干増加しても全体の省エネ効果は大きくなりますが、ビルシステムによっての影響を確認しておくことも必要です。

※通常は、冷水温度チューニングを優先的に実施する方が省エネ効果は大となります。

実施例				
チューニングを 実施した 建物の概要	所在地	神奈川県	建物規模	B2F～16F
	延床面積	26,228m <sup>2</sup>	竣工	1996年6月
	熱源設備	冷温水発生機	用途	事務所ビル
実施期間	2004年11月～12月, 2005年10月			
実施した 内容とチュ ーニングの 実施効果	<b>A. 中間期における冷房運転</b> ①基礎値 ・冷温水発生機定格：冷却能力[350USRT]，燃料使用量[13Aガス 95.4Nm <sup>3</sup> /h]，COP=1.01 ・冷水出口温度設定：8℃ ⇒11℃ ・測定項目 1) 冷水往還温度差(Δt)：T型熱電対で実測 2) 一次側循環流量(Q)：[消費熱量データ(中央監視)] / [冷水往還温度差]より算出 3) 13Aガス消費量，4) 冷却水温度 5) 外気温湿度，6) 代表室内温湿度 ・空調負荷率 40% ②評価 ・評価方法：[外気エンタルピー：運転COP] ・室内環境：特に影響なし ・チューニング効果の判定 (COP) 【実施前】0.6 ⇒ 【実施後】0.75 ・チューニングの効果(概算) およそ，20%の省エネを達成			
	<b>B. 初冬における暖房運転</b> ①基礎値 ・冷温水発生機定格：暖房能力[1177 kW]，燃料使用量[13Aガス 109 Nm <sup>3</sup> /h] ・温水出口温度設定：55℃ ⇒45℃ ・測定項目 1) 13Aガス消費量 2) 外気温湿度 3) 代表室内温湿度 ②評価 ・評価方法：[外気エンタルピー：ガス消費量] ・室内環境：特に影響なし ・チューニング効果の判定 【実施前】平均ガス消費量 47 [m <sup>3</sup> /h] 【実施後】平均ガス消費量 42.5[m <sup>3</sup> /h] ・チューニングの効果(概算) およそ，10%の省エネを達成			
環境への効果 (CO <sub>2</sub> 削減)	<b>9月～10月の冷房中間期 (41[日]×9[時間/日]=369[時間])における環境への効果</b> ・期間中のガス削減量：369[時間]×12.85[m <sup>3</sup> /時間]=4,742[m <sup>3</sup> ] ・期間中のCO <sub>2</sub> 排出削減量：2.28[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]×4,742[m <sup>3</sup> ]=10,812[kg-CO <sub>2</sub> ] <b>11月末～12月の暖房初冬期 (27[日]×9[時間/日]=243[時間])における環境への効果</b> ・期間中のガス削減量：243[時間]×4.5[m <sup>3</sup> /時間]=1,094[m <sup>3</sup> ] ・期間中のCO <sub>2</sub> 排出削減量：2.28[kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ]×1,094[m <sup>3</sup> ]=2,493[kg-CO <sub>2</sub> ]			



# 《Memo》

## 2. 12 冷温水出口温度設定値の変更－2

### No. 12 冷温水出口温度設定値の変更－2(ターボ・ヒートポンプチラー)

No.11 に引き続き、冷温水出口温度設定を変更することによる省エネルギー手法で、本項ではターボ冷凍機とヒートポンプチラーの場合を記しています。

冷暖房ピーク時以外に実施することで効果が期待できます。

#### 【ヒートポンプチラー】

・冷房運転：冷水出口温度を高め設定することで冷媒の蒸発温度も高くなり、圧力ヘッドが低下し冷凍能力当たりの圧縮機動力が削減されます。

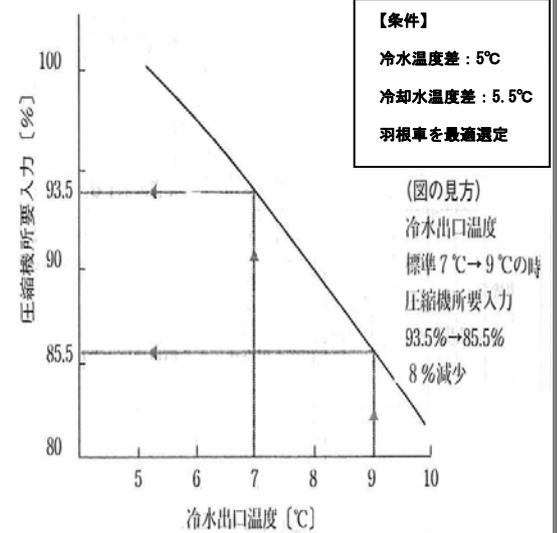
・暖房運転：温水出口温度を低めに設定することで、同様に圧力ヘッドが低下し圧縮機動力が削減できます。

#### 【ターボ冷凍機】

一般的には水冷式の冷却専用形が多いので、冷水出口温度設定についてではヒートポンプチラーと同じように圧縮機動力が低く

抑えられます。

(出典：「2005年ビル省エネ手帳」(財)省エネルギーセンター)

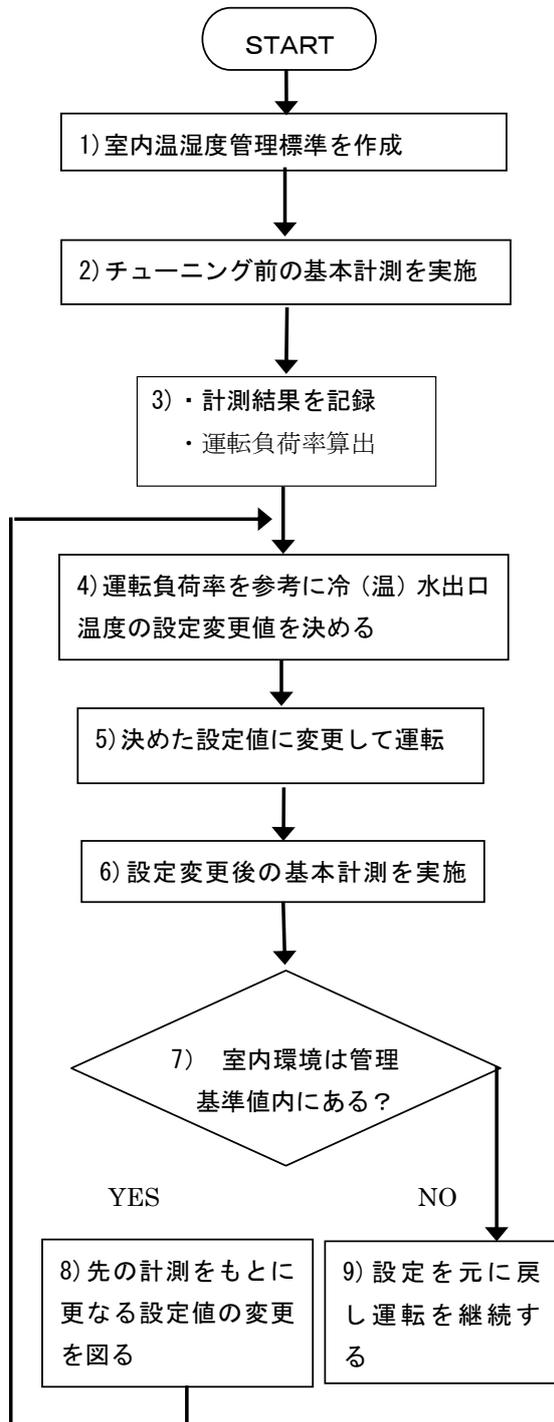


分野	熱源設備	難易度	易←☆☆☆☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。冷温水の流量，出入口温度差，台数運転制御などの項目も合わせて行くと更に省エネが可能となります。				
	マニュアル	No.7, No.8, No.11			
	ガイドブック	p. 39～41			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>1. 空調能力と運転負荷 ([冷(温)水往還温度差] × [循環流量]) を比較</p> <p>2. [空調能力] &gt; [運転負荷] ならば 原則的にチューニング実施は可能です。</p>
<p><b>Go!</b></p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <p>1) 冷暖房ピーク負荷時に [冷凍機能力] &gt; [冷暖房負荷] の場合は、負荷率を勘案してのチューニングが可能となります。</p> <p>2) 軽負荷時(冷暖房立上がり期、中間期など) 冷凍機は、年間を通してピーク負荷運転となることはあま りないので、この手法は有効と考えられます。</p> <p>※ [冷凍機能力] &gt; [冷暖房負荷]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷暖房負荷に対して冷凍機能力の余裕が大きい</li> <li>・冷凍機が低効率で運転されている可能性が高い</li> </ul>
<p><b>Stop!</b></p>	<p>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です。</p> <p>1) 冷暖房ピーク負荷時に既に空調能力に不足を生じ、冷暖房管理で不具合が生じている場合は採用不可です</p> <p>2) 空調機コイルが性能劣化している 冷凍機自体には能力があっても、空調機器二次側コイル(空調機、ファンコイルユニットなど)の熱交換性能が低下している場合も採用不可です。 ⇒冷暖房負荷があるのに冷(温)水往還温度差が小さい ⇒冷凍機能力は問題ないが空調クレームがある。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>⇒コイル洗浄などで空調機器側の不具合原因を改善</p> <p>3) 居室での除湿が要求される 湿度管理に一定の条件が必要とされ、冷温水温度の緩和によってその維持管理が困難になる場合は不可です。</p>

## 実施手順

季節変化や冷暖房負荷変動に応じた「冷（温）水出口温度設定」の最適設定実施で、より効果的な省エネルギーを進めていきましょう。



### 1) 室内温湿度管理標準の作成

室内温度許容範囲[○℃～◎℃]

室内湿度許容範囲[△%～□%]

### 2) 「基本計測」とは、以下の計測項目

室内温湿度

外気温湿度

冷(温)水往還温度差〔Δt〕

冷(温)水循環流量

日毎の電力使用量

### 3) 運転負荷率の算出

= [往還温度差×循環流量] / [熱源機器の定格能力]

### 4) ～ 8) PDCAサイクルによる改善効果確認

P (Plan)

・室内温湿度管理標準を作成(1)し、暫定的な出口温度設定変更値を決定

D (Do)

・設定値を変更し、運転を実施します

C (Check)

・「基本計測①」を実施し、設定変更に対する結果を評価、検討

・室内環境の不具合有無、省エネルギー効果

A (Action)

・チューニング実施後の計測結果データから、更なる

見直し可否の検討を行います。

可能と判断されれば、設定値の再検討、再チューニングを行い、省エネレベルの向上を図っていきます。

<b>効果を 確認する</b>		実施前後のエネルギー消費量差		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重 要 度	難 易 度	
必要な データ	①室内温湿度記録【前後】	◎	○	中央監視盤, データロガ
	②外気温湿度記録【前後】	○	○	中央監視盤, データロガ, アメダスデータ
	③冷(温)水往還温度差(Δt)【前後】	◎	○	中央監視盤, 温度計, データロガ
	④冷(温)水一次循環流量	◎	△	・超音波流量計(専門業者に依頼) ・ポンプ運転電流値より推定 ・中央監視盤で「時間当たりの送熱量」が表示されれば③項を含むデータとして利用可能
	⑤日毎の電力使用量【前後】	◎	○	機器ごとの電力使用量データ
	⑥日毎の空調設備運転時間【前後】	◎	◎	日常管理記録データ
ミソ	<p>効果の確認方法として、簡単な方法から精度の高い方法まで3種類の評価方法を示します。目的に沿った評価方法を選択し、省エネルギー効果の確認を行いましょう。</p> <p>1) シーズン通期のエネルギー使用量を比較する 【参照データ】①②⑤⑥ 【効果の内容】シーズンを通しての「省エネルギー量」が把握できます。 【確認方法】冷凍機の電力使用量をチューニング実施の前後で比較し、削減量(省エネルギー量)を実施効果とします。</p> <p>2) 同一時期(例えば、軽負荷期の1週間)のエネルギー使用量を比較する 【参照データ】①②⑤⑥ 【効果の内容】同一時期における「エネルギー削減率(傾向)」が把握できます。 【確認方法】空調負荷が安定した時期を数日選んで、実施前後の[外気エンタルピ]対[時間当たり電力使用量]のグラフを描き、対象期間での効果を確認します(実施例1を照)。</p> <p>3) 同一期間(例えば、軽負荷期の1週間)における冷凍機成績係数(COP)比較してみる 【参照データ】: ①②③④⑤⑥ 【効果の内容】: チューニング実施による省エネルギー効果を、冷凍機成績係数(COP)の比較としてとらえ評価する方法です。成績係数を分析することにより同一期間中における運転性能や劣化度合いなど、機器性能に関する情報も得ることが可能です(毎年同時期に計測することで、性能低下傾向の把握も可能となる)。 【確認方法】: 空調負荷が安定した時期を数日選んで、`実施前後の[外気エンタルピ]対[時間当たり平均COP]のグラフを描き、対象期間における省エネルギー効果の確認を行う(実施例2参照) ※COPの求め方: [取出し熱量(出力)]①/[電力量(入力)]② ①取出し熱量(出力) = 一次循環流量[kg/h] × 冷(温)水往還温度差[Δt℃] × 水の比熱[kJ/(kg・℃)] ②電力量(入力) = 電力使用量[kWh] × 3,600[kJ/(kW・h)]</p>			
注意	<p>チューニング効果を精密に比較する際は、冷(温)水温度設定値以外の諸要素(外気温度、空調負荷、冷却水温度など)が似かよった時期や期間を選んで判断することが必要となります。但し、エネルギー消費に影響する要素は複雑なので、単純には冷凍機電力使用量や冷温水ポンプ電力使用量合計の増減比較でも評価は可能です。</p>			

## 実施上の 注意点

この手法を実施する際に注意すべき点、特に機器の操作に関して必要な情報を掲載しました。参考にしながらチューニングによる省エネルギーを取り進めていってください。

1) 冷暖房運転（能力）の適否、過不足は、冷凍機能力だけでなく空調機器コイル性能（負荷処理能力）によっても影響を受けます。

冷凍機能力が十分でも、空調機側（熱交換）コイル性能が不足または劣化している場合は冷暖房管理で不具合が発生することもあります。右図の例は、同じ冷房負荷でもコイルの性能劣化によってより低い温度の冷水が必要となることを表しています。そのような場合には、冷水温度を高くしてしまい過ぎると（又は温水温度を低くし過ぎると）、居室冷房管理の不具合やクレームに繋がることもあるので注意が必要です。

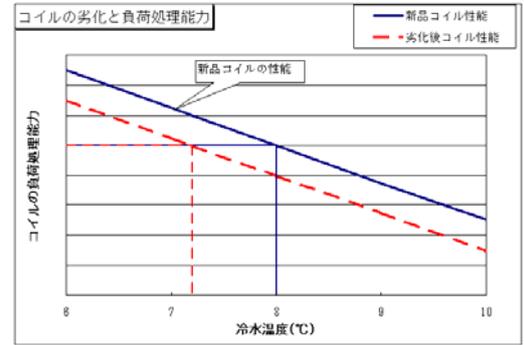


図3 コイル劣化と負荷処理能力

2) 室内の湿度が高い時には冷水温度を無闇に高く設定出来ません。

冷房時で居室湿度をより下げたい時には低い温度の冷水が必要となります。冷水温度を高く設定するとコイル除湿能力が低下するので、室内湿度の適正を確認しながら冷水温度の設定変更を行いましょう。

3) 冷温水出口温度設定変更時の注意

冷凍機「冷水出口温度設定」の変更は、原則的に運転停止時に行います。

4) 冷温水出口温度設定変更の操作について

冷凍機のメーカー製造年形式によって温度制御の仕様が異なることがあります。機種別の制御仕様や方式を確認し、温度設定変更作業が独自で可能か、またはメーカーに調整してもらうか前以て確認しておいてください。温度設定の変更方式も多様です（温度調節計、マイコンボード、シーケンサなど）。設定操作についてはメーカーに相談し確認した上で取り進める必要があります。

5) 効果確認の際は、実施前後における諸条件を揃えて比較しましょう。

ヒートポンプチラーやターボ冷凍機の省エネルギーでは、「冷（温）水出口温度の設定変更」以外にもその効果や適否に影響を与える要素が幾つもあります。可能な限り、これらの条件を揃えた上で「効果の確認」を実施していきましょう。以下に代表的な条件を示します。

### 【外気温湿度】

シーズン単位では、チューニング実施年と似た外気条件の年とで比較するのが理想

### 【室内負荷】

短期の計測期間でチューニングの効果を比較する時は、運転負荷の似かよった日のデータ同士で比較

### 【冷却水温度】

冷却水温度は運転効率に大きく影響を及ぼします。

チューニング効果を比較する際は「冷却水温度」を統一して計測するのが基本です。

（同設備で複数のチューニング手法を採用した場合は、総エネルギー使用量で比較）

6) 冷水温度を上げると搬送動力は僅かに増加するのですが・・・

冷水温度を高目に設定すると空調機のコイル性能は若干低下します。この時、制御システムでは性能低下分を補おうとして、コイルに流れる冷水の循環量を増加させようとするので、冷水搬送動力は増加することもあります。しかし、一般的には冷水温度調整による電力消費量削減効果の方が大きいので、本手法を優先的に考えた方が省エネ効果は大と考えます。

## 実施例

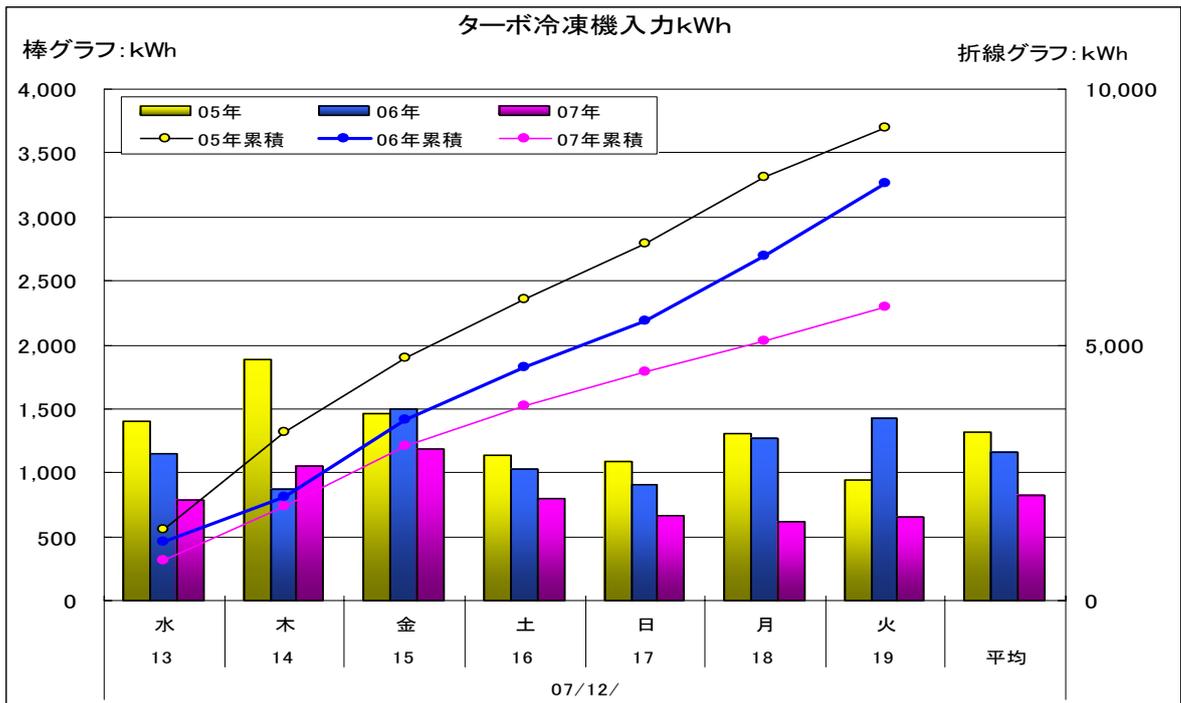
中間期、冬季に冷水温度を変更することがどの程度省エネにつながるのか、東京近郊の研究施設での実測例をご紹介します。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	地上 7F
	延床面積	約 23,000 m <sup>2</sup>	竣工	2004年 5月
	熱源設備	吸収式冷凍機 +ターボ冷凍機+蓄熱槽	用途	研究施設
実施期間	2007年(平成19年) 12月13日～12月19日			

実施した内容

図—1は05年、06年、07年の12月13日から1週間のターボ冷凍機の消費電力量の積算値をグラフにしたものである。06年までは冷水の製造温度を7℃にて運用していたが、07年では10℃に変更することで運転を試みた。05年から06年にかけての消費電力量の削減は「外気取り入れ制御の改善」「冷凍機予測運転制御の修正」によるもので、07年では冷水温度の変更が実施された。

冷水製造温度を10℃に変更することで、ターボ冷凍機の成績係数は4.3→4.6に向上するとともに、消費電力では試験期間中（1週間）に電力量は1,170kWhに対して350kWh削減され、30%の削減効果が得られた。今回の試験により、冷水温度10℃運用期間は、11月～6月の8ヶ月間において可能であること判断され、推定削減額は130万円/年と見込まれる。



# 《Memo》

## 2. 13 冷却水温度設定値の変更

### No. 13 冷却水温度設定値の変更

一般的に、冷凍機は冷却水入口温度が低くなるほど冷凍機の効率は良くなります(図-1、図-2を参照)  
そのため、冷房ピーク時以外(軽負荷時)は冷却水温度設定を下げる(冷凍効率を上げる)ことによって省エネルギーを図れることとなります。

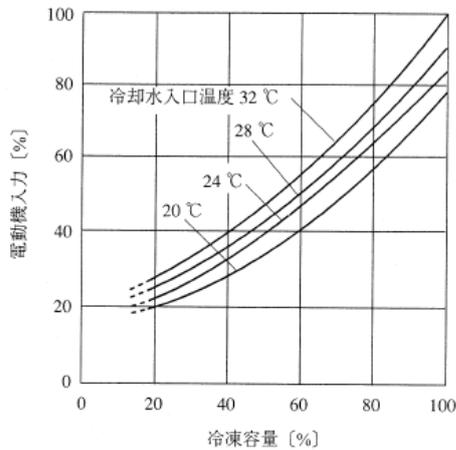


図-1 遠心冷凍機の容量制御特性

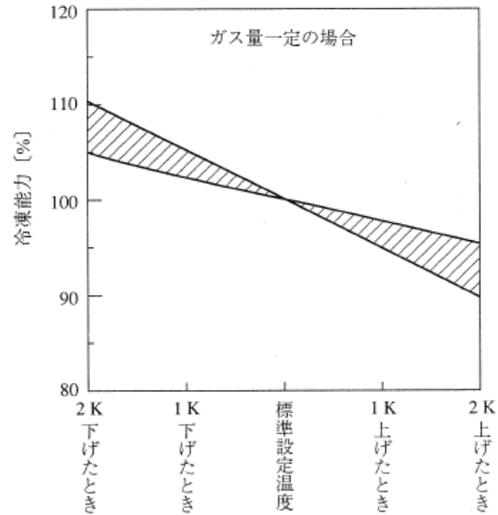


図-2 冷却水入口温度を変化させたときの  
冷凍能力の変化(ガス焚き冷温水機の場合)

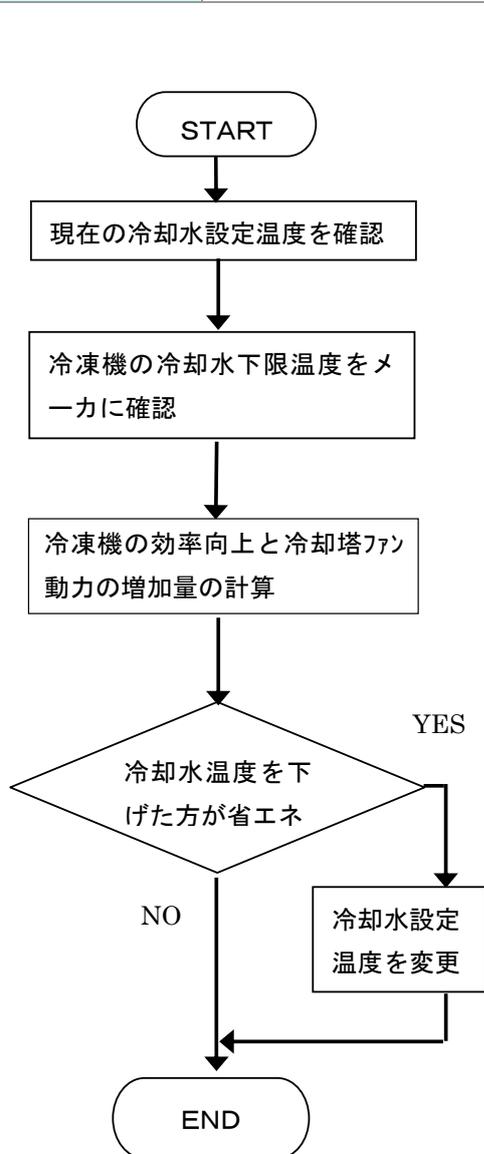
※ 出典：エネルギー管理特別研修テキスト ((財)省エネルギーセンター)

分野	熱源設備	難易度	易←★★☆☆☆→難	季節	冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますので、ご参照ください。				
	マニュアル	No.11, No.12, No.14, No.16			
	ガイドブック	p. 41			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか?</p>	<p>冷却水温度を下げると冷凍機の効率は向上しますが、冷却塔動力は増加する場合もあるので、このバランスを判断して取り進める必要があります。</p>
<p><b>Go!</b></p>	<p>この手法は、以下のような場合、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <p>ほとんどの建物で実施が可能です。冷房軽負荷期や冬期、中間期でも冷房要求がある場合は、特に大きな省エネルギー効果が期待できます。</p>
<p><b>Stop!</b></p>	<p>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です。</p> <p>冷却水温度を下げると冷凍機効率は上がりますが、冷却塔のファン動力は増加します。</p> <p>通常は、冷却塔ファン動力の増加を考慮しても省エネルギーとなりますが、実施手順に記載したように、冷却塔動力を含めた可否判定が必要です。</p> <p>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ても効果の無い場合があります(左図参照)。</p> <p>左図：年間の推定冷却水温度例(東京の場合)</p> <p>*1:冷却水下限 28°Cの場合 *2:冷却水下限 25°Cの場合</p>

