

省エネチューニング

ビル設備の上手な運営・管理



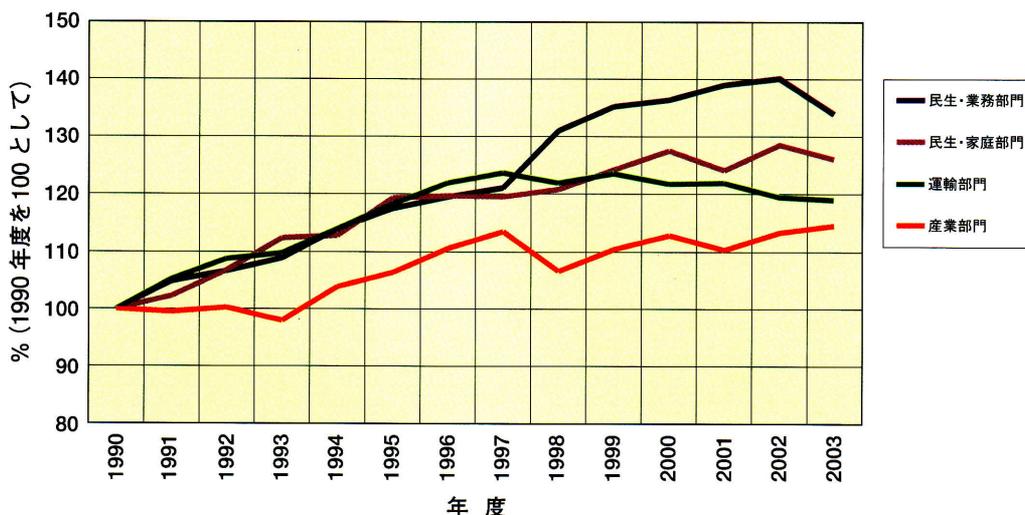
財団法人/省エネルギーセンター

はじめに

業務用ビルのエネルギー消費量は年々増加しており、その削減にはエネルギー消費量の実態調査と設備機器・システムの運用がどのようになされているかの実態把握が重要です。建物が竣工するとビルの管理者に設計意図などが説明され、その使用方法についての取り扱い説明などが行われます。ビルのシステムを理解し快適で安全な居住空間を維持することは大変重要なことでもあります。しかしこれで十分と言えるでしょうか？運用によってはエネルギーをより効率よく利用でき、維持管理費の削減が可能となります。竣工後の使用実態にあわせた運用が望まれるところです。

ここでは、業務用ビルの運用管理における省エネチューニング（調整）について、実例を交えてわかりやすく紹介します。

部門別最終エネルギー消費の推移



出典：資源エネルギー庁「2003年度エネルギー需給実績」をグラフ化

目次

- 設備の省エネチューニングとは何か？ 今なぜチューニングか？ 3
- チューニングの進め方 4
 - DATA 1 再熱制御中止 4
 - DATA 2 室温設定の変更 6
 - DATA 3 外気取入量削減 7
 - DATA 4 冷水二次ポンプ台数運転の適正化 8
 - DATA 5 換気ファンの調整 9
- こんなにたくさんあるチューニングの項目 10

省エネチューニングとは何か？ 今なぜチューニングか？

建物は竣工時、試運転調整がおこなわれ施主に引き渡されますが、このときの調整は設計条件によるピーク負荷を想定したもので設定されています。

たとえば、外気量は最大人員を想定した必要外気量、空調風量は真夏のピーク冷房負荷に見合った送風量などです。多くの建物では竣工時の調整のままで運転されているのではないのでしょうか。言い換えれば《おまかせ調整》による運転です。

建物のもつ特性は個々により違ってきます。これらの

特性は竣工後、運用管理され使い込まれているうちに徐々に明らかになってきます。

実際の使用人員、OA 機器による室内発熱など現実のビルの特性を把握することにより、無駄のない調整・運転が見えてきます。建物の特性を把握し、これに合わせて自分たちに使いやすいように設備機器・システムを《自前調整》することが必要です。

省エネを主体とした自前調整「省エネチューニング」が建物の運用・管理に求められています。

おまかせ調整

建物ができるまで

- ・省エネ・省資源の設計
- ・エネルギー管理用ツールの充実
- ・省エネ施工
- ・省エネ調整

運用・管理

建物ができてから

- ・省エネ法に準拠したエネルギー管理

自前調整

?