## 実施手順

冷却水温度を変更して省エネルギーを実施する手法は複数あります。自動制御装置や計測器の有無により適した手法は異なりますが、本項では以下のような手順で行われることをお勧めします。不明な場合は、冷凍機や冷却塔のメーカーにも確認して行ってください



1) 現在の冷却水設定温度を確認する

2) 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

冷凍機の冷却水下限温度は一般的には22℃程度ですが、メーカーや機種によって下限値が異なります。

下限温度の確認は必ず行って下さい。

特に、吸収冷凍機では「結晶の問題」、圧縮式の場合は「凝縮機圧力低下による弊害の問題」があります。

冷却水温度は、冷却塔のファンの発停によりハンチングする場合があります。

温度の変動状況を確認の上、設定温度を決定することが重要です。

3) 判断・評価

・冷却水温度設定変更による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、採用します。

・設備ごと、系統ごとのエネルギー使用量計測が困難である場合は、総エネルギー使用量での比較してもよいでしょう。

<b>効果を 確認する</b>		[(実施前後の冷凍機動力の差) + (実施前後の冷却塔動力の差)] × (空調の運転時間)		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要な データ	冷凍機冷水入口温度【前後】	◎	◎	
	冷凍機冷水出口温度【前後】	◎	◎	
	冷水流量【前後】	◎	○	ポンプ運転電流とポンプ特性線図より概略の流量は推定可能。冷水が定流量であれば一度の計測で充分で、前後での計測は不要。
	冷凍機電力量（電力駆動の場合）【前後】	◎	○	
	冷凍機蒸気量（蒸気駆動の場合）【前後】	◎	△	
	冷凍機ガス量（ガス焚きの場合）【前後】	◎	△	ガスメータがついている場合は、難易度は低。メータによっては温度・圧力による補正が必要。
	冷凍機冷却水入口温度【前後】	◎	◎	
	冷凍機冷却水出口温度	△	◎	
	冷却水流量	△	○	ポンプ運転電流とポンプ特性線図より概略の流量は推定可能。
	冷却塔ファン動力【前後】	◎	○	
	冷水ポンプ動力	△	○	ポンプ運転電流値と力率から算出可能。
	冷却水ポンプ動力	△	○	ポンプ運転電流値と力率から算出可能。
	外気湿球温度	○	◎	
ミソ	<p>1) 冷凍機エネルギー消費量            負荷率により変動するため、冷凍機の製造熱量がほぼ同じ条件で、冷却水設定温度の設定変更前後での冷凍機+冷却塔のエネルギー消費量を比較します。            冷凍機の製造熱量は、冷水出入口温度と冷水流量より算出します。</p> <p>2) 冷凍機負荷率が大きく変動する場合            冷却水温度設定変更前後での負荷率とエネルギー消費率の散布図を作成し比較を行います。            メーカーの特性式がある場合は、その数値との比較を行います。</p> <p>3) システム COP で比較する場合            冷凍機や冷却塔のエネルギー消費量に冷水ポンプや冷却水ポンプ動力を加味して評価を行います。</p>			
注意	<p>1) 外気湿球温度が高い場合            冷却水設定温度を下げても、冷却塔の能力により冷却水温度が下がらない場合があります。            効果の確認は、外気湿球温度が低い時期や中間期、冬期に行うことをお勧めします。</p> <p>2) 冷却水温度が短い間隔で変動する場合            このような現象がある場合は、1時間程度の平均値で用いて比較を行なってください。</p>			

## 実施上の 注意点

このチューニング手法を実施する際に注意すべき点、特に機器の操作に関して必要な情報を記述しました。参考にしてください。

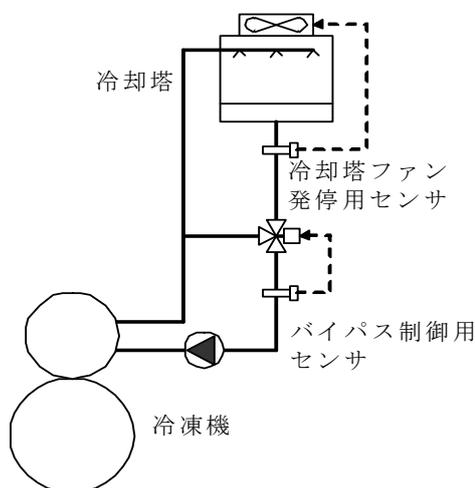
冷却水設定温度を変更するには

冷却塔の出口配管にある冷却水設定温度調節器で設定（※）変更します。  
※ 冷凍機に対しての冷却水入口温度

変更時に注意すること

・冷却水配管にバイパス管がある場合  
冷却塔出口の温度センサーで冷却水温度を制御するとともに、バイパス制御用センサーでバイパス弁を制御し冷却水下限値を補償しています。  
このような場合は、冷却塔出口の設定温度とともに、バイパス制御用の設定値も調整する必要があります。  
不明な場合は、空調システム施工者やメーカー等にアドバイスを��て実施していくことが必要です。

【冷却塔のバイパス制御】



・冷却水温度の変更を行うと、冷凍機の効率は上昇しますが、冷却水ポンプ動力や冷却塔ファン動力が増加します。  
冷却水温度変更による省エネルギーを実施するかどうかは、これらの条件を考慮しながら検討して行ってください。  
・複数のチューニング手法により省エネルギー推進を図ろうとする場合は、システム全体の最適バランスを前提としていくことが大事です。

<b>実施例-1</b>		このチューニングの手法を実施した場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。			
チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	建物規模	B1F～13F	
	延床面積	約 18,000m <sup>2</sup>	竣工	1997年 11月	
	熱源設備	油焚き冷温水発生機他	用途	事務所	
実施期間	2003年 10月 6日～10月 16日				
実施した内容	冷温水発生機の冷却水温度を 28℃から 25℃に変更し、燃料使用量の比較を行いました。				
	<p>Legend for the graph:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>冷却塔ファン電力量(×10MJ)</li> <li>100%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>100%負荷合計(MJ)</li> <li>90%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>90%負荷合計(MJ)</li> <li>80%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>80%負荷合計(MJ)</li> <li>70%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>70%負荷合計(MJ)</li> <li>60%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>60%負荷合計(MJ)</li> <li>50%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>50%負荷合計(MJ)</li> <li>40%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>40%負荷合計(MJ)</li> <li>30%負荷燃料消費量(MJ)</li> <li>30%負荷合計(MJ)</li> <li>最高効率冷却水温度</li> <li>指数(最高効率冷却水温度)</li> </ul>				
実施結果	<p>○冷却水温度を変更することにより、冷凍機のエネルギー使用量は3%低下しました。  ⇒油消費量 28℃設定で運転 99.9L/MW, 25℃設定で運転 96.9L/MW</p> <p>※但し、冷却塔のファン使用量が増加したためトータルでのエネルギー使用量は増加</p> <p>○1次エネルギー量  ⇒28℃設定で運転 4,905MJ/MW, 25℃設定で運転 4,954MJ/MW</p> <p>熱負荷 0.2MW, 油単価 80円/L, 電気代 10円/kWh とすると、</p> <p>○運転コスト  ⇒28℃設定で運転 1,834円/h, 25℃設定で運転 1,817円/h  ⇒1時間あたり 17円のランニングコスト低減となります。</p>				

## 実施例-2

冷温水発生機の冷却水温度をさげることでどの程度のエネルギー削減ができるか、神奈川県のおフィスビルでの実測例をご紹介します。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	神奈川県	階数	地上 22 階、地下 2 階
	延床面積	約 62,000 m <sup>2</sup>	竣工	1988 年 2 月
	熱源設備	冷温水発生機+ターボ冷凍機+PAC ユニット	用途	オフィスビル+店舗
実施期間	2007 年(平成 19 年) 9 月 26 日~10 月 9 日			

冷却水設定温度を 28℃から 24℃に下げて省エネ効果を確認する。

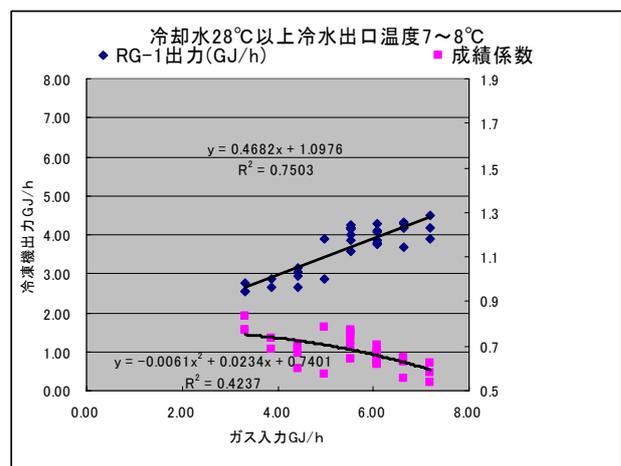
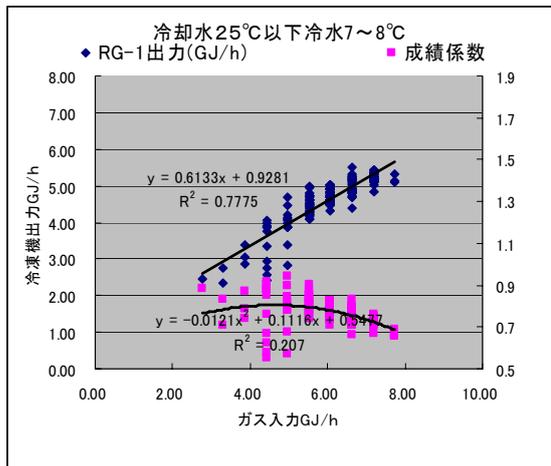
### 1. 運転状況

- ・冷却水温度設定を下げる⇒負荷が少ない時冷水出口温度は下がる
- ・負荷が大⇒冷却水温度下がらず⇒冷水出口温度上昇

### 2. 削減エネルギーの評価

- ・計測時は負荷変動があるので多くの計測データの中から条件をそろえて評価する

a.冷却水温度 25℃以下 冷水温度 7℃~8℃      b.冷却水温度 28℃以下 冷水温度 7℃~8℃



実施した内容

#### ①近似式

冷凍機出力 Y、ガス入力 Xとする。

冷却水25℃以下冷水出口温度7~8℃の場合

$$Y = 0.61332X + 0.9281$$

冷却水28℃以上冷水出口温度7~8℃の場合

$$Y = 0.4682X + 1.0976$$

#### ②エネルギー削減率

冷凍機出力 Y GJ/h	ガス入力 GJ/h X	
	25℃以下	28℃以上
3	3.4	4.1
3.5	4.2	5.1
4	5	6.2
4.2	5.3	6.6
平均	4.5	5.5
エネルギー消費量%	82	100

冷水温度7~8℃では18%程度のエネルギー削減となる。

### 3. 結果

約 4℃の冷却水低下で 18%のエネルギー削減となった。

## 2. 14 冷温水量の変更

### No. 14 冷温水量の変更(過剰流量の抑制化)

冷暖房負荷は季節、ビル利用状況やニーズ等によって変化します。

現状の冷暖房管理、熱源運転で、冷温水流量が過剰(往還の温度差が小さいなど)と判断される場合は、その流量を調整することによって省エネルギーが図れます。

※冷温水流量(≒冷暖房負荷)は、そのビル規模、用途、標準的な冷暖房(ピーク)負荷や空調機コイル特性等から設計、設置され、竣工時に調整されています。しかし、実際の冷暖房運転では100%の負荷率を要するケースはあまりないので、負荷状況に応じて流量調整をしようとするものです。

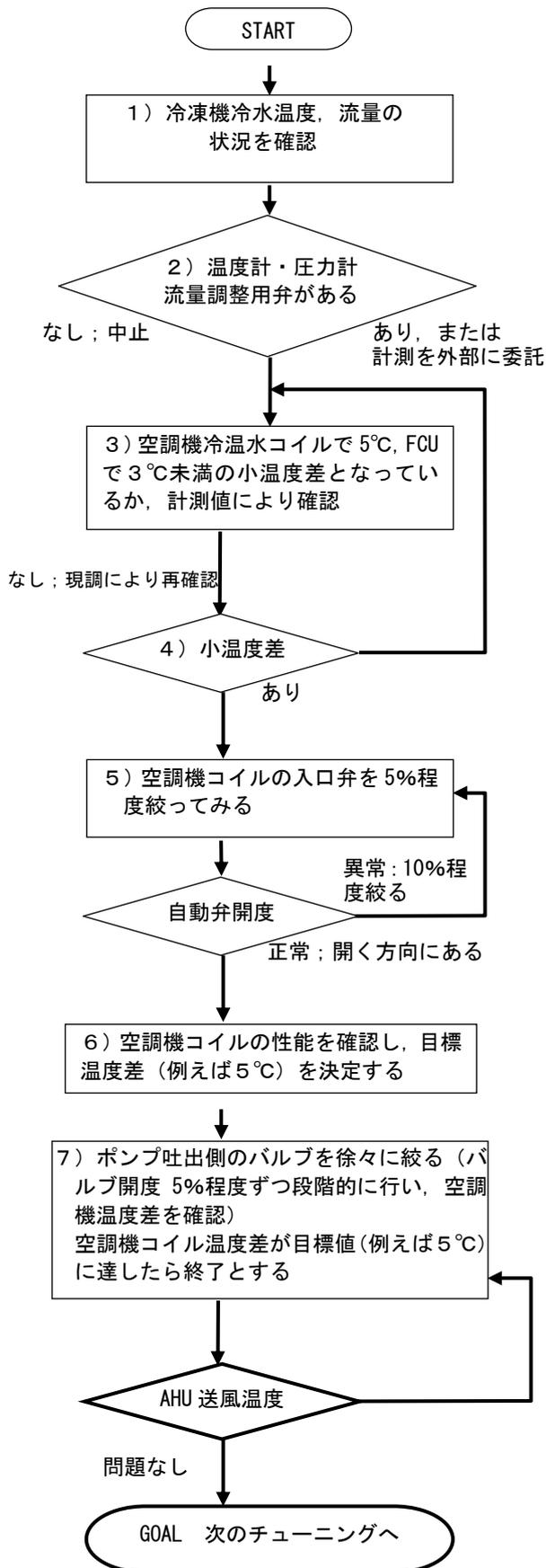
※負荷(および負荷率)は「冷温水往還温度差×冷温水流量×水の比熱」で簡易計算出来ます。流量が一定と考えられる場合、冷温水系の往還温度差が設計または設備仕様では5℃で、実際は3℃程度であるという場合は、40%程度の過剰流量状態であると判断されます。

本手法は、そのような過剰流量を極小化していくことで、ポンプ動力を削減し省エネルギーに繋げていくものです。本マニュアルは、冷水ポンプの例で解説しましたが、温水ポンプの場合も同じ手順で実施できます。

分野	ポンプ類	難易度	易←☆☆☆☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。また、この手法が最高負荷時では不可能との結論が出ても、中間期などの部分負荷時には十分実施可能となります。				
	マニュアル	No.7, No.8, No.11, No.12, No.15			
	ガイドブック	p. 45, p. 46, p. 49			
 この方法は私のビルでも使えますか？	冷水温度差が5℃未満の場合には、過剰流量が発生している可能性があります。竣工図書から設計条件の温度差と流量を確認し、現状と比較したうえでチューニングの要否や可否を検討してみてください。				
	この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。			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です。	
<p>1) 冷(温)水の往還温度差が小さい 温度差は標準的には5℃が目安です(大温度差方式のビルも増えてきているので確認してください)。ただし、空調設備の熱交換コイル能力に不足や経年劣化がある場合などは、流量を増大させて運転していることもあるので注意が必要です。</p> <p>2) 季節や時間によって冷暖房負荷率が大きく異なる軽負荷期や中間期、あるいは曜日や時間帯によって冷暖房負荷が大きく変化する場合は、検討可能です。</p>			<p>1) 冷水送水温度を高く設定している場合(概ね8℃以上) 冷凍機性能の問題か、COP改善の目的で温度設定を高くしているため、流量が増加している場合は採用不可です。 冷凍機性能の問題である場合、改善・修復措置を行うことで実行の可能性がでてきます。</p> <p>※省エネ運転で冷水温度を高く設定している場合、「水量削減による省エネ効果」と「冷凍効率低下による増エネ効果」から総合判断する必要があります。このような場合は、専門家からアドバイスを得るなどしての適否判断が必要です。</p> <p>2) <b>空調設備コイル能力などから過剰流量が必要な場合</b> 冷暖房負荷増加や熱交換コイル能力の低下などにより、設計または設備仕様以上に冷温水流量を増やしている場合も、基本的には不可です。</p>		

## 実施手順

過剰流量抑制による省エネルギーを行うにはいくつかの手法があります。計測器の有無により手法は異なりますが、以下のような手順で行われることをおすすめします。



### 1) 冷凍機運転状況の確認

設備の日常運転記録, ビル稼動状況 (在室人員, 室内使用形態など) を把握, 確認します。設計仕様や設備能力と比較, 分析してみることも効果的です。

### 2) 計測システム, 仕様の確認

ビルの計測システム, ポイント, 仕様を確認します。ポンプ, 空調機, 冷凍機周りの計測機器指示値の適否や過不足をチェックし, 必要な場合は計器の校正や交換も実施します。

### 3) 冷 (温) 水往還温度差の確認

チューニングを計画する時期または時間の空調機および冷凍機冷 (温) 水出入口温度を確認, 判断します。  
 ※判断基準は竣工図または機器使用表で行います。  
 ※冷暖房不具合がないこと, 生じさせないことが前提です。

### 4) 小温度差となっている場合

ポンプ吐出バルブにより水量削減の実行に移ります。

### 5) 流量調整

ポンプ吐出バルブを絞る前に, 空調機コイルバルブにより温度差と自動弁の開閉を確認します。バルブ開度は, 5%程度ずつ絞り, コイル出入口温度差を確認します。

※このとき自動弁が開く方向に作動することも確認します。

※うまくいかなかった場合に, 元の状態に戻せるように, 変更する前のバルブ開度や設定数値をマーキング・記録しておきましょう。

### 6) 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します。

※一般的に, コイル能力余裕は10~30%程度です。

## 効果を 確認する

省エネルギー量(kWh) = 実施前後のポンプ消費電力の差(kW) × ポンプの運転時間(h)

	チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	ポンプ運転に使用したエネルギー【前後】(電気)	◎	小	ポンプ動力を電力計データにより把握する。電流の場合は、電力量に換算する。
	空調システムの水量、水温データ【前後】	◎	中	チューニングの実施状況の確認
	送風空気の温度・湿度データと室内の温度・湿度の設定条件および状態【前後】	◎	中	流量を変更した結果、室内温湿度と送風空気に不具合がないか確認する。
	熱源機器の定格、または平均的な負荷時のエネルギー使用量	◎	大	ポンプ動力が削減できても、冷凍機の COP や燃費に大きな損失がないか確認する。
	ポンプの運転時間【前後】	◎	小	ポンプの運転時間と熱源機器の運転時間
	建物の使用状況【前後】	○	中	建物の使用状況が、前後で同じと見なせる場合はなくても必要ありません

### ミソ

この手法の場合、要素は2つあります。ポンプの運転時間は容易なので

#### 1) 水量測定をメインにする

この手法の場合、水量が減っていることを確認できた時点でポンプ動力の削減が判断できます。

- ・ポンプ吸込、吐出の圧力差を計測し→・ポンプ性能曲線(試験成績表)により水量を確認する。
- ・次に、ポンプ系の温度差が目標値になっていることを確認→・チューニングの効果を把握する。
- ・チューニング効果を確認したら→・ポンプ性能曲線から消費電力量を算出する。

#### 2) 消費電力測定をメインにする

ポンプ系の電力を積算電力計で計測するか、電流値と力率を計測し消費電力を算出します。

### 注意

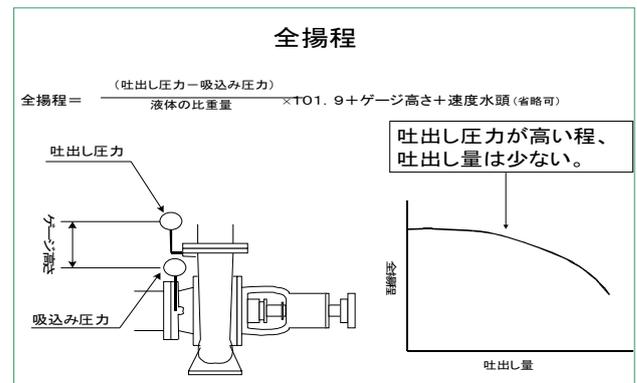
1) バルブ開度と水量は正比例しません(例えば、開度 70%程度での水量は全開とほとんど変わらない)

冷温水流量を 30%程度削減しようとする場合、一般的には開度を 50~60%まで絞らねばなりません。

#### 2) キャビテーションの発生に注意

ポンプ吸込が真空領域に入ると、キャビテーションが発生する可能性があるため、吸込バルブでの開度調整は行わないことが基本です。

【参考】ポンプ系統の全揚程算出は、右図に示すようにポンプ吐出しと吸込みの圧力計測定値を基に簡便に算出できます。参考にしてください。



$$\text{全揚程} = \frac{(\text{吐出し圧力} - \text{吸込み圧力})}{\text{液体の比重量}} \times 101.9 + \text{ゲージ高さ} + \text{速度水頭 (省略可)}$$

## 実施上の 注意点

このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点。特に、機器の操作に関して必要な情報を掲載しました。

<p>竣工直後は実施しない</p>	<p>竣工直後は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対象ビルの冷暖房負荷が明確になっていない（入居率、在室人員数など）</li> <li>・熱源、空調設備と冷暖房負荷のトレンドや負荷率が不明などの状況があります。特別な事情がない限りは、1年以上稼動した時点から検討、実施します。</li> </ul>												
<p>計測は 【通常時】 水量変更は 【冷暖房運転停止時】 効果確認は 【通常時】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状把握と効果確認の計測、分析は、空調負荷の実態が把握できる通常時に行うことが必要です。</li> <li>・流量変更は、原則として居室への冷暖房（供給）運転時以外に実施することが望ましいと考えられます。</li> </ul>												
<p>空調設備に設置されている計器類は点検が必要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度計や圧力計などの計測機器は、経年により測定誤差がでてくるので定期的な校正が必要です。自動計装・制御による計測データも同様です。</li> <li>・簡便的には、「冷凍機出口温度」と「空調機入口温度」差を比較して、配管系熱損失に見合う温度差（空調機入口温度=0.5℃+冷凍機出口温度）以内の差であれば良いとします。</li> </ul>												
<p>機器操作の概要</p>	<p><b>1) ポンプ吐出バルブの開度確認</b> このバルブ全開から全閉までの回転数を確認しておき、5%程度の絞り操作を行う。振動、フランジ部漏水、防振継手の動きなどを目視で確認する。問題なければ、20%程度に絞り込み、空調機の冷水温度差を確認する。20%の流量削減により、空調機冷水温度差は、1℃(K)程度増大する。これにより冷(温)水流量が減少し、空調機コイルの冷水温度差の変化確認ができる。</p> <p><b>2) この状態で1~2時間運転を継続</b> 異常がなければ、空調機冷(温)水温度差が目標温度差(例えば現状3℃→5℃に変更)になるまで、バルブ絞り込み操作を行う。操作は、常に5%程度の絞り込みと異常確認、温度差確認を段階的に進める。「空調機コイル流量(水速)」と「冷(温)水温度差」の関係は下図を参照。</p> <p><b>3) (冷(温)水流量が減少するので)空調機自動制御弁の開度変化を確認します</b></p> <div data-bbox="638 1456 1197 1792"> <table border="1"> <caption>水温差と水速の関係 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>水速 (%)</th> <th>水温差 (K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>80</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>60</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>40</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>20</td><td>13.5</td></tr> </tbody> </table> </div> <p>&lt;条件:風量一定&gt; コイルサイズ W36 8.7×1620-SF 1台 風速(基準値) 2.82 m/s 冷却時コイル入口空気条件 乾球温度 DB=28.0℃ 湿球温度 WB=21.0℃ 主管内水速(基準値) 1.47 m/s コイル入口水温(基準値) 7℃</p> <p><b>【水速 と 冷(温)水温度差の関係】</b></p>	水速 (%)	水温差 (K)	100	5.5	80	6.5	60	8.0	40	10.0	20	13.5
水速 (%)	水温差 (K)												
100	5.5												
80	6.5												
60	8.0												
40	10.0												
20	13.5												

<h2 style="text-align: center;">実施例</h2>	<p>冷温水流量の調整（過剰流量の抑制）を行った場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを 実在するビルで実測した事例を紹介します。 （二次側冷温水ポンプ4台を手動で台数運転調整（流量調整）してポンプ動力を削減）</p>
<p>チューニングを 実施した 建物の概要</p>	<p>所在地 東京都 建物規模 B1F～16F 延床面積約 30,000m<sup>2</sup> 竣工 1989年11月 熱源設備 ガス焚冷温水発生機 用途 オフィスビル</p>
<p>実施期間</p>	<p>2003年(平成15年)9月29日～2003年(平成15年)10月3日</p>
	<p>1) 調整前の状況 中間期の冷房負荷率は約45%で、定格4台の冷温水ポンプ出入り口温度差は2.5～3℃程度にな っていた。(図参照)</p> <p>2) 実施内容 2次側冷温水ポンプの運転台数を負荷熱量に見合った最適台数とするために、状況を確認しなが ら徐々に減段する設定を変更し、その効果を評価した。</p> <p>3) 測定項目</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①2次側送水ポンプの消費電力量（測定器にて計測）</li> <li>②2次側冷水供給量（中央監視データ）</li> <li>③冷温水発生機ガス消費量（中央監視データ）</li> <li>④2次側冷水往還温度（中央監視データ）</li> <li>⑤外気温度・湿度（中央監視データ）</li> </ul>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="427 1003 970 1391"> </div> <div data-bbox="1018 958 1513 1406"> <p style="text-align: center;">効果の評価範囲</p> </div> </div> <p>冷水温度差の目標を5℃とし、手動でポンプの運転台数を2～3台（冷水返り温度を確認しなが ら）に変更し、ポンプ運転動力を約25%削減した(二次側負荷600～750Mcal/hの定常負荷範囲)。 この手法は5、6、10、11月の4ヶ月（冷温水ポンプ年間運転期間10ヶ月の40%）間を通じて 実施し、同様の効果を得ることができた。</p>

<h2 style="text-align: center;">効果の 評価</h2>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">実施前</td> <td>ポンプ4台運転 ; 運転動力 (実測値=57kW)</td> </tr> <tr> <td>実施後</td> <td>ポンプ2～3台運転 平均 ; 運転動力 (実測値=43kW)</td> </tr> </table>	実施前	ポンプ4台運転 ; 運転動力 (実測値=57kW)	実施後	ポンプ2～3台運転 平均 ; 運転動力 (実測値=43kW)
実施前	ポンプ4台運転 ; 運転動力 (実測値=57kW)				
実施後	ポンプ2～3台運転 平均 ; 運転動力 (実測値=43kW)				
<h2 style="text-align: center;">実施結果</h2>	<p>中間期二次冷水ポンプの冷水量削減（ポンプ台数運転調整）によりビル全体で使用する一次エ ネルギー原単位が年間約10MJ/m<sup>2</sup>・年（0.5%）削減できました。 （本事例の建物一次エネルギー原単位=2,000MJ/m<sup>2</sup>・年、二次ポンプ一次エネルギー原単位= 100MJ/m<sup>2</sup>・年、年間冷水ポンプ運転期間におけるチューニング期間比率40%、チューニング によるポンプ動力削減率25%）</p>				

# 《Memo》

## 2.15 ポンプ変流量方式の改善

### No. 15 ポンプ変流量方式の改善(台数制御・インバータ制御)

冷温水（二次）ポンプの台数制御（またはインバータ制御）は、自動制御により冷暖房負荷にほぼ比例した増減段（または周波数制御）が行われています。しかし、実際には制御コントローラの調整不備や空調機の運転方法変更、システム（熱源、搬送、空調各設備）バランス不整合などにより、適正制御となっていないことで隠れた増エネルギー要素になっているケースもあります。

本項では、これらの自動制御（設定の）適正化調整によって冷温水流量と揚程を最小限にすることで、省エネルギーを図っていく手法を紹介します。

分野	ポンプ類	難易度	易←★★☆☆☆→難	季節	夏・冬
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。				
	マニュアル	No.7, No.8, No.11, No.12, No.14			
	ガイドブック	p. 47, p. 79, p. 80, p. 81			

**?**  
この方法は私のビルでも使えますか？

台数制御(またはインバータ制御運転)を行っているビルで、ポンプ調整が竣工引渡し時のままとされている場合は、負荷率や温度差を参考に見直し検討すること重要です。  
(負荷パターンの異なる建物「複合ビル等」の場合は、判断が難しくなることもあります。)

**Go!**  
この手法は、以下のような場合に、よい結果が得られ、お勧めできます。

**Stop!**  
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です。

- 1) 二次側ポンプの台数が多い  
ポンプ選定の際は、実際の冷暖房負荷（必要水量及び揚程）に対し安全率やポンプ選定線図上で余裕のある機種を選ぶケースが多いので、検討の対象になります。
- 2) 二次側ポンプの水量，電動機容量が比較的大きい
- 3) 空調機等廻りの制御弁調整（過大/過小になっている CV 値）を行う時にポンプの調整も行う場合

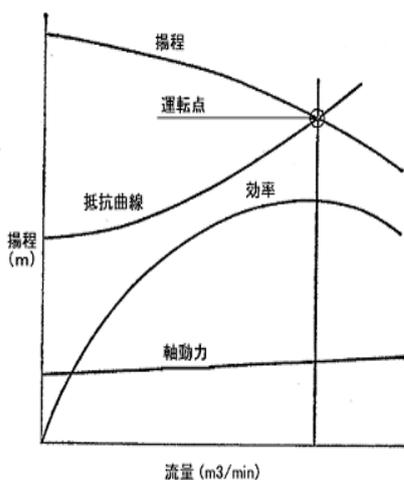
以下のような場合は、空調工事業者やメーカーへなど専門家への検討依頼も考慮してください。

- 1) ポンプの実揚程がわからない
- 2) 二次側ポンプの性能曲線がなく、検討が難しい
- 3) 冷温水二次側流量がわからない  
※流量計がなくても、1), 2) が分かる場合は流量を想定することが可能です
- 4) 冷温水二次側の往還温度がわからない  
この場合は現場での水量把握が困難なので、調整の検討・実施の可否は専門家に依頼した方が無難です。

#### 【参考：ポンプ性能曲線（左図）】

・左図は渦巻ポンプの性能曲線を示したものです。縦軸に揚程(m)，効率(%)，軸動力(kW)，システムの抵抗曲線，横軸に流量(m<sup>3</sup>/min)を表し、揚程と抵抗曲線・流量の交点を運転点とします。

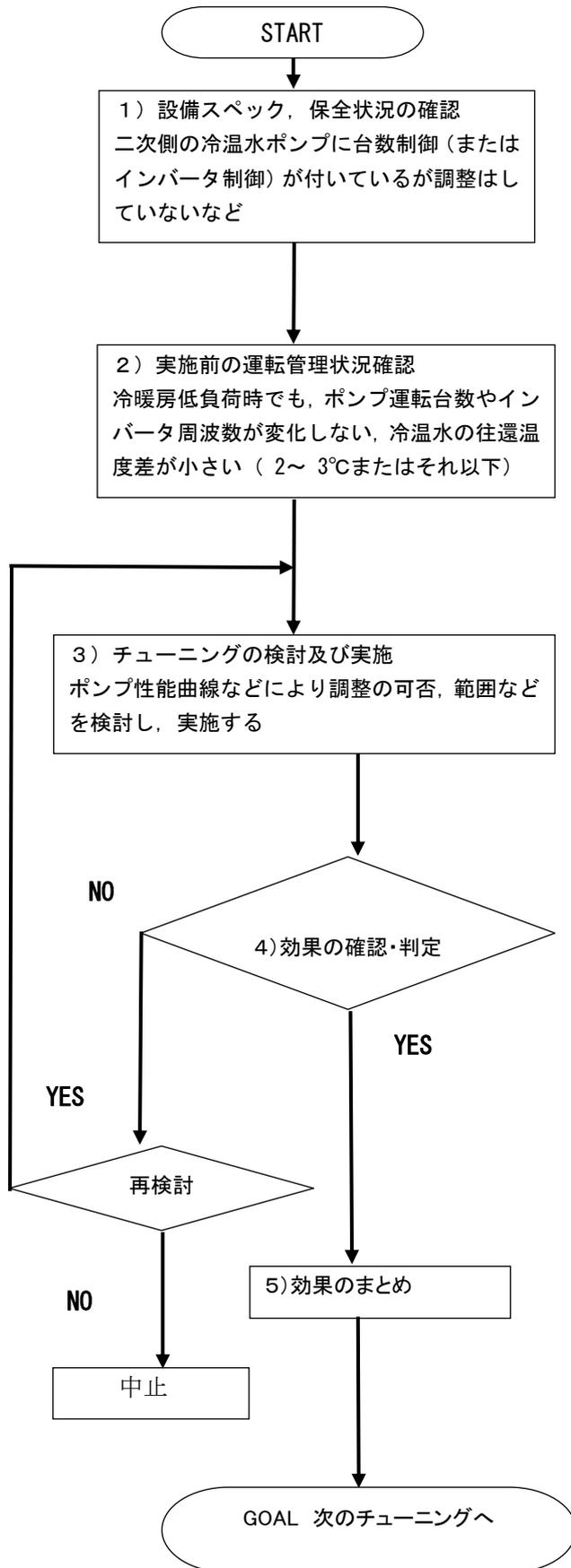
・複数台運転の合成特性線図の作成が困難な場合は、ポンプメーカーに作成依頼をして検討しましょう。



## 実施手順

ポンプ変流量方式の改善によるチューニングを行うには、下図のような手順で行われることをおすすめします。

※自動制御機器調整は、専門業者またはメーカーに操作方法等を事前確認して下さい。



### 【省エネルギーのポイント】

#### ①台数制御の場合

増減段点を効率の良い所で運転する事です。実施手順にしたがいやってみましょう。

#### ②インバータ制御の場合

低負荷時に周波数の許容下限値で運転する事です。実施手順にしたがいやってみましょう。

#### 1) 設備スペック, 保全状況の確認

台数制御(またはインバータ制御)装置が負荷トレンドに合致した正しい制御で運転されているとは限りません。設備仕様や自動制御設定状況をまず確認して下さい。

#### 2) 運転管理状況確認

冷暖房運転において冷温水往還温度差が小さい場合、負荷に対して冷温水流量が過剰ということなので調整が必要です。 ※循環水量過多によるポンプ動力の増大

#### 3) チューニングの検討及び実施

##### ①台数制御の場合(次頁, 図-1を参照)

- ポンプ吸込側および吐出側の圧力計, 流量計によりポンプ性能曲線上に現状点をプロットし, 図-1の式より抵抗曲線を引きます。

- 次に表-1を目安に流量と温度差を設定します。その際は, 図-1にある1台目運転から2台目運転への増段点がB点付近になる様, 調整して下さい。

- ヘッダーバイパスは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調整して下さい。

※技術的に難しい場合, 専門家の支援も得ることを検討

- ヘッダーバイパス弁は, ポンプ増段直後に負荷との流量バランスで全閉から全開方向となり, 流量バランスが取れてくると同弁は閉方向となります。

※バイパス弁は全閉に近い方が省エネルギーとなります。

##### ②インバータ制御の場合(次頁, 図2を参照)

- ポンプ性能曲線(インバータ周波数曲線入り)とポンプ吸込側および吐出側の圧力計, 流量計により現状周波数の確認をします(運転点C1)。

- 図-2において, C1点がC2点付近になる様, 運転周波数と冷温水往還温度差を見比べながら表-1を目安にコントローラを調整して下さい。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運転以下で開とします。

#### 4) 効果の確認, 判定

効果の確認, 分析を行い, 想定以下の場合は計画を見直し, 再実施するとします。

**効果を  
確認する**

省エネルギー量(kWh)=実施前後のポンプ消費電力差(kW)x ポンプの運転時間(h)

A : 台数制御の場合 , B : インバータ制御の場合

	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重 要 度	難 易 度	
必要な データ	空調システム及び空調に使用したエネルギーと一定期間の運転時間【前後】 (電気・ガス・油・地域冷暖房熱量)	○	○	中央式の熱源方式
	搬送システム及び二次側ポンプの消費エネルギー量とポンプの運転時間【前後】	◎	○	ポンプ動力の消費電力を測定します
	外気の温度・湿度データと室内の温度・湿度の設定条件【前後】	○	○	外部百葉箱での実測が理想的ですが、アメダスデータでも代替可能です(負荷の変化を確認する為)
	熱源機器・空調機器の能力・台数及び平均的な負荷時のエネルギー使用量【前後】	○	○	冷温水の循環水量を決めるために必要
	ポンプの水量、圧力のデータ【前後】	◎	○	チューニング実施状況の確認をします
A	<p>図-1に示すように、ポンプ1台運転から2台運転に増段するポイント設定をA点からB点付近に変更することで、改善前に2台運転していたVA-VB間の流量域が1台運転で賄え、その分省エネルギー運転となります。</p> <p>(改善実施前の増段運転が、A点又はA点より小水量で運転されていませんか。)</p>			<p>【図-1】</p>
B	<p>図-2に示すように、周波数の調整と行き還りの温度差を見ながら表-1を目安にC1点からC2点に変更することで相当する動力分の省エネルギーが図れます。</p> <p>N1: 変化前の回転数</p> <p>※軸動力と回転数の関係</p> $W2 = W1 \times (N2/N1)^3$ <p>W2: 回転数変化後の軸動力 W1: 回転数変化前の軸動力 N2: 変化後の回転数</p>			<p>【図-2】</p>
注意	効果を検証し、計画通り効果が出ていない場合には計画を見直して再実施します			

<b>実施上の 注意点</b>	このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点を掲載しました。
台数制御の場合	<p>1) 実施時期 ポンプ全台数の増減段設定が出来る, 冷暖房ピーク時などとして下さい。</p> <p>2) 増減段点変更の目安 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%程度水量を下げた所を先ず目安とし, ハンチングをする様なら更に水量を下げ調整をして下さい。</p> <p>3) ポンプ特性曲線の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1台当りの受け持つ範囲を, ポンプの特性曲線より確認し実施して下さい。</li> <li>・単独運転時に過負荷運転とならないよう, 特性曲線に合わせた設定として下さい。</li> <li>・流量・揚程が不足しないよう充分に注意して下さい。</li> </ul>
インバータ制御の場合	<p>1) 実施時期 負荷の減少する中間期などに行ってください。 ※通年を通して過流量と判断される場合は, この限りではありません。</p> <p>2) 周波数の下限値の確認 ポンプおよびインバーターメーカー双方に確認して実施することが必要です。 ※運転中にポンプ・電動機が共振発生するような回転速度範囲は避けて下さい。 ※インバータのジャンプ機能付きのものは共振周波数を飛び越える設定にして下さい。</p> <p>3) キャビテーション防止の確認 キャビテーションが発生するとポンプは不安定な運転状態となり, 程度によっては騒音や振動を発生し, ポンプ寿命を縮めることがあります。このような場合には, 設定を除々に元に戻して下さい。 ※キャビテーション: 流体 (この場合は冷温水) が流動しているとき, ある部分における静圧がそのときの流体温度に相当する蒸気圧力以下になると, 液体は局部的な蒸発を起こして気泡を発生する。この現象をキャビテーションといい, 大流量・低揚程の時に起こりやすい。</p> <p>4) インバータ周波数変化による障害の有無確認 電動機から磁気音が発生し耳障りとなることがあります。ノイズや高調波が他の周辺機器に悪影響の及ぼす恐れがないことを確認して下さい。</p> <p>5) インバータ設置場所の周囲条件 設置場所の温度が高い場合, 寿命は短くなるので周囲温度に気をつけて使用して下さい。 ※電動機・インバータ共, 40℃以下の周囲条件とすることが必要です。</p>
参考	<p>①吐出圧一定制御 (センサー取付け位置はポンプ廻り) と, ②末端圧力一定制御 (センサー取付け位置はポンプより最大抵抗個所に設置) とでは ②の方が省エネルギー効果は高くなります。</p>

【表-1: 冷暖房負荷と流量と温度差の目安】

負荷率 [%]	負荷 [kW]	流量 [L/min]	二次側冷水温度 [°C]		
			往	還	差
100	700	2,000	7	12	5
80	560	1,340	7	13	6
60	420	800	7	14	7

# 実施例 1

ポンプの変流量方式の改善を行った場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	建物規模	B1F~16F
	延床面積	約 30,200m <sup>2</sup>	竣工	1989年 11月
	熱源設備	ガス焚吸収式冷温水機	用途	事務所ビル

実施期間 2003年(平成15年)9月29日(月)~2003年(平成15年)10月3日(金)

1) 対象設備：二次側冷水ポンプ

流量：1,360L/min, 揚程：40m

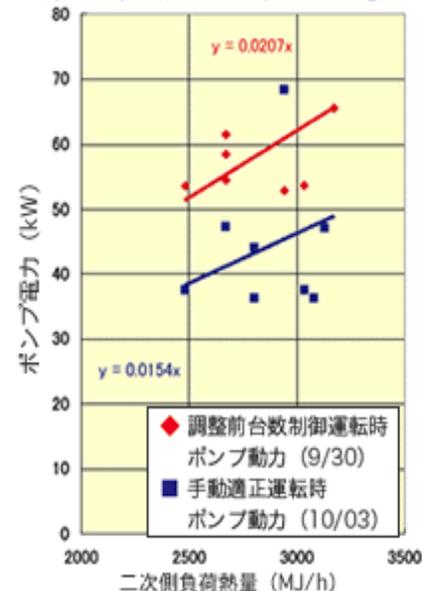
容量：18.5kW×4台(計74kW)

2) 内容

二次側負荷がほぼ一定の期間に台数制御運転システムの流量検出計器の設定値を調整し、最適な増減運転を実施した。

- ・二次側定格負荷 6700MJ/h
- ・試行時の負荷 約3000MJ/h(45%)
- ・送水冷水温度 9℃

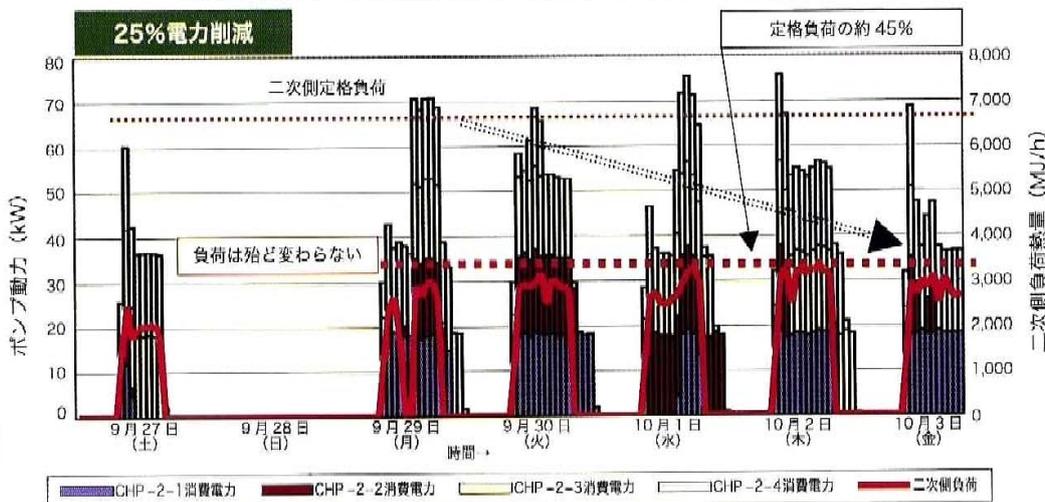
二次ポンプ台数運転適正化による電力削減



右および下図出典：(財)省エネルギーセンター パンフレット  
省エネチューニング(2006・3)

実施した内容

冷水二次ポンプ台数運転の適正化による省エネ効果



実施前	ポンプ3~4台運転
実施後	最終調整後は 終日2~3台運転

実施結果

手動により運転台数をこまめに調整し、自動台数制御時との比較でポンプ動力を25%削減できた。これは、電力使用量で32,400 kWh/年(原油換算 8.4kL/年)、温室効果ガス(CO2)換算では18.0t-CO2/年の省エネルギー効果となります。

## 実施例 2

二次ポンプの制御方式の違いによる動力削減

チューニングを実施した建物の概要	所在地	神奈川県	建物規模	B1F～22F
	延床面積	約 50,000 m <sup>2</sup>	竣工	1994 年 1 月
	熱源設備	冷温水発生器、ブラインチラー	用途	事務所+ホテル
実施期間	2007 年(平成 19 年) 9 月 3 日～9 月 21 日			

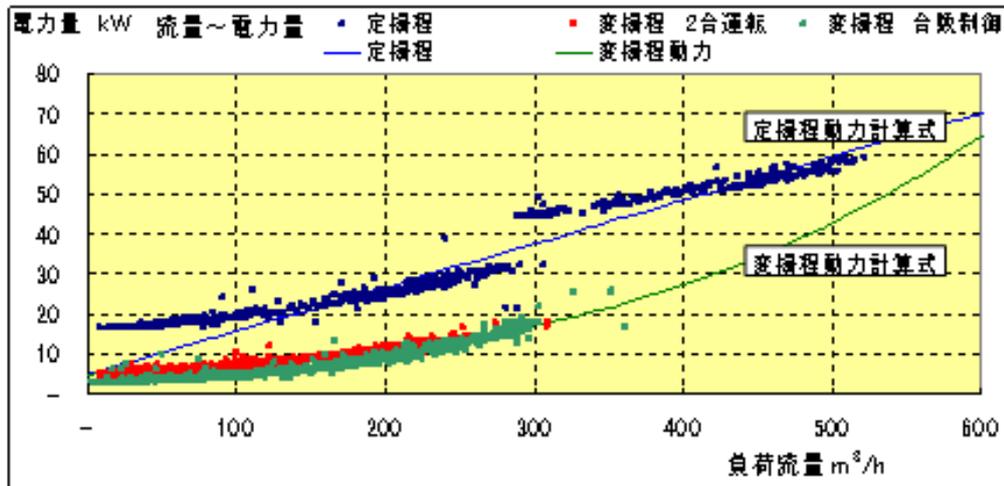
冷温水二次ポンプ制御である定揚程 INV 制御、変揚程 INV 制御について比較しました。

ポンプ仕様 318CMH×255 kPa×37 kW×2 台

### 1) 計測結果

各流量での定揚程 INV 制御および変揚程 INV 制御の所要動力の計測結果を示めます。青色は定揚程運転での電力量の結果を表わします。赤色および緑色は変揚程運転動力です。定揚程制御から変揚程制御とした場合削減電力量は約 50%となりました。

図中計算式は計算より求めた結果を表わします。(変揚程計測時で 300CMH で終わっているのは負荷が少なくなった事による。)



INV 制御方式による電力量変化

### 2) 近似計算

ポンプおよび INV 効率の影響を無視した場合下記計算式により動力を近似できます。

定揚程 INV 制御動力  $W_1$

$$W_1 = k \times P_1 \times Q + \text{最小動力 (最小圧力を与える動力)}$$

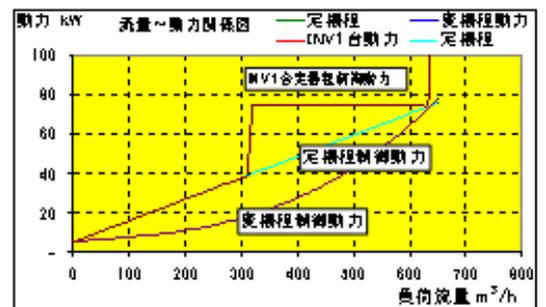
$P_1$  は定揚程であり一定 (最大流量時の送水圧) のため  $W_1$  は流量  $Q$  に比例する。

変揚程 INV 制御動力  $W_2$

$$W_2 = k \times P \times Q + \text{最小動力 (最小圧力を与える動力)}$$

$P = RQ^2$  で計算される変数となる。

$R$  抵抗係数  $= P / Q^2 = (\text{設定制御圧力 } P_1 - \text{最小圧力}) / (\text{定格流量})^2$



図は

- 1 台 INV (定揚程制御) + 1 台 INV なし
- 2 台 INV (定揚程制御)
- 2 台 INV (変揚程制御) の動力を示す

実施した内容

## 2. 16 冷却水量の変更

### No. 16 冷却水量の変更

冷凍機が部分負荷で運転している時には、冷却水流量を減少させることでポンプ搬送動力を低減することができます。本項ではその手法を記しています。

<概要>

- ・一般に、水冷式の冷凍機では冷却水温度が低いと運転効率は向上します。
- ・冷却塔は、通常は設計能力以上の冷却能力を持っています（冷房期間の大半で、設計外気条件以下での運転となるため）。
- ・しかし、冷却水温度を下げすぎると冷凍機の安全運転ができなくなるため、冷却水下限温度を守った運転を行います。
- ・一方、冷凍機の（排熱を熱交換する）凝縮機熱交換器では、冷却水温度が低下しても冷却水流量を減少させることによって、同じ凝縮温度を得ることができます。



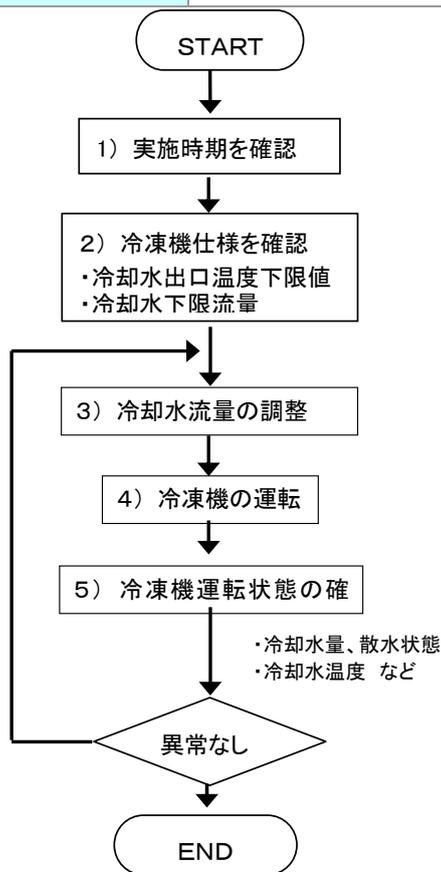
- ・このため、冷房負荷を勘案しながら冷却水流量を調節（出口温度は一定）し運転すれば、冷却水ポンプ動力の削減により省エネルギーが可能となります。
- ・但し、ポンプ動力が減少する一方で、冷却塔ファン動力は増加する場合があります。「ポンプ動力の減少」と「冷却塔ファン動力の増加」も加味した上で全体のエネルギーが下がることが、本手法の採用条件になります。

分野	ポンプ類	難易度	易←★★★★★→難	季節	冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますので、ご参照ください。				
	マニュアル				
	ガイドブック	p. 49			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>多くの場合、冷凍機運転は定格流量での冷却水定格流量を前提として製造されています。</p> <p>冷凍機の仕様を確認し、冷却水流量が変更できない機種の場合は、正常稼動に支障があるため行ってはいけません。</p> <p>また、冬期や中間期に全負荷運転がある場合は流量を絞れないことがあります。</p>
<p>Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷却水量の変更可能な冷凍機である</li> </ul> <p>冷却水量の変更可能範囲が、定格の50%程度まで下げられ、かつ冷却水ポンプにインバータが設置されている場合には省エネルギー効果があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷房軽負荷期（負荷率が低い）</li> </ul> <p>中間期や冬期など比較的負荷が小さい時期に、冷凍機の運転台数が1台となり、冷凍機負荷率も低くなる場合には省エネルギー効果があります。</p>
<p>Stop!</p>	<p>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です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷凍機負荷率が年間を通して高い</li> </ul> <p>冷凍機が複数台あり、季節を問わず100%近くまで達しているような状況では、冷却水流量を絞ると放熱不良となる場合があります。</p> <p>この場合は、冷却水流量をあまり絞れないため効果は少なくなります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蓄熱槽用冷凍機などは不向きです。</li> </ul>