業務用ビルの省エネルギー上の問題点

■ 負荷変動要因が多い

- ・ 負荷条件
- ・ 季節変動
- ・ 設備方式
- ・ 入居率
- ・ 運転時間・稼働率

■ 建物の用途によるエネルギー消費量／項目別消費比率が異なる

■ 生産工場と比べ設備機器稼働率（負荷率）が低い

■ ビルにより設備特性が異なる

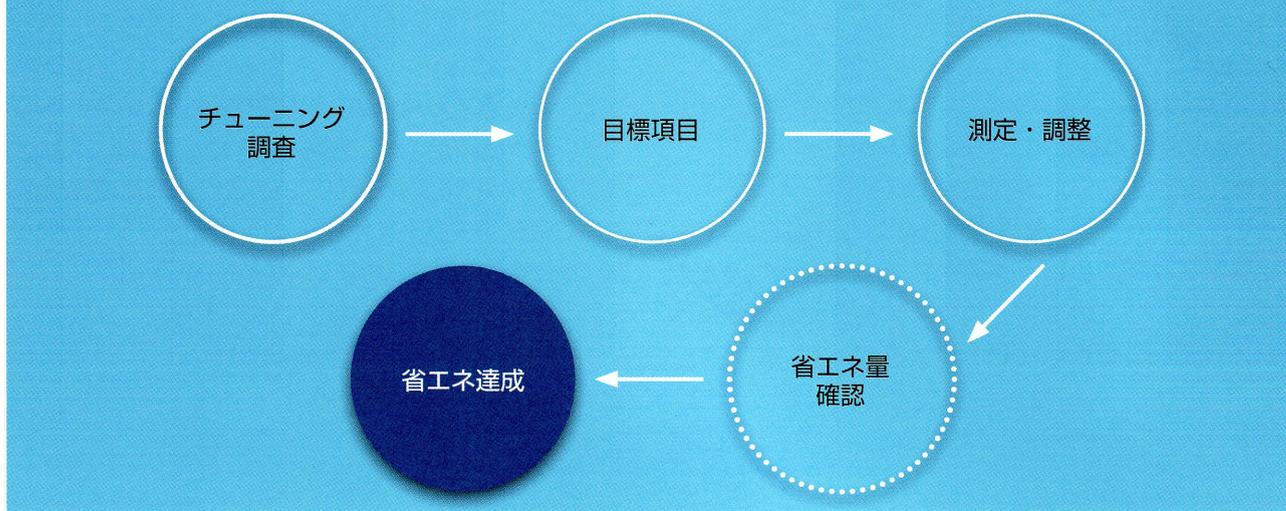
現実の設備特性にあわせた、
きめこまかな設備の運用・調整

チューニング

個々のビルによって異なる設備の特性

- ・ 設計条件と使用条件の違い
- ・ 機器類選定条件と使用条件の違い
- ・ 負荷変動の違い
- ・ 負荷変動と機器運転の追従性
- ・ 冷房時・暖房時の運用の違い
- ・ 温度分布
- ・ クレーム・トラブル

チューニングの進め方



チューニング調査

運転時間・設定温度・室内 CO₂ 濃度など、運転データやチューニング項目などを利用して調査を行います。

目標項目

調査結果をもとにチューニングの目標項目を決めます。
テナント側の要求や運転コストなども考慮して目標を決めることも大切です。

測定・調整

流量計・電力量計・熱量計などを使用して計測します。
かたよったデータ取得にならないように測定場所を決め、測定日・測定箇所などの設定は業務の支障のないように計画します。

省エネ量確認

チューニング前後のデータを比較して効果を判定します。

省エネ達成

データ分析結果をもとに、省エネ達成量の確認ができます。
チューニング以降についての状況監視・記録は大事なことです。

室内の湿度を、ある目標値に安定的に維持する空調システムとして、除湿・再熱制御（単に再熱制御とよぶこともあります）を行う場合があります。

一般のオフィスビルでは、特別の要求がなければ、再熱制御を中止しても環境に大きな変動を起こしません。（過冷却分の冷水熱量と再熱用の蒸気熱量で 5% 程度の冷凍機やボイラーの消費エネルギー削減が期待できます）

DATA 1

再熱制御中止

図は再熱制御を中止した某ビルの実績を示したものです。

建物は、延床面積 80,000 m²の東京近郊に立地される高層オフィスビル（地域熱源受入）の実績です。

■実施条件

室内状態 平成 12 年度
（再熱制御；温度 26℃、湿度 45%）

省エネ効果グラフに示すように、この建物事例では、約 5.5% の地域熱源受入熱量（冷水 + 蒸気）の節減が図られています。

また、7 月と 8 月の室内環境（相対湿度）を、時間別頻度グラフで確認すると、目標相対湿度 45% に対し、再熱を中止しても 50% 程度の状態が保たれています。

再熱制御運転を行う場合でも、外気が特に高湿度になる入梅時期などの一時期だけのみみそうです。

? エンタルピ（比エンタルピ）とは…
空気のもつ熱量のことで、kJ/kg で表します。
外気エンタルピは、空調の消費熱量と密接な関係にあることから相関図などによく用いられます。

TUNING!