## 実施手順

まず、冷凍機の冷凍機冷却水温度、冷却水流量の制約を確認します。その制約条件の範囲内で、以下のような手順で行われることをおすすめします。



### 1) 実施時期を確認

冷凍機の負荷が少ないか、冷却塔の能力に余裕がある時期に行います。

### 2) 冷凍機仕様の確認

以下について再確認しておきます。不明な場合は、メーカーに確認しておいてください。

#### ・冷却水出口温度下限値

下限値を確認し、この温度以上で調整、運転を行っていくことが必要です。

#### ・冷却水下限流量

冷却水断水リレーが設置されている場合は、断水感知設定値が下限流量となります。

### 3) 冷却水流量の調整

冷凍機を停止した状態で冷却水ポンプの流量を徐々に絞っていきます。

### 4) 冷凍機の運転

冷凍機を実際に運転し、冷却水量減少の影響、異常の有無を確認します。

### 【調整のポイント】

#### ○冷却水温度制御の変更

過冷却防止用サーモ設定は、冷凍機出口温度が下限値を下回らないように設定してください。

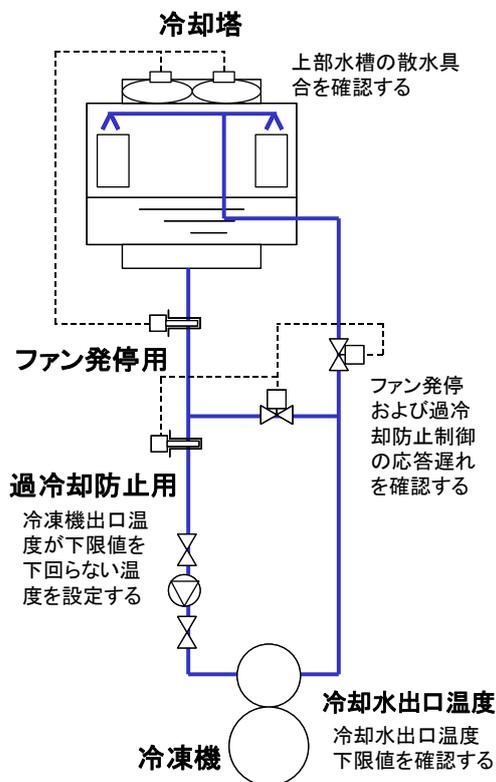
#### ○冷却・冷却塔散水状態

冷却水流量が減少するため上部水槽の水位が低下し散水ムラが発生しやすくなります。冷却能力が不足していないか冷却水温度を確認してください。

#### ○冷却水温度制御

循環水量が減少するため、冷却塔ファンの発停や過冷却防止バイパス制御弁の動作に遅れが発生する場合があります。

冷却水温度の変動を確認してください。



<b>効果を 確認する</b>		調整前後の冷却水ポンプ運転電流（電力量）		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重 要 度	難 易 度	
必要な データ	冷却水水量	◎	○	ポンプ運転電流とポンプ特性線図から算出が可能です。
	ポンプ電力量	◎	○	運転電流と力率から算出が可能です。
	冷凍機冷却水入口温度	◎	○	
	冷凍機冷却水出口温度	◎	○	下限温度より高く保つ必要があります。
	冷凍機冷水入口温度	◎	○	
	冷凍機冷水出口温度	◎	○	
	冷凍機冷水流量	△	◎	
	冷凍機電力量(電動型の場合)	△	○	
	冷凍機蒸気量(吸収式の場合)	△	△	
	ガス量(冷温水発生機の場合)	△	○	
	冷却塔動力	△	◎	
ミソ	<p><b>冷凍機の総合効率を考慮する</b></p> <p>冷却水温度上昇による冷凍機の効率低下と、冷却水量の低減によるポンプの動力削減を比較して、ポンプ動力削減が大きくなれば逆効果になります。仕様書による確認と共に、実測値からも効果を確認してみましょう。このチューニングは、冷凍機特性、冷却塔特性、ポンプ能力などのシステムとしての総合的な特性を考慮しなければ効果があるのか判断できない場合があります。その時には、専門家の支援を受けることも検討してください。</p> <p><b>冷却水量を季節に合わせて調整する</b></p> <p>季節によって冷凍機負荷率は変わります。季節（負荷率）に応じて冷却水量を下げることで、冷却水量を安全に絞ることができます。</p>			
注意	<p><b>冷凍機負荷率（冷房負荷）</b></p> <p>負荷率が変動する場合は、その一番大きなところに合わせて冷却水量を調節してください。</p> <p><b>冷却水下限水量</b></p> <p>冷凍機安全装置として冷却水にフローズスイッチを設けている場合があります。これはあまり細かく断水流量の設定ができないため、下限流量の手前で動作する場合があります。必ず、実機で水量調整を行ってください。</p>			

<b>実施上の 注意点</b>	このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点。特に、機器周りの操作、自動制御に関して必要な情報を掲載しました。
流量の調整方法	負荷率に合わせて冷却水量を自動制御するのが理想ですが、負荷率が低い時にバルブで絞るだけでも効果があります。
冷凍機冷却水出口温度の管理	冷却水過冷却防止用の温度を設定する際に、冷凍機冷却水出口温度下限値を下回らないように設定してください。

<b>実施例</b>	このチューニングの手法を実施した場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。			
チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	建物規模	B1F~16F
	延床面積	約 30,000 m <sup>2</sup>	竣工	1989年6月
	熱源設備	ガス焚き冷温水機他	用途	事務所
実施期間	2003年10月6日~10月16日			
実施した内容	<p>冷水出口温度を固定した状態で冷却水量をバルブにて変え、燃料消費量および冷水温度差を計測し、省エネルギー効果の確認を行った。</p>			
実施結果	<p>冷却水量は 86.5%，ポンプ電力量は 92%（8%の省エネルギー）となった</p> <p>変更前平均電力                    23.29    kW</p> <p>変更後平均電力                    21.42    kW</p>			

## 2. 17 VAV方式送風温度の変更

### No. 17 VAV方式送風温度の変更

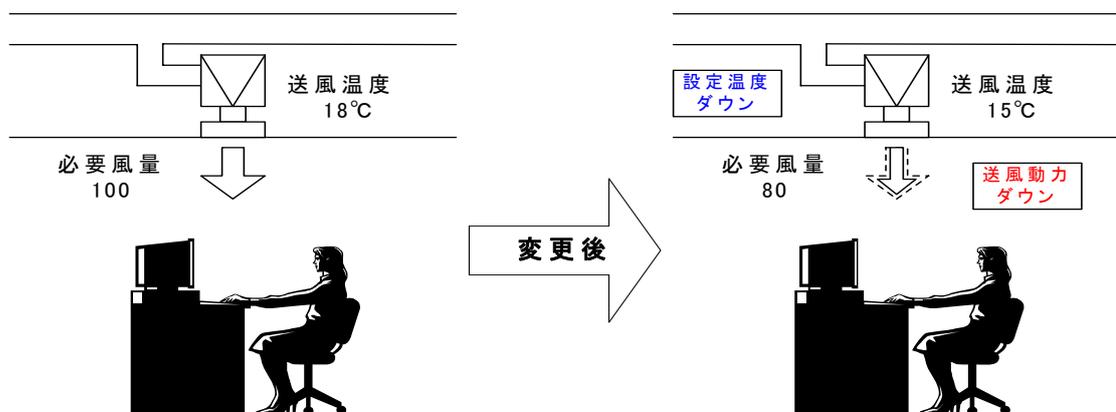
送風温度の変更が可能なVAVシステムでは、季節の冷暖房負荷（負荷率）によって送風温度を調整変更する事により省エネルギーを図る事が出来ます。

この手法は、主に冷房軽負荷期、中間期、初冬などの冷房運転時が対象時期となります。

暖房時も、軽負荷については同様で、室内発熱負荷が大きい系統などでは効果が期待できますが、送風量や静圧によっては気流分布の乱れから、足下が冷えるなどの不都合が発生する場合もあるので、注意が必要となります。以下のような場合は送風量にゆとりがある可能性があります。送風温度調整による送風動力削減低減が期待できるので、検討、実施してみてください。

- ① 夏期：冷房負荷が比較的大きい冷房運転時（高負荷時）に、送風温度が高く設定されている
- ② 軽負荷期：冷房負荷が少ない冷房運転時（軽負荷時）に、送風温度が低めに設定されている

※ 暖房運転時は、負荷と温度設定、送風動力の関係が冷房運転時とは逆になります。



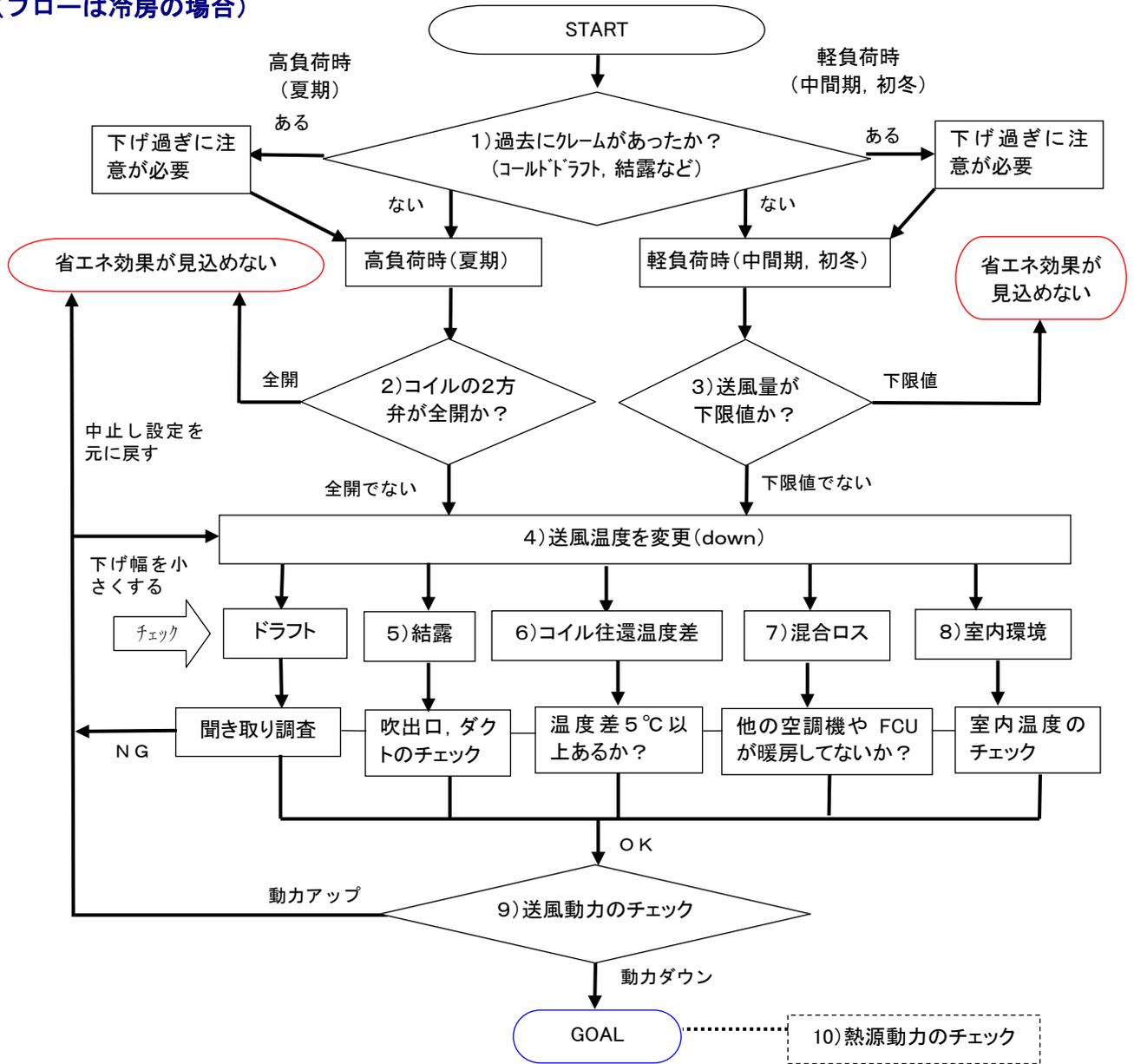
分野	空調機	難易度	易←★★★★☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	ガイドブックにもこの手法が載っていますのでご参照下さい。また、冷温水の搬送動力についてもマニュアル（冷水量の変更）を作成していますので、そちらもご参照下さい。				
	マニュアル	No.14			
	ガイドブック	p. 55, p. 56, p. 83			

<p>?</p> <p>この方法は私のビルでも使えますか？</p>	<p>VAV方式であり、送風温度が変更可能な場合 (設定温度の変更方法は、システムにより異なります)</p>	
<p>Go!</p>	<p>この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。</p>	<p>Stop!</p>
<p>1) コイルの冷房能力に余裕がある場合 冷房ピーク負荷時でも、冷温水コイル2方弁の開度が全開になっていない場合</p> <p>2) 冷房軽負荷期、中間期</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・室内温度を満たしているが、給気風量がVAV制御下限値になっている場合</li> <li>・室内温度が設定値より低くなっている場合</li> </ul> <p>※暖房運転時の判断は、冷房の場合と逆になります</p>	<p>1) 冷風クレームを経験した場合 コールドドラフトや吹出口結露などの不具合が過去に発生した、または懸念される場合</p> <p>2) 空調機のコイルに十分な余力が無い場合 冷温水流量を多くする事により送風温度を調整していくため、コイルに余力が少ないと往還温度差が取れない、冷凍機効率が低下するなどして、結果的には省エネ効果が見込めない可能性があります。</p>	<p>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です。</p>

## 実施手順

VAV方式の送風温度を変更して、送風動力の削減を行うにはいくつかの手法があります。自動制御装置により適した手法は異なりますが、一般的には下図の手法で実施します。

(フローは冷房の場合)



- 1) 過去にコールドドラフトや吹出口の結露などのクレームを経験している場合は、送風温度設定に注意が必要です
- 2) コイル2方弁が全開の場合、それ以上送風温度を下げる事ができません(冷水温度一定時)
- 3) 送風温度が下限値で運転されている場合、送風量をそれ以上削減する事はできません
- 4) 送風温度設定が可変システムの場合は、VAV制御開度の上限設定・下限設定値を共に下げます  
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ます。変更幅は、2℃程度とします
- 5) 送風温度を室内の露点温度より低くすると、結露する場合がありますので注意してください
- 6) 冷水量を増加させ空調温度の低下を図ると、コイル往還温度差が小さくなり冷凍機効率の低下する場合があります  
コイル列数が4列以下の場合では、この温度差が取れない可能性があるので注意してください
- 7) 空調システム(冷暖同時運転)によっては送風温度を下げすぎると、他の空調設備が暖房運転になってしまうこともあります(混合ロス)。空調運転全体のバランスに留意していく必要があります
- 8) 室内空調温度の適正を確認します(管理温度または設定温度と差異はないか)
- 9) 実施前・後の送風動力を比較し、効果を確認します
- 10) 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します

<b>効果を 確認する</b>		((実施前後の送風動力差)－(実施前後の熱源機器の動力差)) × (空調設備の運転時間)		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要	難易度	
必要なデータ	空調に使用したエネルギー【前後】 (電気・ガス・油・地域冷暖房熱量)	◎	○ △	中央式の大型の熱源機器 小型分散機器の場合は困難です。
	送風機の使用電力量【前後】	◎	○	対象送風機の消費電力を測定。 給気，還気ファン共に測定。
	空調設備の運転時間【前後】	◎	○	空調機の運転時間と熱源機器の運転時間
	給気システムの風量データ【前後】	○	○	空調機やダクトの風速測定による風量算出。 VAVからの風量データ。比較データとして使用。
	室内の温度・湿度の状態【前後】	○	○	設定温度通りになっているか確認。
	外気の温度・湿度データ【前後】	◎	○	外気負荷の確認。
	建物の使用状況【前後】	◎	△	在室人員の変化やOA機器の稼働状況。
ミソ	<p>○対象送風機の消費電力を測定し，効果を確認</p> <p>VAV方式の場合，ビル使用状況や外気負荷により送風動力は大きく変動するため，実際上の比較は困難ともいえます。そのため，省エネ効果の確認は短時間でのデータではなく，一定期間（1ヶ月間とか）での平均値や積算値で比較し，効果を確認するとします。</p> <p>給気ファンに連動して，還気ファンも風量減少するため，給気，還気ファン共に消費電力を測定します。</p> <p>○インバータについて</p> <p>インバータを使用している場合は，入力側に積算電力量計を設置し，消費電力を測定するのが望ましいのですが，相対比較程度で良いとするなら既設の電流計のデータ比較でも十分です。</p> <p>インバータ入力値を測定する場合，高周波ノイズにより測定値が乱れる可能性もあるため，ノイズフィルターなどの対策も必要になる場合があります。</p>			
注意	<p>送風温度を変更することにより，コイル水量が多くなり，熱源負荷が変わっている可能性があります。省エネルギー効果の評価は熱源機器についても測定し，総合的に効果を確認していただきます。</p>			

<p><b>実施上の 注意点</b></p>	<p>このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点を以下に記します。</p>	
<p>インバータ設定</p>	<p>インバータ設定はファン特性に合わせて行っているため基本的には変更しません。 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して取り進めてください。</p>	
<p>送風温度を下げ過ぎると弊害が発生する可能性がある</p>	<p>ダクト、吐出口の結露</p>	<p>室内の露点温度より低すぎると注意。</p>
	<p>コールドドラフト</p>	<p>聞き取り調査を行ったほうが良い。</p>
	<p>コイルの往還温度差が取れないと冷凍機の効率がダウンする</p>	<p>往還温度差が5~8度程度ないと、送風温度下げ過ぎの可能性はある。</p>
		<p>コイル列数が4列以下では、コイル余力が少ないため期待する温度差が取れない可能性がある。</p>
<p>混合ロス</p>	<p>低負荷時に発生することが多い。季節の冷房負荷に応じた温度設定が必要です。</p>	
<p>VAVの最小風量値は変えない</p>	<p>室内の最低還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。 CO<sub>2</sub>濃度が増大する可能性がある。 専門家に相談する。</p>	
<p>設定後の急激な負荷変動があった場合</p>	<p>送風温度を手動で変更している場合、急激な負荷変動で室内設定条件が満足できない可能性があるため、室内状態を把握するなどの注意が必要です。</p>	

<b>実施例</b>	VAV方式で送風温度を変更した場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。			
チューニングを実施した建物の概要	所在地	神奈川県	建物規模	B3F～7F
	延床面積	約 35,000m <sup>2</sup>	竣工	1993年6月
	熱源設備	ガス炊き冷温水機+ブライントーボ冷凍機	用途	商業ビル
実施期間	2005年(平成17年)2月7日～2005年(平成17年)2月14日			
実施した内容	空調機の送風温度を 18℃⇒ 17℃, 16℃ に変更して運転し、それに伴うエネルギー使用量を計測し、省エネルギー効果を確認した。			
実施結果	<p style="text-align: center;">外気エンタルピー-空調機消費電力(平日)</p> <p style="text-align: center;">外気エンタルピー [kJ/kg]</p> <p style="text-align: center;">空調機消費電力量 [kWh]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 送風温度設定18℃</li> <li>□ 送風温度設定17℃</li> <li>△ 送風温度設定16℃</li> </ul> <p>外気エンタルピーと空調機消費電力量(平日)の相関関係を検証すると、平日では送風温度を下げると空調機消費電力を削減できる傾向が見て取れます。 送風温度を1℃下げると、約5%の省エネルギー効果があると判断されました。</p>			

# 《Memo》

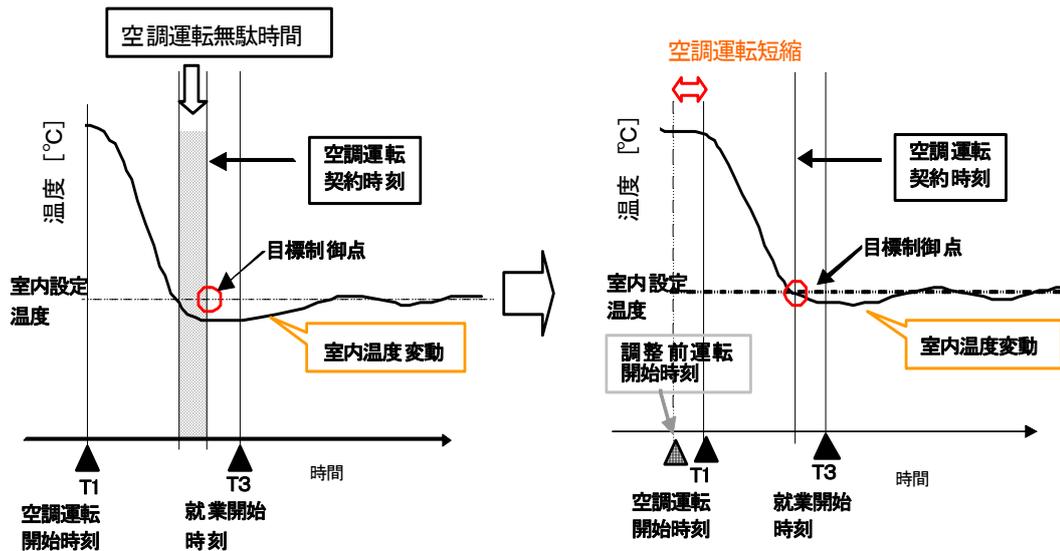
## 2.18 空調機起動時刻の改善

### No. 18 空調機起動時刻の改善(立上り時間の短縮)

冷暖房適温(設定温度, 管理温度)立ち上がりまでに要する時間は, 季節, ピーク時期, 軽負荷時期や冷温水温度によって変化します。冷暖房負荷状況により空調機起動(運転)時間を調整することで省エネルギーが図れます。

起動時間を一定としている場合, 冷暖房軽負荷期は適温確立時間が予定より早まり, 結果的に無駄な空調運転となってしまいますが, 室温, 空調機, 熱源の運転状況を的確に判断し, 現状の起動設定や運用方法を調整することで, 供給熱量の削減や搬送動力の低減を行っていきましょう。

尚, 空調機起動時間を変更する場合は, 冷凍機や冷温水ポンプについても実施すれば, 省エネルギー効果はより大きくなるので, 合わせて検討してみてください。



分野	空調設備	難易度	易←★★★★☆☆→難	季節	中間
関連する項目	負荷の低減のNo.3の起動時の外気導入制御方法とも関連します。検証は、運用状況の確認と負荷軽減に対する供給熱量軽減や搬送動力削減と同様の方法で可能です。				
	マニュアル	No.3, No.4			
	ガイドブック	p. 25~p. 28			

**?**  
この方法は私のビルでも使えますか?  
空調起動時間が年間一定で運用している場合に有効となります。ただし、運転時間が契約上固定化されている場合などは対象外とします。

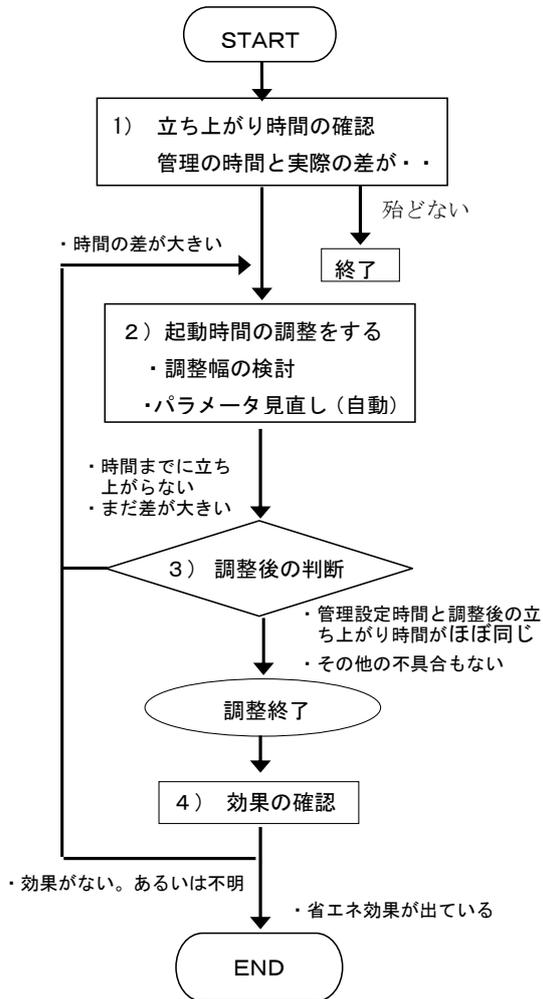
**Go!** この手法は、以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます。

**Stop!** 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です。

- |   |   |
|---|---|
| <p>1) 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</p> <p>2) ビル管理規則や貸方基準が冷暖房適温時間(※)で設定されている場合<br/>※冷暖房管理温度</p> <p>※ 冷凍機や冷温水ポンプも、本手法による省エネルギー効果が期待できます</p> | <p>1) 24時間運転の場合</p> <p>2) 空調対象での室温状況(管理温度)に関係なく、空調運転開始時刻が一定とされている場合</p> |
|---|---|

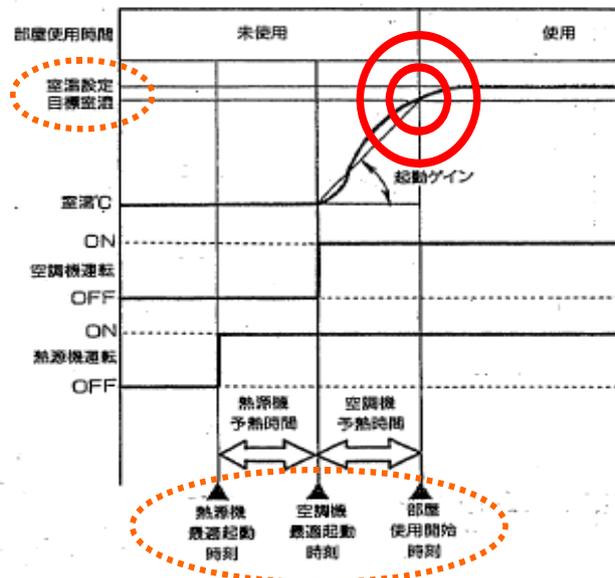
## 実施手順

冷暖房軽負荷期や中間期の空調運転開始時状況（室温変化，熱源や空調機の起動時刻，外気温等）を把握・分析することが必要です。下図の手順で行うことをお勧めします。



### 【参考】

#### ■ 最適起動の事例(暖房時)



#### 1) 冷暖房立ち上がり（適温確立）時間の確認

ビルの管理規則や貸方基準などで決められている時間と実際の立ち上がり時間を比較します。  
この差が大きいほど，起動時間設定の調整幅(=省エネルギー効果)も大きくなります。  
⇒自動制御(※1)によって起動時間を自動調整している場合は，制御による適温時の状況適正を確認します。不適な場合は，各種パラメータ(※2)設定の適否，過不足をチェックする必要があります。

##### ※1: 学習機能

冷暖房負荷(空調機起動時の室内温度，外気温)や適温立ち上がりまでに要する空調時間を動的に予測し，最適省エネルギー運転を可能にする機能(需要予測型空調省エネルギー制御)。入力された情報や実行された操作を記憶し，その記憶をふまえてより適切な処理を行うように最適化して運転する。

##### ※2: パラメータ

様々な「要素」，「条件」をいい，設備・システムにおける変量の関係を記述する量，変数のこと。

例えば，冷暖房運転は冷温水温度やスケジュールによって状態が変化するが，この場合はそれらがパラメータとなる。

空調運転では，目標温度，室使用開始時刻，設定制御幅，季節モード，空調機優先順位，熱源送水温度など。

#### 2) 空調・熱源機器の起動時間の調整

室温立ち上がりに関わる設定調整を行います。  
単純に設定スケジュールの変更だけで調整する場合は，現状設定(※1)と実際の立ち上がり時間(※2)の差を判断して行います。

- ◇ 例) ○現状 ・適温設定時間 8:30 ※1  
・空調機起動設定時間 7:30  
・適温立ち上がり時間 8:00 ※2

⇒適温立ち上がり現行設定より30分早い(※1, ※2)

⇒空調機起動時間を30分遅らせる

##### ◇ 参考)

・自動の場合は各パラメータ見直しによる調整を行います。  
不明なときは自動制御業者などに確認して下さい。

#### 3) 調整後の判断

目標と実際の室温差，適温確立時間などから，起動時間調整の適否，過不足を判断します。

室内負荷や外気温度は日によっても変化するので，多少の時間的余裕を考慮した判断とすることが必要です。

#### 4) 効果の確認

調整前後のエネルギー消費量を比較確認します。

短時間で比較困難な場合は，一定期間でのエネルギー使用量を比較してみるのも有効です。

<p><b>実施上の 注意点</b></p>	<p>このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点、特に機器の操作に関して必要な情報を掲載しました。参考にしてください。</p>
<p>適用時期</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・この調整は、主に冷暖房軽負荷期や中間期に行います。</li> <li>・居室の用途変更、入居者変更などにより、冷暖房負荷が大きく変化した場合などにも検討の可能性があります。</li> </ul>
<p>適応対象の確認</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・調整が適切でない場合は、トラブルになる可能性があるため注意が必要です。 (立ち上がり時間を短縮させ過ぎて、管理設定時間までに適温にならない、同じ空調システムで多様な冷暖房負荷、ニーズがあるなどの場合)</li> <li>・冷暖房クレームを防ぐためには、予め各部屋の特性やユーザー要求の把握・分析を行っておく必要があります。</li> </ul>
<p>継続的な室温の分析</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候や冷暖房負荷、ニーズは季節や日によって大きく変化します。 「空調・熱源機器の起動時間」と「室温立ち上がりの適正」のバランスを定期的にチェックしていくことが、省エネルギー効果の向上に結びついていきます。</li> <li>・冷房と暖房では、「外気要因」や「空調機起動時の室内温度要因（前日からの変動）」などが異なります。そのためシーズン別に継続的なトレースをしていくことが大切です。</li> </ul>
<p>熱源の立ち上げも重要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空調機と同様に、熱源設備の起動時間設定についても適否、過不足をチェックし、必要な調整をしていくことが前提です。</li> <li>・基本的には、 ①熱源設備の起動 ⇒ ②冷温水温度の確立 ⇒ ③空調設備の運転 ⇒ ④居室適温設定時間 までに室温立ち上げが、最短時間、最少エネルギーになるよう調整（チューニング）していきます。</li> </ul>
<p>「学習機能」が附置されている場合</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最適起動ソフトが附置されている場合は、空調運転開始時の室温変動特性を自動的に学習・予測し、起動時間の最適制御がされています。</li> <li>しかし、経年による制御機器の劣化などにより無駄が生じていく可能性もあるので、定期的に制御の適正さ、不具合の有無をチェックしていくことが必要です。</li> </ul>

**効果を  
確認する**

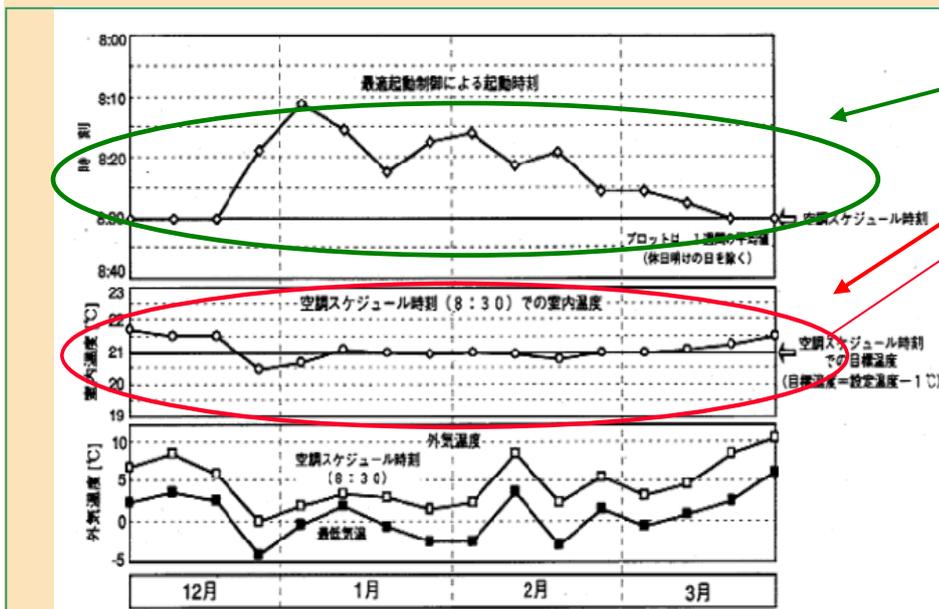
(実施前後の1時間当りの空調エネルギー) × (空調短縮の運転時間)

	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	部屋使用時間	◎	○	全体、できれば系統別に
	室温	◎		立ち上がり時変動共
	外気	○		ピーク時、軽負荷時
	空調供給熱量(空調エネルギー)	◎	○	全体、できれば機器別に
	空調機の発停状態	◎		ピーク時、軽負荷時
	空調機の運転時間	◎		累積、ピーク時、軽負荷時
	各熱源機器の発停状態	◎		ピーク時、軽負荷時
	各熱源機器の運転時間	◎		累積、ピーク時、軽負荷時

**ミソ** 以下のような状況で空調運転管理をしている場合は、本手法による省エネルギー効果が期待できます。  
 ・年間を通して同じタイムスケジュールで空調運転している。  
 (中間期や冷暖房軽負荷期も起動時間が同じ)  
 ・最適起動制御プログラムにまかせて運用している(運転状態のオペレーションをしていない)。

**注意** 1)空調機だけでなく、熱源設備の起動時間チェック、検討、適正確認も重要です  
 2)冷暖房立ち上がり時間帯での空調運転は、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ます  
 ※ウォーミングアップ制御：中間期や冷房軽負荷期には外気冷房を実施する方が、全体的には省エネ効果がより高くなることもあります。検討・確認してみてください  
 3)自動制御(空調・熱源最適起動プログラム採用)を用いた場合の空調立ち上がり機能確認参考事例を下図に示しますので参考にしてください(各計測項目のチェック等を時系列で行っています)

【参考：暖房運転での事例】



空調機起動時刻  
(学習機能;最適起動制御)

暖房立ち上がり時刻  
(8:30)の室温から、良好な  
運転管理がされていること  
が分かる

**実施例  
または  
試算例**

空調機の起動時刻の改善を行った場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	東京都	階数	B3F～ 10F
	延床面積	約 68,000 m <sup>2</sup>	竣工	1994年 9月
	熱源設備	地域冷暖房	用途	百貨店
実施期間	2007年(平成 19年) 9月 21日～11月 30日			

実施した内容

当百貨店は10:00の開店に対し、季節による空調機起動時刻のスケジュール調整を行っている。今回、空調機起動前後の室温変化を実測することにより、そのスケジュール設定に、更なる省エネルギーの余地があるかの検証を行った。

検証は、9月21日から11月30日までの10分毎の還気温度と外気温度並びに空調機の冷水バルブ開度を測定することで行った。その中より、起動時刻の参考となるパターンを図-1および-2に示す。

図-1では還気温度(赤色=室内温度)が運転開始(9:10)から30分(9:40)で、設定温度(25℃)に達している。図-2では、運転開始時刻は9月22日と同じであるが、設定温度に達する時刻は9時30分と、更に10分短縮している。

これらより、この時期15分ほど空調機運転を遅らせることが出来る。そのときの省エネルギー量は5ヶ月運転として試算すると、電力(空調機運転)で6,672kWh、熱量(地冷)で24,000MJとなる。

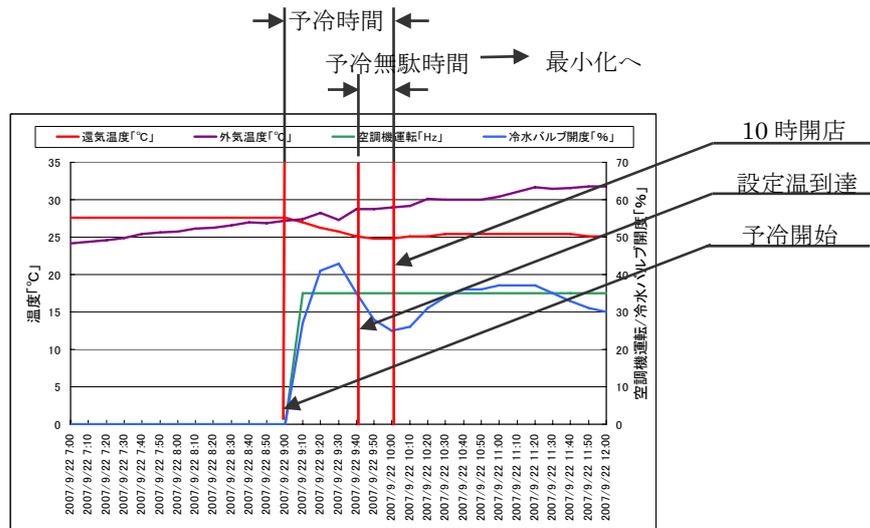


図-1 9月22日の空調機運転推移

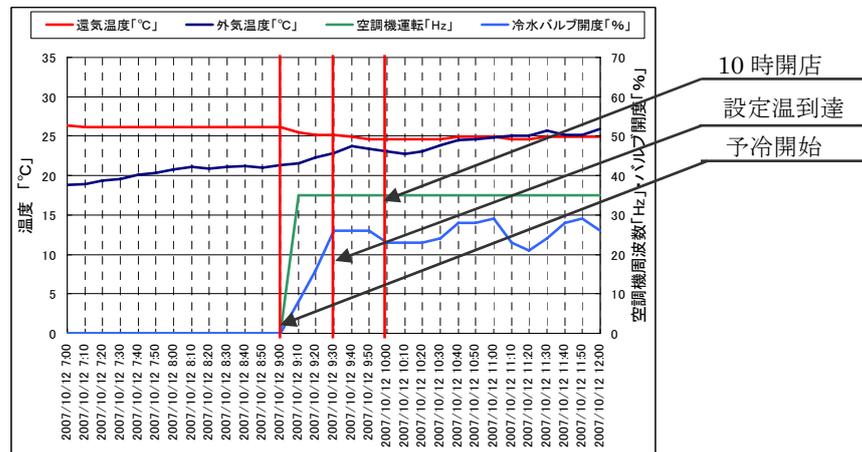


図-2 10月12日の空調機運転推移

# 《Memo》

## 2. 19 ナイトパージ

### No. 19 ナイトパージ(適温外気の積極的取入れ)

外気温度の低い夜間(空調時間外)に、ビルコンクリート躯体や居室に蓄積された熱を夜の冷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です。

図-1は07年7月31日東京での外気温度トレンドです。

- ・7時～9時に掛けて急激に上昇している
- ・14時～16時に掛けて32℃にもなり、大きな冷房負荷日であったことが伺えます。その一方で、2時～6時頃に掛けての外気温度は20℃以下でした。

(室内温度と比較して)この低温外気を活用し冷房運転前に室内換気(蓄積された熱気を排出)することで、冷房立ち上がり時の空調・熱源負荷を軽減できることになります。

図-2は、あるビルでナイトパージをしたときと通常(しないとき)の室内温度を比較したものです。「冷房立ち上がり時の室温」と「それ以前(前日冷房停止時～本日冷房運転まで)の外気温」に大きな差があるような季節または日での取組みを検討してみましょう。

居室の冷暖房管理は、主には室内温度(負荷、および管理温度)と外気温度の差をどうコントロールするかです。

このマニュアルでは、これ以外にも空調運転での外気管理に関する省エネルギー手法を記述しています。

右表はその概要ですが、外気温度のトレンドを常に把握・管理(外気量の削減・増加、季節・時間帯)し、より効果的な省エネルギーを図っていきましょう。

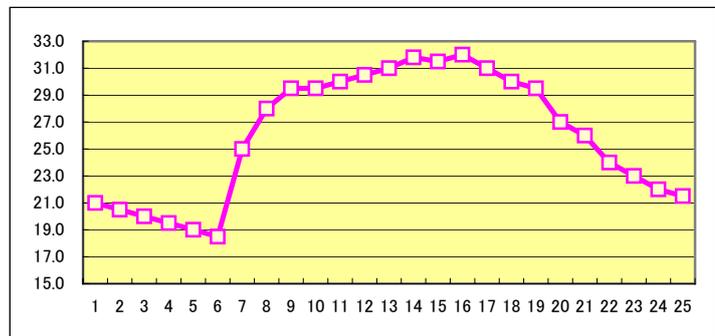


図-1 2000年7月31日、東京の外気温度トレンド

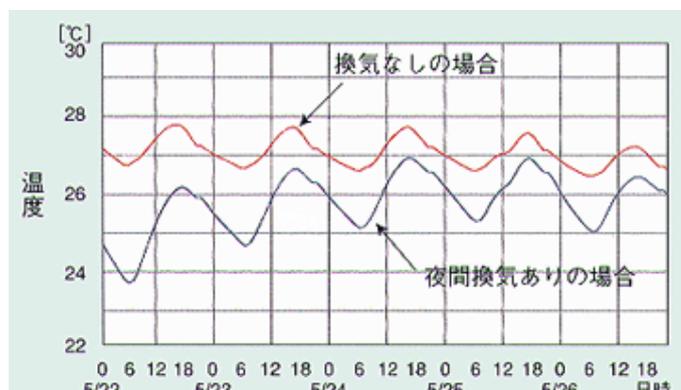


図-2 ナイトパージの有効活用事例

※出典：鹿島

外気	在室時間	在室時間以外
暑い ⇒ 外気を削減 寒い	Co2 制御 No.2	起動時外気 取り入れ制御 No.3
好適 ⇒ 外気を導入 (涼しい)	外気冷房 No.4	ナイトパージ No.19

【参考：外気温度と取り入れ制御の関係】

分野	空調設備	難易度	易 ← ★★★☆☆ → 難	実施できる季節	夏・冬・中間
関連項目	このマニュアルでは、外気取り入れに関する省エネルギー手法が以下の項目でも紹介されています。また、「省エネチューニング ガイドブック」(財)省エネルギーセンター)にも効果的な手法が同様に記されているので、合わせて参照してください。				
	マニュアル	No. 2, No. 3, No. 4			
	ガイドブック	No. 2(p. 23), No. 3(p. 25), No. 4(p. 27), p. 65~68, p. 85			

？  
この方法は私のビルでも使えますか？

冷房運転立ち上げ時の室内温熱環境（温度・冷房負荷）と冷房運転前（主には前日の空調停止～本日空調起動まで）の外気温度との関係で判断します。

**Go!** 以下のような場合この手法は、実施が容易で、よい結果が得られ、お勧めできます

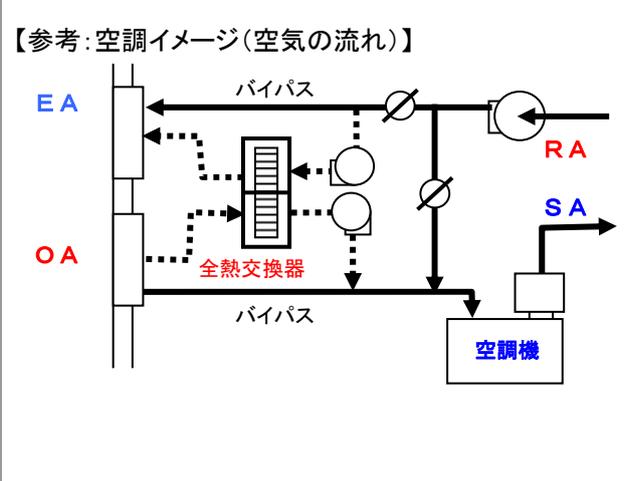
**Stop!** 以下のような場合この手法は、不適切、または慎重な検討や専門家への依頼が必要です

- 1) 冷房立ち上げ時の室内（蓄積）熱量が大きい
- 2) 冷房立ち上げ時の室温が
  - ・管理温度に対してかなり高い
  - ・空調機停止時の外気温度が、管理温度または空調機起動時の室温と比較して低い
- 3) 夜間・休日にも室内発熱が多い  
サーバコンピュータなど、夜間・休日でも稼動している発熱機器が多い。
- 4) ビル躯体（コンクリート）から室内への放熱が多い（前日昼間の躯体蓄熱）

- 1) 空調機（または換気設備）のスケジュール発停ができない場合
  - 2) 自動制御によるダンパ開閉ができない場合
  - 3) 熱源設備や全熱交換器(※)が、空調機（または換気設備）と連動している場合
- ※回転型全熱交換器に中間期制御機能が附置されている場合は、温度設定（High, Low）の適正も確認しておくこと。
- ※下図を参照

【参考：全熱交換器のイメージ】

出典：(社)日本冷凍工業会 HP



【参考：ナイトパージのイメージ】 出典：ダイキン工業株式会社 HP

<自動ナイトパージ機能>

夜間

冷房時

従来

○A機器の発熱による室温上昇とそれによる壁材、天井材への蓄熱が発生

朝

従来

エアコンの冷房負荷が大きく、なかなか温度が下がらない

ナイトパージ

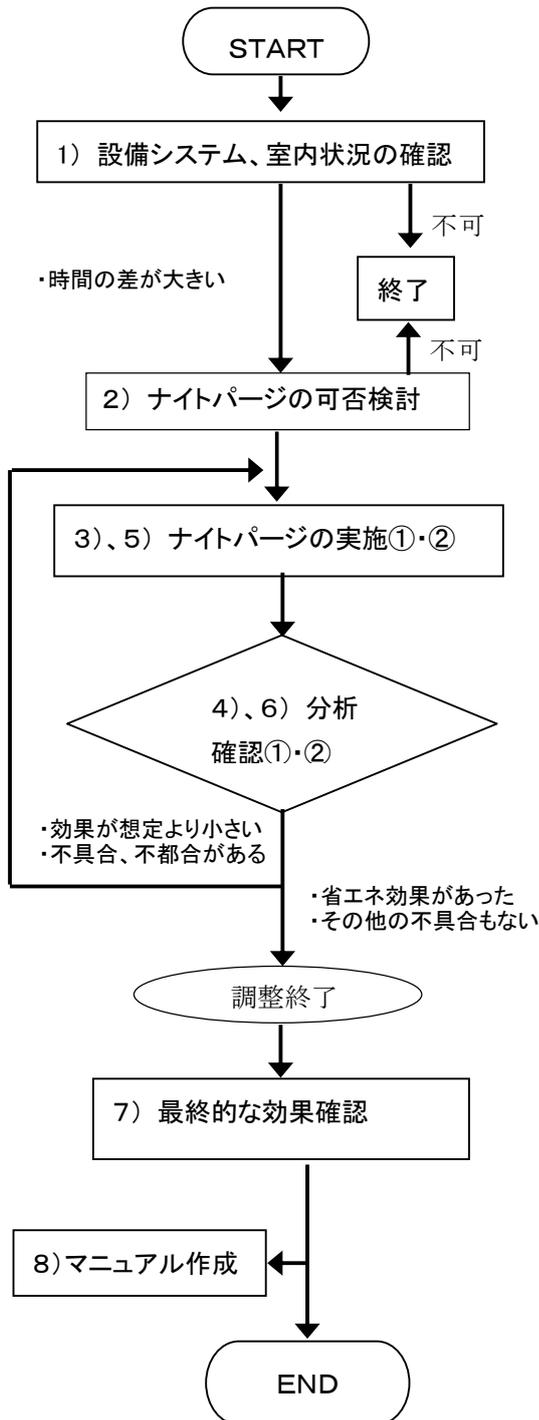
ナイトパージ（換気）で熱を放出

ナイトパージ

負荷が少ないため、涼しく快適！

## 実施手順

外気を積極的に導入して省エネルギーを行うには、自然換気（窓を開ける、自然換気用の設備を動作させる）または機械換気（空調機などの送風ファンを運転する）の2通りがありますが、無人の時間帯なので自動制御が基本になります。



### 1) 設備システム、室内状況の確認

ナイトパーズが可能かどうか、以下のような条件について確認しておきます

- ・外気および室内温度トレンドの自動計測が可能
- ・自動制御による換気（外気取り入れ）が可能
- ・ナイトパーズを実施する時間帯に、居室は無人またはパーズをしても問題がない。

### 2) ナイトパーズの可否検討

中央監視盤データなどにより以下の温度トレンドを分析し、本手法による省エネルギーの可否を検討します。

- ・外気温度、室内温度
- ・冷房立ち上がり時の室内温度

### 3) ナイトパーズの実施

データから系統（居室）、時間帯、時間を決定し、ナイトパーズを実施します。

### 4) 効果レベル、不具合などの確認

以下などについて、適否、過不足、不具合の有無などをデータおよびヒアリングなどから確認し、再調整の要否を検討します。

#### ①チューニング前後の冷房立ち上がり時

- ・室内温度変化、冷水温度確立時間
- ・熱源エネルギー使用量
- ・冷温水ポンプエネルギー使用量

#### ②チューニング実施時

- ・ナイトパーズに係わる自動制御バランス適正
- ・空調設備または関係設備の不具合有無

#### ③チューニング後

- ・室内不具合発生の有無

### 5) ナイトパーズの実施（実施条件見直し）

### 6) 効果レベル、不具合などの確認

### 7) 最終的な効果確認

### 8) 経験値に基づいたマニュアルの作成

ビル（空調システム、立地、スペック、冷房負荷など）によって外気温度との関連、実施時期や系統などが異なるので、独自のマニュアルを作成し次につなげていきます。

ビル状況や温度要素は常に変化していく可能性があるため、定期的に見直す必要があります。

<b>効果を 確認する</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度条件（パージ外気温度，室内温度）が近い，チューニング実施前後での冷房運転立ち上がり（1時間程度）エネルギー使用量を比較します。</li> <li>・緻密なエネルギーデータ把握が難しい場合は，「室内適温」や「冷水温度」の確立に要した時間などで単純比較するとしても結構です。</li> </ul>
---------------------	--

※【前後】チューニングの実施前・実施後（実施中）の両方の値が必要です

必要なデータ		重要度	難易度	
	空調に使用したエネルギー【前後】 （電気・ガス・油・地域冷暖房熱量）	◎	○ ×	中央式の大型の熱源機器は容易 小型分散機器の場合は困難です。
	外気・排気系統の風量データ【前後】	◎	×	
	外気の温度・湿度データと室内の 温度・湿度の設定条件【前後】	◎	○	
	熱源機器の定格，または平均的な負荷 時のエネルギー使用量	◎	○	屋外の空気を室内の空気まで冷暖するために 必要なエネルギー
	空調設備の運転時間【前後】	◎	○	空調機と熱源機器の運転時間
	建物の使用状況【前 後】	○	×	建物の使用状況が，前後で同じと見なせる場合 は必要ありません

<b>実施上の 注意点</b>	都市部ではヒートアイランドのために，冷房の期間には夜間の外気が十分に下がらなくなっていることや，室内に持ち込む水蒸気の量に注意することが必要です。
実施時間	夜間外気で躯体に冷熱を蓄熱するという考え方もありますが，オフィス書類や設備に対して過剰吸湿による不具合を生じさせる心配もあります。 （夏季の夜間外気は相対湿度および絶対湿度が一般的に高い）
外気取り入れ自動制御仕様	「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ります。
立地による制限	ヒートアイランドで都市部（特に臨海部）では夜間気温が下がらない例もあります。 ナイトパージの実施検討するにあたっては，ビル周囲環境や立地条件などを勘案することが必要になります。
在室者の確認	業務が多様化し，居室が24時間または深夜まで使用される例も多くなっています。 ナイトパージは，基本的に深夜または早朝の室内無人時間帯の実施を前提としますが，現状のビル利用状況もまえもって確認すること。