負荷の低減

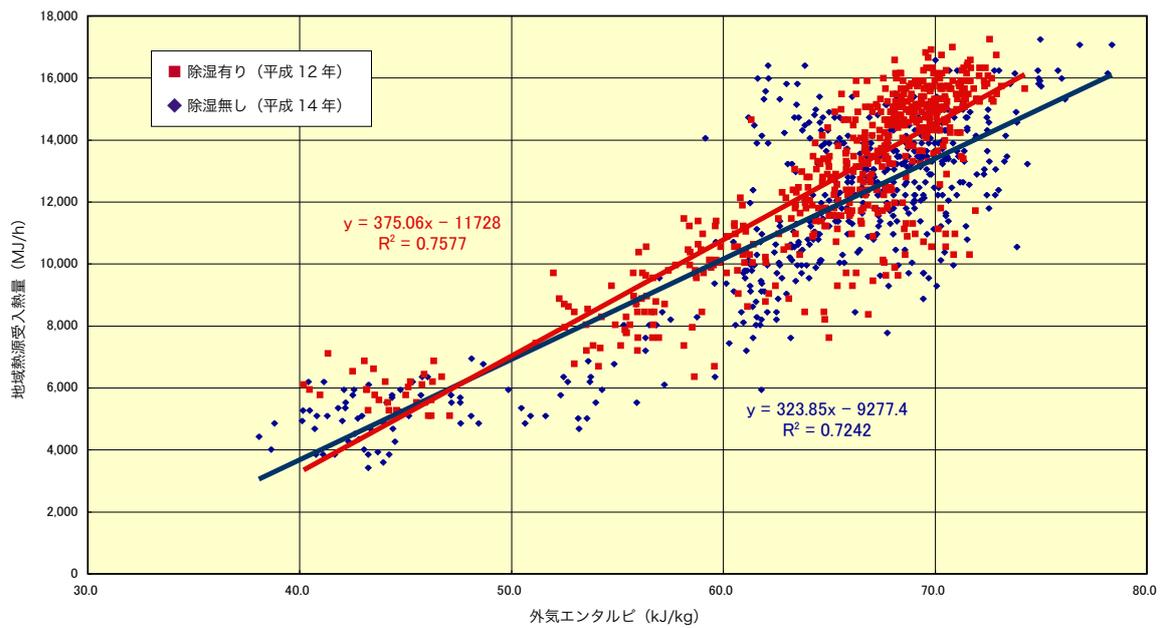
熱源機器の
効率運転

搬送動力の節減

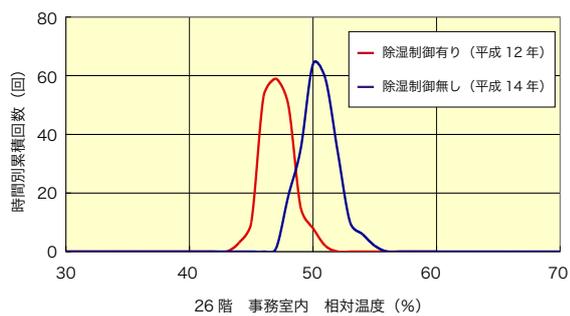
運用管理



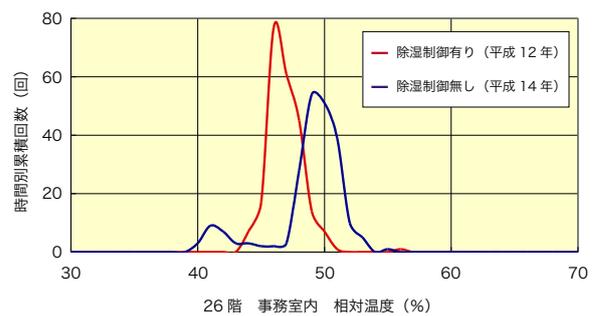
夏期除湿制御取止めに伴う省エネ効果 (平成 12 ~平成 14 年 7 ~9 月 冷水熱量 + 蒸気熱量)



除湿制御取止めによる室内湿度の変化 (7 月)



除湿制御取止めによる室内湿度の変化 (8 月)



チューニングの進め方 1

°C ⇕ TUNING!



空調時の室温を1°C緩和することで、空調システムに使われている冷凍機やボイラーの消費エネルギーを10%程度削減できるといわれています。

この削減されるエネルギー量は、ビル用途等にもよりますが、空調時ビル全体で消費されるエネルギーの2~3% (省エネルギーセンター調査) に相当します。

DATA 2

室温設定の変更

図は室温緩和を実施した某ビルの実績を示したものです。

建物は、延床面積100,000㎡の東京近郊に立地される高層オフィスビルの実績です。実測データから、7~9月の熱エネルギーの約6%の効果が確認されました。

■実施条件

室内状態

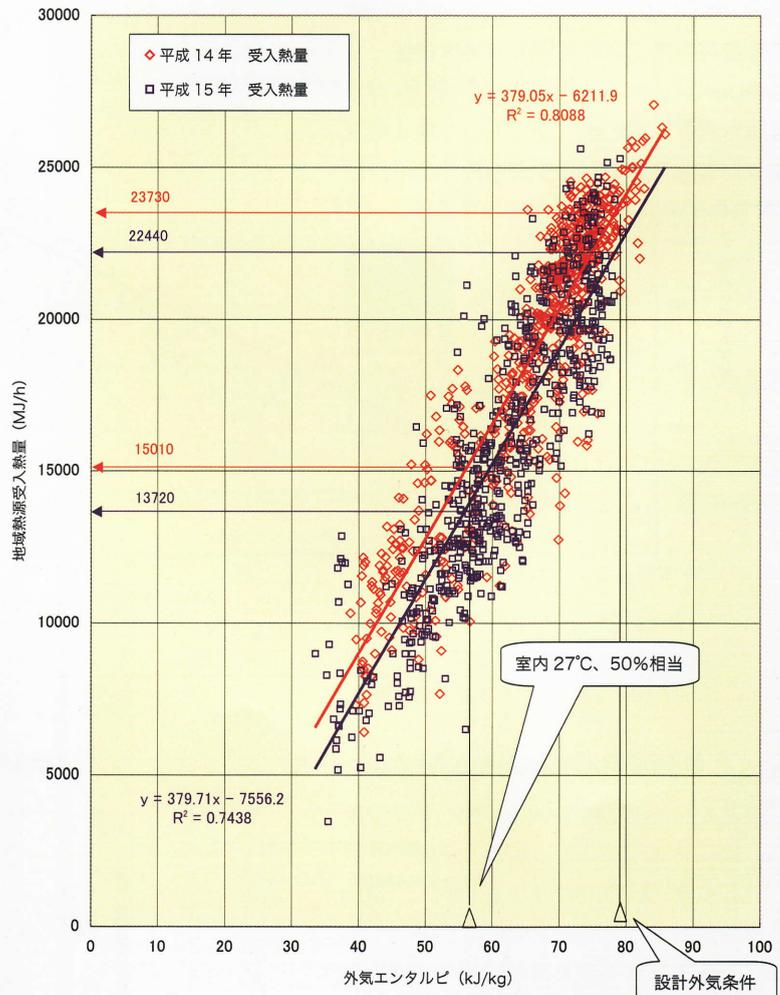
14年度 室内温度26°C、湿度50%

15年度 室内温度27°C、湿度50%

実施期間

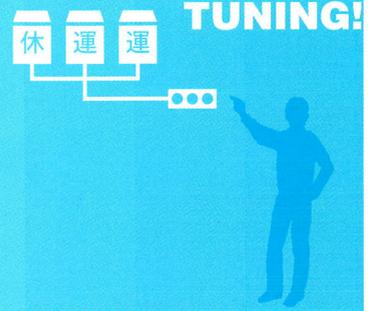
両年度とも、夏期の7/1~9/30、9:00~18:00 (土曜、日曜を除く)