## 実施例 または 試算例

ナイトパージ（夜間の外気導入）による室内冷却の効果について、室内温湿度の経時の変化を測定し、一般的な事務室における冷却時の温度変化の傾向を検証する。

チューニングを実施した建物の概要	所在地	神奈川県	階数	B4F～19F
	延床面積	約：28,873 m <sup>2</sup>	竣工	1997年12月
	熱源設備	炉筒煙管ボイラ +冷温水発生機+ターボ冷凍機	用途	事務所
実施期間	2003年11月8日～11月17日			

実施した内容

今回の計測では、2日間にわたり温湿度の連続測定を行い、0:00～1:00 および 4:00～6:00 に外気導入を実施し、ナイトパージ時およびその後の温度・エンタルピー変化を観察した。温湿度の測定間隔は、全て5分間隔とした。

計測の結果、外気温度が約19℃、室内温度が約25℃の際に、1時間送風（約6回/h）で約1℃の温度低下が観察できた。運転開始から約15分間でOA・EAなどの急激な温度変化は終了し、室内の空気がほぼ入れ替わったものと考えられ、以降は徐々に温度が減少していく。図-1に示すように、外気導入時の事務室の室温変化は対数曲線とよく一致している。

ナイトパージの実施により屋内負荷(68,000kJ)を外部に放出したことが実証できた。

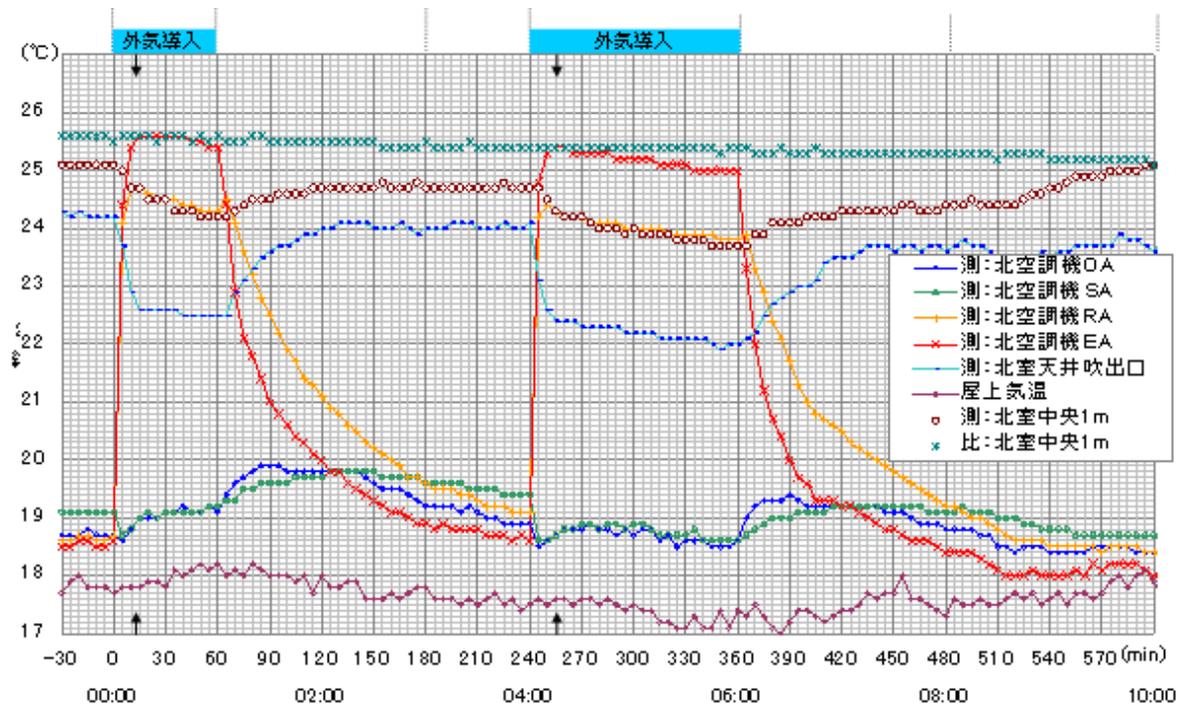


図-1 ナイトパージ実施時刻付近の温度変化

# 《Memo》

## 2. 20 間欠運転

### No. 20 間欠運転(送・排風機)

ビル各系統、各部屋の換気量および換気時間は、竣工引渡し時の設定・調整のままで運転され続けている例も多く見られます。

冷暖房だけでなく、換気についても対象の用途、利用状況や目的をチェックし、運転調整（最適化）していくことで省エネルギーに繋げていくことが可能となります。

換気量を最適化していくためには様々な手法がありますが、本項目では間欠運転による手法を紹介いたします。特に（共用部）管理諸室の換気運転は、その目的や効果と比較して過剰となっている例も散見されるので、この機会に見直しされることをお勧めします。

季節によっても換気運転のニーズが異なる設備もあるので、チェックしてください。

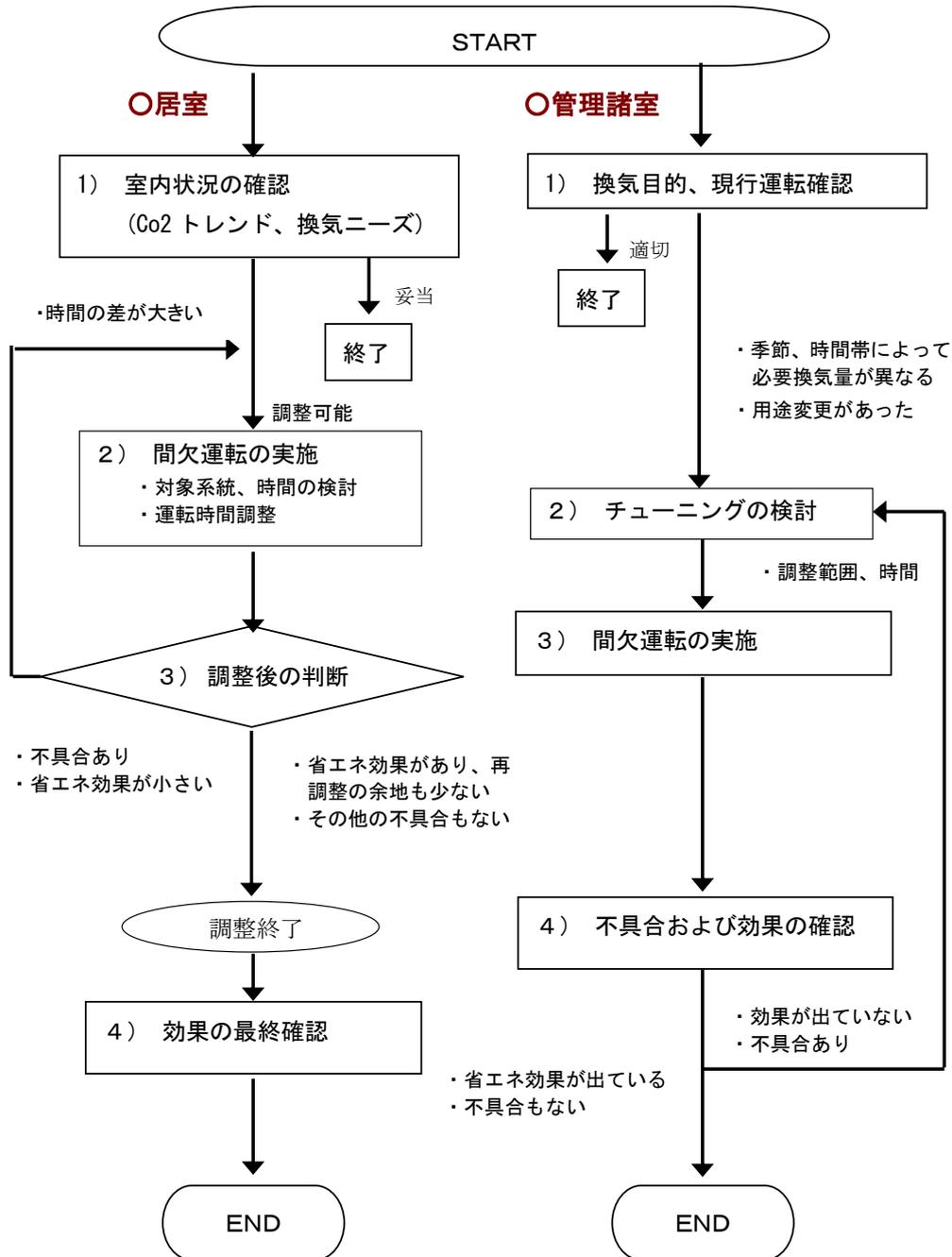
分野	換気設備	難易度	易←★★☆☆☆→難	季節	夏・冬・中間
関連する項目	空調機の外気量削減と同様の方法で検証が可能です。				
	マニュアル				
	ガイドブック				

 この方法は私のビルでも使えますか？	当然のことですが、換気量が不足又は適正量なら現状より換気量を削減することはできません。まず、換気量が多いのか、それとも不足しているのかを確認することが重要です。		
	以下のような場合に、実施が容易で、よい結果が得られお勧めできます。		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です。
<b>1) 居室系統空調機、換気設備</b> ・ 時間帯によって必要換気量が大きく異なる場合 ・ ニーズが温度要件のみで、緻密な換気条件はあまり求められていない場合 <b>2) 管理諸室関係（共用）換気</b> ・ 季節や系統、換気目的によって運転の要否が大きく変化する場合 例) ・ 電気室、エレベーター機械室 ⇒ 排熱が目的 ・ 冷凍機室 ⇒ 燃焼設備への新鮮空気供給、燃焼時の機械室換気 ・ 水槽室 ⇒ 塩素臭気の排除、湿気の排除 ・ 用途変更で緻密な換気が不要になった場合		<b>1) 居室空気環境</b> CO <sub>2</sub> センサー等の設備が設けられていない場合は、適切な換気管理をしていくために状況把握やチューニング実施可否の検討が必要になります。 <b>2) 自動制御（スケジュール設定）が出来ない</b> 空調機や換気ファンの発停が手動で行うようになっている場合は、タイマー機能を追加する、又は必要に応じて手動対応する必要があります。	

## 実施手順

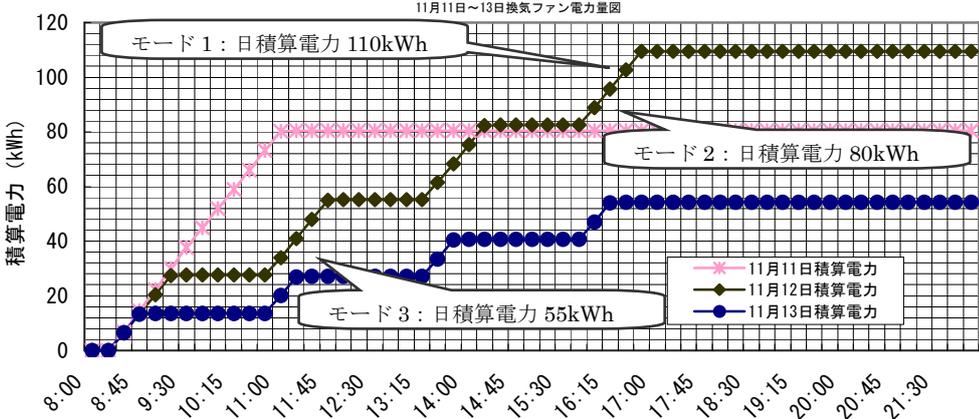
ビル自動制御装置や計測器の有無により適した手法は異なりますが、以下のよう  
な手順で行われることをお勧めします。

間欠運転による省エネルギー効果は、換気運転時間（または風量）に比例して  
大きくなります。  
換気系統、対象個所の状況やニーズを分析し、「必要な個所」、「必要な時間」、  
「必要量」だけを供給していくという前提で調整してください。



<b>効果を 確認する</b>		(機器消費電力) × (実施前後の設備の運転時間)		
	【前後】チューニングの実施前・実施後の両方の値が必要です	重要度	難易度	
必要なデータ	外気・排気系統の風量データ	◎	○	ファンの風量は性能曲線と運転動力からの算出も可能です。また、各室での吹出・吸込風量も測定しておき、エアバランスが崩れないようにします。
	屋内の温度	◎	○	内部発熱が少ない箇所では重要度は△
	屋内の湿度	◎	○	湿気が少ない箇所では重要度は△
	屋内環境 (一酸化炭素・二酸化炭素濃度)	◎	○	人がいない箇所、車や燃焼設備がない場所では重要度は△
	機器の運転時間	◎	○	
	ファンの運転電力	◎	○	
ミソ	<p>1) 使用状況の確認 単純に運転間隔を決めるのではなく、換気対象・系統の使用状況に合わせて設定すればより大きな省エネルギー効果が得られます。 例)「駐車場」であれば入出庫が多い時間帯にはファンを運転し、それ以外の時間は停止するなど</p> <p>2) 室内環境の変化 外気条件や系統、各室の利用状況などで換気量・換気時間の適否、過不足は変化します。間欠運転実施も屋内環境を定期的に確認し、適切な運転時間を保つことが必要です。</p>			
注意	<p>1) 駐車場等で間欠運転を行う場合、CO や CO<sub>2</sub> 条件だけでなく温度・湿度などの適否も加味して、調整を検討してください。</p> <p>2) 近年、都市部においては外気の CO<sub>2</sub> 濃度が上昇傾向にあります。間欠運転を実施した場合に、法規で定められた空気環境管理値から外れないように注意していくことも必要です。</p>			

<b>実施上の 注意点</b>		このチューニングの手法を実施する際に注意すべき点。特に、機器の操作に関して必要な情報を記述しました。
竣工直後は実施しない	竣工直後のビルは、いわゆるシックハウスの原因となる物質が多く含まれている場合もあります。この時期は換気を多目にしてください。	
運転時間の見直しを定期的に行う	外気条件の変化や使用状況の変化で、屋内環境は変化します。屋内環境を定期的に確認し、適切な運転時間を保つようにします。	
エアバランスに注意する	1 台のファンで複数室の換気を行っている場合、ファンを停止させるとエアバランスが狂い、風切音の発生などが起きる場合があります。間欠運転時もエアバランスが狂わないような配慮が必要です。	
窓開放も考慮する	窓が開けられる場合は、ファンの運転を停止して窓開放による自然換気も有効となります。	
運転時間を工夫する	一日での運転時間が同じでも、電力ピークからずらして設定することが可能であれば、デマンドを抑えることが可能となります (ピークシフト)。	

<h2 style="text-align: center;">実施例</h2>	<p>このチューニングの手法を実施した場合、どの程度のエネルギー削減が行えるかを実在するビルで実測した事例をご紹介します。</p>			
<p>チューニングを実施した建物の概要</p>	<p>所在地</p>	<p>神奈川県</p>	<p>建物規模</p>	<p>B2F～34F</p>
	<p>延床面積</p>	<p>約 120,000m<sup>2</sup></p>	<p>竣工</p>	<p>1994年3月</p>
	<p>熱源設備</p>	<p>地域冷暖房</p>	<p>用途</p>	<p>複合ビル</p>
<p>実施期間</p>	<p>2003年(平成15年)11月11日～2003年(平成15年)11月13日</p>			
<p>実施した内容</p>	<p>駐車場換気ファンの間欠運転スケジュールとして備えている3パターンについて、それぞれファンの積算動力を測定した。運転時間に比例する形で、積算消費電力の削減を実施した。</p>  <p style="text-align: center;">11月11日～13日換気ファン電力量図</p> <p>モード1：日積算電力 110kWh  モード2：日積算電力 80kWh  モード3：日積算電力 55kWh</p> <p>Legend:  - 11月11日積算電力 (pink asterisk)  - 11月12日積算電力 (green diamond)  - 11月13日積算電力 (blue circle)</p>			
<p>実施結果</p>	<p>従来 24 時間中 2.75 時間運転していたファンを 2 時間の運転に変更した場合</p> <p>①2.75 時間の場合の電力量 80.6kWh/日  ②2時間の場合の電力量 54.2kWh/日  26.4kWh/日の電力の削減が可能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ モード1：60分運転 90分停止の間欠運転</li> <li>・ モード2：135分連続運転。以下停止</li> <li>・ モード3：30分運転 120分停止の間欠運転</li> </ul> <p style="text-align: right;">いずれも、 CO=10ppm 以下、CO2=1,000ppm 以下 (場内実測による)</p>			

### 第 3 章 共通項目

#### 3.1 自動制御の基本

#### 3.2 効果検証のための計測・計量



## 3.1 自動制御の基本

### 自動制御の基本-1 (概要)

マニュアルに基づき調整を行う場合、自動制御の知識が不可欠になります。

このマニュアル記載の各項目を実施するに当たり、必要と思われる自動制御に関する基礎的な事項を記載します。

#### 電気式

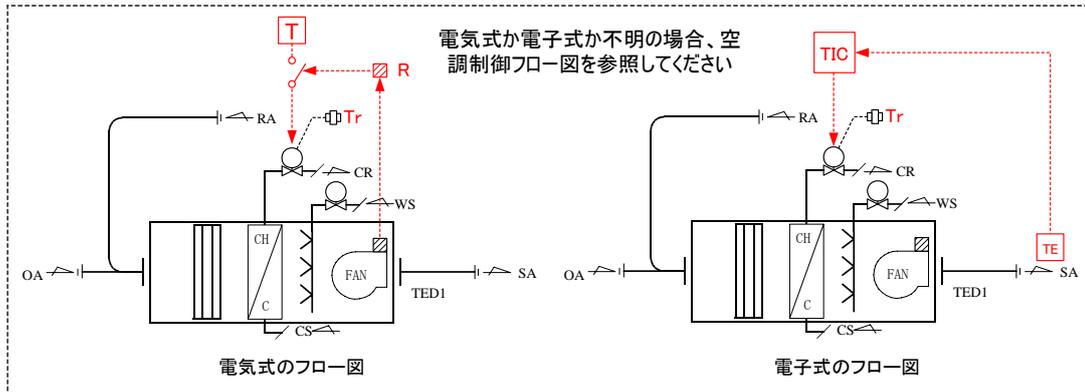
サーモスタット等に代表される構成で設定の変更等が容易にできる構造となっています。温度、湿度などの検出部と設定機構、制御機構が一体になったものが殆どを占めています。これらの機器で制御されるバルブモーターやダンパー操作器なども比例式や、ON/OFF 動作などの比較的単純な構造を持っています。従って、きめ細かな制御には不向きですが設定変更の容易性、機器構成のシンプルさなどが特徴です。



\*設定等が誰でも容易に変更できるため、省エネで設定を固定しても変更される恐れがあるので効果としては余り期待できない。

#### 電子式

調節計やその他の設定器と、検出器(温度・湿度・圧力・流量等)を組み合わせ、目的に応じて比例・積分・微分・ON/OFF 制御などができます。設定などの調整は調節計や種々の設定器で変更可能ですが、バイアスやレシオ、カスケード制御などが行なわれている場合があり、制御システムを把握した上での操作が必要になります。基本的に検出器と調節計は 1 対 1 で構成されるものが殆どのため、他の制御に影響を与えることはさほど多くはありません。



#### DDC方式

DDC 方式は上記の電子式や電気式に相当する機能を一台の機器に統合したもので、基本プログラムの選択や、目的に応じたプログラムを組むことにより様々な用途に使用できます。DDC 機器は一台で複数の調節計などの機能を実現でき、演算機能も豊富で空調機以外の熱源やその他の制御に利用できます。

プログラムの変更が容易にできない欠点がありますが、様々な設定項目を持つことができるため、省エネの対策として設定値の変更を行うことは容易です。但し、特定の制御を機能しなくする場合や機能を追加する場合、プログラムソフトの変更が必要となります。

#### 注意事項!!

電気式・電子式・DDC 機器に於ける使い方に関する注意事項は以下の通りです。

・電気式サーモスタットは、二位置型と比例型の二種類に分けられます。二位置型はその特性から動作隙間があります。これはカタログ等で”ディファレンシャル”という表記で記載されています。

例えば冷房運転でディファレンシャルが 1.5°C の場合、冷房運転が停止するのは設定値から 1.5°C 下回った時になります。これらの特性を考慮し設定する必要があります。

・電子式の場合、比例帯や積分微分時間の設定があります。また、これらは最適に調整されていない事が多く見受けられます。これらを適正にすることでもある程度の省エネは実現できます。その他にも様々な設定項目がありますので現場にて設定変更を行う場合は必ず変更前の各値を控えておき、不測の場合即前の状態に戻せるようにしておく事が重要です。

・DDC 機器の場合も電子式と同様ですが、機器付属のパネルから変更値などを入力できるタイプと、専用ターミナルを接続して行うタイプがあります。これらの装置は付属している場合もあれば、専門業者に依頼しなければ出来ない場合があります。何れにしろ多くの設定項目が存在します。代表的なものに関して後述します。

## 自動制御の基本-2 (空調機と自動制御:電子式)

空調機をコントロールするために空調機制御盤や本体に様々な自動制御機器が使われています。  
以下にその概要を示します。(これらは代表的なもので、全ての機器が実装、採用されているとは限りません)

### ・コントロールされる機器と信号、動作の理解

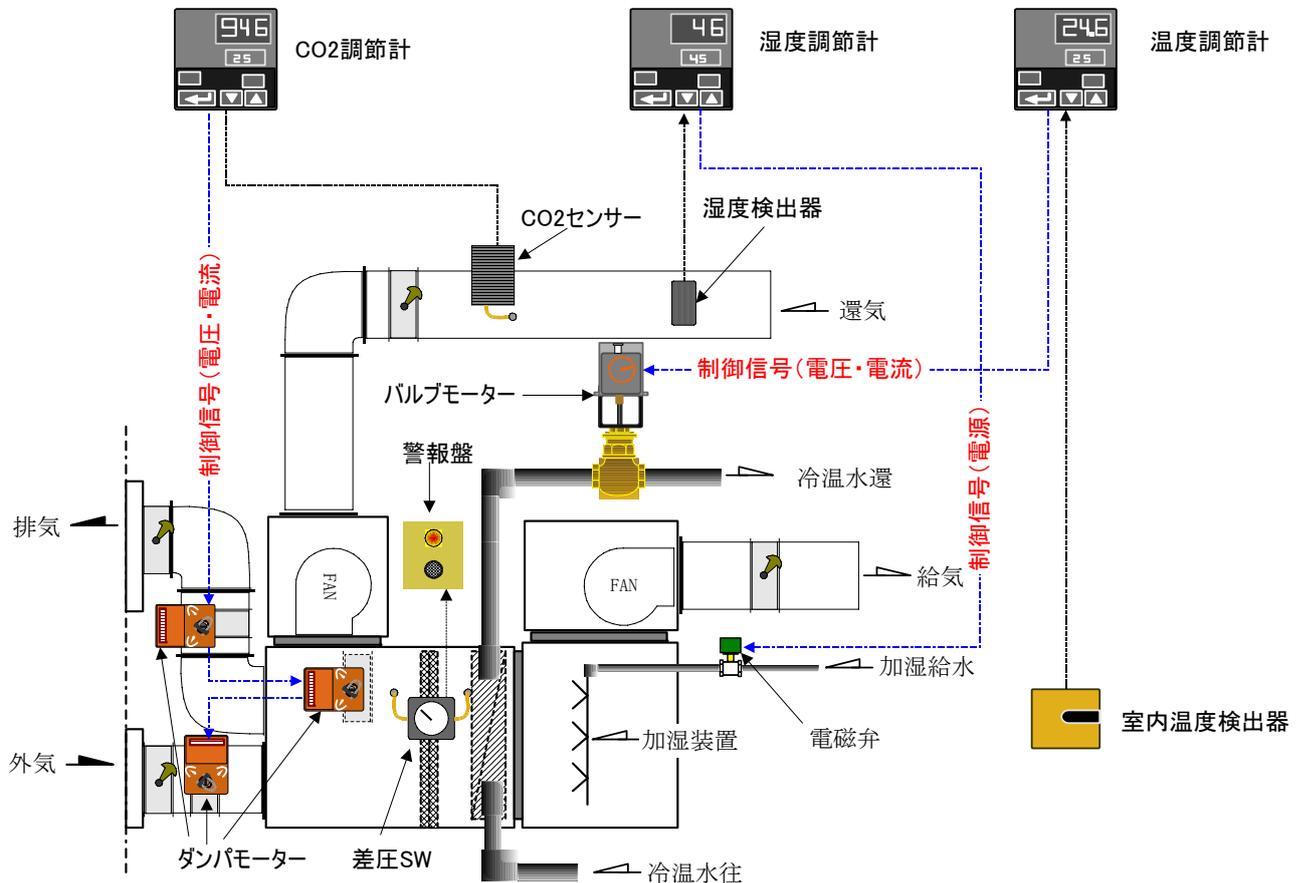


図-1 電子式空調機自動制御概要

図-1 は空調機周りの自動制御機器を模式的に表した図です。方式は電子式です。

この制御は以下の様になっています。

- 1) 室温を温度調節系に取り込み、調節計の設定値になるよう冷温水バルブモーターを比例制御する
- 2) 還気ダクトに設置された湿度検出器により設定湿度になるよう加湿給水電磁弁を開閉する
- 3) 還気ダクトに設置されたCO<sub>2</sub>検出器により室内CO<sub>2</sub>濃度を検出し、設定濃度を超えないよう外気ダンパー及び還気ダンパー、排気ダンパーを比例制御する
- 4) フィルター前後の差圧を検出し、設定値以上になった場合、警報を出す(中央監視にあげる場合もある)

これらの各制御は共通のスタート信号を持ちます。

・空調機のFANの起動信号を調節計に入力(リレーなどの信号を接続する)する事で制御を開始します。FANが停止すると調節計からは“0”出力が送出されバルブ電磁弁は全閉、ダンパーも固定開度まで閉となります。

・湿度調節計の場合、上記の他季節切替信号が直列に接続され「FAN起動→季節信号“冬”」の条件が整わないと制御を開始しません。また、温度調節計は別の入力点に季節信号を接続することで動作が逆になります。

一般的に電子式の場合は各制御が単独(ワンループ)で構成されているため、個々に設定変更が可能で特別な機器などを必要としませんが、遠隔設定方式が組み込まれていない場合、台数が多いと手間がかかります。

## 自動制御の基本-3 (空調機と自動制御:DDC方式)

前ページ(自動制御の基本-2)の電子式をDDC方式に置き換えた図です。DDCはメーカーオリジナルなものと、一般に市販されているシーケンサを使用したものに大別されます。メーカーオリジナルの場合、ソフトウェアの入手が困難な場合が殆どです。市販のシーケンサの場合、制御機能を充実させるためには高価な機器の追加があり、コストが上がる傾向にあります。

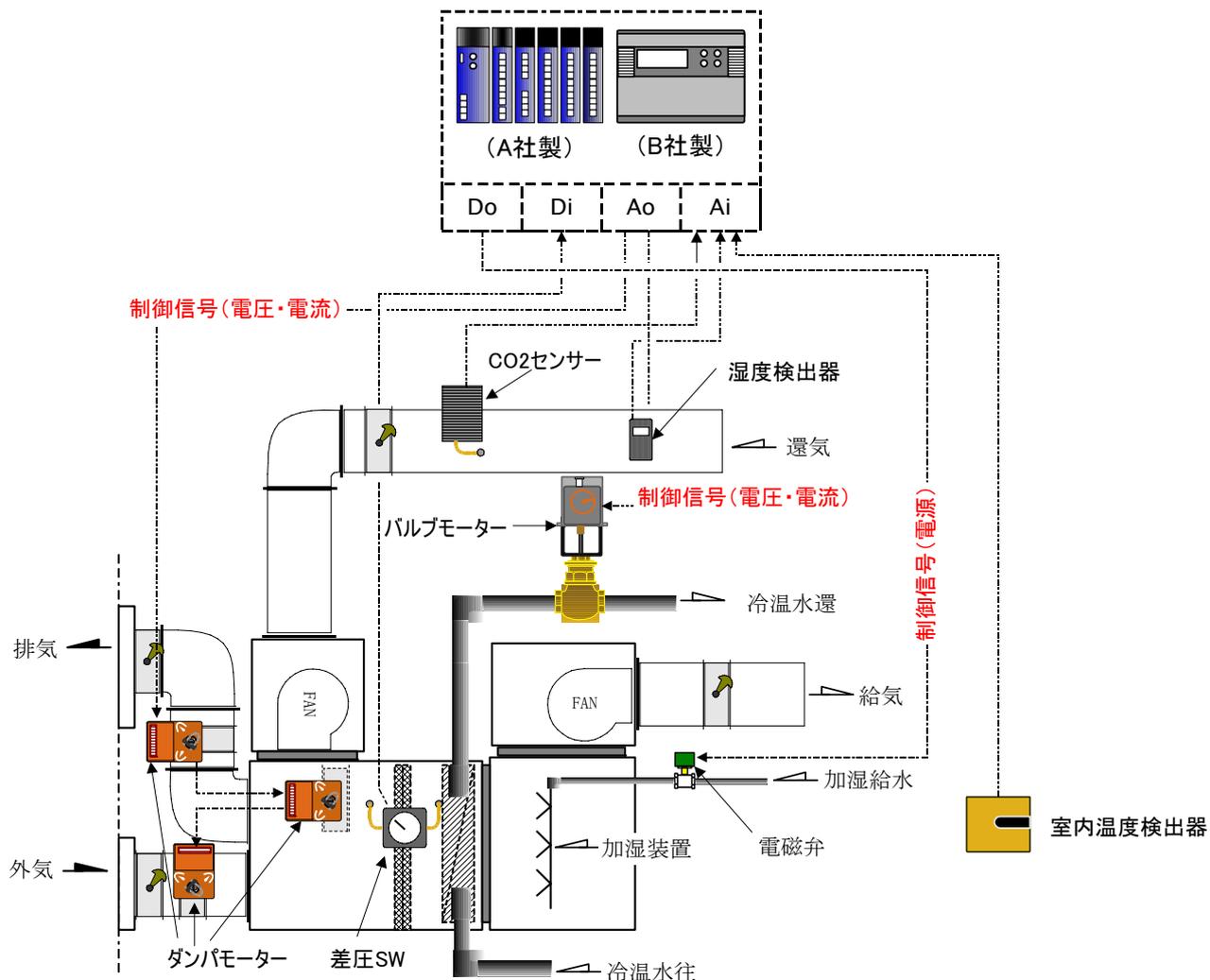


図-2 DDC方式空調機自動制御概要

DDC方式の場合、前頁電子式調節計での制御を一つにまとめたものと言えます。

調節計と機能的に異なる点は以下のような機能があることです。

- 1) 各センサーの入力値をデータとして扱うため、同時に様々なプログラムに利用できる(DDC内の制御要素ごとのプログラム)
- 2) 制御方式を変えるとき等、調節計の場合、仕様に合った機器に変えなくてはならないが、プログラムの変更でいかようにも対応できる
- 3) 計測した温度、湿度、CO2濃度、差圧等のデータを他の機器へ送信でき、また、監視装置がある場合、制御出力値までリアルタイムでデータとして出力できる
- 4) 容易にプログラムの変更が出来る(機種やメーカーによる)
- 5) 調節計は1台故障しても他の制御は影響ないが、DDCの場合、故障が発生すると全ての制御が不能となり、また、復旧に時間を要する

## 自動制御の基本-4 (熱源制御)

以下の図-3は標準的な熱源自動制御機器の取り付け状況を表しています。冷凍機の台数制御、二次ポンプの台数制御を実施している場合、調節計のみでは難しいため殆どの場合、熱源コントローラーが設置されています。これらはプログラムを組んで用途に合わせて制御するタイプと電子的に決まった順序で制御するタイプがあります。

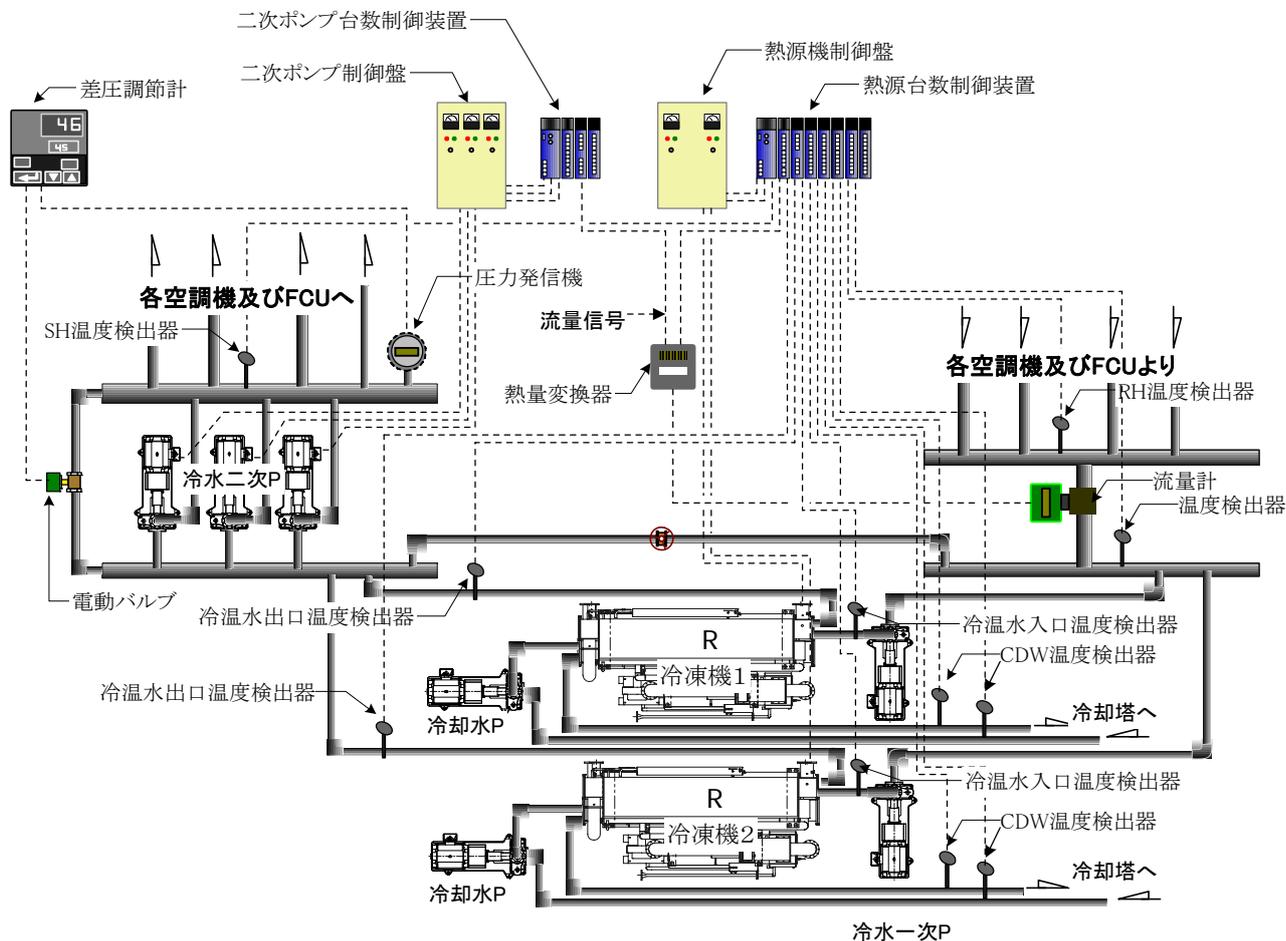


図-3 一般的な熱源自動制御機器の取り付け状況

熱源の台数制御には以下のような方法があります。

- 1) 負荷熱量による熱源機の増減段(各空調機から還流する冷温水の流量と往ヘッド[SH]と還ヘッド[RH]に設置された温度検出器で温度差を検出し、それに流量を掛けて負荷熱量を算出する)
- 2) 負荷熱量と流量の両方を比較し、多いほうの値を選択して、その数値による増減段を行う
- 3) 上記2)に往ヘッドの水温を加味し、適正な水温を維持するように増減段を行う制御(送水温度補償)
- 4) 還水量により二次ポンプの台数を増減させる

熱源台数制御装置は大規模になるとポンプの制御と、熱源機の制御を分けて行う場合が殆どです。図-3の場合、小規模ですが分かり易いように分けて示してあります。

マイコンを搭載した DDC 方式の機器が登場したの頃には、差圧制御までコントローラーに組み込んで制御させるシステムが多く見受けられましたが、フェールセーフの観点から現在では差圧制御は単独での制御に変わっています。

これらのコントローラーは各種パラメータできめ細かい制御が出来るようになってきました。但し、熱源のシステムの変更や熱源機の追加が発生した場合、ソフトウェアの変更が必要になるタイプもあります。また、予め制御台数が決められていて簡単な操作で規定台数まで追加できるタイプもあります。

## 自動制御の基本-5 (制御機器の操作:電気式)

現在、最新の自動制御機器は様々な操作形状が数多くあり、パラメータ(設定値)の変更もタッチスクリーンやパネルスイッチ、専用設定器を用いて行うものなど多種多様です。ここでは専門の設定器を用いずとも変更可能な手法、設定の変更についての基本事項を紹介しします。これらは各社共通事項のみを紹介しします。すべての現場で対応できる手法ではありませんので、現場の状況に即して参考としていただきたい。

### 外気導入量などの変更に伴うダンパー開度の調整

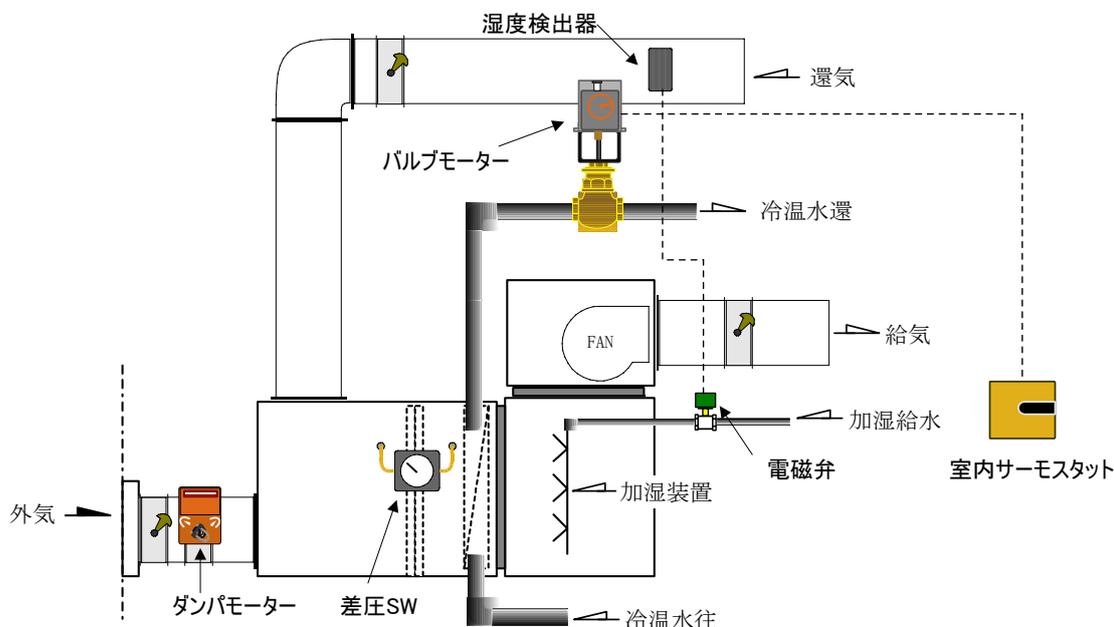


図-5 電気式空調制御

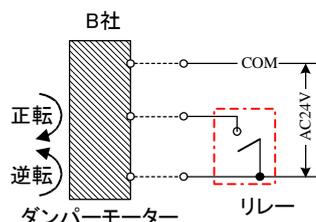
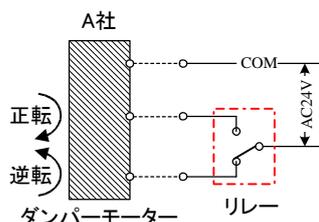
上の図-5のような電気式の単純な空調制御の場合、外気ダンパーは起動時に一定の開度になる様に調整されています。また、同様の制御方式で、排気ダクトやそれ用のダンパーが設置されている場合も同様です。

### モーターダンパーの二位置式調整法

予め還気・外気・排気ダクトの MD 開度を決めてあり、空調機起動と同時に定開度まで開く制御です。従って、開度を変更する場合、MD 本体の開度調整機構を変更しします。MD は各社開度表示が 0 度～90 度まで指針と目盛りが付いています。調整は空調機を停止し希望の開度までリミットを移動することで可能となります。また、手動スイッチつきの場合、スイッチを操作する事で簡単に任意の開度が設定できます。静圧やダクト径、ダクト長などの要因により、希望する風量と開度が一致する事は稀な為、調整・運転・計測を繰り返し、希望の風量になるまで行います。



- \* 外気用のダンパーは錆などで固着している場合が多く見受けられます。事前に軸やステーの固定部分に潤滑材を塗布し、動きを確認しておく事が大切です。
- \* MD の電圧は殆どの機種は AC24V で動作します。二位置の場合、開側、閉側に電圧を印加することで開閉出来ます。空調機を稼動しなくても制御回路のリレーや手動スイッチなどを動かすことでも動作させることが可能です。



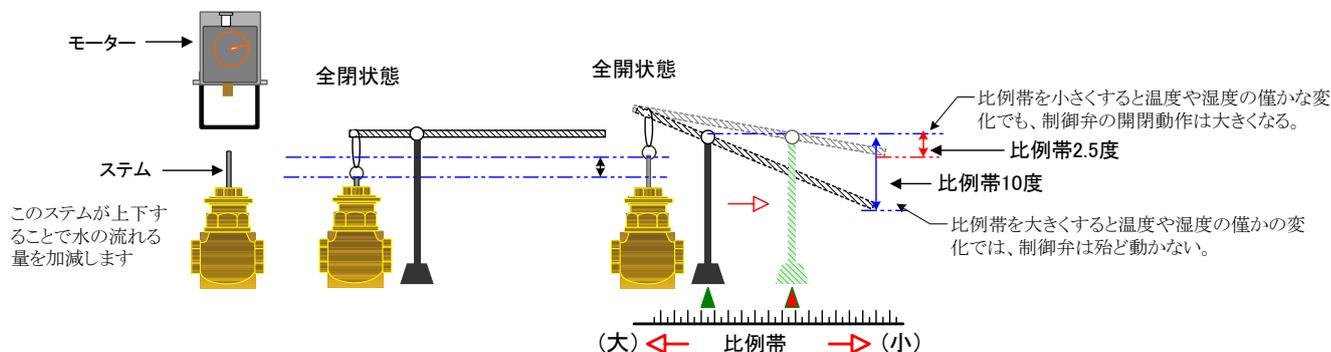
## 自動制御の基本-6-1 (制御機器の操作:電子式-1)

図-1 は電子式の空調制御です。これらの現場での調整に於ける主要な取り扱いを以下に記します。

### (1) 温度調節計

調節計でバルブモーターをコントロールする場合、比例帯、積分時間、微分時間が設定されています。この中で微分時間についてはあまり使用されていません。

(比例帯とは)



図の様に比例帯はバルブを開け閉めするバーの支点を移動する行為に例えられます。即ち、モーターが回転する量と変化する温度や湿度の割合を決めていることになります。

比例帯の設定方法は各社いろいろありますが、次の2つの例について説明します。

#### 1) 調節計のレンジに対して%で決める場合。

温度調節計でレンジが0-50℃の時、比例帯を[10%]に設定した場合。

$50 \times 10\% = 5$  で5℃の範囲でバルブが全閉～全開まで動作します。例えば、冷房時温度設定が[26℃]で今室温が27℃に上昇した場合、バルブの開度は70%になります。

比例制御のみの場合、バルブモーターは設定値と計測値が釣合えば、丁度50%の位置になるように設定されています。

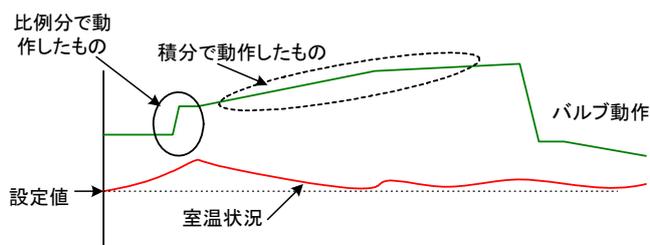
従って、温度が上昇方向に変化したわけですから冷水の量を増やす必要があるため、開方向に動きます。5℃の変化で全閉から全開に動作する設定にしたわけですから、1℃変化したらバルブは $(100 \div 5) 20\%$ 変化することになります。

#### 2) 温度で決める場合

温度で決める場合も上記の考え方と一緒に。%に換算する必要が無く、決めた温度幅でバルブは全閉から全開の動作をします。考え方は(1)と同じです。

比例帯の設定だけでは充分でないので積分時間も設定しますが、負荷の状況によっては比例帯だけで制御させた方が良い結果を生む場合があります。積分制御の考え方は以下の図の様になります。但し、メーカーによって出力計算式は異なる場合が殆どです。

操作機は調節計から出力された信号にすべて追随できる訳ではないため、比例のみの出力で設定値と合わせることは非常に困難です。この為、これらの誤差を埋め合わせて設定値に近づける為、出力を小刻みに増やしてゆきます。最終的には(積分時間の満了時)比例動作後の設定と計測値の誤差の2倍の出力になります。この後も誤差が縮小しない場合、出力は出続けます。



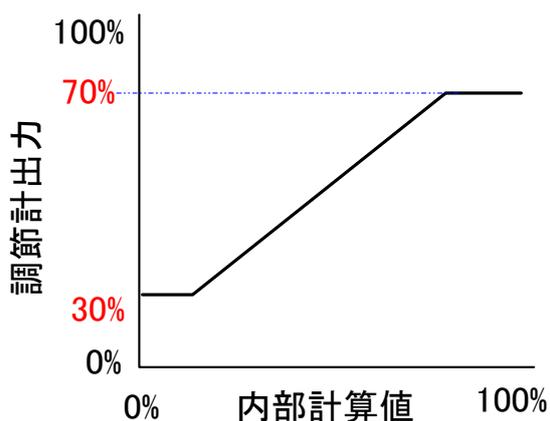
## 自動制御の基本-6-2 (制御機器の操作:電子式-2)

### (2) 調節計のその他のパラメータ (機能設定) について

調節計のタイプは様々な種類が多くメーカーから提供されています。これらの機器はその使用用途により付加機能が種々搭載されています。ここでは空調の自動制御に限定して日常的に使用される付加機能と、それらの設定について概要を説明します。実際の現場での変更については、納入されているメーカーの取扱説明書に従い、調整を行ってください。

#### 1) 制御出力リミッター

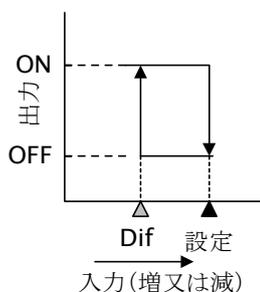
ダンパーやバルブなどを全閉や全開にしたくない場合に用います。



左の図は下限を30%、上限を70%に設定した場合です。ダンパー制御などで全閉、全開にしたい場合などこの様な設定が用いられます。最小外気量の調整を行う場合は、下限値の設定を変更するだけで容易に出来ます。又、変更は制御を止める必要なく出来るため、結果を見ながら調整できることが利点です。

#### 2) 二位置動作に於けるディファレンシャル (動作隙間)

例えば、圧力や温度がある値になったとき機械を停止、又は運転させる必要がある場合があります。この時、用いられる制御が二位置制御です。



左の図は入力(温度、湿度、圧力、流量等)が大きくなったとき機器を停止させる為の調節計の入出力図です。この場合、動作隙間(ディファレンシャル=Dif)を設定しますが、設定の直近に値を設定すると起動停止を短時間に繰り返す事になります。省エネ対策である程度の余裕を持たせても支障が無い場合、「Dif」の値を広く取ります。

調節計のメーカーにも依りますが、設定値と同じ単位で決める場合と(設定20℃ Dif 18℃)設定値は単位だがDifは「%」で入力する機種もあります。この場合は、調節計のレンジを基本数値に用いる場合があります。(設定20℃ Dif 4%)

※この場合レンジが0-50℃だとすると $[50 \times 4\% = 2]$ となるため実際は(設定20℃ Dif 2℃)と同じこととなります。

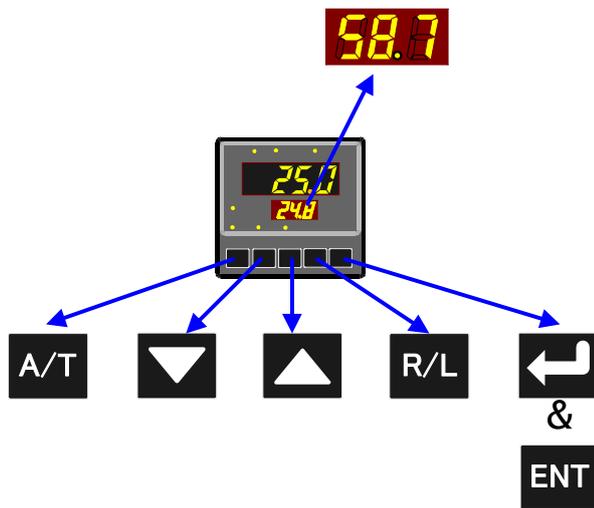


調節計は様々なタイプが数多くあり、また、付加機能も多くてその設定方法も様々です。ワンループのみの調節計ですが、設定値や付加機能をよく理解し最適な設定にすれば省エネ効果が見込めます。特に大きな容量の機器を制御する場合、的確な設定をするだけで効果が期待できます。調節計などの取扱説明書はメーカーなどから容易に入手可能です。専門用語も解説がされていますので即日実行できる手法の一つです。

## 自動制御の基本-6-3 (制御機器の操作:電子式-3)

### 3) 調節計操作について

調節計はシングルループ型からマルチループ型まで様々な種類が使用されています。一般的に地域冷暖房施設や大規模空調システムを除いてはシングルループ型が多用されています。ここでは各社共通項目について簡単に説明します。

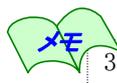


[A/T]のボタンはオートとマニュアルの切替です。このボタンを押すことで現在どの程度出力が出ているかがわかります。例えば冷温水のバルブや、ダンパーなどを強制的に全開、全閉にしたいときは[A/T]ボタンを1回押し、マニュアルにしてから▲及び▼ボタンを押して表示が目的の値になる様になります。[A/T]ボタンは押す毎に切り替わりますので、マニュアルにして再びボタンを押すまでオートにはなりません。(ダンパーの最小開度を変更するときなど、風量を計測しながら出力%が表示されるため調整には便利です。[R/L]は遠隔と手元の切替ボタンになります。機種によっては[R/L]を切り替えないとオート・マニュアルの切替が出来ない場合があります。

### 4) 検出器

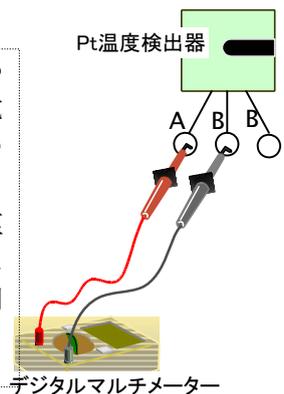
自動制御に於いて調節計やDDC等に接続される各種の検出器(温度・湿度・流量・圧力・ガス濃度・電力)は様々な信号の種類を持っています。それらの代表的な信号について説明します。これらの知識があれば、ある程度の検出器の良否判断が可能です。

※温度検出 空調用に使用される温度検出器は殆どが金属の抵抗変化を利用した素子が使われます。代表的なものに白金[Pt]、ニッケル[Ni]、サーミスタ、熱電対等があります。