室温緩和による地域熱源受入熱量の変化



外気エンタルピを基準として、両年度の1時間毎の地域熱源受入熱量 (冷水) を散布図に示したものです

チューニングの進め方 2



空調時に取入れられる外気の処理熱量は、予想以上に大きくなります。

乾球温度 32℃、相対湿度 60% の外気 1kg を室内状態（乾球温度 28℃、相対湿度 50%）まで冷却・減湿する熱量は、約 20kJ 必要となります。

ちなみに、オフィスビルでは、居室 1 m³ 当たり 6kg 程度の外気を導入していますので、120kJ の処理熱量が空調機負荷となります。

これは、空調機負荷全量（約 420kJ/m³）の 29% に相当します。居住人員の見直しを行い、CO₂ 濃度がビル衛生管理法の基準値を超えない範囲で外気導入量を削減することで、空調機負荷相当の熱源機器の消費エネルギーを削減できます。

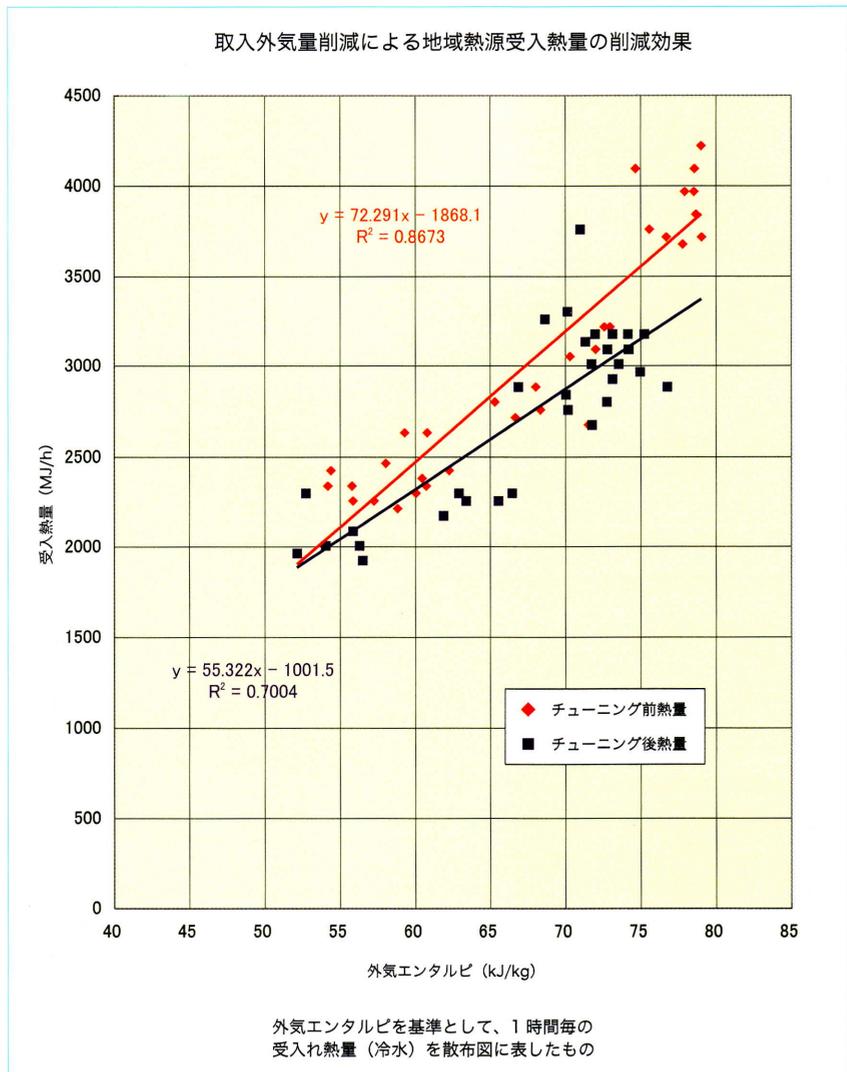
DATA 3

外気取入量削減

図は外気取入量削減を試行した某ビルの実績を示したものです。

建物は、延床面積 40,000 m² の都内に立地される高層オフィスビルの実績です。

空調機 25 台の外気取入量をチューニングにより変更して、空調機で消費される冷水熱量（地域熱源受入熱量）を実測したものです。実測データから、約 8% の効果が確認されました。

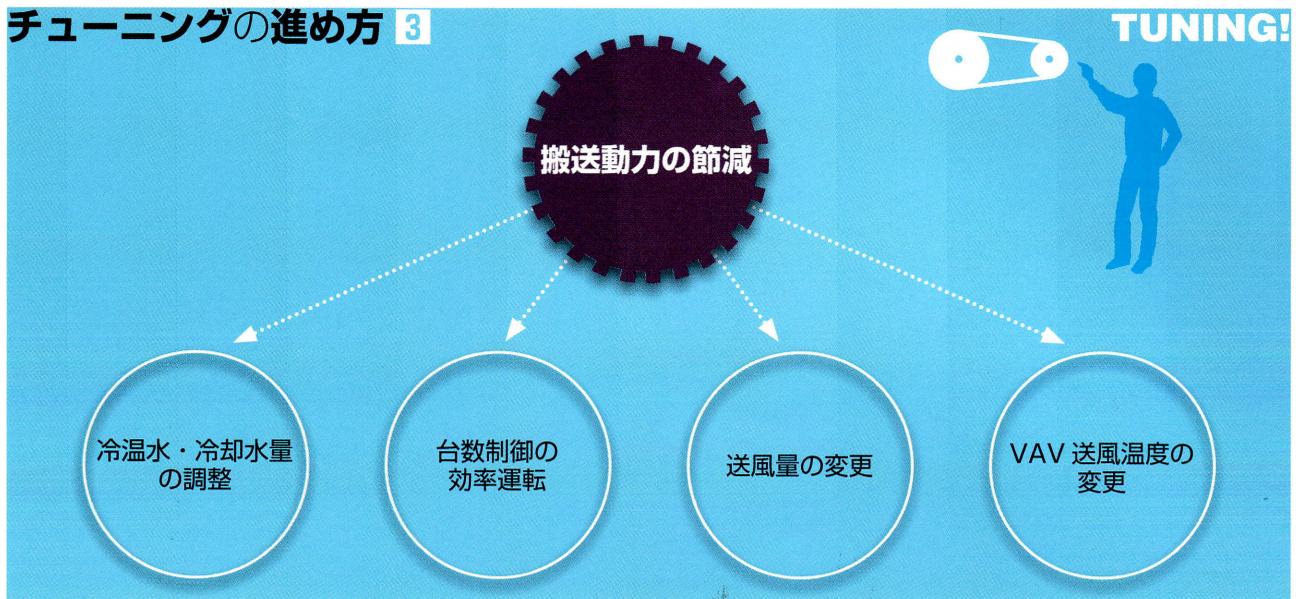


■実施条件
外気取入量

チューニング前 70,000 m³/h
チューニング後 50,000 m³/h

実施期間

平成 15 年 9 月
(チューニング前後各 3 日間)
(8:00 ~ 18:00)



一般に、二次ポンプの台数運転は、空調機に要求される流量（または、流量の関数となる送水圧力）を検出し、ポンプ運転の増減段が行われています。このように自動制御システムで緻密に運用されていますが、実際には、設定値の調整不備や空調機の運転方法の変更などで適切な増減段が行われていない場合があります。

■実施条件

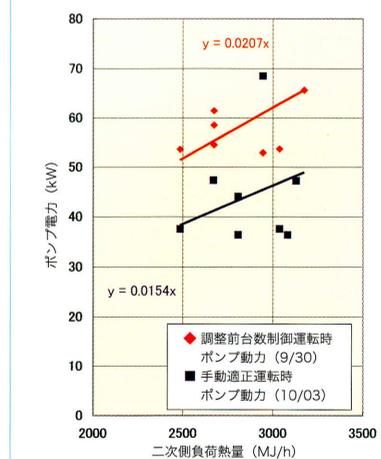
- ・ 二次冷水ポンプ 18.5kW-4台（計 74kW）
- ・ 二次側定格負荷 6,700MJ/h
- ・ 試行時の負荷約 3,000MJ/h（45%）
- ・ 実施期間 平成 15 年 9、10 月

* 台数制御運転は、建物竣工後、運用開始後に見直すことが重要です。

特に、空調機の制御弁の調節が不可欠です。制御弁の調節により、処理される冷水の温度差が適切（一般の空調では 5℃程度）になればポンプへの過大な送水要求がなくなります。

その結果、二次ポンプの適切な運転につながり、無駄なエネルギー消費が避けられます。

二次ポンプ台数運転適正化による電力削減



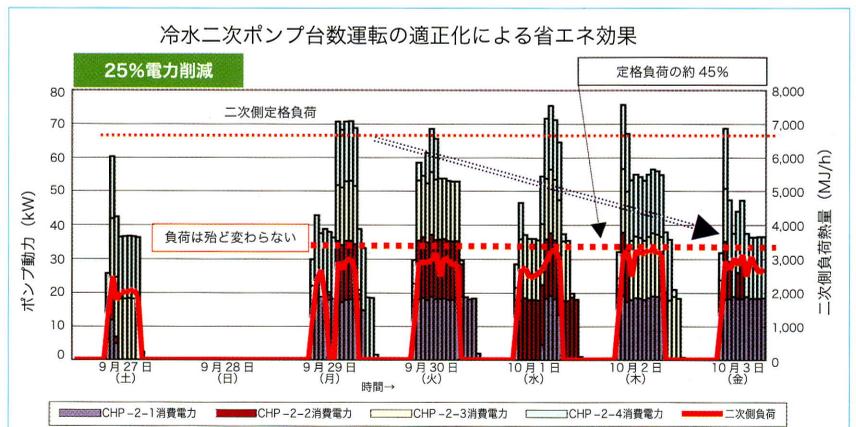
DATA4 冷水二次ポンプ台数運転の適正化

図は、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、最適な増減段運転を行った事例です。

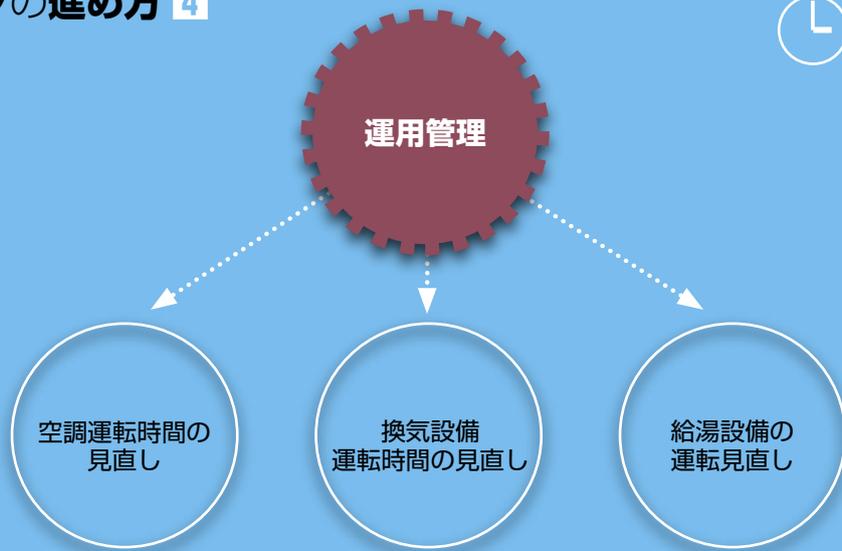
二次側負荷の少ない土曜日を除き、月曜日から金曜日の二次側負荷がほぼ一定の期間に設定値を調整したものです。月曜日には、ポンプ 3～4 台運転であったものが、最終調整の終了した金曜日には、終日 2～3 台運転となっています。