3線式Pt温度検出器の場合、右の図の様にセンサーの接続を外し、3つの端子のうち、“A”を含む他の”B”どれか1線との抵抗を計測し、抵抗に見合った温度の換算することで容易に良し悪しが分かります。2線式の場合2本の線間で抵抗を測ります。

※Pt(白金)センサーは1°C辺りの抵抗比が小さいため、接続ビスの僅かな緩みでも接触抵抗により温度が正確に出ません。緩みの無い様に注意が必要です。また、配線抵抗が影響するためセンサー直近で計測します。



#### ・湿度、圧力、流量、濃度、電力

これらの検出器からの出力信号は電流、電圧、パルス等の信号になります。電圧、電流の種類は次の通りです。

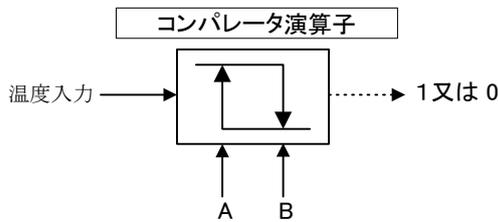
DC 4-20mA・DC 1-5V・DC 0-5V・DC 1-5V・DC 0-10V・DC 0-100mV

この信号は検出器本体から発信されます。これらの信号は(湿度、圧力、流量、濃度、電力)に比例して出力されます。例えば、流量計のレンジ(計測範囲)が  $0\text{m}^3\sim 500\text{m}^3$ であった時、出力が DC 4-20mA とすると、 $250\text{m}^3$ 流れた場合、12mAの電流が出力されます。即ち、4-20mA は4mA のとき流量ゼロ、20mA のとき500です。流量が500以上になるとレンジオーバーとしてエラーが出ます。流量調整などを行う場合、DDC や調節計の値を確認しながら行うことが大切です。

# 自動制御の基本-7-1 (制御機器の操作:DDC-1)

DDC は空調機をはじめ、熱源やポンプのコントロールに用いられます。種類も多く、制御目的に特化された機器や多目的に使用できる機器があります。熱源や VAV システムを制御する空調機などに使用されるものは、多目的でプログラム組み込み方式が殆どです。以前は熱源機器専用、ポンプ制御専用、空調機専用等と色分け、機能分けがされていましたが最近はその様にでも使用できる DDC が多くなりつつあります。この章では、これらの機器の簡単な構成とパラメータについて述べます。

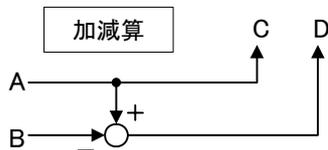
## 1) プログラムフロー図のシンボルと動作説明



図の“A”と“B”は設定ポイントで変更ができます。

### 説明

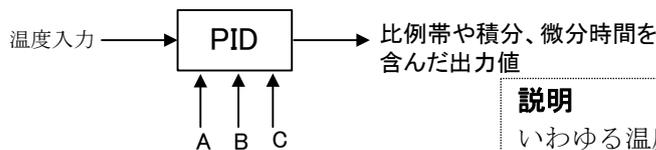
現在の温度が入力されると、比較が実施されます。“A”には 22, “B”には 28 という数値が設定されていたとしますと、今現在の温度が 24℃とした場合 22℃以上 28℃未満の間に位置するため、出力は“1”と“0”の両方が存在しますが、制御開始時は“0”が優先するためこの場合の出力は“0”となります。この後、温度が下降して 22℃を下回った場合、出力は“1”となり、逆に温度が上昇して 28℃を越えたら出力は“0”になります。



### 説明

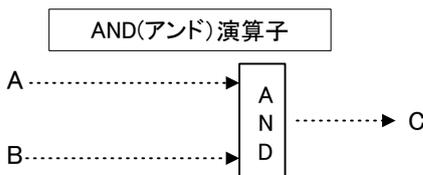
C には A の数値がそのまま入ります。D には A-B の値が入ります。偏差で設定を変更するときに使います。

上の図のコンパレータ演算子などの“A”の値や“B”の値を変更するときに用いられます。変更は運転中に出来ます。



### 説明

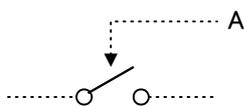
いわゆる温度調節計の役割を担う演算子です、A・B・C は夫々の設定値で任意に変更が出来ます。



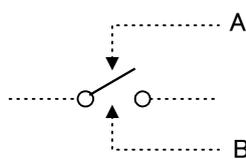
### 説明

デジタル入力の AND をとる演算子です、デジタル演算子は入力が ON か OFF かの信号で点線で表されます。例えば空調機の FAN の運転信号 (電磁接触等の動作) が ON で、季節信号が ON の時 “C” が ON になり、例えば夏モードで制御を開始する、等として使われます。従って、A と B に相当する DDC の端子と入力信号 COM 線を短絡すると実際の信号が無くても、DDC は制御をする為、模擬での制御テストが行えます。

### 接点演算子(A接点)



### 接点演算子(C接点)

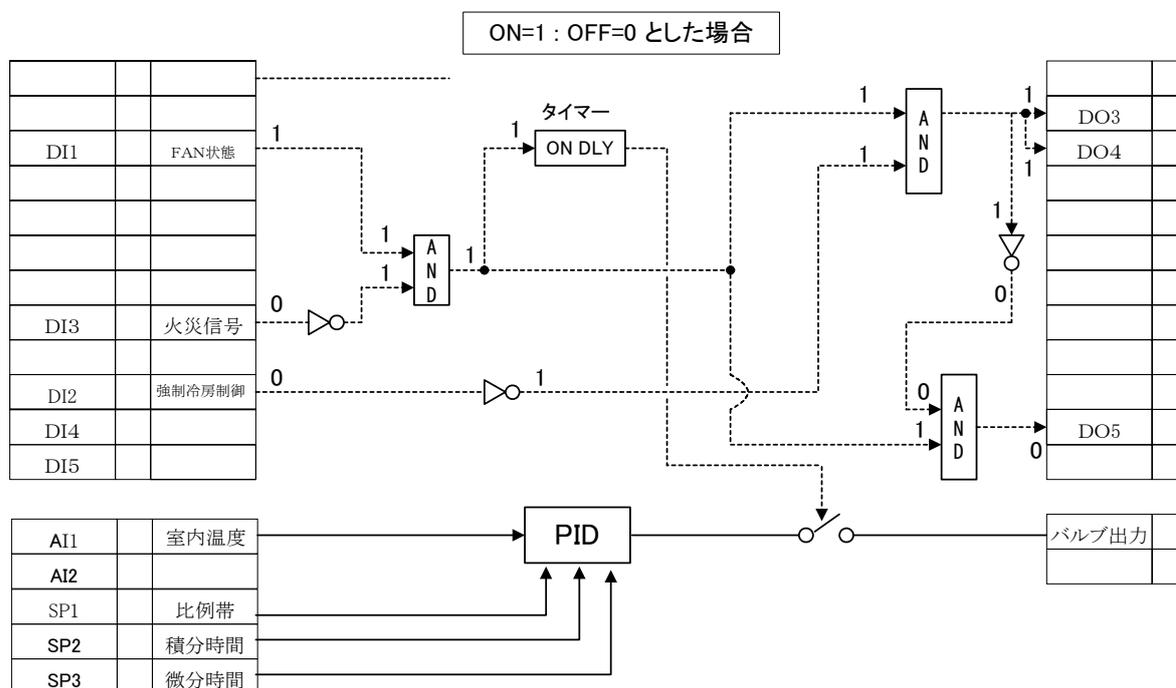


### 説明

接点演算子と呼ばれるものです、デジタル信号やアナログ信号の出力を“A”や“B”の信号が入るまで出力しないと言う使い方のときに用いられます。例えば、季節信号が“冬”の時“A”が ON するのであれば加湿信号出力の許可という具合です。

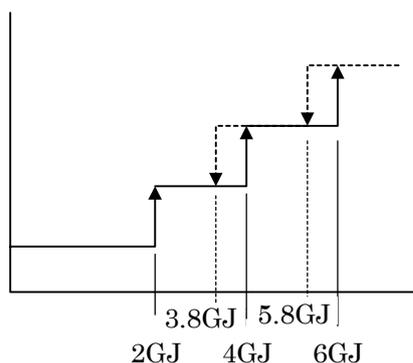
## 自動制御の基本-7-2 (制御機器の操作: DDC-2)

前頁の演算モジュールを用いた制御フロー図の例です。実際はこのように信号反転や、タイマー回路も組み込まれています。



部分的に抜き出した上のフロー図では、“DO3”と“DO4”が最終的に“1”が立つので出力は“ON”又は“運転”です。“DO5”の方は最終的“0”の為、コントローラからの出力は出ません。また、バルブ出力はFANが運転し、火災信号が無く、一定時間後にバルブが制御開始します。

この図の様に DDC には“SP”と呼ばれる設定ポイントがあります、これらを変更することで制御状況を変えることが出来ます。但し、プログラムの中の一つの演算を中止するとか、パスさせる等の変更は出来ません。これらはプログラムの変更が必要です。



左の図は熱源コントローラの増減段フローを表しています。構成は2GJの冷凍機4台の台数制御です。増段は負荷熱量が各々の容量を超えた時に増段されます。減段は冷凍機1台の容量の10%を下回った時です(例)コントローラの設定は夫々の機器番号の容量をセットできます。また、運転順序も固定(必ず同じ順序で起動してゆく)か、ローテーション(運転時間の一番少ない機会番号から運転する)かを選択できます。また、増段点、減段点も任意で変更できるようになっています。例えば、一日のうち1時間程度3台分の容量を僅かに上回る負荷がある場合、4台目の増段点を変更することで増段を回避することが出来ます。冷却水の温度を低く保てば、冷凍機の定格能力が上がります。このような手法を用いることで不要な増段を防ぎ、省エネを図ることが出来ます。また、起動順序を固定にする事で異容量の冷凍機の運転順序を固定して、負荷の変動に対応させることも出来ます。



熱源制御コントローラは様々なメーカーがあり、設定の方法も様々です。取り扱い説明を良く読んで変更を行うことが大切です、また、DDCやコントローラは設定が数多くあり、1つの設定が他の設定に絡んでいる場合があります、矛盾した設定はエラーとなり、受け付けません。設定を変更する場合、変更しない項目も含めて実施前に控えておくことが肝要です。設定を最適にする事でより省エネが図れます。

## 3.2 効果検証のための計測・計量

### 温度・風量計測

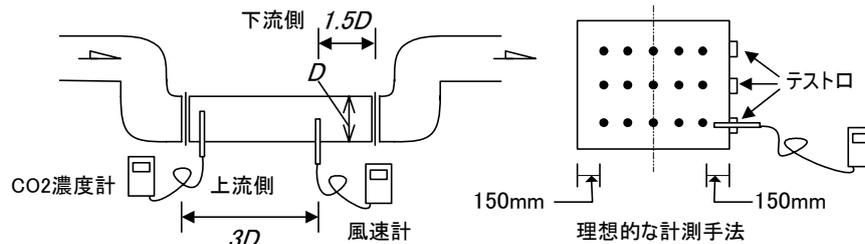
以下の図は風速から風量を求めるための簡易計測を示しています。実情に合わせて計測を行います。

**外気取り入れ量の低減を実施するためには、現在の空気の状況を把握する必要があります。それらの項目と、具体的計測手順を以下に示します。**

#### 1) 空気量の測定

準備するもの：(風速計) \*熱線式とベーン式がありますが、低風速の場合熱線式が良い。

CO<sub>2</sub>濃度計 (ハンディータイプでダクト試験口に挿入できる大きさのセンサータイプを選ぶ)



・風速は出来れば多くのポイントを計測することで精度が向上します。CO<sub>2</sub>の測定には制約はありません。CO<sub>2</sub>センサーが設置されている場合、その値を用いる。

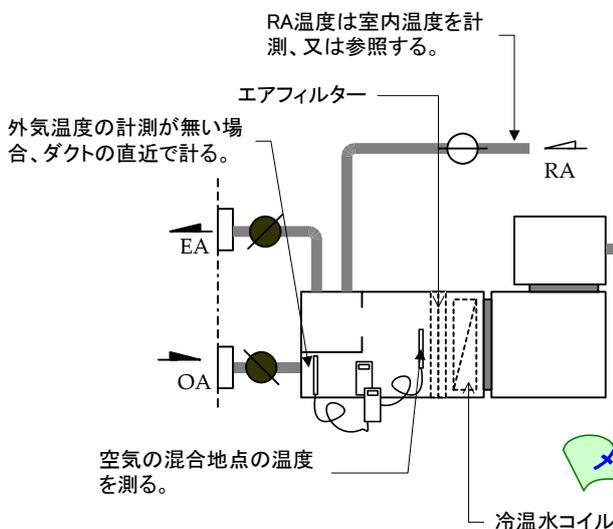
可能な限り多くのポイントを収集する

上記のようにテスト口や点検口等が設置されている場合、計測は容易に行えますが、テスト口があっても容易に計測できない場所や隠蔽されて所在が分からない時など、以下の図のように空気の温度から簡易的に風量を推測することが出来ます。これはあくまでも簡易手段です。可能な限りの実測が望ましいことは言うまでもありません。

#### 風量測定が困難な場合の簡易的風量予測手法。

空調用ダクトに測定口などが無く、風速を計測することが不可能な場合、以下のような温度計測を用いることにより簡易的に風量の目安を得ることが出来ます。この場合、注意点として空気の混合が満たされていることが条件となります。

#### 「計算例」



- ・ 空気の混合地点の温度 (27.2°C)
- ・ 外気温度 (30°C)
- ・ 室内温度 (26°C)

$$\begin{cases} \chi + y = 1 \\ 26\chi + 30y = 27.2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 26\chi + 26y = 26 \\ 26\chi + 30y = 27.2 \end{cases}$$

$$4y = 1.2 \quad y = 3 \quad \chi = 7 \quad \text{ゆえに外気=30%、還気=70%}$$



・このダクトシステムの場合、外気を所定のCO<sub>2</sub>濃度まで絞ってゆくと、給気量が不足します。排気量も計測できないわけですから、給気風量の減少分が不明です。この場合、調整前の給気FAN電流値を控えておき、電流値が減少した場合元の値になるよう排気ダンパーを絞ります。

※厳密な風量管理は出来ませんが、目安にはなります。給気風量の僅かな減少が制御対象に影響を及ぼすシステムには適用できません。

※計測時は空調機の点検口を閉めて行います

## 熱源計測－1

熱源に温度や流量の計測装置(温度センサー, 流量計, 圧力計)が設置されていない場合, 省エネ効果や, 具体的なチューニングを実施することが困難となります。このページでは, それらの計測とデータ収集方法について解説します。

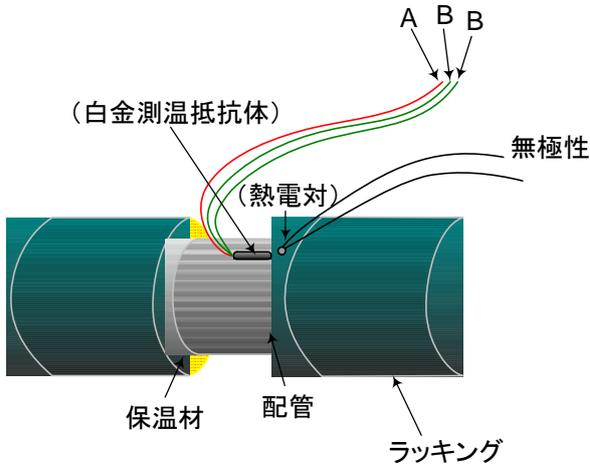
### 熱源周囲における各種計測

#### (1) 流量計測

熱源台数制御やポンプの流量を知ることは, 省エネチューニングに於いては非常に重要になります。流量計や熱量計が設置されていない場合, チューニング作業が難しくなります。

流量と熱量は次の関係にあります。 $(\text{冷温水還温度} - \text{冷温水往温度}) \times \text{冷温水還流量} = \text{負荷熱量}$

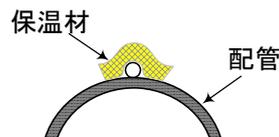
即ち, 温度と流量が分かればデータ集計ご熱量が演算できます。



左の図は冷温水の温度を測るための温度センサー設置例です。配管に温度センサーを直接挿入できないため, 隔測で検出します。センサーは「熱電対」又は「白金測温体」等が適しています。これらのセンサーは市販されているため比較的入手が容易です。また, 計測値も大きな誤差も発生しません。

#### 【取り付け要領】

- ①ヘッダーか集合管の保温を剥がします(保温材は再使用しますから慎重に剥がします)。
- ②センサーを配管に密着させて固定します(長い結束バンドを使うと手間が省けます)。
- ③配線を削いてセンサー部を先ほど外した保温材で覆います(下図参照)。



- ④その後配管全体を再度保温材で覆います(配管部が外部に露出しないように注意します)

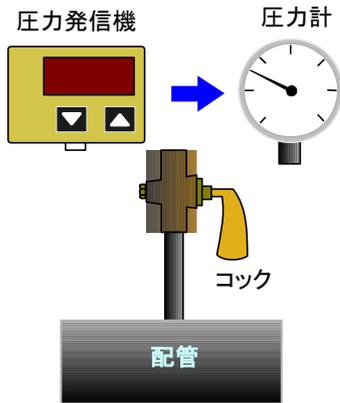


白金測温体で検出する場合, 電線は三線でシールドケーブルを使用します, 素線の太さは1.2mm程度あれば充分です(CPEV0.9シールド付きでもOK)。  
熱電対の場合現場でケーブルを振って使用しても良いですが, 導線途中で端子受けなどせず, 計測器まで無接続で配線します。(電線ラックなどに載せることは避けてください)

## 熱源計測－2

### (1) 圧力計測

ポンプの流量調整や、差圧から流量を計算する時に配管に設置されている圧力計等を用いて行う場合がありますが連続的にデータなどを記録し、省エネチューニングを実施する場合、圧力のトレンド（変化の傾向）を参考にする場合、通常のブルドン管では変化が記録できません。以下は圧力測定の要領を示したものです。

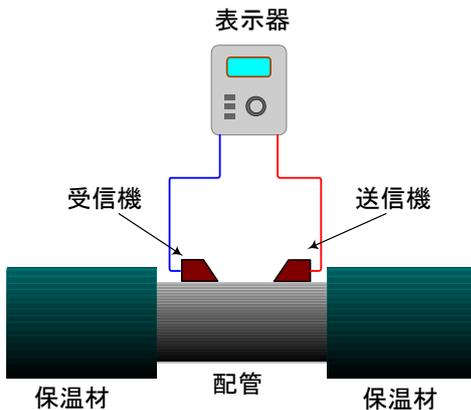


配管に既設の圧力計がある場合、コックを閉めて圧力計を取り外し、圧力発信機を取り付けるだけで済みます。

圧力発信機は高価です、購入よりリースが割安になります。また、発信機は圧力が表示出来て、外部にも信号発信が出来るものがあります。調整などと兼用する場合、表示機能付きの方が便利です。前頁温度検出器などと違って、発信機は電源が必要になりますので、設置する時注意が必要です。

### (2) 流量測定

流量計が設置されていない熱源や、部分的に流量を計測する必要がある場合、超音波流量計が便利です。超音波のほかの流量計は配管の一部を切断し、接液にて計測する方式です。簡易的に計測する場合、実用的でないばかりか、相当のコストが必要となります。昨今の超音波流量計は誤差が1%台まで精度が上がっており、常設でコントロールや計量に用いられるようになっていきます。



#### 超音波流量計の取り付け要領

- ① 保温材を取り除き、配管表面をサンドペーパーでよく磨き表面を滑らかにします。
- ② 流体の方向を確かめ送信機と受信機を設置します。(某メーカー製では専用のレールがありその上を受、発信器をスライドさせるような構造になっています)
- ③ 配管と平行になる様に調整し、説明書にある受信機と発信機の間隔を調整します。
- ④ 調整が終わったら表示器にて流速を確認します。



超音波流量計は配管と平行になる様に取り付けることが必要です。流体の方向が逆向きになると表示機に「-」表示が出るタイプも有、確認が容易です。

表示装置の設定は取扱説明書に解説してあります。平行が取れば、配管内に大きな錆こぶがある場合を除いて、検出できます。表示や出力は流速／流量の何れも表示できます。

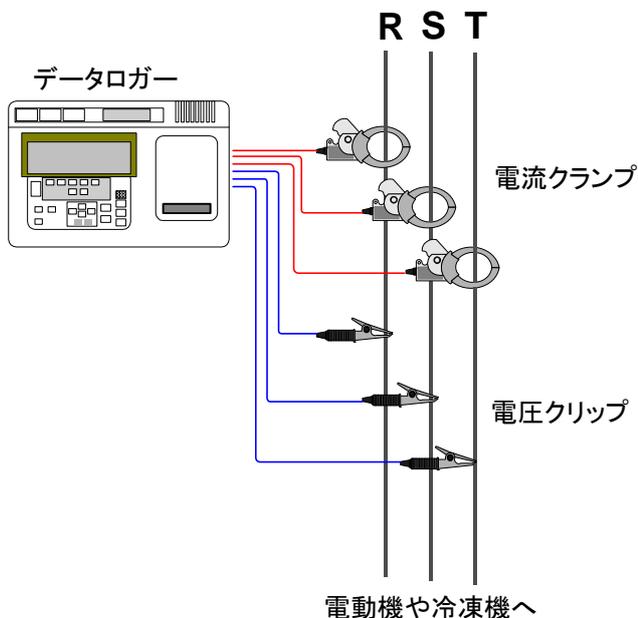
また、積算機能もあり、積算量などのデータを収集する事も可能です。

配管から熱が逃げたり、結露を防ぐためセンサー取り付け後は簡易保温を施すことが必要です。

## 電力計測

### (3) 電力計測

省エネ効果やチューニング時その効果を確認するためには消費電力を確実に把握することが肝要です。個別に電力メータが設置されているビルなどは非常に稀です，的確に電力を把握できればチューニング作業もスムーズに進められます。以下に示します電力計測は扱いも簡単で，取り付けでケーブルを外したりする必要もなく，確実な計測が出来るため非常に便利です。



電力計測は図のようにクランプとクリップを取り付けるだけで完了です。何れもキット一式がレンタルが可能です。

長期間のデータが必要な場合，データロガーへの外部出力機構を備えた機種をレンタルしたほうが良いでしょう。

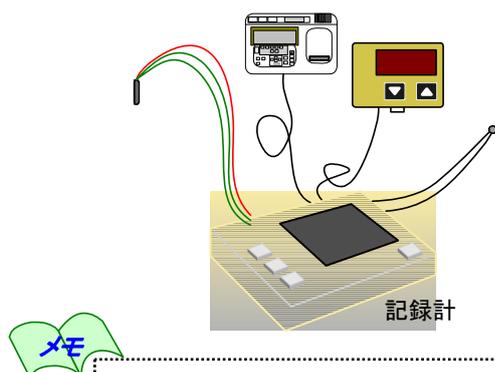
電力データロガーは以下のようなデータが取れます。

- ① 電流・電圧(三相分) 瞬時電力量・積算電力量・皮相電力・有効電力・無効電力・力率等

力率や電流は冷凍機に於ける冷却塔温度などを変更した場合，どの程度電流が増減するかが一目瞭然に確認でき，チューニング時にも役立てることが出来ます。

### (4) データロガー

全頁以前で温度や圧力，流量，電力等の計測要領を示しましたが，チューニング時，または効果測定時にはこれらを時間の経過と共に記録し分析する必要があります。これらを一同に記録できてパソコンの表計算ソフトで加工できるデータに変換できる機器がデータロガーです。



#### データロガーの主な仕様

- ① Pt (白金測温体)，熱電対等の検出器がダイレクトに接続できる。
- ② 圧力・流量・電力等の出力信号に応じた入力端子が備わっている。
- ③ 全ての計測データがリアルタイムで表示できる。
- ④ 特別な研修などが必要ない (取扱が簡単)。

データロガーはレンタルで様々な機種が用意されています。期間も週単位から月単位まで様々です。省エネチューニングの効果判定やデータのグラフ化による判定などには非常に便利です。

計測用発信機の出発信号は外国製の特種なものを除いては全て標準的な信号形式になっています。データロガーを使う場合，ロガーへの入力信号種別と，計測用機器から名出力信号を整合させる必要があります。(殆どのロガー装置は様々な信号をサポートしています)特に気を付ける入力は温度センサーの種別です。Pt(白金測温体)入力はオプション扱いとなる場合が多く見受けられますので，利用の際，注意が必要です。

データロガーは1台で18~32チャンネルあり，センサーや発信機を多数同時に接続できます。計測点の数にも依りますが平均的に12チャンネル程度あれば十分です。

平成 19 年発行時マニュアル執筆にご協力いただいた方：(○以外は五十音順)

○緑川 道正	株式会社スミセイビルマネージメント
伊東 啓一	株式会社大気社
稲村 克美	東芝キャリア空調システムズ株式会社
梅田 弘	株式会社荏原製作所
大野 貴志	三建設備工業株式会社
権山 利秋	ジョンソンコントロールズ株式会社
砂澤 吉紀	大成温調株式会社
高田 啓介	新晃工業株式会社
栢川 依士夫	鹿島建設株式会社
宮崎 友昭	株式会社大林組
福田 光久	国際省エネルギー計画研究所
富士原 秀和	高砂熱学工業株式会社
山本 正人	株式会社ヒラカワガイダム

○：リーダー

本マニュアルは経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「業務用ビルの省エネルギー対策推進事業」の一環として作成するものです。

---

平成 19 年度 業務用ビルの省エネルギー対策推進事業

新版 省エネチューニングマニュアル

平成 20 年 3 月 発行



**財団法人省エネルギーセンター**

技術部 ビル調査グループ

〒104-0032 東京都中央区八丁堀 3 丁目 1 9 番 9 号 ジオ八丁堀

TEL:03-5543-3020 FAX:03-5543-3021

URL: <http://www.eccj.or.jp/> e-mail: [bldg@eccj.or.jp](mailto:bldg@eccj.or.jp)

無断での複製、転載を禁ずる。引用については上記までお問い合わせください。

---