建物は、延床面積 30,000 m²の都内に立地される高層のオフィスビルです。

結果的には、25% 程度（調整前の 9 月 30 日のデータと調整後の 10 月 3 日の電力比較）の電力削減が図れました。



チューニングの進め方 4



DATA 5

換気ファンの調整

図は、駐車場の換気ファンの運転を3モードで比較した事例です。

建物は、延面積 100,000 m²の東京近郊に立地される高層オフィスビルの実績です。

実測データから、最大約 50% の電力削減効果が確認されました。

* グラフから平面駐車場の環境は管理レベル以内を保っていることがわかります。

■実施条件

・換気ファン(給排気)定格動力 60kW(ボールチェンジにより約 30kW で運転)

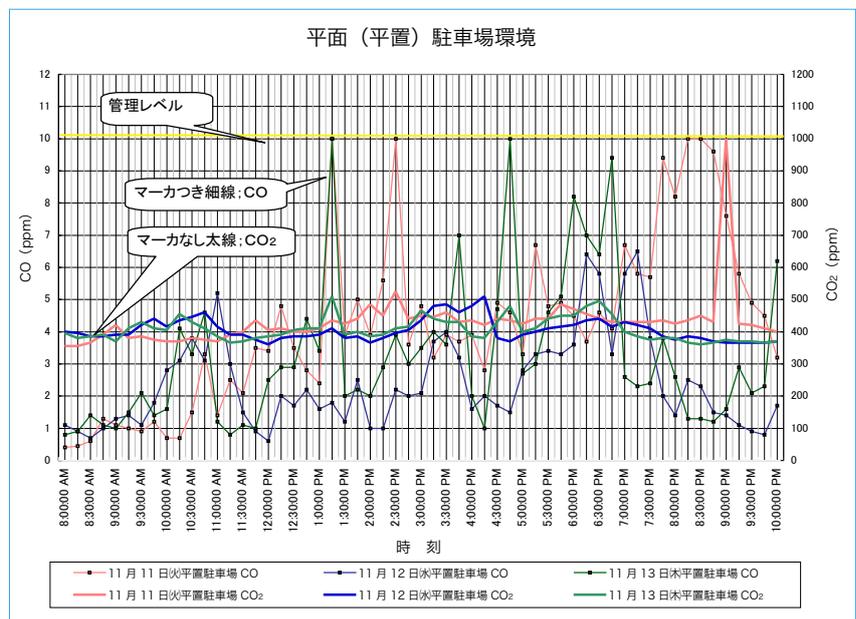
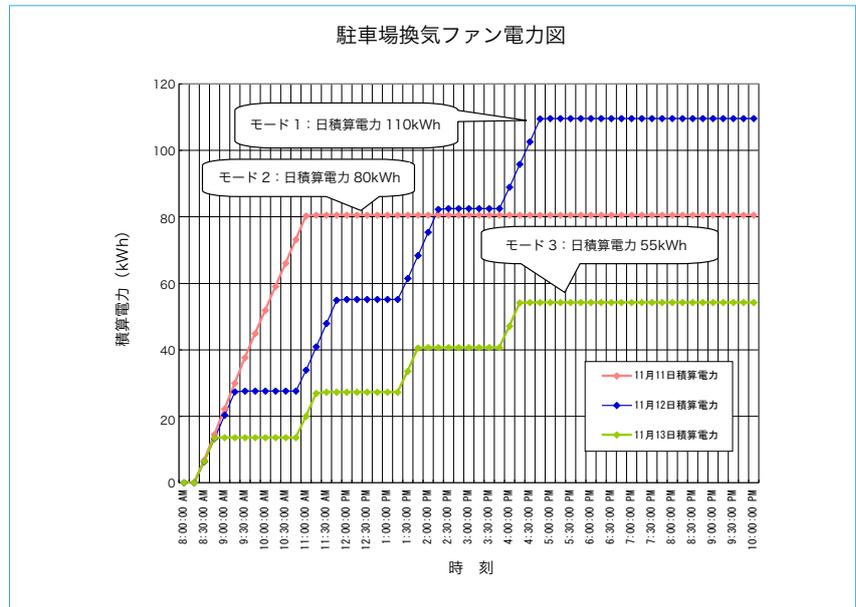
モード 1 18:15 起動で、1 時間運転 1 時間半停止の間欠運転

モード 2 8:15 起動で、11 時まで連続運転 (11 時停止)

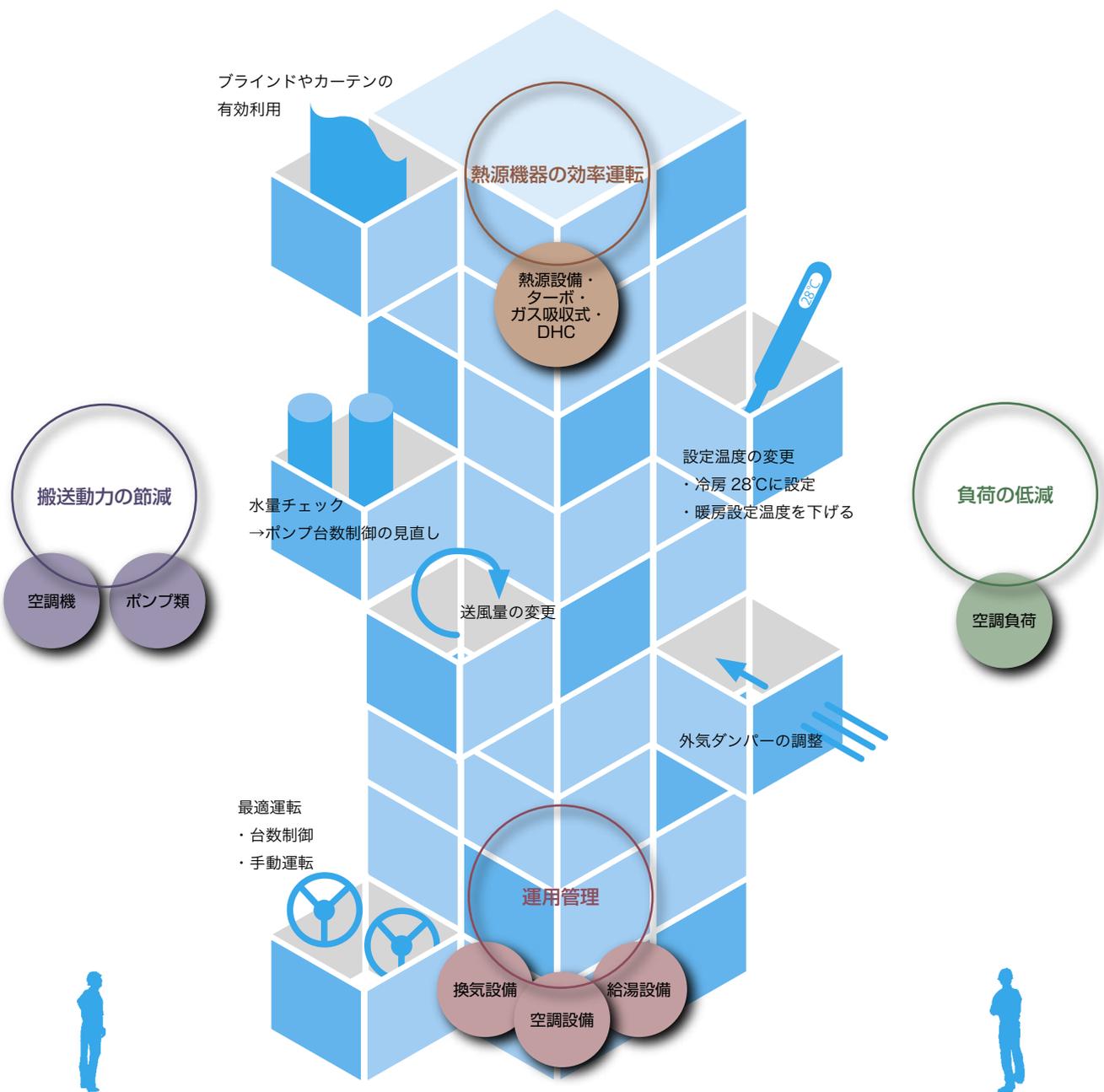
モード 3 8:15 起動で、30 分運転 2 時間停止の間欠運転

駐車場の換気ファンの運転管理を見直し、CO₂ および CO の管理上限値を定め、その範囲で最適運転することで大幅な電力削減を図ることが可能です。

運転モードを調整することにより、50% 以上の電力削減も可能です。



こんなにたくさんある チューニングの項目



| | 設備等 | チューニング項目 | 対応 | 効果 | 備考 |
|-----------|---|--|--|---------------------------------------|---|
| 負荷の低減 | 空調負荷 (建物および機器) | ・室内温度条件の緩和(冷房時) | ・温度設定の変更 | ◎ | ・テナント了解要 ・室内温度分布に配慮 |
| | | ・室内温度条件の緩和(暖房時) | ・温度設定の変更 | ○ | ・同上 ・外周部と内部が別系統の場合、温度設定に注意 |
| | | ・冷房時除湿制御の取り止め | ・除湿・再熱運転停止 | ○ | ・冷却に伴う除湿で対応可能 |
| | | ・在室者に合わせ外気量の削減 | ・外気ダンパーの調整(絞る) | ◎ | ・室内環境に注意 ・CO ₂ 制御がない場合は基準値以下になるように調整 |
| | | ・外気冷房 | ・外気ダンパーの調整(開く) | ◎ | ・主に冬期、中間期 |
| | | ・起動時の外気導入制御 | | ○ | ・自動装置がない場合は、毎日の調整作業がある |
| | | ・ミキシングロスの防止 | ・冷房期の温水運転停止、暖房期の冷水運転停止 ・中間期から暖房期にかけて、早めの冷房停止 ・冷暖自動切り替えユニットは、冷暖どちらかに設定、冷暖温度設定の差を大きくする | ◎ | ・4管式配管システム ・外周部と内部が別系統の場合 ・冷暖自動切り替えユニットの場合 |
| | | ・全熱交換器の運転停止(手動制御) | ・外気エンタルピーが室内条件を下回る場合に適用 | ○ | ・回転式の場合は間欠運転を行う |
| | | ・ポンプ、ファンのインバータ採用による流量調整 | | ◎ | ・バルブ、ダンパーの流量調整をインバータに変更 |
| | | ・照明器具にインバータ安定器採用 | ・Hfタイプ蛍光灯と併用でより効果的 | ◎ | ・照明電力の低減で夏季冷房負荷の低減 |
| 熱源機器の効率運転 | 熱源機器 ターボガス吸収式DHC等 | ・燃焼機器の空気比調整 | ・空気比を1.2~1.3に調整 | ○ | ・専門技術者により調整 |
| | | ・台数制御の最適運転(設定値の変更/機種・容量が違う場合のローテーションの見直し等) | ・ビル負荷特性に合わせ再調整 | ○ | ・メーカーの協力必要 |
| | | ・手動によるこまめな調整 | ・ビル負荷特性に合わせた手動運転等 | ○ | |
| | | ・冷水出口温度設定の変更(大負荷時・部分負荷時) | ・中間期に設定温度を上げる | ○ | |
| | | ・温水出口温度設定の変更(大負荷時・部分負荷時) | ・冬期の設定温度を下げる | △ | ・温まりすぎ防止に効果あり |
| 搬送動力の節約 | ポンプ類 | ・冷却水温度制御の設定値変更 | ・中間期に設定温度を下げる | ○ | ・冷却塔との関連注意 |
| | | ・冷温水量の変更(可能な範囲での大温度差化) | ・水量/温度差 | ○ | |
| | 空調機 | ・台数制御の効率運転 | ・ビルの負荷特性にあわせ再調整 | ○ | ・全台数運転の必要性をチェック |
| | | ・冷却水量変更 | ・中間期に冷却水量を絞る | ◎ | ・最低水量の確保が必要 ・メーカーの協力必要 |
| | 送風機 | ・送風量変更 | ・空調機の送風量の削減 | ◎ | ・外周はユニット機器、内部AHUの場合採用可能 ・空気分布に注意 |
| | | ・VAV方式の場合の送風温度の変更 | ・最低送風量設定の変更 ・送風温度設定を下げる | ○ | ・テナントの暑い、寒いクレームの少ないこと ・CO ₂ 濃度に影響のないシステムの場合対応可能 |
| | 空調設備 | ・省エネベルトの採用 | ・消耗品交換時に採用できる | ○ | ・損失トルクが小さく、動力ロスを削減 |
| | | ・立ち上がり時間の短縮 | ・機器の運転開始時間を現状より遅くする | ○ | ・立ち上がり時の室温測定間隔を短くして様子を確認する |
| | | ・残業運転の短縮又は取り止め | | ○ | |
| | | ・在室者の状況に合わせて間欠運転または停止 | | ○ | ・在室者が少ない場合には採用可能 |
| ・ナイトパーズ | | ・外気系統の夜間運転 | △ | ・立ち上がり時の運転に連動させると効果的 | |
| 換気設備 | ・空気分布の適正化 | | — | ・室内温度ムラの是正 | |
| | ・可能な箇所の換気中止 | | ○ | | |
| | ・間欠運転 | | ◎ | ・駐車場の場合は、CO/CO ₂ 濃度を測定しておく | |
| 運用管理 | 給水・給湯設備 | ・給湯時間・範囲の制限 | | ○ | |
| | | ・給湯温度の設定変更 | ・設定温度を下げる | ○ | |
| | 電気設備 | ・節水器具の採用 | | ○ | ・節水コマ、節水器具、擬音装置等 |
| | | ・高効率照明器具の使用 | | ○ | |
| | | ・照度の適正化 | ・不必要と思われる高照度の室等の照明器具を消灯する | ○ | ・窓面などへの昼光利用も含む |
| 建物関係 | ・水銀灯安定器ランプの高効率化 | | ○ | | |
| | ・誘導灯の高輝度化 | | ○ | ・24時間点灯器具 | |
| | ・自動点滅化 | ・昼光や人感センサーによる | ○ | | |
| | ・変圧器容量の見直し | ・電力負荷により統廃合する | ○ | ・容量の平準化によるバンク構成の見直し | |
| | ・ブラインド類の適切な運用 | | △ | ・季節、時間(方位)、天候により運用管理 | |
| その他 | ・エアバランスの適正化 | ・建物の正圧、負圧の管理 | △ | ・隙間風の流入と側風遮断 | |
| | ・中間期の扉・窓開放(自然換気) | | △ | | |
| | ・エレベーターの適正運転管理 | ・オフィスビル等の朝夕の入退出時以外に設定 | ○ | ・建物内動線、交通を調査 | |
| | ・自動販売機運転適正管理 | ・夜間停止及び照明消灯 | ○ | ・夜間需要がないか需要激減の場合 | |
| 備考 | *効果の程度は目安です。 *ビルの特性により、効果の程度が違います。 *効果的な省エネ手法を見つけ出すのもチューニングの目的です。 | | | | |



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 3-19-9 ジオ八丁堀

tel.03-5543-3020 fax.03-5543-3021

URL : <http://www.eccj.or.jp>

| | |
|-------------|---|
| 北海道支部 | 〒060-0001 北海道札幌市中央区北1条西2-2 (北海道経済センタービル) TEL.011-271-4028 FAX.011-222-4634 |
| 東北支部 | 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町3-7-1 (電力ビル本館) TEL.022-221-1751 FAX.022-221-1752 |
| 東海北陸支部 | 〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸ノ内3-23-28 (イトービル) TEL.052-232-2216 FAX.052-232-2218 |
| 東海北陸支部・北陸支所 | 〒930-0004 富山県富山市桜橋通り5-13 (富山興銀ビル) TEL.076-442-2256 FAX.076-442-2257 |
| 近畿支部 | 〒530-0057 大阪府大阪市北区曽根崎1-2-6 (新宇治電ビル) TEL.06-6364-8965 FAX.06-6365-8990 |
| 中国支部 | 〒730-0012 広島県広島市中区上八丁堀8-20 (井上ビル) TEL.082-221-1961 FAX.082-221-1968 |
| 四国支部 | 〒760-0026 香川県高松市磨屋町8-1 (富士火災高松ビル) TEL.087-826-0550 FAX.087-826-0555 |
| 九州支部 | 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東1-11-5 (アサコ博多ビル) TEL.092-431-6402 FAX.092-431-6405 |



資源の有効利用のため、古紙配合率100%白色度83%の再生紙、大豆インクを使用しています。 2006.3